

SCIENTIAE  
GEOLOGICAE

ACTA  
MUSEI  
MORAVIAE

---

102 ■ 2017 ■ 1-2

Edited by Stanislav Houzar

---

MORAVSKÉ ZEMSKÉ

MUZEUM BRNO 2017

ISSN 1211-8796

© Moravské zemské muzeum, Brno 2017

## PŘEHLED HISTORIE VÝZKUMŮ PERMOKARBONSKÝCH SEDIMENTŮ JIŽNÍ ČÁSTI BOSKOVICKÉ BRÁZDY (ČÁST 2. GEOLOGIE A PETROGRAFIE)

RESEARCH OF PERMIAN-CARBONIFEROUS SEDIMENTS OF THE SOUTHERN PART  
OF THE BOSKOVICE GRABEN; AN OVERVIEW (PART 2. GEOLOGY AND PETROGRAPHY)

STANISLAV HOUZAR, PAVLA HRŠELOVÁ, HELENA GILÍKOVÁ, DAVID BURIÁNEK  
& SLAVOMÍR NEHYBA

### *Abstract*

Houzar, S., Hršelová, P., Gilíková, H., Buriánek, D., Nehyba, S., 2017: Přehled historie výzkumů permokarbonických sedimentů jižní části boskovické brázd (Část 2. Geologie a petrografie). - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 102, 1-2, 3-65.

*Research of Permian-Carboniferous sediments of the southern part of the Boskovice Graben; an overview (Part 2. Geology and Petrography).*

An overview of geological and petrologic research of the southern part of the Boskovice Graben summarizes the knowledge and points out an attention to some unsolved problems. Basement of the Boskovice Graben form Moravian and Moldanubian Zone crystalline complexes and in the eastern part also Culmian sediments. Sedimentation in the basin had a fluvial to lacustrine character. Upper Carboniferous breccias and Balinka conglomerates represent the start of deposition, locally substituted by coarse-grained sandstones. Basal conglomerates along the western margin of the basin contain pebbles of crystalline rocks of adjacent West Moravian crystalline complex together with numerous clasts of Culmian greywackes. They pass gradually upwards into gray and locally red-brown sandstones intercalated by aleurolites, conglomerates and several coal seams, accompanied coal claystones and organic component-rich pelocarbonates with cyclic arrangement. The whole sequence belongs to the Rosice Formation. The Permian-Carboniferous boundary is located several tens of meters above the I. coal seam (the uppermost seam). Brown-red colored sandstones and aleurolites belonging to the Padochov Formation form the dominant part of the overlying Permian sediments. Gray pelites and unique micritic clayey limestones and dolomitic pelocarbonates appear episodically. Particularly dark bituminous shale and marl ("combustible shales"), rich fossils of Lower Permian in age (Zbýšov and Říčany horizons) are conspicuous. Coarse-grained arkose to feldspar-rich sandstone or cyclic alternation of sandstone-conglomerate-siltstone beds represent the overlying deposits. Red-brown fine-grained sandstones, siltstones, slates and finally coarse-grained arkoses were recognised in their superposition. Claystones, siltstones and sandstones of the Veverská Bitýška Formation represent the topmost part of the succession. Very coarse-grained Rokytná conglomerate consisting of greywacke and limestone boulders are developed in the eastern rim of the basin where they constitute an equivalent of whole sediment complex developed in the western and central part of the Boskovice Graben. Rokytná conglomerates are product of episodic flood sedimentation (fan-conglomerates) associated with the uplift of the western margin Thaya-Ivančice (Brno) pluton. Descriptions of conglomerates, sandstones and aleurolites and as well as a brief characteristics of bituminous sediments, hard coal, (pelo)carbonates and (sub)volcanic rocks are given.

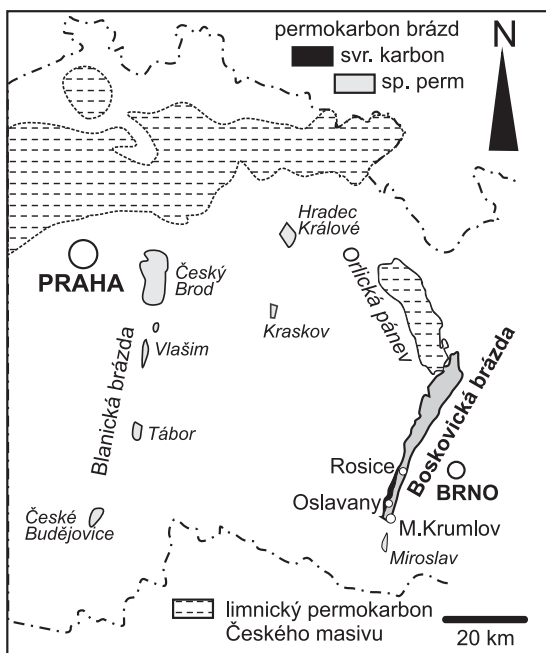
*Key words:* overview of the history of research, conglomerate, sandstone, Boskovice Graben, Permian-Carboniferous, Czech Republic.

Stanislav Houzar, Pavla Hršelová, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian museum, Zelný trh 6, 659 37, Brno, Czech Republic, e-mail: shouzar@mzm.cz; phrselova@mzm.cz

## 1. ÚVOD

Pozdně variská perioda je ve střední Evropě typická intenzivní tektonickou, magmatickou a sedimentární aktivitou. Během relativně krátkého období (stephan-autun) dochází ke vzniku přibližně 70 sedimentárních pánví (McCANN *et al.* 2006). Část těchto pánví sleduje starší zlomové systémy a typicky tak vznikají relativně omezené pánve typu grabenů či half-grabenů. Jejich výplň je tvořena především materiálem derivovaným v jejich blízkém okolí, přičemž proměnlivá je role vulkanismu. Plošně omezený rozsah sedimentárních pánví a jejich terestrická výplň představují určitou komplikaci pro širší stratigrafické korelace.

K těmto sedimentárním pánvím patří také boskovická brázda (KALVODA *et al.* 2008, ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009, NEHYBA *et al.* 2012). Tímto názvem označil TIETZE (1902) dlouhý úzký pruh permokarbonu, táhnoucí se z jihu od Moravského Krumlova přes Rosice, Boskovice a Moravskou Třebovou na sever k Žamberku; ZAPLETAL (1924) navrhl omezit termín boskovická brázda pouze na část mezi Moravským Krumlovem a Boskoviciemi (obr. 1). Její součástí je též rosicko-oslavanská pánev, kde byly přibližně od roku 1755 do roku 1992 dobývány černouhelné sloje (MALÝ 1960a, PLCHOVÁ, ed. 2002) a v souvislosti s nimi prováděny i první geologicko-paleontologické i petrografické studie. Boskovická brázda má v některých aspektech i význam nadregionální, neboť z hlediska geologického představuje její podloží klíčové území, kde se stýká lugodanubická zóna (moldanubikum) s oblastí moravosilezika (především brunovistulika). Samotnou brázdou probíhá hranice karbonu a permu a světový význam má i paleontologický výzkum některých obratlovců a hmyzu (AUGUSTA 1933, IVANOV 2003).



Obr. 1. Postavení Boskovické brázdy v rámci limnického permokarbonu Českého masivu.

Fig. 1. Situation of Boskovice graben among limnic Permian-Carboniferous of the Bohemian Massif.

Vysvětlivky/Explanation: permokarbon brázd - Permian-Carboniferous of Grabens; Boskovická brázda - Boskovice Graben, Orlická pánev - Orlice Basin; svr. karbon - Upper Carboniferous; sp. perm - Lower Permian; limnický permokarbon Českého masivu - limnic Permian-Carboniferous of Bohemian Massif.

Geologické a petrografické výzkumy jižní části boskovické brázdy byly v minulosti podstatně ovlivněny zmíněnou problematikou exploatace zdejších ložisek černého uhlí. Soustředily se hlavně na vymezení jednotlivých facií slepenců, stručný popis uhelných slojí a hornin v jejich okolí, tektonických poměrů, charakteristiku krystalinického podloží za využití důlních děl, vrtů i geofyzikálních metod a řešení některých otázek stratigrafických, zatímco hlavní („neproduktivní“) sedimentární náplň boskovické brázdy byla opomíjena.

Ačkoliv by se tak mohlo zdát, že horninové složení i geologické poměry boskovické brázdy jsou dostatečně známy, ve skutečnosti tomu tak není. Je to způsobeno skutečností, že velká část výše zmíněných poznatků je pouze součástí omezeně přístupných nepublikovaných archivních zpráv a práce publikované trpí někdy metodickými nedostatky. Prakticky chybí, až na výjimky z poslední doby, publikace s přesnější petrografickou definicí jednotlivých sedimentárních hornin, věnované minerálním asociacím, geochemii sedimentů a sedimentologii. Navíc neustálým přejímáním neúplných a někdy zkreslených poznatků vznikla v terminologii horninové výplně a litostratigrafii brázdy řada nepřesností a nejasností.

Výchozími díly pro poznání geologické stavby, petrografie i mineralogických poměrů jižní části boskovické brázdy zůstávají publikace HELMHACKERA (1866, 1867), ŠTŮRA (1873), MAKOWSKÉHO a RZEHAKA (1883) a SUESSE (1907), které ani po 150, resp. 110 letech, neztratily zcela svůj význam. Informace o nejstarších dějích výzkumu (včetně paleontologického bádání) poskytují práce ZAPLETALA (1924, 1930a) a zejména podrobně rešeršní publikace AUGUSTY (1931, 1933, 1937). Celkovou geologickou charakteristiku jižní části boskovické brázdy předložil JAROŠ (1961, 1962), geologické poměry včetně ložiskových údajů zhodnotili JAROŠ a MALÝ (2001) a PEŠEK (2004), nejnovější údaje uvádějí BURIÁNEK, ed. (2011), HRDLÍČKOVÁ, ed. (2014a, b) a BURIÁNEK *et al.* (2015).

Zatímco první část rešeršní studie, publikovaná v tomto časopise (HOUZAR a HRŠELOVÁ 2016), obsahovala stručnou historii dolování uhlí a charakteristiku minerálů v jižní části boskovické brázdy, předkládaná druhá část je věnována zhodnocení současného stavu poznání jednotlivých sedimentárních hornin a poněkud stručněji diskutuje geologické poměry.

Po stránce paleontologické historie výzkumů a stav jednotlivých lokalit celé boskovické brázdy podrobně popsal IVANOV (2003). Z tohoto důvodu ponecháváme v tomto příspěvku starší paleontologickou a stratigrafickou část až na výjimky stranou. Touto problematikou se od r. 2003 zabývaly práce MIKULÁŠE a MARTÍNKA (2006), ŠTAMBERKA *et al.* (2008), ŠIMŮNKA a MARTÍNKA (2009), MOKRÉ (2013) a dalších autorů. Nově OPLUŠTIL *et al.* (2016) zmiňuje, v souvislosti s výzkumy kontinentálního permokarbonského, **vztah mezinárodně uznané hranice karbon–perm (298,9 Ma), resp. jednotlivých stupňů gzhelian-asselian, k západoevropskému členění na stephanian C/autunian, které je navzájem odlišné** (OPLUŠTIL *et al.* 2016). Pojmy autun a stefan, používané v této práci odpovídají citovaným pracím z příslušného období.

Zájmová oblast je vymezena na jihu příčnou tektonikou v linii probíhající ve směru ZSZ–VJV přes Rakšice, za níž permokarbonské sedimenty souvisle nepokračují (několik km na JJV vystupuje ojedinělý relikt permokarbonských slepenců u Miroslavi; KALÁSEK *et al.* 1963 a KUMPAN 2015). Na západě ji omezují výchozy západomoravského krystalinika, na severu uměle vymezená linie probíhající směrem Z–V přibližně přes Veverskou Bítýšku a na východě výchozy dyjsko-ivančického plutonu (brněnského masivu). V některých případech bylo nutno pro dokreslení celkové situace zmínit problematiku boskovické brázdy i o něco dále k severu.

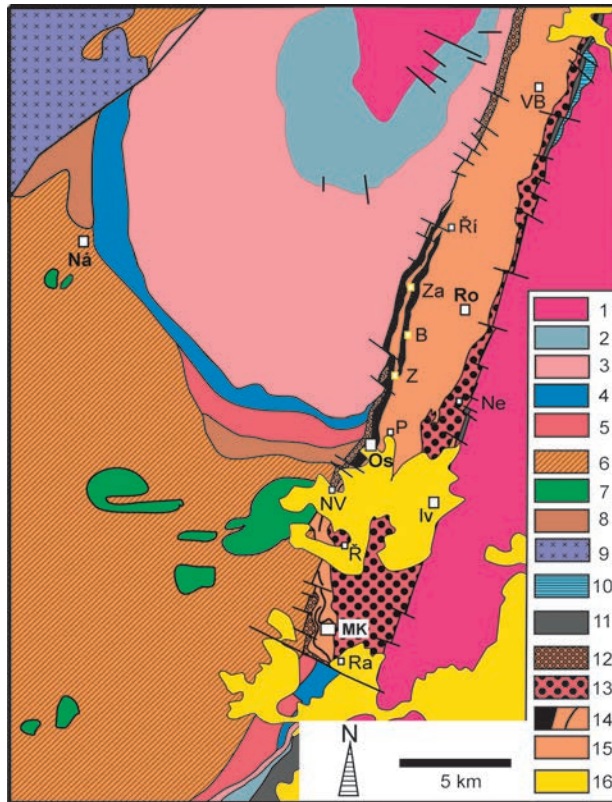
## 2. GEOLOGICKÁ POZICE

Boskovická brázda, úzký pruh permokarbonských sedimentů, probíhá ve směru SSV-JJZ, předurčeném zlomy různého charakteru, stáří a hlubinného dosahu (ČEPEK 1945, JAROŠ 1961).

Východní okraj jižní části brázdy tvoří dyjsko-ivančický pluton (CHÁB *et al.* 2008; ve starší literatuře označovaný jako západní část brněnského masivu), pro něj je udáváno stáří 580 Ma (CHÁB *et al.* 2008) nebo  $601 \pm 3$  Ma (SOEJONO *et al.* 2016). Je tvořen granodiority až diority s enklávami rul a vápenatosilikátových rohovců. Při tektonickém styku s permokarbonem vystupují v tektonických šupinách devonské vápence a spodnokarbonské droby, které tvořily původně sedimentární pokryv plutonu. Spodnokarbonské sedimenty jsou zmiňovány i z podloží východní části boskovické brázdy u Oslavan (MALÝ 1966). Západní okraj brázdy tvoří postupně (od S k J, od podloží k nadloží): moravikum svratecké klenby (jednotka Bílého potoka v podloží a bitešská ortorula stará  $568 \pm 3$  Ma), nasunutě na paraautochtonní jádro svratecké klenby stáří  $634 \pm 6$  (KALÁŠEK *et al.* 1963, BURIÁNEK, ed. 2011, SOEJONO *et al.* 2016, aj.). V nadloží bitešské ortoruly vystupuje pestrý vývoj pararul, tmavých svorů, mramorů a grafitových hornin (olešnická jednotka) a jižněji svory, amfibolity a migmatity svrateckého krystalinika (BURIÁNEK, ed. 2011). Na nich spočívají moldanubické biotitické pararuly s mramory (JAROŠ 1992, HOUZAR a NOVÁK 1991). Nejvyšší tektonickou pozici zaujímá gföhlská jednotka moldanubika s granulity a serpentinity (obr. 2).

Jižně od Moravského Krumlova zapadají pod západně ležící moldanubikum postupně analogické horniny svrateckého krystalinika, vranovské jednotky, bitešské jednotky a lukovské jednotky moravika (dyjská klenba).

Horniny permokarbonské jsou překryty sedimenty miocénu a kvartéru; studiu jsou přístupny pouze omezeně v údolí Bílého potoka a Svratky na severu a řek Oslavy, Jihlavy a Rokytné, příp. podél menších místních toků na jihu (KALÁŠEK *et al.* 1963, JAROŠ 1961, 1962, BURIÁNEK, ed. 2011, HRDLIČKOVÁ, ed. 2014b).



Obr. 2. Geologická pozice jižní části boskovické brázdy na styku moldanubické zóny a brunovistulika (upraveno podle generální geologické mapy 1 : 200 000, list Brno, JAROŠE a MISAŘE 1991).

1 - vyvřelé a metamorfované horniny brunovistulika (granodiorit, tonalit, granit, diorit, gabro, migmatit, amfibolit, vápenatosilikátové horniny a mramor); 2 - fylit, mramor (jednotka Bílého potoka, lukovská jednotka; moravikum); 3 - ortorula (bítešská jednotka, moravikum); 4 - svor, dvojslidná rula, mramor, grafitická ruly (olešnická jednotka); 5 - dvojslidná rula, migmatit, amfibolit, svor (svratecké krystalinikum); 6-9 Moldanubikum: 6 - gföhlské migmatity, granulit, amfibolit; 7 - serpentinit; 8 - biotitická pararula; 9 - melanokratiní granit-syenit (durbachit, třebíčský pluton); 10 - vápenec devonský; 11 - sedimenty spodního karbonu (kulm); 12-15 permokarbon: 12 - balinský slepenec; 13 - rokytný slepenec; 14 - uhelné sloje (svr. karbon) a bituminózní jílovec (sp. perm); 15 - spodní perm; 16 - pisky, šterky, jily (neogén).

Fig. 2. Geological sketch of the southern part of the Boskovice graben along the contact of Moldanubian Zone and Brunovistulicum (modified from general geological map of 1 : 200,000, sheet Brno and JAROŠ and MISAŘ 1991).

1 - Magmatic and metamorphosed rocks of brunovistulicum (granodiorite, tonalite, granite, diorite, gabbro, migmatite, amphibolite, calc-silicate rocks and marble); 2 - phyllite, marble (Bílý potok and Lukov Units, Moravicum); 3 - orthogneiss (Bíteš Unit, Moravicum); 4 - mica schist, two-mica gneiss, marble, graphitic gneiss (Olešnice Unit); 5 - two-mica gneiss, migmatite amphibolite, mica schist (Svratka Crystalline Complex); 6-9 Moldanubian Zone: 6 - Gföhl migmatites, granulite, amphibolite; 7 - serpentinite; 8 - biotite gneiss; 9 - melanogranite-syenite (durbachite, Třebíč pluton); 10 - limestone Devonian; 11 - Lower Carboniferous sediments (Culmian); 12-15 Permian-Carboniferous: 12 - Balinka conglomerate; 13 - Rokytná conglomerate; 14 - coal seams (upper Carboniferous) and bituminous claystone (lower Permian); 15 - sandstone, arkose, conglomerate Lower Permian); 16 - sand, gravel, clay (Neogen).

Obce/villages/towns: Ná - Náměš nad Oslavou; VB - Veverská Bitýška; Ří - Říčany; Za - Zastávka; Ro - Rosice; B - Babice; Z - Zbýšov u Brna; Ne - Neslovice; P - Padochov; Os - Oslavany; NV - Nová Ves; Ř - Řeznovice; MK - Moravský Krumlov; Ra - Rakšice.



### 3. PŘEHLED VÝZKUMU GEOLOGICKÝCH POMĚRŮ JIŽNÍ ČÁSTI BOSKOVICKÉ BRÁZDY

#### 3.1. (do roku 1900)

Nejstarší poznatky o geologické situaci jižní části boskovické brázdy souborně shrnul AUGUSTA (1931, 1933, 1937). Četné archivní prameny zabývající se geologickými poměry této oblasti v souvislosti s těžbou uhlí před rokem 1820 však zůstávají nezpracovány, jak upozornili již ELPL a MALÝ (1966).

Z nejstarší literatury vyplývá, že už v druhé polovině 19. století byly známy všechny podstatné rysy geologické stavby této oblasti, vyčleněny hlavní typy zastoupených hornin a provedeno jejich zařazení ohledně stáří. Není bez zajímavosti, že tyto starší práce dodnes poskytují řadu podnětů k řešení geologických otázek a k některým starším názorům se vracejí i závěry nejnovějších prací, podpořených moderními metodami výzkumu.

Ze starších publikací, uváděných zmíněným Augustou, lze uvést např. FOETTERLEHO (1856), který se poprvé pokusil řešit stratigrafické vztahy západního a východního křídla a uvažoval o brachysynklinálním uzávěru pánve u Moravského Krumlova.

Za základní práci o permokarbonu jižní části boskovické brázdy lze považovat publikaci HELMHACKERA (1866), který vymezil na profilu v Oslavanech tato souvrství permokarbonu: karbonský podložní slepenec a dále pískovcové uhlonosné souvrství s III. II. a I. uhelnou slojí a 4 slojkami; nad oslavanskou Dědičnou štolou permské břidlice s dvěma polohami vápence a „hořlavým lupkem“, s arkózami a břidlicemi v nadloží. Zaznamenal též horizont „smíšené karbonské a permské květeny“ nad nejvyšší I. slojí. Tato základní li-tostratigrafie je dodnes platná.

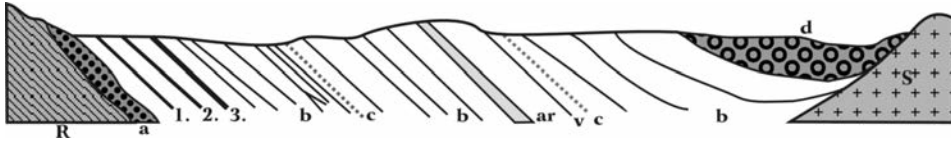
Významná byla také práce MAKOWSKÉHO a RZEHAKA (1883), kteří na základě výsledků geologických studií brněnského okolí vyčlenili v boskovické brázdě psefity (slepence), psamity (arkózy, pískovce) a pelity (břidlice, „lupky“, aj.), vzácněji vápence a pelokarbonáty („sférosiderity“), a zavedli název permokarbon. Podle složení slepenců rozeznávají slepenec podložní (der Liegendkonglomerat), tvořený úlomky krystalických břidlic pocházejících z Českomoravské vrchoviny; leží na krystaliniku a uklání se k východu. Na něm spočívají tzv. rosické vrstvy o mocnosti 200–240 m, které obsahují 3 hlavní uhelné sloje. Vrstvy spodno-permské začínají červenohnědými pískovci asi 80 m nad I. slojí (MAKOWSKI a RZEHAK 1883). Na pískovci spočívá málo mocný šedý vápenec bez zkamenělin, pak následuje I. horizont „hořlavých lupků“ s florou i faunou. Nad ním břidličnatý pískovec přechází do arkóz s nezřetelnými otisky calamitů, cordaitů aj. Následují červené pískovce a břidlice, pak červené břidlice a pískovce bohaté slídou. V pásmu „zelených“ břidlic se nachází II. horizont „hořlavých lupků“ bohatých faunou (byl zaznamenán u Moravského Krumlova, dále na Neslovickém potoce). Vzdálenost mezi oběma horizonty je asi 1 km. Permskou sedimentaci ukončuje nadložní slepenec (der Hangendkonglomerat), tvořící mocné polohy na východním okraji, složený z valounů drob, méně i vápenců (MAKOWSKI a RZEHAK 1883).

První českou publikací, shrnující tehdejší poznatky o stavbě jižní části boskovické brázdy, resp. rosicko-oslavanské pánve, je „Geologie Moravy“ od KLVANI (1897), která stručně prezentuje závěry zmíněných publikací HELMHACKERA (1866) a Makowského a RZEHAKA (1883), včetně příčného profilu (obr. 3); hranici perm–karbon kladou do nadloží uhelných slojí, mezi šedé břidlice s jemnozrnnými pískovci a červenohnědé pískovce, které náležejí již nejspodnějšímu permu (das rothe Rottliegende).

Nadložní slepence (později známé jako rokytenské), jsou v současnosti pokládány za faciálně odlišný ekvivalent celého pestřejšího západního vývoje brázdy. Vystupují podél dyjsko-ivančického plutonu (brněnského masivu) v celém stratigrafickém rozmezí této části boskovické brázdy. Zajímavý je také údaj o přítomnosti hornin krystalinika („prahorních“) v těchto slepencích (pozn.: *nejasná je v originálním profilu značka „v“ (srov. obr. 3), ve vysvětlivkách přiložených u obrázku neuvedená (srov. též KLVANA 1897). Mohla by znamenat polohu vápence, uloženou mezi arkózami (ar) a bituminózním jílovcem (c) u Rosic, kde ji uvádí rov-*



něž profil SUESSE (1907), spíše jde ale o tiskovou chybu). Ostatní poznatky uvedených autorů se do současnosti prakticky nezměnily.



Obr. 3. Profil boskovickou brázdou v rosicko-oslavanské pánvi (MAKOWSKI a RZEHAK 1883, KLVAŇA 1897). R - rula; a - slepenec podložní; 1, 2, 3 - uhelné sloje (v původním řazení před r. 1866, pozn. autorů); b - šedé a červené pískovce; c - hořlavé lupky; d - slepenec nadložní; ar - arkózy; S - „brněnský syenit“ (= granodiorit dyjsko-ivančického plutonu, pozn. autorů).

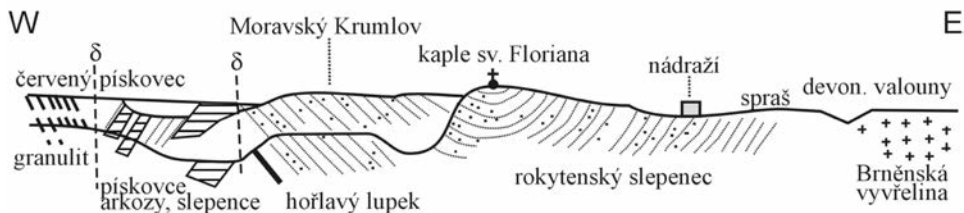
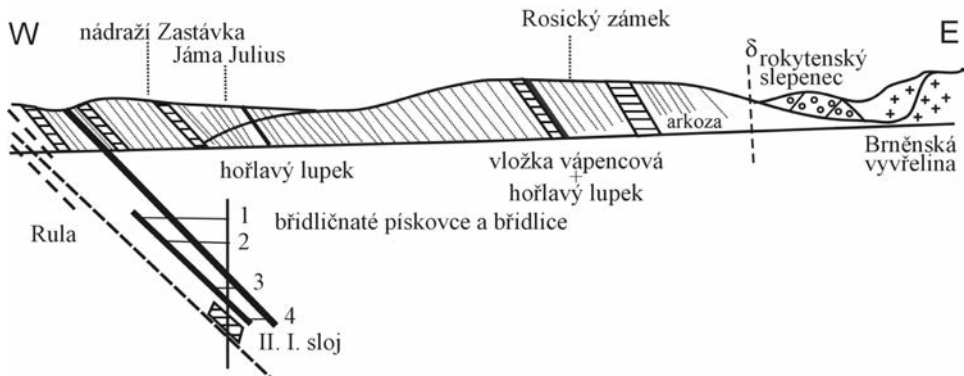
Fig. 3. Cross-section of the Boskovice graben in the Rosice-Oslavany Coal basin (MAKOWSKI and RZEHAK 1883, KLVAŇA 1897).

R - gneiss; a - foot-wall conglomerate; 1, 2, 3 - coal seams (the original designation before 1866, author's note); b - gray and red sandstones; c - combustible shales; d - overlain conglomerate; ar - arkoses; S - "Brno syenite" (= granodiorite of Thaya-Ivančice pluton, author's note).

### 3.2. (období 1900–1962)

Začátkem 20. století studoval jižní část boskovické brázdy SUESS (např. 1905, 1907).

Pojmenoval bazální slepenec při západním okraji jako balinské; vedle valounů hornin krystalinika z nich zmiňuje i výskyt drob. V profilu přes Moravský Krumlov však, v rozporu se všemi ostatními badateli, uvádí opačný úklon těchto slepenců (k západu?). Slepence při východním okraji označil jako rokytské a od zbytku sedimentární výplně je oddělil příkrým podélným zlomem. Zhotovil a podrobně popsal také několik profilů napříč brázdou (dva z nich viz obr. 4).



Obr. 4. Historické profily přes jižní část boskovické brázdy u Rosic a Moravského Krumlova (SUESS 1907, upraveno AUGUSTOU 1931).

Fig. 4. Historical cross-sections through the southern part of the Boskovice graben near Rosice and Moravský Krumlov (SUESS 1907, modified by AUGUSTA 1931).

Geologická stavba a částečně i petrografie sedimentárních hornin boskovické brázdy byly předmětem prací ZAPLETALA (1924, 1930a) a AUGUSTY (1937, 1939), kteří vymezili základní litostratigrafii a vyjádřili se k některým genetickým otázkám. ZAPLETAL (1932) ze stratigrafického hlediska od podloží k nadloží rozlišil následující vrstevní sled hornin: 1a - balinské slepence, 1b - červené pískovce → 2 - šedé pískovce a břidlice s 3 uhelnými slojemi, náležející stefanu, → dále permské horniny 3a - červené pískovce a slepence, 3b - šedé pískovce, 3c - břidlice → 4 - lupky → 5 - arkózy a mladší balinské slepence s valouny drob → 6 - pískovce → 7 - břidlice → 8 - lupky (Neslovice) → 9 - arkózy → 10 - nejmladší balinské slepence → 11 - červené břidlice s lupky (Malá Lhota, Bačov). Také uvádí vrstvy 12a - červené pískovce, 12b - rokytenské slepence a 12c - pláštěvné pískovce, aniž by se k jejich stratigrafické pozici blíže vyjadřoval.

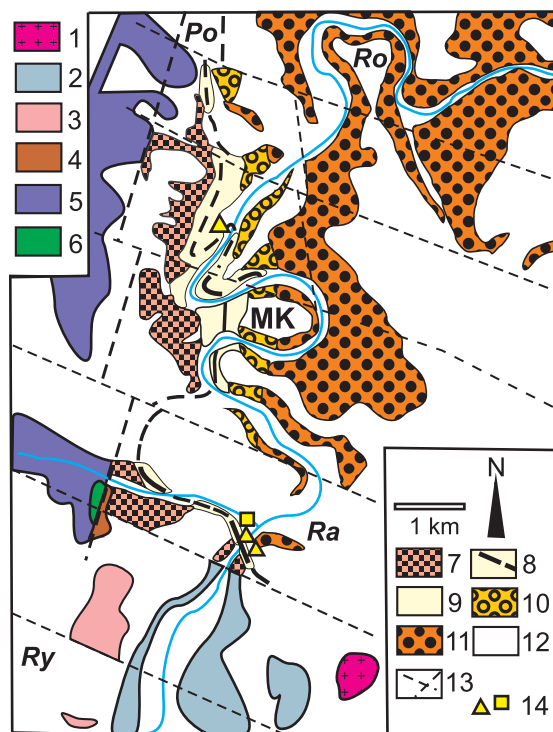
Později byla problematika studována podrobněji, zejména po roce 1945 a 1950, kdy v oblasti celé boskovické brázdy proběhly mj. také mapovací kurzy studentů Karlovy univerzity. Z nich byly publikovány různé dílčí výsledky (např. AUGUSTA a ČEPEK 1947, 1948, PETRÁNEK a POUBA 1953), které pak byly využity v následujícím období k podrobné a souborné charakteristice jižní části boskovické brázdy. ČEPEK (1946), který v brázdě ve 40. letech pracoval, uvádí, že ji příčné zlomy dělí na systém „hrástí a prolomů“, nepřináší ale pro toto tvrzení žádný důkaz. PETRÁNEK a POUBA (1953) uvádějí, že složení slepenců respektuje hranice jednotlivých jednotek západomoravského krystalinika a nedokládají v brázdě transport od jihu k severu v době jejich vzniku.

Nové poznatky z otvírky hlubších pater dolů a zastížení podložního krystalinika zveřejňoval průběžně MALÝ (1959a, b, 1960b), který řešil některé tektonické problémy při vývoji poruchových pásem v okolí uhelných slojí v Zastávce (Důl Julius) na dolu Antonín ve Zbýšově a nález grafitového ložiska v olešnické jednotce v podloží permokarbonu (Důl Nosek-Kukla, Oslavany).

Po předběžné zprávě o podrobném petrografickém výzkumu dvou lokalit slepenců, ležících v nadloží I. sloje (MALÝ a UHROVÁ 1960), je tito autoři později vymezili jako samostatný třetí typ slepenců boskovické brázdy (slepence oslavské) a přisuzují jim permské stáří; vyznačují se podstatným podílem valounů kulmských drob (MALÝ a UHROVÁ 1962).

V téže době bylo poprvé blíže popsáno podloží rosicko-oslavanské pánve mezi Zastávkou a Oslavany a upozorněno na velmi komplikované tektonické poměry při styku jednotlivých jednotek krystalinika a na jejich vliv na sedimentaci permokarbonu (MALÝ 1962a). Od severu k jihu vystupují v podloží pánve postupně v rámci bitešské jednotky ruly křemenbiotitické, hrubozrnné okaté a muskovitické, následují fylity a křemence (olešnická jednotka), poté svory a nejjížněji ruly „moravské svorové zóny“. Směry foliace a kontaktů na povrchových výchozech (SV-JZ) jsou v podloží otočeny do směru SZ-JV až SSV-JJZ; ve východní polovině brázdy nebylo podloží tehdy ještě ověřeno.

V letech 1957–1961 pokračovalo podrobné geologické mapování boskovické brázdy, neocenitelné zvláště pro poznání jejího jižního ukončení u Moravského Krumlova (JAROŠ 1959, 1962). Jarošova nepublikovaná mapa 1 : 25 000, kromě podrobného rozčlenění hornin (63 položek legendy), zaznamenala, mj. jako jediná, místa kutacích prací na uhlí u Rakšic. Zdejší uhelnou slojku, kterou pokládá za pokračování uhlonosného rosicko-oslavanského souvrství k jihu (JAROŠ 1959), uvádějí i jeho další mapky (srov. JAROŠ 1964b, JAROŠ a MISAŘ 1965), které rovněž přesněji zaznamenaly výchozy krystalinika v těchto místech (obr. 5).



Obr. 5. Geologická mapa jižního ukončení boskovické brázdy u Moravského Krumlova (upraveno podle JAROŠE 1962).

1 - granodiorit; 2 - fylit a bitešská ortorula; 3 - svory; 4 - biotitická rula; 5 - granulit; 6 - serpentinit; 7-11 permokarbon; 7 - balinský slepenec; 8 - bituminózní jílovce, uhlí; 9 - pískovce, břidlice; 10 - „smíšený“ slepenec; 11 - rokytnský slepenec; 12 - neogénní a kvartérní sedimenty, spraše, štěrky, písky a jíly; 13 - zlomy; 14 - tři průzkumné stoly a šachtice (kutací práce na uhlí v 19. století).

Fig. 5. Geological map of the southern end of the Boskovicé graben in Moravský Krumlov (adapted from JAROŠ 1962).

1 - granodiorite; 2 - phyllite and Biteš orthogneiss; 3 - mica schists; 4 - biotite gneiss; 5 - granulite; 6 - serpentinite; 7-11 Permian-Carboniferous; 7 - Balínka conglomerate; 8 - bituminous claystones, coal; 9 - sandstones, slates; 10 - “mixed” conglomerate; 11 - Rokytná conglomerate; 12 - Neogene and Quaternary sediments, loess, gravels, sands and clays; 13 - faults; 14 - three exploratory adit and shafts (prospecting work of coal in the 19<sup>th</sup> century).

Obce/města; villages/towns. MK - Moravský Krumlov; Ra - Rakšice; Ry - Rybníky; Ro - Rokytná, Po - Polánka.

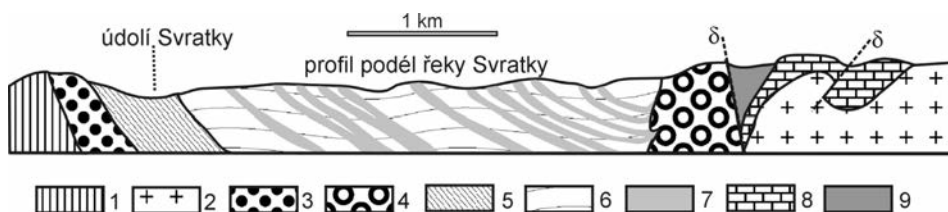
Jižní částí brázdy včetně rosicko-oslavanské pánve byly věnovány zejména komplexní výzkumné práce (JAROŠ 1961, 1962); problematice se zároveň věnoval i HAVLENA (1964a).

JAROŠ (1961, 1962) uvádí, že sedimentační prostor permokarbonu jižní části brázdy byl predisponován staršími tektonickými liniemi, zejména směru SSV-JJZ, při hranici západomoravského krystalinika a brněnského masivu. Do této oblasti předtím zasáhla kulmská a devonská sedimentace; snad jen vzácně přesáhla za dnešní západní okraj brázdy. V době sedimentace permokarbonu však byly kulmské sedimenty za západním okrajem pánve už většinou denudovány. Podobně jako devonské horniny i kulmské sedimenty mohou částečně zasahovat do podloží permokarbonu brázdy hlavně z východu. O tom, že tyto sedimenty částečně pokrývaly dno budoucí sedimentační pánve permokarbonu, svědčí i jejich dnešní výskyty v pokračování brázdy dále k jihu (JAROŠ 1962).

Sedimentace v boskovické brázdě začala ve svrchním karbonu v prostoru rosicko-oslavanské pánve a pokračovala ve spodním permu. Už od začátku byla pánev protáhlá, asymetrická. Východní část byla užší, západní širší. Sedimentace se rozšiřovala k jihu a na sever od zmíněné pánve a permokarbonské sedimenty zasahovaly i za její západní okraj. Poloha osy sedimentační pánve byla často závislá na různé šířce výplavových kuželů slepenců rokytenské facie ve východním křídle pánve, které svým způsobem určovaly šířku sedimentačního prostoru západního pánevního křídla. Ani dno pánve nemělo stejnou výškovou úroveň; na jihu vznikla už ve stefanu rosicko-oslavanská deprese, na severu letovická deprese, aktivní pouze v permu (JAROŠ 1961, 1962).

JAROŠ (1961) podrobně zpracoval jednotlivá souvrství boskovické brázdy a zevrubně popsal dva povrchové příčné profily (Oslavany-Ivančice a profil severně od Veverské Bítýšky). V západním, širším křídle brázdy vyčlenil několik souvrství (od podloží k nadloží):

1. **Spodní (bazální) červenohnědé souvrství**, tvořené převážně balinskými slepenci, v některých případech pískovci, písčitymi jílovci a jílovci. Má proměnlivou mocnost ( $\leq 75$  m).
2. **Rosicko-oslavanské souvrství**, rozdělené na (a) *spodní šedé*, (b) *střední červenohnědé* a (c) *svrchní šedé souvrství*. Spodní šedé souvrství nasedá s mírnou úhlovou diskordancí ( $5-10^\circ$ ) na předchozí. Tvoří jej hlavně pískovce, jílovce a menší vložky slepenců. Místy má zřetelnou cyklickou stavbu se slepenci na bázi. Ve spodním šedém souvrství jsou uloženy 3 hlavní uhelné sloje a několik slojek drobnějších. Je sledovatelné od Nové Vsi na jihu po Veverské Knínice na severu. Střední červenohnědé souvrství o mocnosti asi 100 m se skládá s jílovců, písčitých jílovců, prachovců a pískovců, místy arkózovitých. Svrchní šedé souvrství s mocností asi 75 m obsahuje horizont paleontologicky význačných bituminózních slínovců, táhnoucí se od Moravského Krumlova přes Polánku, Oslavany a Zbýšov na vrch Okrouhlík u Řičan a Kaličnů u Veverských Kninic. Zjištěná flóra obou šedých souvrství odpovídá nejvyššímu karbonu (pozn.: *ve svrchním šedém souvrství jde o perm!*) V rosicko-oslavanském souvrství také vystupují „smíšené“ slepence (JAROŠ 1961).
3. **Souvrství arkózových pískovců, arkóz a slepenců balinské facie**. Na jihu je zastoupeno slepenci v Rakšic, v okolí Oslavan komplexem převážně pískovců.
4. **Svrchní (hlavní) červenohnědé souvrství**. Na jihu se objevuje až severně od Řeznovic, postupně se rozšiřuje a u Veverské Bítýšky spočívá přímo na balinských slepencích. Je tvořeno pískovci, písčitymi jílovci a jílovci, v západní části červenohnědé, na východě žlutavě hnědě zbarvenými, přičemž hranice zbarvení probíhá kose k ose pánve. Na jihu vzácně, severněji častěji, se objevují vložky šedé, a hnědavě zbarvených psamitů a pelitů (obr. 6) a v jednom z nich leží ve směru od Neslovic do okolí Rosic, Řičan, Veverských Kninic a Veverské Bítýšky druhý (= říčanský) obzor bituminózních slínovců.



Obr. 6. Historický profil Boskovickou brázdou severně od Veverské Bítýšky (JAROŠ 1961).

1 - bitešská ortorula (moravikum); 2 - brněnský masiv; 3 - bazální červenohnědé souvrství s balinskými slepenci; 4 - rokytenské slepence; 5 - hnědavé pískovce; 6 - červenohnědé jílovce a jemnozrné pískovce; 7 - šedé jílovce a jemnozrné pískovce; 8 - devonské vápence; 9 - kulmské droby.

Fig. 6. Historical profile of Boskovice graben north of Veverská Bítýška (JAROŠ 1961).

1 - Biteš orthogneiss (Moravicum); 2 - Brno Massif; 3 - reddish basal formation, which Balinka conglomerates; 4 - Rokytná conglomerates; 5 - brownish sandstones; 6 - reddish brown claystones and fine-grained sandstones; 7 - gray claystones and fine-grained sandstones; 8 - Devonian limestones; 9 - Culmian greywackes.



Hranici karbon–perm klade JAROŠ (1961) mezi svrchní uhelnou sloj a spodní obzor bituminózních slínovců, topograficky ji lze vymezit linií Rakšice – Moravský Krumlov – Polánka – Hrubšice – Nová Ves – Oslavany – Padochov – Zbýšov – Babice – Zastávka – kopec Okrouhlík, západně od Řičan a vrch Kaličný (západně od Veverských Knínic), až do jihozápadního okraje Veverské Bítýšky. Ve východní části rosicko-oslavanské pánve může ke karbonu náležet spodní část rokytenských slepenců. Z tektonického hlediska je boskovičká brázda považovaná za mladovariskou intermontánní depresi, s výplní, deformovanou působením tlaků od VJV. Není příkopovou propadlinou ve smyslu SUESSE (1905, 1907) ani příčně rozdělená systémem hrástí a prolomů (ČEPEK 1946). Východní omezení brázdy tvoří příkrý zlom, západní ohraničení je původně transgresivní, místy druhotně tektonicky zpříkřené, strměji na severu u Veverské Bítýšky (JAROŠ 1961).

V **rosicko-oslavanské oblasti** jsou podle JAROŠE (1962) vyvinuty na bázi slepence až brekcie balinské facie, s pískovci a jílovci. Místy slepence obsahují i ostrohranné úlomky kulmských drob (v údolí Balinky až 65 %). Do nadloží plynule přechází do rosicko-oslavanského slojového pásma tvořeného převážně šedými pískovci, písčítými jílovci, prachovci i slepenci, vzácnější jsou polohy červenohnědě zbarvené. Místy se v souvrstvích mezi lavičami uhelných slojí vyskytují pelosideritové konkrce.



Obr. 7. Bazální balinské slepence. Údolí Balinky, Oslavany-Havírna (foto J. Štelcl).

Fig. 7. Basal Balinka conglomerates. Balinka valley, Oslavany-Havírna (photo J. Štelcl).

Na rozdíl od své publikované práce z r. 1961 JAROŠ (1962) samostatně rozlišuje (a čísluje), pouze pro orientaci, *sedm červenohnědých permských souvrství* (zájmové oblasti se týkají jen první tři):

- (1) *první souvrství* začíná nad uhelnými slojemi a v nadložní části obsahuje vrstvy převážně šedě zbarvených střídajících se pískovců, prachovců a jílovců, v nichž vystupuje oslavanský (= zbýšovský) obzor bituminózních slínovců s dvěma vápencovými lavicemi (zachyceno v oslavanském profilu) a s vrstvičkou uhlí zastíženou pod Kaličným u Veverských Knínic (SUESS 1907, JAROŠ 1962).
- (2) V těsném nadloží šedého pásma je uložen na bázi *druhého souvrství spodní padochovský soubor arkóz a slepenců oslavské facie*. Největší mocnost má v úseku Oslavany – Padochov (200 m) k jihu se zvolna ztenčuje a vyklišuje až na jižním konci brázdy v moravskokrumlovské oblasti. V sv. okolí Padochova se komplex vyklišuje rozmrštěním v řadu tenčích poloh. Tento soubor je tvořen převážně žlutohnědými až rezavě hnědými, většinou středně až hrubozrnnými arkózovými pískovci a arkózami s mocnějšími polohami středně zrnitých slepenců s materiálem krystalinika Českomoravské vrchoviny, kulmských drob, a světlých, snad devonských vápenců. Podřadnější vložky tvoří stejně zbarvené jemnozrnné pískovce, prachovce a písčité jílovce. V nejvyšší části druhého souvrství probíhá *svrchní padochovský soubor* arkózových pískovců a slepenců oslavské facie. Druhé a třetí souvrství je v nadloží odděleno rosickým (= říčanským) horizontem bituminózních slínovců a jílovců (tab. 1).
- (3) *Třetím souvrstím* končí vrstevní sled západního křídla rosicko-oslavanské oblasti. Souvrství je max. 1000 m mocné a přechází k východu do sedimentů východního pánevního křídla zastoupenými komplexem slepenců rokytenské facie.

Tabulka 1. Označení jednotlivých souvrství a horizontů v jižní části boskovické brázd.  
 Table 1. Designations of the individual formations and horizons in the southern part of the Boskovice Graben.

JAROŠ		Jaroš a Malý (2001)	
JAROŠ (1962)		Jaroš a Malý (2001)	
třetí červenohnědé souvrství	veverskobílýšský horizont bituminózních slínovců a jílovců drásovský komplex arkózových pískovců (od Hvozdice k S)	veverskobílýšské souvrství	chudčický pelokarbonátový obzor drásovský arkózový komplex
druhé červenohnědé souvrství	říčanský soubor arkózových pískovců rosický horizont bituminózních slínovců a jílovců (ozn. též II. obzor) svrchní padochovský soubor arkózových pískovců a slepenců oslavské facie (pozn. v s. Části pánve v podobné stratigraf. úrovni komplex drásovských arkózových pískovců) spodní padochovský soubor arkóz a slepenců oslavské facie	padochovské souvrství	říčanský pelokarbonátový obzor říčanský arkózový komplex
první červenohnědé souvrství	pásmo červenohnědých a převážně šedě zbarvených střídajících se pískovců, prachovců a jílovců s oslavanským obzorem bituminózních slínovců a jílovců (ozn. též I. obzor nebo spodní obzor) v nadloží	padochovské souvrství	zbyšovský pelokarbonátový obzor
rosicko-oslavanské slojové pásmo červenohnědé souvrství slepenců ballinské facie, pískovců a jílovců (pozn. též místy ozn. jen slepenec ballinské facie)		rosicko-oslavanské souvrství ballinské slepenec	Heimhackerův obzor



Do moravsko-krumlovské oblasti se podle JAROŠE (1962) sedimentace rozšířila přibližně po ukončení sedimentace stefanského slojového pásma, jehož nejvyšší části mohou odpovídat časově zdejší bazální balinské slepence až brekcie o mocnosti až 100 m. V okolí Polánky a Hrubšic je zastupují hrubozrnné pískovce s podřadnými polohami slepenců a jílovců. V těsném nadloží se vyskytuje spodní padochovský soubor arkóz a slepenců oslavské facie, který se od Hrubšic k Moravskému Krumlovu přímo stýká s rokytenskými slepenci řeznovického výplavového kužele (JAROŠ 1962).

Ve veverskobitýšské oblasti jsou na bázi balinské slepence až brekcie o mocnosti < 100 m, které se směrem k severu rozmršťují do několika poloh, střídající se s polohami hrubozrnných arkózových pískovců. Na ně nasedá druhé červenohnědé souvrství se svrchním padochovským souborem arkózových pískovců a slepenců oslavské facie. Na rozhraní druhého a třetího červenohnědé souvrství probíhá těžko sledovatelný rosický (= dnes říčanský) obzor bituminózních slinovců a jílovců. Nad ním leží třetí červenohnědé souvrství (JAROŠ 1962).



Obr. 8. Výchoz rokytenského slepence v údolí řeky Rokytné. Budkovic u Moravského Krumlova (foto P. Hršelová).

Fig. 8. Outcrop of Rokytná conglomerate at Rokytná river valley. Budkovic near Moravský Krumlov (photo P. Hršelová).

Vrstevní sled ve východní části boskovické brázdy je jednodušší (JAROŠ 1961, 1962). Vyskytuje se tam soustava výplavových kuželů rokytenských slepenců, zasahujících někdy až daleko do nitra pánve (obr. 8). Jsou červenohnědé, většinou hrubozrnné a směrem do nitra pánve přecházejí do jemnějšího žlutohnědé a červenohnědé zbarveného pelo-psamitického souvrství. Celkový vývoj je litostratigrafickým ekvivalentem faciálně rozmanitějšího západního křídla. Část rokytenských slepenců může být nejmladším členem výplně brázdy, jehož ekvivalenty v západním křídle nevznikly (JAROŠ 1961).

### 3.3. (období 1963–1981)

Na základě předchozích výzkumů podává JAROŠ (1963) přehled litostratigrafie boskovické brázdy, kde rozlišil sedimentaci v prostředí makrofacií rašeliniskové (rosicko-oslavanské slojové pásmo), s facií jezer s nestálou vodní hladinou a s tělesy říčně jezerních deltových facií (většina výplně) a proluviální (rokytenské slepence). Upozorňuje na hojnější výskyt fosiliferních horizontů, zvláště pelokarbonátových; v jižní části to jsou (od podloží): rosicko-oslavanské slojové pásmo, oslavanský (= dnes zbýšovský) horizont bituminózních slínovců, rosický (= dnes říčanský) horizont bituminózních slínovců, skupina veverskobí-týšských šedých souvrství a veverskobítýšský (= chudčický) horizont bituminózních slínovců. Mocnost sedimentů v jednotlivých oblastech nepřevyšuje cca 2000 m, celkovou mocnost sedimentů celé boskovické brázdy odhaduje na 5000–6000 m.

Později JAROŠ (1964a) vzájemně srovnává složení a charakter transportu materiálu balinských a rokytenských slepenců. Oproti údajům SUESSE (1907) uvedl, že balinské slepenec zasahují v menších polohách i do stratigraficky vyšších partií západního křídla. Valouny kulmských drob byly při geologickém mapování zjištěny i v jejich bazálních polohách a např. některé lokality v údolí Balinky obsahují až 60–65 % valounů kulmských drob. Z jejich geologické pozice vyplývá pravděpodobnější přínos klastického materiálu jen ze západu a obsah kulmských drob (příp. devonských sedimentů na některých lokalitách) není nutno vysvětlovat míšením klastického materiálu z východu (čemu nenasvědčuje ani výrazně nesymetrický tvar pánve). *Není proto důvod vymezovat „smíšené“ oslavské slepenec.* Pokud dochází k míšení materiálu, děje se tak pouze okolo osy pánve (Moravský Krumlov). Základní dvě petrografické facie slepenců se pak od sebe liší kvalitativně i v obsahem krystalinických hornin a obsahem devonských a kulmských sedimentů ve valounech pouze kvantitativně (JAROŠ 1964a).

HAVLENA (1964a) rozlišuje v boskovické brázdě sedimenty proluviálního, jezerního, jezerně-deltového a vzácně i říčního, které vyplňovaly mělké údolí, jen o málo širší než dnešní rozsah permokarbonské výplně. Vzhledem k synsedimentárnímu výstupu východního okraje vznikla asymetrická deprese, v níž vrstvy probíhají poněkud kose k okrajům.

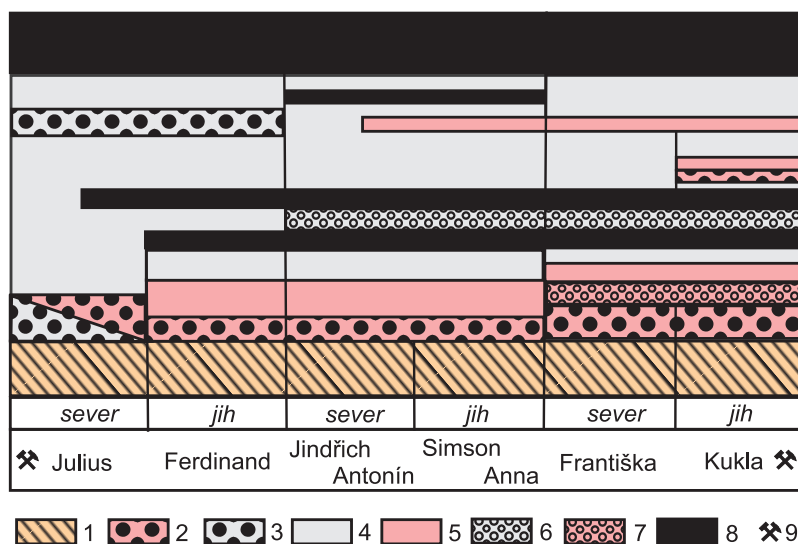
V západní části brázdy (rosicko-oslavanská deprese), která má petrograficky i sedimentologicky pestřejší vývoj, vystupují na bázi permokarbonu cykly typu slepenec–pískovec a pískovec–prachovec ve třech deltových kuželích: Moravský Krumlov–Polánka, Oslavany–Zastávka a Hvozdec–Hradčany (stefan C). Nadložní komplex (rosicko-oslavanské souslojí) řadí HAVLENA (1964a), částečně do permu (spodní autun). Za hranici karbon–perm považuje počvu I. sloje a to na základě prvního výskytu přeplavené *Callipteris* (= *Autunia*) *conferta* a *C. Naumanni* v karbonátovém proplásku této sloje. Uhlonosný komplex tvoří až 400 m mocný, šedohnědý, čockovitě vyvinutý vrstevní sled složený z cyklů slepenec–pískovec–prachovec a pískovec–prachovec, ve svrchní části navíc s „kořenovými jílovci“, uhelnými jílovci, menšími slojkami a třemi mocnějšími slojemi.

Mocnější sloje jsou uloženy ve třech cyklech v horních partiích rosicko-oslavanského souslojí. Na dole Antonín (Zbýšov u Brna) leží 45 m nad krystalinikem nestálá a nekvalitní III. sloj, která se v hloubce -200 m vytrácí (pokračuje pouze zelenošedý nadložní jílovec) a opět se uhelná sloj objevuje v úrovni -900 m. O 60 m výše leží II. (tzv. vedlejší) sloj, 100 m nad ní pak I. (hlavní) nejvýznamnější sloj. Mezi II. a I. sloji se vyskytuje 0,6 m mocná netěžená sloj zvaná *odslojek* neboli *tremlík* (pozn.: *název tremlík udává asi pouze tento autor, jiným není znám*). V úseku důlního pole Simson (Zbýšov u Brna), severně od barborské poruchy (probíhá sz. od dolu Františka v Padochově), byla také dobývána II. sloj, ležící zde 190 m nad krystalinikem. Cyklus první sloje leží o 60 m výše a na jihu zasahuje až za Hrubšice (pozn.: *uhelné jílovce u Moravského Krumlova patří podle tohoto autora k I. obzoru bituminózních slínovců*), na severu po vrch Kaličný u Řičan. Až 1,5 m mocný spodní proplástek uhelného jílovce dělí v I. sloji spodní lavici vznětlivého měkkého uhlí od střední lavice kvalitního uhlí. Svrchní kvalitní lavice je oddělena několik dm mocným proplátkem karbonátického jílovce. Sloje jsou autochtonní (HAVLENA 1964a, b).

Nad I. slojí autor uvádí šedé až hnědé, 180 m mocné sedimenty, přecházející do mohutné hnědočervené formace vlastní pánevní výplně permského stáří. Tu budují jezerní sedimenty a jezerně deltové arkózy pískovce, arkózy a slepence v cyklech pískovce (až arkózový slepenec) – jílovec (prachovec). Obsahují nepravidelný počet poloh šedých a šedo zeleně zbarvených. Dvě z poloh obsahují i 2 m mocnou vrstvu bituminózního slínovce až vápence, místy se zbytky ryb. HAVLENA (1964a) rozlišuje pouze 2 hlavní obzory probíhající brázdou průběžně a to svitávecký (= na jihu dnešní zbýšovský 300 m nad I. slojí) a bačovský (= na jihu dnešní říčanský). Výchozy prvního leží v linii: Moravský Krumlov – vrch Kaličný (shodně s JAROŠEM 1961), druhý obzor vystupuje v linii Neslovice – Rosice – Říčany – Veverské Knínice – Veverská Bítýška.

Při východním okraji boskovické brázdý nacházíme od báze do nadloží, až na malé výjimky, pouze izochronní hrubé osypové a naplavované sedimentární brekcie ve značných mocnostech (rokytenský slepenec). Rokytenský slepenec se v souvislosti se stoupáním pánevního dna rozšiřuje směrem k jihozápadu (HAVLENA 1964a), jeho rozsah tedy do nadloží klesá. Celá výplň brázdý byla později tlaky cca od východu stlačena a mírně zvrásněna (s drobnými přesmyky s vergencí k severozápadu); lokálně částečně vysunuta nad západomoravské krystalinikum (JAROŠ in KALÁŠEK *et al.* 1963, HAVLENA 1964a, b, JAROŠ a MÍŠAR 1967).

Výsledky předchozích výzkumů shrnují Vysvětlivky k přehledné geologické mapě 1 : 200 000, list Brno (JAROŠ in KALÁŠEK *et al.* 1963) a zmíněná monografie HAVLENY (1964a); tyto informace jsou převzaty do rozsáhlého kompendia „Regionální geologie ČSSR“



Obr. 9. Litologie rosicko-oslavanského souvrství mezi dolem Julius v Zastávce a Kukla (Nosek) v Oslavanech (upraveno podle ELPL a MALÝ 1966, MALÝ 1973).

1 - bitešská rula, olešnická jednotka (Kukla); 2 - červené balinské slepence; 3 - šedé balinské slepence; 4 - šedé pískovce; 5 - červené pískovce; 6 - šedé pískovce s vložkami šedých slepenců; 7 - střídání červených pískovců a balinských slepenců; 8 - uhlí a uhelné jílovce až prachovce; 9 - hlavní doły (důlní úseky: sever; jih).

Fig. 9. Lithology of Rosice Formation between the mines Julius in Zastávka and Kukla (Nosek) in Oslavany (adapted from ELPL and MALÝ 1966, MALÝ 1973).

1 - Biteš gneiss, Olešnice unit (Kukla); 2 - red Balinka conglomerates; 3 - grey Balinka conglomerates; 4 - grey sandstones; 5 - red sandstones; 6 - grey sandstone with gray intercalations of conglomerates; 7 - alternating red sandstones and Balinka conglomerates; 8 - coal and coal-shales with siltstones; 9 - major mines (mine sections: sever = north; jih = south).

(HAVLENA 1964b). Za zmínku stojí také populárně zaměřená a špatně dostupná práce ELPLA a MALÉHO (1966) vydaná pro pedagogické účely. Kromě zajímavých historických informací z místních nepublikovaných kronik a vzpomínek havířů, obsahuje velmi podrobný popis stratigrafie uhlonosného souvrství v jednotlivých důlních polích a litologie jednotlivých uhelných slojí.

MALÝ (1966) uvádí výskyt kulmských sedimentů v podloží permokarbonské na dole Nosek v Oslavanech. Zaznamenal také některé nové výskyty vulkanitů na Rosicko-Oslavsku (MALÝ 1968). Později také MALÝ (1973) upřesnil litostratigrafii v jednotlivých oblastech (obr. 9 a 10):

V prostoru *Moravský Krumlov - Oslavany - Rosice* rozlišuje nejúplnější sled čtyř souvrství (pozn.: *číslování je však jiné než u JAROŠE 1962!*): **1.** spodní (bazální) červenohnědé s balinskými slepenci; **2.** rosicko-oslavanské (a) spodní šedé se slojemi, (b) střední červenohnědé s vulkanity (ložní keratofyry) a (c) svrchní šedé se spodním obzorem bituminózních slínovců; **3.** souvrství arkóz a slepenců balinské facie, **4.** svrchní (hlavní) červenohnědé souvrství se svrchním obzorem bituminózních slínovců.

Pro podoblast *Veverské Knínice - Veverská Bítýška* uvádí pouze **3.** souvrství, tedy souvrství arkóz a arkózových pískovců s balinskými slepenci na bázi a na nich ležícími arkóza-mi a **4.** svrchní (hlavní) červenohnědé souvrství se svrchním obzorem bituminózních slínovců rozdělené na (a) červenohnědé pískovce s vložkami jílovců a (b) červenohnědé jílovice s vložkami šedých jílovců a slínovců, se svrchním obzorem bituminózních slínovců.

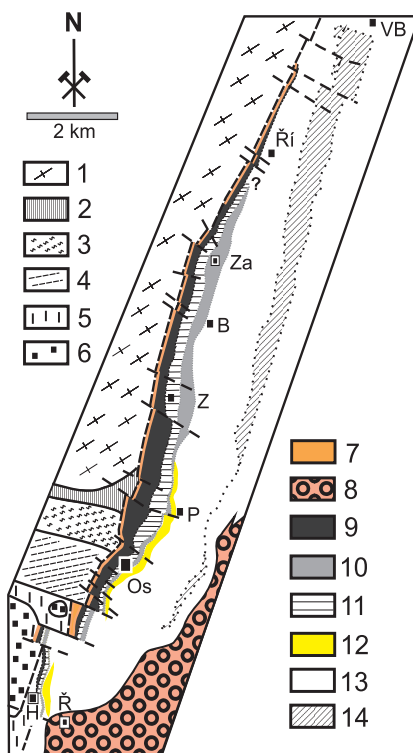
Dále na sever (*Veverská Bítýška - Moravské Knínice - Čebín*) se uplatňuje pouze **4.** svrchní (hlavní) červenohnědé souvrství, tvořené (a) slepenci balinské facie a (b) hnědavými pískovci, na severu s polohami červenohnědých jílovců; nejvýše se střídá (c) souvrství červenohnědých a šedavých bituminózních slínovců.

Obr. 10. Litostratigrafie boskovické brázd mezi Řičany u Brna a Řezovicemi (upraveno podle MALÉHO 1973).

1 - moravikum (bítešská ortorula, amfibolit); 2 - olešnická jednotka (svory, ruly, mramory, grafity); 3 - svratecké krystalinikum (svory, migmatity, amfibolity); 4 - moldanubikum (biotitická pararula s mramory); 5 - granulity; 6 - serpentinity; 7-14 permokarbon: 7 - balinský slepenc; 8 - rokytný slepenc; 9 - spodní šedé souvrství s uhelnými slojemi (karbon); 10 - svrchní šedé souvrství se zbýšovským bituminózním horizontem; 11 - střední červené souvrství (perm); 12 - arkózy; 13 - svrchní červené souvrství (pelity); 14 - svrchní červené souvrství (psamity-pelity). H = Hrubšice, ostatní viz obr. 2.

Fig. 10. Litostratigraphy of Boskovice Graben between Řičany u Brna and Řezovice (modified by MALÝ 1973).

1 - Moravicum (Bíteš orthogneisses, amphibolite); 2 - Olešnice Unit (mica schist, gneiss, marble, graphite); 3 - Svatka Crystalline Complex (schists, migmatites, amphibolites); 4 - Moldanubicum (biotite paragneiss with marbles); 5 - granulites; 6 - serpentinites; 7-14 Permian-Carboniferous: 7 - Balinka conglomerate; 8 - Rokytná conglomerate; 9 - lower grey layers with coal seams (Carboniferous); 10 - upper grey layers with Zbýšov bituminous horizon; 11 - central red Formation (Permian); 12 - arkoses; 13 - upper red Formation (pelites); 14 - upper red Formation (psammite-pelites). H = Hrubšice village; others see fig. 2 for explanation.





Široce pojatá práce MALÉHO (1979) interpretuje četné dílčí poznatky získané především z mnohaletého sledování geologických poměrů permokarbons v dolech rosicko-oslavanské pánve, jeho mocnosti a podloží (obr. 11).

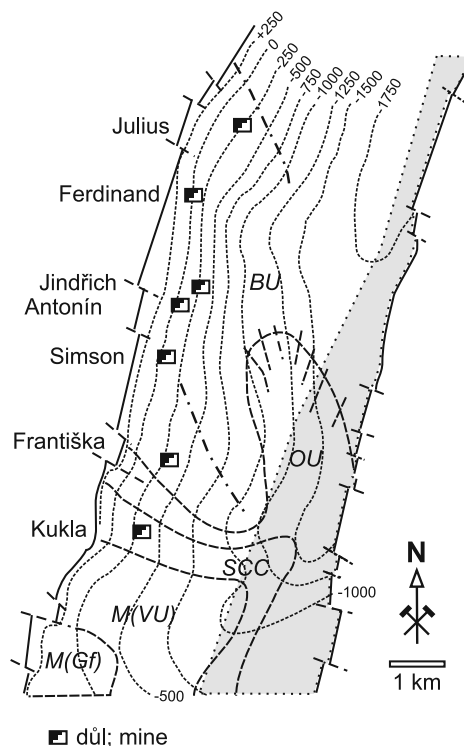
Z hlavních myšlenek této komplexní, avšak méně dostupné publikace založené na geologické stavbě zjištěné v důlních dílech, lze uvést:

- stávající výplň boskovické brázdy reprodukuje pouze část původní sedimentační pánve. Největšího rozšíření doznal vývoj stefanu v nadloží bitešských rul, oblast snosu zasahovala až do oblasti „vnitřních fylitů“.
- v místě výchozu čučického grafitového ložiska (olešnická jednotka) v podloží na dole Kukla se vyskytují na bázi permokarbons kulmské droby.
- bazální sedimentace stefanu je charakterizována proluviálními sedimenty s klasty hornin blízkého okolí, později následovala sedimentace ve facií náplavových kuželů ovlivněná podstatně synsedimentární tektonikou. Uvedený systém přecházel do jezerní facie bolsonového typu, do níž přinášely říční toky klastický materiál. V jezerní nížině (playa) posléze vzniklo uhlotvorné rašeliniště.
- v oblasti dolu Nosek (Kukla) byla doložena deltová sedimentace, kde se vzájemně postupoval materiál snášený ze směrů JJZ a SSZ a docházelo i k částečné redepozici uhelné hmoty.
- ve směru k jihu vyklíňuje uhlonosné souvrství při linii Hrubšice - Nová Ves, kde hrála důležitou roli elevační struktura „bazické zóny“ v podloží.
- v nadloží uhelných slojí a uhelných jílovců je na severu sedimentace postupně vystřídána laminovanými jílovcí, které reprezentují klidný sedimentační vývoj ve střední části rosicko-oslavanské pánve. Naopak v jižní části místo nich nacházíme jemnozrnné až hrubozrnné šedé pískovce až slepence s dobře opracovaným materiálem kulmských drob. Tyto slepence dokládají rozsáhlou komunikaci s oblastí ležící na J a JV od stefanské pánve.
- autunskou sedimentaci reprezentují červenohnědě zbarvené horniny se dvěma obzory černošedých bituminózních jílovců.
- při východním okraji vystupují výplavové kužele rokytenských slepenců rozšiřující se od severu (Tetčice) k jihu do středu brázdy. Jde o produkty splachů, dejekčních kuželů, ale i přívalové sedimentace materiálu z východního okraje brázdy. Jejich četnost ve vertikálním směru odpovídá periodicitě ožívování východního zlomu a naopak poklesávání dna pánve.

Obr. 11. Mocnost permokarbonu a geologické jednotky v podloží pánve mezi doly Julius (Zastávka) a jižní části dolového pole Kukla (Oslavany). Upraveno podle MALÉHO (1979).

Fig. 11. Thickness of Permian-Carboniferous geological units in the basement of the basin between the mines Julius (Zastávka) and southern mine field Kukla (Oslavany). Modified by MALÝ (1979).

*BU* - bitešská jednotka - Biteš Unit (Moravicum); *OU* - olešnická jednotka (Olešnice unit); *SCC* - svratecké krystalinikum (Svratka Crystalline Complex); *M(VU)* - moldanubikum, pararuly - Moldanubicum, paragneisses; *M(Gf)* - moldanubikum, granulity a serpentinity - Moldanubicum, granulites and serpentinites, šedé pole = kulmské droby (grey field = Culmian greywacke).



Na počátku osmdesátých let publikovali MALÝ a UHROVÁ (1980, 1981) práce zaměřené na širší paleogeografické úvahy o rozšíření permokarbonu a zveřejnili též mapu podloží brázd. Publikace vycházejí ze studia geologických poměrů zjištěných v hlubokých úrovních dolu Jindřich (dosažená hloubka 1330 m). Autoři upřesnili a opětovně zdůraznili vliv tektonických pohybů na vývoj sedimentace v pánvi, jejíž podloží bylo patrně členitější, než bylo předpokládáno dříve. Z tektonických směrů zdůrazňují vliv příčné Z-V tektoniky na změny v petrografickém charakteru klastů (např. linie v prostoru dolu Jindřich omezuje na severu výskyt droby v balinských slepencích), synsedimentární ožívání tektonických pohybů na styku bitešských rul a „vnějších fylitů“ (barborská porucha směru SSZ-JJV, akumulace klastik jižně od dolu Františka). Oživil také představu o možných příčných příkopech směru Z-V (jedna taková pokleslá kra leží mezi s. okolím dolu Jindřich a linií j. od slepé jámy Antonín ve Zbýšově), které se v mělkých úrovních neprojevují [srov. starý názor ČEPKA (1946) a AUGUSTY a ČEPKA (1947)]. Hypotetickým názorem je domněnka o pokračování sedimentace balinských slepenců až k východnímu okraji brázd, o původu valounů červených pískovců a prachovců (devonská klastika?) mezi II. a III. slojí a o průniku bazických hornin brněnského masivu do moldanubických serpentinitů mezi Novou Vsí a Hrubšicemi („basická elevace“). Vytvořili paleogeografickou mapku s vymezením západního okraje kulmských sedimentů, které měly podél styku moravika a moldanubika zasahovat dále k SZ, stejně jako stefanská sedimentační pánve. Podrobně popisují vývoj sedimentace stefanu a autunu (MALÝ a UHROVÁ 1980). Otevírají možnost diskuse o možném západním pokračování sedimentů až po blanickou brázdou; při své mocnosti > 2000 m není možno západní křídlo permokarbonového komplexu omezovat na úzký prostor brázd (MALÝ a UHROVÁ 1981).

### 3.4. (období 1982–1993)

Práce MALÉHO a UHROVÉ (1983) doplnila některé poznatky o novější údaje získané geologickým průzkumem hlubších částí uhlonosného souvrství, zejména tzv. lávkového vývoje I. sloje. Podle těchto autorů bude třeba posoudit autochtonitu i alochtonitu jednotlivých lávek, jejichž vývoj ovlivnily synsedimentární tektonické pohyby po depozici I. sloje. V té době nastala rovněž etapa rozšíření sedimentace směrem k severu: asi 15–30 m nad I. slojí byly na dole Ferdinand zjištěny uhelné slojky pokládané za spodnoautunské; směrem k jihu jsou nahrazeny uhelnými jílovcí. Prouhelnění jílovců vyznačujících se mj. radioaktivní mineralizací, klesá rovněž směrem k jihu (MALÝ a UHROVÁ 1983).

Paleogeografickým úvahám je věnován krátký příspěvek MALÉHO a UHROVÉ (1985), týkající se zejména červených pískovců a prachovců v klastickém materiálu bazálních balinských slepenců. Byl vysloven názor o jejich devonském, ale i stefanském stáří (redepozity z báze svrchního karbonu). Jejich množství klesá směrem k severu. Autoři předpokládají, že jde spíše o devonské sedimenty původně ležící na západomoravském krystaliniku (!). Vyšší polohy balinských slepenců („oslavských“) obsahují materiál dobře opracovaných kulmských drob přinesených z východu; směry transportu uvádí i přiložená mapka autorů (MALÝ a UHROVÁ 1985).

Částečně popularizační práce MALÉHO (1989) charakterizuje tehdejší stav geologického poznání uhlonosného souvrství v rosicko-oslavanské pánvi. Úklon slojí směrem k V je proměnlivý, od 70° na severu po 20° na jihu. V podloží I. sloje se vyskytuje tzv. odslojek, od hlavní sloje oddělený 4–6 m mocnou vrstvou šedých uhelných jílovců a prachovců. Uhelné sloje jsou místy rozděleny na několik samostatných lávek, nejvyšší bývá obvykle nejmocnější. Jejich výskyt je ovlivněn synsedimentárně aktivními elevacemi podloží a poruchovými pásmy (např. annenské a barborské na jihu, okrouhlická porucha u dolu Julius na severu). Na jejich stavbě se podílejí uhelné, někdy laminované jílovce, laterálně i vertikálně přecházející do prachovců až jemnozrnných pískovců s nižším podílem uhelné příměsi; objevují se i pelokarbonáty. V podloží i nadloží oddělují uhelné jílovce až pískovce uhelné sloje od sedimentů bez organické složky. Šedé pískovce tvoří hlavně v jižní části strop II. sloje, nad III. slojí jsou typické zelenošedé jílovce. Množství prouhelněných jílovců v jednotlivých slojích kolísá, u spodní III. sloje někdy představují přes 50 % slojové výplně. Tyto uhelné aleuropelity nahrazují vrstvy čistého uhlí jak po směru (od středu pánve k S i k J), tak i po úklonu k JV a V, až po konečné vyklínění sloje (MALÝ 1989).

Další geologické práce zjistily v hlubším pokračování I. sloje projevy jejího postupného vyhlušení v důsledku postsedimentární eroze spojené s rozsáhlým přemístěním uhelné hmoty. Nejvyšší část sloje jeví znaky redepozice, uhlí nejvyšší části sloje je uloženo diskordantně na nepřemístěném uhlí. Byl také zjištěn obsah prchavé hořlaviny ( $V^{daf}$ ), který klesá do hloubky k východu a v témže směru se také zmírňuje úklon uhlonosného souvrství. Vulkanogenní sedimenty byly v hloubce ověřeny v rozpětí mezi III. a II. slojí (MALÝ a UHROVÁ 1989).

Práce MASTALERZE a NEHYBY (1992) se zabývá sedimentologickým srovnáním vývoje vybraných jezerních sedimentů boskovické brázdy, vnitrosudetské a severosudetské pánve (obě na území Polska). V rámci boskovické brázdy byly na profilu v Oslavanech hodnoceny především sedimenty 1. horizontu bituminózních břidlic a jejich bezprostředního nadloží a podloží. Byla definována dílčí depoziční prostředí a vývoj jezerní sedimentace.

Podrobný přehled, shrnující historii výzkumů, geologickou situaci, litostratigrafii a částečně petrografii hornin boskovické brázdy s ohledem na ukončení těžby v rosicko-oslavanské uhelné pánvi počátkem roku 1992, uveřejnil MALÝ (1993). Stručně charakterizuje jednotlivá souvrství, přičemž hranice karbon/perm probíhá napříč souvrstvím rosicko-oslavanským v počvě I. sloje. V nadloží této sloje uvádí „autunské slojky“ o mocnosti 0,6–1,6 m (srov. obr. 12). Mocnost balinských slepenců je 30 m, uhlonosného souvrství 80–180 m, nadložních permských klastik 600–2000 m. Upozorňuje rovněž na přemístění uhelné hmoty v souvislosti s tektonickými pohyby, které proběhlo v těsném sledu po sedi-



mentaci materiálu přímého nadloží I. sloje. Tam se vyskytují hypautochtonní uhelné smouhy i mylonitizované uhlí. I vývoj spodnoautunské sedimentace byl provázen synsedimentárními tektonickými pohyby. Při východním okraji brázdy mezi tělesa proluviálních konglomerátů a dalších sedimentů zasahovala od středu mělká jezera s jemně detritickou a pelokarbonátovou sedimentací. Obdobným způsobem budou také končit v. směrem uhelné sloje. V profilu Zastávka - Tetčice uvádí na krystaliniku (bítešské ortoruly) sedimenty kulmu a pod nimi, v nejvýhodnější části, i devonské vápence. Upozorňuje na existenci elevací a depresí na styku jednotlivých pásem bítešské ortoruly a jejím styku s olešnickou jednotkou, které ovlivnily sedimentaci uhlonosného karbonu a výskyt bazálních brekcií podél elevací. Jejich vznik je spojen místy s příčnou až diagonální tektonikou (v. pokračování třebíčského zlomu).

### 3.5. (období 1994-2004)

Výkop tranzitního plynovodu, který procházel napříč brázdou severně od Oslavan ve směru VJV-ZSZ, zdokumentoval ZAJÍC *et al.* (1996). Kromě fyto- a zoopaleontologických poznatků zaznamenali svrchní červenohnědé souvrství se střídáním pískovců a jilovitých „blátivců“, které uvádějí i jako součást svrchního bitumenního obzoru (říčanského). V podloží se střídají arkózové pískovce, slepence a „blátivce“, které postupně přecházejí do svrchních šedých vrstev rosicko-oslavanského souvrství. Ve spodním šedém souvrství bylo nalezeno 7 uhelných slojí 5-210 cm mocných; kontakt s krystalinikem nebyl zastížen.

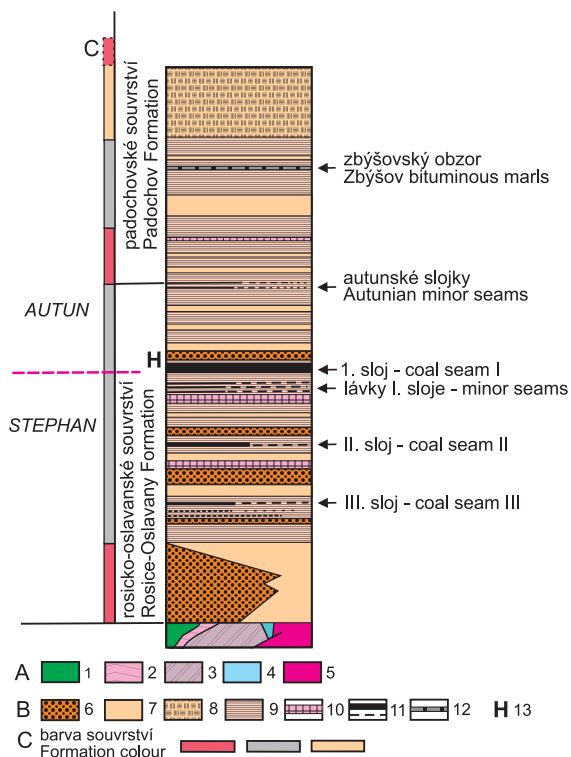
NEHYBA a MASTALERZ (1998) se zabývali jezerní sedimentací v boskovické brázdě, kde prostudovali profil v Oslavanech s ohledem na výskyt sedimentů otevřeného jezera. Rozlišili řadu litofacií a cyklickou stavbu depoziční sekvence. Ta je rozdělena do tří segmentů odpovídajících fázím vývoje jezera: (a) transgresivní segment se sedimenty příbřežní bahnitě plošiny s výskytů kalkkrust, polohami korytovitého charakteru s erozivní bází, stopami dokumentujícími procesy na čele delty, občasně zaplavování a střídání fází ponoření a vynoření i přepracování vlněním; (b) segmentem otevřeného jezera s bitumenními břidlicemi, ojedinělými vápenci a málo mocnými turbidity a (c) regresivním segmentem drobných, nahoru hrubnoucích sekvencí s korytovitými tělesy a sedimenty pravděpodobného čela delty s rostlinnými zbytky a otisky kmenů. Typické deltové sedimenty však chybějí. Předpokládá se existence relativně menších, mělkých ale částečně i hlubokých jezer, spíše hydrologicky uzavřených.

Přehled průzkumných prací v rosicko-oslavanském revíru shrnul MALÝ (1999).

JELÍNEK (2001) studoval petrograficky a sedimentologicky profil permokarbonem u Oslavan. Sedimentaci ve *spodním červeném souvrství (bazální sedimentace)* pokládá za produkt zvodnělých gravitačních proudů, které transportovaly klastický materiál na relativně krátkou vzdálenost a deponovaly jej v podobě aluviálních kuželů. Sedimenty tvoří materiál nejbližšího okolí (moravika a „moravské svorové zóny“), minimálně jsou obsaženy vulkanity. Ve *spodním šedém souvrství* se více uplatnila sedimentace ve fluviálním prostředí, které přechází až do deltového a jezerního vývoje s vývojem uhelných slojí. Některé polohy mají větší příměs tufitického materiálu. Jako zdroj se začíná uplatňovat vzdálenější moldanubikum. Deltová a jezerní sedimentace pokračovala i ve *středním červeném souvrství*. Oproti předešlému se jako klastická složky více uplatnil křemen, úlomky hornin jsou vzácnější (pozn.: *autor chybně k tomuto souvrství řadí i břidlice otevřeného jezera, které uvádí NEHYBA a MASTALERZ 1998*). Ve *svrchním šedém souvrství* je výraznější fluviální sedimentace. V hrubších sedimentech koryt se na bázi vyskytují projevy pánevního kanibalismu s útržky starších sedimentů včetně uhlí. Uplatňují se vzdálenější zdroje klastů a častější jsou opět úlomky hornin.

Po uzavření dolů v rosicko-oslavanském revíru na počátku roku 1992 vznikly publikace JAROŠE a MALÉHO (2001) a PEŠKA (2004). Tyto přehledy sumarizují představy o boskovické brázdě jako asymetrickém příkopu a zhodnocují i některé petrografické a paleontolo-

gické podklady. Generalizace zejména petrografických údajů však někdy pozměnila starší vymezení některých hornin. Například uhelné jílovce, bituminózní slínovce a vápence shrnula pod jediný pojem „mikritické karbonáty“, aniž by bylo jejich složení popsáno. Jižní části brázdy bylo vedeno několik profilů, které však v publikacích, zejména v důsledku nevhodně zvolených grafických vysvětlivek a celkového zmenšení, neposkytují o mnoho více poznatků než klasické profily z druhé poloviny 19. století. V podrobné práci z r. 2001 uvádějí autoři jen výběrový soupis literatury; chybějí hlavně některé zásadní práce, na které se odvolávají v textu. V jižní části boskovické brázdy dělí tito autoři podle odlišného charakteru sedimentů a cyklické stavby vnitropánevní komplex na **rosicko-oslavanské, padochovské a veverskobítýšské souvrství** (pozn.: *aniž je řádně definovali a s odkazem na budoucí publikaci, která však nevyšla*), obr. 12. Do rosicko-oslavanského souvrství autoři zahrnuli i bazální souvrství balinských slepenců (pozn.: *především v litostratigrafické tabulce, v textu je částečně popisuje samostatně*). Podle součtu mocností všech jednotek sedimentární výplně celé brázdy činí celková mocnost 5000–6000 m, v jednotlivých suboblastech ale nepřevyšuje, podle geofyzikálních měření, 3000 m; nikde však tato mocnost nebyla ověřena hlubokým vrtem do podloží. Práce přináší také podrobnou tabulku s výčtem flóry (autor Z. Šimůnek) a přehled dalších významných fosilií v celém průběhu brázdy. Přílohy zahrnují mapu podloží celé boskovické brázdy (*ve vysvětlivkách je však zaměněna značka bítešských rul a olešnické jednotky*), mocnosti permokarbonu a tektonické poměry; aktualizovali také známý profil podél řeky Oslavy v Oslavanech. Hranice karbonu a permu je stále v těchto souborných pracích vedena na bázi I. (nejvyšší uhelné sloje) na základě prvních nálezů rostliny *Autunia conferta*; Pouze ŠIMŮNEK (2001, 2003) upozornil na základě podrobného rozboru flóry na to, že by měla být vedena ve vyšší části Helmhackerova horizontu, několik desítek metrů nad I. uhelnou slojí, a to podle celkové změny charakteru permokarbonské flóry. Na základě hodnot odraznosti vitrinitu uhlí se předpokládá, že teploty, kterým byly horniny hlubší části brázdy vystaveny, dosahovaly 190–200 °C (FRANCŮ *et al.* 1998, PEŠEK 2004). Označení dvou nových magmatických žil od Budkovic jako subalkalický dacit je zřejmým omylem (JAROŠ a MALÝ 2001), jimi citovaný PŘICHYSTAL (1994) je označuje jako andezity-trachyandezity.



Obr. 12. Litostratigrafie permokarbonu v prostoru oslavanského profilu podél řeky Oslavy (PEŠEK 2004).

A: 1 - moldanubicum; 2 - svorová zóna; 3 - olešnická a bitešská jednotka, 4 - devonské a kulmské sedimenty, 5 - dyjsko-ivančický pluton (brněnský masiv); B: 6 - balinské slepence; 7 - prachovce a jílovce; 8 - arkózy; 9 - pískovce; 10 - vulkanogenní horniny; 11 - uhelné sloje; 12 - bituminózní horizont; 13 - pozice „Helmhackerova horizontu smíšené květeny“ (asi 20 m nad I. sloji) s hranicí perm/karbon podle PEŠKA (2004).

Fig. 12. Lithostratigraphy of Permian-Carboniferous in the profile along the Oslava river at Oslavany profile (PEŠEK 2004).

A: 1 - moldanubicum; 2 - mica schist zone; 3 - Olešnice and Biteš Unit 4 - Devonian and Culmian sediments, 5 - Thaya-Ivančice pluton (Brno Massif); B: 6 - Balinka conglomerates; 7 - siltstone and claystone; 8 - arkoses; 9 - sandstone; 10 - volcanogenic rocks; 11 - coal seams; 12 - bituminous horizon; 13 - position of „Helmhacker’s mixed flora horizon“ (about 20 m above the seam I.). Permian-Carboniferous border by PEŠEK (2004).

**Rosicko-oslavanské souvrství** (stáří stefan a nejspodnější autun) JAROŠ a MALÝ (2001) dělí do dvou oddílů. Ve *starším oddílu* převládají červenohnědé, cyklicky uspořádané psamity a aleuropelity, naspodu s vložkami *balinských slepenců* (mocnost ≤ 50 m). V nich převládá materiál západomoravského krystalinika. Podíl drob na jedné z lokalit na Balince měl dosahovat až 65 % (JAROŠ 1961). Toto množství valounů drob tam ale nebylo nově nikde zaznamenáno (výjimkou je jejížnější lokalita u Rakšic, 77 % drob, HOUZAR 1981); pojem „typová lokalita“, použitý MALÝM (1980) je chybný, typová lokalita balinských, ale ani oslavských či rokytenských slepenců, nikdy vymezena nebyla. *Svrchní oddíl* souvrství, 120–220 m mocný, reprezentuje komplex převážně šedých klastik s *3 hlavními uhelnými slojemi* rosicko-oslavanského souslojí, v meziloží jsou vložky a čočkovité polohy červeně zbarvených sedimentů a místy tenké vložky vulkanogenních hornin.

**Padochovské souvrství** (autun) má na bázi asi 40 m mocný *spodní cyklus* červených pískovců, prachovců a jílovců s „vulkanogenním obzorem“ (leží asi 60 m v nadloží I. sloje). Následují šedé pískovce, prachovce a jílovce (mocnost 60 m) se *zbýšovským pelokarbonátovým obzorem*, mocným 3–4 m (dříve byl nazýván obzorem bituminozních slínovců) a výše svrchní cyklus arkózových pískovců až arkóz s polohami slepenců oslavské facie, v oslavanském profilu 130 m mocný (celková mocnost asi 1000 m). Ve *svrchním cyklu* padochovského souvrství převládají červenohnědé a žlutohnědé cyklicky uspořádané pískovce až jílovce s vložkami žlutohnědých hrubozrnných arkóz a arkózovitých pískovců až slepenců (obr. 13). V relativně málo mocném šedém komplexu při stropu tohoto oddílu je vyvinut *říčanský pelokarbonátový obzor*.



Obr. 13. Střídání pískovců a aleurolitů v padochovském souvrství. Veverské Knínice (foto H. Gilíková).

Fig. 13. Alternation of sandstones with aleurolites in the Padochov Formation, Veverské Knínice (photo H. Gilíková).

**Veverskobítežské souvrství** představuje cca 1500 m mocný cyklicky uspořádaný komplex převážně červených, dílem však i šedých sedimentů. V šedých aleurolitech se vyskytují vložky slínovců, místy i pelokarbonátů s fuzitizovanou rostlinnou drtí. Při stropu souvrství leží „bezfosilní“ *chudčický pelokarbonátový obzor* (JAROŠ a MALÝ 2001, PEŠEK 2004; (pozn.: *není bezfosilní*, HRDLIČKOVÁ, ed. 2014b, ŠIMŮNEK *et. al* 2017).

Ve výplni boskovické brázdy (mimo okraje s dominujícími slepenci) převládají, zejména v blízkosti podložní бітеžské ruly, psamity. Jinde jsou vedle nich poměrně hojně také prachovce a jílovce. Kromě křemene obsahují pískovce a arkózy zvláště živce (5–40 %; K-živce >> oligoklas-andezín), muskovit převládající nad biotitem, a akcesorie zastupuje zirkon, apatit, granát, turmalín a rutil, na jihu a na severu přistupuje místy akcesorický amfi-

bol a epidot. Podél východního okraje brázdy se nacházejí petromiktní hrubozrnné **rokytenské slepence** tvořené valouny drob a méně i devonskými vápenci, kterých zřetelně k severu přibývá (pozn.: severně u Čebínky mají tyto slepence na bázi až 95 % valounů vápenců – HANŽL, ed. 2007). Jejich rozsah v hloubce je patrně menší, než se předpokládalo, a souvisí se synsedimentární dynamikou východního okraje brázdy.

Boskovická brázda je považována za asymetrickou depresi, na východě výrazně tektonicky omezenou. Z tektonického hlediska lze rozlišit tři vývojové etapy: etapu založení pánve (interstefanská fáze), vyplňování pánve (stefan C až autun, resp. saxon) a etapu následné deformace. Vůdčí roli hrál vždy východní okrajový zlom (srov. JAROŠ a MÍSAŘ 1967). Na západním okraji brázdu omezuje tektonicky modifikovaná transgresní plocha, generálně ukloněná k východu. Příčné zlomy mají spíše charakter horizontálních posunů. Vyskytují se i směrné až doškovité přesmyky (na dole Jindřichův způsobil takový přesmyk zmohtnutí sloje na 22 m) a vrásy stometrového (jen v nejširší části), ale hlavně metrového řádu (JAROŠ a MALÝ 2001).

V krátkém příspěvku věnovaném slepencům boskovické brázdy JELÍNEK *et al.* (2003) uvažuje opět o možnosti míšení materiálu ve vyšších partiích balinských slepenců s kombinovaným přínosem od západu a východu (ve vyšších částech oslavanského profilu).

### 3.6. (období 2005–2016)

Regionálně-geologický přehled Českého masivu CHÁB *et al.* (2008) shrnul mj. nové poznatky o karbonu a permu boskovické brázdy (včetně paleontologických) z výše zmíněných novějších prací (pozn.: *uvádí ale opačné pořadí uhelných slojí*).

Současné názory na geologii jižní části boskovické brázdy vycházejí z výše uvedených studií. Opírají se mj. o výzkumy geologických poměrů v důlních dílech rosicko-oslavanského uhelného revíru a nového geologického mapování na povrchu (BURIÁNEK, ed. 2011, HRDLIČKOVÁ, ed. 2014a, b). V oblasti rosicko-oslavanské došlo v důsledku těchto prací převážně k upřesnění starších poznatků získaných povrchovým mapováním JAROŠE (1961, 1962) a dalších badatelů, příp. k nové interpretaci vývoje a složení některých permokarbonických souvrství i paleontologických poměrů.

Nově byla ve stropu rosicko-oslavanského souvrství, v údolí Balinky, vymapována acidní vulkanická (vulkanoklastická) hornina (BURIÁNEK, ed. 2011). OPLUŠTIL *et al.* (2017) z této horniny datovali zirkony pomocí U/Pb datování. Stáří zirkonu odpovídá hranici karbon/perm. Znamená to přibližně návrat k původní hranici karbonu a permu MAKOWSKÉHO a RZEHAKA z r. 1883, kteří ji kladli na styk podložních šedých pískovců (s břidlicemi a uhelnými slojemi) a nadložních červenohnědých pískovců, které vystupují v nadloží zmíněných vulkanoklastik. Podobně také moderní paleontologické studie ohledně hranice karbonu a permu v boskovické brázdě ji kladou do okolí stropu Helmackerova horizontu, asi 50 m nad I. uhelnou sloj (ŠIMŮNEK 2003, ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009), což dobře koresponduje i s prací OPLUŠTILA *et al.* (2017).

Pro poznání geologické situace zájmového území přineslo důležité informace geologické mapování a textové vysvětlivky k listu Oslavany (BURIÁNEK, ed. 2011) a Veverská Bítýška (HRDLIČKOVÁ, ed. 2014a, b). Upozornili na nejistotu ve vymezení hranice padochovského a nadložního veverskobítýšského souvrství. Podle JAROŠE a MALÉHO (2001) je říčanský pelokarbonátový obzor stropem pro sedimenty padochovského souvrství. Bázi veverskobítýšského souvrství tvoří tzv. **říčanský arkózový komplex**, což je výrazná poloha arkóz až arkózových pískovců, které vycházejí na povrch u Rosic a táhnou se směrem na S. Jak říčanský pelokarbonátový obzor, tak i říčanský arkózový komplex nejsou na celém mapovém listu průběžné, buď jsou zakryty mladšími sedimenty anebo vyklíňují. Hranice s padochovským souvrstvím mezi Veverskými Knínicemi a údolím Bílého potoka je jen přibližně vymezena, neboť bazální pískovcová poloha tzv. říčanského arkózového komplexu se plynule litologicky zastupuje s nejižnějšími pískovcovými polohami tzv. **drásovského arkózového komplexu**, jehož sedimentace začala již v průběhu sedimentace padochovského sou-



vrstvi (tab. 1). V oblasti Veverských Kninic při výkopu pro rodinné domy byla v rámci padochovského souvrství nově odkryta poloha říčanského pelokarbonátového obzoru, ve které bylo zachyceno bohaté permské společenstvo s dominancí jehličnanů – walchií. Nově tuto lokalitu popsal ŠIMŮNEK *et al.* (2012).

Ve veverskobítýšském souvrství, jenž je tvořeno cyklicky uspořádaným komplexem převážně červených, částečně i šedých pískovců, prachovců a jílovců, které většinou v okolí Veverské Bítýšky směrem na S i na J vyklíňují, byla na dvou místech vymapována poloha vulkanoklastik dokazující vulkanickou činnost během spodního autunu. Při stropu souvrství leží chudčický pelokarbonátový obzor, který je zachycen na severním okraji mapového listu Veverská Bítýška, resp. jižní části listu Tišnov, v zářezu železniční vlečky v Chudčicích. Stejně jako v říčanském pelokarbonátovém obzoru v něm byla popsána jehličnanová flóra (ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009, ŠIMŮNEK *et al.* 2012). Menší sedimentologickou studií věnovanou střední části boskovické brázdý nedaleko od severního okraje zájmového území zveřejnili BRTNÍKOVÁ a NEHYBA (2011). Uvažují o axiálním směru transportu v pánvi a redepozici části klastických sedimentů.

Nejnovější stručný přehled geologických poměrů v jižní části brázdý, podél oslavanského profilu, podali BURIÁNEK *et al.* (2015). Rozlišují tam na bázi ležící nevytříděné petromiktní balinské slepence až brekcie, ukládané v prostředí aluviálního kužele, střídající se s lavicemi laminovaných pískovců a prachovců. Následuje rosicko-oslavanské souvrství s 3 hlavními uhelnými slojemi. V něm se nacházejí cyklicky uspořádané arkóзовé pískovce, arkózy až droby, prachovce a jílovce s ojedinělými polohami slepenců. ŠIMŮNEK a MARTÍNEK (2009) vyčlenili v těchto sedimentech, představujících jezerně deltovou sedimentaci, několik facií: sedimenty deltové plošiny, příbřežní a předbřežní jezerní sedimenty, sedimenty rašelinišť apod. (srov. NEHYBA a MASTALERZ 1998). Ve svrchní části sedimenty postupně hrubnou, jedná se pravděpodobně o progradující deltu. V podmínkách semihumidního klimatu zde vzniklo bezodtoké mělké jezero, v němž v době sníženého přínosu klastického materiálu docházelo k opakovanému zarůstání části pánve vegetací. Na konci sedimentace proběhla změna klimatu k semiaridnímu. Sedimenty plynule přecházely do nadložního padochovského souvrství. To tvoří červenohnědě zbarvené arkózy, arkóзовé pískovce, jílovce a prachovce, které sedimentovaly během aridních klimatických period. Střídají se se žlutohnědými arkóзовými pískovci až slepenci a zelenošedými sedimenty, které se ukládaly v semihumidním prostředí. V tmavých jílovcích je uložen zbýšovský pelokarbonátový (bitumenní) obzor bohatý callipteridami. V profilu se vyskytují synsedimentární i mladší deformační struktury (BURIÁNEK *et al.* 2015).

#### 4. PŘEHLED PETROGRAFIE PERMOKARBONSKÝCH HORNIN

Už nejstarší autoři vymezili v boskovické brázdě několik hlavních druhů sedimentárních hornin; později k nim přibýly i některé horniny magmatické.

Z klastických sedimentů to jsou zejména slepence (balinské, rokytenské a „smíšené“ oslavské), přičemž část bazálních klastik má charakter brekcií. Mezi sedimenty brázdý dominují pískovce a arkózy, nově jsou ojediněle uváděny i droby. Podobně běžné jsou rovněž břidlice, prachovce a jílovce zahrnované pod pojem aleuropelity. Kromě uhlí bylo stručně popsáno několik typů pelitických a karbonát-pelitických hornin (pelokarbonátů) s organickým podílem (tzv. uhelných, bituminózních a vápnitých jílovců až mikritických vápenců, „pelosiderity“). Otevřená zůstává dosud otázka možných výskytů sedimentů s evaporitickou příměsí.

Magmatické horniny žilné povahy byly označovány původně jako „keratofyry“, později jako oligoklasity; nověji jsou klasifikovány jako bazaltické andezity až trachyandezity a subalkalické dacity (PŘICHYSTAL 1993). Nezdídka však jde spíše o argilitizovaná vulkanoklastika (tufogenní sedimenty) nebo o silicifikované sedimenty s původně evaporitickou příměsí, detailní petrografie a geochemie těchto hornin dosud chybí.

Úroveň petrografického zpracování sedimentárních hornin v boskovické brázdě je všeobecně nízká. Poněkud více publikací bylo věnováno slepencům, avšak vzhledem k časovému rozsahu výzkumů (1883–2014), byly popsány na různé odborně-metodické úrovni. Jediná podrobnější petrografická publikace je věnována pískovcům (NEHYBA *et al.* 2012). Dílčí litologie s karbonát-pelitickými horninami popsali detailně, s ohledem na výskyt fosílií, ŠIMŮNEK a MARTÍNEK (2009) a to z okolí I. sloje (Oslavany), zbyšovského bituminózního horizontu (Oslavany), „Rybičkové skály“ (Neslovice), aj.

#### 4.1. Brekcie a slepence

##### Brekcie

Byly původně přehlížené, ale jde o relativně rozšířené horniny bazálního souvrství svrchního karbonu a patrně i spodního permu boskovické brázd. Poprvé je zaznamenal při svém popisu jižní části boskovické brázd TAUSCH (1895), dále JAROŠ (1962) aj. autoři. Vyskytují se neprůběžně v nepatrných mocnostech při jejím západním okraji, jsou uloženy na rulách, vyrovnávají nerovnosti podkladu a do nadloží rychle přecházejí ve slepence (okolo Veverské Bítýšky, Zastávka). Podle MALÉHO (1993) laterálně zastupují bazální polohy balinských slepenců severně od zlomového pásma („třebíčský zlom“), probíhajícího ve směru Z–V, severně od dolu Jindřich ve Zbyšově u Brna; hojně jsou zejména v okolí elevace podložních bitešských rul v prostoru dolu Julius. Tyto šedé brekcie tvořené klasty bitešských rul, fylitů a křemene z dolů Julius (a Ferdinand) jsou dostupné studiu již jen na spojeném odvalu obou dolů v Zastávce.

Charakter brekcií mají i některé polohy rokytenských slepenců při nejvýhodnějším okraji boskovické brázd (BURIÁNEK, ed. 2011, HRDLIČKOVÁ, ed. 2014b).

##### Slepence

V případě slepenců již první autoři, zabývající se problematikou boskovické brázd (A. Boué, E. Beyrich, A. F. Reuss, F. Foetterle, C. Schwippel), zaznamenali jejich výskyt jak na západním okraji v podloží rosicko-oslavanských uhelných slojí, tak i jejich výrazný, různě široký lem na východním okraji při dyjsko-ivančickém plutonu (brněnském masivu). SUESS (1907) první slepence označil jako balinské, druhé jako rokytenské (MAKOWSKI a RZEHAK 1883, AUGUSTA 1931, 1933). V roce 1923 Petraschek (in JAROŠ 1961) poznamenal, že rokytenské slepence zasahují někde téměř až k západnímu okraji boskovické brázd, čímž naznačuje jejich transgresivní vývoj a permské stáří. V téže době ZAPLETAL (1924, 1930a, b, 1932) popisuje ze slepenců na západním okraji dominující dvojslídne ruly a svory, ale i dobře zaoblené valouny drob. AUGUSTA a ČEPEK (1947) jako hlavní horniny balinských slepenců mezi Říčany a Veverskou Bítýškou uvádějí ruly, svory a fylity, naopak v rokytenských slepencích zmiňují dominantní droby, vápence i horniny brněnského masivu a výslovně poznamenávají rychlé změny poměru valounů a pojiva. Studium slepenců v jižní části brázd se podrobněji poprvé zabývali až PETRÁNEK a POUBA (1953), kteří zpracovali 200 vzorků z 18 lokalit. Jejich krátká zpráva upozorňuje na proměnlivost ve složení valounů slepenců boskovické brázd v severojižním směru, což odráží lokální geologickou situaci v blízkém západním i jihozápadním okolí Boskovické brázd. Balinské slepence se vyskytují na bázi permokarbonu i ve vyšších polohách.

V současnosti se rozlišují slepence *balinské*, *oslavské* a *rokytenské* (SUESS 1907, MALÝ a UHROVÁ (1960, 1962). MALÝ a UHROVÁ (1980) považují balinské slepence za čistě stefánské a rokytenské s oslavskými za permské (obr. 14). Slepence spodního autunu označované dříve jako mladší balinské a rokytenské (ZAPLETAL 1924, 1931, MALÝ, UHROVÁ 1980) později jako oslavské a rokytenské, odpovídají jedné litostratigrafické jednotce v odlišném faciálním vývoji. Uplatnění starších označení slepenců jako podložních a nadložních (srov.



HELMHACKER 1866, MAKOWSKI a RZEHAK 1883), sice neztrácí stratigrafický význam úplně, ale nevystihuje dostatečně složitost vývoje slepenců.

	západní část sedimentační pánve (western part of sedimentary basin)	východní část eastern part
autun (Autunian)	oslavské slepence (Oslava conglomerate)	rokytenské slepence (Rokytná conglomerate)
stefan (Stephanian)	balinské slepence (Balinka conglomerate)	

Obr. 14. Vymezení slepenců permokarbonu boskovické brázd (upraveno dle MALÝ a UHROVÁ (1980).

Fig. 14. Definition of Carboniferous-Permian conglomerates of Boskovice Graben (adapted from MALÝ and UHROVÁ (1980).

V letech 1979–1981 se petrografií slepenců v jižní části boskovické brázd zabýval v rámci svoji diplomové práce HOUZAR (1981). Kromě petrografické charakteristiky hornin ve valounech a složení pojiva slepenců se věnoval i vybraným petrografickým znakům (tvar, sféricita, zaoblení klastů..., celkem 2420 měření) a na řadě výchozů proměřil také orientaci valounů (1500 měření) pomocí speciálního goniometru (ŠTELCL 1958). Potvrdil většinu starších údajů JAROŠE (1961) a MALÉHO a UHROVÉ (1962) o výskytu a stratigrafických poměrech jednotlivých druhů slepenců, provedl kvantitativní výzkum složení valounů (cca 4000 měření ve frakci > 1 cm), petrograficky popsal jednotlivé zjištěné horniny a složení pojiva a vyslovil se k provenienci klastického materiálu. Z dnešního pohledu je nedostatkem této práce absence chemických analýz minerálů a hornin.

### *Balinské a oslavské slepence*

Podle SUESSE (1907) leží *balinské slepence* karbonského stáří bezprostředně na krystalinickém podloží. Jejich valouny tvoří horniny západomoravského krystalinika, ojediněle i *droby*. Ty jsou vždy menší, dokonale zaoblené, než valouny podložních hornin, které dosahují velikosti pěsti, málokdy i hlavy (pozn.: JAROŠ 1961, 1962 odtud udává *droby ostrohranné*). Pro balinské slepence je typické červenohnědé zbarvení, ale méně intenzivní než u rokytenských slepenců. Mají hrubozrnný arkózový tmel a tvoří častý přechod k pískovcovo-arkózovým lavicím, což je další rozdíl oproti slepencům rokytenským. Na lokalitě „Oslavany – za Havírnou“ SUESS (1907) uvádí, že hranice mezi konglomeráty a podložním svorem je tektonická.

Podle PETRÁNKA a POUBY (1953) v jejich valounové složce v údolí Bílého potoka u Veverské Bítýšky převládají ortoruly a „žuloruly“ moravika, dále křemen, fylity a vápence. Od báze do nadloží v nich ubývá ortorul a přibývá fylitů, což je vysvětlováno pokračující denudací bítešské ruly a obnažování vnitřních fylitů ležících v jejím podloží. Jižněji, u Ostrovačic, se na složení těchto slepenců podílejí jen ortoruly, fylity a křemen. V balinských slepencích u Oslavan je naopak zastoupen pestřejší soubor hornin krystalinika leží-

ciho západně odtud, k nimž přistupuje podstatná příměs ne zcela typických kulmských drob. Dále k jihu podíl kulmských drob a spolu s nimi i devonských (?) vápenců rychle stoupá, slepence při západním okraji brázdy u Řezovic již dokonce neobsahují krystalinický materiál. U Rokytne opět převládají droby a vápence, druží se k nim i malé množství materiálu z krystalinika a řídké valouny granitů (pozn.: z citované práce není jasné, zda poslední dvě lokality nepatří spíše rokytenským slepencům). V Moravském Krumlově slepence při západním okraji obsahují 60 % materiálu z východu (droby a vápence), ze západu byly přineseny různé ruly, serpentinit a jiné horniny krystalinika (PETRÁNEK a POUBA 1953).

Z Moravského Krumlova popisuje balinské slepence KUMROVÁ-MARKOVÁ (1955), bohužel popis není dostatečně podrobný. Oproti PETRÁNKOVÍ a POUBOVI (1953) z nich uvádí také valouny granulitů (často ne příliš opracované); avšak vůbec se nezmiňuje o valounech drob. Tmel je zřetelně křemičitý, tvořený křemenem, živcem, muskovitem, biotitem a chlořitem, je popisován i turmalín.

JAROŠ (1961, 1962) uvádí, že mocnost slepenců (až brekcií) balinské facie kolísá od několika m do 75 m. Jsou většinou středně zrnité (průměrná velikost valounů  $\leq 2$  cm, max. zpravidla do 20 cm) a vždy výrazně polymiktní. Jen v jz. cípu brázdy obsahují na některých místech výhradně materiál místních biotitických a muskovit-biotitických rul. Ve valounech se vyskytují horniny moldanubika (biotitické ruly, granulity, hadce, ortoruly), svorové zóny (svory, svorové ruly, amfibolity, kvarcify, krystalické vápence, ortoruly) a moravika (fylity, krystalické vápence, bitešská ortorula). Místa obsahují slepence i *ostrohranné* úlomky kulmských drob. Do nadloží přecházejí slepence balinské facie do červenohnědých pískovců až jílovců, místa se s nimi střídají nebo jsou jimi zastoupeny.

MALÝ (1966a) uvádí z balinských slepenců na dole Nosek v Oslavanech valouny drob a červených prachovců (až 40 %), které pokládá za devonská bazální klastika. MALÝ a UHROVÁ (1985) opět zmiňují výskyt valounů červených pískovců a prachovců a to v bazálních balinských slepencích ležících hlavně na jih od linie kontaktu bitešských rul a vranovsko-olešnické jednotky v podloží brázdy, zatímco směrem k severu jejich zastoupení výrazně klesá. Tento materiál byl zjištěn i v balinských slepencích mezi slojemi. Uvažují, že původně byly červené pískovce a prachovce pláštěm západomoravského krystalinika. MALÝ (1993) pokládá stáří zmíněných červených pískovců za devonské (facie Old Red) nebo za permokarbonské.

Pro polymiktní slepence s materiálem krystalinika a s drobami, příp. s vápenci, navrhl při mapovacích pracích (MALÝ 1960b) termín *oslavský slepenec* (v literatuře je někdy uváděn nesprávný termín „oslavanský“). Podle MALÉHO a UHROVÉ (1960, 1962) pochází jejich klastický materiál jak z oblastí západní (horniny krystalinika), tak z oblastí východní (sedimenty). Na základě studia vzorků z pouhých 2 lokalit (!) v profilu podél železniční trati Oslavany-Ivančice (obr. 15) stanovili průměrné složení valounů v „oslavských slepencích“: metamorfity 40 % (ruly, ojedinele svory, fylity), sedimenty 35 % (droby, břidlice, vápence), křemen 25 % (rohovce, křemence, křemen). MALÝ a UHROVÁ (1960) také uvádějí, že permské sedimenty mají valouny v podřízeném množství (asi 40 %) a velké množství pojiva (pozn.: *nejde tedy petrograficky o slepence*). Valouny sedimentů spodního karbonu jsou v oslavských slepencích zastoupeny dvěma druhy drob. Vyskytují se i velmi ploché valouny šedočerných břidlic, dále rula a vápenec. Rula je růžově zbarvená, proužkovaná, vápenec, pravděpodobně devonský, je šedomodré barvy, některé valouny jsou značně ploché. Dále se ve valounech nacházejí rohovce, žilný křemen, méně svory a fylity. Tmel hrubozrnný až jemnozrnný, silně písčitý, slídnatý a nevápnitý (MALÝ a UHROVÁ 1960, 1962).



Obr. 15. Korytovitá tělesa se slepenci v pískovcích padochovského souvrství. Lomy u silnice Oslavany-Ivančice (foto H. Giliková).

Fig. 15. Conglomerate-bearing trough-like bodies in sandstones at the Padochov Formation. Quarries near road-cut Oslavany-Ivančice (photo H. Giliková).

Ve vývoji slepenců zůstává poněkud anomální vývoj nejnižšího horizontu *oslavských slepenců* v nadloží I. sloje. MALÝ a UHROVÁ (1980) odtud zmiňují monomiktní slepence zcela atypického vývoje jako důkaz přínosu materiálu z východního směru (pozn.: *v práci není ale uvedeno jaké valouny tento monomiktní slepenec tvoří, patrně autoři míní kulmské droby*). Opracovanost valounů je výrazně dokonalejší než zaoblení klastického materiálu kulmských sedimentů ve stefanských balinských slepencích.

Balinské slepence (včetně bazálních brekcií) byly studované HOUZAREM (1981) převážně na výchozech (viz apendix). Pouze omezeně, a to na základě nahodile odebraných, ale typických vzorků Malého (tehdejšího hlavního geologa RUD), prostudoval také materiál, pocházející ze dvou úrovní v severní části důlního pole Jindřich ve Zbýšově.

Složení slepenců zastížených důlními díly bylo relativně jednoduché, dominovaly ruly (převážně bitešské ortoruly), častý byl křemen a dále fylity, kterých do nadloží ubývalo; podíl růžových křemen-živcových klastů, náležejících patrně původně leukosomu migmatitů, kolísal. V nejnižší úrovni brekcií a slepenců byly také časté valouny drob, které se v současné erozní úrovni na přilehlém krystaliniku už nenacházejí (tab. 2).

Tabulka 2. Kvantitativní složení valounové složky balinských slepenců z dolu Jindřich ve Zbýšově u Brna (upraveno podle HOUZARA 1981).

Table 2. Quantitative composition of pebble component at Balinka conglomerates from Jindřich Mine in Zbýšov u Brna (adapted from HOUZAR 1981).

lokality a stratigrafická pozice/ locality and stratigraphic position	důl Jindřich II. - Zbýšov u Brna					
	hornina/rock	BB <sup>1)</sup>	BSP <sup>2)</sup>	BSP	BSP	BSN <sup>3)</sup>
rula/gneiss	30	68	-	15	82	30
svor/mica schist	-	-	-	-	-	-
fyilit/phyllite	15	5	55	50	10	10
mramor/marble	-	-	-	-	-	-
živec-křemen/feldspar-quartz*	-	-	18	10	2	30
droba/greywacke	5	7	6	18	-	-
prachovec/aleurite	-	-	6	-	-	-
granit/granite	-	-	-	1	-	-
křemen/quartz	50	20	15	6	6	30

<sup>1)</sup> bazální brekcie/basal breccia

<sup>2)</sup> spodní balinský slepenec/ lower Balinka conglomerate

<sup>3)</sup> nadložní balinský slepenec/ upper Balinka conglomerate

\* agregáty, leukosom migmatitů/ intergrows, migmatite leucosomes

Podrobněji byly studovány povrchové výchozy, např. klasické profily za „Havírnou“ a dále níže po toku Balinky (Oslavany-Nový Svět) a podél řeky Oslavy v Oslavanech. S výjimkou několika lokalit na jz. od Moravského Krumlova a v údolí Bílého potoka, příp. Svatky u Veverské Bityšky je západní okraj brázdy pokryt srašením a nepřístupný studiu.

V okolí Hrubšic a zejména dále k jihu je u balinských, resp. oslavských slepenců, předpokládáno permské stáří, které je v sv. okolí Moravského Krumlova paleontologicky potvrzeno AUGUSTOU (1939, 1948). Jedná se tam převážně o SUESSOVY (1907) „smíšené konglomeráty“, které se střídají s polohami pískovců a ojedinělými bituminózními slínovci (za bývalým lesním závodem, lokality 20 a 30, viz apendix). Tvoří několik desítek mocné polohy střídající se s psamitickými sedimenty, do nichž vertikálně a místy též laterálně přecházejí. Tyto slepence jsou význačné zvýšeným obsahem sedimentárních hornin ve valounovém materiálu, zejména drob, ale i devonských vápenců.

Složení balinských slepenců je poměrně variabilní, zvláště v okolí Oslavan. Tam lze vedle bazálního slepencového souvrství pozorovat v nadloží rosicko-oslavanského stefanského souvrství v permských (arkózových) pískovcích podřízené a neostře omezené polohy „oslavských slepenců“ (ve smyslu MALÉHO a UHROVÉ 1962), které jsou význačné bazálním charakterem pojiva, přecházejí tedy do pískovců. Zajímavé jsou zvláště drobně zrnité slepence, v nichž byly ojediněle nalezeny krystaly karlovarsky zdvojitých K-živců s lupínky chloritizovaných biotitů. Tyto živce nápadně připomínají K-živce z durbachitů třebečského plutonu (HOUZAR 1981). Velikost valounů balinských slepenců je proměnlivá, v průměru 2–8 cm; nepřevyšuje 15 cm. Stupeň zaoblení kolísá, v průměru je lepší než u rokytnských slepenců. V případě valounů oslavských slepenců, které se postupně vyvíjejí z psamitických hornin, se uplatňuje velikost 0,2–10,0 cm, valouny velikosti > 5 cm jsou ojedinělé. Obsahují lépe zaoblené valouny drob – ve srovnání s horninami krystalinika.

Tabulka 3. Kvantitativní složení balinských a oslavských slepenců (HOUZAR 1981).

Table 3. Quantitative composition of pebble component at Balinka and Oslava conglomerates (adapted from HOUZAR 1981).

lokalita a stratigrafická pozice/ locality and stratigraphic position hornina/rock	Havírna	Balinka	Oslavany	MK	Hrubšice	MK	MK	Rakšice	Rakšice	Rakšice	Rakšice	VB
	6	7	8	22	1	30	20	25	31	25	31	38
	BSP	BSP	BSP	BSP	BSN	BSN	BSN	BSN	BSN	BSN	BSN	BSN
rula/gneiss	28	32	51	70	70	49	21	3	20	3	20	55
granulit/granulite	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
svor/mica schist	4	-	2	5	3	2	5	-	4	-	4	-
fylit/phyllite	20	8	3	-	5	-	2	-	1	-	1	14
mramor/marble	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	8
droba/greywacke	40	28	35	15	10	32	36	-	54	-	54	-
křemenec/quartzite (sedim.)	-	9	1	-	-	6	10	77	4	77	4	6
prachovec/aleurite	-	9	6	-	-	-	-	18	10	18	10	-
vápenec/limestone	-	-	-	-	-	6	7	-	-	-	-	5
slepenc/conglomerate	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
granit/granite	-	6	1	3	2	2	2	-	-	-	-	1
porfýr/porphyre	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
křemen/quartz	8	8	1	5	10	3	5	2	7	2	7	11

MK - Moravský Krumlov

VB - Veverská Bítýška

Ve valounovém materiálu balinských i oslavských slepenců se uplatňují horniny krystalinika, lokálně i paleozoické sedimenty, hlavně u Moravského Krumlova (tab. 3). Zastoupena je biotitická pararula, z části s granátem, biotit-muskovitická migmatizovaná rula a bitešská okatá ortorula, dále biotit-granátický svor s turmalínem, šedočerné fylity s turmalínem, ojediněle kalcitický flogopitový mramor. Jen zcela výjimečně byl zjištěn světlý kyanit-granátický granulit. Magmatické horniny zastupují narůžovělé aplity. Silně kolisavý byl obsah valounů drob, které se vyskytují často v slepencích na bázi permokarbonu a jsou běžné při jižním ukončení brázdy v oslavských („smíšených“) slepencích u Moravského Krumlova (tab. 3). Charakteristickou varietou jsou tam žlutohnědé droby s vrstevnatou texturou, od permských arkóz odlišitelné pouze mikroskopicky, dále se vyskytly slepence (0–5 %), prachovce (0–18 %), vápence (0–10 %) a zcela výjimečně byly zjištěny i valounky porfyru. Charakter valounů sedimentárních hornin se shoduje s materiálem valounů rokytenských slepenců, u nichž jsou popsány podrobněji (HOUZAR 1981, tato práce). Balinské bazální slepence u Veverské Bítýšky (lokality na Bílém potoce) obsahují vedle převládající ruly a křemene pravidelně podíl křemenců a vápenců. Droby nebyly zjištěny, což odpovídá i výsledkům PETRÁNKY a POUBY (1953).

Pojivo balinských a oslavských slepenců má bazální a pórový charakter. Poměr mezi valouny a pojivem se mění laterálně i vertikálně i na velmi malé vzdálenosti. Často nelze stanovit hranice pšefitů a psamitů. Barva pojiva je červenavě hnědá (Moravský Krumlov, Oslavany a Veverská Bítýška) nebo žlutohnědá (Hrubšice), v okolí uhelných slojí zelenavě šedá nebo žlutavě hnědá. V klustické složce dominuje křemen, hojný je muskovit (Oslavany), živce (K-živce > plagioklasy), chloritizovaný biotit, opakní minerály a méně kalcit. Časté úlomky hornin odpovídají analogickým horninám z valounů (častější jsou v pojivu fylity s turmalínem a svory s granátem a turmalínem). V pojivu oslavských slepenců u Moravského Krumlova jsou hojné karbonáty. Z průsvitných těžkých minerálů (TM) lze uvést hlavně granát, turmalín a zirkon, dále apatit a rutil. Mezi granáty dominuje světle růžová varieta, vyskytující se v izometrických zrnech omezených plochami (110), s uzavřeninami jehlicovitého rutilu, lokálně podléhajících intrastratálnímu rozpouštění za vzniku kostrovitých tvarů. Na severnějších lokalitách se uplatňuje hlavně asociace apatit-zirkon, na jihu granát-turmalín a granát-zirkon (HOUZAR 1981).



Z výzkumu balinských a oslavských slepenců vyplynulo:

- a) valounový materiál těchto polymiktických slepenců prodělal relativně krátký transport v řádu kilometrů, pro což svědčí špatné vytrřídění, nepřítomnost vyššího obsahu křemene a nízký stupeň zaoblení.
- b) v celém vertikálním rozsahu slepenců se vyskytují droby. Valouny rul a droby vykazují přibližně stejný stupeň opracování, což naznačuje možnost transportu z míst, kde se vyskytovaly společně.
- c) s výjimkou okolí Veverské Bítýšky (Bílý potok) nebyly v bazálních slepencích zjištěny vápence.
- d) u Moravského Krumlova jsou zastoupeny převážně horniny moravika a hojně i droby a prachovce. Až na ojedinělé výjimky nebyly zjištěny valouny granulitů ani ultrabazik, přestože tam tvoří blízké okolí a podloží brázdy (pozn.: *možná se vyskytují v jemnější frakci*, srov. HOUZAR *et al.* 2013).
- e) ve stratigraficky mladších slepencích u Moravského Krumlova se objevují valouny vápenců a rohovců (devonských?) se zdrojem na východě a jihovýchodě. Zároveň obsahují více biotit-muskovitických rul a svorů pocházejících z „moravské svorové zóny“ mezi moravikem a moldanubikem.
- f) u Oslavan je pro oslavské slepence typický vysoký podíl úlomků a vzácně krystalů K-živce.
- g) valouny jeví na většině lokalit zřetelnou přednostní orientaci (HOUZAR 1981).

HOUZAR *et al.* (2013) věnovali pozornost bazálním stefanským balinským slepencům u Oslavan, v nichž určili zelené klasty Cr-bohatého illitu až Cr-muskovitu (obr. 16). Jde patrně o produkt alterace ultrabazik, z nichž byly dosud zjištěny zvětralé granátické serpentinity, převážně ve frakci pod 3 mm (HOUZAR *et al.* 2013). Od této doby byly podobné slidy nalezeny také v červenohnědých bazálních slepencích v údolí Balinky, u Rakšic a na některých lokalitách u Moravského Krumlova (tato práce).



Obr. 16. Balinský slepenc s četnými klasty zelených Cr-slíd (velikost 5–10 mm), Rakšice u Moravského Krumlova (foto J. Štelcl).

Fig. 16. Balinka conglomerate with common clasts of green chromium-rich micas (5–10 mm in size). Photo J. Štelcl.

BURIÁNEK, ed. (2011) klasifikuje balinské slepence rosicko-oslavanského souvrství (stefan) jako červenohnědé nevytříděné petromiktní slepence až brekcie s přechody do pískovců o mocnosti od několika metrů do 75 m (Oslavany). Valounová složka obsahuje horniny moldanubika a moravika, místy i kulmské droby. Ojediněle byla pozorována pozitivní gradace daná zmenšováním velikosti valounů. Drobnozrnné zelenošedé slepence vystupují také v až 1 m mocných lavicovitých polohách korytovitého tvaru v arkózových pískovcích. Klastický materiál tvoří dobře opracované valouny svorů, fylitů, kvarcitů, ortorul, kulmských drob a křemene. Slepence padochovského souvrství (spodní autun) jsou nejčastěji žlutošedé, tvořené horninami moldanubika i moravika, obsahují běžně kulmské droby a pravděpodobně devonské vápence. Vystupují ve spodní části některých pískovcových lavic a do nadloží přecházejí do hrubozrnných pískovců. Ty jsou tvořeny z cca 70 % křemem, z 20 % živci (K-živce > plagioklas) a 10 % připadá na muskovit a biotit.

### *Rokytenké slepence*

Rokytenké slepence se nacházejí podél východního okraje boskovické brázdy. Tvoří výplavový lem vybíhající do menších i větších kuželů, na jihu nejmohutnější řeznovický a neslovický. Tvoří výrazné a plošně rozsáhlé výchozy po obou březích Rokytné mezi Rokytnou a Ivančicemi, u Řeznovic a Veverské Bítýšky; menší výchozy i u Neslovic, v. od Veverské Bítýšky (u přehrady) a na dalších místech. Rokytenké slepence mají suťový charakter. Jde o náplavové delty toků, které stékaly z východního pohoří, typická je pro ně tmavší červená barva. Tvoří je bloky kulmských drob, velikosti hlavy i větší, někdy dokonce až 2,5 m velké, menší jsou klasty devonských vápenců, které jsou jen výjimečně větší než hlava. Celá masa těchto slepenců má nezřetelné vrstvy, je hrubě lavicovitá. Lavice šedých nebo červenavě hnědých slídnatých pískovců jsou v nich ojedinělé, častější ve vyšších částech sledu např. u Ivančic. Mocnost slepenců je u obce Rokytná minimálně 200 m. U Moravského Krumlova do sebe prstovitě zapadají různé druhy slepenců. Slepence pokračují úzkým lemem dále na sever až k Tišnovu (Suess 1907, ZAPLETAL 1930b, JAROŠ 1961, 1962, HOUZAR 1981).

PETRÁNEK a POUBA (1953) uvádějí ze slepenců východního okraje brázdy, severně u Chudčic (leží nedaleko na sever od hranice oblasti) ve valounech převažující droby a arkózové pískovce, jižněji u Nového Dvora (jv. od Veverské Bítýšky) se objevují také devonské vápence (18 %) a ojediněle i granitoidy brněnského masivu, které v průměru přibývají směrem k jihu. Na jihu jsou přítomny opět pouze droby a břidlice (Neslovice, Alexovice u Ivančic), chybí materiál krystalinika (PETRÁNEK a POUBA 1953). KUMROVÁ-MARKOVÁ (1955) zdůrazňuje pro okolí Moravského Krumlova rovněž poměrně jednoduché složení rokytenských slepenců – kulmské droby a jílovité devonské vápence. Valouny drob v nich dosahují velikosti až 1 m, devonské vápence čisté i silně jílovité mají šedobílou barvu a nejsou tak velké jako kulmské. Tmel slepenců je hlinitý, nepřilíší pevný a snadno zvětrávající.

Typickým znakem rokytenských slepenců je vedle složení valounů také nízký obsah psamitických vložek (JAROŠ 1961, 1962). Pokud jsou přítomny, tvoří maximálně několik metrů mocné polohy, vyклиňující na krátkou vzdálenost (obr. 17).

Valounovou složku o průměrné velikosti valounů 2–10 cm, max. 50 cm, tvoří průměrně z 90–95 %, kulmské droby, arkózové droby, drobové pískovce, slepence, drobové a jílovité břidlice. Zbýlých 5–10 % valounů tvoří devonské šedé, řídké narůžovělé kalové nebo vzácně organodetrinitické vápence. Vzácně se vyskytují bazální klastika devonu a výjimečně i horniny brněnského masivu (granodiorit). Rokytenké slepence neobsahují klastické slídy (JAROŠ 1962). Valounová složka má silně kolísající velikost (10–13 cm, při východním okraji až 35–50 cm, i větší). HOUZAR (1981) upozornil, že v průměru mají rokytenské slepence přibližně stejný stupeň zaoblení jako slepence balinské (lokálně může být vyšší, s tím, že dobře zaoblené valouny jsou u balinských slepenců častější (obr. 18). V některých rokytenských slepencích byla také statisticky zjištěna preferenční orientace valounů, i když nižšího stupně než u balinských (HOUZAR 1981).





Obr. 17. Vložka pískovců (tmavší) a pelitů (světlé) v rokytnských slepencích (nahore) u Budkovic (foto S. Houzar).  
Fig. 17. Layer of sandstone (darker) and pelites (bright) in Rokytná conglomerate (uppermost) at Budkovic (photo S. Houzar).



Obr. 18. Rokytnské slepence se zaoblenými valouny drob. Moravský Krumlov, lokalita 32, (foto S. Houzar).  
Fig. 18. Rokytná conglomerate with rounded greywacke pebbles. Moravský Krumlov, locality no. 32, (photo S. Houzar).

V rokytenských slepencích je zastoupeno ve valounovém materiálu relativně malé spektrum hornin, mezi nimiž zřetelně převažují sedimenty, a to droby 56–100 %, slepence 0–20 %, vápence 0–24 %, arkózové pískovce a pískovce 0–8 % a prachovce 0–36 %, z jiných sedimentů lokálně křemence < 3 % a ojediněle i rohovce (tab. 4, obr. 19). Z dosavadních výsledků studia vyplývá silně kolísavý, k západu (do nadloží) mírně rostoucí podíl vápenců na úkor drob (Řeznovice, Rokytná vs. Budkovice), u Moravského Krumlova zcela dominují droby (a slepence). Detailněji lze rozčlenit rokytenské slepence na základě variability valounů do tří základních typů: (a) monomiktní drobové, (b) drobové s vápenci a (c) drobové s podřízenými valouny slepenců a prachovců.

Tabulka 4. Kvantitativní složení valounového podílu rokytenských slepenců (upraveno podle HOUZARA 1981).  
Table 4. Quantitative composition of pebble component at Rokytná conglomerates (adapted from HOUZAR 1981).

lokality a stratigrafická pozice/ locality and stratigraphic position hornina/rock	VB	VB	Neslovce	Ivančice	Řeznovice	Rokytná	Rokytná	Rokytná	Budkovice	Budkovice	MK	MK
	42	44	36	34	3	10	11	15	16	18	26	27
	rokytenský slepenc/Rokytná conglomerate											
droba/greywacke	89	99	64	77	70	80	72	56	83	66	85	90
slepenc/conglomerate	2	1	-	20	5	5	-	11	2	20	5	5
arkóza/arkose*	3	-	-	2	-	4	3	8	4	5	-	2
pískovec/sandstone*	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
prachovec/siltstone	-	-	36	1	-	-	-	-	-	2	-	3
křemeneč/quartzite (sedim.)	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-
vápence/limestone	6	-	-	-	24	7	17	22	8	5	8	-
rohovec/chert	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
granit/granite	-	-	-	-	4	8	3	-	1	-	-	-

O petrografii valounů drob ve slepencích boskovické brázdy není kromě mikroskopického popisu několika vzorků nic známo. Mají zelenošedou barvu a tvoří je úlomky křemene, živců, slid a různých hornin. Hojnou akcesorií je vedle zirkonu apatit, vzácnější granát a turmalin. Ojedinělá petrofaciální analýza (MAŠTERA 2004) valounu, pocházejícího z rokytenských slepenců od Budkovic nebo Ivančic (živcová droba s nezvykle velkým podílem plagioklasu a křemene, s jen malým množstvím zrn sedimentů a metasedimentů), ke korelaci drob ve valounech slepenců s kulmskými drobami, vystupujícími při okrajovém zlomu brázdy, zatím příliš nepřispívá. Valouny kulmských slepenců jsou šedo-zelené, drobnozrné, tvořené klasty křemene, břidlic, rohovců, vápenců, kvarcitů, porfyrů a porfyrítů a plagioklasů, prachovce tvoří převážně angulární zrna křemene a malé množství živců, ojedinělý je biotit. Valouny tmavošedých pískovců, fialově červených arkózových pískovců a zelenošedých celistvých křemenců se vyznačují vyšším stupněm zaoblení klastů křemene, méně hojně jsou silně alterované živce, muskovit a vzácněji biotit. Vápence je zastoupen ve více barevných varietách, od hojnějších bílých a šedých až po černé. Místy obsahují mikrofosilie (foraminifery, radiolarie a crinoidy) a jsou poněkud písčité; v černém vápenci se ojediněle objevují i brachiopodi. Relativně běžné jsou mikroskopické krystaly autigenního křemene. S vápenci se objevují i černé valouny rohovců, tvořené jehlicemi hub; ojedinělé jsou radiolarie, pojivem je sférolitický chalcedon.

Podíl valounů magmatických hornin (muskovit-biotitický a biotitický aplit a pegmatit u Rokytné a Budkovic, navíc porfyr u Ivančic) je obvykle velmi nízký (< 1–2%), v jedné poloze u Rokytné dosáhl však až 8 %; metamorfované horniny zcela chybějí. Vzhledem k větší opracovanosti valounů magmatitů nelze vyloučit jejich redepozici ze starších klastik (HOUZAR 1981).

Na rozdíl od balínských a oslavských slepenců má psamitické pojivo rokytenských slepenců převážně pórový charakter, barva červenohnědá v různých odstínech, s výjimkou

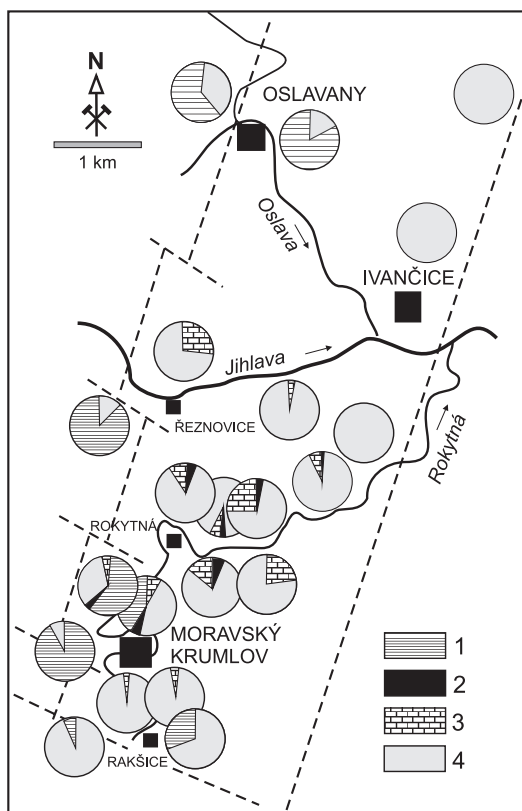
okolí dislokací, kde je zelenavě hnědá nebo okrová (důsledek redukce  $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$  post-depozičními vadózními vodami), struktura pojiva nejčastěji subangulárně psamitická až aleuritická. V klastickém materiálu pojiva se uplatňuje křemen, živce, úlomky hornin a vzácně slidy (biotit > muskovit). Za příklad může sloužit složení pojiva rokytenských slepenců u Řeznovic: křemen 49,5 %, živce 16,5 %, úlomky hornin 3,4 %, pelitická (jílové minerály), karbonátová (kalcit) a opakní složka (hematit) 30,6 %. Z těžkých minerálů převládá zirkon a apatit, méně je hojný mírně korodovaný granát bez uzavření a epidot, vzácný turmalin a amfibol. Za zmínku stojí ojedinělá zrna kyanitu a andalusitu. Charakteristická asociace TM je zirkon-apatit, méně zirkon-granát a apatit-granát.

Z celkového petrografického charakteru rokytenských slepenců vyplývá:

- jde o oligomikttní až monomikttní slepence tvořené valouny paleozoických sedimentárních hornin (drob, méně slepenců a vápenců).
- v souvrství slepenců téměř chybějí vločky psamitů a aleuropelitů.
- klastický materiál je nevytříděný, význačný v průměru nižším stupněm zaoblení. Stupeň zaoblení roste od V k Z ke středu brázdy (do nadloží).
- nejvyšší podíl vápenců a ojedinělých magmatických hornin se nachází při středu brázdy (Řeznovice, Rokytná). Výrazný je tam, kde v blízkosti brázdy vystupují přilehlé karbonáty (např. v okolí brněnské přehrady). Magmatické horniny mají vysoký stupeň zaoblení (redepozity ze starších klastik?).
- ojedinělé valouny mají velikost > 50 cm.
- přednostní uspořádání valounů je na rozdíl od balinských a oslavských slepenců patrné pouze z diagramů orientace os (HOUZAR 1981).

Obr. 19. Kvantitativní složení slepenců v okolí Moravského Krumlova (HOUZAR 1981). 1 - horniny krystalinika; 2 - magmatity; 3 - devonské vápence; 4 - droby.

Fig. 19. Quantitative composition of conglomerates around Moravský Krumlov (HOUZAR 1981). 1 - crystalline rocks; 2 - magmatites; 3 - Devonian limestones; 4 - greywackes.



Podle BURIÁNKA, ed. (2011) a HRDLÍČKOVÉ, ed. (2014b) rokytenské slepence (stáří karbon–perm) tvoří velmi špatně vytríděné oligomiktní brekcie a slepence. Jedná se o soustavu několika výplavových kuželů, které prstovitě pronikají k západu do jemnozrnnějších sedimentů rosicko-oslavanského, padochovského a veverskobítyšského souvrství. Dominují v nich valouny kulmské droby a břidlice, ojediněle jsou přítomny valouny vápenců a granitoidů. Vápence ve valounovém materiálu podle ŠPAČKA (2001) a ŠPAČEK *et al.* (2002) faciálně odpovídají přilehlým vápencovým odkryvům, ale běžně se vyskytujícím typem jsou i vápencové valouny s fosfority tournaiského stáří. Běžně se v brekciích a slepencích střídají polohy s podpůrnou strukturou klastů s polohami s podpůrnou strukturou základní hmoty, kterou tvoří hrubozrnná droba.

#### 4.2. Pískovce, arkózy, aleuropelity bez organického podílu

Psamity a aleuropelity představují hlavní výplň boskovické brázdy. Jde o produkty sedimentace ve sladkovodním prostředí, jen ojedinělá zmínka ve starší literatuře pro jemnější část těchto sedimentů uvažovala i původ eolický (AUGUSTA 1931, 1933).

Hranice slepenců a pískovců bývá někdy ostrá, často však ubýváním hrubých součástek a přibýváním pojiva přecházejí slepence pozvolna v *hrubozrnné pískovce*, které jsou složeny z ostrohranných i oválných úlomků křemene, žlutavých zrn živcových a méně i krystalických břidlic, se sporými šupinkami muskovitu. Klasy jsou spojené pevným nekarbonátovým pojivem. Tyto pískovce přecházejí do *arkózových pískovců* až *arkóz*, které jsou hrubozrnnější než běžné pískovce (AUGUSTA 1931).



Obr. 20. Pískovce s vložkami slepenců padochovského souvrství. Lomy u silnice Oslavany–Ivančice (foto H. Giliková).

Fig. 20. Sandstones with conglomerate intercalations of the Padochov Formation. Quarries near road-cut Oslavany–Ivančice (photo H. Giliková).



Nejrozšířenější horninou boskovické brázdy vůbec jsou *pískovce jemnozrné*. Mají křemenná zrna pojena jílovitým tmelem, zpravidla železitým, který způsobuje charakteristickou načervenalou barvu. Vedle červenohnědých nacházíme i pískovce šedé, zelenošedé, bělavé a žlutavé (celé uhlonosné souvrství, dále okolí Moravského Krumlova a Veverské Bitýšky). Typickou součástí těchto pískovců jsou zejména drobně šupinaté slídy na vrstevních plochách. Velikost šupinek se mění, u Moravského Krumlova jsou charakteristické velké šupiny. Velmi hojné jsou také *pískovce břidličnaté*, tvořící vložky mezi lavicemi masivních pískovců a slepenců a přecházející do *píscitých břidlic*, které se vyznačují velmi dobrým zvrstvením. Pískovce, arkózy, břidličnaté pískovce i píscité břidlice nacházíme jak ve svrchním karbonu, tak i ve spodním permu. Na zkameněliny bývají chudé, jen místy obsahují neurčitelnou a špatně zachovanou rostlinnou drť. Ze spodnopermských pískovců od Zastávky známe stopy po chůzi Stegocephalů (IVANOV 2003), méně také v pískovcích ivančicko-oslavanských; pískovce a píscité břidlice vykazují na vrstevních plochách četné čeřiny, otisky dešťových kapek, místy ichnofosilie, apod. (AUGUSTA 1931, MIKULÁŠ a MARTÍNEK 2006).

V rámci diplomových prací JELÍNKA (2001), PÁVKOVÉ (2009), COUFALOVÉ (2010) a PAVLÁTOVÉ (2011) byly mikroskopicky prostudovány psamitické sedimenty oslavanského profilu svrchní části rosicko-oslavanského a spodní části padochovského souvrství. Jejich modální složení kolísá od arkózových pískovců k arkózám (ojedinele k drobám), *pískovce ve smyslu klasifikace KUKALA (1985) nebyly zjištěny!* Psamity obsahují 24–80 % křemene, 6–57 % živců, 1–18 % slíd a na pojivo připadá 4–10 % (43 % u droby). Výsledky těchto výzkumů, včetně podrobnějšího popisu a pozice jednotlivých studovaných lokalit, shrnuje HRŠELOVÁ *et al.* (2012).

V *rosicko-oslavanském souvrství* se vyskytují zelenošedé zbarvené hrubozrné až jemnozrné arkózy až arkóзовé pískovce, jeden ze vzorků odpovídal složení střednozrné droby, v nichž vedle draselných živců a plagioklasů převládá biotit nad muskovitem. Z výchozu u Dědičné štoly uvádí COUFALOVÁ (2010) zelenošedě zbarvenou středně zrnitou arkózu s nápadně vysokým podílem chloritizovaného biotitu (18 %). Z průsvitných akcesorických minerálů je uváděn zirkon, apatit, monazit. Ve spodní části *padochovského souvrství* se cyklicky střídají červenohnědé psamity s méně mocnými polohami aleuropelitů; vyskytují se i konkréce pelokarbonátů. Petrograficky dominují jemnozrné až středně zrnité arkózy se zdvojitými zrny draselného živce, plagioklasy, muskovitem a malým množstvím biotitu, úlomky hornin nebyly zjištěny. Jejich pojivo (10 %) odpovídá aleuropelitům zbarveným Fe-oxihydroxydy.

V jednom případě vzorek jemnozrné hnědočervené horniny s lupinky slíd, odpovídá složením *píscitému vápenci*, v jehož složení se vedle kalcitu uplatnil i dolomit, kromě toho křemen a plagioklas. Vzorky z vyššího, svrchního šedého souvrství byly klasifikovány jako šedě zbarvené jemnozrné až středně zrnité arkózy, v nichž je zastoupen muskovit >> biotit (lokálně je obsah biotitu i podstatnější). Objevují se zde také polymiktní *prachovce* s vyšším obsahem CaO v pojivu. V nejvyšší části oslavanského profilu v padochovském souvrství byly popsány hrubozrné arkózy, v nichž vedle klastů živců dominuje muskovit (PÁVKOVÁ 2009, PAVLÁTOVÁ 2011). Poměr křemene a úlomků hornin je v jednotlivých vzorcích pískovců proměnlivý, nejvyšší je ve středním červeném souvrství (JAROŠ a MALÝ 2001). Největší variabilita jednotlivých klastů minerálů hornin je ve vyšších stratigrafických úrovních zmíněného profilu (JELÍNEK (2001).

BURIÁNEK, ed. (2011) upřesnil složení některých psamitů v rosicko-oslavanské pánvi. Upozornil na převahu biotitu nad muskovitem v arkózových pískovcích rosicko-oslavanského souvrství a charakterizoval asociace těžkých minerálů. Ve žlutohnědých (i červenohnědých) arkózách až pískovcích padochovského souvrství (lom na konci oslavanského profilu) zmiňuje závalky uhelných jílovců. Na mapových listech Oslavany a Veverská Bitýška BURIÁNEK, ed. (2011) a HRDLÍČKOVÁ, ed. (2014b) popisují některé pískovce padochovského souvrství jako slabě vápnité, kdy v základní hmotě je kromě jílových minerálů, oxidů a hydroxidů železa místy přítomen i karbonát. Průsvitná těžká minerální frakce arkóz a arkózových pískovců u sedimentů padochovského a veverskobitýšského souvrství (bez výraz-



ného rozdílu mezi souvrstvími) je charakterizována dominancí apatitů (47,1–81,0 %) s poměrně hojnými rutily (až 14,6 %), zirkony (oválná zrna převažují nad euhedrálními) a turmalíny. Ojedinelý je epidot, amfibol, Cr-spinel, brookit, titanit a monazit. Granát byl zjištěn pouze ve dvou vzorcích (14,0 % a 30,6 %), jinak je jeho zastoupení téměř nulové. Ačkoliv ve většině vzorků dominují apatity, vzájemné poměry mezi ultrastabilními minerály jsou u některých vzorků velmi nevyrovnané, u části vzorků dominuje turmalín nebo zirkon. Takovéto poměry odrážejí špatnou homogenizaci a vytržení přinášeného detritického materiálu. Např. v pískovcích „Rybičkové skály“ u Neslovic výrazně dominují zirkony (81,2 %), resp. euhedrální krystaly zirkonu, 1,5násobně převyšují oválné typy, což indikuje významné zastoupení kyselých až intermediálních magmatitů ve zdroji.

V rámci mapovacích prací na listech Oslavany a Veverská Bítýška byly na základě několika chemických analýz stručně charakterizovány pískovce vč. pojiva balinských slepenců (BURIÁNEK, ed. 2011, HRDLÍČKOVÁ, ed. 2014b). Arkóзовé pískovce (i pojivo balinských slepenců) obsahují velké množství klastů složených z plagioklasu, jehož chemické složení se blíží albitu. Poměry La/Th (1,8–2,5), Th/Sc (0,9–3,8) a Zr/Sc (8–73) u všech pískovců se většinou blíží hodnotám průměrné kontinentální kůry (TAYLOR a MCLENNAN 1985) a indikují významný přínos felzického materiálu (např. FLOYD a LEVERIDGE 1987). Také nízké poměry  $K_2O/Na_2O$  (0,3–1,0) dobře odráží vysoké zastoupení kyselého plagioklasu mezi klasty živce. Vysoké obsahy CaO (až 9 hm. %) v některých vzorcích pískovců jsou způsobeny lokálním výskytem karbonátů v pojivu (viz též PAVLÁTOVÁ 2011).

Původem psamitických sedimentů se zabývali MAŠTERA a NEHYBA (2011) v rámci širšího sedimentologického a paleogeografického studia. Nejprve prostudovali 8 vzorků z pískovců facie fluvialních koryt z oslavanského profilu. Řadí je k drobovitým pískovcům až lithickým drobám (výjimečně arkóзовé droby), strukturně nezralým, s proměnlivou zrnitostí a zaoblením klastů. Kromě různých typů křemene a živců, lištovitého muskovitu i klasického biotitu v nich byly zjištěny jemnozrné kvarcity (mylonity?), fylity, pararuly, prachovce a břidlice. Nápadnější jsou ojedinelá větší zrna vulkanického kryptokrystalického skla. Jako součást asociace průhledných TM se uplatňuje granát, rutil, turmalín, apatit, vzácněji sillimanit; výjimečně byl zjištěn cordierit. Klasty K-živců a plagioklasů jsou indikátorem omezeného chemického zvětvávání v provenienční oblasti (MAŠTERA a NEHYBA 2011).

Problematické fluvialních pískovců boskovické brázdý věnovali tito autoři další, mineralogicko-petrologickou studii, a to včetně širších úvah paleogeografických (NEHYBA *et al.* 2012). Poprvé byla také detailně studována i geochemie pískovců a v různých diagramech prezentována rozdílná zralost a provenience jednotlivých sedimentů.

Zevrubně bylo také studováno spektrum průsvitných těžkých minerálů. Z hlavních TM se vyskytuje granát, turmalín, rutil a zirkon. V bazálních červených klastikách dominuje granát (46,2 %) a zirkon (22 %), dále je uveden monazit, kyanit, rutil, turmalín, staurolit, apatit, zoisit, amfibol a „spinel“. V rosicko-oslavanském souvrství je hojný kyanit (62,4 %) a epidot (28,9 %) vedle rutilu, zirkonu (ojedinele až 78,9 %), staurolitu, turmalínu a spinelu. V padochovském souvrství převládá zirkon (22,3–41,0 %), granát (12,5–25,6 %), apatit (17,4–24,5 %) a kyanit (11,8–16,7 %) vedle rutilu, turmalínu, staurolitu, epidotu, monazitu, titanitu, spinelu, andaluzitu. V pískovci z rokytenských slepenců lze uvést zirkon (30,8–35,8 %), granát (15,6–54,6 %) a apatit (15,6 %), navíc rutil, zoisit, amfibol, kyanit, epidot, monazit, staurolit, andaluzit, titanit a spinel. Chemické složení granátů kolísá, nejvíce se uplatnila almandinová a pyrop-almandinová složka, rutil pochází na základě obsahu Zr nejspíše z metamorfítů granulitové facie. *Spinely mají vysoký obsah Cr (> 2500 ppm), jde tedy o chromity.* Rozdíly v asociacích těžkých minerálů odpovídají nejspíše změnám v přínosových směrech, než v postupné exhumaci provenienčních oblastí. Hojný granát a staurolit indikuje jako převládající zdroj svory (svratecké krystalinikum v okolí Oslavan). Pestrost složení granátů však nasvědčuje dalším zdrojům v širším okolí (ruly, granulity, vápenato-silikátové horniny, eklogity) nebo odráží redepozici starších sedimentů uložených v blízkosti boskovické brázdý (moravsko-slezské paleozoikum). Nižší obsah

apatitu ve stefánských sedimentech, na rozdíl od autunských, odráží patrně klimatickou změnu. Erozi a redepozici starších kulmských uloženin dokumentuje výskyt kulmských valounů v boskovické brázdě i srovnání složení granátů z drob drahanského kulmu.

Studované pískovce se vyznačují špatným vytríděním klastického materiálu, implikující krátký transport, rychlou sedimentaci, výraznější reliéf v provenientní oblasti a minimální roli chemického zvětrávání. Horniny odpovídají hlavně arkózám až drobám, v klastické složce se mj. uplatnilo argilitizované vulkanické sklo, včetně felsitických zrn a zrn s fluidální texturou, zlomky svorů, kulmských? břidlic, muskovit a biotit. Bylo prokázáno, že zdrojem klastického materiálu pískovců byly primární krystalinické horniny (zejména moravikum a nadložní moravská svorová zóna, částečně magmatity) spolu se sedimenty drahanského kulmu, přičemž lokální zdroj je typický pro bazální vývoj. Výsledky studia nijak nepodporují myšlenku pokračování boskovické brázdě dále k jihu, odkud jsou známy permokarbonské sedimenty např. od rakouského Zöbingu (MAŠTERA a NEHYBA 2011, NEHYBA *et al.* 2012).

Rozšířenou horninou v boskovické brázdě jsou též *aleuropelity* (jílovce, prachovce resp. jílovité břidlice), vždy poněkud písčité a nejrůznějších barev. O chemickém a mineralogickém složení těchto hornin je málo známo. Z jílových minerálů převládá illit nad kaolinitem, vzácně je přítomen i montmorillonit (JAROŠ a MALÝ 2001). Na vrstevních plochách obsahují uspořádané drobné šupinky muskovitu. Místy se vyskytují také pevné, světlé až nafialovělé laminované vápnité jílovce až slínovce (obr. 21). Bývají velmi často prostoupeny trhlinkami nejrůznějších směrů, jež jsou vyplněny bílým kalcitem. Tyto horniny permského stáří jsou hojnější hlavně v severnější části zájmové oblasti. Na jihu jsou známy např. od Polánky (AUGUSTA 1931, AUGUSTA a ČEPEK 1948).



Obr. 21. Vápnitý jílovec padochovského souvrství. Říčany u Brna (foto H. Giliková).

Fig. 21. Calcareous claystone of Padochov Formation. Říčany near Brno (foto H. Giliková).

V souvislosti s novým geologickým mapováním zatím jen stručně charakterizovali břidlice BURIÁNEK, ed. (2011) a HRDLÍČKOVÁ, ed. (2014b). Břidlice obsahují vysoký podíl jílových minerálů a také hojný klastický muskovit. Vyšší obsahy Mg v břidlicích mohou souviset s příměsí dolomitu, který dokonce místy tvoří až několik cm velké konkrece. Prachovitě a jílovitě břidlice vykazují relativně vysoký stupeň mineralogické a geochemické zralosti (především nízké poměry  $K_2O/Na_2O = 1,2-6,4$ ;  $Zr/Rb = 0,6-1,0$ ;  $Al_2O_3/Na_2O = 5-27$ ).

#### 4.3. Bituminózní sedimenty a uhlí

Zvláštní postavení mezi pelitickými horninami boskovické brázdy zauímají tmavošedé *jílovité horniny s organickou příměsí*.

Hojné jsou zejména „uhelné lupky“ doprovázející uhelné sloje, které v některých částech ložiska polohy uhlí po směru i úklonu zastupují a místy jsou bohaté flórou. V tmavých uhelných jílovcích v blízkosti III. a v nadloží I. sloje se také vyskytuje radioaktivní mineralizace (MALÝ a UHROVÁ 1980, 1983, JAKUBOVÁ 2011). HAVLENA (1964b) zmiňuje ve svrchní části rosicko-oslavanského souslojí také tzv. „kořenové jílovce“ (jde o jílovce s nakupením fosillizovaných kořenů rostlin – paleopůdy), které jsou nejspíše jen varietou uhelných jílovců nebo slínovců s písčitou příměsí (Havlena 1960a). Nově byly gamaspektrometricky zjištěny vysoké obsahy U (13–48 ppm), metodou XRF až 196 ppm U, v uhelných jílovcích a pískovcích (JAKUBOVÁ a LEICHMANN 2010, JAKUBOVÁ 2011). BURIÁNEK *et al.* (2013) uvádí chemickou analýzu uhelného lupku z výchozů spodního šedého souvrství nedaleko odvodňovací dědičné štoly. Charakteristické jsou poměrně vysoké obsahy Mo (22 ppm), As (87 ppm), U (63 ppm), Pb (36 ppm) a Zn (105 ppm).

Jiným typem jsou *bituminózní slínovce* až *jílovce*, tzv. „*hořlavé lupky*“ (německy Brandschiefer), vázané na několik výrazných, stratigraficky významných horizontů (obzorů). Obsahují hojně pozůstatky flóry a fauny (ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009) a proto je zaznamenali v profilech všichni autoři zabývající se sedimenty jižní části brázdy (např. HELMHACKER 1866, MAKOWSKI a RZEHAK 1883, AUGUSTA 1931, PEŠEK 2004). V zájmové oblasti jde o zbýšovský (oslavanský) a říčanský (rosický) horizont (obr. 22), v nejsevernějším cípu vystupuje ještě horizont chudčický. Z pohledu současného zájmu o „břidlicový plyn“ mohou tyto horniny představovat také zdrojové horniny kapalných a plynných uhlovodíků (BURIÁNEK, ed. 2011).

Bituminózní slínovce a jílovce vznikaly podle HAVLENY (1964a, b) v humidnějších periodách autunského klimatu, spojených s rozvojem flóry a fauny v prostředí jezer. V místech nerušených přínosem klastického materiálu se hromadil hlinokal a zvýšenou měrou sedimentovaly karbonáty. Proto vystupují v čočkovitých vrstvách, nepravidelně rozmístěných a neostře omezených vůči černým a zelenošedým pelitům. Chemické ani petrografické složení uvedených organicko-jílovitých sedimentů není známo. Jde o produkty velmi pomalé, pelagické až hemipelagické sedimentace v prostředí otevřeného jezera (MASTALERZ a NEHYBA 1997).





Obr. 22. Výchoz bituminózního říčanského horizontu. Rybičková skála u Neslovic (foto H. Gilíková).  
 Fig. 22. Outcrop of bituminous Říčany horizons. Rybičková skála near Neslovice (photo H. Gilíková).

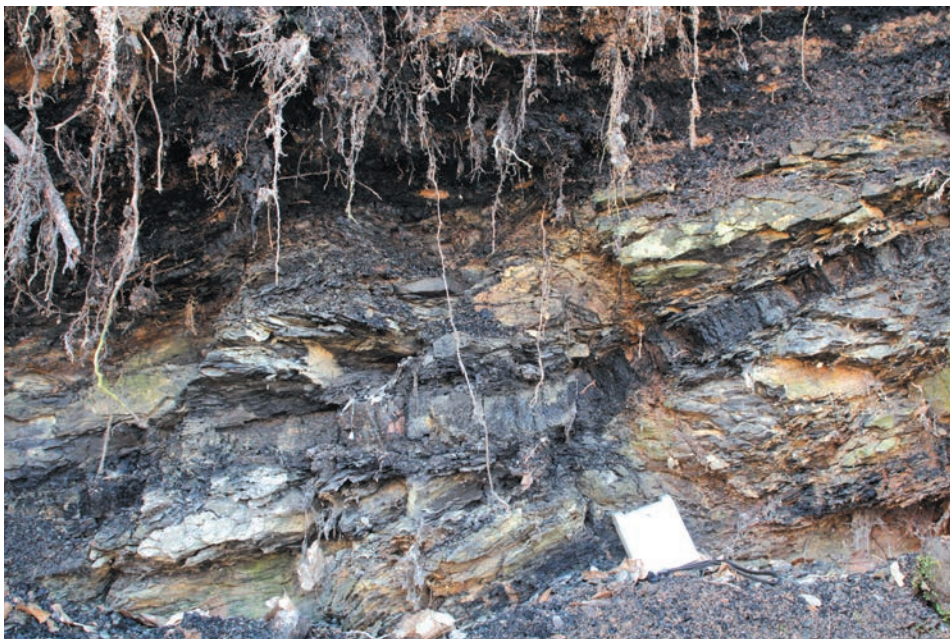
**Uhlí** rosicko-oslavanské pánve bylo charakterizováno spíše jen z technologického hlediska jako matně páskované, černouhelný metatyp s převahou vitrinitu, s nízkým podílem volatilních složek. Po petrografické stránce je popsán blíže BENEŠ *et al.* (1969). Autoři zdůraznili jeho velkou tektonickou porušenost (drobná až jemná frakce činila až 80 % těžby), nejvíce v I. sloji. Mikroskopicky se vedle vitrinitu uplatňuje inertinit, mikrinit a fusinit.

Uhlí je silně mineralizováno, zejména syngeneticky, ale též postgeneticky, hlavně pyritem, karbonáty, jílovými minerály, ojedinělý je křemen. Pyrit tvoří mikrokonkrece vzniklé částečně po fosilních mikroorganismech a je příčinou vysokého obsahu síry, nejvyššího z našich černých uhlí (BOUŠKA *et al.* 2000). Železem bohaté karbonáty se vyskytují s pyritem a jílovými minerály a kromě kongrecí vytvářejí i nápadnou síťovou mineralizaci. Sedimentační podmínky slojí tedy nebyly příliš příznivé, do pánve bylo nanášeno vyšší množství anorganických látek podmiňujících vysokou popelnatost. Mikrobiální rozklad probíhal v podmínkách chudých kyslíkem, přebytky Ca a Fe přispěly k tvorbě karbonátů a sulfidů.

Některé novější doplňující údaje o uhlí uvádějí JAROŠ a MALÝ (2001), PEŠEK (2004) a MALÝ *et al.* (2004).

Chemické složení uhlí bylo publikováno v práci PEŠKA *et al.* (2010). Tyto údaje ukazují na vysoké obsahy As (220 ppm) a poměrně vysoké jsou obsahy Cr (96 ppm), Ni (55 ppm) a Mo (48 ppm).

Významnější povrchové výchozy slojí jsou vytěženy nebo zasuceny (na levém břehu Oslavy v Oslavanech), přímému studiu jsou přístupné jen vzácné výchozy malých uhelných slojí, např. v Oslavanech-Havírně (obr. 23) nebo u Rakšic (obr. 30).



Obr. 23. Výchoz uhelné sloje na pravém břehu Balinky v Oslavanech-Havírně (foto J. Štelcl).

Fig. 23. Coal seams outcrop on the right bank of Balinka stream in Oslavany-Havírna (photo J. Štelcl).

#### 4.4. Vápence a pelokarbonáty

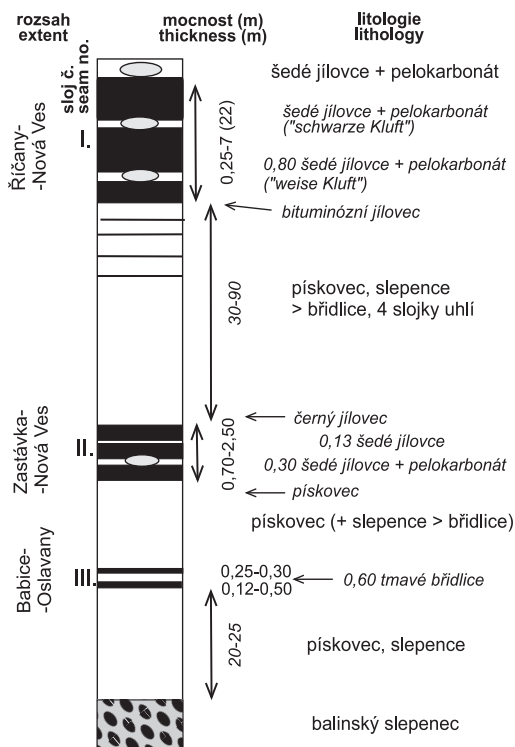
Údaje o výskytu *vápenců* v boskovické brázdě jsou starého data. Dvě samostatné polohy v profilu podél řeky Oslavy v Oslavanech zmiňují již MAKOWSKI a RZEHAK (1883), později je tam uvádí ZAPLETAL (1924). Nacházejí se v podloží zbýšovského bituminózního horizontu. O jejich složení není mnoho známo; jde o šedé vápence s asi 30 % jílovité složky (tato práce). O vápencích se zmiňuje i HAVLENA (1960), avšak bez bližší lokalizace. HAVLENA (1964b) zaznamenal slínovec až vápenec ve stropě I. sloje a JAROŠ a MALÝ (2001) uvádějí ve vápenci obsah karbonátů až 95 % (kalcit > dolomit, vzácně ankerit), zrna pyritu a markazitu, bohužel však bez jakékoliv lokalizace.

Charakteristickými horninami, ač objemově málo významnými, jsou tzv. *pelosiderity* (ve starší literatuře „*sférosiderity*“). Jde o *pelokarbonátové horniny* vázané převážně na proplástky a nadloží I. sloje (obr. 24). Mají šedou až černou barvu a bochníkovitý tvar; typickým znakem jsou četné kontrakční trhliny a dutiny (HELMHACKER 1867). Také MALÝ a UHROVÁ (1980) popisují pelokarbonátové konkrce v úrovni I. sloje; jejichž plošné rozšíření i četnost směrem k jihu narůstá. Složení karbonátů není většinou známo, starší literatura zmiňuje siderit (BURKART 1953) a ŠIMŮNEK a MARTÍNEK (2009) jej uvádějí také z I. bituminózního horizontu (zbýšovského), ve všech případech bez chemických analýz (srov. HOUZAR a HRŠELOVÁ 2016). Z velké části je však v pelokarbonátech zastoupen kalcit a místy též dolomit, nezřídka je běžná také bitumenní složka. Na trhlinách vykrystalizovala řada minerálů (kalcit, dolomit, křemen, pyrit, sádrovec), dutiny někdy vyplňuje hatchettin a tekuté uhlovodíky (BURKART 1953, HOUZAR a HRŠELOVÁ 2016, HOUZAR 2017).



Obr. 24. Vztah pelokarbonátů k uhelným slojím rosičko-oslavanského souvrství (podle údajů AUGUSTA 1933).

Fig. 24. Pelocarbonates - coal seams relation in Rosice Formation (according to the AUGUSTA 1933).



Pelokarbonátové až karbonátové horniny vystupují rovněž v padochovském souvrství. Mezi jednotlivými pískovcovými lavicemi se nacházejí polohy laminovaných, čeřinovitě zvrstvených prachovců a jílovců, místy obsahují až několik dm velké oválné pelokarbonátové konkrce, které skládají xenomorfní zrna dolomitu o velikosti kolem 0,03–0,05 mm. Konkrce obsahují malé množství klastické příměsi jako je muskovit a křemen. Místy jsou konkrce proráženy až několik mm mocnými karbonátovými žilkami. Převažují v nich oscilačně zonální krystaly dolomitu a pouze dutiny ve střední části žilek vyplňuje kalcit (BURJÁNEK, ed. 2011, HOUZAR a HRŠELOVÁ 2016).

#### 4.5. Subvulkanické a vulkanoklastické horniny

Magmatické horniny byly po dlouhou dobu v jižní části boskovické brázdy pokládány za velmi vzácné. První zmínka o žíle „mandlovcového afanitu“ pochází až od GARTNERA (1924). Tato žíla, známá z výchozu v malém údolíčku s. od elektrárny v Oslavanech, diskordantně proráží ve směru SSZ-JJV spodnopermské souvrství slídnatých arkóзовých pískovců a jílovitých břidlic, které jsou na kontaktu tepelně metamorfované (obr. 25). ZAPLETAL (1925) ji označil jako *bezkrémenný keratofyr s albitem*. Další výskyty popsali ZAPLETAL a LOCKER (1930) a ZAPLETAL (1931), který stručně petrograficky charakterizuje „keratofyry“ z různých horizontů dolu Kukla v Oslavanech. Kromě křemene a živců obsahují muskovit a biotit, lokálně pyrit a uhlikaté látky. Ojedinelé jsou náznaky fluidální textury a ofitické struktury. Lokálně obsahují četné mandle vyplněné kalcitem, vzácněji křemenem. Jsou silně alterované, chloritizované a proniknuty žilkami pyritu.



Obr. 25. Žila subalkalického dacitu severně od bývalé elektrárny v Oslavanech (foto H. Gilíková).  
 Fig. 25. Subalkali-dacite dyke north of the former power station in Oslavany (photo by H. Gilíková).

PŘICHYSTAL (1993) podal mj. přehled výskytů magmatických hornin v boskovické brázdě, oslavanskou žílu pokládá za *subalkalický dacit*. Dvě nově objevené pravé žíly magmatických hornin o mocnosti 0,5 m a 3 m, prorážejí rokytenské slepence permského stáří ve směru SSV-JJZ, s příkrým sklonem k ZSZ a VJV v okolí Budkovic. Obě horniny mají mandlovcovou texturu, s mandlemi vyplněnými kalcitem, základní hmota má zřetelně subparalelní trachytickou strukturu s vyrostlicemi albitu. Podobají se žilám od Oslavan: složením jde o *bazaltické andezity* až *trachyandezity* (PŘICHYSTAL 1994). Bazické subvulkanické žíly mají alkalicko-vápenatý charakter a svým chemickým složením indikují vznik v podmínkách vnitrodeskového extenzního geotektonického prostředí (BURIÁNEK 2013). Bazické horniny jsou výrazně postiženy sekundárními přeměnami, které proběhly za vysoké aktivity hydrotermálních fluid při teplotě kolem 100 °C (KRATINOVÁ 2007).

Kromě subvulkanických hornin tvořících zřetelné pravé žíly s kontaktními účinky na okolní sedimenty jsou z permokarbonu v blízkosti uhelných slojí udávány „ložní žíly keratofyrů“ (mocnost 55–180 cm) na přechodu mezi spodním šedým a středním červenohnědým rosicko-oslavanským souvrstvím. Jde o tři žíly z dolu Kukla (tehdy Nosek, XI. patro), jednu z dolu Antonín (80 m, resp. 54 m nad I. slojí) a dvě z dolů Ferdinand a Julius (MALÝ 1968). Bývají někdy zčásti označovány též jako tufogenní sedimenty (KRÁLÍK a MALÝ 1987, Malý a UHROVÁ 1989, PŘICHYSTAL 1993) nebo jako oligoklasity (MALÝ 1968, 1993, MALÝ a JAROS 2001). Jsou velmi jemnozrné, (velikost zrna do 0,02 mm), hrubnou a tmavnou směrem ke kontaktu a někdy obsahují xenolity rohovcového charakteru. Mají stejnoměrně zrnitou strukturu a jsou složené z anhedrálních zrn oligoklasu a křemene; ojediněle je chloritizovaný biotit, karbonát, žilky anhydritu, apatit a zirkon. Parciální analýza

poskytla 65,51 %  $\text{SiO}_2$ , 11,95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 7,20 %  $\text{CaO}$  5,78 %  $\text{Na}_2\text{O}$ , 0,56 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a 0,18 %  $\text{K}_2\text{O}$  (J. STAŇKOVÁ in MALÝ 1958).

Mikroskopicky velmi jemnozrnná základní hmota je na základě rentgenometrického studia tvořena převážně jílovými minerály (illit a montmorillonit, kaolinit), křemenem, a plagioklasem, méně je zastoupen chlorit a muskovit, mikrokonkrece sideritu, anhydrit a sádrovec. Horniny jsou popisovány jako argilitizované tufogenní sedimenty, které mikroskopicky často připomínají „jílovce až prachovce s uhelnou příměsí“ (KRÁLÍK a MALÝ 1987). Geochemie těchto hornin není známa a některé, uvedenými autory popisované znaky dokonce nevylučují, že může jít o sedimenty s evaporitickou příměsí.

MALÝ (1968) zmiňuje také výchoz „keratofyru“ na levém břehu Neslovického potoka, východně od jeho soutoku s Balinkou (pozn.: *vzhledem k lokalizaci „na levém břehu N. potoka“ patří správně asi „západně“*), v souvrství červených pískovců a prachovců. Ve zmíněném místě, zjz. od Padochova nedaleko bývalé jámy Charlotta, vychází nově zdokumentovaná vulkanoklastická hornina (BURIÁNEK, ed. 2011). Jde o jemnozrnnou masivní horninu odpovídající **alkalicko-živcovému ryolitu** místy s náznakem fluidální textury a zčásti o popelovitá vulkanoklastika s litoklasty, vystupující v mocnější poloze 40–85 m nad I. slojí v „šedých“ sedimentech (obr. 26). Je složena z křemene, hojného albitu, muskovitu, s příměsí hematitu. Vysoký podíl albitu je přičítán postvulkanické albitizaci (JIRÁSEK *et al.*, 2017), datování zirkonu poskytlo údaje odpovídající hranici karbon-perm (OPLUŠTIL *et al.*, 2017).



Obr. 26. Výchoz vulkanoklastické horniny při hranici karbon-perm jižně od Padochova u Neslovického potoka (foto H. Gilíková).

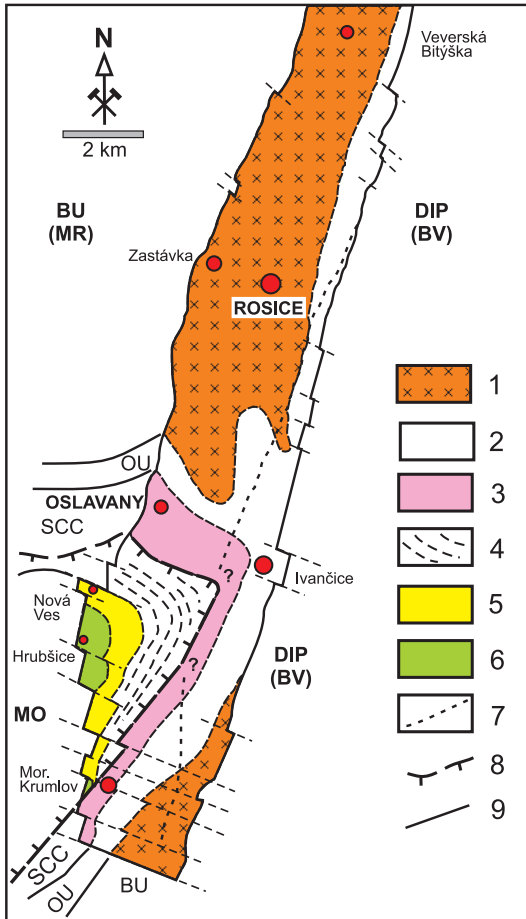
Fig. 26. Outcrop of volcaniclastic rocks near the Permian-Carboniferous boundary south of Padochov along Neslovice stream (photo by H. Gilíková).



## 5. DISKUSE

### 5.1. Problematika podložních jednotek boskovické brázd

Podloží jižní části boskovické brázd se stalo předmětem výzkumu až na počátku šedesátých let 20. století, kdy bylo dosaženo důlními díly a vrtnými pracemi (MALÝ 1961b, 1966b, PEŠEK 2004). Zajímavé bylo zjištění výrazného přetočení foliací a kontaktů různých hornin západomoravského krystalinika a to ze směrů SV-JZ (s úklony k JV) vymapovaných na povrchu za západním okrajem brázd, až do směru SSV-JJZ (úklony k Z a ZSZ) v podloží. Horniny moravika vždy zapadají pod svratecké krystalinikum a to dále pod moldanubikum (obr. 27). Směrem do hloubky dochází také ke stáčení některých zlomů ze směru přibližně Z-V na povrchu až do směrů SZ-JV až SSV-JJZ (MALÝ 1962b). Petrologie hornin krystalinika v podloží brázd nebyla studována, pouze MALÝ (1962, 1966b) stručně charakterizuje různé typy bitešských ortorul; popsal také výchoz čučicko-oslavanského grafitového ložiska (MALÝ 1959b, 1972b). Krystalinikum přiléhající na západě k okraji pozdější boskovické brázd, ač mohlo být relativně zarovnáno transgresí spodnokarbonského moře, nebylo rozhodně zcela peneplenizovaným terénem. Výškové rozdíly zapříčiňova-



Obr. 27. Podloží jižní části boskovické brázd (JAROŠ a MALÝ 2001, PEŠEK 2004).  
1 - bitešská jednotka; 2 - olešnická jednotka; 3 - svratecké krystalinikum (moravská svorová zóna); 4 - biotitické pararuly; 5 - granulity; 6 - serpentinity; 7 - hranice kulmských sedimentů na západě; 8 - tektonická linie moldanubického nasunutí; 9 - hranice jednotek.

Fig. 27. Basement in the southern part of the Boskovice Graben (JAROŠ and MALÝ 2001, PEŠEK 2004).

1 - Biteš unit; 2 - Olešnice unit; 3 - Svratka Crystalline Complex (Moravian mica schist zone); 4 - biotite gneisses; 5 - granulites; 6 - serpentinites; 7 - boundary of Culmian sediments in the west; 8 - tectonic line Moldanubian overthrust; 9 - border of units.

Jednotky západomoravského krystalinika/ geological units of the West-Moravian crystalline complexes: BU (MR) - bitešská jednotka, moravikum - Biteš Unit, Moravicum; OU - olešnická jednotka, Olešnice Unit; SCC - svratecké krystalinikum, Svratka Crystalline Complex; MO - moldanubikum, Moldanubian Zone; DIP (BV) - dyjsko-ivančický pluton (brunovistulikum), Thaya-Ivančice Pluton (Brunovistulicum).

la nestejná odolnost hornin vůči zvětrávání v humidním karbonském klimatu, ale i tektonické pohyby. Ve stadiu postupného vytváření sedimentačního prostoru jižní části boskovické brázdy jsou také doloženy tektonické pohyby ve vertikálním i horizontálním směru. Zejména MALÝ (1979, 1988, 1992) upozornil, na základě výzkumu reliéfu podloží uhlonosného souvrství, na průběžné ožívování starších tektonických linií a vznik elevací v podložních bitešských rulách, které našly svůj odraz ve variabilním vývoji stefanských sedimentů.

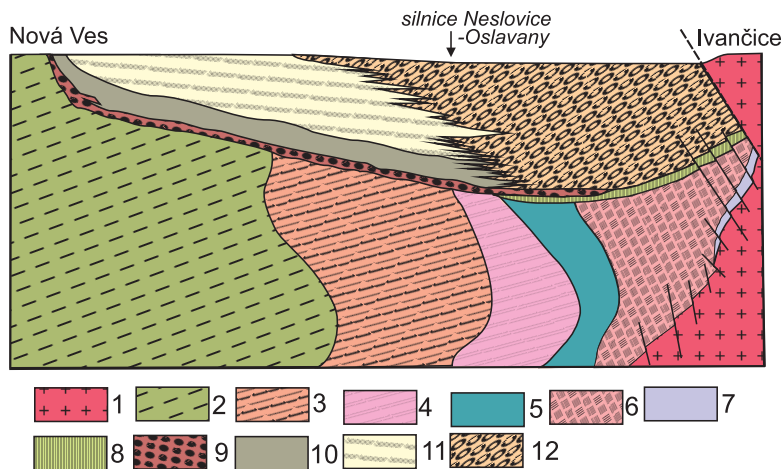
Závažnou roli při sedimentaci permokarbonské sevrálo např. východní pokračování „třebíčského zlomu“ v prostoru severně od dolu Antonín ve Zbýšově ovlivňující zásadně sedimentaci brekcii vs. slepenců, rozštěpení slojí, lávkový vývoj I. sloje. Tato linie představuje také severní omezení výskytu valounů drob a podobně vymizení výše zmíněných červených klastik (devonských?) v balinských slepencích.

Poněkud záhadnou zůstává vícekrát MALÝM (1979, 1993 aj.) zmiňovaná a geofyzikálně zjištěná „bazická elevace“ v podloží brázdy mezi brněnským masivem a moldanubikem, kde se má prostupovat dioritová metabazitová zóna brněnského plutonu s moldanubickými ultrabaziky a která ovlivnila jižní pokračování uhlonosného karbonu.

Současné regionálně-geologické koncepce předkládají rozsáhlý variský násun moldanubika na moravikum (CHÁB *et al.* 2008 aj.). Jeho horniny by měly tedy dominovat v bazálních balinských slepencích. Že tomu tak není, svědčí o denudaci moldanubického příkrovu přibližně na dnešní výškovou úroveň už před vznikem těchto slepenců. Na severu byl obdobně omezen rozsah bitešské ortoruly a odkryty podložní („vnitřní“ fylity, včetně devonských klastik a vápenců) v jejich tektonickém podloží.

Mapy podloží permokarbonské zobrazují v jihovýchodní části boskovické brázdy výskyt údajně spodnokarbonských (kulmských), zčásti i devonských sedimentů (MALÝ 1966a, b, MALÝ 1979). Kulmské sedimenty mají podle publikovaných profilů (MALÝ 1993) tvořit podloží rokytenských slepenců a zasahovat směrem k západu přes kontakty bitešských rul a olešnické jednotky až téměř do „moravské svorové zóny“ (svrateckého krystalinika) nebo dokonce do nadloží moldanubika (obr. 28). Přes závažnost tohoto zjištění (denudace západomoravského krystalinika zhruba do dnešní úrovně a tektonický kontakt jednotlivých sub-jednotek by musely být starší než zmíněné kulmské sedimenty!) nebyla nikdy publikována petrografická charakteristika těchto sedimentů (označují se jako kulmské droby). Není známo ani jejich stáří či bližší geologická pozice (transgresivní nebo tektonický kontakt se západomoravským krystalinikem?). Po uzavření dolů v oblasti nezbyvá než doufat, že detailnější informace o tomto podložním spodním karbonu existují někde v archivním materiálu a že se k nim zachovala příslušná vrtná jádra, jinak jsou tyto závažné informace nenávratně ztraceny.





Obr. 28. Profil boskovickou brázdou v linii Nová Ves-Ivančice (upraveno podle MALÝ 1993).

1 - dyjsko-ivančický pluton; 2 - moldanubikum (gföhlská jednotka); 3 - biotitické pararuly moldanubika (pestrá jednotka); 4 - ruly, migmatity a svory svrateckého krystalinika; 5 - olešnická jednotka; 6 - bítešská rula; 7 - fylity („vnitřní“?); 8 - sedimenty kulmu; 9 - balínské slepence; 10 - rosicko-oslavanské souvrství; 11 - padochovské souvrství; 12 - rokytnské slepence.

Fig. 28. The cross-section throught Boskovice graben in linie Nová Ves-Ivančice (adapted from MALÝ 1993).

1 - Dyje-Ivančice pluton; 2 - moldanubicum (Gföhl unit); 3 - biotite gneisses of moldanubian varied unit; 4 - gneiss, mica schist and migmatites of Svatka Crystalline complex; 5 - Olešnice unit; 6 - Bítešská rula; 7 - phyllite (“internal”?); 8 - Culmian sediments; 9 - Balínka conglomerates; 10 - Rosice-Oslavany Formation; 11 - Padochov Formation; 12 - Rokytná conglomerates.

## 5.2. Provenience materiálu permokarbonských klastických sedimentů

Většinu hornin zastoupených ve valounovém materiálu lze srovnat s horninami dnes zjištěnými ve výchozech v okolí. V případě balínských a oslavských slepenců z toho vyplývá přínos materiálu z moravika a moldanubika. Ve zdrojové oblasti musely být zastoupeny hlavně okaté bítešské ruly, dvojslídne a biotitické ruly, svory, na jihu polohy kulmských drob, které obsahovaly méně mocné vložky slepenců a prachovců, lokálně byly přítomny i vápence a pískovce devonského stáří. Horniny svorové zóny měly větší rozšíření (dvojslídne ruly, svory), zatímco granulity či ultrabazika byly v podloží rul - tomu odpovídá i asociace těžkých minerálů. Podle materiálu balínských slepenců, kde materiál moldanubika dominuje pouze v drobnější frakci, poskytovaly moldanubické horniny, až na výjimky, pouze hluboce navětralý detrit. Horniny moravika a přilehlého svrateckého krystalinika reprezentují naopak relativně čerstvé bítešské ruly, fylity, migmatity s muskovitem a svory (HOUZAR 1981, tato práce).

V okolí Oslavan je důležitá přítomnost drob a prachovců v bazálních polohách balínských slepenců a předpokládá se tudíž výskyt těchto sedimentů na západ od boskovické brázd v době sedimentace (JAROŠ 1964). Slepence u Oslavan jeví lepší vyřídění, dokonalejší zaoblení a přednostní orientaci - z toho plyne delší transport, zvýšený podíl pojiva /valounů (valouny z okatých a dvojslídnych rul, drob, vzácně pak fylity, svory a křemen). Petrografický charakter hornin ve valounové složce balínských a oslavských slepenců, asociace TM, morfologie a orientace valounů svědčí o provenienci klastického materiálu převážně na jihozápadě až jihu a na západě (obr. 29). Detailnější řešení provenience klastického materiálu těchto slepenců je komplikováno výskytem analogických krystalinických hornin jak na západě, tak i jižně od stávajícího sedimentačního prostoru boskovické brázd. Nedořešenou otázkou je i předpokládané „stěhování“ sedimentace generelně od jihu k severu, kdy lze důvodně uvažovat i o redepozici starších sedimentů.

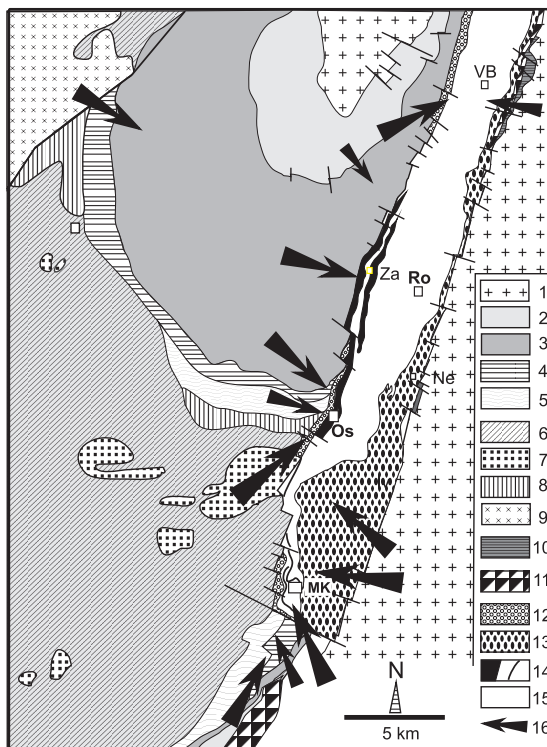
V případě rokytenských slepenců byl zdrojem klastického materiálu paleozoický sedimentární pokryv přilehlého dyjsko-ivančického plutonu na východě. Na jihu byl patrně rovněž významný původ klastické složky na jihovýchodě, v oblasti brunovistulika na jeho styku s moravikem dyjské klenby.

Obr. 29. Směry transportu klastického materiálu slepenců (upraveno podle HOUZAR 1981).

Vysvětlivky 1-15 viz obr. 2; 16 = směry transportu klastického materiálu.

Fig. 29. The transport directions of clastic material of conglomerates (modified from HOUZAR 1981).

See fig. 2 for explanations 1-15; 16 = transport directions of clastic material.



Směry transportu, založené na orientaci valounů ve slepencích a zmenšování velikosti valounů v určitých směrech (HOUZAR 1981) ukazují hlavně na přínos od JV a JZ, jen úzký pruh klastik, zejména krátce transportovaných brekcií, při západním a východním okraji brázdy má nepochybně zdroj v přilehlém krystaliniku (bítešské ruly v balinském slepenci), resp. přilehlých, dnes již denudovaných paleozoických sedimentech na východě (rokytenský slepenc).

### 5.3. Vznik a vývoj sedimentů

Za hlavní řídicí faktory depozice v této pánvi jsou považovány jak procesy tektonické (SZ–JV extenze, reaktivace hlavního/okrajového zlomu pánve spojená s horizontálními posuny), tak i klimatické – celkový generální trend aridizace klimatu od tropického humidního klimatu ve svrchním karbonu až k semi-aridnímu klimatu ve spodním permu, s řadou dílčích klimatických fluktuací (MIKULÁŠ a MARTÍNEK 2006, ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009).

Rozmístění litofacií a směry transportu jsou v kontinentálních extenzních pánvích typů grabenů či halfgrabenů výrazně ovlivněny sklonem dna pánve (BRIDGE a LEEDER 1979, ALEXANDER *et al.* 1994, MACKAY a BRIDGE 1995, MACK a LEEDER 1999, GAWTHORPE a LEEDER 2000, PEAKAL *et al.* 2000, GAWTHORPE *et al.* 2003). Tato situace může být modifikována petrografickou variabilitou zdrojové oblasti, postupným vývojem zlomů, chováním jednotlivých bloků či vývojem říční sítě (LEEDER a JACKSON 1993, MACK a STOUT 2005). Pro depoziční architekturu pánve i rozmístění depozičních prostředí je důležitý zejména vztah boč-

ního/laterálního a osního/podélného transportu materiálu. Boční/laterální transport je obecně spojován se sedimentací aluviálních kuželů. Především existence podélného/osního transportu (spojená s fluviálním systémem) je v těchto pánvích doprovázena výraznou redistribucí sedimentů. Pozice říčního toku obvykle odráží topograficky nejnižší části sedimentární pánve, což v tomto typu pánvi bývá v zóně maximální subsidence poblíž podložního bloku.

Výrazně asymetrická distribuce sedimentárních facií kontinentálních sedimentů je jedním z charakteristických rysů boskovické brázdy, která se projevuje především v odlišnosti východního a západního křídla pánve. Počátek depozice v sedimentární pánvi je spojován s uložením sedimentárních brekcií a slepenců, které jsou podél západního okraje pánve označovány jako balinské slepence. Tyto tvoří bazální člen nejnižší litostratigrafické jednotky západního křídla pánve stáří stephan C. Sedimentace bazálního spodního červenohnědého souvrství (podloží uhelných slojí) je spojována s aluviální a fluviální sedimentací (JAROŠ a MALÝ 2001). Pro balinské slepence lze oprávněně uvažovat o sedimentaci v rámci aluviálních kuželů, které částečně pokrývaly generálně k ose pánve ukloněný povrch nadložní kry. Petromikni/polymiktní charakter slepenců ukazuje na relativně rozsáhlou zdrojovou oblast. Diskontinuitní výskyt balinských slepenců odráží lokální (morfoloogickou?) podmíněnost jejich vývoje. Relativně malou mocnost balinských slepenců (ve srovnání s další výplní pánve) lze spojit s relativně malým sklonem nadložní (západní) kry boskovické brázdy, a také následným vývojem sedimentace v depoziční pánvi.

Nadložní sedimenty spodního červenohnědého souvrství (JAROŠ a MALÝ 2001) s podřízenými balinskými slepenci lze na základě hodnocení odkryvů v oblasti Oslavan interpretovat jako fluviální sedimenty, spíše s divočicím fluviálním stylem. Tyto sedimenty jsou již poměrně stálé v rámci západního křídla boskovické brázdy (na rozdíl od bazálních balinských slepenců). Jejich sedimentace překryla lokální tělesa aluviálních kuželů a pokryla značnou část nadložní kry. Tyto sedimenty mají pak spíše charakter osní výplně pánve. Přejít do sedimentárního sledu do nadložního rosicko-oslavanského souvrství (stephan C - spodní autun s uhelnými slojemi (ŠIMŮNEK a MARTÍNEK 2009, ŠTAMBERK *et al.* 2008) pak odrážejí fluviální sedimentaci s anastomozujícím (MASTALERZ a NEHYBA 1992) až meandrujícím fluviálním stylem s výraznou rolí mimobřežních sedimentů, a také jezerní sedimentaci.

Rokytnské slepence a brekcie dokládají významnou synsedimentární aktivitu, neboť se ukládaly při úpatí zvedajícího se brněnského masivu. Jsou tradičně spojovány s depozičním prostředím aluviálních kuželů (přivalových úlomkových proudů, jejichž sedimentace byla pravděpodobně často přerušována; JAROŠ 1962), přičemž lze petrograficky vyčlenit existenci několika kuželů. Jednotlivé kužely zasahují rozdílně směrem do centra pánve. Zdrojovou oblastí rokytnských slepenců jsou geologické jednotky ležící východně od pánve.

#### 5.4. Otázka výskytu uhlí při jižním a severním ukončení rosicko-oslavanské pánve

Všeobecně je akceptován nejnižší výskyt uhelných slojí u Nové Vsi, kde dolovalo Svatotrojické těžařstvo (PLCHOVÁ 2002), avšak dále na jihu, ve výchozu cca 1 km západně od Rakšic (u hráze rybníka za budovou rybářského spolku) vystupuje v šedých pískovcích v nadloží bazálního balinského slepence uhelná slojka (obr. 30) o mocnosti 5–10 cm (tato práce, srov. též AUGUSTA a ČEPEK 1948, JAROŠ 1960). Zmíněná JAROŠOVA (1962) mapka uvádí 0,5 km na východ odtud v nivě při soutoku Dobřínského potoka a Rokytné šachtici a j.jv. od ní dvě kutací štolky (na obou březích Rokytné, obr. 5).

O pokusech a výsledcích kutání na uhlí v permokarbonu u Moravského Krumlova nejsou v literatuře takřka žádné zprávy. Vlastivědná práce UGWITZE (1883) uvádí pro okolí Moravského Krumlova a 80. léta 19. století: „*Jelikož v okolí vyskytuje se kamenné uhlí, v těch letech na Pindulce, pod „Kamenným“ lomem, ve Vrabčím hájku“ u Rakšic a jinde činěny pokusy, zdalíž nemohlo by se zde vydatně doložiti; než upuštěno od dalšího podniku, ony vrstvy kamenu-uhelné prý jsou nepatrné.*“ Zmíněný „Vrabčí hájek“ odpovídá Jarošově mapce. Uváděná „Pindulka“ leží na jv. okraji obce Polánka a pod ní jsou na levém břehu Rokytné zachovány menší odvaly od zcela aplanované štolky, s četnými úlomky uhelných jílovců (tato práce, obr. 31).





Obr. 30. Slojka uhlí v šedočerné břidlici. Rakšice u Moravského Krumlova (foto P. Hršelová).

Fig. 30. Small coal seam in grey-black shale. Rakšice near Moravský Krumlov (photo P. Hršelová).



Obr. 31. Odvaly zavalené štoly po těžbě uhlí u řeky Rokytné. Severovýchodně od Moravského Krumlova (foto J. Štelcl).

Fig. 31. Spoil-heaps of disappeared adit after coal mining near Rokytná River, NE from Moravský Krumlov (photo J. Štelcl).

Šedočerné „bituminózní“ jílovce až slínovce jsou v blízkosti Moravského Krumlova na základě fosilií (IVANOV 2003, appendix č. 20) zařazovány do spodního permu (tzv. zbýšovský obzor, JAROŠ a MALÝ 2001). Otázkou je, zda se tento údaj týká také zmíněných, petrograficky poněkud odlišných vrstev s uhlím a uhelnými jílovci až pískovci. Proto by zjištění stáří rakšického uhlí, uloženého bezprostředně nad bazálními balinskými slepenci, petrograficky odpovídajícími slepencům v podloží uhlonosného karbonu u Oslavan (tato práce), mělo důležitý význam pro diskusi stáří a vývoje této části boskovické brázdy.

Podobná je situace na severu, severozápadně od Řičan u Brna, kde se pod vrchem Kalichný rovněž uskutečnily kutací pokusy na uhlí. Poloha slínovců a jílovců, průměrně 3–4 m mocná, doprovázena jednou až dvěma lavicemi pelokarbonátů, tu obsahovala *slabou polohu nečistého uhlí*, lemovanou uhelnými jílovci. SUESS (1907) se domníval, že zdejší výskyt náleží k bituminóznímu oslavanskému (= zbýšovskému) horizontu. JAROŠ (1962) zde při mapování nalezl jen úlomky pelokarbonátu.

Revize lokality v současnosti (tato práce) však odpovídá spíše pokračování rosicko-oslavanského souvrství do těchto míst (srov. obr. 10), jak předpokládal MALÝ (1973). Přestože je ústí tamní kutací štoly již málo znatelné, na odvalu před ní byly zastíženy šedočerně zbarvené sedimenty a to slídnaté pískovce a křemenem bohaté drobnozrné slepence vedle stejně zbarvených břidlic a plasticky silně deformovaných vápnitých jílovců. V blízkém okolí zaniklé štoly vystupují žlutohnědé pískovce a slepence a nad nimi červenohnědě zbarvené pískovce a břidlice. Tento komplex spočívá bezprostředně na bazálních balinských pískovcích, které tu tektonicky, příkrým zlomem, hraničí s bitešskými rulami.

Fosiliferní bituminózní slínovce s autunskou flórou se vyskytují jednak několik set metrů východněji při západním okraji Řičan (??? zbýšovský horizont) a asi 2 km východně odtud mezi Řičany a Ostrovačicemi (říčanský horizont), obě lokality jsou však dnes zaniklé (IVANOV 2003).

Za zmínku stojí, že zbýšovský ani říčanský bituminózní horizont tmavých vápnitých fosiliferních slínovců v typickém vývoji u Oslavan, Zbýšova, Zastávky a Neslovic neobsahují šedé slepence, slídnaté černé pískovce ani uhelné slojky.

### 5.5. Původní rozsah permokarbonu

Na původní rozsah permokarbonu neexistuje mezi badateli jednotný názor. Starší autoři předpokládali vesměs rozsah, který se příliš neodlišoval od dnešní úrovně. Poněkud odlišné bylo tehdy pojetí SUESSE (1907), který předpokládal větší rozšíření permokarbonu východním směrem s tím, že toto pokračování bylo později denudováno. Minimálně v severní části boskovické brázdy (mimo zájmovou oblast) současného rozsahu dosáhly sedimenty brázdy už před křídou, která leží v jejich nadloží. Ani HAVLENA (1964a, b) a HAVLENA a PEŠEK (1980) nepředpokládali pro jižní část brázdy výrazněji větší zasahování směrem k západu a východu. Naopak častá byla představa o pokračování boskovické brázdy směrem k jihu podél východního (diendorfského) zlomu, což podporuje výskyt slepenců u Mirosloví (JAROŠ in KALÁŠEK *et al.* 1963). Její kdysi uvažované propojení s permskými sedimenty u rakouského Zöbingu (např. JAROŠ a MÍŠAŘ 1967) novější výzkumy zpochybňují (NEHYBA *et al.* 2012).

Jako spekulativní se v současnosti jeví představy MALÉHO a UHROVÉ (1980) o pokračování *svrchnokarbonických* sedimentů k SZ podél náměštské dislokace. Pro uvedené závěry nebyl dosud snesen dostatek důkazů. Jeden z nich, výskyt uranem obohacených sedimentů v rosicko-oslavanském souvrství, kdy zdroj U měl ležet v oblasti jasenického uranového ložiska (u Náměště nad Oslavou), je neprůkazný – uranové zrudnění v této části moldanubika je pravděpodobně mladší než svrchní karbon (KŘÍBEK *et al.* 2009). Naopak to měla být migrující salinní fluida vázaná na permokarbon boskovické brázdy, která měla významně přispět k redistribuci uranu z moldanubických hornin a ke vzniku ložisek uranu v přilehlém západomoravském krystaliniku (KŘÍBEK a ŽÁK 2005). Na základě profilu v linii Babice–Tetčice (geofyzikální metoda Vibroseis) byl vysloven předpoklad o vývoji uhlo-



nosného stefanu v celé šíři Boskovické brázdy; hlubinná prognózní hranice byla stanovena na -1400 m (ŠTELCL *et al.* 1983).

Poněkud reálněji se jeví možnost (*severo*)západního rozšíření permských klastik, a to zejména vzhledem k velkým mocnostem permu v boskovické brázdě, min. 3 000 m (JAROŠ a MALÝ 2001). Zatímco Havlena a PEŠEK (1980) nepředpokládají přesah delší než několik km, naopak MALÝ a UHROVÁ (1980, 1985, 1989) uvažují dokonce o propojení permu boskovické brázdy s oblastí dnešních reliktních limnického permu blanické (a jihlavské) brázdy daleko na západ (srov. obr. 1). Provenienci části klastického materiálu v oblasti třebičského plutonu (obr. 29) by mohly dokazovat zmíněné nálezy krystalů draselných živců a klastického, jen málo zvětralého biotitu v arkózových pískovcích až arkózách – pokud ovšem nepocházejí z bližších (dosud neobjevených) výskytů granitových porfyrů nebo vulkanitů. TOMEK *et al.* (1994) se domnívají, že vyklenutí svratecké klenby moravika je permského stáří, což by mělo jistě vliv na zdroj klastického materiálu a charakter permských sedimentů brázdy.

### 5.6. Doporučení pro další výzkum

- pokračovat v detailním mineralogicko-petrografickém výzkumu klastik a prostudovat geochemii a genezi pelitických, bituminózních a karbonátových hornin (včetně zodpovězení otázky možných výskytů evaporitů, řešit klastický vs. diagenetický původ některých slíd apod.).
- provést podrobnější výzkum valounové složky a složení některých typických hornin (droby balinských vs. rokytenských slepenců) a porovnat těžké minerály balinských slepenců z různých stratigrafických úrovní.
- z hlediska zjištění proveniencie klastického materiálu prostudovat draselné živce a biotity slepenců a arkóz a porovnat je s minerály durbachitů třebičského plutonu, některých migmatitů svrateckého krystalinika a bitešských ortorul.
- detailně petrograficky a geochemicky prozkoumat hranici karbon–perm na výchozech v údolí Balinky v blízkosti výchozu vulkanoklastických hornin.
- stanovit stáří některých fosiliferních a vulkanoklastických horizontů, např. uhelné slojky u Rakšic a na Kaličném u Řičan.
- sledovat příležitostně odkryvy, zejména v západní části brázdy, odebrat a deponovat vzorky hornin vhodných pro moderní petrografické, geochemické a paleontologické studium.
- zjistit jak bylo vyčleněno veverskobítyšské souvrství, důvod vyčlenění, hranici lépe podložit petrograficky a paleontologicky (pozn.: *flóra ze stropu padochovského souvrství, resp. říčanského obzoru, má stejný ráz jako flóra v chudčickém obzoru veverskobítyšského souvrství v oblasti u Veverské Bítýšky; ŠIMŮNEK et al. 2017*).

## 6. ZÁVĚR

Předložený přehled výzkumu geologie a petrografie boskovické brázdy shrnuje dosažené poznatky získané během cca 150 let výzkumů a upozorňuje na některé nedořešené problémy, které mohou inspirovat novou generaci badatelů. Z nejdůležitějších výsledků dlouhodobého zkoumání uvádíme:

Sedimentace v jižní části boskovické brázdy začala ve svrchním karbonu usazováním *brekcí a balinských slepenců*, lokálně zastupovaných hrubozrnnými pískovci. Jsou tvořeny převážně horninami moravika a přilehlého svrateckého krystalinika, hojně jsou také valouny kulmských drob. V bazálních balinských slepencích na jz. okraji brázdy však nenacházíme větší množství hornin přilehlé gföhlské jednotky moldanubika, přestože tato leží v nadloží olešnické a bitešské jednotky. Psefitová sedimentace postupně přecházela směrem do nadloží do několika cyklů šedých a načervenalých pískovců s podríženými aleuropelity, slepenci a několika uhelnými slojemi, doprovázenými uhelnými jílovci a pelokarbonáty boha-

tými organickými látkami (tzv. „pelosiderity“); nepatrný rozsah mají vulkanoklastika. Celá sekvence náleží do *rosicko-oslavanského souvrství*. Několik desítek metrů nad I. uhelnou sloují probíhá horní hranice karbonu. Vyznačuje se změnou celkového charakteru paleoflóry, od karbonské vlhkomilné k permské suchomilné (se sezónními výkyvy). U Oslavan byla v této pozici také zjištěna vulkanoklastika, datovaná radiometricky na rozhraní karbon–perm (Gzhelian–Asselian).

Nadloží permské sedimenty, převážně hnědočerveně zbarvené aleuropelity s vložkami pískovců, náleží *padochovskému souvrství*. Jen epizodicky se v nich objevují šedě zbarvené pelity a ojedinělé pelokarbonáty (dolomity) až šedé mikritické jílovité vápence. Nápadnější jsou šedé bituminózní jílovce, slínovce a tmavé břidlice („hořlavé lupky“) bohaté fosiliemi, odpovídající spodnopermskému stáří [ve spodnější úrovni tzv. I. (zbyšovský) obzor, výše II. (říčanský) obzor]. Blízko nadloží zbyšovského obzoru nastoupila sedimentace hnědožlutých hrubozrnných arkózových pískovců, resp. opakujících se cyklů pískovce > slepenc >> prachovec. Jejich ekvivalentem jižně od Oslavan je souvrství „smíšených“ slepenců (viz mapka JAROŠE a MALÉHO 2001, též HOUZAR a HRŠELOVÁ 2016). Nad nimi leží svrchní červenohnědé souvrství pískovců, prachovců a břidlic. Směrem do nadloží, se při říčanském bituminózním obzoru objevuje na jihu u Neslovic opět hrubozrnnější vývoj s arkózami (tzv. říčanský arkózový komplex) a nad ním spočívá jemnozrnnější vývoj jílovců, prachovců a pískovců, náležející již *veverskobítešskému souvrství*, typicky vyvinutém zvláště severněji.

Stratigrafickým ekvivalentem všech uvedených těchto souvrství vyvinutých na západě a ve středu boskovické brázd jsou hrubozrnné *rokytenské slepence* na východě, produkty epizodické přívalové sedimentace spojené s výzvihem západního okraje brněnského masivu.

*Z petrografického hlediska* jsou nejlépe prostudovanými horninami jižní části boskovické brázd slepence a částečně pískovce. Poněkud rozdílné údaje o jejich kvantitativním složení odrážejí nejspíše různá místa, odkud byl odebirán materiál ke studiu. Ukazuje se však, že terminologie slepenců je stále poměrně nejasná, na což upozornil již dříve JAROŠ (1964a). Jak zdůraznili již starší autoři, termíny označující slepence neznamenaají jejich stratigrafickou pozici. Svrchnokarbonské (stefanské) stáří je zřejmě pouze u balinských slepenců v podloží a meziloží uhelných sloují mezi Říčany a Novou Vsí, příp. v hlubších částech rosicko-oslavanské deprese dále k východu kam toto souvrství dosahuje (I. sloj). Paleontologicky doloženého spodnopermského (autunského) stáří jsou však jen „smíšené“ slepence u Moravského Krumlova (AUGUSTA (1948), které leží východně od lokality 20 (viz apendix). *Oslavské slepence není vhodné vyčleňovat samostatně*, neboť se často petrograficky neliší od balinských (kolísá jen množství drob a místy se objevují také vápence). Termínu by se dalo užít z litostratigrafického hlediska pouze v případě, jsme-li si jisti, že se nacházíme v nadslojových horninách v padochovském souvrství nebo nad I. (zbyšovským) horizontem bituminózních slínovců. Stáří rokytenských slepenců v celém stratigrafickém rozsahu jejich facie není zatím jasné. Dokud nebude datováno stáří (vertikálních) pohybů na východním okrajovém zlomu boskovické brázd je pravděpodobnější jejich stáří spodnopermské (srov. MALÝ a UHROVÁ 1980); stáří svrchnokarbonské nelze zatím v bazálních rokytenských slepencích vyloučit.

Provenientní oblast balinských slepenců zahrnuje západomoravské krystalinikum ležící nedaleko od západního a jihozápadního okraje boskovické brázd (hlavně moravikum + svratecké krystalinikum, kupodivu méně moldanubikum, které leží v jejich nadloží). Droby v balinských slepencích jsou místního původu, relativně vzdálenější transport (< několik málo km) z jihu nebo z východu není zcela vyloučen. V oblasti dolu Kukla (Nosek) v Oslavanech a v zužujícím se pruhu směrem k severu je krystalinikum podložní vranovsko-olešnické jednotky pokryto kulmskými sedimenty a teprve na nich spočívají rokytenské slepence. V případě rokytenských slepenců byl zdrojem klastického materiálu paleozoický sedimentární pokryv přilehlého dyjsko-ivančického plutonu na východě aj., příp. oblast brunovistulika na jeho styku s moravikem dyjské klenby.

*Po sedimentologické stránce* jsou v současnosti nejlépe prostudované psamitické horniny v okolí Oslavan a to díky souvislému odkryvu v údolí řeky Oslavy. V posledních letech rovněž významně pokročilo studium paleontologické problematiky, zejména paleoflory, a řešení hranice karbon–perm v jižní části brázdy.

Úvahy o rozšíření (permo)karbonu západním a východním směrem od současné výplně boskovické brázdy zůstávají dosud na úrovni pracovní hypotézy. Otázkou zůstává také možnost pokračování rosicko-oslavanského uhlonosného souvrství dále na jih od Nové Vsi do jižního okolí Moravského Krumlova u Rakšic a na sever do západního okolí Řičan, kde bylo kutáno na uhlí v 19. století.

## 7. PODĚKOVÁNÍ

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862) a podpoře projektů České geologické služby (č. úkolů 39003 a 321180 Základní geologické mapování České republiky 1 : 25 000).

### LITERATURA

- ALEXANDER, J., BRIDGE, J. S., LEEDER, M., R., COLLIER, R. E., GAWTHORPE, R. I., 1994: Holocene meander-belt evolution in an active extensional basin, SW Montana, USA. – *J. Sed. Res.*, B64, 542–559.
- AUGUSTA, J., 1931: O permokarbonských horninách boskovické brázdy, o jejich paleontologickém charakteru a vzniku. – *Od Horácka k Podýjí*, 8, 240–254.
- AUGUSTA, J., 1933: Z dějin geologického a paleontologického bádání v permokarbonu boskovické brázdy. – *Věst. Kl. Přírod. v Prostějově za roky 1932–1933*, 23, 15–51.
- AUGUSTA, J., 1937: Z dějin stratigrafického výzkumu kamenouhelné pánve rosicko-oslavanské. – *Hornický věstník*, 19, 533–540 a 549–556.
- AUGUSTA, J., 1939: Zpráva o geologickém mapování a stratigrafickém výzkumu pánve rosicko-oslavanské na Moravě v roce 1937. – *Věst. Stát. geol. Úst.*, 14, 83–85.
- AUGUSTA, J., 1948: Poznámky ke stáří slepenců Boskovické brázdy u Moravského Krumlova. – *Příroda*, 40, 6, 183–185.
- AUGUSTA, J., ČEPEK, L., 1947: Geologicko-stratigrafické poměry Boskovické brázdy v oblasti mezi Řičany a Veverskou Bítýškou. – *Čas. Vlast. Spolku muz. v Olomouci*, 56, sešit 207–208, 28–36.
- AUGUSTA, J., ČEPEK, Z., 1948: Geologický výzkum okolí Moravského Krumlova. – *Věst. Stát. geol. Úst.*, 23, 83–85.
- BENEŠ, K., KRAUSOVÁ, J., PECH, K., 1969: Petrografie uhelných slojí permokarbonu Boskovické brázdy. – *Sbor. věd. prací Vys. školy báňské*, Ostrava, 3, 23–52.
- BOUŠKA, V., PEŠEK, J., SÝKOROVÁ, I., 2000: Probable modes of occurrence of chemical elements in coal. – *Acta Montana*, B 117, 10, 53–90.
- BRIDGE, J. S., LEEDER, M. R., 1979: A simulation model of alluvial stratigraphy. – *Sedimentology*, 26, 617–644.
- BRTNÍKOVÁ, J., NEHYBA, S., 2011: Příspěvek k poznání provenience sedimentů ve střední části boskovické brázdy. – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 18, 2, 94–97.
- BURIÁNEK, D., 2013: Srovnání subvulkanických žil v brněnském masivu a boskovické brázdě. – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 20, 1–2, 120–125.
- BURIÁNEK, D. ED., BUBÍK, M., FRANCŮ, J., FŮRYCHOVÁ, P., HAVLÍN, A., GILÍKOVÁ, H., JANDERKOVÁ, J., KONEČNÝ, F., KREJČÍ, Z., KRUMLOVÁ, H., KRYŠTOFOVÁ, E., KUNCEOVÁ, E., MÜLLER, P., OTAVA, J., PALEČEK, M., PECINA, V., POUL, I., SEDLÁČEK, J., SKÁCELOVÁ, Z., ŠRÁMEK, J., PETROVÁ, P., VERNER, K., VEČEŘA, J., VÍT, J., 2011: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000 list 24–341 Oslavy. – *Závěrečná zpráva*, MS Česká geologická služba, 257 p.
- BURIÁNEK, D., GILÍKOVÁ, H., HOUZAR, S., VERNER, K., KUCHOVSKÝ, T., ŠMERDA, J., 2015: Geologický vývoj východní části Českého masivu. In: Buriánek, D., Gilíková, H. (eds): Exkurzní průvodce k Otevřenému kongresu České geologické společnosti a Slovenskej geologickej spoločnosti, Mikulov 14.–17. 10. 2015, 3–22.
- BURIÁNEK, D., PECINA, V., IVANOV, M., 2013: Znečištění půd v oblasti mezi Zastávkou u Brna a Oslavy a jejich vztah k explataci uhlí. – *Acta Mus. Morav.*, Sci. geol., 98, 2, 69–82.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – *Nakl. ČSAV*, Praha, 1008 p.

- COUFALOVÁ, M., 2010: Petrografická charakteristika vybraných sedimentů rosicko-oslavanského souvrství. – MS, Bakalářská práce, Univerzita Palackého, Olomouc, 48 p.
- ČEPEK, L., 1945: Tektonika Boskovické brázdy. – *Věst. Stát. geol. Úst. Rep. Českoslov.*, 20, 128–131.
- ELPL, M., MALÝ, L., 1966: Rosicko-oslavanským revírem. – Okr. pedagogické středisko Brno-venkov, 101 p. (*Knihovna Geol. paleont. odd. Moravské zemské muzeum, Brno*).
- FLOYD, P. A., LEVERIDGE, B. E., 1987: Tectonic environment of the Devonian Gramscatho basin, south Cornwall: framework mode and geochemical evidence from turbiditic sandstones. – *Journal of the Geological Society*, 144, 4, 531–542.
- FOETTERLE, F., 1856: Vortag über im vorigen Jahre gemachten geologischen Aufnahmen in Mähren. – *5. Jb. Wirk. Werner-Verein Brünn 1955*, 42.
- FRANCŮ, J., SÝKOROVÁ, I., FRANCŮ, E., ŠAFANDA, J., MALÝ, L., 1998: Vitrinite reflectance and Pyrolytic Properties of Coals in the Boskovice Furrow as related to Thermal and Burial History. – *Abstract VIII. Coal Geol. Conf. Prague*, 20.
- GARTNER, O., 1924: Afanitická žíla z permu boskovické brázdy. – *Příroda*, 17, 409–411.
- GAWTHORPE, R. L., LEEDER, M. R., 2000: Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins. – *Basin Res.*, 12, 195–218.
- GAWTHORPE, R. L., HARDY, S., RITCHIE, B., 2003: Numerical modelling of depositional sequences in half-graben rift basins. – *Sedimentology*, 50, 169–185.
- HANŽL, P., ED., BURIÁNKOVÁ, K., ČTYROKÁ, J., ČURDA, J., GILÍKOVÁ, H., GÜRTLEROVÁ, P., KABÁTNÍK, P., KRATOCHVÍLOVÁ, H., MANOVÁ, M., MAŠTERA, L., NEUDERT, O., OTAVA, J., PETROVÁ, P., ŠALANSKÝ, K., ŠRÁMEK, J., ŠVECOVÁ, J., VÍT, J., 2007: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 24–321 Tišnov. – *Česká geologická služba*, 84 p, Praha.
- HAVLENA, V., 1954: Příspěvek k otázkě západního omezení Boskovické brázdy. – *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 29, 3, 159–161.
- HAVLENA, V., 1960: Nové poznatky z geologie Boskovické brázdy. – *Geol. průz.*, 3, 67–71.
- HAVLENA, V., 1964a: Geologie uhelných ložisek 2. – *Nakl. ČSAV*, Praha, 440 p.
- HAVLENA, V., 1964b: Permokarbon brázd. In: Svoboda, J. (ed): Regionální geologie ČSSR, díl I, Český masív, svazek 2, Ústřední ústav geologický v Nakladatelství československé akademie věd, Praha, 251–258.
- HAVLENA, V., PEŠEK, J., 1980: Stratigrafie, paleogeografie a základní strukturní členění limnického permokarbonu Čech a Moravy. – *Sbor. Západočes. muzea, Příroda*, 34, 1–144.
- HELMHACKER, R., 1866: Übersicht der geognostischen Verhältnisse der Rossitz-Oslawaner Steinkohlenformation. – *Jb. k. k. Geolog. Reichs.*, Wien, 16, 447–460.
- HELMHACKER, R., 1867: Mineral species, welche in der Rossitz-Oslawaner Steinkohlenformation vorkommen. – *Jb. k. k. Geolog. Reichs.*, Wien, 17, 2, 195–210.
- HOUZAR, S., 1981: Petrografie permokarbonských slepenců Boskovické brázdy mezi Veverskou Bítýskou a Moravským Krumlovem. – MS, Diplomová práce, Katedra mineralogie a petrografie Přír. fak. Univerzita J. E. Purkyně, Brno, 89 p.
- HOUZAR, S., 2017: Hatchettin a válaít – organické substance z rosicko-oslavanské kamenouhelné pánve. – *Minerál*, 25, 2, 141–145.
- HOUZAR, S., HRŠELOVÁ, P., 2016: Přehled výzkumů permokarbonských sedimentů boskovické brázdy mezi Moravským Krumlovem a Veverskou Bítýskou: Část 1. Historie dolování a mineralogické poměry. – *Acta Mus. Morav.*, Sci. geol., 101, 1–2, 3–32.
- HOUZAR, S., NOVÁK, M., 1991: Dolomite marbles at contact of the Moldanubicum and Moravicum in the area between Jasenice and Oslavany. – *Acta Mus. Morav. Sci. nat.*, 76, 83–94.
- HOUZAR, S., KOPEČNÁ, P., ŠTELCL, J., VÁVRA, V., 2013: Zelená slída s podílem chromu v balinských slepencích rosicko-oslavanského souvrství (svrchní karbon) u Oslavan. – *Acta Mus. Morav.*, Sci. geol., 98, 1, 3–12.
- HRDLÍKOVÁ, K. ED., GILÍKOVÁ, H., HANŽL, P., VÍT, J., 2014a: Základní geologická mapa České republiky 1 : 25 000 list 24–323 Veverská Bítýška. – MS, Česká geologická služba.
- HRDLÍKOVÁ, K. ed., GILÍKOVÁ, H., HANŽL, P., VÍT, J., TOMANOVÁ PETROVÁ, P., PECINA, V., BURIÁNEK, D., VEČERA, J., KRÝSTOFOVÁ, E., FŮRYCHOVÁ, P., SEDLÁČKOVÁ, I., BALDÍK, V., FRANCŮ, J., JANDERKOVÁ, J., KOCIÁNOVÁ, L., KOLEJKA, V., KONEČNÝ, F., KREJČÍ, O., KUNCEOVÁ, E., OTAVA, J., PALEČEK, M., SEDLÁČEK, J., ŠIMŮNEK, Z., DOLNÍČEK, Z., SLOBODNÍK, M., ŠRÁMEK, J., 2014b: Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 24–323 Veverská Bítýška. – MS, Česká geologická služba. 265 p.
- HRŠELOVÁ, P., ŠTELCL, J., PAVLÁTOVÁ, A., PÁVKOVÁ, V., COUFALOVÁ, M., 2012: Nové poznatky o petrografickém charakteru sedimentů rosicko-oslavanské pánve u Oslavan. – *Acta Mus. Morav.*, Sci. geol., 97, 2, 95–104.
- CHÁB, J., BREITER, K., FATKA, O., HLADIL, J., KALVODA, J., ŠIMŮNEK, Z., ŠTORCH, P., VAŠÍČEK, Z., ZAJČ, J., ZAPLETAL, J., 2008: Stručná geologie základu Českého masívu a jeho karbonského a permského pokryvu. 1–283, Česká geologická služba, Praha.

- IVANOV, M., 2003: Přehled historie paleontologického bádání v permokarbonu boskovické brázdy na Moravě. – *Acta Mus. Morav.*, Sci. geol., 88, 3–112.
- JAKUBOVÁ, P., 2011: Charakteristika uranové anomálie v jižní části boskovické brázdy. – *MS*, Diplomová práce. ÚGV, Masarykova univerzita. Brno.
- JAKUBOVÁ, P., LEICHMANN, J., 2010: Gamaspektrometrická charakteristika uhelných sedimentů boskovické brázdy a strusek vzniklých jejich spalováním. – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 17, 1–2, 183–186.
- JAROŠ, J., 1958: K otázce východního omezení Boskovické brázdy. – *Čas. Mineral. Geol.*, 3, 467–470.
- JAROŠ, J., 1959: Mapování jižního konce Boskovické brázdy v okolí Moravského Krumlova. – *Zpr. geol. Výzk. v roce 1958*, 65–67.
- JAROŠ, J., 1961: Geologický vývoj jižní části Boskovické brázdy. – *Práce Brněnské základny ČSAV*, 33, seš. 12, spis 425, 545–569.
- JAROŠ, J., 1962: Geologický vývoj a stavba Boskovické brázdy. – *MS*, Disertační práce, Přírod. fak. Univerzity Karlovy, Praha.
- JAROŠ, J., 1963: Litostratigrafie permokarbonu Boskovické brázdy. – *Věst. Ústř. úst. geol.*, 38, 115–118.
- JAROŠ, J., 1964a: K problému označování petrografických facií slepenců v permokarbonu Boskovické brázdy. – *Čas. Mineral. geol.*, 9, 1, 95–97, Praha.
- JAROŠ, J., 1964b: Vysvětlivky ke geologické mapě 1 : 50 000 list Ivančice M 33-105-D. Část: Permokarbon Boskovické brázdy. – *MS*, Přírod. fak. Univerzity Karlovy, Praha.
- JAROŠ, J., 1992: The nappe structure in the Svratka Dome. – *Proceed. 1st International Conf. on the Bohemian Massif, Prague (1988)*, 137–140.
- JAROŠ, J., MALÝ, L., 2001: Boskovická brázda. In: Pešek, J., ed.: *Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánev České republiky*. – Český geologický ústav, Praha, 208–223.
- JAROŠ, J., MISAŘ, Z., 1965: Problems of the contact between the West-Moravian crystalline complexes and Brno unit in the basement of the Boskovice Furrow (Moravia). – *Krystalinikum*, 3, 47–86.
- JAROŠ, J., MISAŘ, Z., 1967: Problém hlubinného zlomu boskovické brázdy. – *Sbor. geol. Věd, Geologie*, 12, 131–147.
- JELÍNEK, F., 2001: Provenience pískovců boskovické brázdy v její jižní části. – *MS*, Diplomová práce, Katedra geologie a paleontologie PřF MU, 66 p.
- JELÍNEK, F., LEICHMANN, J., NEHYBA, S., 2003: Bazální sedimentace boskovické brázdy – balinské vs. rokytenské slepence. – *Sbor. Moravskoslezské paleozoikum*, Olomouc, 11–12.
- JIRÁSEK, J., MATÝSEK, D., SIVEK, M., 2017: Albitizovaný vulkanoklastický komplex z Padochova u Oslavan (boskovická brázda). – *Zpr. geol. Výzk.*, 50, 39–44, Praha.
- KALÁŠEK, J., BUDAY, T., CÍCHA, I., CZUDEK, T., DEMEK, J., DVOŘÁK, J., CHMELÍK, F., JAROŠ, J., MALKOVSKÝ, M., MATEJKA, A., NOVOTNÝ, M., PAULÍK, J., POLÁK, A., ŘEZÁČ, B., WEISS, J., ZRÚSTEK, V., 1963: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XXIX Brno. – *Ústř. úst. Geol. nakl. ČSAV*, 256 p.
- KALVODA, J., BÁBEK, O., FATKA, O., LEICHMANN, J., MELICHAR, R., NEHYBA, S., ŠPAČEK, P., 2008: Brunovistulian terrane (Bohemian Massif, Central Europe) from late Proterozoic to late Paleozoic: a review. – *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, 97, 497–517.
- KLVAŇA, J., 1897: *Geologie Moravy*. – *Vlastivěda Moravská*, Muzejní spolek v Brně, 119 p.
- KOLENATI, F. A., 1854: *Die Mineralien Mährens und Österr.-Schlesiens, deren Fundorte und ökonomisch-technische Verwendung*. – Brno, 123 p.
- KRÁLÍK, M., MALÝ, L., 1987: Tufogenní horniny permokarbonu jižní části boskovické brázdy. – *Sbor. III. konference „Problematika geol. stavby uhelných ložisek ve velkých hloubkách“*, Zbýšov u Brna, 96–103.
- KRATINOVÁ, L., 2007: Alterace hornin boskovické brázdy – produkt fosilního hydrotermálního systému? – *MS*, Diplomová práce, MS PřF MU Brno.
- KŘÍBEK, B., ŽÁK, K., 2005: Model pozdně variských a povariských mineralizací na uranovém ložisku Rožná. In: Kříbek, B., Hájek, A. (eds.): *Uranové ložisko Rožná – model pozdně variských a povariských mineralizací*. – *Česká geologická služba*, 77–85.
- KŘÍBEK, B., ŽÁK, K., DOBEŠ, P., LEICHMANN, J., PUDILOVÁ, M., RENÉ, M., SCHARM, B., SCHARMOVÁ, M., HÁJEK, A., HOLECZY, D., HEIN, U. F., LEHMANN, B., 2009: The Rožná uranium deposit (Bohemian Massif, Czech Republic): shear zone-hosted, late variscan and post-Variscan hydrothermal mineralization. – *Miner. Deposita*, 44, 99–128.
- KUKAL, Z., 1985: Návod k pojmenování a klasifikaci sedimentů. – *Ústř. ústav. Geol.*, Praha, 80 p.
- KUMPAN, T., 2015: Litofacie a faciální architektura miroslavských slepenců (mladší paleozoikum). – *Zpr. geol. Výzk. v roce 2014*, Praha, 7–11.
- KUMROVÁ-MARKOVÁ, M., 1955: Geologické a petrografické poměry širšího okolí Moravského Krumlova. – *MS*, Diplomová práce Přírod. fak. Univerzity J. E. Purkyně, Brno, 60 p.



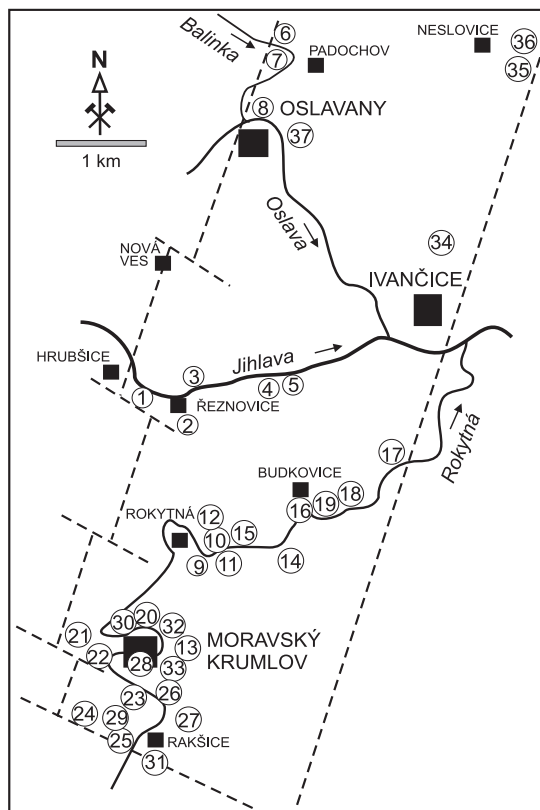
- LEEDER, M. R., JACKSON, J., 1993: The interaction between normal faulting and drainage in active extensional basins, with examples from the western United States and central Greece. – *Basin Res.*, 5, 79–102.
- MACK, G. H., LEEDER, M. R., 1999: Climatic and tectonic controls on alluvial-fan and axial-fluvial sedimentation in the Plio-Pleistocene Paleomas half graben, southern Rio Grande Rift. – *J. Sed. Res.*, 69, 635–652.
- MACK, G. H., STOUT, D. M., 2005: Unconventional distribution of facies in a continental rift basin: the Pliocene–Pleistocene Mangas Basin, south-western New Mexico, USA. – *Sedimentology*, 52, 1187–1205.
- MACKEY, S. D., BRIDGE, J. S., 1995: Three-dimensional model of alluvial stratigraphy: theory and application. – *J. Sed. Res.*, 65, 7–31.
- MAKOWSKI, A., RZEHAK, A., 1883: Die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Brün. – *Verhandl. des Naturforsch. Vereins*, 22, 1, 127–285.
- MALÝ, L., 1958: Petrografie a její použití při důlních pracích v rosicko-oslavanské pánvi. – *Uhlí*, 8, 24–25.
- MALÝ, L., 1959a: Nové poznatky z geologie rosicko-oslavanské uhelné pánve získané nejnovějšími průzkumnými a těžebními pracemi. – *Čas. Mineral. geol.*, 4, 504–505.
- MALÝ, L., 1959b: Zachycení západomoravského krystalinika důlními díly v oblasti rosicko-oslavanské pánve. – *Geol. Průz.*, 1, 9, 265–266.
- MALÝ, L., 1960a: 200 let těžby v Rosických uhelných dolech a její vztah ke geologii. – *Geol. Průz.*, 2, 8, 285–286.
- MALÝ, L., 1960b: Geologické výzkumy v oblasti rosicko-oslavanské pánve. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1959*, 62–63.
- MALÝ, L., 1961a: Litostratigrafie permokarbonu v rosicko-oslavanské pánvi a její přínos k vedení těžby. – *Geol. Průz.*, 3, 143–145.
- MALÝ, L., 1961b: Předběžná zpráva o sledování podložního krystalinika boskovické brázdy v prostoru rosicko-oslavanské pánve. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1960*, 48–49.
- MALÝ, L., 1962a: Podloží permokarbonu Boskovické brázdy v oblasti rosicko-oslavanské pánve. – *Čas. Morav. muz., Vědy přír.*, 47, 59–64.
- MALÝ, L., 1962b: Nové tektonické směry v jižní části Boskovické brázdy v prostoru rosicko-oslavanské pánve. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1961*, 101–102.
- MALÝ, L., 1962c: Zpráva o průzkumu III. sloje v rosicko-oslavanské pánvi. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1961*, 102–103.
- MALÝ, L., 1963: Zpráva o průzkumných pracech v oblasti rosicko-oslavanské pánve. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1962*, 141.
- MALÝ, L., 1964: Výzkum reliéfu podloží Boskovické brázdy v oblasti rosicko-oslavanské pánve a jeho vliv na vývoj sedimentace permokarbonu. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1963*, 1, 137–138.
- MALÝ, L., 1965: Nové poznatky z geologie Boskovické brázdy v oblasti rosicko-oslavanské. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1964*, 1, 146–147.
- MALÝ, L., 1966: Sledování reliéfu podloží jižní části Boskovické brázdy. – *Zpr. geol. Výzk. za rok 1965*, 162–163.
- MALÝ, L., 1968: Keratofyrové žily v permokarbonu boskovické brázdy. – *Zpr. geol. Výzk. v roce 1966*, 169–170.
- MALÝ, L., 1972a: Vývoj permokarbonu a hlubinná stavba Boskovické brázdy. In: Havlena, V., Pešek, J., Spudil, J., eds.: Sbor. I. uhelné geologické konference, Univerzita Karlova, Praha, 195–209.
- MALÝ, L., 1972b: Grafitové ložisko čučicko-oslavanské a hlubinný vývoj grafitonostnosti v sérii vranovsko-olešnické. – Symp. „Hornická Příbram ve vědě a technice“, sekce geologie, 107–133.
- MALÝ, L., 1973: Rosicko-oslavanská pánev. – 2. *exkurze uhelné geologického semináře*, Uhlé odd. katedry ložiskové geologie, Přírod. fak., University Karlovy Praha; RUD n. p. Zbýšov u Brna, 8 příloh, 22 p. (*knihovna Geol. paleont. odd. Moravské zemské muzeum, Brno*).
- MALÝ, K., 1975: Vliv tektoniky na vývoj uhlonosné sedimentace v rosicko-oslavanské pánvi. – *Sbor. II. uhelné geologické konference*, Univerzita Karlova, Praha, 111–122.
- MALÝ, L., 1977: Rosické uhelné doly. – *Sbor. „Rozvoj surovinové základny Jihomoravského kraje“*, ČVTS Brno, 14–26.
- MALÝ, L., 1978: Říční a deltová sedimentace v rosicko-oslavanské pánvi. – *Sbor. III. uhel. geol. konf. přírod. fak. UK, Praha*, 109–111.
- MALÝ, L., 1979: Hlubinná geologická stavba v rosicko-oslavanské pánvi. – *Sbor. konf. „Problematika geologické stavby uhelných ložisek ve velkých hloubkách“*, Zbýšov u Brna, 37–50.
- MALÝ, L., 1982: Nejnovější poznatky z geologie rosicko-oslavanské pánve. – *Sbor. IV. uhel. geol. konf.*, Praha, 100–105.
- MALÝ, L., 1988: The underground geological structure of the Permian–Carboniferous of the Boskovicé Furrow within the Rosice–Oslavany basin. – *Sbor. konf. „Uhlonosné formace Československa (projekt IGCP IUGS)“*, Bratislava, 166, 201–206.
- MALÝ, L., 1989: Geologické podmínky. In: Plchová, J. (ed): Oslavany, z kronik, dokumentů a vzpomínek. – *Měst. národ. výbor v Oslavanech*, 9–19.

- MALÝ, L., 1992: Podložní jednotky jižní části boskovické brázdy a jejich podíl na strukturním dotváření sedimentační pánve permokarbonu boskovické brázdy. – *Sbor. konf. „Problematika geologické stavby uhelných ložisek ve velkých hloubkách IV“*, Zbýšov u Brna, 60–84.
- MALÝ, L., 1993: Formování sedimentační pánve permokarbonu boskovické brázdy a vývoj svrchnostefanské sedimentace v rosicko-oslavanské pánvi. – In: Přichystal, A., Obstová, V., Suk, M., eds.: *Geologie Moravy a Slezska: Sborník příspěvků k 90. výročí narození prof. dr. K. Zapletala*, Brno, Moravské zemské muzeum a Sekce geol. věd PřF Masarykovy univerzity, 8–99.
- MALÝ, L., 1999: Průzkumné práce v rosicko-oslavanském revíru. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 74, 2, 115–118.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1960: Předběžná zpráva o výzkumu permských slepenců Boskovické brázdy v oblasti rosicko-oslavanské. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 45, 71–78.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1962: O slepencových souvrstvích v permokarbonu boskovické brázdy v rosicko-oslavanské pánvi. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 47, 53–58.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1980: Příspěvek k paleogeografii karbonu v jižní části boskovické brázdy. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 65, 31–42.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1981: Příspěvek k rozšíření karbonu v jižní části boskovické brázdy. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 66, 17–23.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1983: Nové poznatky z geologie permokarbonu boskovické brázdy v rosicko-oslavanské pánvi. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 68, 31–42.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1985: K paleogeografii permokarbonu jižní části boskovické brázdy. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír. 70, 55–60.
- MALÝ, L., UHROVÁ, J., 1989: Rosicko-oslavanská pánev ve světle nových geologických poznatků. – *Čas. Morav. muz.*, Vědy přír., 74, 69–73.
- MALÝ, L., GROSS, J., PLCHOVÁ, L., 2004: K historii těžby uhlí v rosicko-oslavanské černouhelné pánvi III. – *Uhlí, Rudy a Geologický průzkum*, 7, 11–19.
- MASTALERZ, K., NEHYBA, S., 1992: Paleogeography and paleoflows in the SW part of the Boskovice basin during Stephanian/Autunian. – *Seminarium Sedimentologiczne* 128–129, Poznan. (In Polish).
- MASTALERZ, K., NEHYBA, S. 1997: Comparison of Rotliegende lacustrine depositional sequences from the Intrasudetic, North-Sudetic and Boskovice basin (Central Europe). – *Geologica Sudetica*, 30, 21–57.
- MAŠTERA, L., 2004: Orientační petrofaciální ocenění spodnokarbonských sedimentů v boskovické brázdě. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v roce 2003*, 8, 55–56.
- MAŠTERA, L., NEHYBA, S., 2011: Petrofaciální analýza permokarbonských sedimentů v jižní části boskovické brázdy a výskytu u Zöbingu (Dolní Rakousko). – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 18, 2, 106–109.
- MCCANN, T., PASCAL, C., TIMMERMAN, M. J., KRZYWIEC, P., LÓPEZ-GÓMEZ, J., WETZEL, A., KRAWCZYK, C. M., H. RIEKE, H., LAMARCHE, J., 2006: Post-Variscan (end Carboniferous-Early Permian) basin evolution in Western and Central Europe. In: Gee D. G. and Stephenson R. A. (eds.), *European Lithosphere Dynamics*. – *Geological Society*, London, Memoirs, 32, p. 355–388.
- MELICHAR, R., 1995: Tektonický význam boskovické brázdy. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v roce 1994*, Brno, 2, 64–66.
- MIKULÁŠ, R., MARTÍNEK K., 2006: Ichology of the non-marine deposits of the Boskovice basin (Carboniferous-Permian, Czech Republic). – *Bull. Geosciences*, 81, 81–91.
- MOKRÁ, A., 2013: Fossilní flóra rosicko-oslavanské pánve deponovaná v paleontologických sbírkách Vlastivědného muzea v Olomouci. – *MS, Bakalářská práce*, Univerzita Palackého Olomouc, 69 p.
- NEHYBA, S., DOSTÁL, O., 2007: Permian of the Boskovice Trough Sedimentologica. In: Wojewoda, J. (ed.): *Review of Permian sedimentary succession of Boskovic Trough, Náchod Basin and Trutnov Basin*, 1, 61–68.
- NEHYBA, S., MASTALERZ, K., 1997: Příspěvek k poznání jezerní sedimentace v boskovické brázdě. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1996*, 71–72.
- NEHYBA, S., ROETZEL, R., MAŠTERA, L., 2012: Provenance analysis of the Permo-Carboniferous fluvial sandstones of the southern part of the Boskovice Basin and the Zöbing Area (Czech Republic, Austria): implications for paleogeographical reconstructions of the Post-Variscan collapse basins. – *Geol. Carpath.*, 63, 5, 365–382.
- OPLUŠTIL, S., SCHMITZ, M., CLEAL, J. CH., MARTÍNEK, K., 2016: A review of the Middle-Late Pennsylvanian west European regional substages and floral biozones, and their correlation to the Geological Time Scale based on new U-Pb ages. – *Earth Science Reviews* 154 (2016) 301–335.
- OPLUŠTIL, S., JIRÁSEK, J., SCHMITZ, M., MATÝSEK, D., 2017: Biotic changes around radioisotopically constrained Carboniferous – Permian boundary in the Boskovic Basin (Czech Republic). – *Bull. Geosciences*, 92, 1, 95–122, Praha.
- PÁVKOVÁ, V., 2010: Petrografická charakteristika vybraných sedimentů padochovského souvrství. – *MS, Bakalářská práce*, Univerzita Palackého, Olomouc, 43 p.

- PAVLÁTOVÁ, A., 2011: Petrografie hornin zastižených v profilu boskovické brázdy v údolí řeky Oslavy. – *MS, Bakalářská práce, ÚGV, Masaryk. Univ., Brno*, 39 p.
- PEAKAL, J., LEEDER, M. R., BEST, J., ASHWORTH, P., 2000: River response to lateral ground tilting: a synthesis and some implications for the modelling of alluvial architecture in extensional basins. – *Basin Res.*, 12, 413–424.
- PEŠEK, J., 2004: Late Paleozoic limnic basins and coal deposits of the Czech Republic. – *Folia Mus. Rerum natur, Bohemiae Occidentalis*, Geologica, suppl. 1, 188 p.
- PEŠEK, J., HOLUB, V., JAROS, J., MALÝ, L., MARTÍNEK, K., PROUZA, V., SPUDIL, J., TÁSLER, R., 2001: Geologie a ložiska svrchnopaleozoických limnických pánví České republiky. – *Český geologický ústav, Praha*, 243 p.
- PEŠEK, J., SÝKOROVÁ, I., JELÍNEK, E., MICHNA, O., FORSTOVÁ, J., MARTÍNEK, K., VAŠÍČEK, M., HAVELCOVÁ, M. 2010: Major and minor elements in the hard coal from the Czech Upper Paleozoic Basins. – *Czech Geological Survey, Special Paper 40 s.*, Praha.
- PETRÁNEK, J., POUBA, Z., 1953: Zpráva o výzkumu permokarbonských slepenců v jižní části boskovické brázdy. – *Věstník Ústř. úst. Geol.*, 28, 161–164.
- PLCHOVÁ, J., (ed.), 2002: Rosicko-oslavanská černouhelná pánev v datech. – *Vlastivědný spolek Rosicko-Oslavanska*, 238 p.
- PŘICHYSTAL, A., 1993: Vulkanismus v geologické historii Moravy a Slezska od paleozoika do kvartéru. In: Přichystal, A., Obstová, V., Suk, M., eds.: Geologie Moravy a Slezska. – *Sborník příspěvků k 90. výročí narození prof. dr. K. Zapletala*, Brno, Moravské zemské muzeum a Sekce geol. věd PřF Masaryk. Univ., 59–70.
- PŘICHYSTAL, A., 1994: Nové výskyty magmatických hornin v permu boskovické brázdy. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v roce 1993*, 1, 60–62.
- SOEJONO, I., JANOUŠEK, V., ŽÁČKOVÁ, SLÁMA J., KONOPÁSEK J., MACHEK M., HANŽL, P., 2016: Long-lasting Cadomian magmatic activity along an active northern Gondwana margin U-Pb zircon and Sr-Nd isotopic evidence from the Brunovistulian Domain, eastern Bohemian Massif. – *Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundsch.)*, doi: 10.1007/s00531-016-1416-y
- SUESS, F. E., 1905: Die Tektonik des südlichen Teiles der Boskovitzer Furche. – *Verhandl. k. k. geol. Reichsanst.*, 55, 95–98.
- SUESS, F. E., 1907: Die Tektonik des Steinkohlengebietes von Rossitz und Ostrand des böhmischen Grundgebirges. – *Jb. geol. Reichsanst.*, 57, 793–834.
- STUR, D., 1873: H. Rittlers Skizzen über das Rothliegende in der Umgebung von Rossitz. – *Verhandl. k. k. geol. Reichsanst.*, 23, 31–36.
- ŠAFANDA, J., MALÝ, L., 1993: Odhad gradientu teploty v boskovické brázdě v době jejího vyplňování v autunu. – *Sbor. VII. uhelné geologické konference*, Univerzita Karlova, Praha, 189–196.
- ŠIMŮNEK, Z., 2001: Report of the Carboniferous-Permian boundary in the Bohemian Massif. – *Carboniferous Newsletter*, 19, 64–67.
- ŠIMŮNEK, Z., 2003: Fytopaleontologické výzkumy v boskovické brázdě. – *Zpr. geol. Výzk. v roce 2002*, 150–151.
- ŠIMŮNEK, Z., MARTÍNEK, K., 2009: A study of Late Carboniferous and Early Permian plant assemblages from the Boskovicke Basin, Czech Republic. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155, 275–307.
- ŠIMŮNEK, Z., GILÍKOVÁ, H., HRDLÍČKOVÁ, K., 2012: Nové fytopaleontologické nálezy v permu boskovické pánve u Veverské Bitýšky. – *Geol. výzk. Mor. Slez.*, 19, 1–2, 114–117.
- ŠIMŮNEK, Z., GILÍKOVÁ, H., DRÁBKOVÁ, J., 2017: Nové fytopaleontologické lokality v údolí Bílého potoka u Veverské Bitýšky v boskovické pánvi. – *Sbor. abstraktů konf. PALEOZOIKUM 2017*, Ústav geologických věd PřF Masaryk. Univ., Brno, 19–22.
- ŠPAČEK, P., 2001: Mikrotektonika a stratigrafie paleozoických vápenců jihozápadního okraje brunovistulika. – *MS, Disertační práce, Přírodověd. fak. Masaryk. univ., Brno*.
- ŠPAČEK, P., KALVODA, J., HLADIL, J., MELICHAR, R., 2002: Stratigraphic reconstruction of tectonically disturbed carbonate sequences along the western margin of the Brno batholith: a need of multidisciplinary approach. – *Bull. Czech Geol. Survey*, 77, 201–215.
- ŠTELCL, J., 1958: K metodice studia orientace valounů ve slepencích. – *Přírod. Sbor. Ostravského kraje*, 19, 535–542.
- ŠTELCL, J., MALÝ, L., WEISS, J., 1983: K problematice hlubší stavby rosicko-oslavanské pánve. – *Sbor. II. konf. „Problematika geologické stavby uhelných ložisek ve velkých hloubkách“*, ČSVTS, Zbýšov u Brna, 173–175.
- ŠTELCL, J., MALÝ, L., WEISS, J., 1985: Příspěvek k hlubší stavbě boskovické brázdy s využitím seismického výzkumu pomocí aparatury Vibroseis. – *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.*, 15, 1 Geologia, 41–46.
- ŠTAMBERK, S., ZAJÍC, S., MARTÍNEK, K., PROUZA, V., 2008: Excursion guide – Krkonoše Piemont basin and Boskovicke graben – Faunas and palaeoenvironments of the Late Palaeozoic. – *Special Publication to 5th Symposium on Permo-Carboniferous Faunas*, Museum of Eastern Bohemia at Hradec Králové, 7–11.
- TAUSCH, L., 1895: Über die krystallinischen Schiefer und Massengesteine, sowie über die sedimentären Ablagerungen nördlich von Brünn. – *Jb. k. k. Reichsanst.*, 42, 2, 265–494.

- TAYLOR, S. R., MC LENNAN, S. M., 1985: The Continental crust: Its Composition and Evolution. - 312 Blackwell. Oxford.
- TIETZE, E., 1902: Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gewitsch. - *Jb. k. k. Reichsanst.*, 51, 317-729.
- TOMEK, C., HÖCK, V., LEICHMANN, J., 1994: Are the Moravian windows Permian large-scale folds?. - *Mitt. Österr. Mineral. Gesellsch.*, 139, (*MinPet 94*), 379-380.
- UGWITZ, A., 1883: Příběhy města Moravský Krumlov a sousední vesnice Rokytné. - Brno, 102 p.
- ZAJÍC, J., MARTÍNEK, K., ŠIMŮNEK, Z., DRÁBKOVÁ, J., 1996: Permokarbon Boskovické brázdy ve výkopu pro rozšíření tranzitního plynovodu. - *Zpr. geol. Výzk. v roce 1995*, 179-182.
- ZAPLETAL, K., 1924: Příspěvky k poznání brázdy Boskovické. - *Sbor. Kl. přírod. v Brně za rok 1923*, 6, 12-19.
- ZAPLETAL, K., 1925: Keratofyry blízka žila z permokarbonu oslavanského. - *Sbor. Kl. přírod. v Brně za rok 1924*, 7, 78-81.
- ZAPLETAL, K., 1930a: Ku stratigrafii, tektonice a petrografii Boskovické brázdy. - *Sbor. Kl. přírod. v Brně za rok 1929*, 12, 83-87.
- ZAPLETAL, K., 1930b: Rokytenské slepence. - *Příroda*, 23, 2, 82.
- ZAPLETAL, K., 1931: K mineralogii, petrografii, ložiskům a geologii západní Moravy. - *Sbor. Kl. přírod. v Brně za rok 1930*, 13, 82-92.
- ZAPLETAL, K., 1932: Geologie a petrografie Země moravskoslezské. - *Nakl. vlastiv. časopisu „Od Horácka k Podýjí*, 280 p.
- ZAPLETAL, K., 1948: Přehled geologie čs. podílu generálního listu Brno. - *Čas. Morav. muz.*, 31, 83-104.
- ZAPLETAL, K., LOCKER, F., 1930: Die Eruptivgänge im Rossitz-Olsawaner Steinkohlengebiete. - *Montan. Rdsch.* 22(13), 278-280.

#### APENDIX



Číselné označení lokalit slepenců v její jižnější části boskovické brázdy zmíněných v textu (podle HOUZARA 1981). Numerical designation of conglomerate localities in the southern part of the Boskovice Graben mentioned in the text (modified by HOUZAR 1981).





## ZHODNOCENÍ GEOENVIRONMENTÁLNÍHO RIZIKA MATERIÁLU NA HALDĚ BÝVALÉ ELEKTRÁRNY V OSLAVANECH

EVALUATION OF GEOENVIRONMENTAL RISK OF MATERIAL ON THE HEAP OF THE FORMER  
POWER STATION IN OSLAVANY

JANETTA HALÍKOVÁ & JINDŘICH ŠTELCL

### *Abstract*

Halíková, J., Štelcl, J., 2017: Zhodnocení geoenvironmentálního rizika materiálu na haldě bývalé elektrárny v Oslavanech. – *Acta Mus. Morav., Sci. Geol.*, 102, 1-2, 67-77.

### *Evaluation of geoenvironmental risk of material on the heap of the former power station in Oslavany*

The aim of this thesis is geoenvironmental risk evaluation of material which was long term stored on the heap in Oslavany as a remain of coal combustion. The first part consists of a brief summary of the newest knowledge on this topic, followed by methods used in this research, namely radioactivity study, granulometry and XRD, XRF, electron microscopy and EDX analysis. Its results suggest there is no geoenvironmental risk caused by the material.

*Key words:* Oslavany, coal combustion, furnace, fly ash, pollutants, radioactivity.

Janetta Halíková: Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: 408505@mail.muni.cz

Jindřich Štelcl: Institute of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic; Department of Biology, Faculty of Education, Masaryk University, Poříčí 7, 603 00 Brno, Czech Republic, e-mail: stelcl@sci.muni.cz

## 1. ÚVOD

Studie je věnována charakteristice druhotných produktů spalování uhlí v tepelné elektrárně v Oslavanech, která zde na místní haldě po dobu osmdesáti let deponovala odpady související s její činností. V současnosti tento materiál zpracovává společnost Prefa s.r.o. v rozsáhlém spektru stavebních prefabrikátů.

Oslavanská tepelná elektrárna vznikla v letech 1911–1913 jako reakce na nedostačnou výrobní kapacitu elektrárny zásobující elektrickou energií Brno a potřebu dlouhodoběji zajistit pro město její hospodárnější a ekonomicky výhodnější zdroj. Vlastní provoz byl zahájen 1. dubna 1913, s rostoucími požadavky na dodávku elektrické energie byly postupem času přistavovány další části. Z důvodu postupného útlumu těžby uhlí v rozsahu celého rosicko-oslavanského revíru a následného ukončení jeho dodávek byla elektrárna 30. května 1993 uzavřena (Kyselák 2001). Za dobu provozu elektrárny vyrostla v jejím sousedství asi 50 metrů vysoká halda, na níž byly dlouhodobě ukládány strusky a popílky vznikající spalováním místního, nepříliš kvalitního uhlí. Právě popílky jsou v literatuře běžně uváděny jako jedna z významných ekologických zátěží, koncentrující některé environmentálně významné radionuklidy nebo těžké kovy. Z tohoto důvodu je v práci věnována hlavní pozornost především tomuto typu druhotně vznikajících produktů.

Podle FEČKA *et al.* (2003) představuje popílek nejčastěji železoalumosilikátový prášek složený z mimořádně jemných částic o velikosti v rozsahu od 0,1–1000  $\mu\text{m}$ . Jejich podíl, velikost a specifické mineralogické, chemické a fyzikální vlastnosti se v případech jednotlivých druhů popílků mohou navzájem značně lišit, a to zejména v závislosti na kvalitě spalovaných surovin a formě jejich spalování. Obecně platí, že čím jemněji mletý je vstupní produkt, tím jemnější bude i jeho nespalitelná část (KOLÁŘ 1969). Morfologicky jsou popílky nehomogenní. Skládají se z částic nespáleného uhlí (nedopalu) a vlastních popílkových částic (vitricko-alumosilikátové a oxidické sloučeniny). Tvar popílkových zrn ovlivňuje macerátové složení uhlí. V granulacích a výtavných kotlích vznikají vzhledem k vyšší teplotě spalování částice spíše zaoblené a sférické, zatímco popílky z fluidních kotlů jsou bližší původnímu tvaru zrn ještě před zahájením vlastního spalování (FEČKO *et al.*, 2003). Přítomnost a obsah minerálních fází v popílků závisí podle FEČKA *et al.* (2003) jak na množství a charakteru minerálů obsažených ve spalovaném uhlí, tak i na stupni jejich přeměny. V černém uhlí je krystalická fáze zastoupena přibližně deseti procenty, u popílků z výtavných ohnišť je obvykle přítomna v množství nižším než 15 %. Z chemického hlediska jsou v popílcích nejčastěji zastoupeny oxidy křemíku a hliníku, menší podíl tvoří oxidy železa, vápníku a hořčíku, jen relativně malou část reprezentují také alkálie a sírany. Popílky pocházející z klasického roštového spalování se vyznačují vyšším podílem oxidů hliníku, titanu a železa (HELA *et al.*, 2013). VÁVRA (1998) popisuje v popílcích vysoký obsah amorfního podílu a vysokoteplotních krystalických fází. Fluidní popílky jsou specifické vyšší koncentrací vápníku, přidávaného ve formě vápence do spalovacího procesu za účelem odsíření. Vyšší obsah síranů je charakteristický pro popílky vznikající spalováním hnědého uhlí.

Podle dosavadních environmentálních studií (např. FEČKO *et al.*, 2003) může být popílek v řadě případů nositelem nejrůznějších druhů polutantů, jako jsou četné toxické látky, těžké kovy a některé druhy radionuklidů představující nezanedbatelné zdroje radioaktivního záření. Tyto prvky, z nichž k nejčastějším patří arsen, beryllium, olovo, rtuť, kadmium, uran a thorium, se mohou při deponování popílků dostávat do okolí vlastních úložišť a kontaminovat zde půdy, povrchové vodní zdroje i ovzduší. V České republice, jejíž energetická politika je z více jak 50 % založena na technologii spalování uhlí, se mimo strusky a škváry ročně vyprodukuje přes 10 milionů tun elektrárenského popílku.

## 2. MATERIÁL A METODIKA

Na lokalitě bylo z různých míst haldy odebráno 10 vzorků, každý o hmotnosti 500 g. Takto získaný materiál byl následně analyzován s využitím zrnitostní analýzy, laboratorní gamaspektrometrie, rentgenové difrakční analýzy, rentgenové fluorescenční spektrální analýzy, elektronové mikroskopie a energiově disperzní analýzy.

### 2.1 ZRNITOSTNÍ ANALÝZA

Z každého vzorku byla po jeho vysušení odvážena jednotná hmotnost 200 g. Poté byly vzorky ručně síťovány pomocí sady sít s normalizovanou velikostí oka v rozpětí od 2 mm do 0,063 mm. Obdržené frakce byly zváženy s přesností na desetinu gramu, pro potřeby klasifikačního zařazení byly výsledné podíly z důvodu ztrát při síťování normalizovány na 100 %.

### 2.2 RENTGENOVÁ DIFRAKČNÍ ANALÝZA

Vzorky byly před analýzou podrceny v isopropylalkoholu prostřednictvím laboratorního mlýnku McCrone Micronising Mill, zároveň k nim byl přidán standard v podobě 20 % hmot. podílu fluoritu –  $\text{CaF}_2$ . Vlastní difrakční analýza byla provedena D. Všianským v laboratořích CEITEC Core Facility na difraktometru Rigaku Smartlab s Cu-anodou  $\lambda\text{K}\alpha = 0,15418 \text{ nm}$  a 1-D pozičně citlivým detektorem při konvenční Bragg-Brentano para-

fokusační  $\Theta - \Theta$  reflexní geometrii. Úhlová oblast  $5 - 80^\circ 2\Theta$ , krok -  $0,02^\circ 2\Theta$ , čas na krok - 0,6 s. Výsledná data byla zpracována pomocí programu High Score 3 plus. Kvantitativní fázová analýza byla provedena dle databáze ICSD 2012.

### 2.3 LABORATORNÍ GAMASPEKTROMETRIE

Obsah přirozených radionuklidů (K, U, Th) ve studovaném materiálu byl stanoven na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci na laboratorním gamaspektrometru DG - 1000 LAB se scintilačním NaI(Tl) detektorem o objemu  $0,35 \text{ dm}^3$ . Měření každého vzorku, vloženého do plastové nádoby o objemu  $250 \text{ cm}^3$ , probíhalo po ustavení radioaktivní rovnováhy vždy po dobu 1800 s. Uvedeným postupem byly přímo zjišťovány obsahy draslíku (na základě koncentrace  $^{40}\text{K}$ ), zatímco množství uranu a thoria bylo ověřováno nepřímou prostřednictvím přeměnových produktů  $^{214}\text{Bi}$  a  $^{208}\text{Tl}$  (obsahy uranu a thoria jsou proto v následujícím textu uváděny jako eU a eTh). Obdržená data byla vyhodnocena programem LAB Center na výše uvedeném pracovišti. Ke komplexnímu zhodnocení radioaktivity odebraných vzorků, na níž se přirozené radioizotopy uplatňují různou měrou a v rozdílných poměrech, posloužil navíc přepočítaný naměřených koncentrací jednotlivých radioizotopů na hmotnostní aktivitu ( $a_m$ ) ekvivalentního množství  $^{226}\text{Ra}$  získanou z výsledků gamaspektrometrických měření na základě vztahu:  $a_m = 12,35\text{U} + (1,43 \times 4,06\text{Th}) + (0,077 \times 313\text{K})$ , do něhož byly obsahy draslíku dosazovány v %, obsahy uranu a thoria v ppm (BERETKA a MATTHEW 1985).

### 2.4 RENTGENOVÁ FLUORESCENCE

Rentgenfluorescenční analýza byla provedena v laboratoři Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty MU (analyzovala E. Grešlová). Po vysušení vzorků byl každý rozdělen síťováním na 4 zrnitostní frakce. Tímto postupem byl vytvořen soubor obsahující celkem 40 vzorků. Analyzovaný materiál byl umístěn do plastového kalíšku s průhledným dnem a měřen rentgenovým spektrometrem Innov-X Systems, Inc. Delta v módu GEO-CHEM VANAD po dobu 280 s za užitého napětí 210 kV a 1–40 kV. Jako budící zdroj byla použita miniaturní rentgenka s Rh anodou.

### 2.5 ENERGIIVĚ DISPERZNÍ ANALÝZA A ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE

Energiivě disperzní analýza (EDX) byla využita k ověření kvantitativního chemického složení studovaných vzorků. K jejímu provedení posloužily tři leštěné tablety zhotovené ze směsi pískové, prachové a jílové frakce zalité v epoxidu. Vlastní analýza byla uskutečněna na elektronovém skenovacím mikroskopu JEOL JSM-6490LV vybaveném EDX mikroanalýzátorem (Oxford Instruments) v Laboratoři elektronové mikroskopie a mikroanalýzy Ústavu geologických věd PřF MU Brno. Doba načítání vlastního spektra činila 75 sekund při použitím urychlovacím napětí 15 kV. Na téže zařízení se na 7 zvolených vzorcích, zrnitostně reprezentovaných směsí prachové a jílové frakce, uskutečnilo rovněž studium morfologie částic. Před zahájením analýzy byly všechny vzorky vakuově pokoveny uhlíkem a následně byl zobrazen a snímkován jejich povrch v režimu sekundárních elektronů.

## 3. VÝSLEDKY A DISKUSE

### 3.1 ZRNITOSTNÍ SLOŽENÍ

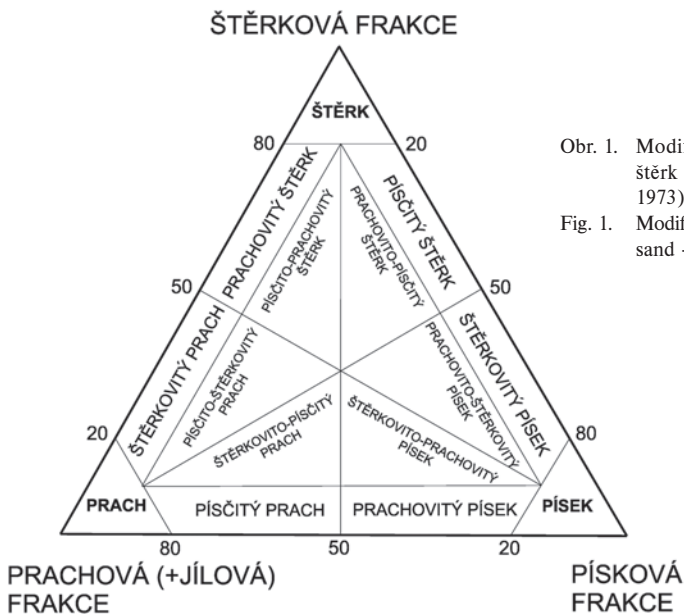
Z granulometrického hlediska (tab. 1) tvoří zkoumaný materiál tři velikostně odlišné frakce. Podíl převažující štěrkové (psefitické) frakce, zastoupené obvykle velkými spečenými či ostrohannými úlomkovitými částicemi, reprezentuje u většiny studovaných vzorků množství od 44 do 68 % (průměrné zastoupení 55 %). Druhou kvantitativně nejfrekventovanější zrnitostní složku představuje písková frakce, zastoupená v analyzovaných vzorcích v intervalu 23–53 %. Jen v minimálním množství (1–9 %) je naopak přítomna směs prachu

a jilu. Vzhledem k tomu, že materiál deponovaný na haldě vykazuje některé znaky typické pro klastické sedimenty, byly výsledky granulometrických analýz vyneseny do modifikovaného klasifikačního diagramu štěrk - písek - prach + jíl (KONTA 1973, obr. 1). Ve smyslu této klasifikace lze osm z deseti hodnocených vzorků označit jako písčité štěrky, ve zbývajících dvou případech pak jako štěrkovitý písek (obr. 2). Překvapivě vysoký podíl hrubozrnné frakce (> 2 mm) může být ovlivněn významným obsahem nedopalu v deponovaném materiálu nebo může souviset s aglomerací popílkových částic do relativně větších agregátů, a to buď při procesech samotného vysokoteplotního spalování, nebo za přispění druhotně vznikajících produktů.

Tabulka 1. Zrnitostní složení studovaného materiálu.

Table 1. Grain composition of studied material.

číslo vzorku	štěrková frakce [%]	písková frakce [%]	prachová + jílová frakce [%]	suma [%]
1	56,4	37,4	6,2	100
2	68,3	22,5	9,2	100
3	45,7	46,8	7,5	100
4	55,0	38,4	6,6	100
5	50,7	44,5	4,8	100
6	66,0	29,6	4,4	100
7	43,6	53,0	3,4	100
8	63,5	35,4	1,1	100
9	51,0	42,5	6,5	100
10	50,4	44,5	5,1	100

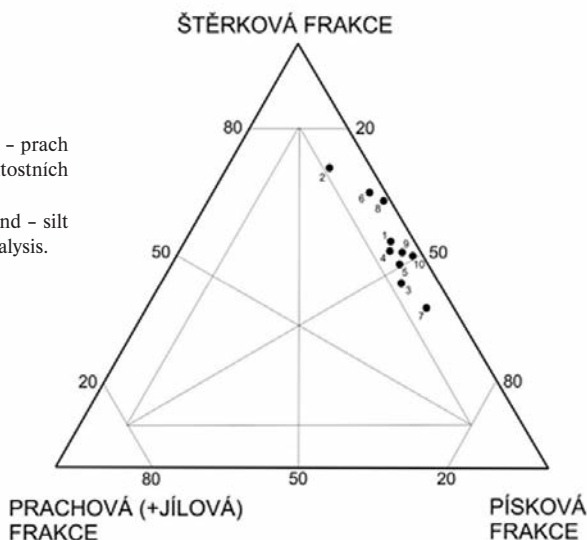


Obr. 1. Modifikovaný klasifikační diagram: štěrk - písek - prach + jíl (KONTA 1973).

Fig. 1. Modified classification diagram: gravel - sand - silt + clay (KONTA 1973).

Obr. 2. Klasifikační diagram: štěrk - písek - prach + jíl s vyznačenými výsledky zrnitostních analýz.

Fig. 2. Classification diagram: gravel - sand - silt + clay with results of grain size analysis.



### 3.2 FÁZOVÉ SLOŽENÍ STUDOVANÉHO MATERIÁLU

Minerální složení zrnitostní frakce < 0,063 mm tří náhodně vybraných vzorků (1, 3, 7) bylo identifikováno prostřednictvím rentgenové difrakce. Ve všech z nich byly prokázány rozdílné obsahy křemene, cristobalitu, mullitu, hematitu, magnetitu, sekundárně vzniklého sádrovce a anhydritu (tab. 2), u vzorku 7 byla navíc potvrzena přítomnost illitu související s jeho možným znečištěním. Z významného podílu amorfní fáze, reprezentujícího vždy více jak 80 hmot. % analyzovaného materiálu, lze předpokládat vysokoteplotní spalování primárního produktu (FEČKO *et al.*, 2003).

Tabulka 2. Fázové složení studovaných vzorků popílku (hmot. %).

Table 2. Phase composition of studied ash samples (in wt. %; vz. č. = sample number...).

vz. č.	křemen	cristobalit	mullit	hematit	magnetit	sádrovec	anhydrit	illit	amorf.fáze
1	3,6	0,2	5,8	0,6	0,3	2,3	0,4	–	87,4
3	5,4	0,1	8,1	0,8	0,3	1,8	0,3	–	84,0
7	3,8	0,2	4,6	0,6	0,1	0,3	0,4	1,0	89,6

### 3.3 PŘIROZENÁ RADIOAKTIVITA

Laboratorně stanovené obsahy přirozených radionuklidů (K, eU, eTh) ve studovaném materiálu jsou sumarizovány v tabulce 3. V rámci získaných výsledků je pro všechny vzorky signifikantní vyšší zastoupení eTh, jehož obsah se pohybuje v úzkém intervalu od 19,5 do 22,1 ppm (průměrná hodnota 20,5 ppm). Úzký rozptyl vykazují ve sledovaném souboru rovněž obsahy eU (13,9–15,7 ppm; průměrná hodnota 14,8 ppm) i K (2,8–3,2 %; průměrná hodnota 3,1 %). Vypočtená hmotnostní aktivita spadá do intervalu 366–391 Bq.kg<sup>-1</sup>, s průměrnou hodnotou 375 Bq.kg<sup>-1</sup>.



Analogické údaje poskytl srovnání naměřených dat s výsledky laboratorního měření radioaktivity popílkového materiálu deponovaného v bývalém úložišti Brno-Hády (viz např. DOLEŽELOVÁ 2013), jehož primárně spalované suroviny pocházejí rovněž z oblasti rosicko-oslavanského revíru. Zaznamenané dílčí rozdíly mohou souviset s částečně odlišným zrnitostním složením studovaných vzorků. I přes tuto skutečnost však lze ve vztahu k horninovému prostředí považovat obsahy přirozených radioaktivních prvků, zejména eU a eTh, v posuzovaném odpadním materiálu za výrazně „nadklarkové“. Vypočtená průměrná hmotnostní aktivita  $375 \text{ Bq.kg}^{-1}$  převyšuje maximální stanovený limit  $300 \text{ Bq.kg}^{-1}$  legislativně uváděný vyhláškou SÚJB pro stavební materiál vyráběný ze škváry, popílků a strusek a určený pro stavby s obytnými a pobytovými místnostmi (SÚJB 2005).

Tabulka 3. Laboratorně stanovené koncentrace K, eU a eTh a vypočtená hmotnostní aktivita v popílcích a struskách deponovaných na haldě bývalé elektrárny v Oslavanech ( $\sigma$  = průměrná odchylka).

Table 3. Laboratory-measured concentrations of K, eU, eTh and the calculated mass activity in ashes and slags deposited on the heap of former power station in Oslavany ( $\sigma$  = average deviation).

vzorek číslo	K [hmot. %]	$\sigma$ K [hmot. %]	eU [ppm]	$\sigma$ eU [ppm]	eTh [ppm]	$\sigma$ eTh [ppm]	$a_m$ [ $\text{Bq.kg}^{-1}$ ]
1	2,9	0,1	14,7	0,3	19,8	0,8	366
2	3,0	0,1	14,0	0,3	22,1	0,7	374
3	2,8	0,1	14,6	0,3	20,7	0,7	368
4	3,2	0,1	15,1	0,3	20,1	0,8	380
5	3,1	0,1	15,5	0,3	19,5	0,8	379
6	3,1	0,1	15,7	0,3	21,0	0,8	391
7	3,1	0,1	14,3	0,3	20,7	0,8	372
8	3,1	0,1	14,1	0,3	20,2	0,8	366
9	3,1	0,1	15,6	0,3	19,6	0,8	381
10	3,2	0,1	13,9	0,3	20,8	0,7	370

### 3.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ

Výsledky provedených EDX analýz (tab. 4) prokázaly u všech tří zkoumaných vzorků (viz kapitola Materiál a metodika) jejich standardní hlinito-křemičitý charakter. K dominantním prvkům patří zejména křemík (prům. 40 hmot. %  $\text{SiO}_2$ ), hliník (prům. 18 hmot. %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a vápník (prům. 10 hmot. %  $\text{CaO}$ ), které jsou navíc doprovázeny alkalickými kovy (prům. 2 hmot. %  $\text{Na}_2\text{O}$  a 3 hmot. %  $\text{K}_2\text{O}$ ). Zajímavé jsou relativně vysoké obsahy  $\text{FeO}$ , jehož průměrné zastoupení odpovídá hodnotě 10,2 hmot. %. Obdobné koncentrace železa zmiňují v popílkovém materiálu např. KUMAR *et al.* (2016) a LI *et al.* (2009). Vyšší přítomnost železa, síry i vápníku v analyzovaných vzorcích může být interpretována výskytem syngenetické i epigenetické sulfidické a karbonátové mineralizace reprezentované v uhelných sedimentech rosicko-oslavanského souvrství zejména pyritem a kalcitem. BOUŠKA *et al.* (2000) uvádějí pyrit jako hojnou mikroskopickou součást zdejšího uhlí, v němž impregnuje fosilizované zbytky rostlin, a považují jej za hlavní příčinu relativně vysokých obsahů síry. BURKART (1953) předpokládá v uhelné hmotě rovněž výskyt mikroskopicky přítomného markazitu.

Tabulka 4. Kvantitativní chemické složení (hmot. %) směsi pískové, prachové a jílové frakce z haldy v Oslavanech (data uvedená v tabulce představují průměrné hodnoty vypočtené vždy z pěti provedených EDX analýz).

Table 4. Chemical composition (wt. %) of the mixture of sand, silt and clay fraction from heap in Oslavany (numbers represents average values calculated from five EDX measurements).

vz. č.	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	FeO	suma
2	1,8	2,1	19,4	52,6	0,1	5,5	3,2	8,6	0,7	0,1	6,1	100
6	2,4	6,5	18,0	43,4	0,0	0,2	2,3	13,1	0,4	0,0	13,7	100
9	1,2	3,7	17,4	40,0	0,7	8,1	2,5	8,8	0,5	0,3	16,9	100

### 3.5 PŘÍTOMNOST POTENCIÁLNĚ RIZIKOVÝCH PRVKŮ VE STUDOVANÉM POPÍLKU

Obsahy stopových prvků ve studovaných vzorcích popílku jsou sumarizovány v tab. 5. Zvláštní pozornost byla v tomto směru věnována především polutantům, majícím tendenci pronikat do bezprostředního i vzdáleného okolí haldy a ovlivňovat negativně životní prostředí.

Tyto komponenty, z nichž k nejvýznamnějším patří především arsen, olovo, kadmium a rtuť, se ve studovaném materiálu vyskytují ve většině vzorků v relativně malém množství, a to zpravidla pod úrovní jejich standardně uváděných průměrných obsahů v kontinentální kůře (viz např. HOLLAND a TUREKIAN 2014) nebo limitních hodnot platných pro přítomnost rizikových prvků v půdách (MŽP 1993, 2016), popř. pod detekčním limitem použitého přístroje. Výjimku tvoří z tohoto hlediska pouze arsen, jehož obsahy se v jednotlivých vzorcích pohybují v intervalu 11–129 ppm (průměrná hodnota 44 ppm) a olovo, které je zastoupeno od analyticky neidentifikovatelného množství do 60 ppm. Zatímco průměrné množství 18 ppm olova v hodnoceném materiálu odpovídá prakticky jeho zastoupení v kontinentální kůře (11 ppm), zaznamenaný obsah arsenu od 11 do 129 ppm (průměr 40 ppm) průměrné hodnoty (2,5 ppm) několikanásobně převyšuje. Námí prokázané koncentrace obou prvků na druhé straně zdaleka nedosahují hodnot, které zmiňuje v popelu uhlí např. KREJCI-GRAF (1972), kde maximální obsahy olova činí více jak 1000 ppm, v případě arsenu až 8000 ppm. Výrazné obohacení uhelného popela jmenovanými polutanty spojuje tento autor s procesy sekundárního obohacování. YUDOVICH a KETRIS (2004) uvádějí průměrné množství As v bituminózních typech uhlí a v lignitu hodnotami 9,0±0,8 a 7,4±1,4 ppm. Za zvýšené považují již obsahy 50±5 a 49±8 ppm a popisují je jako typické pro uhelné pánve na území České republiky. Za hlavní nositele As pokládají zejména pyrit s možnou příměsí arzenopyritu. Právě přítomností sulfidického arzenopyritového zrudnění může být podle ŠAFÁŘOVÉ a ŘEHOŘE (2006) interpretována relativně vysoká přítomnost As v uhelných sedimentech severočeské hnědouhelné pánve. Syngenetická i epigenetická pyritová mineralizace byla mimo jiné popsána i v uhelných slojích bývalého rosicko-oslavanského revíru, jejichž surovina byla dlouhodobě spalována samotnou elektrárnou v Oslavanech (BOUŠKA *et al.* 2000). Přítomnost arsenu v množství kolem 320 ppm popisují v derivátech vzniklých při spalování uhlí při teplotách kolem 525 °C např. PANDEY *et al.* (2011). Srovnatelné zvýšené obsahy As (<5–392 ppm) společně s vyšším zastoupením Pb (108–7460 ppm) a Cd (6–380 ppm) ve 13 odlišných typech popílků popsali v poslední době např. SAQUIB a BÄCKSTRÖM (2016).

Zvýšené koncentrace ostatních minoritních prvků potvrdily provedené analýzy u titanu a vanadu, rubidia a stroncia. Obsahy stopových prvků vykazují celkově stoupající trend ve směru od hrubších k jemnějším zrnitostním frakcím.

Výsledky provedeného výzkumu prokázaly na jedné straně přítomnost některých potenciálně nebezpečných prvků, tyto se však ve studovaném materiálu vyskytují v koncentracích, které nelze z environmentálního hlediska považovat za rizikové.

Tabulka 5. Obsahy stopových prvků (ppm) zjištěné v odlišných zrnitostních frakcích studovaného materiálu (LOD = detekční limit).

Table 5. Contents of trace elements (ppm) detected in different grain size fractions of the studied material (vz. č. = sample number ..., Š = gravel; P = sand; P + J = silt + clay; LOD = limit of detection).

Č. vz.	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Zr	Mo	Cd	Hg	Pb
1 Š	4088,5	352,4	110,4	62,4	58,1	39,9	22,5	226,6	162,0	107,9	8,4	<LOD	<LOD	6,0
1 P	3391,2	273,4	80,7	111,0	79,2	52,7	44,4	208,7	155,9	94,9	10,3	<LOD	<LOD	14,9
1 P+J	3553,9	277,4	61,2	116,2	88,9	80,8	61,9	203,4	160,6	95,2	13,0	<LOD	<LOD	25,3
2 Š	3978,0	312,2	91,0	67,9	52,3	54,9	28,5	234,0	191,6	121,5	12,1	<LOD	<LOD	<LOD
2 P	3499,2	244,3	116,9	85,6	74,0	51,2	37,5	210,6	170,0	99,7	12,1	<LOD	<LOD	16,3
2 P+J	3773,7	262,5	68,1	119,0	102,0	88,5	60,7	209,6	173,7	94,2	16,8	17,4	<LOD	28,6
3 Š	3760,1	349,8	101,0	91,2	58,2	44,3	33,2	222,7	181,6	110,7	10,2	<LOD	<LOD	6,6
3 P	3689,0	300,9	82,6	84,2	74,6	54,8	38,0	214,7	153,8	103,3	9,2	<LOD	<LOD	13,1
3 P+J	3582,3	295,7	67,9	110,8	89,6	79,6	57,0	211,9	157,0	100,1	11,5	<LOD	<LOD	26,2
4 Š	3559,0	352,1	82,2	183,7	73,2	48,1	40,0	192,9	173,7	98,9	8,7	<LOD	<LOD	9,9
4 P	3500,3	301,3	65,2	94,4	74,0	55,8	39,3	214,0	161,6	106,1	11,7	<LOD	<LOD	16,5
4 P+J	3667,6	283,5	83,6	129,3	99,7	90,4	69,8	205,6	157,7	100,4	13,0	<LOD	<LOD	30,2
5 Š	4022,6	330,4	102,7	95,0	54,3	42,5	15,2	234,7	181,1	113,2	8,4	<LOD	<LOD	2,9
5 P	3740,3	256,2	78,9	101,0	74,6	52,6	39,9	222,3	159,9	100,7	11,9	<LOD	<LOD	13,1
5 P+J	3706,3	258,4	70,2	135,4	105,1	92,9	68,5	209,0	167,7	100,1	15,5	10,2	<LOD	29,1
6 Š	4038,5	373,3	103,1	97,2	55,8	39,1	14,1	230,2	178,2	118,3	8,9	<LOD	<LOD	6,5
6 P	3465,4	270,8	70,4	91,4	73,2	52,2	39,1	212,2	157,4	98,3	10,2	<LOD	<LOD	15,2
6 P+J	3617,6	330,0	64,6	143,3	109,4	101,1	74,1	200,6	168,3	95,3	15,1	<LOD	<LOD	33,9
7 Š	3929,4	334,6	129,1	95,4	59,3	40,3	20,1	232,9	195,8	114,3	9,0	<LOD	<LOD	5,7
7 P	3660,1	295,9	79,8	115,4	84,6	55,5	36,1	219,3	182,6	108,0	10,9	<LOD	<LOD	12,5
7 P+J	3928,8	288,9	79,8	142,7	122,4	99,0	65,1	219,2	182,4	101,2	16,0	<LOD	<LOD	31,8
8 Š	4234,6	327,1	102,0	103,0	60,0	42,7	16,1	231,5	221,1	119,1	10,1	<LOD	<LOD	6,0
8 P	4088,5	295,5	100,5	110,7	74,9	40,6	22,2	218,0	235,6	114,4	11,9	<LOD	<LOD	6,3
8 P+J	4100,6	283,8	78,5	138,1	120,8	100,2	57,6	228,0	199,6	107,1	15,7	<LOD	<LOD	36,6
9 Š	4114,4	316,9	118,3	85,6	54,8	42,5	15,1	231,2	207,2	117,4	9,2	<LOD	<LOD	6,4
9 P	3623,1	301,8	71,1	85,6	76,6	52,7	41,5	217,3	162,3	99,4	11,3	<LOD	<LOD	13,1
9 P+J	4312,0	347,9	77,4	209,6	167,5	168,9	128,9	186,8	182,5	106,3	24,2	12,1	<LOD	45,4
10 Š	4221,3	336,0	108,2	80,8	65,6	30,8	11,1	226,1	219,4	126,7	9,8	<LOD	<LOD	3,2
10 P	4227,6	271,7	100,0	104,1	90,3	41,7	24,9	221,4	207,8	114,9	11,3	<LOD	<LOD	11,6
10 P+J	4323,1	312,1	99,4	217,1	250,9	151,9	81,2	194,5	205,3	120,5	26,2	<LOD	6,1	59,9

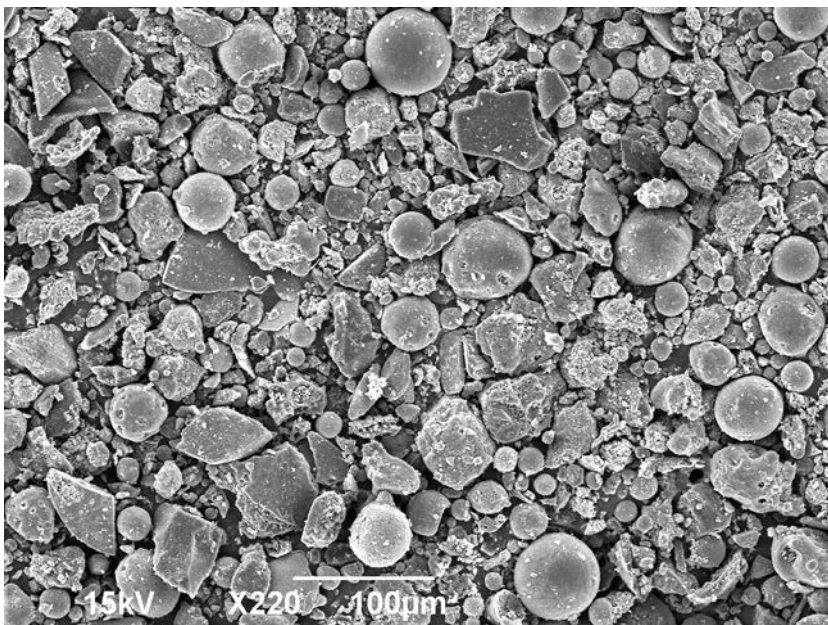
### 3.6 MORFOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ ČÁSTIC

Všechny studované vzorky jsou tvořeny nepravidelně omezenými, mnohdy ostrohrannými struskovitými úlomky převážně s nerovným povrchem nebo jejich agregáty o rozměrech v desítkách až jednotkách  $\mu\text{m}$  (obr. 3). Pro většinu materiálu je charakteristická přítomnost tzv. mikrosfér (obr. 4), vznikajících jako produkt vysokoteplotního spalování uhlí v intervalu od 1200 do 1500 °C (Fečko *et al.*, 2003). Jejich průměrná velikost se pohybuje od 50 do 70  $\mu\text{m}$ . V některých vzorcích byla uvnitř mikrosfér nalezena jak výše popisovaná zrna, tak i automorfne omezené mikrokrystaly některých minerálních fází (sádrovec/anhydrit).

## 4. ZÁVĚR

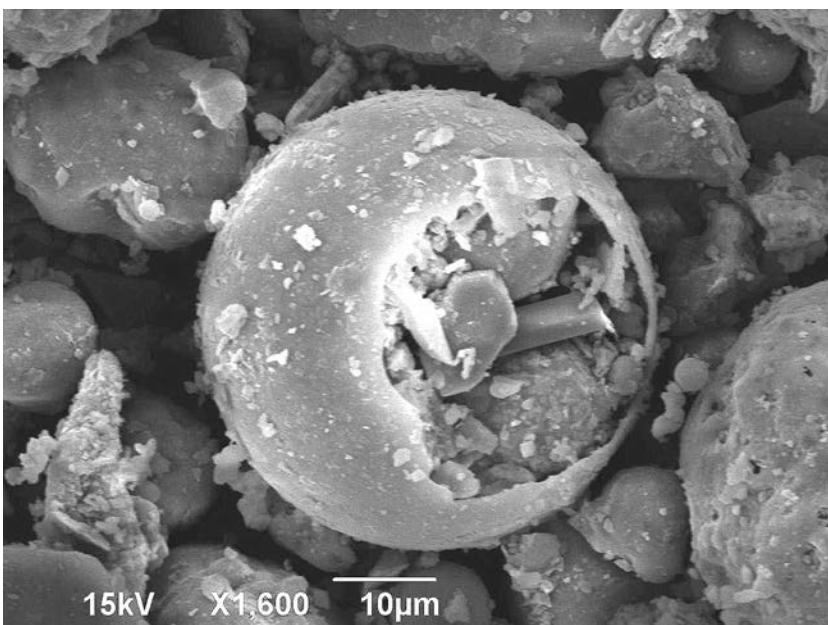
Hlavním cílem provedené studie bylo ověření potenciální rizikovosti materiálu depovaného na haldovém úložišti bývalé tepelné elektrárny v Oslavanech.

Uložený materiál, odpovídající zrnitostně písčitému šterku až šterkovitému písku, je tvořen variabilním podílem křemene, cristobalitu, mullitu, hematitu, magnetitu, sádrovce a anhydritu.



Obr. 3. Ostrohranná zrna, struskovité agregáty a mikrosféry tvořící jemnozrnnou frakci studovaných vzorků.

Fig. 3. Sharp-edged grains with slag shaped aggregates and microspheres forming fine-grained fraction of studied material.



Obr. 4. Narušený plášť mikrosféry s mikrokrystaly sádrovice/anhydritu.

Fig. 4. Eroded surface with microcrystals of gypsum/anhydrite.

Výsledky gamaspektrometrického stanovení K, eU a eTh, společně s vypočtenou hmotnostní aktivitou ekvivalentu  $^{226}\text{Ra}$ , naznačují v případě popílků překročení stávajících, legislativně platných limitů  $300 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$  (SÚJB 2005) platných pro výrobu stavebních materiálů a jejich využití pro stavby s obytnými nebo pobytovými místnostmi.

Výsledky studia chemického složení prokázaly v případě všech analyzovaných vzorků popílků jejich standardní hlinito-křemičitý charakter s dominantním zastoupením křemíku, hliníku a vápníku, doprovázený zejména alkalickými kovy a zvýšeným podílem železa.

Výsledky výzkumu potvrdily přítomnost některých potenciálně nebezpečných prvků (As, Pb, Cd, Hg), které se však ve studovaném popílků vyskytují v koncentracích, které s výjimkou As nelze z hlediska aktuálně platných limitů stanovených např. Ministerstvem životního prostředí (MŽP 2016) jednoznačně považovat za rizikové.

Všechny studované vzorky jsou tvořeny nepravidelně omezenými, ostrohrannými struskovitými úlomky s nerovným povrchem nebo jejich agregáty a jsou charakteristické přítomností tzv. mikrosfér, vznikajících při využití technologie vysokoteplotního spalování uhlí.

Dosavadní dílčí výsledky provedeného studia naznačují, že materiál deponovaný na haldě bývalé elektrárny v Oslavanech představuje v současné podobě pouze jistý druh ekologické zátěže a není třeba jej posuzovat z environmentálního hlediska jako bezprostředně rizikový.

#### LITERATURA

- BERETKA, J., MATTHEW, P. J., 1985: Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products. – *Health Phys.* 48, 87–95.
- BOUŠKA, V., PEŠEK, J., SÝKOROVÁ, I., 2000: Probable modes of occurrence of chemical elements in coal. – *Acta Montana*, B 117, 10, 53–90.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. *Mährens Minerale und ihre Literatur.* – Nakl. ČSAV. Praha, 1008 p.
- DOLEŽELOVÁ, S., 2013: Odkaliště sypkých průmyslových odpadů jako specifický druh ekologických zátěží. – MS, bakalářská práce. Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity. Brno. 50 p.
- FEČKO, P., KUŠNĚROVÁ, M., LYČKOVÁ, B., ČÁBLÍK, V., FARKAŠOVÁ, A., 2003: Popílků. – VŠB – Technická univerzita Ostrava. Ostrava. 187 p.
- HELA, R., SOKOL, P., DONÁT, P., KOŠAROVÁ, G., ORSÁKOVÁ, D., 2013: Popílek v betonu. – ČEZ Energetické produkty s.r.o. Brno. 167 p.
- HOLLAND, H. D., TUREKIAN, K. K., 2014: *Treatise on Geochemistry.* – Second Edition, vol. 4: The Crust. Elsevier Science. 805 p.
- KOLÁŘ, L., 1969: Popílků a možnost jejich využití. – *Práce.* Praha. 92 p.
- KONTA, J., 1973: Kvantitativní systém reziduálních hornin, sedimentů a vulkanoklastických usazenin. – *Universita Karlova.* Praha. 375 p.
- KREJCI-GRAF, K., 1972: Trace metals in sediments, oils, and allied substances. – In: *Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences*, Fairbridge R. W. ed. – Van Nostrand R. Co., New York, 1201–1209.
- MŽP, 1993: Rizikové prvky v půdách náležejících do zemědělského půdního fondu. – Příloha k vyhlášce č. 13/1994 Sb., Praha.
- MŽP, 2016: Indikační hodnoty rizikových prvků. – ATLAS Consulting, spol. s r.o.
- PANDEY, V. CH., SINGH, J. S., SINGH, R. P., SINGH, N., YUNUS, M., 2011: Arsenic hazards in coal fly ash and its fate in Indian scenario. – *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 9–10, 819–835.
- SAQUIB, N., BÄCKSTRÖM, M., 2016: Chemical association and mobility of trace elements in 13 different fuel incineration fly ashes. – *Fuel*, 165, 1, 193–204.
- ŠAFÁROVÁ, M., ŘEHOŘ, M., 2006: Stopové prvky v uhelných a neuhelných sedimentech severočeské pánve a zemínách rekultivovaných lokalit. – *Chem. Listy* 100, 462–466.
- VÁVRA, V., 1998: Kvantitativní RTG fázová analýza popílků a popílkových kompozitů. – MS, disertační práce. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Brno. 62 p.
- YUDOVICH, Ya. E., KETRIS, M. P., 2004: Arsenic in coal: a review. – *International Journal of Coal Geology*, 61, 3–4, 141–196.



## INTERNETOVÉ ZDROJE

- KUMAR, S., YANKWA DJOBO, J. N., KUMAR, A., KUMAR, S., 2016: Geopolymerization behaviour of fine iron-rich fraction of brown fly ash. – *Journal of Building Engineering*, Volume 8, December 2016, Pages 172–178. – On line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710216301528>.
- KYSELÁK, J., 2001: Elektrárna Oslavany. – On line: <http://www.rosicko-oslavansko.cz/13-historie/32-elektrarna-oslavany>.
- LI, Y., ZHANG, F., XIU, F., 2009: Arsenic removal from aqueous system using adsorbent developed from a high iron-containing fly ash. – *Science of The Total Environment*, Volume 407, Issue 21, 15 October 2009, Pages 5780–5786. – On line: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709006743>.
- SÚJB, 2005: Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb. o radiační ochraně. Přílohy ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb. – On line: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/Vyhlaska\\_2002\\_307\\_ve\\_zneni\\_2005\\_499\\_prilohy.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasky/Vyhlaska_2002_307_ve_zneni_2005_499_prilohy.pdf).



## STŘÍBRONOSNÁ Pb-Zn MINERALIZACE PŘI VÝCHODNÍM OKRAJI MOLDANUBICKÉHO PLUTONU V OKOLÍ TELČE

SILVER-BEARING Pb-Zn MINERALIZATION ALONG EASTERN BORDER OF MOLDANUBIAN  
PLUTON NEAR TELČ

STANISLAV HOUZAR & FRANTIŠEK GREGOR

### Abstract

Houzar, S., Gregor, F., 2017: Stříbrnosná Pb-Zn mineralizace při východním okraji moldanubického plutonu v okolí Telče. – Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 102, 1-2, 79-97.

### *Silver-bearing Pb-Zn mineralization along eastern border of Moldanubian Pluton near Telč*

Multiple occurrences of base-metal mineralization in massive and brecciated quartz veins are present along the eastern border of Central Moldanubian Pluton (CMP). The veins cross-cut the contact of CMP granites as well as surrounding cordierite-biotite migmatites of the Monotonous Unit. Main ore minerals include pyrite, arsenopyrite, sphalerite, galena and chalcopyrite; one occurrence of native silver was found. Hydrothermal quartz veins with silver-bearing galena and sphalerite ( $\leq 3000$  ppm Ag) were mined in the 16<sup>th</sup> century at the locality Dobrá Voda near Mrákotín. The last mining attempts were carried out between 1883 and 1885. Only prospection works were previously performed in disseminated sulphide mineralization present at Mrákotín-Čejkovna and Hostětice near Telč, which is poor in silver like several other locations in the near Telč surroundings. We present chemical analyzes of several ore minerals and one ore-bearing quartz vein.

*Key words:* silver, base-metal mineralization, historical exploitation, Moldanubian Pluton

Stanislav Houzar, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, e-mail: shouzar@mzm.cz

František Gregor, Moravian Provincial Archive in Brno – State District Archive Třebíč, Na Potoce 21/23, 674 01 Třebíč, e-mail: gregor@mza.cz

## ÚVOD

V blízkosti centrálního moldanubického plutonu se v několika oblastech vyskytují hydrotermální polymetalické mineralizace různých typů, z nichž některé byly v historických dobách předmětem kutacích pokusů a krátkodobé těžby stříbrných rud. Většina těchto míst upadla v zapomenutí, protože až na malé výjimky chybějí archivní prameny, i když překvapení nejsou ani dnes vyloučena, jak dokazují nově nalezené písemnosti o dolování u Radíkova na Dačicku (ústní sdělení J. DOLEŽEL, 2015).

K jedné z těchto oblastí náleží i okolí Telče, kde na význam těchto mineralizací poprvé upozornily historické listiny z let 1541 a 1549, v nichž se zmiňují „stříbrné a zlaté doly telčské“ (D'ELVERT 1866). Jde o známé doly u Dobré Vody jižně od Mrákotína. Zda bylo dolováno už dříve, např. v první polovině 13. století, jako je tomu na jiných podobných lokalitách na Českomoravské vrchovině, není známo, protože jako jinde i zde chybějí nejstarší písemné prameny. Tradice dokonce hovoří o „dobách pohanských“, jak je uvedeno na pamětní desce u kostelíka sv. Jáchyma nad Dobrou Vodou. Jistý je neúspěš-

ný pokus o obnovu těchto dolů jihlavským usedlíkem Janem Jungmayerem v roce 1713 a kutací práce v širším okolí Mrákotína, financované telčským velkostatkářem Leopoldem Podstatským-Lichtensteinem po roce 1882 (POŠVÁŘ 1978, KOUMAR, ed., 2004, HOUZAR a HRAZDIL 2006).

První, velmi stručné mineralogicko-geologické poznatky o zdejší oblasti přináší až Melionova publikace o tetraedritu z Dobré Vody; věnoval se také problematice tamních lázní (MELION 1864a, b). Odbornější pohled na tamní polymetalické mineralizace poskytla publikace KOUTKA (1925a). Stručné zmínky o mineralogicko-geologických poměrech lokality Dobrá Voda obsahují práce POŠEPNÉHO (1895), KOUTKA (1925b), HOUZARA (1997) a MALÉHO a DOLNÍČKA (2005). Publikace STRÁNSKÉHO *et al.* (2002, 2005) poskytují sice některé informace o složení zrudněného křemene na této lokalitě, avšak z mineralogického pohledu (metodika analýz) jsou téměř bezvýznamné (např. při výzkumu byl nepochopitelně opomíjen galenit jako hlavní nositel stříbra na lokalitě!). Podobně převážně jen topograficko-montanistický význam mají také další práce o rudních výskytech v západním okolí Telče (STRÁNSKÝ *et al.* 2011a, b), avšak nová revize jimi zmíněných lokalit žádné zrudnění neprokázala.

Na počátku výzkumu rudních mineralizací u Telče stál geolog vídeňského geologického ústavu baron Heinrich Foullon von Norbeeck, známý svým tragickým osudem (v r. 1896 byl zavražděn domorodci na Guadalcanalu). V roce 1882 vytvořil zprávu o rudních výskytech v okolí Telče, určenou pravděpodobně hospodářské správě telčského velkostatku výše zmíněného hraběte Podstatského-Lichtensteina, který se v té době chystal dolovat stříbro u Dobré Vody. Druhou významnou osobností byl brněnský sběratel minerálů P. Chlupáček, který v první polovině 20. století velmi podrobně zdokumentoval zdejší naleziště minerálů. Na tohoto autora se odvolávají jak topografické mineralogie BURKARTA (1953) a KRUTI (1966), tak i různé nepublikované i publikované prospekční studie a mapy státní geologické služby a průzkumných organizací. Škoda jen, že se Chlupáčková dokumentace nedochovala úplně a že tento značně produktivní badatel nebyl vždy dostatečně kritický k informacím o původu některých vzorků (existují leckdy záměny lokalit). Jeho údaje a hlavně sbírkový materiál, uložený částečně v Moravském zemském muzeu v Brně a v regionálních muzeích v Jihlavě, Znojmě a Třebíči, nelze proto využívat nekriticky.

Předkládaná studie vychází z nové terénní rekognoskace lokalit, revize publikovaných a nepublikovaných prací a v menší míře ze sbírkového materiálu (sbírka a archiv mineralogicko-petrografického odd. Moravského zemského muzea, Brno; dále jen Archiv MZM). Přesto si je autor tohoto příspěvku plně vědom, že na novodobý mineralogický výzkum telčský rudní obvod ještě čeká.

Chemické analýzy minerálů byly zhotoveny na elektronové mikrosondě Cameca SX 100 na společném pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy ÚGV PřF MU a ČGS (analytik R. Škoda). Měření probíhalo za těchto podmínek: vlnově disperzní mód (WDX), urychlovací napětí 25 keV, proud svazku 20 nA, velikost svazku 1  $\mu\text{m}$ . Při analýze jednotlivých sulfidů bylo použito těchto standardů: ZnS (Zn), FeS<sub>2</sub> (Fe, S), Mo (upravený Mo), pararammelsbergit (As, Ni), Cu (Cu), Mn (Mn), Co (Co), InAs (In), PbS (Pb), PbSe (Se), Sb (Sb), Cd (Cd), Ag (Ag), Ge (Ge). Obsahy stříbra a zlata v galenitové, sfaleritové a arzenopyritové rudě z Dobré Vody a Hostětic byly stanoveny v laboratoři Gematest s.r.o. v Černošicích, analytická skupina A. Mandy. V případě Au byl vzorek nejprve rozložen kyselinou bromovodíkovou, stanovení provedeno metodou AAS (citlivost u Ag > 0,02 ppm, u Au > 0,2 ppm). Celková analýza zrudněné žiloviny z Mrákotína-Čejkovny byla provedena v ACME laboratories, Vancouver, Canada. Hlavní oxidy a Ba, Ni, Cu, Pb a Zn byly analyzovány ICP-ES. Jiné stopové prvky a REE metodou ICP-MS a IDX (Ag, As, Au, Bi, Cd, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sc, Tl, Zn); detaily na <http://acmelab.com>.

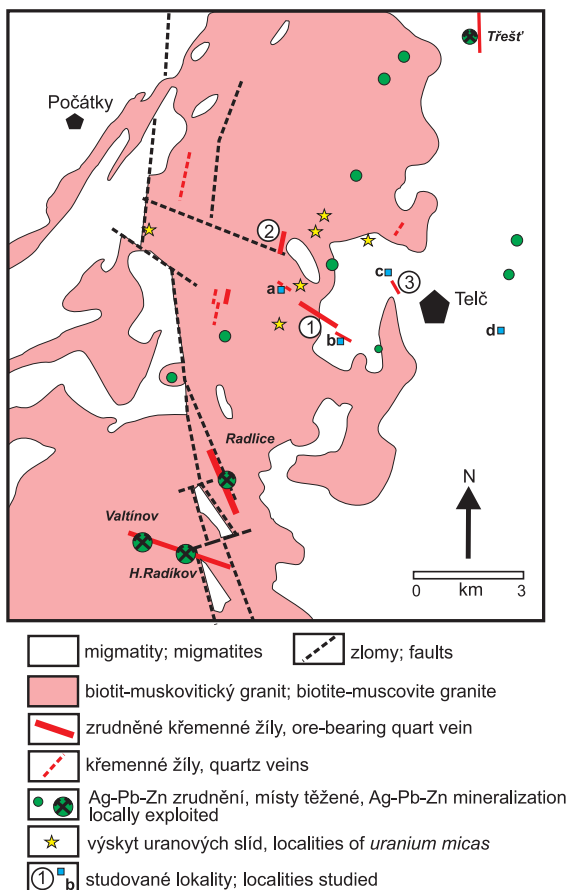
## GEOLOGICKÁ SITUACE

Zkoumaná oblast se rozkládá podél východního okraje centrálního moldanubického plutonu při jeho styku s monotónní jednotkou moldanubika (obr. 1). V současnosti je tento pluton pokládán za geneticky poměrně komplikované těleso variského stáří, v němž lze rozlišit několik petrograficky a zvláště geochemicky odlišných granitů a monzogranitů. Ve studované oblasti se uplatňují drobné a středně zrnité peraluminické dvojslidné granity suity Eisgarn, mrákotínského subtypu („mrákotínská žula“ dle KOUTKA 1925b), a středně zrnité až hrubozrné granity subtypu Číměř (Řásná). Mrákotínský granit, resp. monzogranit, je někdy pokládán za jemnozrnější varietu číměřského typu (BREITER 2010). Vedle hlavních minerálů, křemene, K-živců, *oligoklasu*, muskovitu a *biotitu*, je charakteristickým minerálem andalusit, v menší míře fibrolitický sillimanit a pinitizovaný cordierit. Z akcesorických minerálů lze uvést apatit, zirkon, monazit a ilmenit, příp. titanit a magnetit (KOUTEK 1925b, RENÉ 2001a). Počátek krystalizace granitového magmatu odpovídá poklesu T pod cca 825–775° C při P 350–150 MPa a stáří intruze v průměru odpovídá 327 Ma (RENÉ 2001a, 2016, ŽÁK *et al.* 2011).

Obr. 1. Historické dolování, kutací práce a Ag-Pb-Zn mineralizace v okolí Telče.

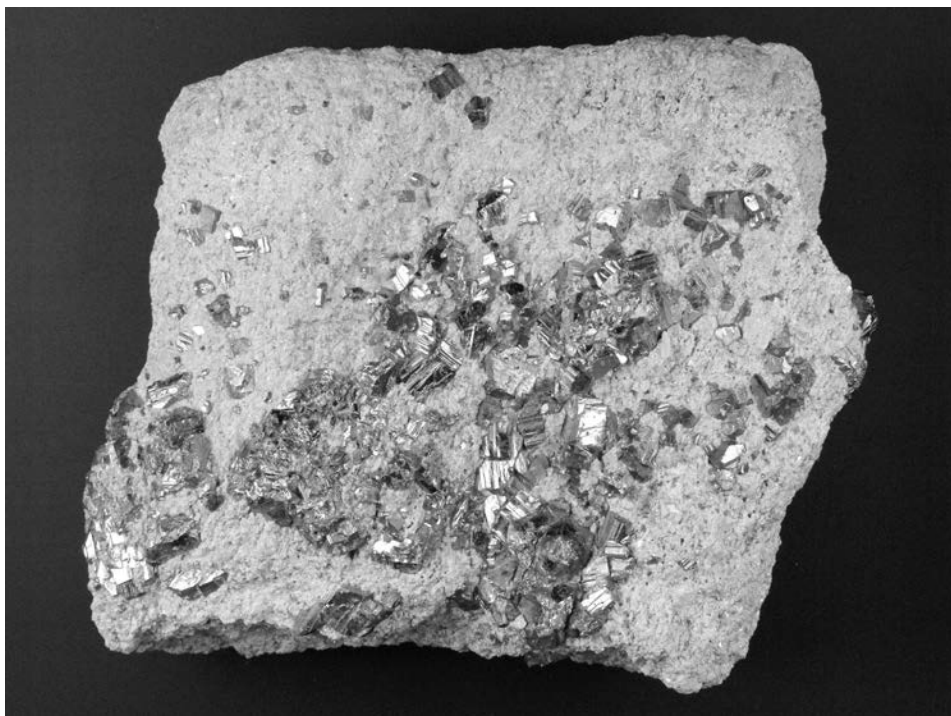
Fig. 1. Historical mining and prospecting for base metal Ag-Pb-Zn ores at surrounding of Telč.

1 - Dobrá Voda u Mrákotína, 2 - Mrákotín-Čejkovna, 3 - Hostětice, Závřší, a - Mrákotín-Hamry, b - Borovná, Zdeňkov, c - Vanov, kaple Sv. J. Boromejského, d - Zvolenovice.





Granity jsou vzácně doprovázeny miarolovými pegmatity s krystaly K-živců, křemene (záhnědy) a muskovitu, vzácně s apatitem. Lokálně obsahují rovněž drobné žilky křemene s pyritem, arzenopyritem, sfaleritem, ojedíněle i s fluoritem, rutilem a anatasem. Tyto minerály se vyskytují také přímo na trhlinách granitů, stejně jako uranové slídy, zejména metautunit, vázaný převážně na ploché L-pukliny granitů (srov. také RENÉ 2001a). Lokálně častý je rovněž výskyt arzenopyritu a pyritu (Čenkov) přímo v alterovaných granitech (obr. 2). Tyto sulfidy zarůstají do granitu a nejsou doprovázeny křemennou žilovinou (BURKART 1953, KRUŽA 1966, HOUZAR *et al.* 1999, HOUZAR 2014).



Obr. 2. Pyrit v alterovaném granitu, Čenkov u Třeště (velikost vzorku 12 cm, foto J. Toman).

Fig. 2. Pyrite in altered granite, locality Čenkov near Telč (sample size 12 cm, photo J. Toman).

Metamorfované horniny v plášti plutonu, které rovněž tvoří četné uzavřeniny různých rozměrů v granitech, náležejí převážně k pararulám až migmatitům monotónní jednotky moldanubika. Vyznačují se prohrádní minerální asociací křemen - K-živec - oligoklas - biotit ± cordierit ± granát ± sillimanit, která vznikla při  $T > 650\text{--}700^\circ\text{C}$  a  $P \geq 4,5$  kbar (LINNÉ 1994, 1996). Pro xenolity biotitických pararul (bez cordieritu) uvádí RENÉ (2001b)  $T = 727\text{--}772^\circ\text{C}$  a vyšší  $P = 10\text{--}11$  kbar, většinou však odhady  $P$  bývají nižší (RENÉ 2001b). Lokálně jsou zastoupeny i vložky amfibolitů (Kostelní Myslová, Telč), granát-pyroxenických rul až kalcitických mramorů (Vanov, Dyjice, Černíč) a granulity (sev. od Telče), jejichž tektonická pozice není známa (relikty pestré a/nebo gřohlské jednotky).

Hranice plutonu s migmatity je komplikovaná. Na jedné straně metamorfity tvoří zmíněné uzavřeniny a větší kry v granitech, na straně druhé četné apofýzy granitů pronikají do

migmatitů (KOUTEK 1925b). Z hlediska výskytu hydrotermálních rudních mineralizací jsou důležité zlomy. Pro významnější zrudnění v okolí Dobré Vody již KOUTEK (1925b) zaznamenal jako nejdůležitější směr ZSZ-VJV (h8), který odpovídá tzv. Q-puklinám mrákotínského granitu. Důležité jsou i směry SSV-JJZ (S-pukliny), zhruba paralelní s protažením plutonu a odpovídající extenzní etapě vývoje moldanubika (RENÉ 2001a, b); vyplňují je někdy křemenné žíly s bezvýznamným zrudněním (tato práce).

## CHARAKTERISTIKA LOKALIT

### 1. Dobrá Voda u Mrákotína

Nejstarší zmínky o dolech pocházejí z let 1541 a 1549, kdy tamní kraj i doly vlastnili páni z Hradce (KLIMESCH 1897). Mrákotínské doly (někdy se v historických zprávách rozlišuje Mrákotín a Dobrá Voda, ač jde velmi pravděpodobně o jednu lokalitu) tehdy spravoval za nezletilého Jáchyma a Zachariáše jejich poručník, Wolf starší Krajír z Krajku. V roce 1541 W. Krajír, královský český nejvyšší kancléř, a Anna z Rožmitálu a Blatné na Jindřichově Hradci, jako správci panství Telč, propůjčují mnohé svobody panu Petru z Rožmberku na jím započatém horním díle Sv. Trojice u Mrákotína. Z roku 1549 je známa další listina, kterou král Ferdinand I. pánům Jáchymovi a Zachariáši z (Jindřichova) Hradce a jejich společníkům na horním díle na pozemcích Telče a Slavonic odpouští horní kontribuci na dobu 15 let a zároveň slibuje vyplacení (tj. výkupní cenu) za 1 pražský lot zlata (cca 16 g) 6 zlatých (1 zl. = 24 českých grošů) a 1 marky (hřivny; pražská měla cca 253 g) stříbra za 9 kop míšeňských grošů. Bylo tedy horní dílo založeno v 16. stol. Rožmberky. Tyto nejstarší zprávy diskutují blíže D'ELVERT (1866), POŠEPNÝ (1895) a nově KOUMAR, ed., (2004).

Výtok údajných „sirnato-železitých“ vod ze štoly, ražené z jv. úpatí návrší, vedl v roce 1682 ke zřízení lázni panem Janem Jáchymem Slavatou (Lázně Jáchymovy, *Thermas Bonae Aquae*). Rozbor z roku 1743 upozorňoval na obsah síry a dokonce cínu v této vodě (TIRAY 1913). Novější chemická analýza prokázala, že voda není ani sirná, ani železitá a dokonce ani nijak mineralizovaná (MELION 1864b).

V letech 1713–1716 se o dolování na Dobré Vodě na Joachimsbergu (Jáchymova hora) pokusil jihlavský uředník Johan Ignat Jungmayer z Hofu. Historii tohoto neúspěšného pokusu podrobně popsal POŠVÁR (1978) na základě materiálů Státního archivu v Brně. Listem z 16. července 1713 udělila pozemková vrchnost v Jindřichově Hradci (hrabě F. A. Liechtenstein) Jungmayerovi právo svobodně dolovat na starém stříbrném dole u Dobré Vody. Hned poté, 17. července 1713 se držitel propůjčky obrací na císaře s tím, že byla vyčištěna a prohlédnuta stará šachta. Tento druhý časový údaj však, vzhledem k rychlosti těchto prací (1 den!), nevzbuzuje mnoho důvěry. Nicméně práce asi postupně pokračovaly, udává se hloubka vyčištěné šachty 8 láter (cca 16 m), a u ní minimálně ještě jedna zasutěná jáma s nálezy hornických železek a větracími otvory, dále „staré dřevěné sáň“ (myšleno možná „sání“, tedy pumpy?) a tesařské nářadí. Posléze se přišlo na vodu a na dosti mocnou rudní žílu s obsahem stříbra, zlata, mědi a olova, z níž byly zaslány vzorky na zkoušení do Brna a do Vídně. Přes optimistické zkoušky rud a výsledky prvních kutacích prací – např. 30. dubna 1715 uvádí krajský hejtman jihlavského kraje, že sestoupil s jilovským hormistrem J. G. Prinzem do šachty, kde byla voda vyčerpána na 18 láter (cca 30 m), zjistili, že mocnost žíly roste do hloubky spolu s kvalitou rudy a doporučili dolování – se však Jungmayer o rok později, dne 3. dubna 1716 obrací k císaři s žádostí o finanční podporu. Císař uložil moravskému tribunálu, aby prostřednictvím jihlavského krajského hejtmana prověřil stav započatého díla a zjistit, jak by se dalo těžit k veřejnému prospěchu. Zachoval se seznam 30 nákladníků, kteří se dělili o 109 a 1/2 kukuš; nejvíce (15) jich vlastnil Jungmayer jako držitel práva na dolování. Z dalších dochované archivní korespondence však vyplývá, že se v dolování ve větší míře nepokračovalo. Poslední zmínky jsou z 15. 3. 1719, kde Liechtenstein oznamuje z Vídně, že je ochoten dolovat na vlastní náklady, následuje

Jungmayerova stížnost z r. 1720, k níž je přiložen obrázek „Zechhausu“ a kola na ruční pohon a konečně zpráva vrchnostenské kanceláře v Telči z r. 1747, že po Jungmayerově odchodu již nebyl důl obnoven (D'ELVERT 1866, POŠEPNÝ 1895, POŠVÁŘ 1978).

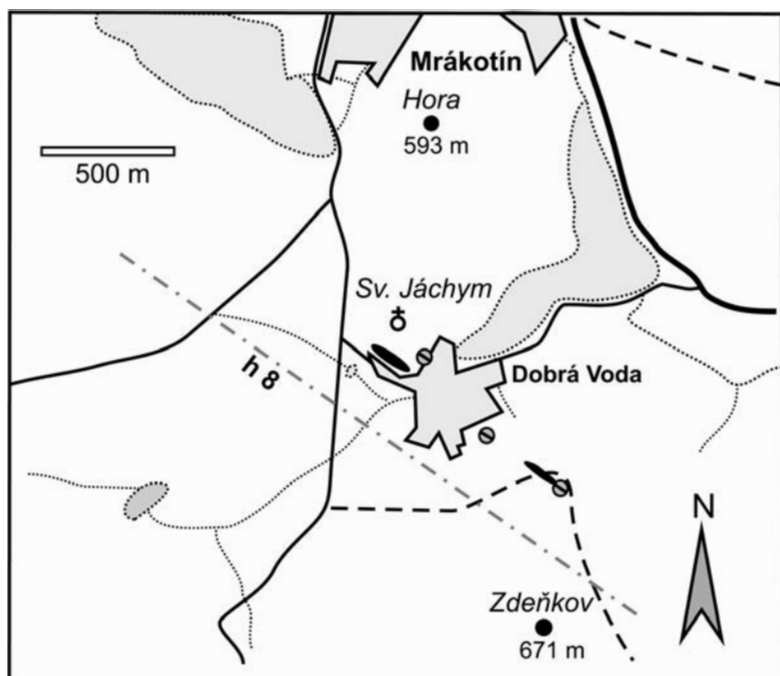
Bez úspěchu skončily i velkoryse založené kutací práce po r. 1882, které financoval Leopold Podstatský-Lichtenstein, tehdejší pán na Telči. Není divu, když vedoucí práci Klíma vůbec netušil, jak se razí šachty a štoly, čerpá voda, jak zajistit bezpečnou práci, apod. Dílo bylo vymáháno (dochovaly se např. zmínky o dodávkách dynamitu) a šachta byla prohloubena; když se podařilo odčerpat vodu, ztratil se i pramen blízkých lázní. Z této doby pochází další zmínky o obsahu stříbra v galenitu (cca 0,2 hm. %), což odpovídá údajům z počátku 18. století.

O těchto pracích stručně informuje mj. dopis telčského správce E. Srpa z 28. 12. 1907, který organizoval toto poslední dolování (Archiv MZM):

*„Kutalo se v letech 1883 až 1885, tedy skoro tři léta. Žíla vystupovala na povrch a měla silný železný klobouk, v zásypu byly velké kusy rudy železné, Našli jsme několik metrů od dnešní šachty ve „starém muži“ dřevěné pumpy a žebříky. Starci hluboko nekutali. Voda přicházela v 10,55 m, nyní jako dříve odtéká starou štolou a tvoří venku studánku. My jsme hnali kolmou šachtu 55 m hluboko, pak jsme šli překopem na žílu a po žíle vpravo i vlevo razili štolu. Zdá se, že leštěnce oloveného bylo víc při povrchu. Vrchní dozor měl baron Foullon, šéfgéolog říšského geol. ústavu ve Vídni. Práce se prováděla pod dozorem mým dle návodu zmíněného pána, rovněž i konečný zásyp šachty. Že se práce zanechala, byla ta příčina, že by se musely poříditi silnější pumpy, pro něž by se dosavadní lokomobila stará více nehodila a do takového nákladu se vysokorodý majitel nechtěl více pustiti, vzhledem k slabší rudnosti žíly.“* (upraveno S. H.).

Po tomto kutání byly v roce 1907 a 1908 provedeny ještě některé zkoušky rud na stříbro a zlato. Příbramský ředitel J. Bambas byl v tomto směrem optimistou, zjistil obsah mikroskopického zlata a doporučoval telčskému velkostatku obnovení dolování. Naopak přísežný chemik dr. Jindřich Friedrich z Prahy ani při opakovaných analýzách žádný významnější obsah stříbra nezjistil a zlato vůbec žádné (Archiv MZM). Poslední zmínka o snaze dolování obnovit, je z r. 1910, kdy se o to pokusila jakási anglicko-belgická společnost. Nad šachtou byla postavena dřevěná konstrukce těžní věže, ale práce v podzemí asi nebyly vůbec zahájeny (KOUMAR, ed., 2004).

Zrudnění Ag, reprezentované převážně hrubozrnným galenitem, je vázáno na křemennou žílu nebo jeden mohutnější žilník směru ZSZ-VJV (h8) o mocnosti 0,4–2 m, příkře ukloněný k severu. Probíhá cordieritickými rulami a migmatity monotónní jednotky mol-danubika na kontaktu s dvojslídny granity mrákotinského typu. Žíla vycházela na povrch při sz. okraji obce u „Binova stavení“ č. p. 17, pod kostelíkem Sv. Jáchyma (obr. 3), kde byly v minulosti otevřeny minimálně dvě šachty a štola?; další dílo (šachta či štola) ústila údajně pod silnicí. Asi 100 m v. odtud je zřetelné zavalené ústí štoly s obvalem nad ní ve svahu za restaurací bývalých lázní (KOUTEK 1925a, Archiv MZM). Na zbytcích odvalů přímo u zmíněného stavení se dosud vyskytuje převážně nezrudněná a místy drúzovitá křemenná žilovina poněkud brekciovitého charakteru s uzavřeninami alterovaných rul a vzácněji i větší zrna a závalky galenitu a drobnozrnný šedý křemen s drobně zrnitým galenitem, sfaleritem, arzenopyritem, chalkopyritem, příp. pyritem. Na rozdíl od okolních těžených Ag-Pb-Zn lokalit je zde relativně častý arzenopyrit a naopak vzácnější je sfalerit, hrubě zrnitý, hnědé barvy. Rudy jsou poměrně čerstvé, supergenní minerály jsou vzácné (KOUTEK 1925a).



Obr. 3. Průběh stříbrnosného pásma v okolí Dobré Vody u Mrákotína (podle údajů Koutka 1925a, b).  
 Fig. 3. Course of silver-bearing zone around Dobrá Voda near Mrákotín (according to Koutek's data from 1925a, b).

Zdejší hornickou tradici připomíná v současnosti reliéf permonika s pamětní deskou s několika historickými údaji u kostelíka Sv. Jáchyma nad Dobrou Vodou a litinový kříž s nápisem „Zdař Bůh“ a nakreslenými hornickými železky při pěšince vedoucí od kostelíka do Mrákotína. Několikrát přestavěný objekt bývalých lázní dnes slouží k rekreaci.

Na SZ od Dobré Vody nebylo průběžné pokračování stříbrnosného žíly ověřeno. Terén je tam zakrytý deluviálními sedimenty s úlomky rul a granitů, zatímco křemen jen ojedině-  
 lý. Při revizi geologicko-ložiskových poměrů zjistil však FOULLON (1882) přibližně v pokračování směru žíly zrudnění u Hamrů, asi 1 km z. od Mrákotína, u silnice do Studené (obr. 1, lokalita a). Zdejší galenit byl podle tohoto autora v rámci dobrovodského zrudnění nejbohatší stříbrem (0,310 hm. % Ag). Lokalita byla asi zničena těžbou granitu v okolí.

Naopak ve směru zmíněné h8 (VJV) se na jv. okraji Dobré Vody se nacházelo několik jam; poslední byla aplanována při výstavbě tenisového kurtu před několika lety (ústní informace M. Požára, starosta Mrákotína, r. 2015).

Další místo po kutání zaznamenal KOUTEK (1925a, b) asi 0,5 km jv. od Dobré Vody, s. od vrchu Zdeňkova v lese Smrčí, výchoz asi 2 m mocné křemenné žíly s příkrým úklonem k jihu (pozn.: ???) a několik jam, založených na této žíle, místní název byl „Vlčí jámy“ (obr. 1, lokalita b). Rekognoskace této lokality zaznamenala existenci 2 větších a jednoho menšího obvalu s hloubkou  $\leq 3$  m, ležících těsně vedle sebe ve směru h8. V jedné z jam vychází v cordierit-biotitických migmatitech jalová křemenná žíla s mocností asi  $< 1$  m a úklonem  $60^\circ$  k severu (obr. 4). Z rud byl přes intenzivní hledání zjištěn pouze nepatrně pyrit. Nalezené hornické železko datuje minimálně část prací před 17. století. Bylo tu kutáno i v letech 1882–1885 (patrně větší odval na severním okraji nejuvýchodnější z jam), kdy byl



zdejší galenit analyzován bez úspěchu na stříbro (viz níže tato práce); odtud pocházela část vytěžené rudy, která se nacházela před II. světovou válkou na zámku v Telči (Archiv MZM). V příkré zalesněné stráni na SZ a S od lokality se občas vyskytují balvany bílého křemene, podle KOUTKA (1925a) se stopami galenitu a pyritu. Pokračování žíly dále k JV nebylo zjištěno, přes příznivý přehledný terén tam nebyly nalezeny ani balvany křemene, ani jakékoliv stopy po kutacích pokusech. [pozn.: *místo dolování na mapě poddolovaných území* ([www.geology.cz](http://www.geology.cz)) je chybné, jde o úvozy historické cesty].



Obr. 4. Výchoz křemenné žíly mezi dvěma obvaly pod vrchem Zdeňkovem u Dobré Vody, (foto V. Hrazdil, rok 2016).

Fig. 4. Quartz vein outcrop between two dumps bellow the Zdeňkov hill near Dobrá Voda, (photo V. Hrazdil, 2016).

Teprve asi 2 km odtud na JV v témže směru byly zjištěny ojedinělé úlomky křemene, pocházejícího z žíly nejméně 25 cm mocné, u *Krahulčí* (u lesa „Pahorek“ při cestě od býv. Trnkova mlýna do Horní Myslové). Obsahovaly drobně vtroušený galenit, tmavohnědý sferit, zrna pyritu a arzenopyritu, povlaky „limonitu“ a žlutohnědého chalcedonu. Lze je pokládat za nejvýhodnější pokračování dobrovodských žil (Archiv MZM, KRUŽA 1966).

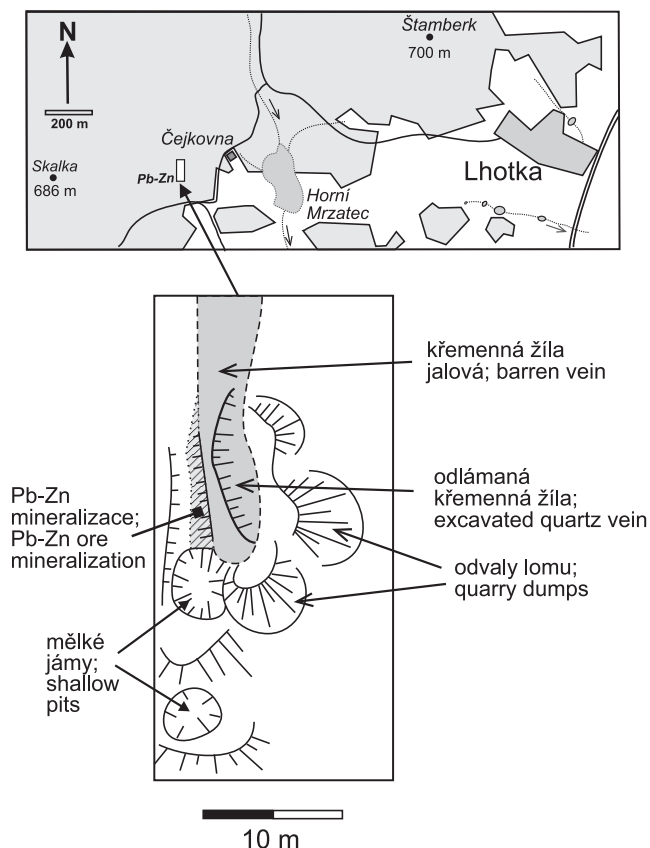
V okolí Dobré Vody jsou předpokládána i jiná místa možného kutání polymetalických rud. STRÁNSKÝ *et al.* (2011) zmiňuje nejméně 10 mělkých jam s jemnozrnnou rudninou sz. od studánky, ležící ve svahu na SZ od vrcholu „Zdeňkova“ a jinde v blízkosti této kóty, pokusné kutací šachtici by mohla odpovídat jáma na kraji lesa jižně od nedalekých Praskoles. V případě takových mělkých jam je však třeba velké opatrnosti při posuzování jejich účelu. Pokud není nalezen rudní materiál nebo hornická želízka a neexistují žádné historické zprávy o kutání, jde v těchto případech spíše o zbytky *lůmků* po dobývání granitu (neřídká jen po odtěžení větších balvanů ze sutí). Že jde spíše o pozůstatky po těžbě kame-



ne, dosvědčuje nepřítomnost žilného křemene, rudního materiálu a hydrotermálně alterovaných granitů na těchto lokalitách.

## 2. Mrákotín - Čejkovna

KOUTEK (1925) zmiňuje pokračování dobrovodských žil ještě dále na SZ k rybníku Hornímu Mrzatici, západně od Lhotky, rudy tam však nezjistil. Již předtím zmiňuje FOULLON (1882) z těchto míst historické dobývky na křížení žil dvou směrů (pozn.: *nebylo potvrzeno*). V těchto místech, asi 200 m na JZ od bývalé hájovny Čejkovna (pod vrchem Neko-  
lov), se však dochovaly nepatrné pozůstatky kutacích pokusů. Mělké obvaly se nacházejí na západním okraji mohutné jalové křemenné žíly směru cca S–J. V nich byla zjištěna limonitizovaná křemenná žilovina, jen místy s vtroušeným drobnozrnným pyritem, vzácně se sfaleritem, galenitem a chalkopyritem (obr. 5). Mohutnější odvaly souvisejí s povrchovým dobýváním křemene. Balvany křemene s vylouženými dutinami po xenolitech alterovaných rul, příp. sulfidů, se nacházejí ještě na JV od lokality, kam byly přemístěny svahovými pohyby.



Obr. 5. Křemenná žíla se zbytky po dolování a těžbě křemene a s vtroušeným polymetalickým zrudněním u hájovny Čejkovna, sz. od Mrákotína.

Fig. 5. Quartz vein with relics of prospecting on base metal mineralization and quartz mining near Čejkovna forester-lodge, NW. from Mrákotín.

Analýza zrudněné křemenné žiloviny z této lokality ukazuje na přítomnost některých obecných sulfidů (2,4 hm. % S), zvláště pyritu (4,19 hm. % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), sfaleritu (4842 g/t Zn), galenitu (1327 g/t Pb) a chalkopyritu (566 g/t Cu). V malém množství byl zaznamenán arzenopyrit (tab. 1). Žíla není stříbrnosná ani zlatonosná a neobsahuje kalcit, dolomit ani ankerit (viz jen stopový podíl Ca a Mg).

Tabulka 1. Chemické složení zrudněné křemenné žíly z Mrákotina-Čejkovny.

Table 1. Chemical composition of ore-bearing quartz vein from locality Mrákotín-Čejkovna.

	hm. %		ppm		ppm		ppm
SiO <sub>2</sub>	<b>89,94</b>	<b>Ag</b>	<b>7,2</b>	<b>Pb</b>	<b>1327</b>	La	1,6
TiO <sub>2</sub>	0,03	As	86,4	Rb	42,4	Ce	2,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	<b>Au</b>	<b>0,012</b>	Sb	1	Pr	0,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,98	Ba	45	Sc	<1	Nd	1,2
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (tot)</b>	<b>4,19</b>	Be	<1	Se	6,1	Sm	0,23
MnO	0,05	Bi	3,4	Sn	2	Eu	0,04
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	Cd	19,6	Sr	3	Tb	0,03
MgO	0,06	Co	3,0	Ta	0,2	Gd	0,21
CaO	0,03	Cs	1,1	Th	1,1	Dy	0,16
Na <sub>2</sub> O	0,02	<b>Cu</b>	<b>565,6</b>	Tl	<0,1	Ho	<0,02
K <sub>2</sub> O	0,62	Ga	4,4	U	0,4	Er	0,05
LOI	2,3	Hf	0,3	V	<8	Tm	0,01
TOT/C	0,04	Hg	0,03	W	<0,5	Yb	0,07
TOT/S	2,43	Mo	0,3	Y	0,8	Lu	0,01
		Nb	1,3	<b>Zn</b>	<b>4842</b>		
<b>Celkem</b>	<b>99,27</b>	Ni	11,8	Zr	10,1		

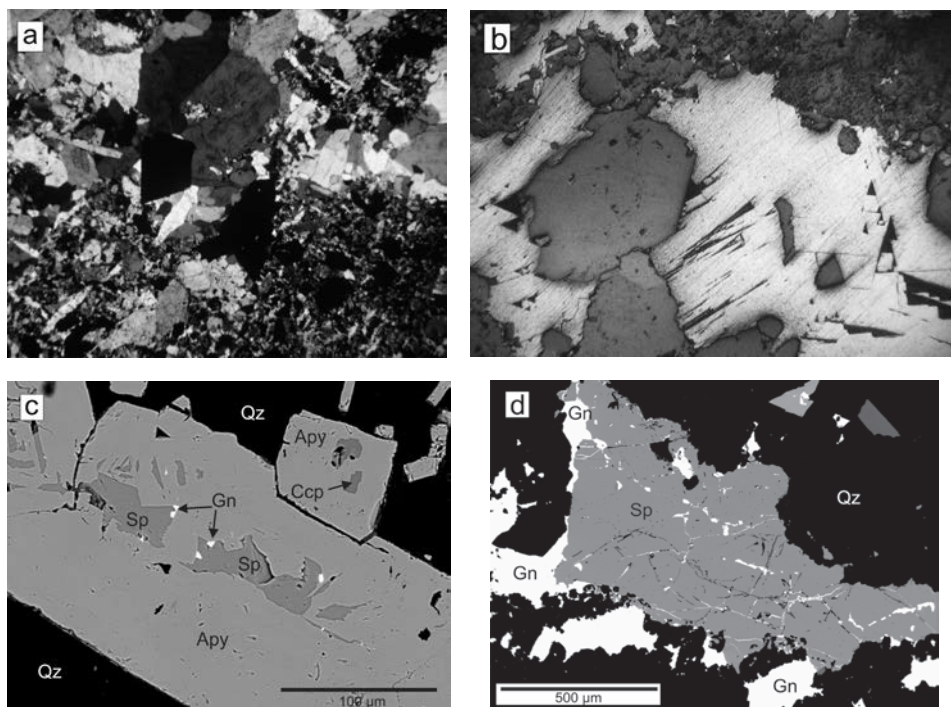
hm. % = wt. %; ppm = g/t

analýza ACME laboratories, Vancouver, Canada

### 3. Hostětice

Drobný kutací pokus neznámého stáří je uváděn u Hostětice sz. od Telče, kde byly před II. světovou válkou zjištěny na poli J. Gregora, v místě zvaném Závřší (Za vrchy), vlevo od silnice do Telče, mělké dobývky na křemenné žíle. Na slehlém odvalu v blízkosti jámy se vyskytoval galenit, pyrit, arzenopyrit a chalkopyrit, společně se supergenními minerály (cerusit, jarosit, malachit, pyromorfit a smithsonit?, CHLUPÁČEK in BURKART 1953).

Dnes je lokalita zcela aplanovaná, současná mapa poddolovaného území ([www.geology.cz](http://www.geology.cz)) ji chybně situuje do malého lesíka jv. od Hostětice – tam však jde o pozůstatky lůmků v migmatitech. Revize původní lokality v letech 2015–2016 zaznamenala hojný výskyt křemenné žiloviny, sledovatelný v délce přes 100 m ve směru SSZ–JJV. Rudní minerály byly vzácně zjištěny pouze na jejím sv. okraji, v blízkosti malého vodárenského objektu. Jedná se o dvě mineralizace: arzenopyrit-pyritovou a galenit-sfalerit-arzenopyritovou s chalkopyritem (obr. 6), vázané na šedý jemnozrnný křemen; materiál je zcela čerstvý, limonitizované relikt oxidací zóny nebyly zjištěny. V okolí vystupuje pouze migmatitizovaná biotitická pararula.



Obr. 6. Asociace rudních minerálů v křemenné žíle, Hostětice u Telče.

Fig. 6. Ore-bearing mineral assemblage in quartz vein, locality Hostětice u Telče.

(a) Arzenopyrit (černý) v rekrystalizovaném křemenu (polarizované světlo, zkřížené nikoly, šířka foto 5 mm); (b); galenit (bílý) vyplňující malou dutinu s křemenem (odražené světlo, zkřížené nikoly, šířka foto 5 mm), obě foto J. Toman; (c) srůst arzenopyritu II se sfaleritem, galenitem a chalkopyritem; (d) sfalerit s galenitem v křemenu (zpětně odražené elektrony, obě foto R. Škoda).

(a) Arzenopyrite (black) in recrystallized quartz (cross polarized light, image width 5 mm. (b); galena (white) filling small cavity with quartz (reflected plane polarized light, image width are 5 mm), both photo by J. Toman; (c) arzenopyrite II - sphalerite - galena - chalcopyrite interzoned; (d) sphalerite with galena in quartz (BSE, both photo by R. Škoda).

Vysvětlivky, explanations: Qz - křemen, quartz; Sp - sfalerit, sphalerite; Py - pyrit, pyrite; Apy - arzenopyrit, arsenopyrite; Gn - galenit, galena; Po - pyrhotin, pyrrhotite; stříbro (Ag) - silver (Ag).

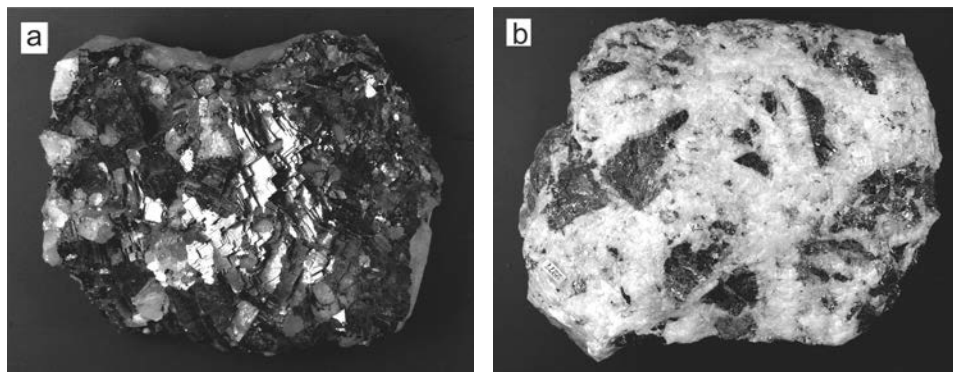
## MINERALOGIE

Nositelům polymetalického Pb-Zn ± Ag, As, Cu, Sb zrudnění je v okolí Telče bílý až světle nahnědlý nebo nažloutlý křemen. Je převážně masivní, lokálně má i drúzovitý vývoj. Vedle drobně krystalovaného křemene, u něhož dominují plochy romboedrů, jsou časté i dlouze prizmatické krystaly cm velikosti. Někdy je žilovina brekciovitá, s ostrohrannými uzavřeními čerstvých i alterovaných (chlorit-muskovit) rul a migmatitů nebo sericitizovaných a slabě pyritizovaných granitů. Vyskytují se i uzavření staršího šedého jemnozrného křemene bohaté rudními minerály (připomínal příbramský krušek, KOUTEK 1925a). Ojediněle zmiňované karbonáty, jako siderit MALÝ a DOLNÍČEK (2005) [pozn.: *jimi citovaná diplomová práce W. Stýbla se však týká Dobré Vody u Pelhřimova*], dále kalcit („Melionův vzorek“ v MZM) z Dobré Vody nebo ankerit z Hostětic (KRUTA 1966) nebyly z žádné lokality spolehlivě potvrzeny. Minerál „železovec klencový“ (= historický název pro siderit) zmíněný z Dobré Vody v práci BERINGERA a JANOUŠKA (1891) je ve skutečnosti sfalerit.

Z rudních minerálů byl zjištěn galenit, sfalerit, arzenopyrit, pyrit, chalkopyrit, výjimečně ryzí stříbro (BURKART 1953), pyrhotin (MALÝ a DOLNÍČEK 2005?, tato práce) a snad i tetraedrit-freibergit (MELION 1864a, BOUŠKA a ČECH 1956). Supergenní minerály zastupují běžné povlaky hydrooxidů Fe („limonitu“) a agregáty goethitu, cerusitu, malachitu a řidčeji skoroditu. Azurit z Dobré Vody je podle optických vlastností spíše linarit, zatímco arzenit, auripigment, jarosit, plumbojarosit, pyromorfit a smithsonit, uváděné v topografických mineralogiích (BURKART 1953, KRUŤA 1966), nebyly přesně určeny a jejich spolehlivě lokalizované vzorky se ve sbírkách nezachovaly. Až na jednu nejistou výjimku (pochybný vzorek goethitu s malachitem ve sbírce MZM) chybějí doklady o výskytu typického „železného klobouku“, přestože je z Dobré Vody výskyt „velkých kusů železné rudy“ v odvalu šachty (resp. „železný klobouk“) na tamní stříbrnosné žíle (lok. 1) výslovně zmíněn (údaj správce E. Srpa z r. 1907, Archiv MZM).

### Galenit

představoval, vedle nepravidelně se vyskytujícího ryzího stříbra a případného stříbrnosného tetraedritu hlavní stříbrnosnou rudu (obr. 7a). Ve větším množství se vyskytoval pouze v Dobré Vodě, často v podobě relativně monominerálních hrubě zrnitých bohatých agregátů v bílém křemenu (tento typ byl nověji analyzován na Ag a Au, HRAZDIL a HOUZAR 2013). Častěji tvořil drobněji zrnité až mikroskopické agregáty v křemenu, který společně s jinými sulfidy zbarvuje do šeda (KOUTEK 1925a). Tento zrudněný křemen bývá někdy zřetelně obrůstán hrubě krystalickým až drúzovitým křemenem za vzniku kokardové textury. Galenit se běžně vyskytuje i s tmavým hrubozrnným sfaleritem, příp. chalkopyritem a pyritem, je mladší než arzenopyrit, který vzácně uzavírá, a bývá přeměněn v drobně krystalický cerusit. V některých případech galenit vyplňoval prostor mezi velkými krystaly křemene, šlo by tu o nejmladší rudní minerál; není proto vyloučeno, že může tvořit minimálně dvě generace.



Obr. 7. (a) Galenitová ruda (b) brekciovitý sfalerit v křemenu, Dobrá Voda u Mrákotina (velikost vzorku 9 a 12 cm, foto J. Toman).

Fig. 7. (a) Galena ore and (b) brecciated sphalerite in quartz, locality Dobrá Voda u Mrákotina (sample sizes 9 and 12 cm, photo J. Toman).

KOUTEK (1926a) uvádí vzácný galenit s pyritem také z křemenných žil na svahu Zdeňkova. Měl se tu však vyskytovat i masivní galenit se sfaleritem, pyrit a vzácně i arzenopyrit (Archiv MZM). U Hostětice náleží galenit k vzácnějším minerálům, tvoří tenké žilky v šedém křemenu bohatém pyritem, sfaleritem a je mladším minerálem (obr. 6b, d). V zóně supergeneze je ojediněle po trhlinách zatlačován cerusitem. Na lokalitě Mrákotín-Čejkovna

je rovněž poměrně vzácný v nepatrných zrnech (< 2 mm), místy jen mikroskopický, v rezavě zbarveném křemenu s převládajícím pyritem a sfaleritem.

### Sfalerit

vedle galenitu je nejhojnějším rudním minerálem v Dobré Vodě, v Mrákotíně-Čejkovně a i u Hostětic. V Dobré Vodě má tmavě hnědou, hnědočernou a vzácně medově žlutou barvu (KOUTEK 1925a). Tvoří hrubě zrnité agregáty velikosti až několika cm, místy s brekciovitou texturou, a štěpná lesklá zrna v křemenu s pyritem (obr. 7b). Sfalerit z asociace s ryzím stříbrem a pyritem je poměrně bohatý železem (6,02–8,46 hm. %; 0,103–0,143 *apfu* Fe). Obsahuje také mangan (0,25–0,38 hm. %; 0,004–0,007 *apfu* Mn), na hranici stanovení bylo zjištěno také Cd ( $\leq 0,43$  hm. %), Sb ( $\leq 0,11$  hm. %) a Pb ( $\leq 0,12$ ), vzácně Ag, Cu, As a Se (tab. 2). V některých partiích žil je v Dobré Vodě méně rozšířen než galenit.

Na posledních dvou lokalitách tvoří sfalerit drobné hnědé žilky s pyritem a galenitem v jemnozrnném křemenu, uzavírá arzenopyrit nebo je jím uzavírán (obr. 6c). Sfalerit s galenitem a arzenopyritem z Hostětic obsahuje 5,68–7,93 hm. % Fe, 0,10–0,28 hm. % Mn a 0,63–0,66 hm. % Cd, na hranici stanovení bylo zjištěno také Cu ( $\leq 1,21$  hm. %), Sb ( $\leq 0,15$  hm. %) a Pb ( $\leq 0,12$ ), ojediněle As (tab. 2). Běžně zvětrává v oxihydroxidy Fe a zcela zvětrává z horniny.

### Arzenopyrit

je charakteristickým minerálem na studovaných lokalitách, zejména v Dobré Vodě, odkud jej uvádí KOUTEK (1925a) v podobě stříbrobílých zrn. Tvoří tu také šedé krystaly a jejich srůsty velikosti až 10 mm a drobně zrnité agregáty tvořené subhedrálně omezenými, často rozlamanými krystaly v bílém a našedlém křemenu (arzenopyrit I). Místy srůstá s hrubě zrnitým galenitem. Relativně časté jsou rovněž až několik mm velké krystaly v dutinách křemene (arzenopyrit II). Vzácnější je u Hostětic mikroskopický arzenopyrit I, tvořící subhedrálně omezená, rozlamaná zrna velikosti < 0,1 mm s pyritem vázaný na drobně krystalický, kataklazovaný starší křemen; v hruběji zrnitém mladším rekrystalovaném křemenu tu tvoří arzenopyrit II automorfní krystaly velikosti < 1–2 mm, někdy uzavírající sfalerit (obr. 6a, c). Je starší než galenit, kterým je místy obrůstán.

### Pyrit

jde o běžný minerál studovaných křemenných žil, který však tvoří jen místy větší agregáty. Je drobně zrnitý až mikroskopický, vtroušený v šedém křemenu (pyrit I), někdy s galenitem, někdy však, společně a arzenopyritem, zřetelně mimo vlastní (Ag)-Pb-Zn mineralizaci (nejméně je rozšířen v Dobré Vodě). Kromě zrn v křemenu tu tvořil také nesouvislé drobně krystalické (kubické krystaly cca 1–3 mm velké) povlaky na krystalech a v dutinách křemene (pyrit II). Snadno zvětrává v oxihydroxidy Fe, které rezavě zbarvují okolní křemen. V Dobré Vodě byl zjištěn řídkce vtroušený pyrit s nepatrnými inkluzemi ryzího stříbra (obr. 9b). Naopak nebyl nikdy zjištěn v masivních agregátech ve společnosti černého sfaleritu, které jsou známy např. z lokalit pelhřimovského, jihlavského (Jezdovice) a havlíčkobrodského revíru.

### Chalkopyrit

Ve světle hnědém křemenu s vtroušeným galenitem a pyritem tvoří místy žlutá zrna velikosti nepřesahující několik mm, přeměněná částečně v tmavomodrý supergenní covelin? a/nebo bornit?, zvětrávající v malachit, vzácněji v azurit (KOUTEK 1926a). V minulosti mohli být poněkud hojnější, jak dokazují zmínky o obsahu mědi v rudách (Archiv MZM). Nepravdělné inkluze (odmíšeniny?) chalkopyritu (<0,1 mm) ve sfaleritu byly zjištěny u Hostětic.

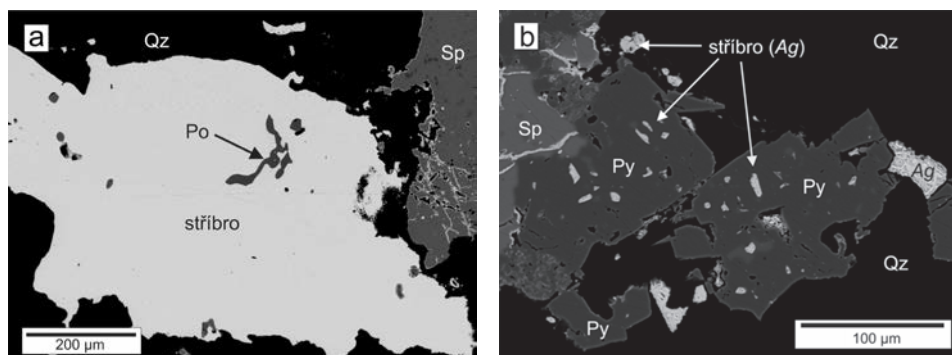
### Pyrrhotin

Tento minerál byl dosud zjištěn pouze jako ojedinělé mikroskopické inkluze ve sfaleritu a ve stříbře (tato práce).



## **Stříbro**

Poprvé je plíškovité stříbro uváděné z Dobré Vody BURKARTEM (1953), jím zmíněný vzorek od P. Chlupáčka se však nedochoval. Nově bylo výjimečně (jediný vzorek) zjištěno při revizi sfaleritů z Dobré Vody ve sbírce MZM (sběr B. Kučery). Tvoří stříbrnitě bílé zkroucené plíšky mm velikosti na styku zrn černého sfaleritu a pyritu s žilným bílým křemenem, příp. nesouvislé nepatrné povlaky v intergranulárách křemene (obr. 8). Po chemické stránce jde o čisté stříbro bez příměsí zlata a jiných prvků (např. Bi, Cu, Fe, Hg, Sb), stopový podíl S v některých analytických bodech naznačuje počínající přeměnu v akantit.



Obr. 8. Ryzí stříbro se sfaleritem, pyrhotinem a pyritem, Dobrá Voda u Mrákotína (velikost vzorku 1 cm, foto R. Škoda).

Fig. 8. Native silver with sphalerite, pyrite and pyrite, locality Dobrá Voda u Mrákotína (image width 4,5 mm, photo R. Škoda).

Vysvětlivky, explanations: viz obr. 6; see fig. 6.

## **Tetraedrit-freibergit (?)**

MELION (1864a) pokládal za tetraedrit tmavošedý minerál kovového vzhledu v rezavém žilném křemeni, který obsahoval Sb, Fe a S (pozn.: *Cu není uvedena*), který se našel v Dobré Vodě. Jediný dochovaný vzorek ve sbírce MZM v Brně (podle staré etikety originál Melionův) je reprezentován tetraedritem v kalcitu a křemeni a proto z Dobré Vody velmi pravděpodobně nepochází. Tetraedrit z Dobré Vody (v karbonátové ! žilovině) studovali také BOUŠKA a ČECH (1956) na základě vzorku v MZM, avšak původ vzorku není jasný, protože jimi uváděné inventární číslo je asi chybné a jiný než Melionův vzorek ve sbírce není. Podle jejich popisu s ním studovaný tetraedrit patrně nebyl totožný. Vzhledem k vyšší stříbrnosnosti galenitové rudy (HRAZDIL a HOUZAR 2013) nejsou vyloučeny inkluze stříbrem bohatého tetraedritu nebo podobné Ag-Sb-As fáze v tmavém galenitu.

Tabulka 2. Chemické složení rudních minerálů z okolí Telče.

Table 2. Chemical composition of ore minerals in surrounding of Telč.

hm. % wt. %	pyrhotin*	pyrit*	sfalerit*	sfalerit*	sfalerit*	sfalerit	galenit	pyrit	Apy	Ccp
	DV4	DV 9	DV5	DV6	DV7	Host 22	Host 19	13 Host	12 Host	Host 16
Fe	60,74	48,02	6,78	6,02	8,46	5,68	0,01	48,09	36,70	30,84
Mn	b.d.	b.d.	0,25	0,31	0,38	0,20	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Cu	b.d.	b.d.	0,03	0,02	0,47	0,07	0,01	b.d.	b.d.	33,82
Cd	b.d.	b.d.	0,42	0,42	0,43	0,66	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Co	0,05	0,05	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,06	0,09	0,06
Se	b.d.	b.d.	0,01	0,03	0,07	0,02	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Sb	0,12	0,13	0,01	0,11	0,08	0,15	0,33	0,09	0,32	0,11
Pb	0,15	0,17	0,10	0,12	0,11	0,11	85,68	0,13	0,04	0,12
Ag	0,08	b.d.	0,04	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0,03	b.d.	0,39
As	0,02	b.d.	0,02	b.d.	b.d.	b.d.	0,08	b.d.	41,43	0,29
Zn	0,01	0,10	58,89	59,96	56,93	59,62	0,02	b.d.	b.d.	b.d.
S	39,08	53,14	33,9	33,69	34,04	33,27	13,59	52,55	22,73	34,12
Suma	100,25	101,61	100,45	100,68	100,97	99,78	99,72	100,95	101,31	99,75
<i>apfu</i>										
Fe	0,892	1,037	0,115	0,103	0,143	0,098	–	1,051	0,927	1,038
Mn	–	–	0,004	0,005	0,007	0,004	–	–	–	–
Cu	–	–	–	–	0,007	0,001	–	–	–	1,000
Cd	–	–	0,004	0,004	0,004	0,006	–	–	–	–
Co	0,001	0,001	–	–	–	–	–	0,001	0,002	0,002
Se	–	–	–	–	0,001	–	–	–	–	–
Sb	0,001	–	–	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,004	0,002
Pb	0,001	0,001	–	0,001	0,001	0,001	0,976	0,001	0,000	0,001
Ag	0,001	–	–	–	–	–	–	–	–	0,007
As	–	–	–	–	–	–	0,003	–	0,780	0,007
Zn	0,001	0,002	0,852	0,873	0,820	0,879	0,001	–	–	–
S	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	1,000	2,000

\* z asociace s ryzím stříbrem; from silver-bearing assemblage; b.d. = pod mezí stanovení, below detection limits

Apy = arzenopyrit; Ccp = chalkopyrit; DV = Dobrá Voda u Mrákotína; Host = Hostětice u Telče

## OBSAHY STŘÍBRA A ZLATA

Již nejstarší listiny o dolování polymetalických rud v okolí Telče (Mrákotína - Dobré Vody) zmiňují jejich obsah stříbra, příp. zlata (D'ELVERT 1866). Dosavadní analýzy rud jsou různého původu a dosud pouze značně nahodilé, starší navíc bez jakékoliv mineralogické kontroly.

První údaje o podílu stříbra a zlata v rudě pocházejí z kutacích prací J. I. Jungmayera na počátku 18. století. Konrád Mayer, zemský prubíř v Brně, uvádí 23. prosince 1713 výsledky zkoušek rud, podle nichž výrazně dominovalo olovo (ale v jednom případě i měď?), stříbra bylo 2–3 lotů Ag v centýři (cca 570–850 g/t); údaj z císařského mincovního úřadu ve Vídni ze dne 4. května 1714 uvádí maximální údaj 8 lotů stříbra (cca 2300 g/t) a rovněž 1 lot Au (cca 285 g/t). Z dopisu Jungmayera moravskému tribunálu v Brně z roku 1720 pochází poznámka, že ruda má na centýř (cca 56 kg) 80 liber olova (cca 750 kg/t) a 7 lotů stříbra (cca 2050 g/t). POŠEPNÝ (1895) uvádí, že při příležitosti obnovovacích prací hraběte Podstatského-Lichtensteina získal jeho hospodářský rada některé zkušební listy (Probezettel) z dob Jungmayerova podniku, které shlédl s panem vrchním horním radou Pfeiferem. Dle těchto listů vykazovaly vzorky mimo olova a mědi též obsah zlatnatého stříbra v množství 937 až 2187 g/tunu (POŠEPNÝ 1895). Obsahy stříbra byly v rudách z Dobré Vody z hlediska historického pohledu dostatečné pro jeho praktické využití. Důvody zániku zdejšího dolování před rokem 1713 proto netkvěly v nedostatku rudy, jak zaznamenal již výše zmíněný Jungmayer (POŠVÁŘ 1978).

Námi studovaný vzorek bohaté galenitové rudy („ručně tříděné“) z Dobré Vody poskytl relativně vysoký obsah stříbra 1217 g/tunu (= ppm), shodující se se staršími údaji v případech zdejších „bohatších“ rud (HRAZDIL a HOUZAR 2013, GROSSMANNOVÁ *et al.* 2014). Stříbrem je bohatá také sfaleritová ruda (2600 ppm Ag), naopak ruda arzenopyritová je značně chudá (128 ppm Ag). Nízké podíly stříbra mají jiná studovaná drobná zrudnění, u Hostětice 238 ppm a u Mrákotína-Čejkovny jen 7,2 ppm Ag.

Naopak obsahy zlata ve zdejších rudách jsou velmi nízké, z hlediska praktického využití zcela bezvýznamné. Nedlouho po ukončení novodobého dolování u Dobré Vody, v letech 1907–1908 bylo provedeno několik dalších analýz tamních rud. Dne 16. 12. 1907 píše příbramský ředitel J. Bambas hospodářskému správci Podstatského velkostatku E. Srpovi: „v zaslaných kouskách křemene z Dobré Vody je mimo leštěnce olověného a měděného mikroskopicky též dokázáno zlato, vázané na křemen“ a doporučoval telčskému velkostatku obnovení dolování. Ale již 18. 3. 1908 posílá přísězný chemik dr. Jindřich Friedrich z Prahy výsledky 12 analýz s tímto výsledkem: žádné zlato a jen 0,002 – 0,015 g/t Ag (3 křemeny ze Zdeňkova zcela jalové, jen stopy As-kyzu). Dále 28. 3. 1908 vrchní průběh příbramský určil v žilném křemenu obsah stříbra v rozmezí 1,25–253 g/tunu a u zlata jen stopy až 0,225 g/tunu. Opakovaný rozbor Friedrichův uvádí z „vyklepaného leštěnce“ stříbro – stopy, zlato 0,00 % (údaj z 28. 4. 1908, Archiv MZM).

Nové analýzy rud se ztotožňují s posudkem výše zmíněného J. Friedricha: analýza galenitové rudy z Dobré Vodě poskytla jen 0,64 g ppm Au (HRAZDIL a HOUZAR 2013), většinou je jeho obsah v zdejší rudě však ještě nižší (arzenopyritová <0,20 ppm Au a sfaleritová ruda <0,20 ppm Au, podobně jako na dvou dalších lokalitách (polymetalická ruda z lokality Mrákotín-Čejkovna 0,012 ppm Au a arzenopyrit-pyritová ruda z Hostětice rovněž <0,20 ppm Au). Jde však pouze o ojedinělá stanovení a bez detailnějšího vzorkování zdejších lokalit zůstávají skutečné obsahy stříbra a zejména zlata otevřenou, nepochybně však jen odbornou otázkou do budoucna.

## DISKUSE A ZÁVĚR

Studované lokality polymetalického Pb-Zn ± Ag, As, Cu, Sb zrudnění v širším okolí Telče jsou sdruženy s příkrě uloženými křemennými žilami o maximální délce okolo 100 m a mocnosti 6–20 m v migmatitech a granitech. Většina těchto mohutných křemenných žil, vyplňuje (prerušovaně) až několik km dlouhé tektonické linie probíhající příčně (SZ-JV, SSZ-JJV) i podélně (SSV-JJZ) vzhledem k protažení centrálního moldanubického plutonu a protínají jeho kontakt s migmatity (obr. 1). Místy mají charakter nápadných křemenných valů (Radlice u Dačic). Jsou většinou charakteristické nedostatkem jakéhokoliv zrudnění, a pokud jej obsahují, netvoří (odhadem) více než několik promile objemu žíly.

Výjimkou je výše popsaná *Dobrá Voda u Mrákotína*, kde žila křemene je místy značně bohatá stříbrnosným galenitem, dokonce převládajícím nad žilovinou (obr. 7a). I zde je bohatší zrudnění lokálně omezené, jak vyplývá mj. z neúspěchu všech novějších dolovacích pokusů (pozn. podobným případem je také zrudnění u Horního Radikova a Radlic na Dačicku). Galenit v Dobré Vodě převládá, na rozdíl od jiných lokalit v širším okolí, také nad sfaleritem. Relativně málo je tu pyritu, arzenopyritu a chalkopyritu. Rudy mají vyšší podíl stříbra (~ 1000–3000 ppm Ag), i když asi dost kolísavý; málo pravděpodobný makroskopický výskyt stříbrnosného tetraedritu (nebo freibergitu) by však bylo nutno potvrdit novým studiem. Zdejší žíly zrudněného křemene se také týká zatím téměř jediný údaj genetické povahy. Teplota vzniku na základě izotopového termometru pro sulfidy (pár galenit-sfalerit) tam byla stanovena  $T = 317^{\circ}$  a  $402^{\circ}$  C a na základě izotopického složení síry ( $\delta^{34}\text{S} + 4$  až  $+5$  ‰ CDT) je uveden rozsah  $T$  400–450° C při  $\text{H}_2\text{S} > \text{SO}_4^{2-}$ . Zdejší vysokoteplotní žíly souvisejí s metamorfismem a magmatickými procesy variského stáří (MALÝ a DOLNÍČEK (2005)).

Další dvě studované lokality *Mrákotín-Čejkovna* a *Hostětice* představují mírně odlišné případy, kdy zrudnění je relativně samostatné, nepravidelně vtoušené v některých partiích

jinak zcela jalové žíly nebo jde o starší žilnou mineralizaci časově oddělenou od jalové žíly. Z texturních vztahů vyplývá, že zrudněný šedý křemen je starší než hlavní masa křemene žíly. Ve zrudnění naprosto dominuje pyrit a arzenopyrit nad sfaleritem a poměrně vzácným galenitem. Dosavadní výzkum vyšší obsahy stříbra ani zlata ani samostatné minerály Ag a Au v těchto žilách nepotvrdil (tato práce).

Uplatnění rudních komponent ve fluidní fázi tvořilo omezenou část vývoje hydrotermálního pozdně magmatického a hlavně postmagmatického systému v podmínkách extenzní tektoniky v prostoru centrálního moldanubického plutonu.

Sukcese rudních minerálů ve studovaných žilách nebyla detailně studována, přibližně ji lze odhadnout takto: křemen I (+ pyrit I, pyrhotin, arzenopyrit I) → sfalerit (± odmišřený chalkopyrit) + galenit I v křemeni II (hlavní zrudnění) → křemen krystalovaný III → (arzenopyrit II, pyrit II a galenit II v dutinách).

Dalších podobných výskytů jednoduchých rudních mineralizací je v okolí Telče známo několik, nebyly však, pokud je známo, až na jeden či dva případy předmětem kutacích prací. Nedaleko na sever od Hostětice se v historických dobách kutalo u Vanova (sz. od Telče) a to u dnešní kaple Sv. Karla Boromejského, jv. od obce (STRÁNSKÝ *et al.* 2011). Kaple byla postavena na místě „vlčí jámy“, do níž spadl dne 13. října 1662 na honu Karel Jáchym Slavata (TIRAY 1913). Tam se nalézá hojná křemenná žilovina, místy drúzovitého charakteru, pocházející z mohutné žíly neznámého směru, snad SZ-JV (údaj S - J v geologických mapách je nejspíše chybný). Zrudněná žilovina je tu velmi vzácná, dochované vzorky rud (sbírka MZM) pocházejí většinou z cesty u kaple. Převládají vtroušeniny galenitu s pyritem, vzácnější byl sfalerit, ojediněle arzenopyrit a chalkopyrit (obr. 9, Archiv MZM). Zrudnění potvrzuje existenci minimálně pokusného horního díla (název „Vlčí jáma“ je na Českomoravské vrchovině pro taková místa charakteristický), po němž dnes jinak nenačteme již žádných stop (obr. 1, lokalita c).



Obr. 9. Galenit-pyritová ruda v křemeni, okolí kaple sv. K. Boromejského u Vanova (velikost vzorku 9 cm, foto J. Toman).

Fig. 9. Galena-pyrite ore in quartz, locality near chapel St. C. Borromeus at Vanov (sample size 9 cm, photo by J. Toman).

Z dnes zcela aplanovaných odvalů jihozápadně od bývalého hostince „U Koruny“ směrem na *Zvolenovice*, kde POŠEPNÝ (1895) na základě výskytu četných fragmentů křemene předpokládal historickou těžbu zlata, uvádí tento autor nález sfaleritu (obr. 1, lokalita d). Nálezy rudních minerálů (sfalerit, arzenopyrit, pyrit) a údajně také stříbrné doly jsou zmíněny u *Horního Bolíkova*, kde v granitech vystupuje ve směru S-J mohutná křemenná žíla s drúzovým křemenem (KRUŽA 1966).

Rudní minerály byly nalezeny i na dalších místech v okolí Telče. Jako příklad lze uvést např. křemenné žíly bohaté sfaleritem, galenitem, s arzenopyritem, pyritem a chalkopyritem, z lomů na Babí hoře u *Sumrakova* (HOUZAR *et al.* 1999), nálezy arzenopyritu, galenitu, pyritu a sfaleritu, příp. chalkopyritu, z *Čenkova* a *Horních Němčic* a galenitu, cerusitu, sfaleritu, arzenopyritu a pyritu u *Borovné* na JV od Dobré Vody. Z dalších granitových lomů v okolí je uváděn pyrit a arzenopyrit. Galenit je zmiňován také z východního okolí Telče, od *Žatce* a *Dolních Dvorců* (KRUŽA 1966, STRÁNSKÝ *et al.* 2011a, b).

## PODĚKOVÁNÍ

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862). Děkujeme oběma recenzentům za poznámky k rukopisu.

## LITERATURA

- BERINGER, J., JANOUŠEK, J., 1891: Město a panství Telč. – Telč.
- BOUŠKA, V., ČECH, F., 1956: O některých tetraedritech z Českomoravské vysočiny. Výzkum nerostů tetraedritové skupiny VI. – *Čas. Morav. Muz.*, vědy přír., 41, 49–60.
- BREITER, K., 2010: Geochemical classification of Variscan granitoids in the Moldanubicum (Czech Republic). – *Abh. Geol. B.-A.*, 65, 19–25.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – *Nakl. ČSAV Praha*, 1008 p.
- D'ELVERT, CH., 1866: Zur Geschichte des Bergbaues und Hüttenwesens in Mähren und Oest. Schlesien. – *Schriften der stat.-hist. Section der mähr.-schles. Gesellschaft*, Bd. 15, Brünn, 438 p.
- FOULLON, H., 1882: Bericht über der Begehung der Umgebung von Teltsch – behufs Erforschung des Vorkommens erzführender Gänge und Die allfällige Einleitung eines Bergbaues. – *MS, Mineral. petr. odd., Moravské zemské muzeum, Brno.*
- GROSSMANNOVÁ, D., HOUZAR, S., HRAZDIL, V., 2014: Vztah těžby stříbrných rud v oblasti Českomoravské vrchoviny a moravského mincovnictví ve 13. století. – *Folia Numismatica*, Suppl. 28/2 ad. Acta Musei Moraviae, Scientiae sociales, 99, 139–162.
- HOUZAR, S., 1997: O historickém dolování na jihozápadní Moravě – *Vlastivědný sborník Západní Morava*, Státní okresní archiv v Třebíči a Žďáru nad Sázavou, 1, 33–49.
- HOUZAR, S., 2014: Uranové slidy v granitech moldanubického plutonu v okolí Mrákotína u Telče. – *Minerál*, 22, 3, 225–228.
- HOUZAR, S., HRAZDIL, V., 2006: Pokusy o těžbu drahých kovů na moravské straně Českomoravské vrchoviny v letech 1700–1900. Sbor. přednášek z konference „Mezi Jihlavou a Vídní 1700–1900“, 27–30.
- HOUZAR, S., SEJKORA, J., KOTRLÝ, M., 1999: As-mineralizace ze Sumrakova u Telče. – *Vlastiv. Sbor. Vysočiny*, Odd. Věd přírod., Jihlava, 14, 25–39.
- HRAZDIL, V., S., HOUZAR, S., 2013: Stříbro a zlato v galenitových rudách historicky těžených lokalit na Českomoravské vrchovině – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geol.*, 98, 2, 3–23.
- KLIMESCH, J. M., 1897: Norbert Heermanns Rosenberg'sche Chronik. – Praha.
- KOUMAR, L., ED., 2004: Dobrá Voda. – *Edice Vysočiny*, 40 p.
- KOUTEK, J., 1925a: Příspěvky k poznání drobných rudních ložisek na Českomoravské vrchovině I. 1. Stříbrnosné žíly u Dobré Vody na Telčsku. – *Časopis Vlasteneckého spolku musejního v Olomouci*, 36, 121–124.
- KOUTEK, J., 1925b: O mrákotinské žule. – *Rozpr. Čes. akademie*, II. třída, 34, 8, 1–18.



- KRUŽA, T., 1966: Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965. - *Moravské museum v Brně*, 379p.
- LINNER, M., 1994: Metamorphism and migmatization of the paragneisses of the Monotonous group, SE Moldanubicum. - *Mitt. Österr. Mineral. Gesellsch.*, 139, 83-84.
- LINNER, M., 1996: Metamorphism and partial melting of paragneisses of the Monotonous group, SE Moldanubicum/Austria. - *Mineral. Petrol.*, 58, 215-234.
- MALÝ, K., DOLNÍČEK, Z., 2005: Pb-Zn-Ag vein mineralization of the central part of the Českomoravská vrchovina Upland (Czech Republic): S, C and O stable isotope study. - *Bulletin of Geosciences*, 80, 4, 307-319.
- MELION, V. J., 1864a: Antimonfahlers bei Guttwasser. - *Mitth. mor.-sch. Gesell.*, 39, 306-307.
- MELION, V. J., 1864b: Das Bad Guttwasser bei Mrakotín. - *Mitth. mor.-sch. Gesell.*, 241-244.
- POŠEPNÝ, F. 1895: Das Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer. - *Archiv für praktische Geologie II*, 351-355, Praha.
- POŠVÁR, J., 1978: Stříbrný důl na Dobré Vodě u Telče. - *Rozpravy Nár. tech. muzea, Studie z dějin hornictví*, 8, 94-98.
- RENÉ, M., 2001a: Vývoj dvojslidných granitů v oblasti mezi Mrákotínem a Řásnou. - *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2000*, 8, 82-84.
- RENÉ, M., 2001b: Uzavřeniny moldanubických pararul v dvojslidných granitech moldanubického batolitu. - *Bull. Mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz (Praha)*, 9, 257-261.
- RENÉ, M., 2016: Source compositions and melting temperatures of the main granitic suites from the Moldanubian Batholith. - *J. Geosciences*, 61, 355-370.
- STRÁNSKÝ, K., STRÁNSKÝ, L., 2005: Dolování stříbra a železné hamry v Mrákotíně a Krahulčí u Telče. - *Slévárenství*, 53, 7-8, 368-374.
- STRÁNSKÝ, K., BLAŽÍKOVÁ, J., BUCHAL, A., 2002: Dolování stříbra na Dobré Vodě u Telče. - *Rozpravy Nár. tech. muzea v Praze*, 176, Z dějin hutnictví, 31, 53-60.
- STRÁNSKÝ, K.; JANOVÁ, D.; STRÁNSKÝ, L., 2011a: Prospekce dolování olovnato-stříbrných rud západně od Telče, 1. část. - *Slévárenství*, 3-4, 124-126.
- STRÁNSKÝ, K.; JANOVÁ, D.; STRÁNSKÝ, L., 2011b: Prospekce dolování olovnato-stříbrných rud západně od Telče, 2. část. - *Slévárenství*, 5-6, 203-205.
- TIRAY, J., 1913: Vlastivěda moravská. II. Místopis Telecký okres. - *Musejní spolek v Brně*, 456 p.
- ŽÁK, J., VERNER, K., FINGER, F., FARYAD S. W., CHLUPÁČOVÁ, M., VESELOVSKÝ, F., 2011: The generation of voluminous S-granite in the Moldanubian unit, Bohemian Massif, by rapid isothermal exhumation of the metapelitic middle crust. - *Lithos*, 121, 25-40.

#### INTERNETOVÉ A RUKOPISNÉ ZDROJE

- Archiv Mineralogicko-petrografického odd, Moravské zemské muzeum, Brno: Dobrá Voda u Mrákotína (korespondence o dolování z let 1882-1908, 1907 a 1908 a poznámky P. Chlupáčka o nálezech rudních minerálů v okolí Telče).
- <http://kramerius4.nkp.cz/search/i.jsp?pid=uuid:1f85df10-aca3-11e2-8b87-005056827e51> (přístup 9. února 2017): Melion, V. J., 1864: Lázeň Dobrá Voda u Mrákotína [zčeštil M. Procházka]. - Zpr. c. k. morav.-slez. Společnosti pro orbú, přírodu- a zeměvědu.



## MOLYBDENIT-PYRITOVÉ ZRUDNĚNÍ V KŘEMENNÝCH ŽILÁCH A GREISENIZOVANÉM GRANITU V OKOLÍ NOVÉ BYSTRICE U JINDŘICHOVA HRADCE

MOLYBDENITE-PYRITE ORE MINERALIZATION IN QUARTZ VEINS AND GREISENIZED GRANITE  
AT NOVÁ BYSTRICE NEAR JINDŘICHŮV HRADEC

VLADIMÍR HRAZDIL & JIŘÍ TOMAN

### Abstract

Hrazdil, V., Toman, J., 2017: Molybdenit-pyritové zrudnění v křemenných žilách a greisenizovaném granitu v okolí Nové Bystrice u Jindřichova Hradce. – Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 102, 1-2, 99-107.

*Molybdenite-pyrite ore mineralization in quartz veins and greisenized granite at Nová Bystrice near Jindřichův Hradec*

Revision of mineralogical situation of ore mineralization in granites at Nová Bystrice near Jindřichův Hradec confirmed the presence of molybdenite-pyrite mineralization. The local pyrite mined in the 17th century was used as a source of sulfur for the producing of gunpowder, and also iron sulphate and sulfuric acid. Silver-bearing and gold mineralization was not found, the ore contains only 14.7 ppm Ag and <0.1 ppm Au. Pyrite disseminated ore occurs in greisens and muscovite-quartz-rich granites of the Central Moldanubian Pluton. Abundant quartz veins in pinkish feldspatized granites (K-metasomatites) contain molybdenite as major ore mineral. The oxidation zone is only slightly developed, along supergenne minerals goethite and jarosite(?) dominated, a unique mineral is ferrimolybdate and sporadically was found native sulfur.

*Key words:* pyrite, molybdenite, greisen, historical exploitation, Central Moldanubian Pluton

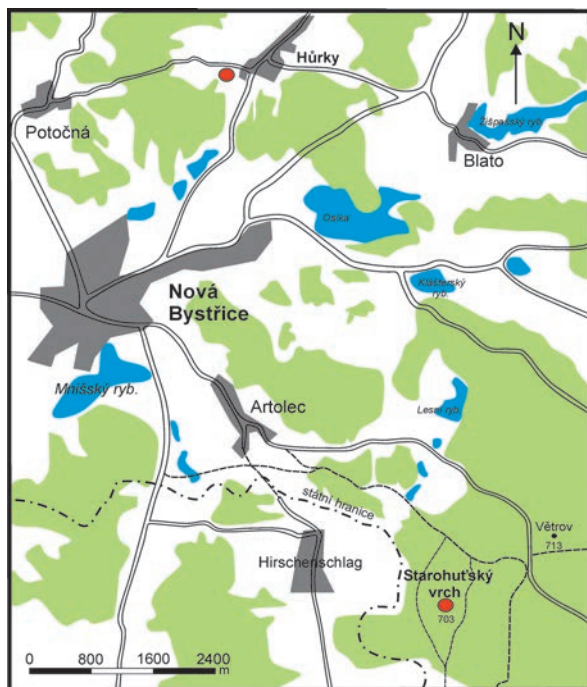
Vladimír Hrazdil, Jiří Toman, Department of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, e-mail: vhrzdil@mzm.cz

### ÚVOD

V rámci terénní revize pozůstatků po historickém dolování drahých kovů na Českomoravské vrchovině byla věnována pozornost také okolí Nové Bystrice na Jindřichohradce, odkud jsou uváděny některé zmínky o starých dolech na stříbro.

Archivních zpráv o zdejší dolování je minimum. Podle tradice se tu mělo v 16. století těžit **stříbro** (Senotín, Hürky), doly (zmiňován je tzv. „Čertův důl“) však zanikly v důsledku nedostatku rudy. V 17. století, za Adama Pavla Slavaty, byly doly opět otevřeny. První zpráva o obnově staršího dolování pochází z roku 1629. Také v dopise Adamova otce Viléma z 12. července 1631 čteme: „*Já příjduce z Telče na Bystrici, na cestě spatřil jsem, jak syn můj milý, půl míle od zámku [Nová] Bystrice nalezl zasypané doly a ty nyní zde vyčistiti dal, z nichž mnoho rudy vysekávati dá a z té nemálo vitriolium se převažuje a má dobrou naději, že nemalý užitek bude moci z toho míti.*“ Tehdy se doloval **pyrit**, z něhož byla získávána **síra, potřebná pro výrobu střelného prachu**. V roce 1637 Adam Pavel Slavata udělil práva hornické obci Adamsfreiheit (dnešní Hürky) a 30. března vydal pro tamní horníky, kolonisty ze Saska, zvláštní instrukci. V rodinném archivu Slavatů (Státní archiv na zámku Jindřichův

Hradec) se dochovalo několik zpráv týkajících se dolování, např. z r. 1652 o prodeji síry z Hůrek, z let 1634–1656 existují relace šichtmistrů J. Schadta, J. Roslera a správce Ezaiáše Eckharta, kteří zmiňují i možnost získávání mědi. Dolování bylo několikrát přerušeno a zaniklo v roce 1690 (POKORNÝ 1961, J. KACHLÍK, 2002 – písemné sdělení).



Obr. 1. Výskyty molybdenit-pyritového zrudnění v okolí Nové Bystřice.

Fig. 1. Occurrence of molybdenite-pyrite mineralization near Nová Bystřice.

Pozn. Historické doly na pyrit – místa jsou označeny červenou tečkou; historical pyrite mines are marked by red dot.

O mineralogických poměrech těchto lokalit není mnoho známo. Z obou míst, někdy uváděných přibližně jen jako „Nová Bystřice“, je před rokem 1961 v literatuře zmiňován vedle křemene pouze pyrit a molybdenit a málo pravděpodobný výskyt cinabaritu (ČECH 1950, POKORNÝ 1961). Podrobnější výzkum lokalit, zejména na Starohuťském vrchu, tuto asociaci obohatil o další minerály (magnetit, hematit, fluorit, beryl, apatit), supergenního původu je vedle běžného goethitu (*limonitu*) vzácný, rentgenometricky určený ferrimolybdit (F. ČECH in VESELÝ 1963) a pravděpodobně i ryzí síra (VESELÝ 1963). O mnoho později byl ferrimolybdit rentgenograficky určen také z Hůrek (ČERNÝ a VESELOVSKÝ 1988). Zcela výjimečně byla na Starohuťském vrchu (Kozí hoře) zjištěna drobně zrnitá ryzí síra, snad rovněž supergenního původu (VESELÝ 1963, ZIKEŠ a WELSER 2007).

V současnosti byl v rámci výzkumu a Re-Os datování molybdenitů Českého masivu zkoumán i molybdenit z Hůrek a Starohuťského vrchu (Kozí hory); stáří molybdenitu z první lokality odpovídá 320 Ma, z druhé 315 a 317 Ma (ACKERMAN *et al.*, v tisku). Blízký vztah zdejších greisenů a křemenných žil je doložen i anomálním složením molybdenitu ( $As \leq 505$  ppm,  $W \leq 499$  ppm,  $Cu \leq 469$  ppm,  $Zn \leq 482$  ppm a  $Sn \leq 53$  ppm (PAŠA-VA *et al.* 2016).

Předkládaná práce je zaměřena na revizi pozůstatků po dolování a doplnění některých mineralogicko-petrografických údajů. Obsahy stříbra a zlata byly stanoveny v laboratoři Gematest s.r.o. v Černošicích, analytická skupina A. Mandy. V případě Au byl vzorek nejprve rozložen kyselinou bromovodíkovou, stanovení provedeno metodou AAS (citlivost u Ag > 0,02 ppm, u Au > 0,1). Chemické analýzy minerálů byly zhotoveny na elektronové mikro-

sondě Cameca SX 100 na společném pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy ÚGV PříF MU a ČGS (analytik R. Škoda). Měření probíhalo za těchto podmínek: a) muskovit vlnově disperzní mód (WDX), urychlovací napětí 15 keV, proud svazku 10 nA, velikost svazku 5  $\mu\text{m}$ . Standardy albit (Na), wollastonit (Si, Ca), sanidin (Al, K), pyrop (Mg), vanadinit (Cl, V, Pb), titanit (Ti), baryt (Ba), chromit (Cr), almandin (Fe), spessartin (Mn), gahnit (Zn), topaz (F),  $\text{Ni}_2\text{SiO}_4$  (Ni); sulfidy: vlnově disperzní mód (WDX), urychlovací napětí 25 keV, proud svazku 20 nA, velikost svazku 1  $\mu\text{m}$ . Při analýze jednotlivých sulfidů bylo použito těchto standardů: ZnS (Zn),  $\text{FeS}_2$  (Fe, S), upravený Mo (Mo), pararammelsbergit (As, Ni), Cu (Cu), PbS (Pb), Mn (Mn), Co (Co), InAs (In), PbSe (Se), Sb (Sb), Cd (Cd), Ag (Ag), Ge (Ge).

## TOPOGRAFICKÁ A GEOLOGICKÁ SITUACE LOKALIT

Pyritové i molybdenitové zrudnění bylo zastíženo na dvou lokalitách (obr. 1 a 2), z nichž významnější se zachovala na sz. okraji obce *Hůrky u Nové Bystřice*. Tam se nacházejí na ploše asi 100×100 m mohutné odvaly a opodál v louce ještě jeden osamocený obval, další zde asi zanikly při melioraci pozemku. Rudní materiál, pyrit a vzácněji molybdenit v žilném křemeni, je tu vzácnější, převládají granity.

Druhou lokalitou, poskytující dosud dostatek typického studijního materiálu pro výzkum, je plochý vrchol *Starohuťského vrchu* (dříve Koží hora, kóta 703,9 m), ležící necelé 3 km na JV od Artolce. Nacházejí se tu 2 větší pinky a zbytky rýh po geologickém průzkumu s úlomky granitů, křemenných žil s molybdenitem a šedých greisenů s hojným pyritem (VESELÝ 1964).



Obr. 2. Pozůstatky po dolování pyritu u Nové Bystřice. a, b) historické odvaly v Hůrkách; c, d) - šachta na Starohuťském vrchu (foto V. Hrazdil a J. Toman, 2016).

Fig. 2. The remains after pyrite mining at Nová Bystřice. a, b) historical dumps in Hůrky; c, d) abandoned shaft at the top of Starohuťský vrch (hill) (photo V. Hrazdil and J. Toman, 2016).



Podobná mineralizace se nachází i na několika dalších místech v okolí (Široká hora, Hirschenschlag). U blízkého Hirschenschlagu v Rakousku byla studována se zřetelem na možný ekonomický význam molybdenitového zrudnění, kde obsahy Mo dosahují až 1600 ppm (GÖD 1989). Dva typy Mo-mineralizace (molybdenit v greisenech a molybdenit v křemenných žilách) jsou vázány na eisgarnský granit s převahou muskovitu nad biotitem. Mineralizace je doprovázena růžovými muskovitickými granity až aplity a červenými biotitickými granity. Greiseny jsou masivní a tvoří čočkovitá tělesa o délce až 10 m. Jsou složeny z křemene, muskovitu, chloritu, a reliktní plagioklasů, s vtroušeným pyritem, molybdenitem, chalkopyritem, sfaleritem a galenitem, ojediněle arzenopyritem. Častý je magnetit, vytvářející v prostoru Koží hora-Hirschenschlag výraznou aeromagnetickou anomálii, lokálně se vyskytuje v akcesorickém množství fluorit. Molybdenit, v křemenných žilách o maximální mocnosti několik cm, je soustředěn na jejich kontakt s greisenizovanými a červenými alterovanými granity (GÖD 1989).

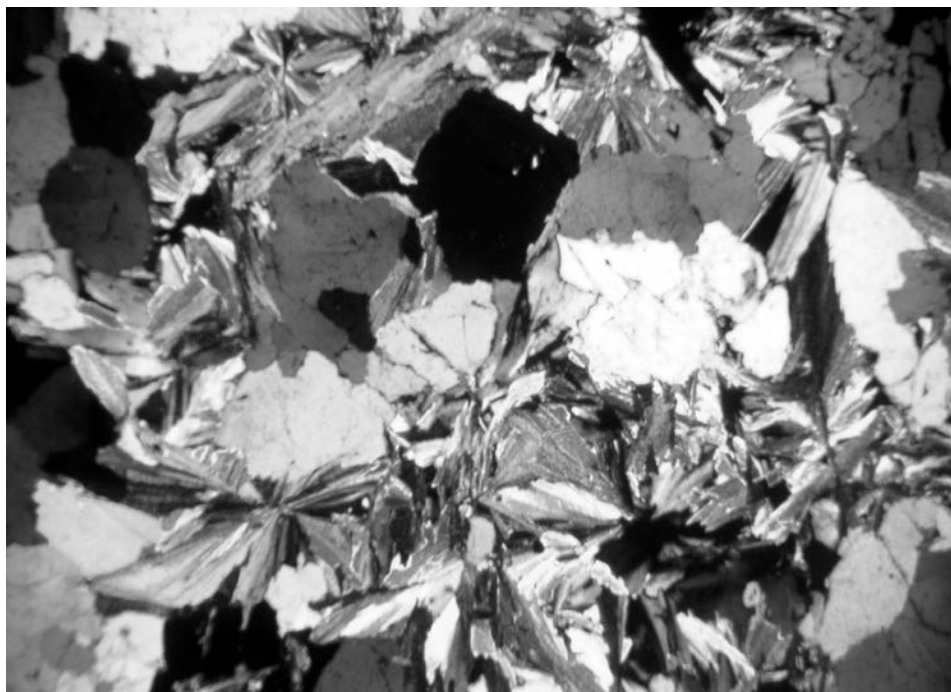
Nositel zrudnění jsou granity centrálního moldanubického plutonu (CMP) variského stáří (325–328 Ma), pronikající cordierit-biotitickými migmatity monotónní (ostrongské) jednotky moldanubika. Granity tohoto kompozitního plutonu se dělí po geochemické a petrografické stránce do několika typů, okolí lokalit tvoří dvojslidné granity typu Eisgarn, čiměřský subtyp (RENÉ 2012). Samostatně byl vymezen masívek porfyrovitého muskovit-biotitického až aplitického granitu typu Koží hora. BREITER (2010) jej pokládá za jeden z mladších granitů mauthausenské suity (~ 315 Ma), s typickými projevy greisenizace (s magnetitem a molybdenitem) a K-metasomatózy (feldspatizace); v místech hydrotermální alterace obohacený uranem (BREITER *et al.* 1998, BREITER 2010). Stručnou geochemickou charakteristiku granitů, postižených K-feldspatizací a greisenizací, doprovázených granitovými porfyry a porfyryty s magnetitovou a pyrit-molybdenitovou mineralizací v prostoru Hirschenschlag-Koží hora, podali BREITER *et al.* (1994). O křemenných žilách s pyritem (a molybdenitem) u Hůrek se však tyto autofeory nezmiňují.

## VÝSLEDKY

### Petrografická charakteristika mineralizace

Rudní minerály se u Hůrek vyskytují v bílém a šedém žilném křemenu s masivní texturou, v němž vyplňují drobné dutiny a trhlíny. Tyto žíly pronikají silně alterovanými, prokřemenělými, greisenizovanými (muskovitickými) granity, ale i růžovými granity bez makroskopicky patrných přeměn. Mikroskopicky mají křemenné žíly jednoduché složení. Jsou tvořeny anhedrálními, částečně undulózně zhášejícími zrny křemene a pyritem, který místy tvořil i drobně zrnité agregáty se sporadickým molybdenitem.

Na Starohuťském vrchu (Koží hoře) jsou nositeli pyritu šedé muskovitické greiseny, které mohou být dvojího typu a to v podobě masivních muskovitických greisenů nebo žilných muskovitických greisenů (mocnost max. několik cm), pronikajících narůžovělými granity. Greiseny tvoří drobněji zrnité, plasticky i křehce deformovaný křemen a velmi hojně lupeny a radiálně paprscité agregáty fengitického muskovitu (obr. 3). Místa jsou obsažena zrna a vtroušeniny pyritu velikosti až několik cm. Z akcesorických minerálů byl zjištěn četný drobný rutil, xenotim a monazit, ojediněle brannerit a supergenní cheralit. Četné jsou zde žíly šedého křemene s molybdenitem a méně i s pyritem, pronikající feldspatizovanými granity.



Obr. 3. Greisen bohatý muskovitem s pyritem, Starohuťský vrch. Polarizované světlo X nikoly. Foto J. Toman.  
Fig. 3. Pyrite-bearing muscovite-rich greisen, Starohuťský vrch (hill). Crossed polarizers. Photo J. Toman.

Složení muskovitu z žilných greisenů s pyritem je neobvyklé vysokým obsahem železa (2,73–5,04 hm. %  $\text{FeO}_{\text{tot}}$ ; 0,155–0,289 apfu Fe) a relativně i fluoru (1,00–2,00 hm. % F; 0,217–0,432 apfu F). Ve všech analýzách byly zastíženy stopy Pb, Zn a Cr, zatímco Ca, V, Sr, Ni a Cl byly pod mezi stanovení; Rb, Cs a Li nebyly stanoveny (tabulka 1).

V méně greisenizovaných partiích granitu, makroskopicky narůžovělých, se vyskytují i relikty starších živeců, příp. i mladší draselný živec a drobná zrna magnetitu a hematitu, zřetelně méně je muskovitu a křemene.

Tabulka 1. Složení muskovitu z žilných greisenů, Starohuřský vrch.

Table 1. Composition of muscovite from vein-form greisen, Starohuřský vrch.

	34	35	37	39	40 střed	41 okraj
SiO <sub>2</sub>	46,06	46,30	46,39	45,78	46,20	46,39
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,38	0,12	0,30	0,06	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,76	30,70	33,02	32,76	33,64	31,31
MgO	1,56	1,56	0,64	0,89	0,52	0,58
FeO	4,38	4,34	3,12	3,49	2,73	5,04
MnO	0,07	0,09	0,10	0,03	0,03	0,05
BaO	0,04	b.d.	b.d.	b.d.	0,05	b.d.
Na <sub>2</sub> O	0,55	0,70	0,37	0,95	0,71	0,29
K <sub>2</sub> O	10,53	10,63	10,78	10,4	10,51	10,66
H <sub>2</sub> O	3,58	3,44	3,88	3,89	3,86	3,90
F	1,67	2,00	1,14	1,09	1,20	1,00
O=F	-0,7	-0,84	-0,48	-0,46	-0,51	-0,42
celkem/suma	98,98	99,30	99,09	99,13	99,00	98,83
Si <sup>4+</sup>	3,156	3,165	3,146	3,113	3,128	3,182
Ti <sup>4+</sup>	0,025	0,020	0,006	0,015	0,003	0,001
Al <sup>3+</sup>	2,484	2,473	2,639	2,626	2,685	2,531
Mg <sup>2+</sup>	0,159	0,159	0,065	0,090	0,052	0,059
Fe <sup>2+</sup>	0,251	0,248	0,177	0,198	0,155	0,289
Mn <sup>2+</sup>	0,004	0,005	0,006	0,002	0,002	0,003
Ba <sup>2+</sup>	0,001				0,001	
Na <sup>+</sup>	0,073	0,093	0,049	0,125	0,093	0,039
K <sup>+</sup>	0,920	0,927	0,933	0,902	0,908	0,933
H <sup>+</sup>	1,638	1,568	1,756	1,766	1,743	1,783
F <sup>-</sup>	0,362	0,432	0,244	0,234	0,257	0,217
O <sup>2-</sup>	11,638	11,568	11,756	11,766	11,743	11,783
CATSUM	7,074	7,089	7,019	7,072	7,027	7,037
AN SUM	12	12	12	12	12	12

\* vypočteno ze stechiometrie; calculated by stoichiometry

b.d. pod mezí stanovení, below detection limit

## PŘEHLED RUDNÍCH MINERÁLŮ

### Pyrit

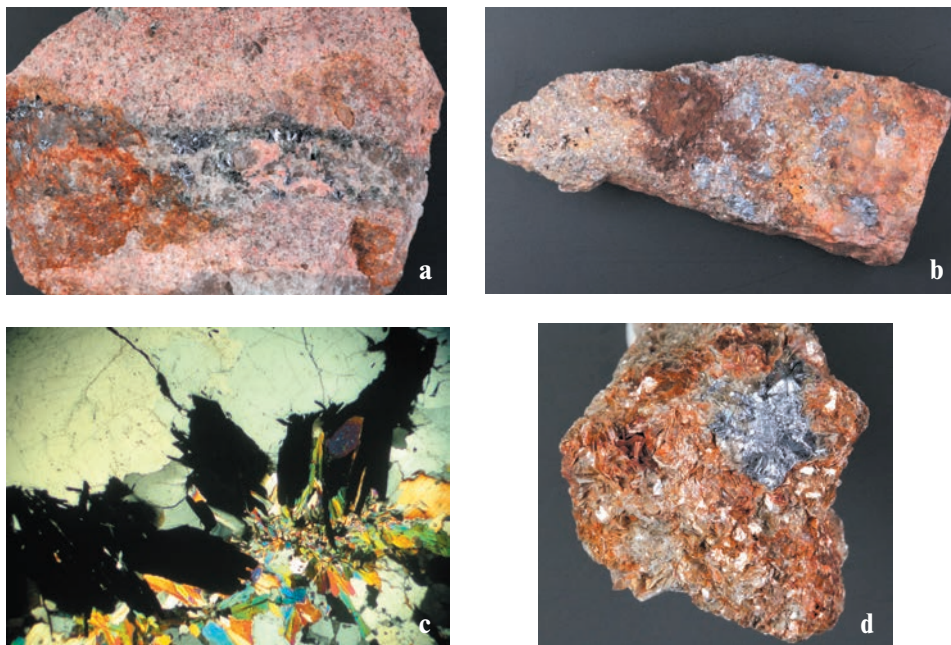
Pyrit vytváří na obou lokalitách až několik cm velké zrnité agregáty v bílém křemenu a vzácně i drobné nedokonalé krystaly v dutinách. V Hůrkách je lokálně doprovázen jemně lupenitým molybdenitem, který často nesouvisle lemuje zrna pyritu. Na Starohuřském vrchu se hojně vyskytly vtrošeniny pyritu v masivních muskovitem bohatých greisenech (obr. 3), zatímco v asociaci s molybdenitem je tu vzácnější.

Pyrit má jednoduché chemické složení; vedle hlavních složek obsahoval 0,11–0,20 hm. % Pb, 0,11–0,13 hm. % Sb, 0,04–0,11 hm. % Co a ≤ 0,04 hm. % Se; všechny prvky leží na hranici stanovení mikrosondou. Pod mezí detekce byly prvky: Ag, As, Cd, Cr, Cu, In, Mn, Ni a Zn.

Z důvodu posouzení zpráv o místním dolování stříbra jsme analyzovali vytríděný pyritový koncentrát, s nepatrným podílem molybdenitu a magnetitu. Obsah stříbra 14,7 ppm (= g/t) je zcela bezvýznamný, podíl zlata je pod mezí detekce (<0,1 ppm Au).

## Molybdenit

Vedle pyritu jde v této oblasti o velmi hojný minerál. Tvoří menší srůsty a lupenité až vějířovité agregáty o velikosti až několika cm, přičemž jednotlivé lupeny mohou dosáhnout vzácně velikosti až 3 cm (v průměru  $\leq 5$  mm). U Hůrek je jemněji lupenitý (často  $< 0,3$  mm) v asociaci s pyritem v křemenu. Na Starohuťském vrchu se vyskytuje v několika asociacích. Ve větším množství je obsažen v křemenných žilách o mocnosti několika cm, které pronikají růžovými feldspatizovanými granity (obr. 4a). Molybdenit bývá soustředěn hlavně na kontakty křemenných žil s granity, kde srůstá s muskovitem a vzácně s pyritem (obr. 4b, c). Lupeny molybdenitu jsou silně plasticky deformovány. Vzácněji a jen místy je přítomen rovněž v muskovitem bohatých žilných greisenech (obr. 4d) nebo v růžových granitech, které obsahují drobně krystalický hematit. Studium na mikrosondě prokázalo pouze hlavní složky Mo a S, na hranici detekce obsahovaly některé vzorky jen Se ( $\leq 0,1$  hm. %).



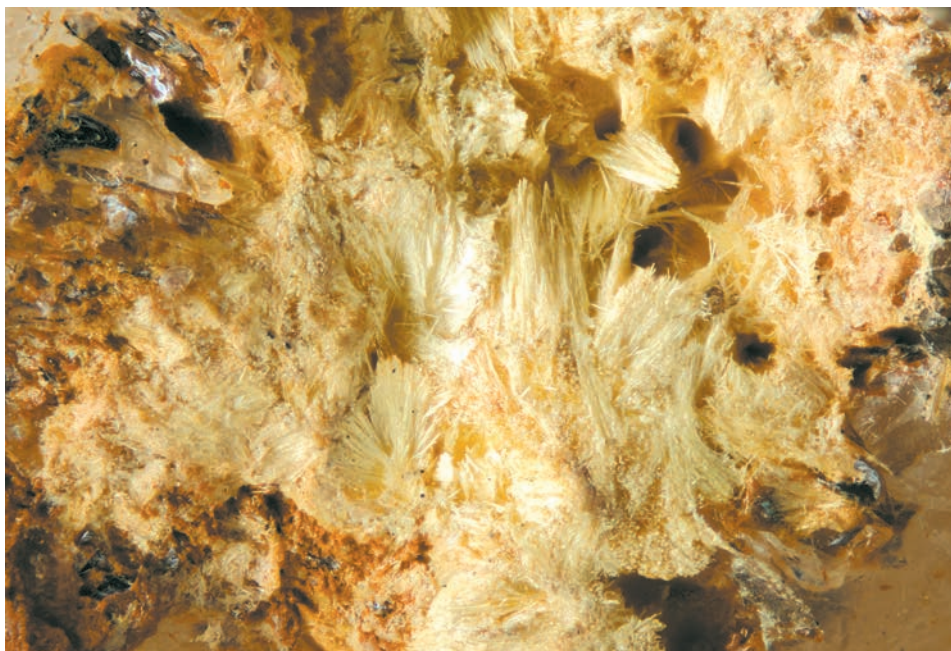
Obr. 4. Typy molybdenitové mineralizace na Starohuťském vrchu, a) úzká žilka křemene s molybdenitem ve feldspatizovaném granitu, velikost vzorku 8 cm; b) molybdenit v křemenu na styku s granitem, velikost vzorku 12 cm; c) molybdenit (černý) s muskovitem na styku žíly křemene a greisenizovaného granitu, polarizované světlo X, šířka záběru 6 mm; d) molybdenit v žilném muskovitovém greisenu. Velikost vzorku 4 cm. Foto J. Toman.

Fig. 4. Types of molybdenite mineralization at Starohuťský vrch (hill), a) narrow vein of quartz with molybdenite in feldspatized granite, sample size 8 cm; b) molybdenite in quartz at contact with granite, sample size 12 cm; c) molybdenite (black) with muscovite along the contact of quartz vein with greisenized granite, crossed polarizers, image width 6 mm; d) molybdenite in muscovite vein greisen. Sample size 4 cm. Photo J. Toman.



### Supergenní minerály

Vedle hojných oxihydroxidů Fe a goethitu (*limonitu*), tvořících tenké rezavě hnědé povlaky až masivní agregáty po pyritu na obou lokalitách, byl nalezen jen vzácně také *ferrimolybdit* na Starohuťském vrchu. Tvoří světlé až sivově žluté, jemně vláknité až stébelnaté agregáty na trhlinách křemene (obr. 5), doprovázené žlutozelenými povlaky blíže neurčeného minerálu. U Hůrek se nachází ve formě ojedinelých žlutých práškovitých povlaků spolu s drobným molybdenitem v bílém křemenu. V obou případech jde o velmi nenápadný minerál unikající pozornosti, který lze také snadno zaměnit za zdejší relativně hojně práškovité povlaky žlutého *jarositu* (?), který však, přes vysokou pravděpodobnost jeho výskytu, dosud na zdejších lokalitách nebyl určen.



Obr. 5. Jemně vláknité agregáty ferrimolybditu, Starohuťský vrch. Šířka záběru 1,2 mm. Foto R. Kummer.  
Fig. 5. Thin fibrous aggregates of ferrimolybdenite, Starohuťský vrch (hill). Image width 1.2 mm. Photo R. Kummer.

### ZÁVĚR

Popsané molybdenitové zrudnění při státní hranici s Rakouskem představuje v CMP relativně ojedinelou mineralizaci (Nová Bystřice-Hirschenschlag), využívanou v 17. století jako zdroj síry a kyseliny sírové (vitriolu). Zdejší dva navzájem podobné výskyty, Hůrky a nedaleký Starohuťský vrch (Kozí hora) u Artolce, tvoří podle dosavadních výzkumů převážně velmi jednoduchá mineralizace pyrit-molybdenit v křemenných žilách, prostupujících dvojslídne granity, místy greisenizované a feldspatizované. Dosavadní poznatky o studovaném zrudnění v žádném případě nepotvrdily tradici, připomínající těžbu stříbra v okolí Nové Bystřice u Jindřichova Hradce.

Podobná je molybdenitová mineralizace u zmíněného Hirschenschlagu a v greisenech a muskovitizovaných granitech u vzdálenějšího Nebelsteinu (20 km jz. od Gmündu), kde chybějí zrudněné křemenné žíly, navíc se zde vyskytuje pyrhotin a chalkopyrit, v greisenech



je běžný magnetit; nejasný původ má tamější wolframitová anomálie ve šlichách (GÖD 1989).

Ostatní výskyty pyritu a ojedinelého molybdenitu v CMP mají pouze mineralogický význam. Poněkud bohatší výskyt pyritu byl znám pouze v granitech u Čenkova u Telče, kde šlo o krystalické agregáty přímo v alterovaných granitech bez křemenné žiloviny (HOUZAR 2017). V křemenné žile v granitech u Rácova nedaleko Batelova bylo pyritové zrudnění sledováno průzkumnou šachticí v době před II. světovou válkou (ČECH 1952).

## PODĚKOVÁNÍ

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862). Děkujeme panu dr. J. Kachlíkovi z Jindřichova Hradce za některé historické informace, týkající se dolování u Hůrek a oběma recenzentům, zvláště Lence Losertové, za užitečné připomínky.

## LITERATURA

- ACKERMAN, L., HALUZOVÁ, E., CREASER, R. A., PAŠAVA, J., VESELOVSKÝ, F., BREITER, K., ERBAN, V., DRÁBEK, M., v tisku: Temporal evolution of mineralization events in the Bohemian Massif inferred from Re-Os geochronology of molybdenites. - *Mineralium Deposita*, DOI 10.1007/s00126-016-0685-5
- BREITER, K., 2010: Geochemical classification of Variscan granitoids in the Moldanubicum (Czech Republic). - *Abh. Geol. B.-A.*, 65, 19–25.
- BREITER, K., GNOJEK, I., CHLUPÁČOVÁ, M., 1998: Radioactivity patterns – constraints for the magmatic evolution of the two-mica granites in the Central Moldanubian Pluton. - *Věst. Čes. geol. ústavu*, 73, 4, 301–311.
- BREITER, K., GÖD, R., KOLLER, F., SLAPANSKY, P., KOPECKÝ, L., 1994: Exkursion D: Mineralisierte Granite im südböhmischen Pluton. - *Mitt. Österr. Miner. Gesell.*, 139, 429–456.
- ČECH, V., 1950: Předběžná zpráva o výzkumu některých ložisek v Čechách. - *Věst. Ústř. ústavu geol.*, 25, 90–91.
- ČECH, V., 1952: O starých dolech na stříbrnou rudu mezi Jihlavou a Pelhřimovem na Českomoravské vysočině. - *Sborník Ústředního ústavu geologického*, Odd. geologický, svazek 19, 117–136.
- ČERNÝ, P., VESELOVSKÝ, F., 1988: Ferrimolybdit z Hůrek u Nové Bystřice. - *Sbor. Jihočes. Muz. v Čes. Budějovicích*, Přír. Vědy, 28, 36.
- GÖD, R., 1989: A contribution to the Mineral Potential of the Southern Bohemian Massif (Austria). - *Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A.*, 11, 147–153.
- HOUZAR, S., GREGOR, F., 2017: Stříbronosná Pb-Zn mineralizace při východním okraji moldanubického plutonu v okolí Telče. - *Acta Musei Moraviae*, Sci. Geol., 102, 1–2, 79–97.
- PAŠAVA, J., SVOJTKA, M., VESELOVSKÝ, F., ĎURIŠOVÁ, J., ACKERMAN, L., POUR, O., DRÁBEK, M., HALODOVÁ, P., HALUZOVÁ, E., 2016: Laser ablation ICP-MS study of trace element chemistry in molybdenite – an important tool for identification of different types of mineralization. - *Ore Geol. Rev.*, 72, 874–895.
- POKORNÝ, J., 1961: Výskyt molybdenitu v Hůrkách u Nové Bystřice na Českomoravské vrchovině. - *Vlastiv. sbor. Vysočiny*, Odd. Věd. přír., 5, 5–9.
- RENÉ, M., 2012: Dvojslídne granity moldanubického batolitu. - *Sbor. Jihočes. muzea v Čes. Budějovicích*, Přírodní vědy, 52, 5–25.
- VESELÝ, J., 1963: Molybdenitové zrudnění v okolí Koží hory, jihovýchodně od Nové Bystřice na Jindřichohradecku. - *Čas. Mineral. geol.*, 8, 391–392.
- VESELÝ, J., 1964: Závěrečná zpráva o vyhledávání Mo rud v okolí Nové Bystřice. MS Geofond Praha, P 20 235.
- ZIKES, J., WELSER, P., 2007: Jihočeské minerály a jejich produktivní lokality. - *Minerál*, 15, 1, 56–66.



## VÝSKYT RUTILU V DELUVIÁLNÍCH SEDIMENTECH NA LOKALITĚ DOBRÁ VODA U VELKÉHO MEZIRÍČÍ, MOLDANUBIKUM

OCCURENCE OF RUTILE IN DELUVIAL SEDIMENTS AT DOBRÁ VODA NEAR VELKÉ MEZIRÍČÍ,  
MOLDANUBIAN ZONE

MILAN ĎÁSEK & VLADIMÍR HRAZDIL

### Abstract

Ďásek, M., Hrazdil, V., 2017: Výskyt rutilu v deluviálních sedimentech na lokalitě Dobrá Voda u Velkého Meziříčí, moldanubikum. - Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 102, 1-2, 109-117.

### *Occurrence of rutile in deluvial sediments at Dobrá Voda near Velké Meziříčí, Moldanubian zone*

Occurrence of rutile in area village of Dobrá Voda near Velké Meziříčí (western Moravia) is one of the most significant localities in Moravia. Its findings come from deluvial Quaternary sediments developed on weathered biotite gneisses of Gföhl Unit (Moldanubian Zone). Between 2002 and 2013 four local occurrences supplied 2,837 pieces of rutile with a total weight of 60 kg. Pebbles consisting of reddish brown rutile core and narrow outer rim of black ilmenite forms loosely deposited rounded fragments up to >5 cm in size. The findings were divided into 6 weight categories by weight, from usual (1-30 g) to unique fragments (>131 g). The biggest piece has 372.3 g. The large rutile grains, on the periphery gradually replaced of younger ilmenite, were derived from quartz and quartz-feldspar nests and dykes of leucosome presented in underlying gneiss.

*Key words:* rutile, occurrence, weight statistics, gneiss, deluvial sediments, Moldanubian zone

Milan Ďásek, Moravské lány 76, 619 00 Brno.

Vladimír Hrazdil, Dept. of Mineralogy and Petrography, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic; e-mail: vhrzdil@mzm.cz

## 1. ÚVOD

Výskyty minerálů v českých zemích se v minulosti systematicky zabývali někteří badatelé, kteří své vědomosti a poznatky uložili do svých topografických mineralogií, které byly obdivuhodným komplexním zdrojem informací. Těmito autory byli pro území Čech Josef Kratochvíl a Karel Tuček a pro oblast moravskoslezskou Bruno Kučera, Eduard Burkart a Tomáš Kruťa. Vlivem změn v krajině, kdy mnohé lokality minerálů již zanikly, nejsou tato díla v současnosti tolik aktuální a vyžadují doplnění novými informacemi.

Mineralogický výzkum Moravy trvá již přes 250 let. Za tuto dobu zde bylo zjištěno několik stovek minerálních druhů a některé lokality se časem staly „klasickými“ (např. lepidolit a rubelit z Rožně, chryzoberyl z Maršíkova, opály z Nové Vsi u Oslavan, ryzí měď a azurit s malachitem u Borovce, různé minerály pegmatitů z Dolních Borů, vltavíny ze Slavice, Kožichovic a Dukovan aj.).

K minerálům, vyhledávaným na Moravě už starými sběrateli náležel mj. také rutil. Dnes však o jeho výskytech nebylo takřka nic publikováno a topografické mineralogie pouze registrují jeho naleziště včetně krátkého popisu. Tak BURKART (1953) zde eviduje 99 nalezišť, KRUŤA (1966) dalších 61 míst, v obou případech jde téměř ve všech případech

o sběratelsky bezvýznamné výskyty rutilu jako akcesorického minerálu v horninách (ruly a amfibolity). K nemnoha významným výjimkám náleží lokalita Dobrá Voda u Velkého Meziříčí, která byla předmětem soustavného sběru prvního z autorů této studie v letech 2002–2013.

Předkládaná práce představuje doplňující materiál ke dvěma kolekcím rutilů z Dobré Vody, které byly ing. M. Dáskem v r. 2017 věnovány do sbírky Moravského zemského muzea v Brně. První obsahuje kameny o hmotnosti 81–100 g (51 kusů o celkové hmotnosti 4532 g. Druhá představuje kameny velikosti 101–130 g (42 kusů o celkové hmotnosti 4858 g). Ostatní dokladový materiál je uložen v privátní kolekci tohoto autora.

## 2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA RUTILU A JEHO VÝZNAMNĚJŠÍCH NALEZIŠŤ V ČESKÉ REPUBLICE

Minerál rutil se chemicky blíží oxidu titaničitému ( $\text{TiO}_2$ ), s obsahem titanu okolo 60 hm. %. U tmavých, železem bohatých rutilů (tzv. *nigrinů*), obsah železa dosahuje až 14 hm. % ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  celk.). Rutil krystaluje ve čtverečné soustavě a tvoří trimorfní řadu společně s anatasem a brookitem, které mají stejné chemické složení. Má tvrdost 6,0 až 6,5, hustotu  $4,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , silný lesk, vysoký index lomu; barva je tmavě hnědočervená až černá, vryp vždy žlutohnědý, štěpnost dokonalá, je nerozpustný v kyselinách. V přírodě tvoří sloupečkovité rýhované krystaly, často vícečetně srostlé, které označujeme jako „*kolenovitý srůst*“ (BOUŠKA a KOUŘIMSKÝ 1983, BERNARD a ROST 1992).

Velmi hojně se vyskytuje jako akcesorický minerál ve všech hlavních typech metamorfovaných i magmatických hornin, zvláště v rulách, svorech, amfibolitech a eklogitech, kde však velikost jeho zrn obvykle nepřevyšuje několik málo mm. Typickým výskytem větších akumulací rutilu v těchto horninách jsou však čočkovité agregáty světlého sekrečního křemene (v rulách) a výplně puklin (v amfibolitech a retrogradně přeměněných amfibolických eklogitech); nebývá tedy součástí základní matrix. Je značně odolný proti zvětvávání a hromadí se zvláště v náplavech, často i ve velkém množství. Jehlicovité krystaly rutilu (sagenitu) jsou známy z alpské parageneze na trhlinách rul a granitoidů.

Z českých lokalit lze na prvním místě uvést okolí **Golčova Jeníkova** u Čáslavi, kde se na polích za bývalým židovským hřbitovem nalézají zaoblené úlomky krystalů až valouny rutilu velikosti až přes 5 cm; byla zde nalezena pozoruhodná kolenoovitá srostlice o hmotnosti 2128 g, které nemá v Evropě obdoby (VELEBIL 2001). Hojný rutil doprovázený zlatem a scheelitem se vyskytuje v drobných vodních tocích u nedalekých **Podmok**. Pochází z rul a amfibolitů, v nichž tvoří až 10 cm velká zrna, sbíraná např. v kamenolomu Mastná Bába u Kozohlod (BERNARD 1981), dnes už zaniklém. Další oblastí bohatou na výskyt rutilu je okolí **Soběslavi**. Rutil tam tvořil sloupcovité krystaly i kolenovitě srostlice v rule v lomu „Na Pilátě“, 1,5 km SZ od obce (dnes zvaný Svákov). Zdejší výskyt je znám již více než 150 let, největší nalezený kus vážil 108 g (TUČEK 1970). Známou lokalitou jsou blízké **Zvěrotice**, kde se rutil vyskytuje na polích směrem na Přehořov. Pochází z křemenných čoček v rulách, příp. z primitivních pegmatitů. Známé jsou také výskyty velkých valounů rutilů v **náplavech Lužnice** a jejich přítoků u okolí Soběslavi a Veselí nad Lužnicí (PETRÁNEK 1981). Další oblastí výskytu relativně hojného rutilu je okolí **Ledče nad Sázavou** (např. **Chřenovice**). Rutily pocházejí z křemenných čoček a žil ze sillimanit-biotitických pararul a dosahují často centimetrových velikostí (KRATOCHVÍL 1958).

Na Moravě jsou výskyty rutilu známy z okolí **Brtnice**, **Kněžic** a **Opatova**, odkud se táhnou přes Želetavu a **Domamil** až téměř k Jemnici. Rutil se tam vyskytuje v křemenných čočkách v sillimanitických rulách, v křemenných žilách a puklinách retrogradně přeměněných eklogitů. Z těchto hornin se rutil dostává do aluviálních sedimentů **Brtničky**, **Želetavky** a **Horského potoka**, kde jeho valounky (výjimečně až 5 cm velké) doprovázejí zrna monazitu, scheelitu, zlata a dalších minerálů (HOUZAR a ŠKRDLA 1990). Zdejší lokality samy o sobě nejsou příliš bohaté, avšak z **Rychlova u Kněžic** pocházejí dva největší moravské rutily o hmot-

nosti 810 g a nad 1500 g, z blízkých **Brodců** pak unikátní hnědočervený, silně lesklý krystal asi 5 cm velký, patrně nejkrásnější na Moravě (ústní sdělení M. VOKÁČ, r. 1988). Znamé jsou nálezy rutilu z vltavinonosných sedimentů a jejich okolí. Za všechny lze zmínit relativně bohatší lokality **Senorady-Bolenska** a **Slavice u Třebíče**.

Z dalších moravských lokalit lze zmínit výskyty rutilu u Velkého Meziříčí, např. u **Vídně** a **Dobré Vody**; poslední z lokalit je věnována tato práce.

### 3. LOKALITA DOBRÁ VODA U VELKÉHO MEZIRÍČÍ - HISTORICKÝ PŘEHLED

Lokalitu rutilu u Dobré Vody objevil v roce 1912 ředitel měšťanské školy ve Velkém Meziříčí, K. Kořínek. Poprvé ji zmiňuje KUČERA (1926) a JAROŠ (1930), který publikoval i jejich fotografii. BOUČEK (1930), profesor gymnasia ve Velkém Meziříčí a znalec nerostů na jihozápadní Moravě uvádí: „*Od známé lokality zeleného opálu v Martinicích, směrem k Dobré Vodě a pak těsně jižně od vesnice, se nacházejí valounky rutilu. Vytvářejí z matečné horniny ruly a jsou barvy černé až temně červené.*“

Podrobně jej popsal KOKTA (1935), který také rutil analyzoval, nemohl se však zcela při separaci vyhnout koexistujícímu ilmenitu: Z hlavních složek uvádí  $\text{TiO}_2$  92,32; FeO 6,24;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1,14 a  $\text{SiO}_2$  (příměs křemene) 0,44, vše v hmot. %; zaznamenány byly také stopy Sn, hustota 4,268. Po rozpočtu analýzy za podmínky, že veškeré FeO bylo přiřazeno k ilmenitu, má „valounek rutilu“ přibližně toto objemové složení: 86 rutilu a 14 % ilmenitu.

BURKART (1953) ve své knize uvádí u Dobré Vody nálezy G. Švancary z okolních polí a zmiňuje i nálezy z blízké Vídně.

Krystalochemii rutilu z řady lokalit studovali BOUŠKA *et al.* (1972). Zanalyzovali i valounek „*nigrinu*“ z Dobré Vody. Složení  $\text{TiO}_2$  57,07; FeO 32,16;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  7,65 a MnO 0,90, (vše v hmot. %) odpovídá ilmenitu s podílem rutilu. Ilmenitu také odpovídal výsledek rentgenografické analýzy. Průřez valounem „*nigrinu*“ nasvědčuje komplikovanému srůstu, kdy je v centru hnědý rutil zatlačovaný ve směru štěpnosti ilmenitem a okraje jsou ilmenitové. Podobně tomu bylo u vzorku z nedaleké Vídně. Nejde o odmišleniny ilmenitu, ale o jeho mladší vznik na úkor rutilu (BOUŠKA *et al.* 1972).

Lokalitu uvádějí také ve svých publikacích MRÁZEK (1975), MRÁZEK a REJL (1991, 2010). Topograficky umísťují dva výskyty do blízkosti obce (důvodně se lze domnívat, že se jedná o námi popisované lokality č. 1 a 2) a zabývají se některými aspekty kamenářského zpracování této neobvyklé suroviny s tím, že nejde o šperkařsky využitelný materiál.

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. Lokality rutilu v okolí Dobré Vody

V blízkosti Dobré Vody, západně a jihozápadně od obce, jsou nejméně čtyři významnější lokality rutilu a lze do budoucna očekávat, že v oblasti mezi Martinicemi, Vidní, Dobrou Vodou a Kozlovem budou nalezeny další výskyty (obr. 1).

První z autorů zde systematicky prováděl sběry po dobu 12 po sobě jdoucích let a uskutečnil 108 sběrných cest. Bylo získáno asi 60 kg rutilu, které byly statisticky zpracovány v příložených tabulkách (tab. 1 a 2). Pro kvantitativní a hmotnostní zhodnocení nálezů jsme vytvořili následující stupnici:

- |                               |                          |                       |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| a) běžné, o hmotnosti 1–30 g; | b) obvyklé, 31–60 g;     | c) neobvyklé, 61–80 g |
| d) vzácné, 81–100 g;          | e) ojedinělé, 101–130 g; | f) raritní, >131 g    |

Lokality představují plochy polí o velikosti v řádu několika tisíců  $\text{m}^2$  a nálezy nejsou rozmístěny rovnoměrně, ale nahodile. Při víceletých sběrech se daly vysledovat místa, kde byly nálezy krátkodobě hojnější, aby v dalších letech na stejných místech nebylo nalezeno vůbec nic. Pro hledání rutilu je zapotřebí stejných podmínek jako např. při hledání vltavinů, tedy dobře vypršené a omyté, zarovnané pole, oblačno až zataženo, jen mírný vítr, mít dobré oči, dostatek času a nezbytné štěstí (obr. 3).



Tabulka 1. Hmotnostní kategorie nalezených rutilů od Dobré Vody.

Table 1. Weight categories of discovered rutile at Dobrá Voda.

vzorky sample	skupina group	počet (ks) total pieces	hmotnost weight (g)	průměrná hmotnost 1 ks average weight/piece (g)	ks; pieces (%)	wt % (g)
a) běžné; usual	1–30 g	2300	25 660	11,2	81,0	42,6
b) obvyklé; common	31–60 g	337	14 212	42,2	11,9	23,6
c) neobvyklé; uncommon	61–80 g	79	5468	69,2	2,8	9,1
d) vzácné; rare	81–100 g	51	4532	88,9	1,8	7,5
e) ojedinělé; sporadic	101–130 g	42	4858	115,7	1,5	8,1
f) raritní; unique	> 131 g	28	5515	197,0	1,0	9,1
Celkem; total		2837	60 245	21,2	100,0	100,0

### Lokalita č. 1

Tato „klasická lokalita“ se nachází západně od obce, po levé straně silnice z Dobré Vody do Vídně, přibližně 100–200 m od plotů posledních zahrad (obr. 1). Je známa už přes 100 let. Svým plošným rozsahem cca 200×120 m je největší z popisovaných a nejvýznamnější z hlediska nálezů. Dnes ji tvoří několik vzájemně souvisejících obdělávaných polí, které náleží různým vlastníkům a jsou tedy odlišně obhospodařovaná. Jde o součást ploché elevace s vrcholem 560 m n. m.

Lokalita poskytla nejvíce nálezů, jak do počtu kusů (74 %), tak do hmotnosti (83 %). Jsou zastoupeny všechny hmotnostní skupiny, od běžných po raritní. Z 10 raritních vzorků pochází 9 z této lokality; mají hmotnost 207 g, 218 g, 224 g, 241 g, 257 g, 287 g, 289 g, 292 g a 363 g. Kameny ze skupin (d)–(f) se vyskytovaly při jižním okraji lokality.

O charakteru výskytu rutilu v deluviálních a eluviálních sedimentech na této lokalitě si můžeme učinit představu z menších melioračních prací, které tu byly prováděny v letech 2010–2011 těsně vlevo od silnice a u obce. V jílovito-písčitém sedimentu se objevily drobné černé valounky rutilu běžné hmotnosti (a), které pocházely z hloubky 130–150 cm. V této části lokality je tedy doloženo, že jsou rutily prokazatelně uloženy ve větší hloubce, než je hloubka orby.

Podle úlomků je podložní okolní horninou biotitická pararula, místy s granátem. Její součástí jsou i časté větší agregáty šedobílého křemene. Vzácně byly zjištěny úlomky křišťálu, někdy s náznaky krystalových ploch.

### Lokalita č. 2

Nedaleko západního okraje obce, cca 250 m západně, na pravé straně silnice z Dobré Vody do Vídně, jsou jednotlivá úzká pole. Výskyt rutilu se nachází na ploše 100×100 m v místech, kde silnice dosahuje svého nejvyššího bodu (přibližně 558 m n. m.). Toto místo leží mezi silnicí a polní cestou jdoucí od obce severozápadním směrem.

Nálezy rutilu jsou významné tím, že se tu vyskytují kusy neobvyklé až raritní, a to na relativně malé ploše při západním okraji naleziště, blízko meze, která odděluje pole od velkého zeleňého lánu. Z celkového počtu 28 ks raritních rutilů, nalezených u Dobré Vody je z této lokality 12 ks (tj. 43 %), největší z nich má hmotnost 188 g. Ve východní části lokality je větší zastoupení kusů běžných. Naprostou většinu tvoří valouny, úlomky krystalů jsou zcela ojedinělé.

### Lokalita č. 3

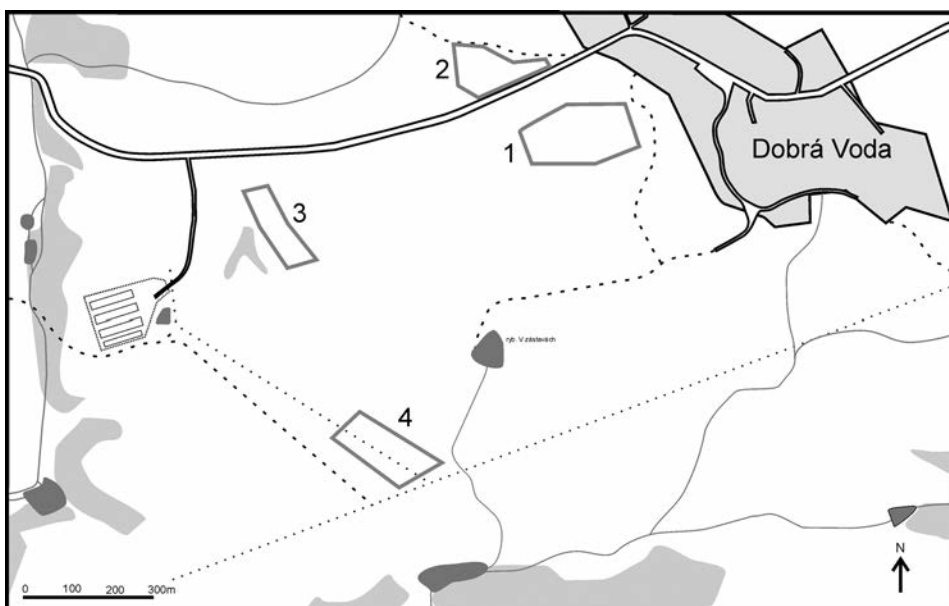
Vlevo od silnice z Dobré Vody do Vídně, před odbočkou účelové komunikace k místnímu prasečáku, podél meze orientované ve směru SZ-JV při hranici katastru Dobrá Voda a Vídeň. Lokalita začíná cca 80 m od hlavní silnice, pokračuje směrem do mírného návrší v délce asi 200 m a šířce 60 m až k lesíku, kde nálezy končí. Nálezy jsou nejpočetnější na plošině na vrcholu elevace 540 m n. m.

Co do četnosti i hmotnosti má tento výskyt nejmenší počet nálezů. Z hlediska množství jde většinou o rutily běžné (66 %) a obvyklé (24 %). Největší valoun má hmotnost

202 g a pochází z vrcholu elevace z křemenné čočky v rule. Na této lokalitě jsme zaznamenali také poměr valounů (62 %) a úlomků krystalů (38 %) rutilu.

#### Lokalita č. 4

Jihozápadně obce vede od Dobré Vody k Mostišti podél lesa a potoka elektrické vedení. Z něho je vedena samostatná odbočka směrem k místnímu prasečáku. Od zmíněné odbočky, od druhého až za čtvrtý sloup se po obou stranách vedení na ploše 170×100 m nachází další lokalita rutilu. Pole je rovinaté (nadm. výška 510 m n. m.) a je situováno na jihovýchodním okraji katastru obce Vídeň.



Obr. 1. Topografická situace studovaných lokalit.

Fig. 1. Topographic sketch of localities studied.



Obr. 2. Raritní valoun rutilu od Dobré Vody (lokalita č. 4) o rozměrech 64×57×44 mm a hmotnosti 372,3 g. (foto V. Hrazdil)

Fig. 2. Unique pebble of rutile at Dobrá Voda (locality no. 4), 64×57×44 mm in size, with weight 372,3 g (photo V. Hrazdil).

Tento výskyt se vyznačuje především hojnými drobnými rutily běžné hmotnosti, valouny jsou zde v malém množství, vyšší hmotnosti nejsou zastoupeny, je zde také minimum zlomků krystalů. Pokud se najde větší kus, je často raritní. Takovým byl i největší rutil, který jsme našli. Má hmotnost 372,3 g a byl nalezený v hlinito-písčitém deluviu u zmíněného čtvrtého sloupu.

Tabulka 2. Statistické zhodnocení rutilu podle plochy jednotlivých výskytů u Dobré Vody, počtu kusů a hmotnosti.  
Table 2. Statistical analysis of rutile in individual occurrences at Dobrá Voda area, number of pieces and their weight.

lokality č. locality No.	plocha (m <sup>2</sup> ) area	ks pieces	%	g	hm % wt %	průměrná hmotnost (g) average weight
1	24 000	2099	74	50 003	83	23,8
2	5 000	340	12	6025	10	17,7
3	12 000	114	4	1807	3	15,8
4	17 000	284	10	2410	4	8,5



Obr. 3. Typické vzorky rutilu z lokality Dobrá Voda u Velkého Meziříčí (foto J. Toman).  
Fig. 3. Representative samples of rutile at Dobrá Voda near Velké Meziříčí (photo J. Toman).

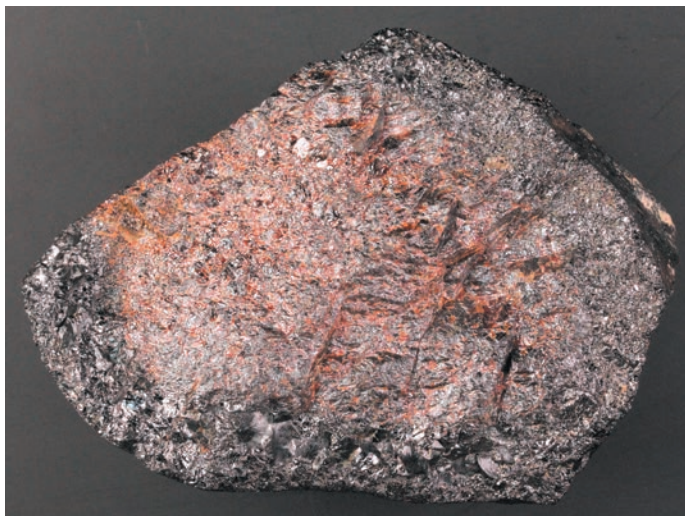
## 4.2. Charakteristika a původ rutilu

Rutil tvoří na všech zdejších lokalitách v rozhodující většině valouny až zaoblené úlomky krystalů o běžné velikosti 1–3 cm. Po očištění jsou kovově lesklé, černé až tmavě červenočerné, oproti úlomkům tmavých hornin nápadně těžké. Na příčném lomu je nezřídka patrná barevná zonálnost, s lesklým hruběji zrnitým a nápadně štěpným hnědočerveným středem a jemnozrnnými černými okraji tvořenými minerálem s poněkud lasturnatým lomem (obr. 4).

Jádro je tvořeno silně lesklým, poměrně čistým *rutilem*, v mikroskopu červenoohnědě prosvítajícím. Lem tvoří černý opakní minerál odpovídající *ilmenitu*, jehož tenké žilky také pronikají do rutilového jádra (BOUŠKA *et al.* 1972); je tudíž mladší. Většinou převládá rutil nad ilmenitem, vzácnější jsou valounky ilmenitu, ve středu jen s minimálně zachovaným rutilem (KOKTA 1935).

Obr. 4. Hnědočervený rutil v centru valounu s úzkým lemem černého ilmenitu od Dobré Vody (foto. J. Toman).

Fig. 4. Brownish-red rutile in the center of pebble with a narrow rim of black ilmenite at Dobrá Voda (photo J. Toman).



Rutily se nacházejí převážně v deluviálních kvartérních sedimentech (svahových hlínách). Pocházejí z migmatitizovaných biotitických pararul strážeckého moldanubika (gföhlská jednotka), které v blízkém okolí Dobré Vody obsahují četné vložky amfibolitů, erlanů a ojedinělých mramorů (STÁRKOVÁ, ed., 1994). Svědčí o tom relikty šedobílého křemene, které jsou zarostlé v rutilu; rutil bývá někdy zarostlý přímo do prokřemeněné biotitické ruly. Z této horniny se zvětráváním dostává do eluvia a dále do svahovin. Valouny rutilu jsou relativně obohacovány povrchové části sedimentárních profilů, kde je vzhledem ke své velikosti a vyšší hustotě součástí druhotné „kamenné dlažby“ (dnes je na obdělávaných polích součástí ornice) v důsledku odnosu jemnějších a lehčích minerálů při vodní, částečně snad i větrné erozi (část valounů rutilu někdy připomíná hrance).

## 5. ZÁVĚR

Dobrá Voda představuje jednu z našich nejvýznamnějších lokalit rutilu nacházejících se v deluviálních sedimentech, na Moravě je vůbec nejvýznamnější. Týká se to jak množství nálezů, tak i hmotnosti jednotlivých kusů. Za 12 po sobě následujících let bylo na lokalitě nalezeno 2837 ks rutilů o celkové hmotnosti 60,245 kg; průměrná hmotnost byla

21,2 g. Zvláště významná je skupina raritních kamenů (tab. 1). Reprezentuje sice jen 1 % ze všech nalezených kusů, ale celých 9 % z celkové hmotnosti, při průměru 197 g. Podíly v této skupině jsou následující: v kategoriích 131–150 g (10 ks), 151–200 g (7 ks), 201–300 g (9 ks) a 2 ks mají více než 360 g. Rutil ve vzorcích, obvykle polozaoblených valounech, řidčeji ve zlomcích zaoblených krystalů, představuje starší minerál zatlačovaný ilmenitem. Podíl rutilu v nich odhadem kolísá od 90 do 10 obj. %, část menších valounků je tvořena prakticky jen ilmenitem.

Předkládaná práce jako vůbec první kvantifikuje rozšíření rutilu v deluviálních sedimentech na Moravě v jednom omezeném území. Nehledě na rozsah jednotlivých lokalit č. 1–4, mocnost a rozšíření kvartérních hlín je zřejmé, že už výskyt rutilu v původní biotitické ruce byl značně nepravidelný a v případě větších zrn nelze uvažovat, že byl tento minerál rovnoměrně rozšířenou součástí matrix horniny. Jak dokazují i ojediněle nalézaná velká zrna rutilu+ilmenitu (cca > 2–3 cm) v křemenu nebo i v biotit-křemen-živcovém leucosomu, jde na studovaných lokalitách o jediný minerál, který tvoří porfyroblasty, neboť granátové, příp. biotitové nebo živcové porfyroblasty zde chybějí. Procesy vedoucí ke vzniku „monominerálních“ rutilových porfyroblastů (podíl jiných složek nepřesahuje 1 %) souvisely nejspíše s anatexí rulového komplexu a vyžadovaly vyšší mobilitu titanu. Ilmenitizace rutilu představuje mladší stadium metamorfního vývoje a nespojuje se supergenními přeměnami rutilu v eluviálních ruly ani deluviálních hlínách. O podmínkách vzniku zdejšího rutilu není dosud nic známo.

## 6. PODĚKOVÁNÍ

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862). Děkujeme S. Houzarovi za komentáře k textu a recenzentům za poznámky k rukopisu.

## LITERATURA

- BERNARD, J. H., 1981: Minerály alpských žil a jim podobných asociací. In.: Bernard, J. H., ed.: Mineralogie Československa. – *Academia Praha*, 405–419.
- BERNARD, J. H., ROST R. et al., 1992: Encyklopedický přehled minerálů. – *Academia Praha*, 704p.
- BOUČEK, J., 1930: Nerostná naleziště okolí Velkého Meziříčí. – *Výroční Zpráva zemského reálného gymnasia ve Velkém Meziříčí za školní rok 1929–30*, Velké Meziříčí, 14p.
- BOUŠKA, V., KOUŘIMSKÝ, J. 1983: Drahé kameny kolem nás. – *Státní pedagogické nakladatelství Praha*, 3. dopl. vydání, 400p.
- BOUŠKA, V., POKORNÝ, J., ADAM, J., 1972: Krystalochemické vztahy rutilu a železnatého rutilu. – *Sbor. geol. Věd, řada. TG*, 10, 45–67.
- BURKART, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – *Nakl. ČSAV*, 1004p.
- HOUZAR, S., ŠKRDLA, P., 1990: Výskyty zlata v širším okolí Želetavy na jihozápadní Moravě. – *Přírod. Sbor. Západo-morav. muz.*, 17, 21–33.
- JAROS, Z., 1930: Novinky v mineralogii západní Moravy v posledním desetiletí. – *Od Horácka k Podýjí*, 7, 65–81.
- KOKTA, J., 1935: Rutil od Dobré Vody u Velkého Meziříčí. Příspěvky k mineralogii země Moravskoslezské. – *Spisy přírod. fak. Masaryk. Univ.*, č. 201, 10–11.
- KRATOCHVÍL, J., 1958: Topografická mineralogie Čech II (H–CH). – *Nakl. ČSAV Praha*, 379p.
- KRUŤA, T., 1966: Moravské nerosty a jejich literatura 1940–1965. – *Moravské museum v Brně*, 379p.
- KUČERA, B., 1926: Doplnky k seznamu nerostů a nalezišť za rok 1924 a 1925. – *Čas Morav. Zem. Muzea*, 24, 184–196.
- MRÁZEK, I., 1975: Drahé kameny na Moravě. – *Geol. průzkum*, 17, 10, 298–300.
- MRÁZEK, I., REIL, L., 1991: Drahé kameny Českomoravské vrchoviny. – *Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, Západo-moravské muzeum v Třebíči*, 135p.
- MRÁZEK I., REJL L. 2010: Drahé kameny Moravy a Slezska. – *Nakl. Aventinum Praha*, 301p.



- PETRÁNEK, J., 1981: Minerály sedimentárních hornin. Minerály kvartéru Českého masivu. In.: Bernard, J. H., ed.: Mineralogie Československa. - *Academia Praha*, 472-476.
- STÁRKOVÁ, I., ed., 1994: Geologická mapa ČR 1:50 000, list 24-13 Bystřice nad Pernštejnem. - *Český geologický ústav*.
- TUČEK, K., 1970: Naleziště českých nerostů a jejich literatura 1951-1965. - *Nakl. ČSAV*, Academia Praha, 884p.
- VELEBIL, D., 2001: Nálezy velkých krystalů rutilu v Golčově Jeníkově. - *Minerál*, 9, 1, 61-62.



## SAVČÍ SPOLEČENSTVO POSLEDNÍHO GLACIÁLU Z JESKYNĚ BAROVÉ - NOVÉ POZNATKY

LAST GLACIAL MAMMALIAN ASSEMBLAGE FROM BAROVÁ CAVE - NEW FINDINGS

MARTINA ROBLÍČKOVÁ, VLASTISLAV KÁŇA & MIRIAM NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ

### Abstract

Roblíčková, M., Káňa, V., Nývtová Fišáková, M., 2017: Savčí společenstvo posledního glaciálu z jeskyně Barové - nové poznatky. - Acta Mus. Morav., Sci. Geol., 102, 1-2, 119-142.

### *Last Glacial Mammalian Assemblage from Barová Cave - New Findings*

Barová Cave is located in the middle part of the Moravian Karst on the right slope of Josefovské Valley. The entrance opens beneath Krkavčí skála rock cliff. The cave is the outflow part of Býčí skála - Rudické propadání Cave System. Even since the discovery by A. Sobol in 1947, the cave has been known as important paleontological phenomenon with well-preserved fauna of the Late Pleistocene. There, between two in-sediment shafts app. 40m from the entrance (fig. 1), the conical massive sedimentary tongue arose here, gravitationally shaped in fossiliferous sediments.

Two main periods of paleontological research took place inside the cave. R. Musil worked here, then J. Svoboda with L. Seitl. In 2011, the third period began, as the landslide exposed new, unprospected fossiliferous sediments. During this research, three layers were set. The C layer represents basal fossiliferous bed with numerous large carnivore bones. The B layer represents the main body of sedimentary cone with abundant, but scattered bone remains, thicker than C layer. The A layer contains bone material more scarcely; it is mostly absent or removed until today.

The bone remains of following taxa have been discovered until now, throughout our research 2011-2017: Bear of cave bear group (*Ursus* ex gr. *spelaeus*), cave lion (*Panthera spelaea*), wolf (*Canis lupus*), cave hyena (*Crocota crocuta spelaea*), brown bear (*Ursus arctos*), lynx (*Lynx lynx*), wolverine (*Gulo gulo*), red fox (*Vulpes* cf. *vulpes*), marten (*Martes* cf. *martes*), ibex (*Capra ibex*), chamois (*Rupicapra rupicapra*), aurochs or steppe bison (*Bos seu Bison*), reindeer (*Rangifer tarandus*), red deer (*Cervus elaphus*), horse (*Equus* sp.), woolly rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis*), hare (*Lepus* sp.), lemming (*Dicrostonyx* sp.), red vole (*Clethrionomys* sp.), jackdaw (*Corvus monedula*) and the duck, presumably pintail (*Anas* aff. *acuta*). Bear were represented by thousands of bones here, cave lion and wolf bones in hundreds of bones, cave hyena bones in tens of bones, for the other species, the locality yielded just several bone remains.

This paper summarizes findings about bone material from sectors 2, 3, 4 and R4, Pod žebříkem (Under the Ladder) test pit (fig. 2). Cave bear bone finds are the most abundant here (95 %), with distance follow: cave lion (3 %), wolf (1,2 %), cave hyena (0,5 %). Several bone remains from sectors 2, 3, 4, R4 belong to 8 other taxa, 7 mammal species (chamois, red deer, reindeer, horse, lemming, red vole, marten), 1 bird species (jackdaw). From MNI point of view, cave bear group is clearly dominant with MNI=40 (70 %; see table 1). All age categories of cave bear from neonates to adults post their prime were present (table 2). Molar abrasion shows, that 47,5 % of all cave bear individuals died in period 2-7 years, what corresponds with findings of R. Musil. Both males and females occurred here, bear cubs under 3 months (MNI=5) establish birth and nursing inside the cave. Cave lion bones here belong to at least two males, presumably adult past their prime, and two females, adult and subadult. The subadult female individual is represented by uniquely preserved almost completed skull, including large part of postcranial skeleton. Wolf bones belong to two adult individuals (MNI=2), cave hyena bones belong to at least three adult individuals (MNI=3), presumably two females and one male. All other taxa are represented by single individuals (MNI=1) except the red deer with MNI=2 (table 1).

Bite marks and traces on bones were observed, too. There are 9,63 % of cave bear bones with provable bite marks from layer B, 5,28 % of bear bones from the intermediate bed B+C, 5,42 % from layer C (tables 3, 4, 5). Most bones and fragments do not bear any provable bite marks. The moderate, but comparatively stable, occurrence of gnawed, chewed or bitten bones suggests that cave lions and/or hyenas hunted or scavenged on wintering bears. Scavenging activity of wolves and even other cave bears is presumed here, too. Even the lion bones, wolf and hyena bones bear provable bite marks. The seasonality of predatory teeth suggests that the time of death varies near winter period, mostly the end of wintering season (tables 6, 7). Predation or scavenging on wintering cave bears was the favourite strategy for cave lions, either for presumably two other species.

Large amount of bones lead us to suspect, that cave bear group bears used this cave as favourite wintering habitat for at least thousands of years. Dating of osteological material shows no contradiction with this assumption either. The peak of this inhabitancy is about 48.000 years BP. The dominant cause of death was starvation, age, injury or disease, predation was recessive here, but present, scavenging was possibly regular. The state of bones and character of sedimentation within layers B and C put all fauna here to the same period of more or less uninterrupted inhabitancy, where the bone remains make consistent thanatocenosis.

*Key words:* Quaternary palaeontology, Late Pleistocene, Moravian Karst, Barová Cave, fauna, *Ursus ex gr. spelaeus*, hunting and scavenging activity, seasonality.

Martina Robličková - Moravian Museum, Historical Museum, Anthropos Institute, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic, e-mail: mroblickova@mzm.cz

Vlastislav Káňa - Masaryk University, Faculty of Science, Department of Geological Sciences, Kotlářská 267/2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: kanabat@email.cz

Miriám Nývltová Fišáková - Institute of Archaeology of the CAS, Brno, Čechyňská 363/19, 602 00 Brno, Czech Republic, e-mail: nyvltova@arub.cz

## 1. ÚVOD

Barová jeskyně se nachází v úpatí Krkavčí skály na pravém břehu Křtinského potoka v Josefovském údolí ve střední části Moravského krasu. Je součástí jeskynního systému Rudické propadání - Býčí skála (vytvořeného v Josefovských a Lažáneckých vápencích Macošského souvrství), kde tvoří aktivní rameno vývěrové oblasti. I přes tuto exponovanou polohu a dnes nápadný vchod opatřený uzávěrou patří v rámci Moravského krasu k nedávno objeveným jeskyním. Byla objevena a popsána Antonínem Sobolem a jeho spolupracovníky (proto bývá občas nazývána též Sobolova jeskyně) v roce 1947 a z větší části prozkoumána v následujících pěti letech (SOBOL 1948, 1952). Již v době objevování byla charakterizována také jako paleontologický fenomén se zachovalou pleistocenní faunou v sedimentech mezi vchodem a tzv. Druhou propastí (STRNAD 1949).

Před rokem 2011 proběhly dvě vlny paleontologických výzkumů v sedimentech Barové jeskyně, a to výkopy R. Musila v roce 1958 (MUSIL 1959, 1960) a paleontologicko-archeologické práce J. Svobody a L. Seitla ve vchodové části v osmdesátých letech 20. stol., v jejichž rámci byl prozkoumán i sediment takzvané „Medvědí síňky“ obsahující kosti pleistocenní fauny (SEITL 1988). Nalezené zvířecí kosti jsou uloženy v depozitářích Ústavu Anthropos MZM v Brně. V jeskyni probíhala s přestávkami také jeskyňářská činnost, často velmi intenzivní, která ve značném rozsahu zasáhla i části jeskyně významné svým paleontologickým obsahem. Nálezy odtud byly nahrubo sbírány, část jich je uložena v MZM, podrobnosti nejsou většinou známy (Bartoň in verb.). Do léta roku 2011 byla jeskyně považována za paleontologicky vytěženou, jednotlivé sondy a výkopy byly zaházeny hlušinou a zcela nerozpoznatelné. Sesuv sedimentů v létě 2011 odhalil dosud nezkoumané fosiliferní polohy ve svrchně pleistocenních sedimentech a znamenal počátek současné výzkumné činnosti.

## 2. POPIS JESKYNĚ, PALEONTOLOGICKÝ VÝZKUM V LETECH 2011–2016

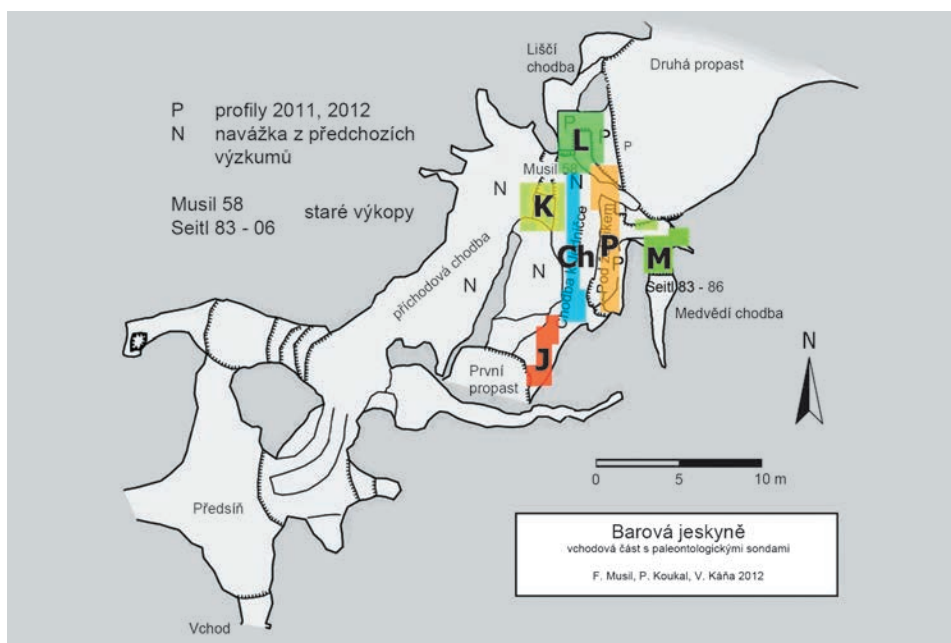
Barová jeskyně je členitou polygenetickou krasovou dutinou protékanou Jedovnickým potokem. Je tvořena třemi úrovněmi (patry) o celkové denivelaci cca 80 m a délce přibližně 1000 m. Horní patro je tvořeno vertikálními až subhorizontálními prostorami vadózní zóny převážně ve směru JZ-SV a ZSZ-VJV. Spodní patro je současným korytem Jedovnického potoka v jeho nejzazší vývěrové části (v délce asi 200 m). Střední patro propojuje obě předchozí a je tvořeno propady v sedimentech vyplňujících rozlehlou, téměř jednolitou krasovou dutinu. Tyto sedimenty mají mocnost až 20 m a jsou podložím zkoumaných fosiliferních vrstev. Jejich původ je dosud ne zcela jasný, převažuje patrně transport z povrchu (kominy), na jejich sedimentaci do současné pozice se ale nejspíš podílely také vody potoka. Vyskytují se i sedimenty freatické zóny, valouny kulmských břidlic a drob jsou v západní části jeskyně (tj. blíže vchodu a vývěru potoka) vzácné a malých rozměrů (do 20 mm), ve východní části (proti toku potoka) hojnější a větší velikosti. Litologicky ale převážnou část sedimentů v podloží fosiliferních vrstev tvoří jílovité a písčité sedimenty se silicity, které odpovídají redeponovaným mezozoickým sedimentům typu „rudických vrstev“. V nejvyšším sledu (dále „vrstva D“) se jedná především o rezavé a šedožluté jíly a písčité jíly, které jsou vlastním podložím sedimentů s paleontologickým obsahem. Stáří tohoto podloží je neznámé. Přírozené propady v podložních sedimentech vytvořily šest dómovitých prostor, takzvané „propasti“, číslované od vývěru proti toku potoka. Mezi První a Druhou propastí jsou podložní sedimenty kryty mladším suťovým kuzelem tvořeným souvrstvím prachů, písků a jílu pleistocenního až holocenního stáří a obsahujícím četné kosti pleistocenní fauny. Původ sedimentů suťového kuzele (včetně kostí) je ve vchodových prostorách jeskyně. Současný vchod jeskyně je umístěn v patě Krkavčí skály ve výšce 343,7 m n. m. (40 metrů nad hladinou Jedovnického potoka), je tvořen vrcholovou částí jednoho z kominů horního patra jeskyně. Fosilní vchody předpokládáme níže, okolo výšky 335 m n. m., dnes jsou nejspíš překryty a vyplněny holocenní suti ve svahu údolí.

Fosiliferní sedimenty svrchnopleistocenního stáří vytvářejí mezi První a Druhou propastí nápadný sedimentární splaz či kužel ve výšce 15 až 30 m nad hladinou potoka (tj. 320–335 m n. m.), orientovaný ve směru Z-V. Jeho složité stavby si všimli již MUSIL (1959) a SEITL (1988). Obecně lze sedimenty kuzele stratifikovat takto: Nad nejvyšší částí podloží, převážně rezavými jíly tvořenou a paleontologicky sterilní vrstvou D, je vrstva C – fosiliferní poloha na bázi sedimentárního splazu. Vrstva C obsahuje četné kosti velkých šelem (nejvíce medvědů ze skupiny jeskynních) a výjimečně i kosti dalších zvířecích druhů. Dosahuje mocnosti do jednoho metru, průměrná mocnost je však jen deset centimetrů. Zvířecí kosti jsou v ní soustředěny ve shlucích, vzácně v částečně anatomické poloze, jsou deformované a drce- né tlakem nadloží. Sediment vrstvy C je převážně jílovitý s úlomky fosilního sintru a nehojnými korodovanými vápencovými kameny. Vrstva představuje úvodní etapu sedimentace kostí, transport pozůstatků zvířat zde probíhal nejspíš na kratší vzdálenost (KÁNA *et al.* 2013, ROBLÍČKOVÁ a KÁNA 2013a, 2013b). Vrstva B v nadloží vrstvy C reprezentuje samotné těleso suťového kuzele s osou tvořenou mohutnými ostrohrannými bloky vápence. Vápencové kameny jsou zde četné, kostní pozůstatky obratlovců sice také vcelku hojné, ale rozptýlené, nikdy nejsou v anatomické poloze. Kostí vrstvy B jsou poškozeny nejen tlakem nadloží, ale více než kosti vrstvy C i transportem v sedimentu či na jeho povrchu. Transport probíhal patrně na delší vzdálenost. Sediment vrstvy B je tvořen šedožlutými prachy a jíly s vložkami písků, značná část matrix připomíná „přeplavenou spras“ sensu MUSIL (1959, 1960). Mocnost vrstvy B v sondě Pod žebříkem dosahuje až 150 cm, v sondě Liščí chodba téměř 4 m. Nejsvrchnější vrstva A je pak tvořena především šedožlutými prachy a jíly, původně překrytými sintrovou deskou nebo tenkou vrstvičkou sintru. Vrstva A však byla v předchozích letech z větší části zničena nebo odtěžena (SOBOL 1952, ROBLÍČKOVÁ a KÁNA 2013b).

Ve fosiliferních sedimentech jeskyně Barové bylo mezi První a Druhou propastí v průběhu let 2011 až 2016 založeno šest paleontologických sond (sondy Liščí chodba, Pod



žebříkem, Medvědí chodba, Chodba k První propasti, První propast a Kominový dóm, obr. 1). Sonda Medvědí chodba navazuje polohou na výzkum Seitla (SEITL 1988), další dvě sondy de facto „lemují“ Musilův výzkumný prostor (MUSIL 1959). Starší zkoumané plochy byly zpětně lokalizovány, zbaveny navážek a rekonstruovány. V sedimentech mezi výkopy předchozích badatelů založili autoři zcela novou sondu Pod žebříkem (ROBLÍČKOVÁ a KÁŇA 2013b). Tato sonda zahrnuje sedimenty všech tří výše zmíněných fosiliferních vrstev, její báze je ve výšce 321 m n. m. Byla rozdělena na technické sektory o objemu cca 1–6 m<sup>3</sup> sedimentu, rozměr a velikost sektorů závisí na modelaci stropu a stěn jeskyně. V směru JJZ-SSV jde o sektory označené 0, 1, 2, 3 a 4, dále ve směru VJV-ZSZ o sektor R4 a opět ve směru JJZ-SSV o poslední sektor R5 (obr. 2). Výkop má tedy tvar nepravidelného písmene J o délce 5,5 m a šířce 1,5 m (respektive 0,8 m v sektoru R5). Nad sektory 4 a R4 ustupuje strop jeskyně kominu vysokému 10 m, východní část sektorů a sektoru R5 je omezena pendanty. V prostoru sektorů 0 až 3 dosahují sedimenty až ke stropu nebo těsně pod něj. Sektor 4 byl vytěžen v plném rozsahu, v ostatních sektorech byla část sedimentů ponechána v podobě profilu, konkrétně jejich levý, tedy západoseverozápadní okraj (cca 20 až 40 % jejich celkového objemu). Profil v sondě Pod žebříkem dosahuje po propojení s profilem v sondě Liščí chodba délky 10 m a je tak nejrozsáhlejším podobným v Moravském krasu. Tento instruktivní profil je přístupný studentům a vědcům k dalšímu výzkumu, odběru vzorků atd. (bližší viz KÁŇA *et al.* 2013, ROBLÍČKOVÁ a KÁŇA 2013a, 2013b).

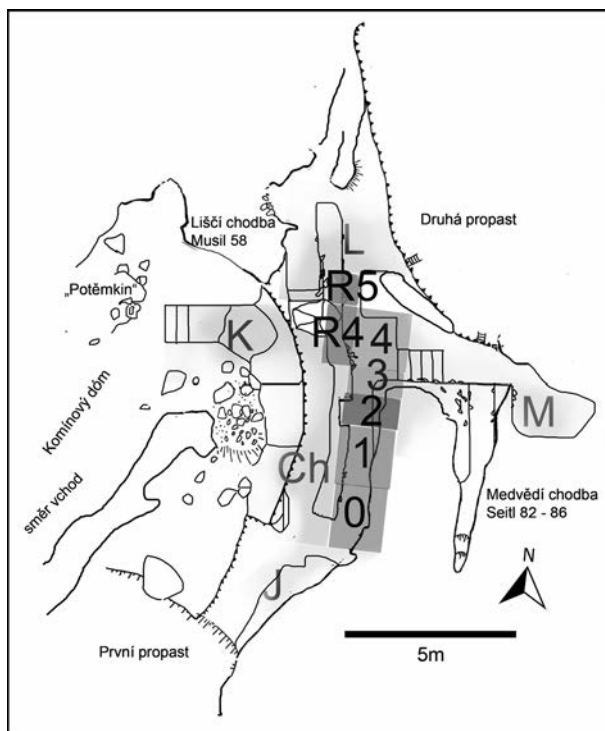


Obr. 1. Výřez mapy jeskyně Barové se zaměřením na paleontologický výzkum. Barevně vyznačené plochy představují jednotlivé výzkumné sondy. Vysvětlivky zkratk jmen jednotlivých sond: Ch - sonda Chodba k První propasti, J - sonda První propast, K - sonda Kominový dóm, L - sonda Liščí chodba, M - sonda Medvědí chodba, P - sonda Pod žebříkem.

Fig. 1. The cut-out of Barová cave map focused on the palaeontological excavations. Single test pits are marked by colours. Legend: Ch - Passage to the Shaft I test pit, J - Shaft I test pit, K - Chimney Dome test pit, L - Fox Passage test pit, M - Bear Passage test pit, P - Under the Ladder test pit.

Obr. 2. Plán sondy Pod žebříkem. Obdélníky označené čísly 0, 1, 2, 3, 4 a písmeny s čísly R4 a R5 vyznačují jednotlivé sektory sondy Pod žebříkem.

Fig. 2. The plan of Under the Ladder test pit. The single sectors of Under the Ladder test pit are marked by rectangles with numbers and letters: 0, 1, 2, 3, 4, R4, R5.



### 3. METODIKA

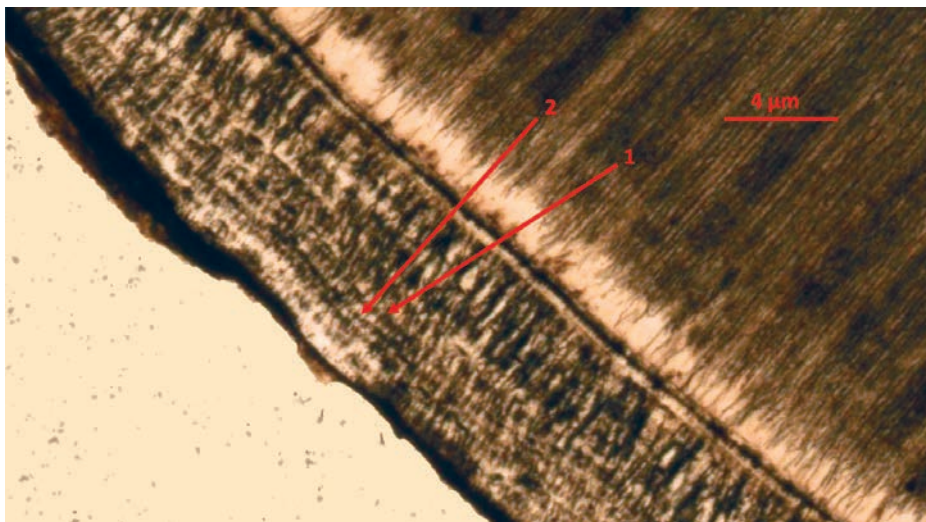
Vlastní paleontologický výzkum v jeskyni Barové probíhá standardními metodami. Prostor, ve kterém je plánováno zahájení paleontologického výzkumu, je nejprve pojmenován a rozdělen na sektory, v jeho sedimentech je očištěn profil a odlišeny jednotlivé vrstvy, nalezena jejich rozhraní. Odtěžování sedimentu se provádí suchou cestou, hlušina je depnována do předem vytýčeného prostoru. Vyzdvižený osteologický materiál je ukládán do igelitových obalů odděleně podle místa nálezu a vždy je také opatřen štítkem s informací o tom, kde a kdy byl nalezen (uvádí se jméno sondy, číslo sektoru, písmeno vrstvy a datum nálezu). Zachování informace o místě nálezu je nezbytné pro zpětnou rekonstrukci situace v jeskyni. Sektory většinou nebývají vytěžovány zcela, snahou je zachovat instruktivní profily a dostatek materiálu pro případný revizní výzkum. V jeskyni jsou odebírány také vzorky sedimentů k plavení a dalším analýzám. Vlastní osteologický materiál je transportován do laboratorů Ústavu Anthropos MZM v Brně, kde je dále zpracováván (podrobněji viz ROBLÍČKOVÁ a KÁŇA 2013a, b).

Materiál je v laboratoři nejprve očištěn, v případě potřeby konzervován a fragmentární kosti jsou restaurovány do původní podoby, pokud byly jejich jednotlivé části dohledány. K taxonomické i anatomické determinaci nalezených kostí je užívána především rozsáhlá srovnávací osteologická sbírka Ústavu Anthropos, ale využívány jsou i osteologické atlasy a příručky (HUE 1907, LAVOCAT (ed.) 1966, PALES a LAMBERT 1971, SCHMID 1972, FRANCE 2009). Počet minimálně přítomných jedinců jednotlivých druhů (MNI) je zjišťován pomocí metodiky CHAPLINA (1971), ontogenetické stáří nalezených kostí je posuzováno na základě stupně vývoje kloubních částí dlouhých kostí končetin a podle stupně vývoje a opotřebení dentice, u nedorostlých mláďat také podle délky dlouhých kostí končetin (KURTÉN

1976, HABERMEHL 1985). Na kostech jsou sledovány jak případné patologické změny vzniklé za života jedince, tak posmrtná tafonomická poškození, nejvíce stopy po kousnutí či hryzáni šelmami, nebo stopy ohryzáni hlodavci (BINFORD 1981, LYMAN 1994).

Osm trvalých zubů různých zvířat z jeskyně Barové bylo použito ke zjištění tzv. sezonality – roční doby úhynu a stáří daného jedince. Metoda je založena na analýze přírůstků zubního cementu na kořenech zubů. Příprava vzorků pro tuto analýzu není složitá a využívá metod používaných v jiných vědních disciplínách, jako je geologie či pedologie (mj. DEBELJAK 1996, 2000, FANCY 1980, STALLIBRAS 1982, BEASLEY *et al.* 1992, BURKE 1993, ÁBELOVÁ 2005, NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ 2007, 2013). Ze zubu se vyrobí příčný výbrus v první třetině kořene zubu (viz obr. 3), který je následně studován pod polarizačním mikroskopem ve zkřížených nikolech, při zvětšení v rozsahu 4×–10× (ÁBELOVÁ 2005, NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ 2007, 2013). Výsledný obraz je snímán a zaznamenáván digitálním fotoaparátem.

Několik vzorků osteologického materiálu bylo úspěšně datováno radiokarbonovou metodou v laboratoři Radiocarbon Accelerator Unit univerzity v Oxfordu. Jednalo se konkrétně o vzorek kosti a zubu medvěda ze skupiny medvědů jeskynních, vzorek kosti lva jeskynního a vzorek kosti koně.



Obr. 3. Fotografie výbrusu v první třetině kořene svrchního třenového zubu P4 lva jeskynního. Stáří jedince je 11 let. Tenké vrstvičky při okraji kořene představují přírůstky zubního cementu, číslem 1 je označen zimní přírůstek, číslem 2 letní přírůstek. Foto M. Nývtová Fišáková.

Fig. 3. Photo of the cave lion upper premolar P4 root cut. The age of individual is 11 years. The thin layers on the edge of root are the dental cement increments; number 1 marks winter increment, number 2 marks summer increment. Photo by M. Nývtová Fišáková.

#### 4. FAUNA JESKYNĚ BAROVÉ

Během paleontologického výzkumu probíhajícího v jeskyni Barové mezi lety 2011 a 2017 byly doposud objeveny kostní pozůstatky celkem devíti taxonů šelem, sedmi taxonů kopytníků, jednoho taxonu zajíců, dvou taxonů hlodavců a dvou taxonů ptáků. Pokud jde o šelmy, především se jedná o zcela dominující medvědy ze skupiny medvědů jeskynních (*Ursus ex gr. spelaeus*), jejichž kosti byly nalezeny v tisících kusech. Mezi další šelmy nale-

zené v této jeskyni spadají lvi jeskynní (*Panthera spelaea*) a vlci (*Canis lupus*), jejichž kosti lze počítat ve stovkách a také hyeny jeskynní (*Crocota crocuta spelaea*), ze kterých byly prozatím vyzdvíženy desítky kusů kostí. Osteologické pozůstatky zbývajících pěti taxonů šelem, jmenovitě medvěda hnědého (*Ursus arctos*), rysa ostrovida (*Lynx lynx*), rosomáka sibiřského (*Gulo gulo*), lišky, patrně obecné (*Vulpes cf. vulpes*) a kuny (*Martes cf. martes*), byly dodnes nalezeny pouze v jednotkách kusů. Většinou fragmentární kosti sedmi taxonů nalezených kopytníků lze počítat taktéž pouze na jednotlivé kusy, přičemž vyzdvíženy byly pozůstatky kozorožce horského (*Capra ibex*), kamzíka horského (*Rupicapra rupicapra*), pratura či bizona (*Bos primigenius / Bison priscus*), soba polárního (*Rangifer tarandus*), jelena evropského (*Cervus elaphus*), koně (*Equus sp.*) a nosorožce srstnatého (*Coelodonta antiquitatis*). V případě zajíce (*Lepus sp.*), jediného zástupce řádu zajici na lokalitě, bylo opět nalezeno jen několik kostí a velmi malé množství nálezů pochází i ze dvou druhů hlodavců, lumíka (*Dicrostonyx sp.*) a norníka (*Clethrionomys sp.*). Pokud jde o pozůstatky ptáků, dosud byly objeveny kosti kavky obecné (*Corvus monedula*), konkrétně cca 30 fragmentárních kostí jediného skeletu a jedna kost kachny, pravděpodobně ostralky (*Anas aff. acuta*).

## 5. ZVÍŘECÍ TAXONY V SEKTORECH 2, 3, 4 A R4 SONDY POD ŽEBŘÍKEM A ČETNOST JEJICH NÁLEZŮ

Podrobně byl v posledních měsících zpracován zvířecí osteologický materiál sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem (obr. 2). Největší množství kostí nalezených v těchto sektorech pocházelo z medvěda ze skupiny medvědů jeskynních (*Ursus ex gr. spelaeus*), jednoznačně tomuto taxonu bylo přiřazeno 3663 kusů kostí (tab. 1). Vzhledem k vysoké fragmentaritě osteologického materiálu z jeskyně Barové zůstal ale vcelku vysoký počet většinou drobných zlomků obtížněji identifikovatelných kostí determinován jen jako velmi pravděpodobně z medvěda ze skupiny jeskynních (v tab. 1 označeno *Ursus cf. ex gr. spelaeus*, jednalo se převážně o fragmenty žeber a obratlů). I tyto fragmenty kostí lze vnímat jako pozůstatky medvěda ze skupiny jeskynních a celkový součet kostí determinovaných jako *Ursus ex gr. spelaeus* a *Ursus cf. ex gr. spelaeus* pak tvoří téměř 95 % veškerého determinovaného materiálu sledovaných sektorů sondy Pod žebříkem. Šest fragmentů kostí bylo přiřazeno pouze rodu medvěd (*Ursus sp.*), protože u nich nebylo možné specifikovat, jednalo-li se o pozůstatky medvěda jeskynního či medvěda hnědého. Jednoznačně jako medvěd hnědý (*Ursus arctos*) nebyla v uvedených sektorech sondy Pod žebříkem determinována žádná kost. Po medvědu druhým nejhojnějším zvířecím druhem, ovšem s velkým množstvím odstupem, byl ve sledovaných sektorech lev jeskynní (*Panthera spelaea*, tab. 1). Jeho nalezené kosti tvoří téměř 3 % determinovaného materiálu. Kostí vlka (*Canis lupus*), spolu se třemi kostmi určenými s nejvyšší pravděpodobností jako vlčí (*Canis cf. lupus*) představují asi 1,2 % determinovaných nálezů, kosti hyeny jeskynní (*Crocota crocuta spelaea*) přibližně 0,5 % těchto nálezů. Posledním determinovaným kostním zbytkem šelmy ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem je fragment žebra jedince čeledi Mustelidae (kunoviti; tab. 1). Ve výše uvedených sektorech sondy Pod žebříkem bylo nalezeno i několik kostních pozůstatků kopytníků, konkrétně kamzíka horského (*Rupicapra rupicapra*), jelena evropského (*Cervus elaphus*), soba polárního (*Rangifer tarandus*) a koně (*Equus sp.*). Kostí kopytníků však celkem tvoří pouze 0,2 % determinovaných zvířecích kostí ze sledovaných sektorů. Nalezeny byly také dvě spodní čelisti hlodavců, norníka (*Clethrionomys sp.*) a lumíka (*Dicrostonyx sp.*), asi tři desítky kostí jednoho skeletu kavky obecné (*Corvus monedula*) a jedna blíže neurčená ptačí pažní kost (*Aves*, tab. 1). Sedimenty sondy Pod žebříkem víceméně nebyly plaveny, takže četnost výskytu drobných savců (hlodavců) a ptáků, stejně jako četnost výskytu medvědích mláďat, může být podhodnocena.

Tabulka 1. Počet determinovaných kostí jednotlivých taxonů ze všech sledovaných sektorů (2, 3, 4 a R4) sondy Pod žebříkem. Četnost osteologických nálezů jednotlivých taxonů je vyjádřena také v procentech, a to z celkového množství nalezených kostí a z celkového množství determinovaných kostí. Tabulka dále zobrazuje minimální počty jedinců (MNI) jednotlivých taxonů v absolutních hodnotách a v procentech.

Table 1. Number of determined bones of individual animal taxa from all explored sectors (2, 3, 4 and R4) of Under the Ladder test pit. This number of osteological finds of individual animal taxa is expressed also as a percentage both of total quantity of found animal bones and of total quantity of determined animal bones. The table shows minimal number of individuals (MNI) of single animal taxa too.

Taxon	počet kusů	%	% z determinovaného	MNI	% MNI
<i>Ursus ex gr. spelaeus</i>	3663	48,29	71,60	40	70,18
<i>Ursus cf. ex gr. spelaeus</i>	1196	15,77	23,37		
<i>Ursus sp.</i>	6	0,08	0,12		
<i>cf. Ursus sp.</i>	1	0,01	0,02		
<i>Panthera spelaea</i>	147	1,94	2,87	4	7,02
<i>Canis lupus</i>	58	0,76	1,13	2	3,51
<i>Canis cf. lupus</i>	3	0,04	0,06		
<i>Crocota c. spelaea</i>	27	0,36	0,53	3	5,26
<i>Mustelidae</i>	1	0,01	0,02		
<i>Rupicapra rupicapra</i>	5	0,07	0,10	1	1,75
<i>Cervus elaphus</i>	2	0,03	0,04	2	3,51
<i>Rangifer tarandus</i>	1	0,01	0,02	1	1,75
<i>Rangifer cf. tarandus</i>	1	0,01	0,02		
<i>Equus sp.</i>	1	0,01	0,02	1	1,75
<i>Dicrostonyx sp.</i>	1	0,01	0,02	1	1,75
<i>Clethrionomys sp.</i>	1	0,01	0,02	1	1,75
<i>Corvus monedula</i>	1	0,01	0,02	1	1,75
Aves	1	0,01	0,02		
<b>Celkem determinováno</b>	<b>5116</b>	<b>67,45</b>	<b>100,00</b>	<b>57</b>	<b>100,00</b>
Nedeterminováno kusů	2469	32,55			
<b>Celkem kusů kostí</b>	<b>7585</b>	<b>100,00</b>			

## 6. MINIMÁLNÍ POČTY JEDINCŮ JEDNOTLIVÝCH TAXONŮ A JEJICH VĚKOVÁ STRUKTURA

Kosti medvěda ze skupiny medvědů jeskynních ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem (přičteme-li k jednoznačně determinovaným kostem i ty, které byly vzhledem k fragmentárnosti určeny jako *Ursus cf. ex gr. spelaeus*, jedná se celkem o 4859 kostí či fragmentů kostí) pocházejí minimálně ze 40 jedinců (MNI = 40, tab. 1). Minimální počet dospělých a dospívajících jedinců byl zjištěn na základě četnosti trvalých třenových zubů a stoliček (nejvíce bylo nalezeno druhých svrchních stoliček). Minimální počet juvenilních jedinců, u kterých trvalé třenové zuby a stoličky ještě nebyly vyvinuty, byl stanoven podle počtu velikostně nedorostlých kostí končetin pocházejících z takto mladých jedinců. Stáří dospělých, případně dospívajících jedinců v době úhynu/zabití, je předpokládáno na zákla-



dě stupně abraze trvalých zubů, na stáří mláďat je usuzováno podle velikosti (délky) juvenilních kostí končetin. Mléčné medvědí zuby, s výjimkou 2 mléčných špičáků, nebyly ve sledovaných sektorech nalezeny, pravděpodobně zde svoji roli sehrála skutečnost, že sedimenty víceméně nebyly plaveny.

Věková struktura čtyřiceti minimálně přítomných medvědů je následující. Nalezené kostní zbytky pocházejí nejméně z jednoho novorozence nebo plodu, dvou jedinců ve věku několik týdnů (cca měsíc), dále dvou jedinců ve věku 2–3 měsíce. Dva medvědi byli na podkladě nalezených kostí staří v době úhynu/zabití jeden rok, 2 uhynuli či byli zabiti mezi prvním a druhým rokem věku. Další dva jedinci uhynuli/byli zabiti ve dvou letech, tedy jako dospívající (tab. 2). Stáří v rozmezí 1–2 let v době úhynu/zabití bylo určováno na základě postupu uzavírání kořenů stoliček, či podle délek dlouhých kostí. Věkové rozdíly medvědů starších než 2–3 roky v době úhynu/zabití byly stanovovány na podkladě stupně abraze skusné plochy trvalých stoliček.

Tabulka 2. Stáří medvědů ze skupiny jeskynních (*Ursus ex gr. spelaeus*) v době jejich úhynu/zabití, na základě osteologického materiálu ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem.

Table 2. The age of bears of cave bear group (*Ursus ex gr. spelaeus*) at their death time (estimated on the basis of animal osteological material from 2, 3, 4 and R4 sectors of Under the Ladder test pit).

Věková kategorie	MNI	Ilustrační stáří (v letech)
novorozenec (plod)	1	
cca 1 měsíc	2	
2–3 měsíce	2	
cca 1 rok	2	
1–2 roky	2	
cca 2 roky	2	
mladý dospělý, případně dospívající	13	2– 4
mladší dospělý	6	5–7
mladší až středně starý dospělý	4	8–10
středně starý dospělý	4	11–14
středně starý až starší dospělý	0	15–17
starší dospělý	2	18– 20
starý až velmi starý dospělý	0	> 21
<b>Celkem jedinců</b>	<b>40</b>	

Třináct jedinců mělo korunky prvních svrchních stoliček M1, či spodních stoliček m1 neabradovány, popřípadě abradovány velmi mírně (byly ohlazeny špičky jejich hrbolků) a korunky svrchních stoliček M2, či spodních m2 nebo m3 zcela neabradovány. Sledované stoličky byly často uloženy v čelistech, takže informaci ohledně stavu kořenů nebylo možno získat. Pokud se však jednalo o volné zuby, kořeny stoliček M1, m1 byly uzavřeny, kořeny M2, m2, m3 byly již také uzavřeny nebo uzavírající se. Uvedených 13 jedinců bylo zařazeno do kategorie mladý dospělý, popřípadě dospívající. Pro dalších 6 jedinců byla vytvořena věková kategorie mladší dospělý, jejich stoličky M1, m1 byly abradovány mírně (měly zřetelně obroušeny větší i menší hrbolky), stoličky M2, m2, m3 byly abradovány velmi mírně. Stoličky pocházející minimálně z dalších 4 jedinců byly v případě M1, m1 abradovány mírně až středně (jejich skusná plocha byla obroušena víceméně do roviny), v případě M2, m2, m3 byly abradovány mírně. Tito čtyři jedinci byli zařazeni do kategorie mladší až středně starý dospělý medvěd. Další 4 jedinci byli zařazeni do kategorie středně

starý dospělý, jejich stoličky M1, m1 byly abradovány středně (výška korunky těchto stoliček byla mírně snížena) a stoličky M2, m2, m3 mírně až středně, či středně. Dva na základě stupně abraze stoliček pravděpodobně nejstarší jedinci byli zařazeni do kategorie starší dospělý medvěd. Všechny jejich stoličky byly skousány silně (výška jejich korunek byla výrazně snížena), nebyly však skousány až ke kořeni (tab. 2). Dosud nebyla na zubech a kostech medvědů z jeskyně Barové provedena důkladná metrická analýza, nelze tedy určit poměr mezi počty samců a samic, kteří jeskyni obývali. Přesto se na základě velikosti zubů jeví, že množství zimujících samic mírně převažovalo nad samci.

Celkem 147 kostí a jejich fragmentů náležejících lvu jeskynnímu ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem představuje pozůstatky nejméně čtyř jedinců (MNI = 4, tab. 1), dva z nich byli pravděpodobně samice a dva samci. Především kompletní lebkou se spodní čelistí (s číslem evidenčním Ok-139786 ve sbírkách Ústavu Anthropos MZM) je reprezentován první z jedinců – samice subadultního věku. Lebka této dospívající samice byla nalezena v anatomické poloze s pěti krčními obratli ve vrstvě C sektoru 4 a k ní bylo prozatím předběžně na základě polohy a ontogenetického stáří přiřazeno dalších 74 kusů lvích kostí ze sektorů 4 a R4, o kterých lze předpokládat, že pocházejí z téhož jedince. Kostí uvedené samice mezi osteologickým materiálem lva jeskynního ze sektorů 2, 3, 4 a R4 početně dominují. Druhým z předpokládaných lvích jedinců je dospělý samec, reprezentovaný opět lebkou, respektive její částí – mozkovnou s fragmenty horních čelistí a několika zuby, nalezenou v sektoru R4. Třenový zub tohoto jedince byl použit pro analýzu sezonality (viz dále v textu). Uvedenému samci lze s ohledem na stupeň ontogenetického vývoje a velikost provizorně přiřadit nejméně 17 dalších kostí ze sektorů 4, R4 a R5, včetně levé pažní kosti, pravé holenní kosti, levé patní kosti, kostí zápěstí i nártu a hrudních obratlů. Třetím jedincem, ze kterého pocházejí lví kosti ze sektoru R4, je pravděpodobně dospělá samice, rozpoznána především na základě pažní kosti nalezené na rozhraní vrstev B a C. Jednotlivé kosti lva jeskynního byly nalezeny i v sektoru 2. Tyto kosti mohou, ale vzhledem k charakteru fosilizace a vzdálenosti uložení také nemusí, pocházet z uvedeného třetího jedince. Kostí ze sektorů 2 a 3 náležejí ještě jednomu dospělému samci, který jednoznačně není totožný se samcem reprezentovaným mozkovou částí lebky. Jedná se tedy o v pořadí již čtvrtého jedince.

Kostní zbytky vlka (61 kusů) ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem pocházejí nejméně ze dvou dospělých jedinců (MNI = 2, tab. 1). Zuby prvního z nich se jeví víceméně neabradovány a jednalo se tedy o mladé dospělé zvíře, svrchní M2, která pochází nejspíš z jiného (druhého) jedince, byla mírně skousána. Druhý ze dvou vlků tedy uhynul (byl zabit?) ve vyšším věku než předchozí.

Počet kostí hyeny jeskynní ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem (27 kusů) je nižší, než počet nalezených vlčích kostí. Přesto nálezy hyeních kostí nejspíše odpovídají více jedincům, minimálně třem (MNI = 3, tab. 1). Na základě fragmentů pravých loketních kostí hyen se jednalo o dva větší dospělé jedince, třetí jedinec byl podle velikosti loketní kosti menší, nicméně také dospělý. Přesnější stáří dvou větších jedinců je obtížně určitelné. Špičky korunek velikostně odpovídajících levých horních špičáků (C) a levých horních řezáků (I3) jsou odlomeny s největší pravděpodobností ještě za života jejich majitelů a stupeň abraze zubů proto nelze určit. Pouze jeden horní řezák I3 z většího jedince neměl špičku korunky odlomenu a vykazoval abrazi. Nalezena byla také menší pravá spodní stolička m1, která by mohla náležet menšímu jedinci, výše označenému jako třetí. Tato stolička byla abradována. Vzhledem k pohlavnímu dimorfismu hyen lze uvažovat, že nalezené hyení kosti pocházejí ze dvou dospělých, ne zcela mladých samic (větší jedinci) a jednoho dospělého, opět ne úplně mladého samce (menší jedinec).

Pět nalezených kostí kamzika horského (dva prstní články, hleznová kost, fragment holenní kosti a zápřstní kost) pochází minimálně z jednoho dospělého jedince (MNI = 1, tab. 1). V případě jelena evropského byly nalezeny pouze dva kostní zbytky, konkrétně levá trvalá spodní stolička m2 a fragment pravé spodní čelisti s třenovým zubem p4 a stolič-

kou m1. Mohlo by se tedy jednat o pozůstatky jediného jelena, nicméně levá spodní stolička m2 je abradována spíše silněji, zatímco zuby pravé spodní čelisti jeví jen mírný stupeň abraze. Nalezené kostní zbytky jelena tedy pocházejí ze dvou dospělých jedinců různého stáří (MNI = 2, tab. 1). Jedna kost zápěstí a fragment záprstní kosti soba polárního, které byly vyzdvíženy ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem, pocházejí minimálně z jednoho dospělého jedince a dospělý v době zabití/úhynu byl nejspíš i minimálně jeden přítomný jedinec koně. Nálezy hlodavců pocházejí také vždy z jednoho dospělého jedince, stejně jako nález části skeletu kavky.

Determinovaný osteologický materiál sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem pochází nejméně z 57 jedinců, nicméně hlavně v případě taxonů, které jsou zastoupeny větším množstvím nalezených kostí, je více než pravděpodobné, že skutečný počet individuí, ze kterých nalezené kostní zbytky pocházejí, byl vyšší. I na základě minimálního počtu jedinců jsou medvědi ze skupiny jeskynních se svými nejméně 40 jedinci jednoznačně dominujícím taxonem (tab. 1). Kostí ostatních šelem, které byly v jeskyni nalezeny, pocházejí z výrazně nižšího počtu jedinců. Lev jeskynní je druhým nejčastěji se vyskytujícím zvířetem i na podkladě MNI, ačkoliv podle situace v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem navštívilo jeskyni Barovou desetkrát méně lvů než medvědů. Zajímavé je, že menší počet hyeních kostí vypovídá o nejméně 3 přítomných jedincích, zatímco více než dvojnásobný počet nalezených vlčích kostí vypovídá o minimálně 2 vlčích (tab. 1). Je tedy otázkou, která z těchto dvou šelem byla v jeskyni častějším návštěvníkem. Nepočtené kosti kopytníků, hlodavců a ptáků vypovídají vždy o jednom jedinci, výjimku tvoří jelen, jehož nalezený fragment spodní čelisti a volný zub pocházejí ze dvou různých jedinců (tab. 1).

## 7. ROZDÍLY V MNOŽSTVÍ KOSTNÍCH POZŮSTATKŮ JEDNOTLIVÝCH TAXONŮ MEZI SLEDOVANÝMI SEKTORY A VRSTVAMI

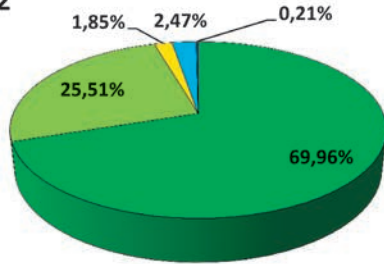
Množství kostních zbytků jednotlivých zvířecích taxonů nalezená ve čtyřech sledovaných sektorech sondy Pod žebříkem nebyla vždy odpovídající. Naopak, sektor od sektoru se procentuální podíl kostí toho kterého taxonu většinou mírně lišil a neodpovídal ani průměrnému procentuálnímu podílu kostí daného taxonu ze všech zkoumaných sektorů sondy Pod žebříkem dohromady (tab. 1, obr. 4). V sektoru 2 procentuální podíl kostí medvěda ze skupiny jeskynních víceméně odpovídal procentuálnímu podílu medvědicích kostí ve všech sledovaných sektorech dohromady (v sektoru 2 jich bylo pouze o 0,5 % více), podíl vlčích kostí byl však v sektoru 2 dvojnásobný ve srovnání se všemi sledovanými sektory, místo 1,19 % zde vlčí kosti tvořily 2,47 % determinovaného osteologického materiálu. Naopak procentuální podíl lvích a hyeních kostí byl nižší, kostí lva jeskynního bylo v sektoru 2 jen 1,85 % místo 2,87 % a podíl kostí hyeny jeskynní byl poloviční (místo 0,53 % jen 0,21 %). Kopytníci, hlodavci a ptáci nebyli v sektoru 2 zastoupeni vůbec (obr. 4). V sektoru 3 byl procentuální podíl kosterních pozůstatků medvěda ze skupiny jeskynních nižší o 8,5 % než celkový podíl jeho kostí ve všech sektorech. Podíl kostí lva jeskynního byl v sektoru 3 naopak dvojnásobný ve srovnání s jejich podílem ve všech sledovaných sektorech (5,29 % místo 2,87 %), procentuální podíl kostí hyeny jeskynní byl více než dvojnásobný (1,32 % místo 0,53 %) a podíl kostí vlka dokonce trojnásobný (3,52 % místo 1,19 %). Ze sektoru 3 pochází také jediný nález kunovité šelmy a čtyři z celkových 10 kostí kopytníků (obr. 4). Sektor 3 nicméně nebyl příliš bohatý na osteologický materiál (poskytl pouze 227 determinovaných kusů), takže výskyt jiných než medvědicích kostí se při procentuálním vyjádření projevil výrazněji, než v sektorech 4 a R4, ze kterých bylo zvířecích kostí determinováno více (1711 a 2621 kusů). Zaměříme-li se na sektor 4, procentuální podíl kostí medvěda ze skupiny medvědů jeskynních v tomto sektoru byl mírně nižší, než jejich procentuální podíl ve všech sledovaných sektorech dohromady (byl nižší cca o 3 %, místo 94,97 % tvořily medvědicí kosti jen 91,88 %). Podíl lvích kostí v sektoru 4 byl naopak téměř dvojnásobný ve srovnání s jejich celkovým podílem ve všech sledovaných sektorech dohro-

mady (5,32 % místo 2,87 %), podíl vlčích kostí byl mírně vyšší (1,52 % místo 1,19 %) a nepatrně vyšší byl i procentuální podíl hyeních kostí (0,64 % místo 0,53 %) a kostí býložravců (obr. 4). V sektoru R4 byl procentuální podíl kostí medvěda ze skupiny jeskynních vyšší, než průměrný podíl medvědích kostí ve všech sektorech dohromady (97,59 % v sektoru R4 oproti 94,97 % celkově), procentuální podíl lvů jeskynních i vlků byl naopak nižší. Kostí jeskynního lva tvořily v sektoru R4 jen 1,33 %, zatímco ve všech sektorech dohromady 2,87 % a kosti vlka 0,50 % ve srovnání s celkovými 1,19 %. Procentuální podíl kostí hyeny jeskynní byl v sektoru R4 obdobný, jako celkový (0,46 % ku 0,53 %; viz obr. 4).

Zaměříme-li se na porovnání procentuálních podílů kostních pozůstatků jednotlivých zvířecích taxonů nikoliv mezi sledovanými sektory sondy Pod žebříkem, ale mezi dvěma z hlediska paleontologického obsahu nejdůležitějšími vrstvami B a C, i zde nalezneme drobné rozdíly. Pro posouzení těchto rozdílů bohužel nemohl být použit všecken determinovaný osteologický materiál, neboť v některých případech (konkrétně u 1507 kusů) nebylo jednoznačně určeno, pochází-li kost z vrstvy B nebo C. Jednalo se o kosti z hraniční zóny mezi vrstvou B a C, případně o kosti z míst, kde se nepodařilo vrstvy B a C od sebe odlišit (materiál přísluší vrstvě B+C). Poměry mezi množstvím nalezených kostí jednotlivých zvířat nebyly sledovány ani ve vrstvě A, protože v této vrstvě bylo nalezeno jen velmi málo osteologického materiálu. Vrstva A byla ostatně na lokalitě zachována pouze ostrůvkovitě a v sondě Pod žebříkem přirozeně téměř vyклиňuje.

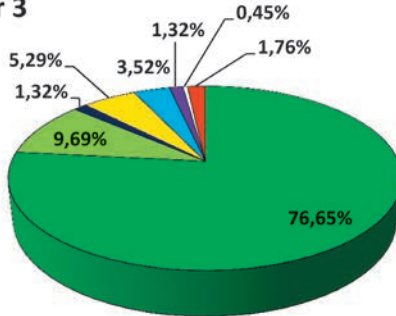
Ve vrstvě B byl procentuální podíl kostí medvěda ze skupiny jeskynních mírně vyšší, než celkový procentuální podíl kostí tohoto taxonu ve všech vrstvách sledovaných sektorů sondy Pod žebříkem (97,11 % ku 94,97 %), naopak podíl kostí lva jeskynního byl ve vrstvě B čtvrtinový ve srovnání s celkovým podílem lvích kostí ve všech vrstvách dohromady (0,70 % ku 2,87 %). Procentuální podíl kostí vlka a hyeny jeskynní ve vrstvě B byl srovnatelný s celkovým podílem jejich kostí ve všech vrstvách (kosti vlka tvořily ve vrstvě B 1,25 % a celkově ve všech vrstvách 1,19 %, kosti hyeny jeskynní 0,62 % ve vrstvě B a celkově 0,53 %). V případě kopytníků byl procentuální podíl jejich kostí ve vrstvě B mírně vyšší než celkově (0,32 % ku 0,20 %; viz obr. 5). Pokud jde o vrstvu C, zde byl procentuální podíl kostí medvěda ze skupiny medvědů jeskynních nepatrně nižší, než celkový procentuální podíl kostí tohoto taxonu ve všech vrstvách sledovaných sektorů sondy Pod žebříkem (93,61 % ku 94,97 %). Podíl kostí lva jeskynního byl ve vrstvě C naopak výrazně vyšší ve srovnání nejen s vrstvou B, ale i ve srovnání s podílem lvích kostí ve všech vrstvách dohromady. Lví kosti tvořily ve vrstvě C 5,0 % determinovaného materiálu, zatímco celkově ve všech vrstvách sledovaných sektorů 2,87 % a ve vrstvě B dokonce pouze 0,70 %. Procentuální podíl vlčích kostí byl ve vrstvě C nižší, než celkově ve všech vrstvách i než ve vrstvě B (0,78 % ve vrstvě C ku 1,19 % celkově a 1,25 % ve vrstvě B) a mírně nižší byl ve vrstvě C i podíl kostí hyeny jeskynní (0,40 % ve vrstvě C ku 0,53 % celkově a 0,62 % ve vrstvě B). Zaměříme-li se na kostní pozůstatky taxonů nacházených v sondě Pod žebříkem výjimečně, z vrstvy C pocházejí obě spodní čelisti hlodavců, kosti kavky obecné, jediná kost zástupce čeledi kunovitých a jedna z determinovaných kostí kamzíka (obr. 5).

### sektor 2



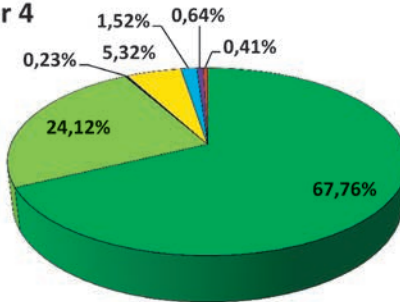
- *Ursus ex gr. spelaeus*
- *Ursus cf. ex gr. spelaeus*
- *Panthera spelaea*
- *Canis lupus*
- *Crocota c. spelaea*

### sektor 3



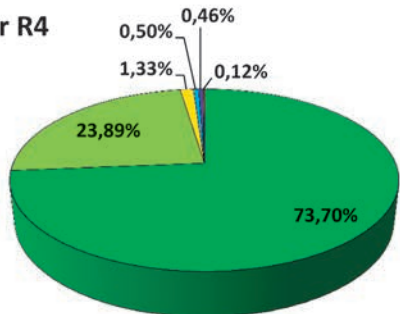
- *Ursus ex gr. spelaeus*
- *Ursus cf. ex gr. spelaeus*
- *Ursus sp.*
- *Panthera spelaea*
- *Canis lupus*
- *Crocota c. spelaea*
- *Mustelidae*
- býložravci

### sektor 4



- *Ursus ex gr. spelaeus*
- *Ursus cf. ex gr. spelaeus*
- *Ursus sp.*
- *Panthera spelaea*
- *Canis lupus*
- *Crocota c. spelaea*
- býložravci

### sektor R4

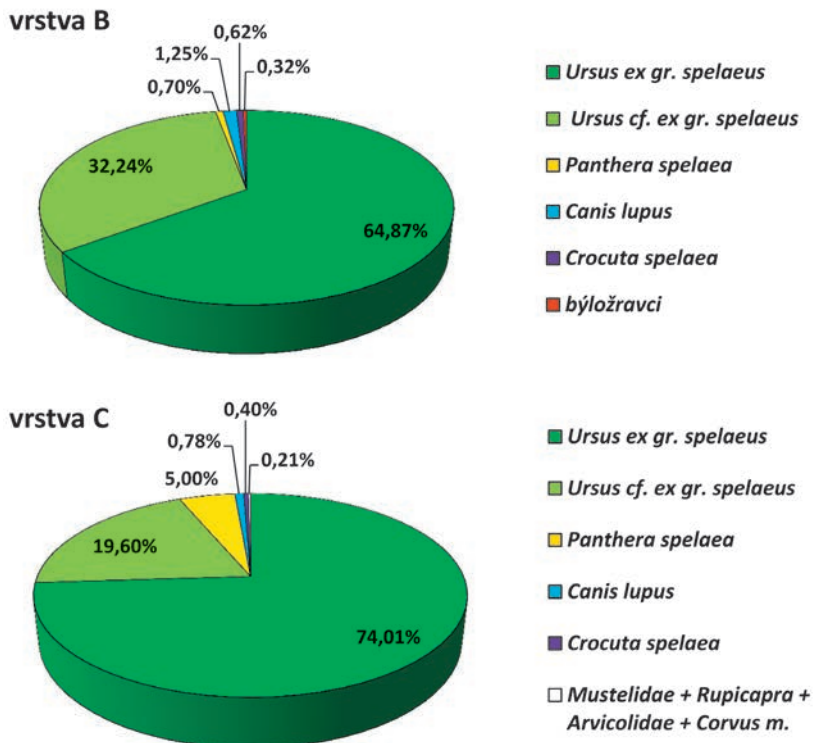


- *Ursus ex gr. spelaeus*
- *Ursus cf. ex gr. spelaeus*
- *Panthera spelaea*
- *Canis lupus*
- *Crocota c. spelaea*
- *Dicrostonyx sp. + Aves*

Obr. 4. Procentuální podíly osteologických nálezů jednotlivých taxonů v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem.

Fig. 4. Percentage shares of individual animal taxa osteological finds in sectors 2, 3, 4 and R4, Under the Ladder test pit.





Obr. 5. Procentuální podíly osteologických nálezů jednotlivých taxonů ve vrstvách B a C sondy Pod žebříkem. Je zahrnut osteologický materiál ze všech zkoumaných sektorů (2, 3, 4, R4).

Fig. 5. Percentage shares of individual animal taxa osteological finds in sedimentary layers B and C, Under the Ladder test pit. The osteological material from all explored sectors (2, 3, 4, R4) included.

## 8. STOPY POTRAVNÍ AKTIVITY PREDÁTORŮ A MRCHOŽROUTŮ NA KOSTECH MEDVĚDŮ I DALŠÍCH ŠELEM

Na některých kostech medvědů ze skupiny jeskynních ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem byly nalezeny důkazy potravní aktivity predátorů či mrchožroutů. Jedná se o otisky zubů na kostech, stopy po kousnutí či po ohryzávání medvědíh kostí vlky, hyenami jeskynními, lvy jeskynními a možná i jeskynními medvědy. Stopy po kousání na medvědíh kostech mohly vzniknout jednak jako následek boje a pozdější konzumace kořisti v případě, že se lvi, či snad hyeny, pokusili zimujícího medvěda ulovit a pokus byl úspěšný. Předpokládáme ale, že větší množství ohryzů vzniklo až po smrti medvědů, kdy se hyeny, vlci, lvi a možná i medvědi snažili přiživit na kadáverech nebo kostrách již uhynulých jedinců. Kostí jsou často okousány na některém z kloubů, okraje a výběžky kloubních částí bývají odkousnuty nebo ohlodány, ohryzy se vyskytují i na olámaných okrajích kompaktních částí kostí. Na kostech bývají viditelné také rýhy od zubů predátora či mrchožrouta, vzniklé při ohlodávání masa, šlach, okostice apod. Stopy po kousání nebyly nalezeny zdaleka na všech medvědíh kostech, naopak počet kostí s jednoznačnými či pravděpodobnými ohryzy je ve srovnání s celkovým množstvím medvědíh kostí víceméně nízký.

Na medvědíh kostech vrstvy B můžeme pozorovat, že ohryzy jednoznačné i pravděpodobné byly nalezeny dohromady jen na 9,63 % kostí (tab. 3). Zajímavé jsou rozdíly v četnos-

ti ohryzů na jednotlivých typech kostí. Nejvíce stop po kousání šelmami bylo ve vrstvě B nalezeno na pažních kostech medvědů, ohryzáno bylo téměř 43 % pažních kostí. Často byly ohryzy pozorovány také na stehenních kostech včetně česek (okousáno bylo 37,5 % stehenních kostí) a ohryzáno bylo i více pánevních kostí, téměř 31 %. V menší míře byly ohryzy nacházeny na vřetenních a loketních kostech (cca 20 % kostí ohryzáno) a na holenních a lýtkových kostech (cca 24 %). Naopak pouze přibližně 2,5 % kostí lebečních a spodních čelistí neslo stopy po hryzáni a cca 5 % obratlů a žeber. Na kostech zápěstí, nártu a na prstních článcích nebyly ve vrstvě B nalezeny ohryzy žádné (tab. 3). Z uvedeného výčtu a tab. 3 je zřejmé, že nejčastěji ohryzávány byly pažní kosti, stehenní kosti a pánevní kosti, takže kosti těch částí medvědího těla, které nesou nejvíce svaloviny a z hlediska výživy jsou proto nejvýhodnější. Je však třeba také podotknout, že většinou vcelku dobrý stav zachování výše jmenovaných robustních kostí končetin umožňuje na nich stopy potravních aktivit lépe identifikovat.

Ve vrstvě B+C, která bývá v sedimentech jeskyně Barové vyčleňována na styku vrstev B a C nebo v těch polohách, kde nebylo možné vrstvy B a C od sebe rozlišit, byly stopy po hryzáni (jednoznačné i pravděpodobné dohromady) nalezeny na 5,28 % medvědích kostí (tab. 4). Nejčastěji byly stopy potravní aktivity šelem nacházeny na stehenní kosti a česce, více než 23 % těchto kostí bylo ohryzáno. Běžnější byly stopy po hryzáni také na pažních kostech (cca 13 % kostí bylo ohryzáno) a na kostech vřetenních a loketních (opět cca 13 %). Na pánevních kostech a na kosti holenní a lýtkové bylo ve vrstvě B+C nacházeno méně ohryzů ve srovnání s vrstvou B, častěji byly naopak ohryzány kosti zápěstí a kotníku, obratle a žebra. Nejméně často byly ohryzány kosti lebky a spodní čelisti, stejně jako kosti zápěstí, nártu a prstní články (tab. 4). I ve vrstvě B+C byly ohryzy soustředěny spíše na kosti nesoucí více svaloviny (jedná se hlavně o kost stehenní), výsledky však nejsou tak jednoznačné jako ve vrstvě B.

Tabulka 3. Počty kostí medvěda ze skupiny jeskynních, na kterých byly nalezeny stopy po hryzáni (kousání) šelem ve vrstvě B sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem. Tabulka zobrazuje procentuální podíl kostí s ohryzy v rámci jednotlivých typů kostí či anatomických částí kostry medvěda.

Table 3. Number of cave bear bones (*Ursus* ex gr. *spelaeus*) with provable predatory bite marks in layer B (Under the Ladder test pit; 2, 3, 4 and R4 sectors). The table shows percentage share of gnawed, chewed or bitten bones among the single kinds of bear bones or anatomical parts of bear skeleton.

Anatomická část	Počet kostí (100%)	Kosti s ohryzy	Kosti s ohryzy v %	Kosti s pravděpodob. ohryzy	Kosti s pravděpodob. ohryzy v %	Kosti s ohryzy celkem v %
lebka + spod. čelist	228	3	1,32	3	1,32	<b>2,64</b>
obratle + žebra	308	8	2,60	8	2,60	<b>5,20</b>
lopatka	34	0	0	5	14,71	<b>14,71</b>
pažní kost	21	4	19,05	5	23,81	<b>42,86</b>
vřetenní + loketní kost	34	1	2,94	6	17,65	<b>20,59</b>
pánev	26	4	15,38	4	15,38	<b>30,76</b>
stehenní kost + česka	40	6	15,00	9	22,50	<b>37,50</b>
holenní + lýtková kost	42	3	7,14	7	16,67	<b>23,81</b>
zápěstí + kotník	25	3	12,00	1	4,00	<b>16,00</b>
kosti zápěstí, nártu + prstní články	73	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Celkem</b>	<b>831</b>	<b>32</b>	<b>3,85</b>	<b>48</b>	<b>5,78</b>	<b>9,63</b>

Tabulka 4. Počty kostí medvěda ze skupiny jeskynních, na kterých byly nalezeny stopy po hryzáni (kousání) šelem ve vrstvě B+C sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem. Tabulka zobrazuje procentuální podíl kostí s ohryzy v rámci jednotlivých typů kostí či anatomických částí kostry medvěda.

Table 4. Number of cave bear bones (*Ursus ex gr. spelaeus*) with provable predatory bite marks in layer B+C (Under the Ladder test pit; 2, 3, 4 and R4 sectors). The table shows percentage share of gnawed, chewed or bitten bones among the single kinds of bear bones or anatomical parts of bear skeleton.

Anatomická část	Počet kostí (100%)	Kosti s ohryzy	Kosti s ohryzy v %	Kosti s pravděpodob. ohryzy	Kosti s pravděpodob. ohryzy v %	Kosti s ohryzy celkem v %
lebka + spod. čelist	372	0	0	9	2,42	<b>2,42</b>
obratle + žebra	364	5	1,37	19	5,22	<b>6,59</b>
lopatka	30	1	3,33	1	3,33	<b>6,66</b>
pažní kost	23	1	4,35	2	8,70	<b>13,05</b>
vřetenní + loketní kost	31	2	6,45	2	6,45	<b>12,90</b>
pánev	41	1	2,44	1	2,44	<b>4,88</b>
stehenní kost + česka	26	1	3,85	5	19,23	<b>23,08</b>
holenní + lýtková kost	35	0	0	2	5,71	<b>5,71</b>
zápěstí + kotník	26	0	0	2	7,69	<b>7,69</b>
kosti záprstí, nártu + prstní články	131	0	0	3	2,29	<b>2,29</b>
<b>Celkem</b>	<b>1079</b>	<b>11</b>	<b>1,02</b>	<b>46</b>	<b>4,26</b>	<b>5,28</b>

Množství kostí medvěda ze skupiny jeskynních, na kterých byly nalezeny stopy po potravní aktivitě šelem, je ve vrstvě C obdobné jako ve vrstvě B+C, ohryzáno bylo 5,42 % medvědí kostí. Nejčastěji ohryzávány byly ve vrstvě C stehenní kosti (včetně česky) a pažní kosti, bylo ohryzáno 26,47 % stehenních kostí a 20,0 % pažních kostí. Větší množství ohryzaných kostí bylo nalezeno také mezi kostmi holenními a lýtkovými (15,15 %) a mezi kostmi pánevními (12,36 %). Naopak nejméně stop po zubech šelem bylo zjištěno na kostech lebky, spodní čelisti, záprstí, nártu a na prstních člancích (tab. 5). Obdobně jako v předchozích vrstvách bylo i ve vrstvě C nejvíce ohryzů nalezeno na kostech bohatě obalených svalovinou (na kosti stehenní a pažní).

Stopy po potravní aktivitě jiného predátora nebo mrchožrouta se vzácně objevily také na některých kostech lva jeskynního. Z celkových 147 lvích kostí vyzdvižených ze sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem byly ohryzy nalezeny na sedmi, tzn. na 4,76 % těchto kostí. Stopy zubů po potravní aktivitě šelmy velikosti vlka až hyeny nesou obě proximální kloubní hlavice pažních kostí a dva ocasní obratle pravděpodobně náležící výše uvedené subadultní lvi (podrobně in KÁNA a ROBLÍČKOVÁ 2014, ROBLÍČKOVÁ a KÁNA 2013b). Další stopy zubů na lvích kostech byly ve sledovaných sektorech objeveny opět na pažní kosti, na česce a kosti holenní. Na fragmentu pánve samčího jedince ze sektoru sousedícího se zkoumanými byly nalezeny otisky zubů svědčící o ohryzávání kosti, jejichž rozměr a poloha nevylučují potravní aktivitu hyeny nebo kanibalismus.

Na kostech hyeny jeskyní byly v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem zjištěny stopy po potravní aktivitě jiné šelmy ve dvou případech. Byl nalezen ohryzaný fragment loketní kosti, nesoucí jednoznačně detekovatelné stopy po zubech, a dále byla objevena část kosti vřetenní, jejíž chybějící zbytek byl patrně odkousnut. Stopy po hryzáni se vyskytly také na čtyřech kostech vlka. Ve dvou případech se jednalo o kompaktní části - těla - kosti holenních, které byly vždy na obou koncích jednoznačně okousány. Dále byl nalezen vlčí krční obratel pravděpodobně nesoucí stopy po zubech a proximální kloubní hlavice pažní kosti, která by mohla být taktéž odkousnuta.

Tabulka 5. Počty kostí medvěda ze skupiny jeskynních, na kterých byly nalezeny stopy po hryzáni (kousání) šelem ve vrstvě C sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem. Tabulka zobrazuje procentuální podíl kostí s ohryzy v rámci jednotlivých typů kostí či anatomických částí kostry medvěda.

Table 5. Number of cave bear bones (*Ursus ex gr. spelaeus*) with provable predatory bite marks in layer C (Under the Ladder test pit; 2, 3, 4 and R4 sectors). The table shows percentage share of gnawed, chewed or bitten bones among the single kinds of bear bones or anatomical parts of bear skeleton.

Anatomická část	Počet kostí (100%)	Kosti s ohryzy	Kosti s ohryzy v %	Kosti s pravděpodob. ohryzy	Kosti s pravděpodob. ohryzy v %	Kosti s ohryzy celkem v %
lebka + spod. čelist	644	1	0,16	3	0,47	<b>0,63</b>
obratle + žebra	530	15	2,83	27	5,09	<b>7,92</b>
lopatka	95	4	4,21	5	5,26	<b>9,47</b>
pažní kost	25	1	4,00	4	16,00	<b>20,00</b>
vřetenní + loketní kost	34	1	2,94	2	5,88	<b>8,82</b>
pánev	89	4	4,49	7	7,87	<b>12,36</b>
stehenní kost + česka	34	7	20,59	2	5,88	<b>26,47</b>
holenní + lýtková kost	33	1	3,03	4	12,12	<b>15,15</b>
zápěstí + kotník	60	2	3,33	1	1,67	<b>5,00</b>
kosti záprstí, nártu + prstní články	151	1	0,66	0	0	<b>0,66</b>
<b>Celkem</b>	<b>1695</b>	<b>37</b>	<b>2,18</b>	<b>55</b>	<b>3,24</b>	<b>5,42</b>

## 9. SEZONALITA

Princip metody určování sezonality je založen na přirůstání zubního cementu na křenech a krčících zubů savců v průběhu života jedince, a proto lze pro tuto analýzu použít jakýkoliv druh trvalého zubu. Tempo přirůstání cementu není totiž stejné v jednotlivých ročních obdobích, je intenzivnější během vegetačního období (květen až říjen), kdy vzniká letní přírůstek a méně intenzivní je během období vegetačního klidu (listopad až duben), to vzniká zimní přírůstek. Vlivem různé aktivity cementoblastů je letní přírůstek světlý a zimní tmavý, zimní přírůstek se začíná tvořit v listopadu a jeho tvorba končí v dubnu, letní přírůstek se začíná tvořit v květnu. Tloušťka posledního přírůstku určuje dobu, která uběhla od počátku jeho tvoření, tzn. od května či listopadu. Na základě zjištění, je-li poslední přírůstek letní nebo zimní a podle jeho tloušťky lze tedy určit, ve které části roku daný jedinec uhynul (podrobněji LIEBERMAN *et al.* 1990, CARLSON 1991, LAKOTA-MOSKALEWSKA 1997, CURCI a TAGLIACCOZZO 2000, DEBELJAK 2000, ÁBELOVÁ 2005, HILLSON 2005, NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ 2007, 2013). Pro vypočtení zubního věku pomocí metody cementových přírůstků je třeba k počtu letních (či zimních) přírůstků přičíst dobu, která uplynula mezi narozením zvířete a erupcí konkrétního trvalého zubu v závislosti na druhu studovaného zvířete (DEBELJAK 1997, ČERVENÝ *et al.* 1999, KOMÁREK *et al.* 2001).

Z jeskyně Barové bylo analyzováno celkem 8 zubů různých druhů savců, pět z nich bylo vyzdvíženo ze sondy Pod žebříkem a zbývající tři z Medvědí sondy (tab. 6). V případě lva jeskynního byly studovány 3 třenové zuby tří různých jedinců. Na základě přírůstků zubního cementu můžeme říci, že nejstarší z těchto lvů, který měl dokončený růst zimního přírůstku, uhynul během dubna až května podle počtu přírůstků ve věku 11 let. Jedná se o výše uvedeného lvího samce reprezentovaného především mozkovou částí lebky. Druhý lví jedinec měl dokončený růst letního přírůstku a zimní ještě nezačal růst, uhynul tedy na podzim, na přelomu října a listopadu, podle počtu přírůstků ve věku 9,5 let. Nejmladší lev neměl zcela dokončený zimní přírůstek, takže uhynul pravděpodobně v průběhu března

a podle počtu přírůstků ve věku 3 let (tab. 7). Z hyeny jeskynní byly studovány dva špičáky dvou různých jedinců (tab. 6). U obou špičáků byl dokončen vývoj zimního přírůstku, ale nezačal se vyvíjet letní přírůstek, což značí, že oba jedinci uhynuli na přelomu dubna a května, jeden ve věku 5 a druhý 9 let (tab. 7). Špičák byl zkoumán také v případě medvěda ze skupiny medvědů jeskynních. Nositel tohoto zubu uhynul na přelomu dubna a května, protože zimní přírůstek byl zcela vyvinut a letní se zatím nezačal tvořit. Podle počtu přírůstků uhynul ve 14,3 letech (tab. 7). Vlk obecný uhynul podle přírůstků zubního cementu na zkoumané stoličce na jaře na přelomu dubna a května (zimní přírůstek byl již dokončený a letní se ještě nezačal tvořit) ve věku 5 let. Jediným zkoumaným zubem býložravce byla stolička jelena obecného. Zimní přírůstek byl na jejím kořeni zcela vyvinut, ale letní ještě nezačal růst, takže jelen uhynul na přelomu dubna a května ve věku 8 let (tab. 7).

Tabulka 6. Seznam zubů z jeskyně Barové užitých k analýze sezonality a zubního věku, jejich druhové určení a lokalizace.

Table 6. The list of teeth used for seasonality and dental age analysis from Barová cave; determination and location of these teeth.

Číslo	zub	druh	lokalizace
1	P3 dex	<i>Panthera spelaea</i>	Medvědí sonda, výzkum dr. Seitl
2	p4 dex	<i>Panthera spelaea</i>	Sonda Pod žebříkem, sektor 3, vrstva B+C
3	P4 sin	<i>Panthera spelaea</i>	Sonda Pod žebříkem, sektor R4, vrstva C
4	C sin	<i>Crocota c. spelaea</i>	Medvědí sonda, výzkum dr. Seitl
5	c sin	<i>Crocota c. spelaea</i>	Medvědí sonda, sektor 3, vrstva C, kopáno dr. Seitlem
6	C sin	<i>Ursus ex gr. spelaeus</i>	Sonda Pod žebříkem, sektor 4, vrstva C
7	m1 dex	<i>Canis lupus</i>	Sonda Pod žebříkem, sektor 3, vrstva B+C
8	m2 sin	<i>Cervus elaphus</i>	Sonda Pod žebříkem, sektor 4, vrstva B

Tabulka 7. Výsledky analýzy sezonality a zubního věku jedince. Analyzované zuby pocházejí z jeskyně Barové, viz tab. 6.

Table 7. The results of seasonality and dental age analysis. Analysed teeth come from Barová cave, see table 6.

Číslo	zub	druh	sezonalita	věk
1	P3 dex	<i>Panthera spelaea</i>	březen	3 roky
2	p4 dex	<i>Panthera spelaea</i>	říjen/listopad	9,5 let
3	P4 sin	<i>Panthera spelaea</i>	duben/květen	11 let
4	C sin	<i>Crocota c. spelaea</i>	duben/květen	5 let
5	c sin	<i>Crocota c. spelaea</i>	duben/květen	9 let
6	C sin	<i>Ursus ex gr. spelaeus</i>	duben/květen	14,3 let
7	m1 dex	<i>Canis lupus</i>	duben/květen	5 let
8	m2 sin	<i>Cervus elaphus</i>	duben/květen	8 let



## 10. DISKUZE

Uložení zvířecích kostí v sedimentech vrstvy B a C sektorů 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem i výsledky datování C14 (viz dále) jednoznačně zařazují zdejší jeskynní medvědy, jeskynní lvy i veškerou ostatní faunu do jednoho shodného období osídlení jeskyně, přičemž nalezené kostní zbytky tvoří logickou tanatocenózu. Poloha kostí v sedimentu a jejich fosilizační změny prokazují víceméně současnou dobu jejich uložení (v geologickém smyslu) a tedy i obdobnou délku uložení všech těchto kostí v jeskyni.

Mezi vyzdvíženým osteologickým materiálem naprosto převažují kosti medvědů ze skupiny jeskynních, které v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem tvořily 95 % veškerého determinovaného materiálu a i pokud jde o minimální počty jedinců, je procentuální podíl jedinců medvědů ze skupiny jeskynních dominující (tvoří 70,18 % všech jedinců, tab. 1). Tuto výraznou převahu lze vysvětlit pouze tím způsobem, že jeskyně Barová sloužila v době, kdy se zvířecí kosti ukládaly, především jako zimoviště medvědů ze skupiny jeskynních. V jeskyni zimovali samci i samice nejrůznějšího stáří, samice na základě velikosti zubů pravděpodobně mírně převažovaly nad samci. Nalezeny byly i pozůstatky medvěďat, medvědího novorozence (případně plodu) a dalších čtyř jedinců, kteří nepřežili první zimu svého života a stali se tak důkazem, že jeskyně sloužila samicím jako místo rození mláďat (tab. 2). Dalších šest mladých medvědů uhynulo v období od jejich druhé po třetí zimu (včetně). U takto starých jedinců lze jejich věk ještě přibližně určit na základě výměny mléčných zubů za trvalé, na základě dorůstání a uzavírání kořenů trvalých zubů a dorůstání délky kostí končetin (KURTÉN 1976, MUSIL 2014).

U medvědů starších než 2–3 roky je při určování věku možné se přidržet už víceméně jenom stupně abraze korunek třenových zubů a stoliček. Takto získané informace o stáří jedinců jsou však relativní. V předložené práci bylo vyčleněno 5 věkových kategorií medvědů na základě stupně abraze nalezených zubů, jedná se o kategorie: mladý dospělý (případně dospívající) jedinec, mladší dospělý jedinec, mladší až středně starý dospělý jedinec, středně starý dospělý jedinec a starší dospělý jedinec (tab. 2). KURTÉN (1976) nepředpokládá, že by se medvědi ze skupiny jeskynních dožívali déle než 20 let, MUSIL (2014) uvádí, že průměrný věk medvědů kolísá mezi 20 až 30 roky, na základě metody sčítající přírůstky zubního cementu se dle MUSILA (2014) medvědi dožívali dokonce 25–30 roků, výjimečně až 35 let. Přidržíme-li se středu obou názorů a budeme-li uvažovat, že se medvědi dožívali cca 25 let, pak by snad věková kategorie mladý dospělý (případně dospívající) mohla odpovídat věku 2–4 roky, mladší dospělý věku 5–7 let, mladší až středně starý dospělý věku 8–10 let, středně starý dospělý věku 11–14 let a starší dospělý věku 18–20 let (tab. 2). V uvedeném výčtu chybí dvě věkové kategorie, středně starý až starší dospělý jedinec a starý až velmi starý jedinec, protože žádná ze sledovaných medvědíků stoliček nebyla skoušána na potřebnou úroveň. Kategorii středně starý až starší dospělý jedinec by odpovídaly zuby skoušané středně až silněji (s výškou korunek stoliček zřetelně sníženou) a věk jedinců 15–17 let. Kategorii starý až velmi starý jedinec by pak odpovídaly zuby skoušané velmi silně, případně až na kořen (s výškou korunek stoliček velmi výrazně sníženou) a věk jedinců více než 21 let (tab. 2). Toto vymezení věkových kategorií založených na podkladě abraze zubů je ale potřeba vnímat jako ilustrační, protože stupeň abraze zubu nezávisí zdaleka jen na věku jedince, ale nemalou měrou i na druhu potravy, kterou se jedinec převážně živil. Posouzení stupně abraze zubu je navíc silně individuální a závisí na názoru každého badatele, pokud nevyčíslíme přesně výšku korunky sledovaných zubů v jednotlivých abrazních a snad tedy i věkových stádiích. Tady ale narážíme na problém rozdílné velikosti a výšky korunek neabradovaných mladých trvalých zubů v závislosti na velikostní a morfologické variabilitě jejich medvědíků majitelů.

Přidržíme-li se však výše uvedených věkových kategorií, pak nejvíce jedinců (celkem 13) uhynulo/bylo zabito ve stáří spadajícím do abrazní/věkové kategorie mladý dospělý (případně dospívající), tedy ve stáří 2–4 roky a větší množství medvědů (celkem 6) uhynu-

lo/bylo zabito ve stáří spadajícím do kategorie mladší dospělý, zde se jedná o přibližný věk 5–7 let (tab. 2). Tyto výsledky ukazují na vysokou mortalitu medvědů v mladém věku, korespondují však s MUSILOVOU (2014) informací, že mezi čtvrtým a pátým rokem věku medvědů ze skupiny jeskynních je období jejich zvýšené úmrtnosti. Musil dokonce uvádí, že ve většině medvědích jeskyní dosahují nálezy kostí takto mladých jedinců až 70 %. Ve sledovaných sektorech sondy Pod žebříkem jeskyně Barové byly nalezeny pozůstatky nejméně 40 jedinců medvědů ze skupiny jeskynních, celkem 19 z nich uhynulo/bylo zabito ve věku spadajícím do kategorií 2–4 roky a 5–7 let, jedná se tedy o 47,5 %.

Mezi medvědim osteologickým materiálem nebyly nalezeny žádné jednoznačně definované pozůstatky mláďete staršího než 3–4 měsíce a mladšího než cca 1 rok. To znamená, že byly nalezeny kosti medvěďat uhynulých během jejich prvního zimování a pak až kosti mláďat uhynulých/zabitých během druhého zimování. Nepřítomnost kostí medvěďat, která uhynula prokazatelně v letních měsících, lze vnímat jako indicii, že medvědi přes léto jeskyně příliš nevyhledávali. Žádný z nalezených medvědích zubů nebyl skoumán velmi silně, případně až na kořen, jeví se tedy, že vyložené senilní jedinci se v jeskyni vyskytovali zřídka. Metodou přirůstání zubního cementu (sezonalita) zkoumaný špičák medvěda ze skupiny jeskynních pochází z jedince starého 14,3 let, který uhynul na přelomu dubna a května, tedy na konci doby zimování (tab. 7). Příčina jeho úhynu mohla být přirozená – nedostatek tukových zásob a vysílení po zimě.

Nejméně čtyři jedinci lva jeskynního, přítomní na základě lvích kostí nalezených v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem, tvoří cca 7 % z minimálně přítomných padesáti sedmi jedinců všech taxonů dohromady (viz tab. 1). MNI lva jeskynního odpovídá deseti procentům MNI jeskynních medvědů. Poměr mezi lvími a medvěďími jedinci je zde však ve prospěch lvů nadhodnocen tím, že právě v této části sondy Pod žebříkem byla zastížena dosud největší koncentrace lvích kostí v jeskyni (respektive v jejich nezdevastovaných částech). Sektory 4 a R4 patří spolu se sektorem R5 (do této práce nezahrnut) k nejnosnějším z hlediska zastoupení lvích kostí. Jedinec reprezentovaný především lebkou s číslem evidenčním Ok-139786 představuje jedinou dosud nalezenou nedospělou samici. Úhyn této lvice lze dát do souvislosti s její nezkušeností a s neúspěšným pokusem o ulovení medvěda či medvědičte, což bylo možná častějším jevem, než by naznačovaly nálezy a jejich interpretace. Svrchní levý třenový zub P4 samce, reprezentovaného především mozkovnou, byl zkoumán z hlediska přirůstání zubního cementu s výsledným zjištěním, že tento lev uhynul na konci zimního období (během dubna/května) ve věku 11 let. Roční doba jeho úhynu napovídá, že obdobně jako výše zmíněná mladá samice mohl zahynout při neúspěšné predaci medvědů zesláblých po zimování. Věk přes deset let je ontogenetickým stářím, které znamená v dnešní přírodě běžnou dobu úhynu velkých kočkovitých šelem, v případě samců je běžný úhyn i dříve (SMUTS *et al.* 1978, SCHALLER 1972). Ve stáří vyšším než 8 let jsou současné velké kočky jednoznačně za vrcholem životní síly. Podobně, tedy při predaci zimujících medvědů nebo při snaze využít kadávery či kosti uhynulých medvědů v závěru zimování, mohl přijít o život i další lev, který na základě výsledku sezonality uhynul v březnu. Třetí lví jedinec, jehož třenový zub byl zkoumán, pak uhynul na podzim v době počátku zimování (viz tab. 7). I zde je možno uvažovat o potravních aktivitách. Potravní aktivity v „medvědíh jeskyních“ mohly být nouzovým řešením pro staré nebo naopak dosud nezkušené lví jedince. Výsledné věkové zařazení analyzovaných zubů lva jeskynního (11 let, 9,5 roku a 3 roky) by tomu mohlo odpovídat. Nelze ale opomenout ani další možnosti. Jedinec se mohl do jeskyně uchýlit z důvodu nemoci, zranění nebo mu nehoda zabránila jeskyni opustit. Lvi však nespíš jeskyni jako místo trvalého nebo odchovného úkrytu nevyhledávali, přinejmenším dosud nebyly v jeskyni Barové nalezeny žádné kosti jejich mláďat (na rozdíl od např. jeskyně Výпустek).

Kosti mláďat nebyly v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem nalezeny ani v případě hyeny jeskynní a vlka obecného. Na základě určení sezonality na špičácích dvou jedinců hyeny jeskynní zahynuli oba v dubnu či květnu (tab. 7) a lze proto předpokládat, že se

tak stalo při snaze získat koncem zimy v jeskyni potravu, tedy kadávery či kosti uhynulých medvědů, nebo dokonce ulovit hibernujícího medvěda či medvědi. Nicméně v případě hyen nelze vyloučit, že jeskyni jako doupe užívaly. Za skutečnost podporující tuto teorii bychom mohli přijmout sporadický výskyt kostních zbytků kopytníků, jakožto pozůstatků hyeni kořisti (pokud se ovšem nejednalo o zbytky kořisti lvů či vlků). Stejně jako v případě hyen i stolička vlka, studovaná z hlediska sezonality, odhalila, že její majitel uhynul na konci zimního období (tab. 7), dost možná z důvodů totožných s výše popsányi u lvů a hyen.

Příčinou předložených úvah o možných pokusech jeskynních lvů a možná i hyen o lov zimujících medvědů a dále o snaze šelem, v tomto případě včetně vlka, přiživit se na kadáverech či kostech již uhynulých medvědů, zdaleka není jen převládající roční doba úhynu šelem na základě výsledků sezonality, ale jsou to především stopy potravních aktivit na kostech medvědů ze skupiny jeskynních. Výrazně převažující část medvědích kostí žádné stopy po kousání či ohryzávání nenesou, takže prvotní příčina úhynu medvědů byla jednoznačně jiná, přesto nevelký ale vcelku stálý podíl ohryzaných kostí naznačuje význam takového zdroje potravy. Stopy po ohryzu byly pozorovány na 9,63 % medvědích kostí nalezených ve vrstvě B, na 5,28 % medvědích kostí z vrstvy B+C a na 5,42 % kostí z vrstvy C. Je možné sledovat, že ve všech třech uvedených vrstvách (nejvýrazněji ve vrstvě B) byly častěji ohryzány ty kosti, které podpírají masité části těla medvěda. Máme na mysli hlavně stehenní a pažní kost (tab. 3, 4, 5). Je to logické, protože svalovina vázaná na tyto kosti má vysokou nutriční hodnotu. Nicméně i v případě ohryzávání kadáverů a kostí již uhynulých medvědů byly výše uvedené dlouhé kosti končetin pro predátory a mrchožrouty nejspíš výhodné, protože jejich velké kloubní části byly obaleny chrupavkou, šlachami a navíc obsahovaly prokrvenou spongiózu. Delší kost je také pro zvíře lépe uchopitelná a poskytne mu dostatečnou páku pro vyvinutí síly na rozkousnutí kosti či odhryznutí spongiózy kloubu.

Stopy po potravní aktivitě ostatních šelem byly nalezeny i na lvích, hyeních a vlčích kostech, frekvence jejich výskytu byla obdobně nízká jako na kostech medvěda a obdobně jako u medvěda byly ohryzy pozorovány převážně na dlouhých kostech končetin. Tyto ohryzy mohou snad představovat důkaz neúspěšného pokusu o ulovení medvěda či medvědi, který byl pro šelmu fatální, opět ale nelze pominout možnost, že stopy po zubech na kostech lvů, hyen a vlků vznikly při ohryzávání kostí již uhynulých jedinců. Nelze vyloučit ani kanibalismus, tedy ohryzávání kostí svého vlastního druhu, a to ani v případě medvěda ze skupiny jeskynních. Kostí a kostry, případně čerstvější kadávery uhynulých zvířat, ležely v jeskyni zakryty nejspíš jen vcelku tenkou vrstvou sedimentu, některé možná víceméně volně na povrchu, takže pro šelmy nebylo obtížné je získat.

Dvě z paleontologického hlediska nejdůležitější sedimentární vrstvy B a C nepředstavují v jeskyni Barové různá časová období výskytu velkých savců. Fauna obou podrobně zkoumaných a většinou jednoznačně odlišitelných vrstev (B a C) je v sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem srovnatelná, druhové zastoupení podobné, podobný je i poměr jednotlivých druhů a kostí. Geologické stáří kostních pozůstatků je zde také stejné nebo velmi podobné. Vrstva C obsahuje více kostních pozůstatků lva jeskynního než vrstva B, častý je výskyt lvích kostí na rozhraní těchto vrstev, které se ale liší litologií. Větší zastoupení lvích kostí ve vrstvě C je ovlivněno kostmi náležícími kostře výše zmiňované nedospělé samice, 70 z celkových 74 kostí tohoto jedince bylo nalezeno ve vrstvě C. Kostí ve vrstvě C lze interpretovat jako přesunutě na kratší vzdálenost, jejich posun a gravitační prosedání do nižších poloh mohl probíhat ještě v době, kdy byla jeskyně dosud osídlena. Kostí vrstvy C lze považovat za pozůstatky jedinců, kteří nemuseli nutně zahynout v jeskyni první, spíše uhynuli ve vzdálenějších částech jeskyně. Kostí původně ležící na povrchu sedimentární výplně jeskyně mohly napadat do prohlubní v sedimentu a pod pendanty, přičemž mezery mezi nimi nebyly zcela vyplněny sedimentem. Kostí mohly být vtlačeny do podloží, o kterém uvažujeme, že bylo mírně zvodnělé, mohly ležet v kalužích nebo na vlhkém měkkém sedimentu (dnešní vrstva C je tvořena načervenalými jíly podobnými vrstvě D, tedy podloží).

Částečně anatomická poloha některých kostí naznačuje možnost transportu ve spojeném stavu (například šlachami), přinejmenším zpočátku.

Kosti ve vrstvě B a s nimi i ostatní sedimenty lze charakterizovat jako jednoznačně alochtonní, přesunuté na větší vzdálenost (desítky metrů). Jedná se zde o sedimenty původně vyplňující prostory bližší vchodu jeskyně, možná i osvětlenou zónu. Tyto sedimenty byly i s kostmi gravitačně (kryogenní procesy nelze zcela vyloučit) transportovány do nižších partií jeskyně a překryly tam již přítomné kostní sedimenty (dnešní vrstvu C). Vrstva A pak představuje poslední fázi tohoto procesu. Přesun zvířecích kostí a sedimentů vrstvy B z prostoru blíže vchodu do dnešního umístění si lze představit jako dlouhodobější, ve srovnání s přesunem kostí vrstvy C. Lze tedy předpokládat, že zvířecí kosti vrstvy B byly šelmám více méně přístupné po delší dobu, než kosti vrstvy C. Téměř dvojnásobná frekvence stop po potravní aktivitě na medvědích kostech vrstvy B ve srovnání s vrstvou C tuto teorii podporuje.

Vymezené sektory 2, 3, 4 a R4 v sondě Pod žebříkem jsou technického charakteru, byly vyčleněny z důvodu lepší orientace v prostoru. Drobné rozdíly v množství kostních pozůstatků jednotlivých zvířecích taxonů v těchto sektorech jsou spíše náhodné, vznikly přirozeným procesem přesunu kostí i sedimentu do dnešní pozice.

Vezmeme-li v potaz celkový počet zvířecích kostí vyzvednutých z jeskyně Barové jak v průběhu probíhajícího výzkumu, tak během předchozích exploatačních aktivit a připočteme-li k němu odhad množství osteologického materiálu, které v jeskyni i nadále zůstává, dostaneme se k číslu přinejmenším několika desítek tisíc kusů kostí. Toto ohromující množství zejména medvědího kostního materiálu vede k úvaze, že medvědi ze skupiny jeskynních zimovali v jeskyni Barové v průběhu doby čítající nejméně několik tisíc let. Důvody úhynu medvědíh jedinců v jeskyni byly ve většině případů nejspíš zcela přirozené: nedostatečná výživa, zranění, nemoc, věk. Některé části jeskyně se příležitostně mohly stát i přirozenou pastí. Počty medvědů přímo zabitých v jeskyni lvy, případně hyenami, byly pravděpodobně nízké. Datování osteologického materiálu z jeskyně Barové přineslo prozatím tato nekalibrovaná data: > 44 300 BP a > 44 600 BP (na základě vzorku zubu a kostí medvěda ze skupiny jeskynních), > 45 800 BP (vzorek kosti lva jeskynního) a 46 300 ± 2 600 BP (vzorek kosti koně). Získaná data jsou homogenní, nicméně pouze jediné z nich je oboustranně ohraničeno. Po kalibraci staví osídlení jeskyně Barové medvědy i ostatní faunou do období kolem 48 000 BP.

## 11. ZÁVĚRY

Na základě nalezených zvířecích kostí ve zkoumaných sektorech 2, 3, 4 a R4 sondy Pod žebříkem jeskyně Barové lze konstatovat, že jeskyně sloužila především jako zimoviště medvědů ze skupiny jeskynních. Zimovali zde samci i samice různých věkových stádií, samice v jeskyni rodily mláďata. Z celkových minimálně přítomných 40 jedinců medvědů ze skupiny medvědů jeskynních nejvíce (47,5 %) uhynulo ve věku 2–7 let. Přestárlí (senilní) jedinci se v jeskyni pravděpodobně nevyskytovali. Většina medvědů uhynula nejspíš z běžných příčin, jako je např. nedostatek potravy, stáří, nemoc či zranění. Přibližně na 5–10 % medvědíh kostí však byly nalezeny stopy po hryzání většími masožravci, takže někteří medvědi byli patrně zabiti šelmami – lvy a hyenami jeskynními – jako zdroj potravy. K potravním účelům sloužily jeskynním lvům, hyenám a v tomto případě i vlkům pravděpodobně také kosti již dříve uhynulých medvědů, které mohly šelmy nejspíš najít volně v jeskyni na povrchu sedimentu nebo pod slabou sedimentární vrstvou.

Výše zmíněné šelmy – lvi jeskynní, hyeny jeskynní a vlci – se podle množství nalezeného osteologického materiálu v jeskyni Barové vyskytovaly zřídka, nejčastěji z nich lvi jeskynní. Šelmy vstupovaly do jeskyně nejspíš ve snaze získat potravu a jejich nalezené kosti dokazují, že některé zde zahynuly. Stopy po hryzání byly nalezeny nejen na medvědíh kostech, ale i na několika kostech lva jeskynního, hyeny jeskynní a vlka, takže také tyto šelmy byly nejspíš loveny, nebo byly konzumovány kosti jejich již dříve uhynulých jedinců. Výsled-

ky sezonality napovídají, že šelmy jeskyni ve snaze získat potravu navštěvovaly na konci zimního období (přelom duben/květen). Nelze vyloučit ani kanibalismus.

Veškerá fauna jeskyně Barové pochází z jediného shodného období osídlení, její taxonomické složení i procentuální podíly jednotlivých zvířecích taxonů jsou ve vrstvách B a C zcela srovnatelné. Osteologický materiál vrstvy C nepochází nezbytně z dřívě uhynulých jedinců, spíše se jedná o pozůstatky zvířat uhynulých hlouběji v jeskyni. Materiál vrstvy C byl nejspíš transportován na kratší vzdálenost, a proto se dostal do současné polohy rychleji. Zvířecí osteologický materiál vrstvy B byl přesunován na větší vzdálenost z prostor blíže vchodu, takže byl šelmám přístupný pravděpodobně po delší dobu. Tomu odpovídá více kostí s ohryzy nalezených ve vrstvě B než ve vrstvě C. Ohromné množství zvířecího (převážně medvědího) osteologického materiálu nashromážděného v jeskyni Barové lze vysvětlit úvahou, že jeskyně byla medvědy ze skupiny medvědů jeskynních využívána jako zimoviště po dobu dlouhou několik tisíc let. Na základě výsledků radiokarbonového datování se tak dělo přibližně v době před 48 000 lety BP.

## PODĚKOVÁNÍ

Autoři by za všestrannou podporu a pomoc rádi poděkovali členům ZO ČSS 6-01 Býčí skála, za pomoc při vlastním výzkumu především A. Plichtovi (Ústav geologických věd PřF MU, ZO ČSS 6-01 Býčí skála) a za pomoc při následném zpracování osteologického materiálu S. Černocké, preparátorce Ústavu Anthropos MZM. Za milou podporu a přízeň náleží náš dík také Správě CHKO Moravský kras. Autoři dále děkují P. Zaunstöckovi (Ústav geologických věd PřF MU) za zhotovení výbrusů kořenů zubů savců. Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862) a z části také v rámci Programu výzkumné činnosti Archeologického ústavu Akademie věd ČR, Brno, v. v. i., na léta 2012–2017 (č. ú. RVO 68081758).

## LITERATURA

- ÁBELOVÁ, M., 2005: Analýza mikrostruktur zubního cementu medveďov (Ursidae) z lokality jeskyně Za Hájovnou. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 2004*, 2–4, Brno.
- BEASLEY, M. J., BROWN, W. A. B., LEGGE, A. J., 1992: Incremental banding in dental cementum: methods of preparation of teeth from archaeological sites and for modern comparative specimens. *International Journal of Osteoarchaeology* 2, 37–50, Chichester.
- BINFORD, L. R., 1981: *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press, New York, 320 p.
- BURKE, A. M., 1993: Observation of incremental growth structures in dental cementum using the scanning electron microscope. *Archaeozoologia* 5/2, 41–54.
- CARLSON, S. J., 1991: Vertebrate Dental Structures. In: Carter, J.G. (ed.): *Skeletal Biomineralization: Patterns, Process and Evolutionary Trends*. Van Nostrand Reinhold, 531–556, New York.
- CURCI, A., TAGLIACCOZZO, A., 2000: Determinazione dell'età di morte e della stagione di cattura attraverso lo studio dei livelli di accrescimento di cemento e dentina nei denti di mammiferi: l'esempio di Riparo Dalmeri (TN). *Atti del 2° Convegno Nazionale di Archeozoologia*, Asti 1997: Abaco, 23–30.
- ČERVENÝ, Č., KOMÁREK, V., ŠTĚRBA, O., 1999: Koldův atlas veterinární anatomie. Grada-Avicenum, 701 p., Praha.
- DEBELJAK, I., 1996: A simple preparation technique of cave bear teeth for age determination by cementum increments. *Revue de Paléobiologie* 15, 1, 105–108.
- DEBELJAK, I., 1997: Ontogenic development of dentition in the cave bear. *Geologija* 39, 13–77, Ljubljana.
- DEBELJAK, I., 2000: Dental cementum in the cave bear; comparison of different preparation techniques. *Geološki zbornik* 15, 25–40, Ljubljana.
- FANCY, S. G., 1980: Preparation of Mammalia for the age determination by cementum layers: a review. *Wildlife Society Bulletin* 8, 242–248, Washington.



- FRANCE, D. L., 2009: Human and Nonhuman Bone Identification. A Color Atlas. Boca Raton (USA): CRC Press.
- HABERMEHL, K. H., 1985: Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren. Verlag Paul Parey. Hamburg – Berlin, 223 p.
- HILLSON, S., 2005: Teeth. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, 358 p., Cambridge.
- HUE, E., 1907: Ostéométrie des mammifères. Musée Ostéologique, Étude de la Faune Quaternaire. Paris: Librairie C. Reinwald.
- CHAPLIN, R. E., 1971: The study of animal bones from archaeological sites. London and New York: Seminar press.
- KÁŇA, V., ROBLÍČKOVÁ, M., MÁTL, A., KOUKAL, P., 2013: Jeskyně Barová (Sobolova) – paleontologické výzkumy ve svrchně pleistocenních fosiliferních sedimentech vnitrojeskynní facie. In: Bosák P., Geršl M., Novotná J. (eds.): *Speleofórum* 2013, ročník 32, 90–97, Česká speleologická společnost, Praha.
- KÁŇA V., ROBLÍČKOVÁ M., 2014: Lvi (nejen) Barové jeskyně. In: Bosák P., Geršl M., Novotná J. (eds.): *Speleofórum* 2014, ročník 33, 112–122, Česká speleologická společnost, Praha.
- KOMÁREK, V., ŠTERBA, O., FEJFAR, O., 2001: Anatomie a embryologie volně žijících přežvýkavců. Grada-Avicenum, 449 p. Praha.
- KURTÉN, B., 1976: The Cave Bear Story, Life and Death of a Vanished Animal. Columbia University Press, New York, 163 p.
- LAKOTA-MOSKALEWSKA, A., 1997: Podstawy Archeozoologii. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, 232 p.
- LAVOCAT, R. (ed.), 1966: Faunes et Flores Préhistoriques de l'Europe Occidentale. Atlas de Préhistoire, Tome III, Éditions N. Boubée etc., Paris.
- LIEBERMAN, D. E., DRACÉN T. W., MEADOW, R. H., 1990: Computer image enhancement and analysis of cementum increments as applied to teeth of *Gazela gazela*. *Journal of Archaeological Science* 17, 98–124, New York.
- LYMAN, R. L., 1994: Vertebrate Taphonomy. Cambridge University Press, Cambridge, 524 p.
- MUSIL, R., 1959: Jeskynní medvěd z jeskyně Barové. *Acta Mus. Morav., Sci. nat.* 44 (1959), 89–114.
- MUSIL, R., 1960: Die Pleistozäne Fauna der Barová Höhle. *Anthropos* č. 11 (N. S. 3), Moravské muzeum – Anthropos, Brno, 37p.
- MUSIL, R., 2014: Morava v Době ledové. Prostředí posledního glaciálu a metody jeho poznávání. MuniPress, Brno, 232 p.
- NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ, M., 2007: Sezonality gravettských lokalit na základě studia mikrostruktur zubního cementu savečů. In: Přehled výzkumů 48, Archeologický ústav AV ČR, Brno, 13–23.
- NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ, M., 2013: Seasonality of Gravettian sites in the Middle Danube Region and adjoining areas of Central Europe. *Quaternary International* 294, 120–134.
- PALES, L., LAMBERT, CH., 1971: Atlas ostéologique pour servir à l'identification des Mammifères du Quaternaire. Editions du centre national de la recherche scientifique, Paris.
- ROBLÍČKOVÁ, M., KÁŇA, V., 2013a: Předběžná zpráva o novém paleontologickém výzkumu v jeskyni Barové (Sobolově), Moravský kras. *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 1, 111–127.
- ROBLÍČKOVÁ, M., KÁŇA, V., 2013b: Barová jeskyně: pokračování paleontologického výzkumu – sonda Pod žebříkem. *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 2, 155–177.
- SEITL, L., 1988: Jeskyně Barová (Sobolova), její osídlení a savčí fauna ze závěru posledního glaciálu. *Acta Mus. Morav., Sci. nat.* 73 (1988), 89–95.
- SCHALLER, G., 1972: The Serengeti Lion. A Study of Predator – Prey Relations. University of Chicago Press, Chicago.
- SCHMID, E., 1972: Atlas of animal bones. Elsevier publishing company. Amsterdam – London - New York, 153 p.
- SMUTS, G. L., ANDERSON, J. L., AUSTIN, J. L., 1978: Age determination of the African lion (*Panthera leo*). *Journal of Zoology* 185, 115–148.
- SOBOL, A., 1948: Nová jeskyně u Býčí skály. *Československý kras* 1 (1948), 60–65, Brno.
- SOBOL, A., 1952: Nové objevy v jeskyni Krkavčí skála u Josefova v Křtinském údolí. *Československý kras* 5 (1952), 145–154, Brno.
- STALLBRASS, S., 1982: The use of cement layers for absolute aging of mammalian teeth. A selective review of the literature, with suggestions for studies and alternative applications. In: Wilson, B., Grigson, C. Payne, S. (eds.): *Ageing and Sexing Animals Bones from Archeological Sites*. BAR British Series, 109–126, Oxford.
- STRNAD, V., 1949: Fauna Barové jeskyně pod Krkavčí skálou u Adamova. *Československý kras* 2 (1949), 123–127, Brno.

## SE STANISLAVEM HOUZAREM NA GEOLOGICKÝCH CESTÁCH ŽIVOTEM 1957-2017

V letošním roce se 2. března dožil významného životního jubilea, šedesáti let, RNDr. Stanislav Houzar, Ph.D. – odborný pracovník mineralogicko-petrografického oddělení Moravského zemského muzea v Brně. Proto jsme se pokusili zpracovat jeho bohaté vzpomínky od úplných začátků, od dětských let, kdy se jako chlapec poprvé setkal s minerály a jejich sběrateli, přes universitní studia, odbornou práci vykonávanou v třebíčském, tehdy Západomoravském muzeu a v Moravském zemském muzeu v Brně včetně jeho dalších vědeckých aktivit na poli geologických věd.

Dejme tedy slovo jeho vlastním vzpomínkám i pocitům, které prožíval při svém geologickém putování a zaznamenal je ve své paměti:

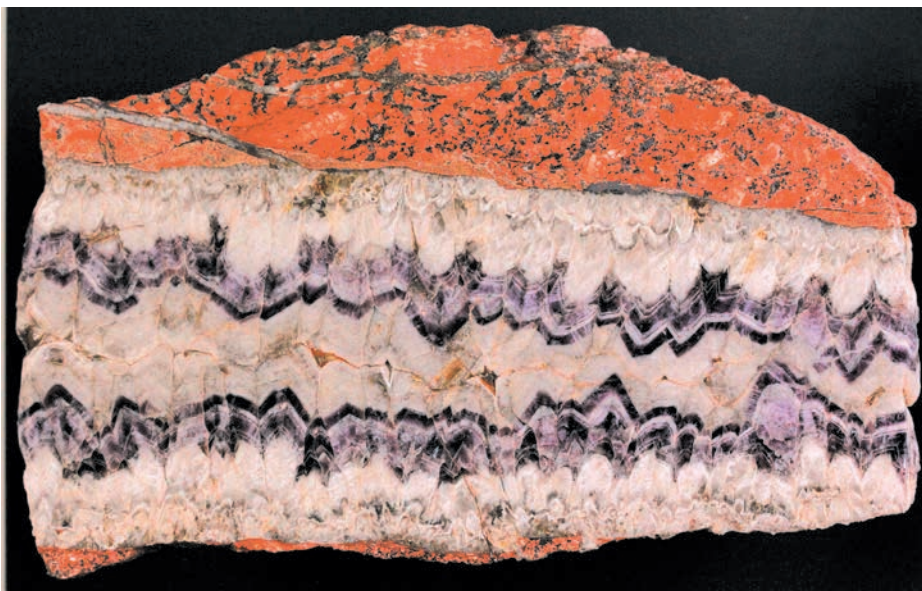
„Celým mým životem mě provází úzký vztah k přírodě. Tomu mě naučili rodiče a hlavně rodinný přítel Josef Kočí, který mě dovedl také do třebíčské knihovny, kde mi mj. ukázal svět nádherných ilustrací Zd. Buriana, svět dobrodružství, navíc tehdy šťastně skloubený také s populárně-vědeckými knihami o pravěku od prof. J. Augusty (moje první přečtená byla „Z hlubin pravěku“). O něco později to byl zejména ing. Jiří Herzán, vynikající znalec Třebíčska a organizátor oddílu pobytu v přírodě v třebíčském Sokole po r. 1969, a jeho přátelé z tehdy zakázaných organizací Sokola a Junáka.

Moldanubické kvarcity u Šašovic u Želetavy (v jublantově pravé ruce) nejsou mineralogicky zajímavé. O blízkých Krasonicích, kde právě odkryli v tomto roce 1962 pozoruhodný lithný pegmatit v mramoru, tehdy neměl ani tušení.



S nahodilým a na počátku dost neodborným sběrem minerálů jsem začínal někdy v polovině šedesátých let. Jak jinak, v Třebíči to byly výlety (pěšky a na kolech) za krystalovanými křemeny-ametysty do Hostákova. Jako jediný jsem v páté třídě nevěděl, co je mramor; spolužáci se mi vysmáli a byla mi proto ukázána na chodbě školy deska „sliveneckého mramoru“. První mnou určený minerál byl aktinolit z Třebíče-Terùvek. V roce 1969 mi asi 20 západomoravských minerálů věnoval František Peštál starší, mezi nimi nový minerál sekaninait z Dolních Borů. Netušil jsem tehdy vůbec, co to „nový minerál“ vlastně znamená. František Peštál a později i jeho syn, rovněž František, ač „pouze“ neprofesionální sběratelé minerálů, patřili v této době k nejlepším znalcům mineralogických poměrů západní Moravy a příslušné literatury. Dalším byl známý dr. Tomáš Kruťa, přednosta mineralogicko-petrografického oddělení tehdejšího Moravského muzea v Brně, od něhož jsem 11. dubna 1973 získal jeho knihu „*Moravské nerosty a jejich literatura 1940-1965*“, která mně zásadně rozšířila znalosti o lokalitách trebičského okolí. Také jsem se tehdy od něho dozvěděl, že pro Moravu existuje starší, obsáhlá, německy psaná topografická mineralogie Burkartova. Zapůjčenou od Peštálů jsem ji po večerech luštil s pomocí slovníku. Mým významným rádcem byl také učitel chemie a přírodopisu Bedřich Uhlíř, který mě dovedl k poznání, že problematika nerostů vyžaduje kromě jejich sběru také znalost příslušné literatury a chemie.

V té době jsem intenzivně *sbíral minerály* zejména na západní Moravě s kamarádem Antonínem Indráčkem a o něco mladším Milanem Součkem. Naším nejvýznamnějším rádcem byl František Peštál mladší. Hlavními, pravidelně navštěvovanými lokalitami byly tehdy Bochovice, Borovec, Čichov, Dobrá Voda a Dolní Bory, Hostákov, Jasenice, Litovany, Nedvědice, Nová Ves u Třebíče, Rožná, Řípy, Sokolí, Třebenice, Třesov, Vícenice u Mor. Budějovic, Zastávka u Brna a Zňátky u Náměště nad Oslavou. Průměrně se nám dařilo na lokalitách vltavinů u Kožichovic, Třebíče a Štěpánovic, neúspěšně jsme hledali zlato na Předínsku. Sbírali jsme tehdy pouze na povrchu polí, kopali jen výjimečně u Hostákova, Řípy a Radkovic u Hrotovic bez většího úspěchu. Když si dnes uvědomím, co všechno se na těchto lokalitách našlo daleko později, které lokality jsme z neznalosti vynechávali, co jsme neuměli určit...



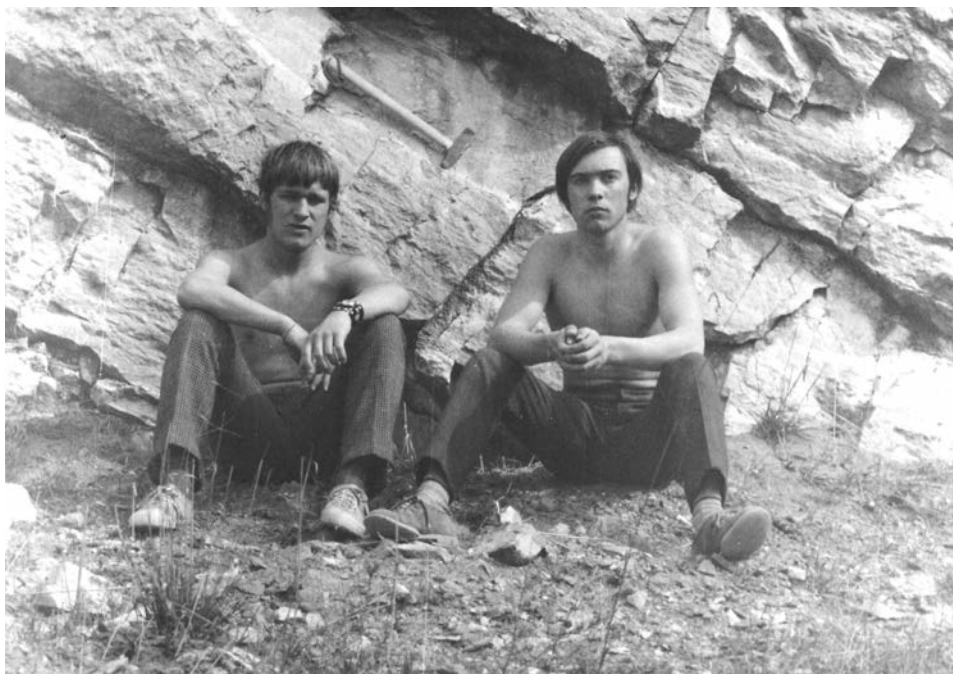
Ametystové žíly v okolí Třebíče motivovaly každého začínajícího trebičského sběratele (ametyst - Valdík, foto V. Hrazdil).

Byli jsme ryzí amatéři, informací o vzácnějších minerálech v našem regionu bylo v dostupných knížkách minimum (vědecká literatura pro nás v podstatě nedosažitelná, nebyly ani expozice minerálů v muzeích v Třebíči a v Brně, pochopitelně nebyl internet). Např. po tom, jak vypadá spinel, jsem pátral svého času víc než rok! Minerály se tehdy získávaly výměnou, neprodávaly se na burzách; ty ani ostatně nebyly – až v r. 1976 jsem byl při založení burzy minerálů v Tišnově. Ale byly i úspěchy, takže jsme byli šťastní. Nezapomenu např. na to, jak jsme z hořících odvalů na Zastávce vezli velké drúzy sublimované síry a až 1 cm velkých krystalů salmiaku (ty se asi po 10 letech najednou rozpustily ve vzdušné vlhkosti). A vltaviny – ten můj „první“ byl pouhé přetavené sklo z láhve od piva, získané v cihelně v Okříškách na exkurzi základní školy v r. 1966. Skutečný první vltavin jsem našel v roce 1973 na klasické lokalitě Kožichovice-Krochoty. Několik týdnů potom jsem za dvě hodiny na Terůvkách našel pět vltavinů a kamarád Tonda ještě šest k tomu a to, jak bylo u něho obvyklé, lepších a těžších.

Z mnoha a mnoha vzpomínek mi nejvíce utkvěly v paměti sestupy do tehdy opuštěných živcových dolů v Dolních Borech. S karbidkami, posháněnými postupně na trebičských smetištích, jsme v podzemí trávili i několik hodin, obdivovali velké krystaly skorylu, pilíř tvořený podstatně růženinem a jednou jsme našli i drobné krystalky autunitu v dutinách živce. Dokonce se tam se mnou ve svázně utřhl žebřík a nade mnou sestupující Běda Uhlíř mě zachytil za poslední příčku nártem nohy. No, pěkně jsem se pak dodatečně rozklepal strachem. Nebo březnový výlet na motorkách do Jeseníků na chryzoberyl do Maršíkova, pod širák. Nakonec nás tam, v krajině částečně pokryté sněhem, ubytoval domorodec, kterého nevydělil můj „gestapácký“ kožeňák, pod podlahou stodoly na zbylé slámě. Ale chryzoberyl, beryl a gahnit jsme dovezli, štěstí bláznům přeje. Ale krásné žluté zlato z Předína, vyrýžované z odvalů tamních dolů, se ukázalo být jen zlomky měděných drátků po střílení odvodňovacích příkopů – na lokalitu jsem pak na 20 let zanevřel. Dr. Kruťovi jsem tu a tam do Moravského muzea věnoval nějakou tu novinku, většinou něco z mramorů a skarnů, které z chutí zaregistroval ve svých „Příspěvcích“. Bohužel minerály, které pan doktor nepoznal (a to byly skoro všechny vzácné a zajímavé), letěly oknem do Kapucínských zahrad, takže tam snad někde dosud odpocívá např. dumortierit v kvarcitu z Krasonic, minerály Nb a REE z Kožichovic a Račovic, maghemit z Ketskovic a mnohé další. Nikdy nezapomenu, že se mi ho nepodařilo přesvědčit, že mnou pečlivě (i chemicky!) určený minerál na erlanu z Čichova je sádrovec a nikoliv muskovit. Tehdy jsem přestal bezvýhradně důvěřovat lidem s titulem Dr. a CSc.!

Na podnět B. Uhlíře jsem začal uvažovat o studiu geologie-mineralogie na vysoké škole. Zásadní bylo pro mě v tomto směru setkání se zmíněným dr. Kruťou a dr. Josefem Staňkem, tehdy docentem brněnské univerzity. K mému překvapení mně sdělili, že jedinou formální podmínkou studia na univerzitě je maturita a není tedy povinné gymnázium, jak mi tvrdili někteří moji středoškolští učitelé. Takže po maturitě na Střední zemědělské škole v Třebíči jsem v r. 1976 zamířil na tehdejší *Univerzitu J. E. Purkyně v Brně (dnes Masarykova univerzita)*, obor odborná geologie. Asi hlavní moji motivací bylo, že se naučím určovat minerály a dozvím se o mnoha nových neznámých lokalitách, kde se dají hledat. Nemohl jsem pochopitelně tušit, že o lokalitách minerálů vědí často víc sběratelé než odborníci z vysokých škol. Nějaké svoje vědecké bádání jsem si ani neuměl představit.





S kamarádem A. Indráčkem (sedí vlevo) na první jarní den r. 1974 v Nové Vsi u Třebíče.

Z tehdejšího přijetí na univerzitu jsem měl nesmírnou radost, dlouho ničím nepřekonanou. Jen jsem nechápal, že zasláná přihláška na koleje je předvyplněna na nějakého člověka z Vietnamu. Škole předcházela tehdy povinná bramborová brigáda ve Velkém Tresném. První budoucí spolužák, kterého jsem potkal v Brně na nádraží a se kterým jsem se hned pohádal o nějaký minerál z Kutné Hory, byl Milan Trnka. Kdo mohl tehdy tušit, že spolu jednou napíšeme knihu o moravských vltavínech a že budeme o odborných otázkách bouřlivě diskutovat ještě dalších čtyřicet let.

Následovala poněkud studená sprcha hned na počátku I. ročníku. Nejprve jsem poznal, že o kameny má zájem jen tak 5–6 spolužáků z třicetičlenného kolektivu, nedlouho poté jsem s překvapením zjistil, že někteří učitelé ani žádný vzácnější minerál nepoznají! Na jedné z prvních hodin výuky nám kterýsi pedagog dokonce řekl: „nemyslete si, že budete sbírat minerály a drancovat naleziště“. Být sběratelem minerálů při studiu geologie v Brně byl vlastně zločin. Uvažovat o nějakých genetických otázkách bylo dokonce zakázáno: „o genezi dolnoborských pegmatitů se dozvíte až na výběrové přednášce ve 4. ročníku“.

Nicméně, musel jsem věnovat hodně času „negeologickým“ předmětům, protože se ukazovalo, že bych také svoji milovanou geologii nemusel vystudovat; mé znalosti ze střední školy byly samozřejmě v porovnání s absolventy gymnázií nedostatečné. Postrachem I. ročníku geologie byla matematika; dělala se většinou stylem „napotřetí za tři“. Po obtížné zkoušce z tohoto předmětu, vykonané (jak jinak) v posledním možném termínu s Jardou Šmerdou, po výpadku elektriny při svíčkách, jsem si už byl jist, že školu úspěšně dokoním. Hned druhý den jsem se vypravil na Krochoty na vltaviny a našel tam vltavin, který dodnes patří k nejkrásnějším na Moravě. Nikdy už jsem podobný nenašel, jsou opravdu věci „mezi nebem a zemí“.



Na univerzitě jsem se postupně, mimo svoje spolužáky, seznámil s dalšími odborníky. Z těch starších to byl (vedle už zmíněného doc. dr. J. Staňka) zejména dr. J. Weiss, který mě přivedl k zájmu o regionální geologii (doporučoval mi mj. studovat západomoravská ultrabazika) a dr. M. Gregerová, která mě naučila mikroskopovat. Ostatní mě tehdy příliš neovlivnili: dr. B. Fojt byl zaměřen na rudní minerály, zejména v Jeseníkách, mého pozdějšího vedoucího diplomky petrografa dr. L. Svobodu, mineralogie (ani petrografie) příliš nezajímala, byl spíše na ústavu tajemníkem. Vedoucí katedry mineralogie a petrografie profesor J. Štelcl byl studentům nepřístupný a zaměřen spíše politicky („jsme především pracovištěm ideologickým“ odpověděl jedné postgraduální studentce). Z laboratoře mikroskopie, kam jsem zvědavě nakukoval, jsem byl zmíněným osobně při první příležitosti vyhozen s tím, že tam prvňáci nemají co dělat. Paleontologie a strukturní geologie stála mimo můj zájem. Z kolegů z vyšších ročníků mě oslovil hlavně Milan Novák, který nás vyučoval v 2. ročníku mineralogická praktika (měření hustoty kterýchosi minerálu se mu tehdy nepodařilo, zato se vyznal v optice) a později se stal mým kamarádem, dodnes pak spolupracovníkem na některých odborných tématech a jeden čas byl i mým nadřízeným (v Moravském zemském muzeu). Ze spolužáků musím zmínit, mimo už zmíněného M. Trnku, hlavně výše uvedeného Jardu Šmerdu (dodnes je mým kamarádem a působí v Jihomoravském muzeu ve Znojmě) – jako úvod do studia jsme jako předsedové třídy museli společně na příkaz vedoucího katedry umýt schody, které zašlapali naši spolužáci, neboť katedře tehdy vládla uklízečka. Z dalších spolužáků mohu připomenout Jana Sotáka, už tehdy zaníceného badatele, vítěze tří celostátních soutěží SVOČ (Studentská vědecká a odborná činnost) a dnes významného pracovníka Slovenské akademie věd, dále nadšeného a optimistického Milana Urbance a Aleše Rozmánka, později tragicky zesnulého, nerozlučného druhu M. Trnky. Můj kamarád A. Indráček bohužel po druhém ročníku studia skončil. Celkově jsme byli přátelským kolektivem a mnoho jsme společně zažili, hlavně na exkurzích. S Jankem Sotákem jsme také někteří v létě i v zimě putovali po jeho rodném Slovensku.

Univerzita mi nejen značně rozšířila znalosti, ale zároveň mě postupně odvedla od „čistého“ sběratelství minerálů k badání o nich a k publikacím. Ty však byly na škole také spíše pokládány za „výstřelek“, takže jsem v tomto směru začal pracovat až později a těžce sbíral zkušenosti. Vedle solidních vědomostních základů v geologických oborech jsem na škole naopak získal jen málo poznatků mineralogicko-metodické povahy (získávání a zpracování dat), což asi souviselo s malou dostupností přístrojové techniky na ústavu. Malý důraz byl tehdy kladen na znalost psaní vědeckých publikací. Snad to bylo dáno obecnějším zaměřením studia spíše na širší geologickou praxi a ne vědu.

V době studia jsem získal pocit, že bych se měl zaměřit nějakým užším směrem. Vzdle mylné představy, že mineralogie sběratelsky atraktivních moravských pegmatitů je již staršími odborníky v zásadě vyřešena, to byl hlavně problém s dostupností přístrojů a analytiky, proč jsem hledal jiné téma s viditelnými zajímavými minerálními asociacemi. Jak jsem pochopil až po letech, naprosto chybně jsem zahrhl ultrabazika (peridotity, eklogity), která se tehdy dostávala ve světě do kurzu vzhledem k bouřlivému rozvoji deskové tektoniky a zájmu o hlubinné geologické procesy, a vybral si jako svůj hlavní odborný zájem mramory a skarny. Jaroslav Weiss měl pravdu, ale já ho neposlechl. Nicméně jsem zase tak úplně nelitoval, jak se ukázalo později.

Navzdory svým „mineralogickým a regionálně-geologickým zájmům“ v oblasti krystalinika jsem byl víceméně přesvědčen vytvořit diplomovou práci „Petrografie permokarbonských slepenců Boskovické brázd mezi Moravským Krumlovem a Veverskou Bitýškou“. Tehdy jsem netušil, že jde o velmi zajímavé téma, dodnes (!) vědecky nezpracované, ke kterému se ještě jednou snad vrátím. Studium jsem úspěšně zakončil v roce 1981 a přemýšlel jsem, jak se budu žít.

Osud byl ke mně příznivý v podobě prom. historika Jiřího Uhlíře, tehdejšího ředitele Západomoravského muzea (ZMM) a bratra mého učitele ze základní školy, který mi nabídl zaměstnání. V třebičském muzeu prý čekají na geologa (toto místo tam bylo nově zří-

zeno), resp. na to, až dostuduji; měl to tam už dlouho domlouvat doc. J. Staněk. Já sám jsem o možné práci v Západosmoravském muzeu v Třebíči neměl ani tušení a ještě na jaře 1981 jsem zvažoval nástup na geologická pracoviště dolů ve Zbýšově u Brna nebo v Dolní Rožince (interní ani externí aspiranturu mi na škole nikdo nenabídl a vlastně jsem na tehdejší mineralogickou katedru ani moc nechtěl). Takže jsem se pak nemohl dočkat, až nastoupím v Třebíči do *Západosmoravského muzea*, což se stalo před válkou v červnu 1981. První dojmy byly: pohodový kolektiv, svoboda bádání a terénních cest, i když se ode mě očekávala především dokumentace moravských vltavinů.

Přestože v Západosmoravském muzeu nikdy geolog nebyl, tuto problematiku na vysoké úrovni zajišťovala dr. Svatava Ondráčková. Ač profesí botanička, spolupracovala s našimi předními geology, jako byl např. trebičský rodák prof. Jaromír Koutek, významný geolog působící na Karlově univerzitě v Praze. S geologem Karlem Žeberou a mineralogem Vladimírem Bouškou vytvořila sbírku a unikátní expozici moravských vltavinů a později s Josefem Staňkem, Františkem Čechem a Janem Kaláškem expozici Minerály a horniny Třebíčska. Měl jsem tedy na co navazovat. Moje mateřská univerzita nejevila o pomoc svému absolventovi v začátcích, ani později v muzeu, větší zájem.

Pomocnou ruku mi však podala dr. Milada Horáková ze „satelitního“ pracoviště *Geoindustrie Jihlava*, které tehdy bylo v Třebíči. Dovolila mi tam pracovat nejen na polarizačním mikroskopu, ale poskytovala mi i cenné rady v začátcích. Právě od ní jsem, vzhledem ke svému zájmu o skarnovou problematiku, dostal kontakt na významného badatele ing. Dušana Němce, z politických důvodů kdysi „uklizeného“ z brněnské univerzity do jihlavské Geoindustrie. Najednou, na rozdíl od planých slibů mé mateřské univerzity, bylo ledacos bezproblémové: odborné konzultace, spektrální analýzy (mikrosonda tehdy nebyla), rentgeny a zhotovení výbrusů, občas cesty do terénu a společná publikace o hostákovském skarnu v *Časopisu pro mineralogii a geologii*. Na oplátku jsem poskytoval pracovníkům Geoindustrie informace o nových výskytech tehdy jimi vyhledávané skarnové scheelitové mineralizace, zajímavých pegmatitech a lamprofyrech na Třebíčsku. V této době byla moje jednoduchá metoda rozlišování kalcitu a dolomitu barvením „modrou skalici“ používána pracovníky Geoindustrie až v Mosambiku a spolu s M. Trnkou (pracoval tehdy v Geologickém průzkumu v Brně) dotvořena a přijata jako „Zlepšovací návrh“; odměna tehdy činila 300 Kčs.

Později postupně docházelo na zmíněnou *vltavinovou problematiku*. Na nálezy vltavinů ani jejich lokalit „nemám oko“ a za celý život jsem žádnou novou lepší lokalitu neobjevil. A tak jsem pouze zrekonstruoval starší expozici „Moravské vltaviny“, rozšířil trebičskou sbírku vltavinů a tektitů koupěmi (podařilo se mi mj. získat kvalitní moravskou sbírku J. Kafky) a uspořádal samostatně VI. celostátní vltavinovou konferenci (na organizaci VII. a IX. jsem se podstatně podílel). Vltaviny mě také dovedly na moji první mezinárodní konferenci o přírodních sklech v Praze v r. 1987. Kromě několika menších vltavinových příspěvků jsem později s M. Trnkou publikoval v roce 1991 i v současnosti ceněnou monografii „Moravské vltaviny“ a v roce 2002 dosud hojně citovanou práci „Moldavites: a review“.

Hlavními zájmy však zůstávalo *západosmoravské krystalinikum* a terénní výzkumy v nejširším slova smyslu. Podařilo se mi najít různé novinky, např. několik nových lithných pegmatitů, a to Zárubice bohaté topazem, Kracovice s Li-minerály, topazem, hambergitem bohatým fluorem a oxidy Sn, W, Nb..., dále Sedlatice bohaté masivním lepidolitem, Přibyslavice s chudou Li-mineralizací a také ojedinělý malý elbait v Račicích u Hrotovic. Lokalita Kracovice a později nález lamproitu u Šebkovic se ukázaly posléze velmi zajímavé i ze světového hlediska. Za určení toho nejzajímavějšího a za mnoho dobrých rad jsem vděčný převážně výše zmíněnému dr. M. Novákovi, ing. D. Němcovi a zvláště dr. V. Šreinovi (tehdy Geologický ústav ČSAV), s nimž jsem sdílel zájem o skarny a který pro mě zanalyzoval na elektronové mikrosondě minerály z metakarbonátových hornin a skarnů. K dalším osobnostem, kterým vděčím za uvedení do geologické problematiky západní Mo-

ravy náleželi dr. A. Dudek, dr. L. Rejl, dr. D. Minaříková a dr. I. Mrázek. Karel Pošmourný z Ústředního ústavu geologického (dnes České geologické služby), který na Třebíčsku revidoval některé rudní mineralizace pro geologické mapy, mě přivedl k problematice rudních ložisek a historického hornictví. S ním jsem se také dostal do kontaktu s pracovníky geologické služby a podílel jsem se na Vysvětlivkách ke dvěma listům geologických map 1:25 000 (Budiškovice a Okříšky). Za zmínku stojí i můj podíl na Mapě geochemické aktivity hornin 1:50 000, list Třebíč (editor Martin Novák), kdy jsem (místy pod sněhovou pokrývkou) vyhledával místa odběru vzorků.

S Milanem Novákem jsme také v roce 1983 zahájili pravidelné *letní výpravy do jižních Čech* po mramorech a pegmatitech; netušili jsme, že tam budeme mít co objevovat přes 30 let, že tam více než desetkrát pěkně pod širákem promokneme, minimálně jednou málem zapálíme les, nachodíme mnoho kilometrů a vypijeme hodně piva. Zážitek z našich jiho-, středo- i ojediněle západočeských cest by bylo ohromné množství.



Mezi Černou v Pošumaví a Bližnou v r. 2015. Všimněte si dešťových mraků v pozadí, našich věrných jihočeských průvodců (foto M. Novák, rok 2015).

Nádherná bývala i pravidelná výroční setkání muzejníků geologů, pokaždé jinde. Tam také do okruhu mých „mineralogických“ přátel přibyli Jirka Litochleb a později Jirka Sejkora, oba z Národního muzea, kteří pro mě byli významným odborným i lidským přínosem.

Poté přišla „sametová revoluce“. Pro mě znamenala mj. přerušeni a poté ukončení aspirantury na Karlově univerzitě u dr. A. Dudka, kam jsem se těsně předtím přihlásil a složil přijímačky (na nezbytné, tzv. nomenklaturní schválení OV KSC – abych se mohl na aspiranturu vůbec přihlásit – jsem předtím čekal dva roky, a to jsem nebyl žádný disident). Důvodem byla situace, v níž se na nějakou dobu moje zájmy poněkud rozšířily mimo geologii. Vládl tehdy všeobecný optimismus a radost ze svobody, moji kamarádi vstupovali do politiky, různě mě přesvědčovali do všelijakých aktivit. Najednou jsem měl pocit, že bych se měl nějak angažovat, i když nikdy ne přímo v politice. Dokonce jsem se po nějakém váhání nechal nakonec umluvit, zúčastnil jsem se úspěšně výběrového řízení a poté jsem 2 roky vykonával funkci zastupujícího ředitele zmíněného muzea v Třebíči. Přežil jsem ve funkci nestabilní dobu plnou změn a tlaků nových nadřízených, odchod několika schopných pracovníků, tři vloupání a s tím spojené návštěvy na kriminálce, novinářské bláboly a lži, detailní kusovou inventuru sbírek... Brrr ! Posléze jsem pochopil, že se doba zase tolik nezměnila a lidé zůstali stejní, vládu jedné divné strany jen vyměnili za vládu několika divných stran. Takže jsem „politicko-ředitelskou kariéru“ v muzeu a s tím spojené depresivní stavy rychle ukončil a vrátil se opět k minerálům a vltavinům.

Pak se mi ale naskytla možnost pracovat v *Moravském zemském muzeu (MZM)*. V každodenním dojíždění jsem neviděl problém, jen toho volného času ve vlaku na čtení a psaní! A tak jsem 1. 1. 1995, po výběrovém řízení, nastoupil na mineralogicko-petrografické oddělení, které tehdy vedl dr. M. Novák. Teprve zde jsem si uvědomil, jakou výhodou je každodenní styk s odborníky v oboru, ať již přímo na pracovišti, tak na blízké Masarykově univerzitě, na Geologické službě, apod. Je to pěkně vidět na výrazném růstu počtu publikací za jeden rok. Svými lidskými kvalitami a širokým historicko-kulturním rozhledem mě na tomto pracovišti rovněž značně ovlivnila kolegyně dr. A. Pfeiferová. Zapojil jsem se také ve větší míře do různých odborných projektů a grantů, vedených vesměs dr. Novákem. V jedné době jsme jich měli šest a sladit výkazy výsledků včetně dílčího financování bylo chvílemi docela složité. Nejvýznamnějším počinem našeho oddělení bylo brzy poté uspořádání zdařilé mezinárodní konference „Tourmaline 1997“ za účasti řady předních odborníků z celého světa. Podílel jsem se tehdy na organizaci, zpracování a prezentaci některých exkurzních lokalit.

V roce 1999 odešel dr. Novák na přírodovědeckou fakultu Masarykovy univerzity, kde se zakrátko stal profesorem, posléze, po organizačních změnách, ředitelem Ústavu geologických věd. Naše úzká spolupráce však pokračovala a přetrvala dodnes. Já se stal *vedoucím mineralogicko-petrografického oddělení MZM* a tuto funkci jsem vykonával až do konce roku 2013.

Zároveň jsem byl editorem časopisu *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, kde jsem připravil dosud k vydání 17 ročníků (pozn.: za pomoci svých kolegů z mineralogicko-petrografického odd. i zmíněného dr. Nováka – paleontologové z muzea až na výjimky nejevili o vydávání časopisu zájem). Inicivoval jsem a spoluorganizoval tehdy také dvě mezinárodní akce a to IX. konferenci o vltavínech, tektitech a impaktovém procesu ve spolupráci s dr. R. Skálou (tehdy Česká geologická služba) a M. Čadou (Františkovy Lázně, r. 2002), a workshop věnovaný výročí 250 let od popisu granulitu, s dr. V. Janouškem (Náměšť nad Oslavou, r. 2004). V té době mě také nakonec přátelé přesvědčili – hlavně dr. A. Pfeiferová, prof. M. Novák, můj školitel prof. A. Přichystal, doc. J. Leichmann a doc. J. Zeman – abych konečně dokončil doktorát zaměřený na západomoravské mramory; stalo se tak v r. 2004.



Pro jubilanta zcela netypický a vzácný „snímek horský“ – Obergurgl, Alpy, Rakousko, (foto J. Cicha, rok 2013).



Tento růst a významnější mimomuzejní aktivity ukončil postupný nástup neo-normalizace v našem státě, v muzeu samém se přibližně kryjící s nástupem minulého ředitele. Zastavení některých zavedených aktivit, např. veřejnosti oblíbených mineralogických exkurzí, a preference teoretických koncepcí před konkrétní odbornou prací postupně omezilo jakékoliv smysluplné aktivity. K českým „soudruhům“ se postupně přidala mocná byrokracie bruselská – stali jsme se postupně všichni ti, kdo podepisovali projekty, faktury a výkazy vlastně jen „zločinci, které dosud nechytily“. Zadávání specifických odborných služeb a vysoce kvalitních vědeckých analýz se dostalo na úroveň soutěží v nákupu tužek a čisticích prostředků. Několik let jsem sice pracoval na dalších a dalších publikacích, nicméně za silícího pocitu, že mi vzrůstající byrokracie čím dál víc „brání v práci“. Jediným kladem té doby byla změna financování organizace z účelových prostředků Vědy a výzkumu – vzhledem k počtu odborných publikací jsme měli na odbornou činnost vždy dostatek finančních prostředků. Dosáhnout na grantové projekty (GAČR apod.) se, hlavně z výše uvedených důvodů, stalo postupně komplikovaným až nemožným. Podíleli jsme se ve spolupráci s Ústavem geologických věd Masarykovy univerzity na tříletém projektu „Partnerská síť pro spolupráci a aplikace v geoenvironmentálních a geotechnických oborech“, financovaném EU. Znamenalo to mj. uspořádat několika odborných seminářů včetně exkurzí, sestavení příslušných sborníků a vedení několika studentských (bakalářských) prací, ale za neskutečných formálních překážek. Projekt jsme nakonec dokončili úspěšně, hlavně proto, že jej vedli dva mladí schopní pracovníci, dr. P. Hršelová a J. Toman, které jsme na něj mohli zaměstnat.

Bylo nutno postupně výhledově řešit budoucnost mineralogicko-petrografického oddělení obzvláště poté, co jsem se po čtrnácti letech rozhodl ve funkci vedoucího postupně skončit z důvodu věku. Novým vedoucím oddělení se od 1. ledna 2014 stal můj dlouholetý



kolega a spolupracovník na mineralogických výzkumech Mgr. V. Hrazdil, ochotný vstoupit do nepopulárních povinností vedoucího pracovníka. Dnešní situace oddělení dokazuje, že jeho přístup k současným muzejním aktivitám a odborné práci a zároveň i příznivé změny ve vedení Moravského zemského muzea v loňském roce přinášejí do budoucna novou naději pro kvalitní práci na poli moravské muzejní mineralogie.“



Dva poslední vedoucí mineralogicko-petrografického odd. MZM na mezinárodní konferenci IMA v Budapešti (foto P. Gadas, rok 2011).

Jak dosavadní práci jubilanta a jeho publikační a muzejní činnost celkově zhodnotit? Z níže uvedeného *soupisu publikací* vyplývá, že po odchodu z Třebíče do Moravského zemského muzea mu přibýlo vědeckých publikací, zaměřených na různá témata a v současnosti jejich počet přesahuje 300 titulů. Převládají mezi nimi *recenzované regionální publikace*, založené na výzkumu hornin se specifickým složením (mramory, skarny, turmalínové a grafitické horniny), převážně na západní Moravě, v poslední době to jsou rovněž práce zaměřené na historické dolování nerostných surovin v prostoru Českomoravské vrchoviny, zvláště rud drahých kovů. Ty nej kvalitnější by nevznikly bez spolupráce s dalšími spolubadateli, z nichž lze uvést (kromě osob již uvedených) zvláště J. Cempírka, D. Buriánka, J. Leichmanna, M. Vokáče, O. Šrámka a Z. Losose, dále R. Škodu, P. Gadas a R. Čopjakovou z pracoviště brněnské mikrosondy; ostatní spoluautoři jsou uvedeni v seznamu literatury.

Dále lze uvést publikace, které souvisejí s tématy studentů-doktorandů, kterým dělal konzultanta. Z nich lze stručně zmínit, vzhledem k ekologické problematice s vysokou citovaností, problematiku supergenní arzenové mineralizace na historických lokalitách (Dlou-

há Ves u Havl. Brodu, Kaňk u Kutné Hory) a mineralogii prohořelých odvalů v rosicko-oslavanském revíru. Těto problematiky se týkaly i některé prezentace na seminářích Těžební unie. Podílel se rovněž na výzkumu Ba-Mn-bohaté rudní mineralizace v metakarbo-nátech v Dolní Rožince, hydrokarbonátových mineralizací a křemičitých zvětralin serpentinitů na západní Moravě. Tu a tam zavítal i do mimoregionální problematiky (fulgurit z Bedřichova, turmalinity ze Žernosek).

Z jiného typu publikací lze zmínit četná drobná odborná sdělení (výběr je rovněž uveden níže) a také biografie, které zachycují vzpomínky na často málo známé badatele-průkopníky, kteří by neměli být v oboru zapomenuti, protože dobrých vzorů není nikdy dost. Některé publikace a posudky se týkaly také *archeologické a historické problematiky*. Namátkou lze uvést práci o uplatnění nedvědeckých mramorů v historické moravské architektuře (s. dr. Pfeiferovou), popis neolitických kamenných nástrojů ze sillimanitu na západní Moravě, staviva třebíčské baziliky, interpretaci původu vápna využitého při stavbě gotického hradu Rokštejna, popis středověké vápenné pece v Brtnici nebo posudky k objevu románského kostela v Tasově. Pro třebíčskou veřejnost vytvořil několik přehledů věnovaných mineralogicko-geologické problematice města a jeho nejbližšího okolí a pro potřeby odboru životního prostředí Okresního úřadu v Třebíči upřesnil místní geologickou mapu.

Pro jubilanta byla důležitá hlavně *práce v terénu*. Navštívil většinu významných lokalit minerálů a zajímavých hornin na Moravě, ve Slezsku, v jižních a západních Čechách a řadu lokalit méně významných, ledasjaké také sám objevil. K jeho oblíbeným terénům náleží zejména Českomoravská vrchovina a jižní Čechy, naopak nejméně poznával lokality v severních oblastech našeho státu (jak řekl: „*nikdy jsem nebyl na Kozákové*“). Z okolních států věnoval odbornou pozornost vybraným rakouským lokalitám (hlavně mramory) a pouze nahodile navštívil také některé mineralogické lokality v Německu, na Slovensku, v Polsku a v Itálii. Mimo výše uvedené přátele ze svých terénních spolupracovníků zvláště zmiňuje J. Cichu z Prácheňského muzea v Písku a P. Škrdlu z Třebíče.

Zúčastnil se několika mezinárodních konferencí, zejména s postery, méně i s přednáškami. Kromě výše uvedených, na nichž se podstatně organizačně podílel, to byly další „Konference o vltavinech“ a to čtvrtá (Třebíč), pátá České Budějovice) a osmá (Kamenz, Německo) a sedm ročníků „Stříbrné Jihlavy“. Z mezinárodních akcí lze uvést konference „Natural Glasses“ o přírodních sklech (1987) v Praze, „Lepidolite 200“ (1992), dále POCEEL (1998), LERM (2003), IMA v Budapešti (2010), Goldschmidt 2011 v Praze, sjezdy MinPet v Rakousku (Eggenburg 1994, Graz 2013). Z dalších lze jmenovat např. mineralogické středoevropské konference „Magurka 2000“ na Slovensku, Miskolc (2000) v Maďarsku, Szklarska Poreba (2006) v Polsku, pravidelné odborné konference Těžební unie, příp. několik sjezdů České geologické společnosti; na posledním v r. 2015 se podílel na organizaci sjezdové exkurze. Obvyklá je účast oslavence na každoročních „Sjezdech českých a slovenských muzejních geologů“. Na některých se podstatně zúčastnil i organizačně, zejména výklady na exkurzích.

Kromě muzejních výzkumných projektů, financovaných Ministerstvem kultury ČR, dříve dilčích (např. Klasické lokality minerálů na Moravě), je to v poslední době dlouhodobý projekt DKRVO MK 000094862 - institucionální financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZM. Spolupracoval rovněž na dvou projektech financovaných AV ČR (problematika turmalínových mineralizací a tremolitového litotypu mramoru) a GAČR (odraz variské exhumace moldanubika v kulmských slepencích, turmalínová problematika), vedených dr. M. Novákem a dr. J. Kotkovou.

Kromě *typicky muzejní práce* - správa, evidence, inventarizace a rozšiřování sbírek - se mnohokrát věnoval prezentaci mineralogicko-geologických poznatků směrem k nejširší veřejnosti. Samostatnou kapitolu v tomto směru představují jeho dlouholeté kontakty s externími laickými spolupracovníky - sběrateli minerálů. Z jeho zkušenosti vyplývá, že skutečných sběratelů-odborníků (čímž se samozřejmě nemyslí pouze profesionálové a absolventi vysokých škol), tedy těch, kteří nerosty aktivně vyhledávají a zajímají se o jejich složení a původ, je relativně málo. Převládají sběratelé-shromažďovatelé, nezřídka prahnoucí

zejména po informacích, co kde lze najít, aniž by sami byli ochotni nějaký zajímavý údaj sdělit. Objevují se postupně i čistě komerční typy, které jinak minerály nijak nezajímají. Váží si zejména těch sběratelů, kteří jsou ochotni poskytovat nějaký materiál (např. studijní) muzeím, ať již darem nebo koupí. Jejich sběry totiž poskytují užitek a radost nejen badatelům, ale i nešší veřejnosti, a to někdy až po mnoha letech. Není jich málo. Výjimečnou osobností v tomto směru je M. Nepejchal ze Šumperka. Bylo by ovšem možné jmenovat i opačné příklady těch, kteří pouze „vykořisťují“ naleziště a materiál poté pečlivě na léta ukrývají. Snad si jej nakonec berou do hrobu, ale jistojistě mají ke skutečným sběratelům daleko. S návštěvami sběratelů i laických zájemců o minerály v muzeích souvisí určování donesených „kamenů“. V Třebíči i v Brně to byly a jsou minimálně desítky až první stovky návštěv ročně. Od určování nahodilých „kaminků z dovolené“ až po identifikaci minerálů sběratelům a studentům. Samostatnou kapitolou by bylo určování „meteoritů“, ve skutečnosti strusek, železých konkréci a jiných umělých artefaktů.



V plném zaujetí nad kontakty mramorů s granity žulovského plutonu (foto J. Šura 2012).

K práci muzejníka nedílně patří i *výstavy a expozice*. Shodou různých okolností jubilant samostatnou expozici vytvořil pouze v Západomoravském muzeu v Třebíči, a to expozici o mineralogii, geologii a dolování v Jemnici (tehdy pobočka ZMM) a jejím okolí (nedávno byla bez náhrady zrušena). Zásadní byla v tomto směru také rekonstrukce původní unikátní muzejní expozice Moravské vltaviny, umístěné v křížové chodbě bývalého kláštera v Třebíči (rovněž je již zrušena). V Třebíči rovněž vytvořil také několik menších výstav věnovaných mineralogickým přírůstkům, místním ametystům, trebičským sběratelům aj. V Brně inicioval, a se spolupracovníky realizoval, větší a významnější výstavu „Nekonečný příběh mramoru“. S muzejními kolegy se podílel rovněž jak na větších a význačnějších (Kameny zvěrokruhu, Pegmatity – pokladnice drahokamů, Zlato – symbol moci a bohatství),



tak častěji na méně rozsáhlých výstavách jak v MZM (cca 20), tak i v jiných muzeích v ČR - realizace zápůjček minerálů z našich sbírek (Stříbro, Příbram, Prostějov, Opava, Znojmo aj.) a to včetně seminářů Těžební unie (cca 10).

Podílel se také na *přednáškové činnosti a vedení exkurzí*, v průměru asi 2-3 přednášky ročně. Bohatá je jeho spolupráce se školami, dříve hlavně uspořádání a doplnění školních sbírek, později hlavně exkurze, mj. pořádané i pro širokou veřejnost. V Třebíči po 2 roky vedl Mineralogický kroužek při Domě dětí a mládeže. V Brně se svými kolegy dlouho spolupracuje s dětským mineralogickým kroužkem, vedeným K. Psotovou; zmínit lze zvláště pravidelné „Mikulášské nadílky minerálů“. Ve spolupráci s jinými institucemi, např. s Ekologickým střediskem Chaloupky v Nové Brtnici u Třebíče, přednášel na odborných seminářích pro učitele základních škol a účastnil se hodnocení soutěží (např. Celostátní kolo Zlatého listu v r. 2015). Z dalších podobných aktivit lze zmínit např. pomoc při tvorbě naučných stezek, místních turistických průvodců a sestavení školní mapy (býv.) okresu Třebíč včetně vysvětlujícího textu. Pravidelné byly rovněž výklady v muzejních expozicích a na výstavách, v průměru tak 10 ročně.

Průběžně oponuje bakalářské, diplomové a doktorské práce a je členem příslušných zkušebních komisí (celkem cca 5× ročně), až na výjimky na Ústavu geologických věd Masarykovy univerzity v Brně. Tamtéž po 5 let externě přednášel (výběrová přednáška) obor „Montanistika“, věnovaný historickým aspektům ložiskové geologie. Studentům rovněž pomáhá s přípravou prezentací a prvních publikací.

Je členem „Společnosti pro mineralogii a geologii (od r. 1976) a redakčních rad několika regionálních odborných časopisů, zejména Minerálu (od založení v r. 1993), Bulletinu Miner. petr. odd. Národního muzea v Praze a Acta Rerum Naturalium Jihlava. Dlouhodobě recenzuje rukopisy předkládané do odborných časopisů (cca 5× ročně).



S věrnými přáteli medvědy (foto L. Jarošová).

Vzpomínky jubilanta zpracované do tohoto článku zachycují jeho osobní vývoj od nadšeného chlapce dychtícího po nových nálezech a informacích o minerálech v době, kdy jejich množství bylo o mnoho řádů nižší než dnes, až po zkušeného vědce a muzejního pracovníka, který v současnosti pracuje v překotně se rozvíjejícím světě, který je informacemi, mnohdy nadbytečnými až nepravdivými, značně přehlcen. Jeho vzpomínky zároveň odrážejí změny ve vývoji společnosti za posledních cca 50 let, počínaje časy „reálného socialismu“, přes nadšení po listopadových událostech až po určité znechucení v posledních letech z postupně narůstající byrokracie a bujícího formalismu, potlačujících smysluplnou práci. Náš článek je proto formulován poněkud osobněji, než je u biografii zvykem, ale domníváme se, že podobné příspěvky, ač do určité míry jistě subjektivní, jsou potřebné.

Do dalších let přejeme svému spolupracovníku a kamarádovi hlavně pevné zdraví, celkovou pohodu, spolehlivé přátele a dostatek humoru, které mu pomáhaly překonávat překážky na všech životních cestách (nejen těch geologických).

*Milan Novák a Vladimír Hrazdil*

### **Přehled publikací**

#### ***Knihy (kapitoly v knihách)***

Houzar, S. (1990): Geologie okolí Opatova. In: Čtení o Opatovu. – Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, 13–16.

Trnka, M., Houzar, S. (1991): Moravské vltaviny. – Muzejní a vlastiv. společnost v Brně a Západomoravské muzeum Třebíč, 115 p.

Houzar, S. (1997): Geologická stavba, nerosty a těžba nerostných surovin. In: Nekuda, V. (ed). Vlastivěda moravská, Moravskobudějovicko a Jemnicko. – Muzejní a vlastiv. společnost v Brně, 27–47.

Houzar, S. (1999): Geologické a mineralogické poměry širšího okolí Veselí nad Moravou. In: Nekuda, V. (ed). Vlastivěda moravská sv. 66 Veselsko. – Muzejní a vlastiv. společnost v Brně, 9–13.

Gába, Z., Hladilová, Š., Houzar, S., Skupien, P., Vašíček, Z., Ziegler, V. (2002): Geologické vycházky Českou republikou. – Univerzita Karlova, Karolinum, 493 p.

Houzar, S. (2002): Geologie, mineralogie a nerostné suroviny. In: Nekuda, V. (ed). Vlastivěda moravská sv. 67 Moravskotřebovsko a Svitavsko. – Muzejní a vlastiv. společnost v Brně, 9–21.

Houzar, S. (2002): Geologická charakteristika okresu Třebíč a popis MZCHÚ okresu Třebíč – geologie. In: Čech I., Šumpich J., Zabloudil V. a kol.(eds): Chráněná území ČR, sv. VII. Jihlavsko. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 528 p.

Houzar, S. (2007): Geologická stavba Roubaniny a nejbližšího okolí. In: Kučerovská, T., Racek, J. (eds): Roubanina a okolí. Od historie po současnost. Vydala obec Roubanina, 9–10.

Houzar, S. (2007): Neživá příroda Moravskobudějovicka. In: T. Andrejkovič (ed.): Geologické, botanické a zoologické zajímavosti Moravskobudějovicka a Jemnicka. – Město Mor. Budějovice a Kraj Vysočina, 9–20 (včetně doprovodného DVD).

#### ***Impaktované a mezinárodní časopisy***

do roku 2000

Houzar, S., Němec, D. (1985): Skarn se scheelitovým zrudněním u Hostákova na Třebíčsku. – Čas. Mineral. Geol. 30, 4, 409–415.

Novák, M., Houzar, S. (1996): The HT/LP metamorphism of dolomite marbles in the eastern part of the Moldanubicum; a manifestation of heat flow related to the Třebíč Durbachite Massif. – J. Czech Geol. Soc., 41, 3–4, 139–146.

Novák, M., Houzar, S., Šrein, V. (1997): Gahnite-bearing marbles and their significance for regional classification of the eastern part of the Bohemian Massif. – J. Czech geol. Soc., 42, 1–2, 33–40.



- Houzar, S., Novák, M., Selway, J. B. (1998): Compositional variation in tourmaline from tourmalinite and quartz segregations at Pernštejn near Nedvědice (Svratka Unit, western Moravia, Czech Republic) - *J. Czech geol. Soc.*, 43, 1-2, 53-58.
- Novák, M., Selway, J. B., Houzar, S. (1998): Potassium-bearing fluorine-rich tourmaline from metamorphosed fluorite layer in leucocratic orthogneiss at Nedvědice, Svratka Unit, western Moravia. - *J. Czech geol. Soc.*, 43, 1-2, 37-44.
- Houzar, S., Šrein, V. (2000): Variation in chemical composition of V-bearing muscovite during metamorphic evolution of graphitic quartzites in the Moravian Moldanubicum. - *J. Czech. Geol. Soc.*, 45, 1-2, 143-148.
- 2001-2010
- Trnka, M., Houzar, S. (2002): Moldavites: a review. - *Bull. Czech geol. Survey*, 77, 4, 283-302.
- Houzar, S., Novák, M. (2002): Marbles with carbonatite-like geochemical signature from variegated units of the Bohemian Massif, Czech Republic, and their geological significance. - *J. Czech. Geol. Soc.*, 47, 3-4, 103-109.
- Houzar, S., Leichmann, J. (2003): Application of cathodoluminescence to the study of metamorphic textures in marbles from the eastern part of the Bohemian Massif. - *Bull. Geosciences*, 78, 3, 241-250.
- Doležalová, H., Houzar, S., Losos, Z., Škoda, R. (2006): Kinoshitalite with high magnesium content in sulphide-rich marbles from Rožná uranium deposit, Western Moravia, Czech Republic. - *N. Jb. Miner. Abh.*, 182, 2, 165-171.
- Houzar, S., Novák, M. (2006): Clintonite-bearing assemblage in chondrodite marbles from the Moldanubian Zone, western Moravia, Bohemian Massif. - *J. Czech geol. Soc.*, 51, 3-4, 249-258.
- Houzar, S., Sejkora, J., Litochleb, J., Cempírek, J., Cícha, J. (2008): Unusual mineralization with niobian titanite and Bi-tellurides in scheelite skarn from Kamenné doly quarry near Písek, Moldanubian Zone, Bohemian Massif - *J. Geosciences*, 53, 1, 1-16.
- Cempírek, J., Houzar, S., Novák, M. (2008): Complexly zoned niobian titanite from hedenbergite skarn in Písek, Czech Republic, constrained by substitutions  $Al(Nb, Ta) Ti_{-2} Al(F,OH) (TiO)_{-1}$  and  $SnTi_{-1}$ . - *Mineral. Mag.*, 72, 6, 1293-1305.
- Čopjaková, R., Buriánek, D., Škoda, R., Houzar, S. (2009): Tourmalinites in the metamorphic complex of Svratka Unit (Bohemian Massif): a study of compositional growth of tourmaline and genesis relations. - *J. Geosciences*, 54, 221-243.
- 2011-2017
- Krmiček, L., Cempírek, J., Havlín, A., Přichystal, A., Houzar, S., Krmičková, M., Gadas, P. (2011): Mineralogy and petrogenesis of a Ba-Ti-Zr-rich peralkaline dyke from Šebkovice (Czech Republic): Recognition of the most lamproitic Variscan intrusion. - *Lithos*, 121, 74-86.
- Kocourková, E., Šráček, O., Houzar, S., Cempírek, J., Losos, Z., Filip, J., Hršelová, P. (2011): Geochemical and mineralogical control on the mobility of arsenic in a waste rock pile at Dlouhá Ves, Czech Republic. - *J. Geochem. Exploration*, 110, 61-73.
- Hršelová, P., Cempírek, J., Houzar, S., Sejkora, J. (2013): S, F, Cl-rich, mineral assemblages from burned spoil-heaps in the Rosice-Oslavany coalfield, Czech Republic. - *Canad. Mineralogist*, 51, 367-382.
- Groat, L. A., Evans, R. J., Cempírek, J., McCammon, C., Houzar, S. (2013): Fe-rich and As-bearing vesuvianite and wiluite from Kozlov, Czech Republic. - *Amer. Mineralogist*, 98, 1330-1337.
- Cempírek, J., Houzar, S., Novák, M., Groat, L., Selway J., Šrein, V. (2013): Crystal structure and compositional evolution of vanadium-rich oxy-dravite from graphite quartzite at Bítovány, Czech Republic. - *J. Geosciences*, 58, 149-162
- Losos, Z., Kovář, O., Houzar, S., Zeman, J. (2013): Rare hydrated Mg-carbonate - hydroxide assemblage of serpentinite fissures in Hrubšice, western Moravia (Czech Re-

public): a genetic model of its formation. – N. Jb. Miner. Abh. (J. Min. Geochem.), 190, 3, 253–263.

Kocourkova-Viskova, A., Loun, J., Sracek, O., Houzar, S., Filip J. (2014): Geochemistry, secondary minerals and mobility of arsenic in historical waste rock dumps at Kaňk near Kutná Hora, Czech Republic. – Mineralogy and Petrology, 109, 1, 17–33.

Leichmann J., Gnojek I., Novák, M., Sedlák J., Houzar, S., (2017): Durbachites from the Eastern Moldanubicum (Bohemian Massif) – erosional relics of large, flat tabular intrusions of ultrapotassic melts: geophysical and petrological records. – International Journal of Earth Sciences, 106, 1, 59–77.

Buriánek, D., Houzar, S., Krmíček, L., Šmerda, J. (2017): Origin of the pegmatite veins within the skarn body at Vevčice near Znojmo (Gföhl Unit, Moldanubian Zone). – *J. Geosciences*, 62, 1–23, Praha.



Stanislav v kamenolomu na mramor Stanislaw, Polsko, s V. Šreinem (rok 2006).

### *Recenzované regionální časopisy*

1982–1990

Houzar, S. (1982): Příspěvek k poznání výskytů mramorů u Sokolí. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 12, 3–12.

Houzar, S. (1982): Nové primární výskyty scheelitové mineralizace na Třebíčsku. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 12, 37–40.

Houzar, S., Trnka, M. (1983): Hořečnatý skarn s indiciemi polymetalického zrudnění z Třebíče-Boroviny. – Sbor. Geol. průzkumu Ostrava, 27, 8, 139–149.

Houzar, S. (1984): Lokality mramorů a erlanů v moravském moldanubiku. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 13, 9–23.

Houzar, S., Novák, M. (1985): Nový lithný pegmatit ze Zárubic u Třebíče. – Acta Mus. Mo-rav., Sci. nat. 70, 209–210.

Houzar, S. (1985): Příspěvek k petrografii reakčních vápenatých skarnů u Sokolí na Tře-bíčsku. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 14, 9–21.

Houzar, S. (1985): Zpráva o výzkumu šterků na Krochotách u Kozichovic. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 14, 23–25.

Houzar, S. (1986): Alkalicko-živcový syenit z Markvartice u Třebíče. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 71, 221–222.

Houzar, S. (1987): Nový lithný pegmatit z Kracovic u Třebíče. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 15, 1–4.

Houzar, S. (1988): Metasomatické reakční žíly v dolomitických mramorech moravského moldanubika. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 16, 1–10.

Houzar, S. (1988): Geikielit v dolomitických mramorech u Nové Vsi na západní Moravě. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 73, 219–220.

Houzar, S., Pošmourný, K. (1989): Magnetitové zrudnění v pestré skupině moravského moldanubika u Čáslavic, jz. od Třebíče. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 74, 1/2, 59–67.

Houzar, S. (1989): Zpráva o výzkumu vltavínových šterků na Třebíčsku. – Zpr. geol. Výzk. za rok 1986, 61–62.

Houzar, S., Pošmourný, K. (1990): Pokus o rekonstrukci geologické historie vltavínonos-ných sedimentů na Moravě. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 17, 1–12.

Houzar, S., Škrdl, P. (1990): Výskyty zlata v širším okolí Želetavy na jihozápadní Mora-vě. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 17, 21–33.

Houzar, S. (1990): Příspěvek k petrografii vltavínonosných sedimentů mezi Třebíčí a Mo-ravskými Budějovicemi na západní Moravě. – Sbor. V. konf. o vltavínech, 46–51, České Bu-dějovice.

Oliva, M., Houzar, S. (1990): Sillimanitová sekerka z Výčap (okr. Třebíč). – Arch. Rozhledy, 1, 42, 94–95.

Novák, M., Šrein, V., Houzar, S. (1990): Chemical composition of titanite from various calc-silicate rocks and associated pegmatites in the eastern part of the Moldanubicum, western Moravia. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 75, 3–20.

Houzar, S., Šrein, V. (1990): Calcite-andradite microcline from Markvartice near Třebíč. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 75, 3–20.

1991–2000

Houzar, S., Novák, M. (1991): Dolomite marbles at contact of the Moldanubicum and Mo-ravicum in the area between Jasenice and Oslavany. – Acta Mus. Morav. Sci. nat., 76, 83–94.

Houzar, S., Pošmourný, K. (1991): Ag-Pb-Zn rudní mineralizace u Jemnice na jihozápad-ní Moravě. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 76, 95–103.

Houzar, S. (1992): Růžový klinozoisit z Třebenic u Třebíče. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 18, 47–49.

Houzar, S. (1992): Naleziště moravských vltavínů. – Sbor. VI. konf. o vltavínech, Třebíč, 159–166.

- Houzar, S. (1992): Sběrka vltavínů a tektitů v Západomoravském muzeu v Třebíči. – Sbor. VI. konf. o vltavínech, Třebíč, 193–194.
- Houzar, S. (1993): Maghemit obsahující ferolity z Lesůněk u Moravských Budějovic. – Přírod. Sbor. Západomorav. muz., 19, 3–6.
- Houzar, S., Šrein, V. (1993): Chemismus pyroxenů a granátů z hostákovského skarnu. – Přírod. Sbor. Západomorav. muz., 19, 7–12.
- Trnka, M., Houzar, S. (1993): Corundum pegmatite from Pokojovice near Třebíč. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 78, 3–12
- Houzar, S., Šrein, V. (1993): Graphite quartzite with vanadium-bearing tourmaline from Bítovánky near Želetava, western Moravia (A preliminary report). – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 78, 211–212.
- Houzar, S., Šmerda, J., Langrová, A. (1993): Moldavite from Konice near Znojmo. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 78, 209–210.
- Houzar, S. (1995): Grafitické kvarcitty s vanad obsahujícími minerály v moravském moldanubiku. – Zpr. geol. Výzk. Morav. Slez. v roce 1994, 2, 89–90.
- Houzar, S., Šrein, V. (1995): Klinozoisit-epidot z trhlín mramorů, skarnů a amfibolitů jihozápadní Moravy. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 79 (za r. 1994), 9–23.
- Houzar, S. (1996): Nový lepidolitový pegmatit od Sedlatic u Želetavy, záp. Morava – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 80, 47–55.
- Houzar, S. (1996): K problematice těžby zlata na jihozápadní Moravě. – Sborník příspěvků ze semináře „Stříbrná Jihlava 1995“, 3–7.
- Houzar, S. (1996): Vztaž některých ložisek železných rud k ložiskům drahých kovů na jz. Moravě. – Sborník příspěvků ze semináře „Stříbrná Jihlava 1995“, 22–25.
- Houzar, S., Šrein, V. (1996): Manganem bohatý skarn z Meziříčka u Želetavy. – Přírod. Sbor. Západomorav. muz. v Třebíči, 20 (za r. 1995), 1–9.
- Trnka M., Houzar, S. (1996): Reliktní minerály v některých opálech Třebíčska a jejich genetický význam. – Bull. mineral.-petrol. odd. Národ. muz. v Praze, 3, 230–231.
- Houzar, S. (1996): Ametyst z Naloučan u Náměště nad Oslavou. – Bull. miner. petr. odd. Národ. muz. v Praze, 3, 233.
- Houzar, S., Novák, M. (1997): Mramory západní části stráženeho moldanubika mezi Polnou a Chotěboří. – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 81, 53–62.
- Houzar, S. (1997): O historickém dolování na jihozápadní Moravě. – Sbor. „Západní Morava“, Státní okr. archiv, Žďár nad Sázavou a Třebíč, 1, 33–49.
- Houzar, S., Šrein, V. (1997): Almandinový kvarcit z Chotěbudic u Jemnice na jihozápadní Moravě. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 82, 73–78.
- Houzar, S., Kafka, B., Nehyba, S., Vokáč, M. (1997): Vltavínonosné sedimenty v okolí Náměště nad Oslavou. – Přírod. Sbor. Západomor. muz. Třebíč, Sbor. referátů 7. konf. o vltavínech, Znojmo 1996, 31, 125–131.
- Houzar, S., Novák, M., Šrein, V. (1997): Minerální asociace vesuvianu z karbonátových a vápenato-silikátových hornin na Moravě a ve Slezsku. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 82, 21–32.
- Novák, M., Houzar, S., Pfeiferová, A. (1998): Přehled mineralogie, petrografie a historie klasické lokality lepidolitového pegmatitu v Rožné u Bystřice nad Pernštejnem, západní Morava. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 83, 3–48.
- Houzar, S., Šrein, V. (1998): Vltavín z Moravských Bránic. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 83, 53–57.
- Houzar, S. (1998): Historické dolování v okolí Žďáru nad Sázavou a Bystřicku. – Vlastiv. Sbor. „Západní Morava“, Státní okr. archiv, Žďár nad Sázavou a Třebíč, 18–33.
- Houzar, S. (1998): Přehled skarnů moravské části moldanubika. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 6, 77–83.
- Houzar, S. (1998): K historii dolování u Koroužného na západní Moravě. – Sborník příspěvků ze semináře „Stříbrná Jihlava 1998“, 72–79.



- Houzar, S. (1999): Charakteristika mramorů u Jemnice na jz. Moravě. – Geol. Výzk. Mor. a Slez. v r. 1998, 6, 112–114.
- Sejkora, J., Houzar, S., Šrein, V. (1999): Chlorem bohatý hydroxyllelestadit ze Zastávky u Brna. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 84, 49–59.
- Houzar, S., Šrein, V. (1999): Puklinová mineralizace skarnu u Litovan, západní Morava. – Přírod. Sbor. Západoslov. muz. Třebíč, 39, 1–6.
- Sejkora, J., Houzar, S., Šrein, V. (1999): Vanadový wavellit a variscit z puklin grafitických kvarcitů na západní Moravě. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 7, 197–204.
- Šrein, V., Šťastný, M., Šreinová, B., Langrová, A., Litochleb, J., Houzar, S. (1999): Nové výsledky ve výzkumu skarnů Českého masivu. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 7, 221–224.
- Houzar, S., Sejkora, J., Kotrlý, M., (1999): As-mineralizace ze Sumrakova u Telče. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přírod., Jihlava, 14, 25–39.
- Houzar, S., Němečková, M., Novák, M. (2000): Zpráva o výzkumu mramorů u Kuroslep na západní Moravě (olešnická skupina). – Geol. Výzk. Mor. a Slez. v r. 1999, 7, 120–122.
- Houzar, S., Novák, M., Němečková, M. (2000): Distribuce tremolitových mramorů v Českém masivu. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 85, 105–123.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Malý, K., Pfeiferová, A., Sadílek, J. (2000): Charakteristika pozůstatků po starém dolování Ag-Pb-Cu rud ve štěpánovském rudním revíru na západní Moravě. – Vlastiv. Sbor. „Západní Morava“, Státní okr. Archiv, Žďár nad Sázavou a Třebíč, 4, 116–137.
- Novák, M., Šrein, V., Houzar, S., Šťastný, M. (2000): Tourmaline as a petrogenetic indicator of magmatic, metamorphic and hydrothermal processes in the Bohemian Massif. – Acta Montana IRSM AS CR, Series AB, 8, 23–30.
- 2001–2010
- Sejkora, J., Houzar, S., Šrein, V. (2001): Segnitit ze Štěpánova nad Svratkou, západní Morava. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 86, 85–92.
- Houzar, S., Novák, M. (2001): Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnoviséského stáří na Dražanské vrchovině: I. Grafitický kvarcit s vanadovým muskovitem. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 86, 103–109.
- Houzar, S., Sadílek, J., Gregor, F., Hrazdil, V., Pfeiferová, A. (2001): Příspěvek k historii a topografii dolování při západním okraji svratecké klenby moravika (západní Morava). – Sborník příspěvků ze semináře „Stříbrná Jihlava 2001“, 20–29.
- Houzar, S., Novák, M. (2001): Mramory na jihovýchodním okraji Českého masivu. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Odd. Věd přír., 15, 3–33.
- Šrein, V., Houzar, S., Langrová, A. (2001): Boulangerit ze štěpánovského rudního revíru, západní Morava (revize antimonitu). – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 9, 274–276.
- Novák, M., Houzar, S., Němečková, M. (2002): Amfiboly tremolitových mramorů v Českém masivu. – Sborník „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat 2002“, Olomouc, 63–66.
- Hrazdil, V., Houzar, S., Skála, R. (2002): Charakteristika fulguritu z Bedřichova. – Sborník „Mineralogie Českého masivu a Západních Karpat 2002“, Olomouc, 37–40.
- Sadílek, J., Houzar, S., Hrazdil, V., 2002: Stříbrné hory měřínské v 16. století. – Vlastiv. Sbor. „Západní Morava“, 6, 127–136.
- Houzar, S., Malý, K. (2002): Přehled mineralogie, ložiskových poměrů a historie štěpánovského rudního revíru na západní Moravě. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 87, 5–59.
- Filip, J., Houzar, S., Sulovský, P. (2002): Allanit a produkty jeho přeměny ve skarnu a pegmatitu z Rešic. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 87, 87–101.
- Houzar, S., Novák, M. (2002): Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích viséského stáří na Dražanské vrchovině: I. Kalcitické mramory. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 87, 137–144.
- Hrazdil, V., Malý, K., Dobeš, P., Houzar, S. (2003): Pb-Zn mineralizace u Horních Louček na Tišnovsku. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 88, 139–148.



- Vokáč, M., Houzar, S. (2003): Přehled vltavínonosných klastických sedimentů na Moravě. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz. v Třebíči (IX. mezinárod. konf. o vltavínech, tektonice a impaktovém procesu), 41, 19–29.
- Houzar, S., Šrein, V. (2003): Kvarcitické ruly s wollastonitem ve východním okolí Jihlavy, moldanubikum, západní Morava. – Vlastiv. Sbor. Vysočiny, Oddíl Věd přír., 16, 3–11.
- Houzar, S., Leichmann, J., Kapinus, A., Vávra, V. (2004): Mramor s obsahem REE z Horních Dunajovic v lukovské jednotce moravika. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 89, 139–148.
- Sadílek, J., Hrazdil, V., Houzar, S. (2004): Dolování železných rud v okolí hradu Pernštejn na západní Moravě. – „Stříbrná Jihlava 2004“, 145–152.
- Doležalová, H., Houzar, S., Škoda, R. (2005): Minerální asociace forsteritových mramorů s Ba-flogopitem a kinoshitalitem na uranovém ložisku Rožná, moldanubikum, západní Morava. – Acta Mus., Morav., Sci. geol., 90, 75–88.
- Houzar, S., Pfeiferová A. (2005): Nedvědký mramor – významný dekorační kámen v historii Moravy. – Vlastiv. Sbor. „Západní Morava“, Státní okr. archiv, Žďár nad Sázavou a Třebíč, 9, 24–35.
- Houzar, S., Sejkora, J., Šrein, V. (2005): Bustamit z Pb-Zn skarnu v mramorech moldanubika z Meziříčka u Želetavy, západní Morava. – Acta Rerum natur., 1, 1–5.
- Vokáč, M., Houzar, S. (2006): Broušená kamenná industrie z křemen-sillimanitových agregátů na jihozápadní Moravě. – Sborník: Ve službách archeologie VII. Sborník věnovaný 85. narozeninám doc. PhDr. Karla Valocha, CSc., Brno, 29–33, 148–155.
- Houzar, S., Doležalová, H., Novák, M., Hrazdil, V., Pfeiferová, A. (2006): Přehled mineralogie, petrografie a geologie nedvědkých mramorů, svratecké krystalinikum. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 91, 3–77.
- Škoda, R., Novák, M., Houzar, S. (2006): Granitické NYF pegmatity třebíčského platonu. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 91, 129–176.
- Hrazdil, V., Vokáč, M., Houzar, S., Dočkal, P. (2006): Vltavínonosné sedimenty v okolí Lukova u Moravských Budějovic, západní Morava. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 91, 207–217.
- Filip J., Houzar, S., Ottolini, L. (2006): Vesuvian bohatý titanem ze skarnoidů z Nedvědice na západní Moravě. – Bull. mineral.-petrol. Odd. Nár. Muz. (Praha), 13, 125–129.
- Houzar, S., Novák, M. (2006): Výskyt mramorů nedvědkého typu na Klucanině u Tišnova. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2005, 13, 95–97.
- Čopjaková, R., Buriánek, D., Škoda, R., Houzar, S. (2007): Turmalinity jižní části svrateckého krystalinika. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 92, 111–130.
- Opletal, V., Leichmann J., Houzar, S. (2007): Muskovit-plagioklasové polohy v dolomitických mramorech u Prosetína, olešnická skupina, moravikum – ložní intruze aplitů nebo metaevapority? – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 92, 131–142.
- Houzar, S., Škrdla P., Vokáč, M. (2007): Mineralogie zlata z aluviálních sedimentů malých vodních toků mezi Želetavou a Opatovem na západní Moravě. – Acta Rerum natur., 3, 1–10.
- Houzar, S., Buriánek, D. (2007): Grafít-tremolitová hornina z Bačkovic u Jemnice. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2006, 14, 73–75.
- Soukup, M. B., Hajnalová, M., Houzar, S., Votinský, J., Vršek, P. (2007): Vápenická pec na náměstí v Brtnici. – Archeol. Výzk. na Vysočině, 1, 229–243.
- Vokáč, M., Houzar, S., Škrdla P. (2007): Dolování zlata v širším okolí Hor u Předína na západní Moravě: dějiny výzkumů, historie dolování, topografie a archeologie lokalit a přehled geologických poměrů. – Stříbrná Jihlava 2007, Studie k dějinám hornictví a důlních prací, Archeol. Výzk. na Vysočině, Supl. 1, 26–55.
- Kovář, O., Losos, Z., Houzar, S., Zeman, J. (2008): Hydromagnezit, brugnatellit a coalingit v minerální asociaci puklin serpentinitu z kamenolomu „U Pustého mlýna“ u Hrubšic, moldanubikum, západní Morava. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 93, 19–35.
- Čopjaková, R., Vrána, S., Houzar, S., Červený, A., Malec, J. (2008): Zirkonolit, baddeleyit a geikielit v klinohumit-spinel-forsteritových mramorech u okolí Horažďovic a Prachatic, jihozápadní Čechy. – Acta Mus. Morav., Sci. geol. 93, 37–51.



Práce v terénu je někdy náročná - montanistický výzkum v předínském zlatonosném revíru (foto M. Vokáč, rok 2005).

Houzar, S., Šrein, V. (2008): Asociace geikielitu s kasiteritem ve spinelovém mramoru z Třebenic na západní Moravě, moldanubikum. - *Acta Rerum natur.*, 4, 1-6.

Houzar, S., Hrazdil, V. (2009): Nordenskiöldin  $\text{CaSnB}_2\text{O}_6$  z Kozlova u Nedvědice, nový vzácný akcesorický minerál pro nedvědicke mramory. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 94, 61-66.

Čopjaková, R., Houzar, S. (2009): Zirkonolit v mramoru u Krahulova a stáří HT/LP metamorfózy moldanubika v kontaktní aureole třebíčského plutonu. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.* 94, 67-76.

Fojt, B., Houzar, S., Novák, M. (2009): Příspěvek k poznání provenience valounů ve slepencích svrchnovíséského stáří na Dražanské vrchovině: VI. Skarnoid. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.* 94, 129-139.

Hrazdil, V., Houzar, S., Škoda, R. (2009): Zpráva o výzkumu Sn-bohaté minerální asociace s As-vesuvianem v nedvědicke mramoru u Kozlova na západní Moravě, svratecké krystalinikum. - *Geol. Výzk. Mor. Slez. v roce 2009*, 16, 109-113.

Houzar, S., Kadlec, T., Sejkora, J. (2009): Výskyt wollastonitu ve skarnu ve Vlastějovicích, střední Čechy (Česká republika). - *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 17, 1, 37-40.

Houzar, S., Cempírek, J., Fojt, B., Gadas, P., Hrazdil, V., Novák, M., Sejkora, J., Škoda, R. (2010): Přehled nových minerálů nalezených na Moravě a ve Slezsku v letech 1985-2010. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 95, 5-60.

Houzar, S., Gadas, P., Čopjaková, R. (2010): Minerální asociace geikielit-baddeleyit v dolomitických mramorech moravského moldanubika v kontaktní aureole třebíčského plutonu. - *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 95, 71-82.

- Potočková, T., Dolníček, Z., Houzar, S., Škrdla, P., Vokáč, M. (2010): Primární zlatonosná mineralizace v okolí Hor u Předína, západní Morava. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 95, 1, 83–104.
- Kocourková, E., Houzar, S., Hrazdil, V. (2010): Pyromorfit z jihlavského rudního revíru. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 95, 1, 105–120.
- Dokoupilová, P., Houzar, S., Sejkora, J. (2010): Minerální asociace na prohořelých odvalech Rosicko-oslavanského revíru. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 95, 1, 121–140.
- Malý, K., Houzar, S., Štelcl, J. (2010): Stříbro z Helenína (jihlavský rudní revír). – *Acta Rerum natur.*, 8, 1, 55–58.
- Vokáč, M., Houzar, S. (2010): Zlatomlín – středověká úpravna zlaté rudy u Opatova na Třebíčsku. – *Sborník „Argenti Fodina 2008“*, Banská Štiavnica, 35–42.
- 2011–2016
- Hrazdil, V., Houzar, S. (2011): Stříbro z Borovce. – *Acta Mus. Morav. Sci. geol.* 96, 1, 11–18.
- Houzar, S., Cempírek J. (2011): Akcesorický schreyerit ve vanadem bohatém grafitickém kvarcitu z Bitovánek (moldanubikum, západní Morava). – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 96, 2, 35–43.
- Cempírek, J., Houzar, S. (2011): Lithné turmalíny z lepidolitového pegmatitu v Sedlaticích u Telče (moldanubiku, západní Morava). – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 96, 2, 45–52.
- Houzar, S., Kocourková, E., Sejkora, J., Hrazdil, V. (2011): Recentní výkvěty Fe sulfátů na odvalech po těžbě polymetalických rud v Dlouhé Vsi u Havlíčkova Brodu. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 96, 2, 53–67.
- Potočková, T., Dolníček, Z., Houzar, S. (2011): Gamaspektrometrická charakteristika lokalit primární zlatonosné mineralizace v Horách u Předína (západní Morava). – *Geol. Výzk. Mor. Slez. v roce 2010*, 2, 143–147.
- Krmíček, L., Houzar, S. (2012): Výskyt mineralogicky pozoruhodného lamproitu v třebíčském plutonu ve Stříteži u Třebíče. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.* 97, 1, 71–88.
- Potočková, T., Houzar, S., Škrdla, P., Vokáč, M., Dolníček, Z. (2012): Historické dolování zlata na lokalitě Hory-Zákopy, západní Morava. – *Acta Rerum natur.*, 12, 129–137.
- Hrazdil, V., Škrdla, P., Houzar, S., Vokáč, M. (2012): Historické dolování stříbrných rud v Komárovicích u Jihlavy, západní Morava. – *Acta Rerum natur.*, 12, 139–146.
- Krmíček, L., Houzar, S., Krmíčková, M. (2012): Nález lamproitu v třebíčském plutonu ve Stříteži u Třebíče. – *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*, 303, 90–96.
- Potočková, T., Dolníček, Z., Houzar, S. (2012): Primární zlatonosná mineralizace v Horách u Předína (západní Morava) – studium fluidních inkluzí a izotopového složení kyslíku v žilném křemenu. – *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*, 303, 122–127
- Houzar, S., Buriánek, D. (2012): Chloritický hornblendit s olivínem a spinelem z Loukovic u Moravských Budějovic (moldanubikum, západní Morava). – *Geol. Výzk. Mor. Slez. v roce 2011*, 19, 1/2, 145–149.
- Potočková, T., Dolníček, Z., Houzar, S. (2012): Původ fluid primární zlatonosné mineralizace v Horách u Předína (západní Morava). – *Geol. Výzk. Mor. Slez. v roce 2011*, 1/2, 19, 1–2, 162–165.
- Krmíček, L., Houzar, S. 2012: Nález lamproitu v Řípoově u Třebíče, moldanubikum. – *Zpr. geol. Výzk. v roce 2011*, Praha 181–183.
- Houzar, S., Kocourková, E., Hrazdil, V., Toman, J., Cempírek, J. (2012): Topografie historického dolování a rudní mineralizace v oblasti Bílého potoka, západní Morava. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 97, 2, 3–45.
- Losertová, L., Houzar, S., Buřival, Z., Losos, Z. (2012): Wolframit ve šlichových vzorcích lokality Trucbába – Valcha, moldanubikum. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 97, 2, 77–84.
- Buriánek, D., Houzar, S. (2013): Žíly turmalinitů v moldanubiku západní Moravy v okolí Třebíče. – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 21, 1, 67–73.

- Houzar, S., Kopečná, P., Štelcl, J., Vávra, V. (2013): Zelená slída s podílem chromu v balinských slepencích rosicko-oslavanského souvrství (svrchní karbon) u Oslavan. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 1, 3–12.
- Losertová, L., Buřival, Z., Losos, Z., Houzar, S. (2013): Minerální asociace a chemické složení Mg-wolframitu a scheelitu z Cetoraze u Pacova. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 1, 41–48.
- Hrazdil, V., Houzar, S. (2013): Stříbro a zlato v galenitových rudách historicky těžných lokalit na Českomoravské vrchovině. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 2, 3–23.
- Višková, E., Fojt, B., Hrazdil, V., Houzar, S. (2013): Mineralogie magnetit-grunerit-sideritového zrudnění z Radoškova (jednotka Bílého potoka, svratecká klenba, Moravikum). – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 98, 2, 39–50.
- Houzar, S. (2014): Andradit-meionit-pyroxenová hornina v amfibolitu z kontaktu korundového pegmatitu v Pokojovicích, moldanubikum, západní Morava. – *Acta Mus., Morav., Sci. geol.*, 99, 1, 57–68.
- Houzar, S., Šmerda, J., Buriánek, D. (2014): Nový výskyt skarnu v gřohlské jednotce u Vevčic u Jevišovic: minerální asociace skarnu a kontaminovaných amfibolických pegmatitů. – *Geol. Výzk. Mor. Slez. v roce 2013*, 20, 1–2, 62–70.
- Grossmanová, D., Houzar, S., Hrazdil, V. (2014): Zdroje stříbra v prostoru východní části Českomoravské vrchoviny ve 13.–14. století. – *Acta Rerum natur. („Stříbrná Jihlava 2013“)*, 16, 1, 109–120.
- Gadas, P., Hrazdil, V., Novák, M., Houzar, S. (2014): Minerály dutin jednoduchých pegmatitů a muskovitových žil strážeckého moldanubika, Česká republika. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 99, 2, 49–71.
- Grossmannová, D., Houzar, S., Hrazdil, V. (2014): Vztah těžby stříbrných rud v oblasti Českomoravské vrchoviny a moravského mincovnictví ve 13. století. – *Folia Numismatica, Suppl. 28/2 ad. Acta Mus., Morav., Sci. soc.*, 99, 139–162.
- Houzar, S., Cempírek, J., Hrazdil, V., Toman, J., Radoň, M. (2014): Turmalinit z Velkých Žernosek (oparenské krystalinikum, severní Čechy). – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 22, 1, 15–24.
- Toman, J., Sejkora, J. & Houzar, S. (2014): Revize zeolitů v alpské paragenezi z historické lokality Oslavany (Česká republika). – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 22, 1, 46–55.
- Houzar, S., Kršiáková, J., Leichmann, J. (2015): Studium katodoluminiscence, petrografie a charakteristika litologie mramorů moravika (jednotka Bílého potoka, svratecká klenba, Český masiv). – *Acta Mus., Morav., Sci. geol.*, 100, 1, 43–60.
- Houzar, S. (2015): Zinkem a baryem bohaté minerální asociace (sfalerit – Zn-spinel – hyalofán – Ba-flogopit) z mramoru u Čichova na západní Moravě (moldanubikum). – *Acta Rerum natur.*, 18, 1–7.
- Buriánek, D., Houzar, S., Hrazdil, V., Koničková, Š., Toman, J. (2015): Výskyt velkých krystalů almandinu v rulách při kontaktu moldanubika a moravika u Senorad na západní Moravě. – *Acta Mus., Morav., Sci. geol.*, 100, 2, 17–28.
- Koničková, Š., Losos, Z., Houzar, S. (2015): Geneze zelené plazmy – specifického mikrokrystalického křemičitého produktu zvětrávání serpentinitů (moravské moldanubikum, Český masiv). – *Bull. mineral. petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 23, 1, 81–91.
- Hrazdil, V., Houzar, S., Sejkora, J., Koničková, Š., Jarošová, L. (2016): Linarite from the Ag-Pb ore deposit at Kletné near Suchdol nad Odrou (Jeseniky Culm, Vítkov Highlands). – *Acta Mus. Siles. Sci. Natur.*, 65, 88–96.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Koničková, Š., Dočkal, P., Šmerda, J., Toman, J. (2016): Vltavíny v neogenních a pleistocenních štěrcích z okolí Jevišovic na Znojemsku. – *Zpr. Geol. Výzk.*, 49, 31–35.
- Houzar, S., Cícha, J. (2016) Chondroitové a klinohumitové mramory podolského komplexu na Písecku a jejich fluorem bohatá Mg-Si-Ti-Ba-Zr minerální asociace (moldanubikum, Český masiv). – *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)* 24, 1, 33–45.



Koničková, Š., Losos, Z., Hrazdil, V., Houzar, S., Všianský, D. (2016): Mineralogie „očkových“ opálů z Nové Vsi u Oslavan (moldanubikum, Český masiv). – Bull. mineral. – petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 24, 2, 144–152.

Houzar, S., Hršelová, P. (2016): Přehled výzkumů permokarbonských sedimentů boskovické brázd mezi Moravským Krumlovem a Veverskou Bitýškou: I. historie dolování a mineralogické poměry. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 101, 1–2, 3–32.

Houzar, S., Šmerda, J. (2016): Diopsidový skarn v mramorech vranovské jednotky u Vranova nad Dyjí (moravikum, Český masiv). – Thayensia, 13, 3–13.



Geologická bádání vyžadují někdy výzkumy v náročném terénu (Rocca Castellata, Itálie, foto J. Cicha, rok 2013).

Houzar, S., Hršelová, P., Gilíková, H. Buriánek, D., Nehyba, S. (2017, v tisku): Přehled historie výzkumů permokarbonských sedimentů jižní části boskovické brázd: II. Geologie a petrografie. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 102, 1–2, 3–65.

Houzar, S., Gregor, F. (2017, v tisku): Stříbronosná Pb-Zn mineralizace při východním okraji moldanubického plutonu v okolí Telče. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 102, 1–2, 79–97.

#### ***Drobné odborné publikace (nerecenzované)***

Houzar, S. (1985): Zelený muskovit s obsahem vanadu od Štěmech a Lesné na západní Moravě. – Čas. Mineral. Geol., 30, 4, 434–435.

Houzar, S. (1990): Scheelit z třebíčského masivu u Vladislavi. – Naším krajem 1, 1, 61, Třebíč.

Houzar, S. (1990): Nálezy vanadového muskovitu a vanadového wavellitu na Třebíčsku. – Naším krajem 1, 1, 62, Třebíč.

Werner, M., Houzar, S. (1990): Nález vltavínu u Náměště nad Oslavou. – Naším krajem 1, 2, 90–91, Třebíč.



- Houzar, S. (1991): Těžba drahých kovů na jihozápadní Moravě. – Naším krajem, 4, 3–8, Třebíč.
- Houzar, S. a Pošmourný, K. (1991): Stříbrem bohatý tetraedrit – freibergit u Jemnice na jihozápadní Moravě. – Naším krajem, 2, 4, 56, Třebíč.
- Houzar, S. (1993): Nový pegmatit s Li-mineralizací z Přibyslavic u Třebíče. – Naším krajem 3, 5, 32.
- Houzar, S. (1994): Železná ruda u Loukovic – Naším krajem 4, 6, 76–77, Třebíč.
- Houzar, S. (1994): Zajímavý vltavín z Krochot u Kožichovic. – Minerál, 2, 5, 206–207, Brno.
- Houzar, S. (1994): O některých sklech z vltavínonosných sedimentů na Moravě. – Minerál, 2, 5, 207, Brno.
- Houzar, S. (1994): Minerály v grafitických horninách západní Moravy. – Minerál, 2, 6, 259–260.
- Houzar, S. (1995): Vanadový turmalín v grafitickém kvarcitu u Bitovánek – Minerál 3, 3, 167–168.
- Houzar, S. (1996): Opuštěné doly na Kukáči u Chotěbudic. – Naším krajem, 7, 27, Třebíč.
- Houzar, S. (1996): Naleziště prehnitu a zeolitů pod Templštejnem u Jamolic – Minerál 4, 2, 122–123.
- Houzar, S. (1996): Hyalit z okolí Moravských Budějovic. – Minerál 4, 4, 240–241.
- Houzar, S. (1996): O některých méně známých nalezištích opálů na západní Moravě. – Minerál, 4, 4, 247–249.
- Houzar, S., Novák, M. (1997): Charakteristika mramorů podél východního okraje Českého masívu. – Přehled výsledků geol. prací na ochranu horninového prostředí v roce 1996 MŽP ČR, 54–55.
- Houzar, S. (1997): Historické naleziště křemene-křišťálu ve vápencovém lomu v Nové Vsi u Třebíče. – Minerál, 5, 1, 29–30.
- Houzar, S. (1997): Křišťál a záhněda v pelosideritech rosicko-oslavanské pánve. – Minerál, 5, 1, 34.
- Houzar, S. (1998): Přehled minerálů z grafitických hornin na západní Moravě. – Minerál, 6, 5, 335–339.
- Houzar, S. (1998): K historii těžby grafitu na ložisku Velké Tresné. – Minerál, 6, 5, 340–341.
- Houzar, S. (1998): Klinohumit – typický minerál moldanubických mramorů. – Minerál, 6, 6:431–433.
- Houzar, S. (1999): Přehled minerálů amfibolitového lomu v Mirošově na západní Moravě. – Minerál, 7, 4, 294–296.
- Houzar, S., Sejkora, J. (1999): Minerály z hořících hald v Zastávce u Brna a Oslavanech – přehled současného stavu výzkumu. – Minerál, 7, 5, 410–414.
- Houzar, S. (2000): Minerály skarnu v Rešicích na západní Moravě. – Minerál, 8, 4, 326–328.
- Houzar, S., Novák, M. (2001): Minerály nedvědeckých mramorů. – Minerál 9, 2, 104–107.
- Houzar, S. (2001): Tremolit a další amfiboly v mramorech olešnické skupiny svratecké klenby moravika. – Minerál, 9, 5, 329–331.
- Houzar, S. (2001): Staré dolování a pyritové zrudnění na Jonášově kopci nedaleko Lhoty u Olešnice. – Minerál, 9, 5, 337–339.
- Vokáč, M., Houzar, S. (2002): Jemnice, mladý paleolit. – Přehled výzkumů, 43 (za r. 2001), 131.
- Vokáč, M., Houzar, S. (2002): Menhartice, neolit. – Přehled výzkumů, 43 (za r. 2001), 161.
- Houzar, S. (2003): Minerální asociace leukokratických migmatitů na kontaktu trebičského masívu v Třebíči „U Kostelíčka“. – Minerál, 11, 5, 334–336.
- Houzar, S. (2004): Chondroitový mramor a skarny od Štěpánovic u Třebíče. – Minerál, 12, 4, 270–271.
- Sejkora, J., Houzar, S., Šrein, V. (2004): Vanadový wavellit na západní Moravě. Minerál, 12, 6, 432–434.

- Houzar, S. (2005): Pokojovice u Třebíče – klasická lokalita korundu na Moravě. – *Minerál*, 13, 1, 23–25.
- Houzar, S., Vokáč, M. (2005): Pádové pole moravských vltavinů a jeho vývoj. – *Minerál*, 13, 2, 99–101.
- Houzar, S. (2006): Výskyt mramorů, skarnů a pestrých reziduí s opály v Třebíči-Borovně. – *Minerál*, 14, 6, 438–443.
- Houzar, S., Peštál F. (2006): Naleziště chondroditu v mramorech v Sokolí u Třebíče. – *Minerál*, 14, 6, 447–451.
- Houzar, S. (2006): Scheelit ze skarnů u Slavic a Hostákova na Třebíčsku. – *Minerál*, 14, 6, 457–458.
- Houzar, S., Hrazdil, V. (2006): Pokusy o těžbu drahých kovů na moravské straně Českomoravské vrchoviny v letech 1700–1900. Sbor. přednášek z konference „Mezi Jihlavou a Vidní 1700–1900“, 27–30.
- Houzar, S. (2008): Dolování stříbra v Jemnici na Třebíčsku na lokalitě „U Haviřských jam“. – *Minerál*, 16, 3, 205–208.
- Houzar, S., Vokáč, M. (2008): Třebíč-Videňský rybník, klasická lokalita moravských vltavinů. – *Minerál*, 16, 2, 130–133.
- Vokáč, M., Škrdla, P., Houzar, S. (2009): Goldberg (Hory u Předína) – zlatokopecká osada z 16. století. – *Naším krajem*, 13, 79–81, Třebíč.
- Hrazdil, V., Houzar, S. (2009): Výskyt malayaitu ve skarnoidech u Nedvědice na západní Moravě. – *Minerál*, 17, 3, 228–230.
- Houzar, S., Cícha, J. (2009): Chondrodit v mramorech v okolí Písku, jižní Čechy. – *Minerál*, 17, 4, 316–319.
- Cícha J., Houzar, S. (2009): Geologie písecké pegmatitové oblasti. – *Minerál, Speciál „Písecké pegmatity“*, 4–7.
- Houzar, S., Cempírek, J., Hrazdil, V., Novák, M., 2009: Nález nového lithného pegmatitu z Hrotovic na západní Moravě. – *Minerál*, 17, 6, 500–503.
- Čopjaková, R., Houzar, S. (2010): Cr-spinely v peridotitech od Drahonína a Hrubšic. – *Minerál*, 18, 1, 40–42.
- Houzar, S. (2010): Spinel z Číhalína a Nové Vsi u Třebíče, západní Morava. – *Minerál*, 18, 1, 69–71.
- Houzar, S. (2013): Anhydrit ze svrchnokarbonských sedimentů rosicko-oslavanské pánve. – *Minerál*, 21, 3, 195–198.
- Houzar, S., Bohatý, M. (2014): Písmenková žula. – *Minerál*, 22, 3, 200–203.
- Houzar, S. (2014): Uranové slidy v granitech moldanubického plutonu v okolí Mrákotina u Telče. – *Minerál*, 22, 3, 225–228.
- Houzar, S., Novák, M., Radková P. (2016): Minerály metakarbonátových hornin z okolí Černé v Pošumaví. – *Minerál Speciál (Černá v Pošumaví a okolí 2016)*, 52–60.
- Houzar, S. (2016): Grafitické horniny v okolí Černé v Pošumaví a jejich minerály. – *Minerál Speciál (Černá v Pošumaví a okolí 2016)*, 82–89.
- Houzar, S., Novák, M. (2017): Lithný pegmatit „U bílého kamene“ z Puklic u Jihlavy. – *Minerál*, 25, 2, 123–130.
- Houzar, S. (2017): Hatchettin a válaít – organické substance z rosicko-oslavanské kameňohelné pánve. – *Minerál*, 25, 2, 141–145.

#### **Abstrakta a exkurzní průvodce**

- Houzar, S., Pošmourný, K., Rajlich, P. (1988): Geological setting of the moldavite-bearing sediments in western Moravia, Czechoslovakia. – *Proc. Sec. Inter. Conf. on Natural Glasses*, 281–286.
- Houzar, S. (1993): Třebíč – West Moravian Museum – Moravian Moldavites. – In. *Excursion Guide, 27th Geological meeting ČGS and SGS*, 15–17, Brno.

- Houzar, S. (1993): Building Stones used in the St. Procopius Basilica. In: Excursion Guide, 27th Geological meeting ČGS and SGS, 19, Brno.
- Högelsberger H., Houzar, S., Novák, M. (1994): Marbles along the eastern margin of the Moldanubicum – A contribution to its regional classification. – *Mitt. Österr. Miner. Gesell.*, 139, 315–316.
- Houzar, S., Novák, M. (1995): Moldanubian marbles and regional subdivisions of the Moldanubicum. – *J. Czech geol. Soc.*, 40, 3, 15.
- Novák, M., Houzar, S. (1995): The HT/LP metamorphism of dolomite marbles, an indication of a heat source in the area of the Třebíč Massif. – *J. Czech geol. Soc.*, 40, 3, 33.
- Selway, J., Hawthorne F. C., Novák, M., Houzar, S. (1996): V-bearing dravite from Bitovánky, Czech Republic. – Program with Abstract, GAC-MAC meeting Winnipeg 1996.
- Houzar, S. (1996): K otázce vymezení gföhlské jednotky na Moravě. – Sbor. abstraktů semináře Skup. tektonických studií, 16, Jeseník.
- Šmerda, J., Houzar, S., Houzarová, H. (1996): Exkurzní průvodce VII. vltavínové konference. – *Jihomorav. muz. Znojmo a Západo-morav. muz. Třebíč*, 6 p.
- Novák, M., Selway J. B., Houzar, S., Uher P. (1997): Nedvědice. Leucocratic orthogneiss, mica schists layers and fluorite-dominant layer with abundant tourmaline. – Field trip guidebook „Tourmaline 1997“, 39–46.
- Houzar, S., Novák, M., Selway J. B. (1997): Pernštejn near Nedvědice. Metamorphosed tourmalinites in mica schists. – Field trip guidebook „Tourmaline 1997“, 71–76.
- Houzar, S., Selway J. B. (1997): Bitovánky near Třebíč. Graphite quartzite with minor V-bearing muscovite and accessory V-rich dravite. – Field trip guidebook „Tourmaline 1997“, 85–91.
- Houzar, S., Sulovský, P. (1998): Hrubšice – serpentinite weathering. – Field Trip Guide 15th CCMP Brno, 13–17.
- Houzar, S., Novák, M. 1998: Fluorine-enriched rocks on exocontact of the Třebíč Durbachite Massif: evidence from underlying chondrodite marbles. – *Acta Univ. Carol., Abstract Vol. conf. POCEEL Praha* 42, 2, 267.
- Houzar, S., Vokáč, M. (1999): Entwicklung des Streufelds und Verbreitung der Moldavite in Westmähren. – 8.Tagung über Moldavite, Schrift. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden, 10, 44–45.
- Houzar, S., Losos, Z., Hladíková, J., Vávra, V. (1999): Graphite with inorganic isotopic signature from marble xenoliths in Třebíč Massif (Moldanubicum). – *Berichte der Deutsch. Mineral. Gesellsch. (Eur. J. Mineral.)*, 11, 1, 109.
- Houzar, S. (2000): Použití katodoluminiscence při studiu mramorů východní části Českého masivu. – *Abstrakta mineral. petrogr. symp. „Magurka 2000“*, GÚ SAV, 12.
- Houzar, S., Leichmann, J. (2000): Application of cathodoluminescence microscopy to the study of metamorphic reactions in marbles; examples from Moravian Zone. – *Acta Miner. Petrogr. Univ., Szeged*, 41, 53.
- Houzar, S. (2000): Seminář geologů muzeí České a Slovenské republiky v Třebíči – Průvodce po exkurzních lokalitách. – *Bull. mineral-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 8, 290–294.
- Kotková, J., Novák, M., Leichmann, J., Houzar, S., 2001: Nature and provenance of the exotic rock types from the Lower Carboniferous Conglomerates (eastern Bohemian Massif). – *Geolines*, 13, 81–82.
- Kotková, J., Leichmann, J., Novák, M., Houzar, S. (2002): Odras exhumace variské spodní kůry ve složení krystalinických hornin kulmských slepenců Dražanské vrchoviny. – *Abstrakta konf. „Moravskoslezské paleozoikum“*, 19–20, Brno.
- Kotková, J., Leichmann, J., Novák, M., Houzar, S. (2002): Crystalline Rock Clasts from the Visean Conglomerates – the Missing Link in the Evolution of the Moldanubian Zone? – *Geolines*, 14, 48–49.
- Čada, M., Houzar, S., Hrazdil, V., Skála, R. (2002). Exkurzní průvodce a abstrakta IX. konference o vltavínech, tektitech a impaktovém procesu. – *Františkovy Lázně*, 1–22.

- Houzar, S. (2002): Pádové pole moravských vltavínů a jeho vývoj. – Abstrakta IX. konference o vltavínech, tektitech a impaktového procesu, Františkovy Lázně, 35–36.
- Vokáč, M., Houzar, S. (2002): Přehled vltavinonosných štěrků na Moravě – Abstrakta IX. konf. o vltavínech, tektitech a impaktového procesu, Františkovy Lázně, 63–65.
- Houzar, S., Henry, D. S., Novák, M. (2003): Locality No. 2 Nedvědice I – Calcite marble and Ca-skarn. – In Novák, M. (ed.): Field trip guidebook LERM 2003, 17–22.
- Filip J., Houzar, S. (2003): Characterization of reaction textures in skarn near Rešice, Moldanubicum, Western Moravia. – Mitt. Österr. Miner. Gesell., 148, 138–139.
- Houzar, S., Šrein, V. (2003): Wollastonit-obsahující horniny ve východní části moldanubika a jejich význam pro diskusi regionální metamorfózy této oblasti. – Zborník abstraktov z konf. „Petrológia a jej aplikácie: súčasnosť a perspektívy“, Universita Komenského Bratislava, 16.
- Houzar, S., Škrdla, P., Vokáč, M. (2004): Opatovsko-svojkovický zlatonosný revír na západní Moravě. – Exkurzní průvodce, seminář „Stříbrná Jihlava“, 1–9, Jihlava.
- Houzar, S. (2004): Komárovice u Jihlavy. – Exkurzní průvodce, seminář „Stříbrná Jihlava“, 10–12, Jihlava.
- Janoušek, V., Holub, F. V., Houzar, S., Jelínek, E., Leichmann, J., Medaris G., Novák, M., Vrána S. (2004): International workshop on petrogenesis of granulites & related rocks. Excursion Guide & Abstract Volume. – Moravian Museum Brno, 72 p.
- Houzar, S., Šrein, V. (2004): Wollastonit-obsahující horniny ve východní části moldanubika a jejich význam pro diskusi regionální metamorfózy této oblasti. – Mineralia Slovaca, 36, 2, 10.
- Doležalová H., Houzar, S., Losos Z. (2005): Barium micas and manganese-rich sphalerite in sulphide-bearing dolomite marble from Rožná Uranium deposit, Czech Republic: an example of Ba and Mn partitioning during regional metamorphism. – Polskie towarzystwo mineralogiczne, Prace Specialne, 25, 63–66.
- Houzar, S. (2005): Vltavíny a tektity – jejich naleziště a vznik. – In: Breiter, K. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. sjezdu České geol. spol., Slavonice, 45–47.
- Hrazdil, V., Houzar, S. a Holický, I (2005): Sn-mineralizace skarnoidů v nedvědických mramorech (svratecké krystalinikum, západní Morava). – In: Breiter, K. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. sjezdu České geol. spol., Slavonice, 49.
- Melichar, R., Houzar, S. (2005): Lokalita č. 1. Jemnice – opuštěné kamenolomy „Na Jemnickách“ a „U borovice“: deformované mramory a amfibolity moldanubika – In: Breiter, K. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. sjezdu České geol. spol., Slavonice, 137–140.
- Houzar, S. (2005): Lokalita č. 2. Hory u Předína – Ve Štulni: pozůstatky po středověkém dolování zlata. – In: Breiter, K. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. sjezdu České geol. spol., Slavonice, 140–142.
- Opletal, V., Houzar, S., Leichmann J. (2005): Turmalín-skapolitové polohy v mramorech olešnické skupiny moravika: metaevapority nebo ložní intruze oligoklasitů? – In: Breiter, K. Sborník abstrakt a exkurzní průvodce 2. sjezdu České geol. spol., Slavonice, 78.
- Cícha, J., Houzar, S., Litochleb, J., Novák, M. (2005): Exkurzní průvodce po mineralogických a geologických lokalitách. – Živec 2005 – seminář geologů muzei ČR a SR, Prácheňské muzeum v Písku, 50 p.
- Cempírek, J., Houzar, S., Novák, M., Selway J. B., Šrein, V. (2006): Vanadium-rich tourmaline from graphitic rocks at Bítoványky, Czech Republic; compositional variation, crystal structure. – Mineralogia Polonica, Special papers, 28, 39–41.
- Houzar, S., Novák, M. (2006): Fluorine-rich clintonite in chondrodite marbles from the Moldanubian Zone, Czech Republic. – Mineralogia Polonica, Special papers, 28, 92–94.
- Švardalová, L. Trnka, M., Houzar, S. (2007): Muong Nong type moldavites. – 6th Internat. Confer. PhD Students, Natural Sciences, Miskolc, 13–18.
- Čopjaková, R., Buriánek, D., Škoda, R., Houzar, S., Novák, M. (2007): Turmalinity jižní části svrateckého krystalinika. – In. Breiter, K. (ed). Sborník abstraktů a exkurzní průvodce 3, sjezdu České geol. společnosti, Volary, 16.

- Houzar, S., Hrazdil, V. (2007): Mineralogicko-geologický monitoring těžby nerostných surovin. – Sbor. odb. semináře „Monitoring stavu životního prostředí v lomových provozech“, 78–81.
- Hrazdil, V., Houzar, S. (2007): Důlní díla v Jezdovicích u Jihlavy – minulost a současnost. – Sbor. odb. semináře „Vztah těžby a územního plánování“, 43–46.
- Houzar, S., Kocourková, E., Hrazdil, V., Cempírek, J. (2008): Recentní minerální fáze vysrážené z podzemních vod dotčených dobýváním nerostných surovin. – Sbor. odb. semináře „Nařízení REACH, Směrnice o povrchových vodách a Rámcová směrnice o vodách“, 47–50.
- Švardalová, L., Skála, R., Trnka, M., Houzar, S., Novák, M. (2008): Extremely heterogeneous Muong Nong type moldavites. – *Lunar Planet. Sci.*, 39, no. 1962.
- Houzar, S., Novák, M., Cempírek, J. (2008): Two-stage evolution of niobian titanite from hedenbergite vein skarn at Písek, Moldanubicum, Bohemian Massif. – *Mineralogia – Special Papers*, 32, 75.
- Čopjaková, R., Houzar, S., Vrána, S., Škoda, R. (2010): Zirkonolit, vhodný minerál pro CHIME datování metamorfních událostí v mramorech. – Abstrakt konference „Datovanie 2010“, ŠGÚDŠ Bratislava, 2 str. (nestránkováno).
- Kovář, O., Losos, Z., Houzar, S., Zeman, J. (2010): Rare hydrocarbonates in mineral assemblage of fissures in serpentinite at Hrubšice, Moldanubian zone, western Moravia. – Abstract IMA Budapest, GM 70G, 429.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Škoda, R., Cempírek, J. (2010): Partitioning of As and Sn among apatite, vesuvianite, Ca-garnet and malayaite in calc-silicate rocks. – Abstract IMA Budapest, GM 72, Accessory minerals, 456.
- Houzar, S., Hršelová P., Cempírek J., Sejkora, S. (2011): F, Cl-rich mineral assemblages from burned spoil-heaps in the Rosice-Oslavany coalfield, Czech Republic. – *Mineral. Mag.*, 75, 3, 1049 (Goldschmidt Conference Abstracts).
- Hrazdil, V., Houzar, S., Cempírek J. (2011): Tin-bearing skarns with As mineralization at the south-eastern margin of the Bohemian Massif. – *Mineral. Mag.*, 75, 3, 1052 (Goldschmidt Conference Abstracts).
- Kocourková E., Sracek O., Houzar, S., Cempírek J., Losos Z., Filip J., Hršelová P., (2011): Arsenic mobility in a waste rock pile at Dlouhá Ves, Czech Republic. – *Mineral. Mag.*, 75, 3, 1207 (Goldschmidt Conference Abstracts).
- Skála, R., Trnka, M., Houzar, S. (2011): Moldavites – the Czech tektites. In: Janoušek, V., Skála, R.: Bohemian geological enigmas: Variscan High-pressure Granulites, Ultrapotassic Magmatites and Tektites. – *Goldschmidt 2011, post-conference field trip*, 28–38.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Toman, J. (2013): Dravite-schorl evolution in tourmalinite from Oparno Crystalline Complex, Saxothuringicum. – *Mitt. Österr. Miner. Ges.*, („MinPet 2013“ abstracts, Graz), 159, 68.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Novák, M. (2014): Field stop B2 Líšná near Svratka, Fe-skarn, and pegmatite. In: Gadas, P. (editor): CEMC 2014 Field trip guidebook 42–44, Masarykova univerzita.
- Pertoldová, J., Houzar, S., Buriánek, D. (2014): Field stop D1 Nedvědice, Calcite marbles of the Svratka unit with deformed skarns, metasomatites. In: Gadas, P. (editor): CEMC 2014 Field trip guidebook 89–91, Masarykova univerzita.
281. Hrazdil, V., Houzar, S., Loun, J. (2014): Field stop D2 Borovec near Štěpánov nad Svratkou, base-metal deposit: old dumps with hydrothermal veins and secondary phases. In: Gadas, P. (editor): CEMC 2014 Field trip guidebook 92–96, Masarykova univerzita.
- Houzar, S. (2015): Mramory při hranici moldanubika a moravika v prostoru Břežník – Oslavany. – *Sborník abstrakt (Otevřený geologický kongres ČGS a SGS, Mikulov 2015)*, 41.
- Buriánek, D., Gilíková, H., Houzar, S., Verner, K., Kuchovský, T., Šmerda, J. (2015): Geologický vývoj východní části Českého masivu. In: Bubík et al. (eds): *Exkurzní průvodce k Otevřenému geologickému kongresu ČGSpol a SGS, Mikulov. – Česká geologická společnost*, 3–22.





Vápence v lomu Kotouč u Štramberka – nemetamorfované, ale zato s pěknými krystaly kalcitu (foto V. Hrazdil, rok 2012).

### ***Biografie***

Houzar, S. (1982): František Hružza 1929–1982. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 12, 1–2.

Houzar, S., Ondráčková, S. (1984): Osmdesátiny RNDr. Jana Kaláška. – Přírod. Sbor. Západo-morav. muz., 13, 7–8.

Houzar, S., Pfeiferová A. (1996): 150 let od narození významného moravského mineraloga dr. Františka Dvorského. – Minerál, 4, 5, 360–362.

Houzar, S., Pfeiferová A. (1996): Osobnosti Moravského zemského muzea. Dr. F. Dvorský – významný moravský mineralog. – MZM Brno.

Houzar, S., Pfeiferová A. (1997): Prof. Dr. František Dvorský; 1846–1917 – Acta Mus. Morav., Sci. nat., 81, 431–433.

Houzar, S., Novák, M. (1997): K sedmdesátinám doc. ing. Dušana Němce – Bull. miner. petr. odd. Národ. muz. v Praze, 4–5, 288–295.

Houzar, S. (1998): Zemřel mineralog RNDr. Tomáš Kruťa, CSc. – Acta Mus. Morav., Sci. geol., 83, 177–179.

Houzar, S. (2001): Zemřel Doc. Ing. Dušan Němec. – Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 9, 352.

Houzar, S. (2002): Prof. Dr. Jaromír Koutek (1902–1983) a jeho vztah k mineralogii. – Minerál, 10, 2, 88–90.

Houzar, S. (2002): Arnošt Hanisch (1839–1922) a jeho přírodovědné sbírky. – Minerál, 10, 2, 158–160.

Houzar, S. (2002): Zemřel doc. ing. Dušan Němec. – Acta Mus. Morav., Sci. Geol., Sci. geol., 87, 221–222.

- Houzar, S. (2003): 50 let od vydání Burkartova díla „Moravské nerosty a jejich literatura“ – *Minerál*, 11, 4, 298–230.
- Houzar, S. (2003): Mineralogie hadce u Mohelna (zamyšlení nad příspěvkem Františka Peštála st. k výzkumu mohelenského hadcového tělesa). – *Minerál*, 11, 5, 323–328.
- Houzar, S. (2003): Vzpomínka na Františka Peštála (1903–1977). – *Minerál*, 11, 5, 386–387.
- Houzar, S., Pfeiferová, A. (2006): RNDr. Tomáš Kruťa, CSc – významná osobnost Moravského zemského muzea. – *Moravské zemské muzeum*, Brno, 5 p.
- Houzar, S. (2006): Třebíčští sběratelé a jejich minerály. – *Minerál*, 14, 6, 420–423.
- Houzar, S., Novák, M. (2008): Významné jubileum mineraloga, profesora RNDr. Josefa Staňka, CSc. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 93, 247–249.
- Houzar, S. (2012): K životnímu jubileu prof. RNDr. M. Nováka, CSc. – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.*, 97, 2, 117–136.
- Houzar, S., Novák, M. (2016): Ing. Jaroslav Cícha, geolog Prácheňského muzea, 50 let. – *Prácheňské muzeum v Písku v r. 2015*, 174–176.
- Houzar, S. (2016): Životní jubileum sběratele minerálů Ing. Miloslava Wernera – 75 let. – *Minerál*, 24, 4, 361–362.
- Houzar, S. (2016): Moravské nerosty a jejich literatura 1940–1965. – *Minerál*, 24, 6, 565–566.
- Houzar, S. (2017): Šedesát let života RNDr. Milana Trnky s minerály, vltavíny a tektity. – *Minerál*, 25, 2, 207–209.

#### **Popularizační (výběr)**

- Houzar, S. (1986): Některé výsledky studia vltavínonosných sedimentů na západní Moravě a problematika výzkumu vltavínů v Západomoravském muzeu v Třebíči. – *Sbor. konf. muzejních pracovníků*, Brno, 73–79.
- Houzar, S. (1987): Geologie okresu Třebíč – In: *Okres Třebíč – soubor školních vlastivědných map 1:100 000*. – *Geodet. kartogr. podnik*, Praha, 2– 4.
- Houzar, S. (1990): Nové nálezy nerostů na jihozápadní Moravě. – *Naším krajem* 1, 2, 92–95, Třebíč.
- Houzar, S. (1993): Výskyty zlata u Želetavy na jihozápadní Moravě – *Minerál*, 1, 2, 14–15, Brno.
- Houzar, S. (1993): Nové nálezy v pegmatitech na Třebíčsku v posledních letech. – *Minerál*, 1, 3, 18–19, Brno.
47. Houzar, S., Trnka M. (1993): Pegmatit s korundem z Pokojovic u Okříšek. – *Minerál*, 1, 3, 15–17, Brno.
52. Houzar, S. (1994): Slezské, moravské a české hesonity. – *Minerál*, 2, 4, 155–157, Brno.
53. Houzar, S. (1994): Sbirka a expozice moravských vltavínů v Západomoravském muzeu v Třebíči. – *Minerál*, 2, 5, 227–228, Brno.
- Houzar, S., Trnka M. (1994): Moravské vltavíny. – *Bull. Miner.-petr. odd. Národního muzea*, 2., 63–66.
- Houzar, S., Zejda R. (1995): Geologická charakteristika. In *Modrá kniha města Třebíče*. – *MěÚ Třebíč*, 3–5.
- Houzar, S., Novák, M. (1995): Turmalíny v metamorfovaných karbonátových horninách – *Minerál*, 3, 3, 165–166.
- Houzar, S. (1996): 200 let vesuvianu a jeho výskyty na Moravě a ve Slezsku – *Minerál* 4, 3, 163–164.
- Houzar, S., Škrdla, P. (2002): Zlato a těžké minerály v aluviálních sedimentech mezi Opavem a Želetavou na západní Moravě. – *Minerál*, 10, 4, 286–288.
- Houzar, S., Houzarová, H. (2003): Přírodní poměry Želetavy a blízkého okolí. – *Sborník „Želetava 1303–2003“*, *Obecní úřad Želetava*, 19–22.

- Houzar, S. (2004): Wollastonit v mramorech z Nedvědice na západní Moravě. – *Minerál*, 12, 5, 357–359.
- Houzar, S. (2004): Koktait – minerál poprvé popsáný z Moravy. – *Minerál*, 12, 5, 341–343.
- Houzar, S., Šrein, V. (2005): O minerálech berylia ve skarnech. – *Minerál*, 13, 4, 278–279.
- Houzar, S. (2006): Číchovský „spodumen“ – nekonečný příběh omylu. – *Minerál*, 14, 4, 271–273. ISSN 1213-0710
- Laudátová, H., Houzar, S. (2007): Krása kamenného koloběhu. – *Svět*, 10 (v tiráži, jinak jako č. 11), 62–65. vyšlo 26. 10. 2007.
- Laudátová, H., Houzar, S., Gabzdyl, P. (2007): Střípky vesmírné katastrofy. – *Svět*, 1, 66–68. vyšlo 21. 12. 2007.
- Laudátová, H., Houzar, S., Gabzdyl, P. (2008): Skleněné „drahokamy“. – *Svět*, 2, 70–73. vyšlo 25. 1. 2008.
- Laudátová, H., Houzar, S. (2008): Kameny zrozené přírodní katastrofou. – *Brněnská Rovnost – BelleVue*, 33 a 35, vyšlo 29. 3. 2008.
- Laudátová, H., Houzar, S. (2008): Vltavíny, skleněné stopy kosmické katastrofy. – *Minerální suroviny*, 10, 4, 14–17.
- Houzar, S. (2009): Zajímavosti z geologie a mineralogie Třebíčska – některé objevy z posledních let. – *Naším krajem*, 13, 74–78, Třebíč.
- Laudátová, H., Houzar, S. (2009): Z hlubin české země. – *Svět*, 5, 66–68.
- Kocourková, E., Houzar, S., Hrazdil, V. (2009): Pyromorfit – klasický sekundární minerál na stříbrnosných žilách jihlavského rudního revíru. – *Minerální suroviny*, 11, 4, 26–27.
- Cempírek, J., Houzar, S. (2009): Přelud známý jako „Český kráter“ (recenze knihy). – *Acta Mus. Morav., Sci. geol.* 94, 167–173.
- Laudátová H., Houzar, S. (2010): Vltavíny – svědkové dávné kosmické katastrofy. – *Naše příroda*, 3, 1, 66–71.
- Laudátová, H., Houzar, S. (2010): Příběh kalcitu, vápence a mramoru. – *Příroda*, 3, 3, – 66–71.
- Laudátová, H., Houzar, S., Hrazdil, V. (2010): Třpytí králové české a moravské země. – *Svět*, listopad 2010, 26–31.
- Houzar, S., Hrazdil, V. (2010): Monazit z pegmatitů u Dolních Borů – historie a současnost. – *Minerál* 18, 5, 409–412.
- Houzar, S., Cempírek, J., Hrazdil, V. (2010): Výskyt spinelidů na Moravě a ve Slezsku. – *Minerál* 18, 1, 31–39.
- Hrazdil, V., Houzar, S., Kocourková, E., Sejkora, J., 2011: Das Erzrevier Stepánov in Westmähren (Tschechien) und seine Mineralien. – *Lapis*, 36, 9, 41–46, 62.
- Čižmářová, J., Galuška, L., Grossmannová, D., Houzar, S., Hrazdil, V., Salaš, L., Šmerda, J. (2012) : Zlato, symbol moci a bohatství (katalog a soubor doprovodných textů k výstavě. – *Moravské zemské muzeum, Brno*, 70 stran.
- Novák, M., Bačík, P., Houzar, S. (2012): Turmalíny známé z území bývalého Československa. – *Minerál*, 20, 5, 390–409.
- Toman, J., Houzar, S., Hrazdil, V. (2014): Za minerály do italského Val Malenca. – *Minerální suroviny*, 1, 13–16.
- Houzar, S., Toman, J. (2014): Přehled výskytů fluoritu na Moravě a ve Slezsku. – *Minerál*, 22, 5, 427–431.
- Višková, E., Houzar, S. (2015): Druhotná arzenová mineralizace v historických odvalech Kaňku u Kutné Hory. – *Minerální suroviny*, 1, 21–23.
- Houzar, S., Hrazdil, V., Toman J., Višková E. (2016): Dolování na Bílém potoce – zapomenutá hornická krajina u Tišnova. – *Minerální suroviny*, 3, 12–16.



Vstříc světlým zítřkům - výzkum historického dolování stříbra u Fulneku (foto L. Jarošová, rok 2015).

### ***Rukopisy (výběr)***

Házdrová, S., Houzar, S., Hrádek, M., Manová, M., Růžička, I., Šalanský, K., Trnka, M., Veselá, M., Veselý, J. (1989): Základní geologická mapa ČSSR 1:25 00, list 23-423 Okříšky, Vysvětlivky. - MS, GF P068765, 105 p.

Houzar, S., Jenček, V., Líbalová, J., Pošmourný, K., Stárková, J., Šalanský, K., Zelinka, Z. (1991): Základní geologická mapa ČSFR 1:25 00, list 23-434 Budiškovice, Vysvětlivky. - MS, GF P113317, 42 p.

Chlupáč, I., Dobeš, P., Drábek, M., Hladíková, J., Houzar, S., Jehlička J., Klápková, H., Novák, M., Pacltová, B., Pátová, R., Pouba, Z., Scharm, B., Scharmová, M., Skoček, V., Vavrdová, M., Žák, K. (1996): Karbonátové facie barrandienského svrchního proterozoika (a jejich možné ekvivalenty v krystalinických jednotkách Českého masivu). - MS, GF P089112, 140 p.

Dobeš, P., Drábek, M., Fatka, O., Fediuk, F., Hladíková, J., Houzar, S., Jehlička J., Klápková, H., Maška, J., Novák, M., Pacltová, B., Pátová, R., Pouba, Z., Pudilová, M., Scharm, B., Scharmová, M., Skoček, V., Vavrdová, M., Žák, K., Žák, L. (1997): Karbonátové facie východního okraje barrandienského svrchního proterozoika. - MS, GF P092873, 63 p.

Houzar, S. (2000): Geologická pozice mramorů ve východní části Českého masivu a problematika jejich minerálních asociací (řešerše literatury k disertační práci). - MS, Katedra geol. a paleont. PřF Masarykovy university a MZM, Brno, 80 p.

Houzar, S. (2004): Metamorfované karbonátové horniny v geologické stavbě a vývoji jihovýchodní části Českého masivu. - MS, Disertační práce, Ústav geologických věd PřF Masarykovy university v Brně, 155 p.





## OBSAH - INHALT - CONTENTS

HOUZAR, S., HRŠELOVÁ, P., GILÍKOVÁ, H., BURIÁNEK, D., NEHYBA, S.: Přehled historie výzkumů permokarbonských sedimentů jižní části boskovické brázdy (Část 2. Geologie a petrografie) . . . . .	3
HALÍKOVÁ, J., ŠTELCL, J.: Zhodnocení geoenvironmentálního rizika materiálu na haldě bývalé elektrárny v Oslavanech . . . . .	67
HOUZAR, S., GREGOR, F.: Stříbronosná Pb-Zn mineralizace při východním okraji moldanubického plutonu v okolí Telče . . . . .	79
HRAZDIL, V., TOMAN, J.: Molybdenit-pyritové zrudnění v křemenných žilách a greisenizovaném granitu v okolí Nové Bystřice u Jindřichova Hradce . . . . .	99
ĎÁSEK, M., HRAZDIL, V.: Výskyt rutilu v deluviálních sedimentech na lokalitě Dobrá Voda u Velkého Meziříčí, moldanubikum . . . . .	109
ROBLÍČKOVÁ, M., KÁŇA, V., NÝVLTOVÁ FIŠÁKOVÁ, M.: Savčí společenstvo posledního glaciálu z jeskyně Barové - nové poznatky . . . . .	119
Se Stanislavem Houzarem na geologických cestách životem 1957-2017 . . . . .	143

ACTA MUSEI MORAVIAE - SCIENTIAE GEOLOGICAE  
ČASOPIS MORAVSKÉHO ZEMSKÉHO MUZEA - VĚDY GEOLOGICKÉ  
1.-2.

Vydalo a vytisklo Moravské zemské muzeum  
Editor: RNDr. Stanislav Houzar, Ph.D.  
prof. RNDr. Milan Novák, CSc.

Recenzovaný časopis - peer review journal  
Brno 2017

MK ČR E 1090  
ISSN 1211-8796