

Miocenní silicity sokolovské pánve

RNDr. Petr Rojík, Ph.D.¹, RNDr. Eva Kadlecová², Mgr. Daniel Horváth³, RNDr. Vladimír Žáček⁴

¹Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. rojik@suas.cz

²Česká geologická služba Praha, eva.kadlecova@geology.cz

³SG Geotechnika, a.s., Praha, d.horvath@seznam.cz

⁴Česká geologická služba Praha, vladimir.zacek@geology.cz

Přijato: 2. 1. 2018, recenzováno: 21. a 31. 1. 2018

Abstrakt

Článek řeší problematiku miocenních silicitů (křemenců) sokolovské pánve z lokalit Lomnice, Vintířov (lom Jiří) a Sokolov z pohledu morfologie, stratigrafie, mineralogie, geochemie, paleontologie (Gastropoda) a jejich pravděpodobný hydrotermální vznik v miocénu (burdigal). Silicity jsou úzce vázány na dilatační zlomy. Kromě stratiformních silicitů ve vrstvách a kupách ve sloji Antonín byly popsány silicifikované vertikální zóny na okrajovém lipnickém zlomu, který odděluje krystalinikum a miocenní uloženiny sokolovské pánve. Silicity z lokality Sokolov sloužily v mezolitu ke zhotovování štípané kamenné industrie (Tašovice u Karlových Varů).

Miocene limnic silicites of the Sokolov Basin, Czech Republic

The paper deals with silicites in the Sokolov Basin (Lomnice, Vintířov – open pit mine Jiří, Sokolov). The stratigraphic position, morphology, mineralogy, geochemistry and paleontologic content (Gastropoda) of the silicites are characterized. The origin of rocks as a hydrothermal deposition of Burdigalian age is discussed. Silicites are closely bound on extensional tectonic faults. Beside stratiform beds and domes in the lignite seam, silicified vertical zones occur along the marginal faults of the Sokolov Basin. Silicites from Sokolov were used for the Mesolithic chipped stone industry (Tašovice near Karlovy Vary).

Miozäne Limnosilizite im Becken von Sokolov

Der Artikel befasst sich mit Siliziten im Becken von Sokolov (Lomnice, Vintířov – Tagebau Jiří, Sokolov). Ihre stratigraphische Lage, Morphologie, Mineralogie, Geochemie und paläontologischer Inhalt (Gastropoda) wird charakterisiert. Entstehung der Gesteine als hydrothermale Ablagerungen von Burdigaler Alters wird diskutiert. Die Silizite sind an tektonische Extensionstörungen gebunden. Außer stratiformen Schichten und Kuppeln von Silizit im Kohlenflöz Antonín wurden auch silifizierten vertikale Zonen entlang den tektonischen Randstörungen des Beckens entdeckt. Silizite aus Sokolov wurden im Mesolit zur Fertigung von Steinindustrie verwendet (Tašovice bei Karlsbad).

Klíčová slova: silicit, limnosilicit, miocén, Sokolovská pánev, Gastropoda, mezolit.

Keywords: silicite, limnic silicite, Miocene, Sokolov Basin, Gastropoda, mezolite.

1 Úvod

Silicity (limnosilicity, křemence) sokolovské pánve poutají zájem geologů, paleontologů, technologů i archeologů. O pestrém barevném rohovcovitém „sladkovodním křemenu“ (Süßwasserquarz) se poprvé zmínil již Reuss (1850) [23]. Primární výchozy silicitů jsou odkrývány v uhelných lomech Lomnice a Jiří. Úlomky podobného silicitu byly nacházeny u Chodova [31]. Před nedávnem objevil pan Michal Matoušek úlomky silicitů i na východním okraji Sokolova. Limnosilicity a jejich úštěpy ze Sokolova se litologicky shodují s mezolitickou industrií v Tašovicích, a proto se staly předmětem zájmu archeologů [11].

2 Geologie silicitů

2.1 Metoda

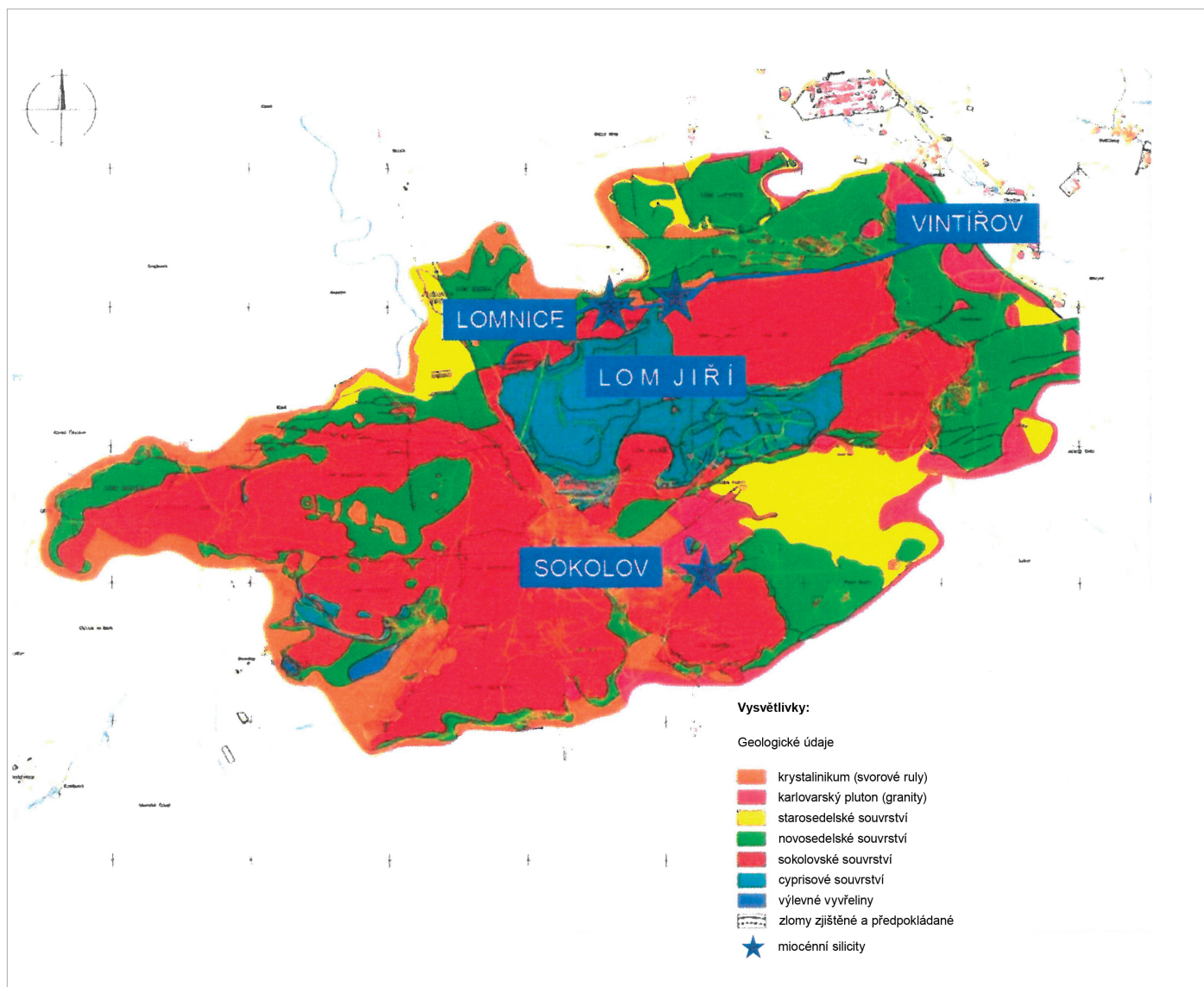
Lomové stěny s výchozy silicitů v lomech Lomnice a Jiří jsou průběžně geodeticky zaměřovány důlně měřičskou a geologickou službou a.s. Sokolovská uhelná, právní nástupce. Výchozy silicitů jsou příležitostně dokumentovány fotograficky od

roku 1997. Čerstvé výchozy zlomů byly proměřeny geologickým kompasem. Mineralogické složení silicitů bylo zjišťováno v České geologické službě Praha rentgenovou práškovou difrakční analýzou (difraktometr Philips X'Pert System, CuK α , 40 kV/40 mA, grafitový monochromátor, úhlový interval 2-80° 2 θ , krok 0.05 2 θ , 4 sec. expozice na krok) a elektronovou mikrosondou. Chemické analýzy (úplná silikátová analýza a stanovení stopových prvků v pevných vzorcích metodou ICP-MS) byly provedeny v laboratořích ČGS Praha. Laserová ablace s hmotnostní spektrometrií indukčně vázaného plazmatu byla provedena na Masarykově univerzitě v Brně. Výbrusy vzorků byly studovány polarizačním mikroskopem NIKON 104.

2.2 Plošné rozšíření miocenních silicitů

Miocenní silicity (křemence) jsou v sokolovské pánvi známy ve dvou pruzích (obrázek č. 1).

Dominantní pruh výchozů se táhne mezi Lomnicí a Vintířovem. Je z větší části přesypán Podkrušnohorskou výsypkou a nelze jej v měřítku mapy na obrázku č. 1 kartograficky vyjádřit.



Obr. 1: Geologická mapa centrální části sokolovské pánve s vyznačením hlavních nalezišť siliců [4]

Jedná se o lokality Lipnice (Littmitz) [5,8,23], Lomnický vrch (Lanzberg, Langenberg) [14,18] a území mezi Lomnickým vrchem a býv. osadou Lesík (Waldl) [14]. Tyto lokality vytvářejí dohromady nesouvislý pruh směru Z–V, dlouhý 7 km (s nalezištěm u Chodova v jeho východním pokračování dokonce 10 km) a široký až 1 500 m. Pruh siliců zasahuje od severu do bývalého lomu Lomnice a dnešního lomu Jiří mezi Lomnicí a Vintířovem. Celá tato zóna koinciduje s průběhem lipnického zlomového pásma (obrázky č. 1, 2, 3). Lomově otevřena je pouze menší část zlomového pásma s výskytem siliců.

Sokolovská pánev vytváří v místě lipnického zlomového pásma terénní stupeň. Proto byly úlomky siliců z výše položených výchozů, ležících pod dnešní Podkrušnohorskou výsypkou, v pleistocénu rozvečeny soliflukcí spolu se svahovými hlínami daleko do centra pánve. Úlomky korodovaných siliců s otisky flóry a fauny tak zasahují až do blízkosti Královského Poříčí a do prostoru býv. osady Lví Dvůr (Löwenhof) u Sokolova.

Druhá lokalita siliců, objevená M. Matouškem na východním okraji Sokolova (obrázek č. 4), tvoří nesouvislý pruh směru Z–V, široký až 40 m, dlouhý asi 1 km, mezi Sokolovem

(OD Kaufland) a Starým Sedlem. Nachází se pod zástavbou, rychlostní silnicí a zemědělsky obdělávanou plochou a netvoří žádné výchozy. Rovněž tento pruh siliců kopíruje přibližně severní hranici rozšíření miocenních uhlonosných vrstev.

2.3 Stratiformní silicity

Stratigrafická pozice siliců v pruhu Lomnice – Vintířov byla dlouho nejasná. Silicity byly řazeny do starosedelského souvrství (eocén) nebo do pleistocénu. Teprve ložiskové vrty na uhlí u Lomnice [16] umožnily správně umístit jejich pozici do spodní uhelné lávky miocenní sloje Antonín. Tento fakt byl ověřen při rozkrytí vrstev v uhelných lomech Lomnice [7] a Jiří. Dočasně přístupné odkryvy miocenních siliců v lomu Jiří a na průniku lomů Jiří - Lomnice jsou nyní jediné (a také jedinečné!) v celé sokolovské pánvi (obrázek č. 5).

Výskyt siliců mezi Lomnicí a Vintířovem se přimyká k lipnickému poruchovému pásmu. Silicity místy vytvářejí stratiformní, navzájem izolovaná, plochá čočkovitá tělesa. Většinou se však propojují do souvislých vrstev (obrázky č. 6, 7). Lokálně naduřují do nízkých kup čočkovitého průřezu. Na průniku lomů

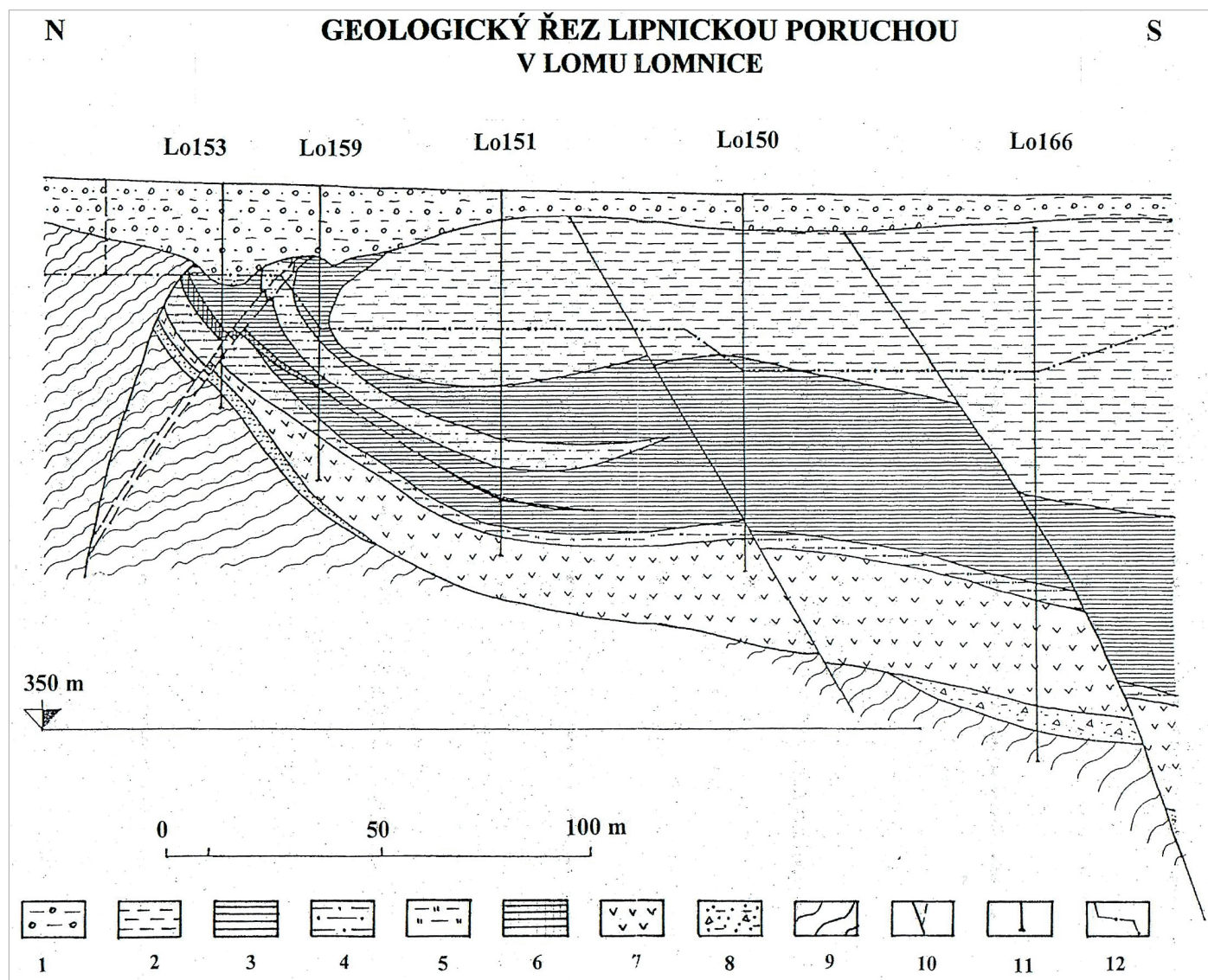
Lomnice a Jiří, na býv. těžebním horizontu 455 m n. m. vedeném téměř souběžně s hlavní větví lipnické poruchy, vystupuje největší proříznuté kupovité těleso silicitů a prokřemenělého uhlí o celkové mocnosti 5 m (obrázek č. 5).

Z mineralogického hlediska jsou stratiformní silicity v uhelné sloji Antonín tvořeny krystalovaným křemenem s malou příměsí b-křemene a pravděpodobně amorfni fáze SiO_2 (Rezek, ÚNS Kutná Hora – písemné sdělení). Vzorky silicitů z lokalit Jiří a Sokolov obsahují 99,8 až 99,9 % křemene [11]. Dutinky v silicitech jsou částečně vyplněné namodralým chalcedonem a čirým křišťálem (obrázky č. 9, 10, 18, 19, 20).

Žáček [29] zkoumal silicity v s. části lomu Jiří, kde pozorovaný laterální rozsah silicitů ve směru V-Z byl nejméně 500 m. V dílčí lokalitě J2 situované v blízkosti lipnického zlomu tvoří silicit rezistentní polohy o mocnosti 5-10 cm, které místy bočníkovitě naduřují nad 50 cm, ale směrem jižním, do centra pánve, rychle vyklíňují. Vertikální rozsah 4 až 5 vrstev silicitů prokládaných uhlím je asi 3 m (obrázek č. 6).

Analyzovány byly dva vzorky. Vzorek označený J2 je tmavě šedý, masivní silicit (obrázek č. 7). Podle rentgenografické analýzy a elektronové mikrosondy vzorek J2 obsahuje dominantní křemen a slabou příměs kaolinitu a hematitu. Nebyla zjištěna přítomnost amorfni fáze SiO_2 , ani karbonátů - nepočítáme-li jedinou neprůkaznou difrakci kalcitu [29]. Bodová laserová ablace obdobných vzorků silicitů z lokalit Jiří a Sokolov ukázala koncentraci 0,1 % CaO v úlomcích fosilií [11].

Druhý vzorek J2py je septáριοvě rozpukaný silicit s hojným markazitem a pyritem ve výplni trhlin (obrázek č. 11). V tomto vzorku markazit v trhlinách silicitu výrazně převládá nad pyritem [29]. Průběžné svislé trhliny a tektonicky rozdrčené fragmenty silicitů podél lipnické poruchy v lomech Jiří a Lomnice jsou povlečené drúzami markazitu a pyritu se zvýšeným podílem arzenu a produkty jejich zvětrávání (Fe-sulfáty, Fe-hydroxidy, místy realgar i auripigment - (rtg. difrakce M. Řehoř, VÚHU a.s., Most).



Obr. 2: Geologický profil lipnickou poruchou v býv. lomu Lomnice [24].

Vysvětlivky: 1 – štěrkovité hlíny (pleistocén), 2 – tuftické jílovce (cyprisové souvrství), 3 – uhelná sloj Antonín, 4 – písky a tuftické jíly, 5 – uhelnaté tuftické prachovité jíly, 6 – silicity (3 až 6 sokolovské souvrství), 7 – zjilovělé tufy, 8 – štěrkovité pískovce (7 až 8 novosedelské souvrství), 9 – kaolinizované svorové ruly, 10 – zlomy, 11 – vrty, 12 – terén po otevření lomem.



Obr. 3: Lipnický zlom s tvrdými žebry silicitů ve sloji Antonín, lom Jiří, výška stěny 21 m. Foto: P.

Silicity v uhelné sloji obsahují organický pigment, proto jsou tmavošedé, hnědošedé až černé. Silicity na terénním zlomovém stupni nad výchozem sloje rychle přecházejí přes světle hnědý odstín do oxidačních barev hnědočervené, žluté, šedé až sněhobílé. Hranice výskytu organického pigmentu se přibližně shoduje s výchozem uhelné sloje.

Výsledky chemických analýz vzorků silicitů z lomu Jiří jsou v souladu s výsledky rentgenografické analýzy. Vzorek J2 obsahuje 96 hm. % SiO_2 , asi 2 hm. % organického uhlíku, kolem 1% H_2O^+ , 0,185 hm. % S a žádný karbonátový uhlík (CO_2 pod 0,01 hm. %). Ze stopových prvků byl zjištěn zvýšený podíl Cu (909 ppm), Zn (145 ppm), Pb (71 ppm), As (22 ppm) a Cd (1,9 ppm) (tab. 1).

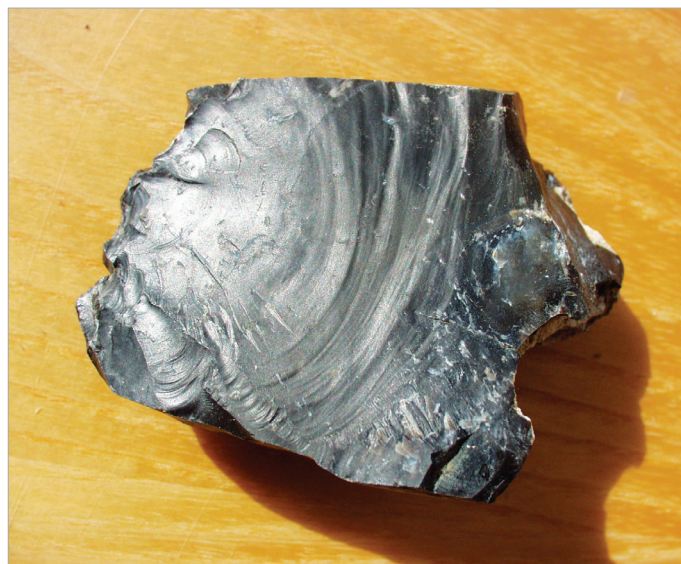
Druhý vzorek J2py obsahuje 87 % SiO_2 a asi 11 % sulfidů, převážně markazitu. Obsahuje vysoké koncentrace As (379 ppm), Cu (614 ppm), Nb (15,6 ppm), Th (15,4 ppm), Mo (3,8 ppm), ale nízké Ge (3,4 ppm). Vysoká koncentrace As zřetelně koresponduje s vysokým podílem pyritu a markazitu. Naproti tomu koncentrace Zn, Cu, Pb, Cd jsou nižší než ve vzorku J2 (tab. 1). Tyto prvky se tedy nevážou na markazit ani pyrit [29].

Horváth [11] zjistil laserovou ablací na vzorcích „čistých“ silicitů mírně zvýšené koncentrace Sn v lokalitě Jiří a Sn, W, U v lokalitě Sokolov. Zvýšený obsah těchto prvků, které mohou pocházet z primárních ložisek rud ve Slavkovském lese a Krušných horách, je v souladu s regionálním pozadím sokolovské pánve.

Povrch silicitů v lokalitách Lomnice, Jiří a Sokolov má výrazné stopy koroze, převážně okrouhlé dutiny až perforace (obrázek č. 8), vzácněji hrotovité škrapy.

2.4 Vertikální sloupky silicifikovaných hornin

Na průniku lomů Lomnice a Jiří, na horizontu 455 m n. m. v těsném sousedství silicitové kupy u hlavní větve lipnické poruchy,



Obr. 4: Silicit, Sokolov, velikost 6 x 4,5 cm, nález M. Matoušek. Foto: P. Rojík

byly nalezeny sloupky rozdrčených a následně silicifikovaných pararul (obrázky č. 12, 13). Tento typ prokřemenělé horniny, na rozdíl od stratiformních silicitů ve sloji Antonín, téměř svisle proráží kaolinizovaným krystalinikem.

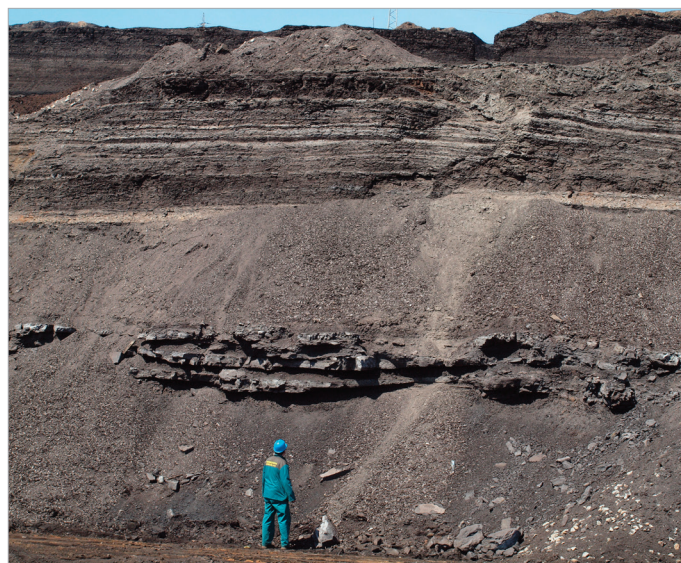
Pravá mocnost dvou hlavních silicifikovaných zón kolísá v řádu dm, vzácně přesahuje 1 m. Orientace hlavních zón (jejich směr a sklon) $99^\circ / 86^\circ\text{J}$, resp. $99^\circ / 79^\circ\text{J}$ se shoduje s průběhem hlavní větve lipnické poruchy. Třetí, kosá silicifikovaná zóna s orientací $68^\circ / 30^\circ\text{JV}$ odpovídá směru zpeřených zlomů téhož pásma.

V mineralogickém složení vzorku „J3a“, odebraného z vertikálního stvolu v kaolinizované svorové rule, se prosazuje dominantní křemen vedle příměsí muskovitu, kaolinitu, sádrovce a jarositu [29]. Jiný vzorek silicifikované ruly ze stejného stvolu obsahuje dominantní křemen a malou příměs kaolinitu, illitu, montmorillonitu, hematitu a goethitu (prášková difrakční analýza Řehoř, VÚHU Most, písemné sdělení). Také vzorek J3a obsahuje mírně zvýšené množství kovů Cu, Pb, Zn, Ba (tab. 1).

2.5 Diskuze

Tradičně přijímaný názor o vzniku silicitů z koloidních roztoků kyseliny křemičité, která se uvolňovala při zvětvávání hornin, má dvě slabiny. V miocénu již odeznělo hlavní období kaolinického zvětvávání, které by umožňovalo vznik silkrust. Kromě toho mají primární silicity úzce lokální lineární rozšíření pouze podél určitých zlomových dilatačních pásem aktivních v miocénu. Doba vzniku silicitů časově ladí s obdobím extenzní tektoniky a vulkanismu sokolovského souvrství.

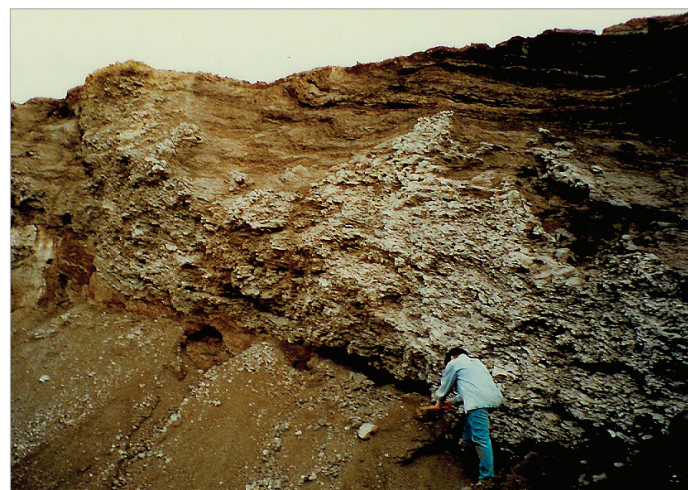
Povrch silicitů v lokalitách Lomnice, Jiří a Sokolov vykazuje výrazné stopy koroze, které nápadně připomínají zkrasovění vápenců. Na povrchu těles silicitů jsou typické zaoblené dutinové škrapy s hladkým povrchem, okrouhlými dutinami a perforacemi (obrázek č. 8). Takové tvary indikují původně plochý povrch krasových oblastí s půdním a vegetačním krytem, s pomalým průsakem vody a s rozpouštěním původní horniny. Vzácněji se v lomu Lomnice nacházejí hrotovité škrapy, jaké vznikají korozí na holém vápencovém svahu [26]. Navzdory tomu se v silicitech sokolovské pánve dosud nepodařilo prokázat kalcit ve významnějším množství. Podobné silicity ve velkolomu ČSA



Obr. 6: Silicity ve sloji Antonín mezi dělícím a 30. proplástkem, lom Jiří. Foto: P. Rojík



Obr. 7: Silicit ve sloji Antonín, lom Jiří. Foto: P. Rojík



Obr. 5: Stratiformní silicitová kupa na průniku lomů Jiří a Lomnice, mocnost kupy 5 m. Foto: P. Rojík

v mostecké pánvi obsahovaly relikty kalcitu, hraničily s vrstvami slínovců a vápenců [28] a byly s nimi spojeny plynulými přechody (Hurník - ústní sdělení 2004). Příklady silicifikace hydrotermálních žil původně kalcitového, popř. fluorit-barytového složení jsou známy a časté v mnoha lokalitách na obvodu sokolovské pánve (např. Tatrovce, Černava, Suchá, Vítkov, Novina, Vřesová, Mezihořská).

Pro původní vápencové složení usazenin z pramenů či gejzírů na Sokolovsku svědčí nenaleptané, nerozpuštěné a naprosto nedeformované schránky gastropodů (obrázek č. 9) i dokonale zachované mineralizované rostlinné tkáně (obrázky č. 10, 20). To vše se událo navzdory silně kyselému prostředí sirnatého uhlí, které nyní obklopuje vrstvy silicitů. (Vývěry důlních vod z uhlí a oxyhumolitů mají pH = 1,6 až 3,6.) Bez předchozí mineralizace by toto prostředí mělo destruktivní vliv na zachování fosilií.

Zjištěné poznatky svědčí o vzniku silicitů z vývěrů mineralizovaných vod, vystupujících v době ukládání sloje Antonín po

Tab. 1: Chemické složení vzorků silicitů z lomů Jiří a Lomnice.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	SrO	BaO	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	CO ₂	C _{ost.}	S	H ₂ O ⁺	H ₂ O	Celkem
	%																				
J2	95,85	<0,01	0,15	<0,01	0,34	0,03	0,020	0,05	<0,005	<0,005	<0,001	0,08	0,05	<0,005	0,038	<0,01	1,979	0,185	1,13	0,10	99,85
J2py	86,75	<0,01	0,06	5,01	0,11	<0,01	0,018	0,04	<0,005	<0,005	<0,001	0,05	0,02	0,010	0,062	<0,01	1,285	5,855	0,65	<0,05	99,96
J3a	78,53	0,66	13,14	0,52	0,28	0,31	0,013	0,08	0,005	0,041	0,008	0,22	2,55	0,030	0,068	<0,01	0,028	0,019	2,90	0,10	99,51

	Ag	Cd	Cr	Cu	Ga	Ge	Mo	Nb	Ni	Pb	Rb	Se	Sn	Te	Th	U	V	Y	Zn	Zr	Sr	Ba
	ppm																					
J2	0,2	1,9	2,6	910	0,5	1,3	<0,02	<1,0	3,7	71,2	1,9	<0,5	<1	<0,5	<0,1	0,4	3,0	1,2	145,3	2,9	6,7	18,2
J2py	0,2	0,2	3,0	614	0,6	3,4	3,83	15,6	11,4	20,0	1,6	<0,5	4	15,4	17,4	0,6	2,1	0,8	<0,1	7,7	4,2	17,8
J3a	1,0	0,8	49,5	36,9	19,9	4,2	<0,02	17,9	11,4	53,0	98,8	<0,5	<1	<0,5	12,5	4,0	58,0	36,7	47,7	204	40,0	432

síti zlomů lipnického pásma [24,25]. To vysvětluje, proč jsou silicity vázané na vertikální alterační zóny zlomů i proč vytvářejí při zlomech kupovitá tělesa, která plynule přecházejí do tenkých vrstev, jež ve větší vzdálenosti od zlomů vyklíňují.

Pro hydrotermální aktivitu in situ svědčí zvýšené koncentrace Cu, Pb, Zn, Ba, F v silicitech [29] a nálezy krystalů fluoritu v sideritových konkrecích na bázi sloje Antonín v lomu Lomnice [21].

Lze předpokládat, že hydrotermy vystupovaly síti trhlin lipnického zlomového pásma v rulách. K rozlivu hydroterm na zemském povrchu a ke vzniku dnešních stratiformních silicitů docházelo v terestrickém močálovém prostředí.

Pylová zrna a spory ve výbrusech limnosilicitů v lomu Jiří prozrazují přítomnost jehličnanů, krytosemenných rostlin a hub. Teplomilné typy Sapotacea a Mastixia dokládají klimatické teplo maximum během miocenních stupňů eggenburg – karpát [3,11]. Na nábrusech silicitů je dobře patrné, že silicity vznikly inkrustací bujné mokřadní vegetace (obrázky č. 14, 19, 20). Kořinky orobince Typha, které původně prorůstaly černošedou slatinou, nyní nacházíme nedeformované, uzavřené v tmavošedém, tvrdém silicitu. Ojediněle byl pozorován tence vrstevnatý konkrecionální útvar silicitu, připomínající řasový stromatolit.

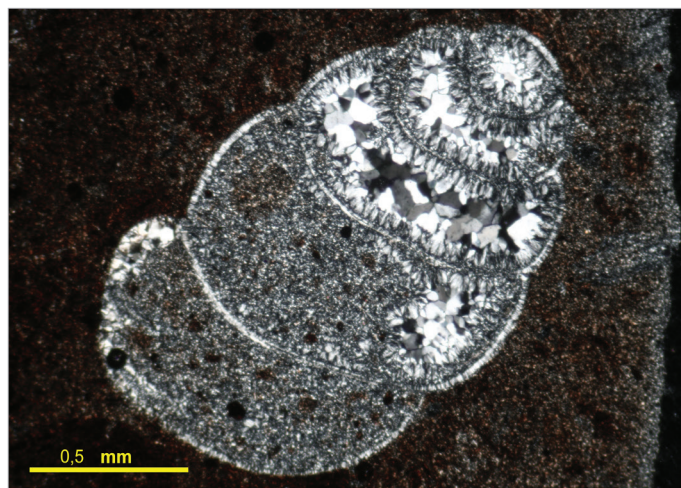
Hranice mezi světlými a tmavými silicity, které se liší přítomností organického pigmentu, se přibližně shoduje s hranicí rozšíření miocenního rašeliniště a dnešní uhelné sloje mezi Lomnicí a Vintřovem.

Některé silicity v lomu Jiří a Lomnice mají brekciovou strukturu a skládají se z dobře vytříděných, ostrohranných úlomků silicifikovaného fuzitu. Tyto struktury dokládají přítomnost lesních požárů v miocénu na obvodu rašeliniště. Přítomnost lesního lemu dokládají otisky jehlic a šišek borovice Pinus i otisky kůry stromů. Existence pravidelně se opakujících požárů s následnou erozí a splachem uhlíků byla pozorována ve spodní části sloje i v lomech Silvestr a Medard-Libík.

Ačkoli jsou nyní usazeniny z vývěrů silicifikované, původně mohly mít vápencové, resp. pěnovcové složení a později podlehnout zkrasování (obr. 8). Při diagenézi v extrémně kyselém prostředí sirnaté uhelné sloje byl kalcit zatlačen křemenem.



Obr. 8: Silicit s korodovaným (zkrasovělým?) povrchem, lom Lomnice. Foto: P. Rojík



Obr. 9: Nerozpuštěná a nedeformovaná schránka gastropoda. Mikrofoto: D. Horváth



Obr. 10: Nedeformované osy rostlin prorůstající ulitou gastropoda, vše silicifikováno. Foto: E. Kadlecová



Obr. 11: Tektonická brekie ze silicitové drtě s markazitem, velikost ca. 45 x 30 cm, lom Jiří. Foto: P. Rojík

Sulfidy ve výplni pórů, tektonických trhlin a krasových dutin (obrázek č. 11) vznikly zřejmě až při diagenézi uhelné sloje nebo později. Podle izotopového složení mají organický původ, jak



Obr. 12: Lipnický zlom, tři žlutnoucí pásy prokřemenělých a pyritizovaných pararul, lom Lomnice, výška vyšší stěny 6 m, stav v roce 1997. Foto: P. Rojík

naznačuje přítomnost izotopicky lehké síry $\delta^{34}\text{S} = -12,4 \text{ ‰}$ [20], resp. $\delta^{34}\text{S} = -19,81 \text{ ‰}$ CDT [30].

Složení, textury, paleontologický obsah a stratigrafický rozsah silicitů v sokolovské pánvi se podobají silicitům mostecké pánve v lomu ČSA, kde se jejich hydrotermální původ a silifikace předpokládaly již dříve [28]. Vápence z Korozluk a z lomu Merkur u Ahníkova, uložené těsně pod bází burdigalské uhelné sloje, obsahovaly savčí faunu eggenburgského stáří [12]. Jejich izotopové složení a vazba na zlomové pásmo přinesly přesvědčivé argumenty pro vznik z termálních pramenů, v teplotním rozmezí 20 až 50 °C [19].



Obr. 13: Silně prokřemenělá rula se sulfidy železa na puklinách, délka hran ca. 30 a 20 cm, lipnický zlom, lom Lomnice. Foto: P. Rojík

Lomnické miocenní silicity se morfologií a texturami podobají recentně přirůstajícím pěnvcům na úpatí stupňů Podkrušnohorské výsypky nad lipnickým zlomovým pásmem. Tím se do jisté míry obnovuje geologická paměť krajiny.

3 Paleontologický obsah silicitů z lomů Jiří a Lomnice

Silicity přitahují pozornost badatelů hlavně díky otiskům flóry a fauny. V lokalitě Lomnice jsou zastoupeny suchozemské a sladkovodní rody podobné spodnomiocennímu společenstvu u Tuchořic: *Helix*, *Limnaeus*, *Nymphaea* [14]; *Limnaeus*, *Planorbis*, *Helix*, *Succinea* [9]; *Cepaea* cf. *obtuscecarinata*, *Radix subovata thomaei* [13]; *Cepaea*, *Sphaeria* (P. Čtyroký, ústní sdělení 1996); *Typha* (Z. Kvaček, ústní sdělení 2001); *Pinus* (jehlice a šištice) a fragment kosti nosorožce *Rhinoceros* – ústní sdělení prof. Fejfar, 2003). Ze zaniklé lokality Lipnice jsou uváděny rody *Limnaeus* a *Planorbis* [27].

E. Kadlecová se spolupracovníky prosbírala v letech 2015 - 2016 dvě lokality silicitů v lomech Lomnice a Jiří, v uhelné sloji Antonín u lipnické poruchy. V obou případech se jednalo o silicity v různém stupni zvětrání (obrázky č. 15, 16). Vzorky byly nejprve sbírány za účelem studia fauny gastropodů, proto nebyl brán dostatečně velký zřetel na možný výskyt zástupců dalších skupin fauny a flóry. Dle Horvátha [11] byly v silicitech identifikovány vedle zástupců třídy *Gastropoda* a *Bivalvia* také *Ostracoda*, jejichž schránky bylo možné pozorovat ve výbrusech, ale bez dalšího bližšího určení. Doláková našla ve vzorku ze sokolovské pánve pylová zrna jehličnanů (*Pinus*, *Cathaya*, *Taxodiaceae*), krytosemenných rostlin čeledi *Sapotaceae* a spory hub [3,11]. Výskyt mastixiové flóry v silicitech [3] koresponduje s dřívějšími nálezy mastixií v západní části sokolovské pánve, rovněž z vrstev ukládaných na bázi sloje v burdigalském teplotním maximu [10]. Zachování gastropodů, a tím také možnost jejich studia a bližší determinace, značně závisí na intenzitě zvětrání silicitů. Můžeme pozorovat pouze jádra schránek, nebo naopak plně rekrystalizovanou ulitu (obrázky č. 16, 17). V ojedinělých případech je patrná i původní pigmentace ulity (obrázek č. 17).



Obr. 14: Silicite s otisky vodní flóry, lom Lomnice, nález R. Volný, Muzeum Sokolov. Foto: P. Rojík



Obr. 15: Mírně rozvětralý silicite „in situ“ s faunou. Hlavní silicitová kupa na pruniku lomů Lomnice a Jiří. Foto: E. Kadlecová

Schránky mohou být vyplněné křemičitou hmotou (chalcedonem, křišťálem) nebo různě velkým množstvím neurčitelné rostlinné drtě [11] (obrázky č. 10, 18, 19, 20). Pokud je silicite málo zvětřalý nebo nezvětřalý, málokdy se podaří „vyklepnout“ ulitu z horniny celou nebo její větší část, potom je nutné studovat jen různé řezy schránkami na lomu v kusech silicitů (obrázek č. 16). Na řezech je vidět také výplň ulit, jejíž součástí bývají fragmenty stébel rostlin, jejichž různé řezy a průřezy můžeme také pozorovat (obrázky č. 10, 19, 20).

Možnost určení gastropodů do značné míry ovlivňuje zachování důležitých identifikačních znaků, jako je ústí ulity a dobře viditelný píštěl, celková velikost a povrchová struktura schránky.

V lomech Lomnice a Jiří bylo ze silicitů těsně u lipnického zlomu nasbíráno pestré společenstvo sestávající z vodních i suchozemských plžů: *Lymnaea dilatata*, *Stagnicola subpalustris*, *Radix subovata*, *Gyraulus dealbatus*, *Planorbarius cornu*, *Nystia rubeschi*, *Apula devexa*, *Pseudochloritis robota*, *Crenatachea obtusecarinata*, *Megalotachea macrocheila*, *Klikia*

devexa, *Pupa (Coryna) sp.* Determinace plžů byla provedena podle Harzhauser et al. [6]. Obdobné společenstvo popsali z mostecké pánve, z lomu ČSA, Čtyroký a Elznic [1]: *Cepaea cf. Bohemica*, *Cepaea sp.*, *Klikia sp.*, *Gyraulus trochiformis applanatus*, *Gyraulus sp.*, *Planorbarius sp.*, *Nystia rubeschi*, *Sphaerium pseudocorneum*. Také z vrtů Pruněrov, Ahníkov a Kralupy u Chomutova [2] a z lomů Merkur a Tušimice – profil Kaplička [15] je známo společenstvo *Nystia rubeschi*, *Acme limbata*, *Lymnaea dilatata*, *Galba sp.*, *Gyraulus trochiformis applanatus*, *Planorbarius cornu*, *Carychiopsis costulata* var. *Schwageri*, *Strobilus cf. Elasmodontia*, *Clausilia sp.*, *Helix ovulum*, *Klikia devexa*, *Pupa (Coryna) sp.*, *Sphaerium pseudocorneum*, *Triptychia sp.* Výše uvedená společenstva se výrazně liší pouze zastoupením druhu *Nystia rubeschi* (= *Staadtiellopsis rubeschi*) [6]. Zatímco na lomu Merkur a Tušimice a ve vápencích u Korozluk se vyskytuje ve velkém množství, na lomech Lomnice a Jiří známe jen několik ulit. Na lokalitách srovnatelného stáří - Tuchořice, Lipno a Pyšná - není jejich výskyt doložen [6,17].



Obr. 16: Ukázka zachování gastropodové fauny v nezvětřalém nebo velmi mírně rozvětřalém silicitu. Na lomu jsou dobře viditelné průřezy schránek. Foto: E. Kadlecová



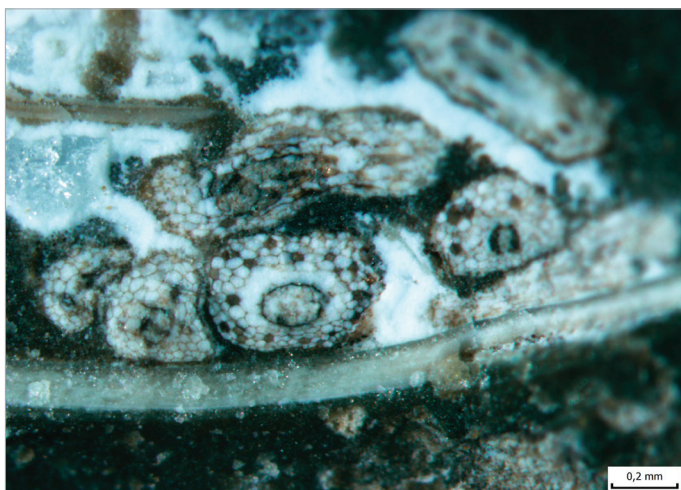
Obr. 17: Ukázka zachování gastropodové fauny v silně rozvětřalém silicitu. Na některých vyvětralých ulitách gastropodů helicidního typu i čeledi plovatkovitých *Lymnaeidae* je patrná původní pigmentace. Foto: E. Kadlecová



Obr. 18: Řez ulitou gastropoda helicidního typu. Vnitřní prostor ulity je částečně vyplněný základní křemičitou hmotou nebo krystaly křemene. V dolní části je patrný řez ulitou malého gastropoda pravděpodobně čeledi Pupillidae. Foto: E. Kadlecová



Obr. 19: Řezy ulitami různých plžů na lomu silicitu. Uvnitř a vně schránek jsou ve výplni schránek viditelné fragmenty stébel rostlin – jejich oválné až kruhové průřezy. Foto: E. Kadlecová



Obr. 20: Oválné až kruhové průřezy stébel rostlin (snad sítin) nahromaděné ve vnitřním prostoru ulity těsně u její stěny. Okolní prostor je vyplněn krystaly křemene. Foto: E. Kadlecová

4 Silicity z pohledu archeologie

Nedávno se podařilo prokázat hojné využívání limnosilicítů ze sokolovské pánve hlavně v mezolitu (střední době kamenné), před 9 600 – 5 500 př. Kr., na štípané nástroje. Ve starších archeologických a petroarcheologických pramenech a nepublikovaných rukopisech (F. Prošek, S. Vencl, M. Malkovský, K. Žebera aj.) byla tato kamenná surovina označována jako chalcedon, keuperský chalcedon či keuperský rohovec a její původ výskytu byl hledán v severním Bavorsku. Prošek [22] např. píše: „Běžně zpracovávanou surovinou jsou hnědé a tmavohnědé, řidčeji černošedé rohovce s drsným houbovitým povrchem, avšak bez silnější zvětralé kůry. V tomto případě jde pravděpodobně o triasové – keuperské rohovce“.

Z archeologického hlediska se jedná o kvalitní surovinu, která je celistvá, má vynikající lasturnatý lom a jen místy je porušena prasklinkami. Artefakty mají převážně tmavohnědé až černé zbarvení silicitové hmoty, která na okrajích hnědě prosvítá a má voštinovitě korodovaný povrch, často s povlakem limonitu.

V souvislosti s vyhodnocením všech dostupných nálezů štípané kamenné industrie v horním a středním Poohří se ukazuje, že silicity sokolovské pánve tvoří jednu z nejběžnějších surovin na lokalitách paleolitu a hlavně mezolitu v regionu. Jedním z nejstarších artefaktů může být klínový nůž z mladší fáze středního paleolitu, kultury micoquieny (více než 45 tisíc let př. Kr.) z lokality Lesov u Karlových Varů (obrázek č. 21, ústní sdělení J. Eigner). Mnohé dostupné kolekce tvoří směs artefaktů pozdního paleolitu a mezolitu, kde je mnohdy obtížné přesně specifikovat oblibu této suroviny.

Jednoznačně nejvíce štípané industrie pocházejí z mezolitu. Ve dvou největších souborech artefaktů, čítajících více jak 4 000 kusů (obrázky č. 22, 23) a pocházejících z okolí Tašovic u Karlových Varů (z lokalit 1 a 2), silicity dokonce převládá. Velký podíl v nich tvoří i severočeské křemence typu Staré Sedlo, Bečov, Tušimice, Kamenná Voda a Skršín. Archeologická lokalita Tašovice se nachází 8 km od nejbližších odkryvů silicitu. Právě pro mezolit je typické využívání lokálních materiálů. U tehdejších lovců – sběračů je znám a vcelku bezpečně doložen i model chování, založený na stoupající teritorialitě a omezování se velké mobility, která souvisí se změnami v získávání potravy a v orientaci na lokální zdroje, včetně lesní či lesostepní fauny. Proto jim odkryvy těchto silicítů musely být známy. Část artefaktů nese na povrchu ještě zbytky hrubého, navětralého povrchu, jiné jsou na povrchu ohlazené a patinované. Nejbližší známý výskyt u Sokolova leží bohužel na zemědělsky využívaném pozemku. Poskytuje však vedle přirozených úlomků (obrázek č. 4) i mnoho artefaktů jako jsou úštěpy, výjimečně čepele, jádra – polotovary, vesměs kusy horší kvality, takže ponechané na místě či odhozené. Společnou vlastností silicítů z lokality Sokolov i mezolitického sídliště Tašovice je kromě vynikajícího lasturnatého lomu i zvýšená magnetická susceptibilita ($\kappa = 0,02$ až $0,06 \cdot 10^{-3}$ SI), která se liší od ostatních silicítů regionu ($\kappa = 0,00$ až $0,01 \cdot 10^{-3}$ SI) [11].

Další řada výskytů je pod Podkrušnohorskou výsypkou nebo byla zničena těžbou. Výskyt silicítů, podobný sokolovskému, byl zaznamenán také v blízkosti Chodova, kde J. Tomský objevil kamenné artefakty z „amorfního silexu“ [31].



Obr. 21: Micoquienský klínový nůž z Lesova. Foto: D. Horváth



Obr. 22: Limnosilicity ze Sokolova, obklopený artefakty z Tašovic. Foto: D. Horváth



Obr. 23: Silicitový artefakt z Tašovic. Foto: D. Horváth

Výskyt silicitů se neomezuje na Sokolovsko a Karlovarsko, ale byl zjištěn i na Kadaňsku, Chebsku a ojediněle na Tachovsku. Pro mezolit Chebska se však uvažuje původ suroviny spíše v blízkém okolí. Zjištění importů do jiných regionů, včetně německé části Poohří, je otázkou dalších bádání a srovnávacích studií.

5 Závěr

1. Limnosilicity jsou v sokolovské pánvi rozšířeny ve dvou pružích: mezi Lomnicí a Vintířovem (popř. Chodovem) a mezi Sokolovem a Starým Sedlem.
2. Stratigrafická úroveň výskytu silicitů je burdigal - sokolovské souvrství, antonínské vrstvy, nad bází uhelné sloje Antonín.
3. Silicity, nacházející se v pruhu Lomnice – Vintířov, jsou vázány na lipnické zlomové pásmo.
4. Silicity tvoří jednak subvertikální sloupce v rulách, jednak stratiformní kupy, vrstvy a konkrecionální tělesa.
5. Silicity mají korodovaný povrch, který pravděpodobně vznikl zkrasovněním původních vápenců, metasomaticky zatlačených SiO_2 .
6. Silicity a okolní horniny obsahují zvýšené koncentrace mědi, zinku, olova, fluoru, barya aj.
7. Silicity jsou pravděpodobně hydrotermálního původu. Zachovaly se výstupní sloupce i přelivy hydroterm.
8. Silicity podlely pozdějším křehkým deformacím. Trhliny v silicitech a okolních horninách vyplňuje markazit pravděpodobně diagenetického původu.
9. Paleontologický výzkum silicitů v lomech Lomnice a Jiří vedl ke zjištění společenstva vodních a suchozemských druhů gastropodů a průvodní flóry.
10. Silicity z lokality Sokolov se shodují s kamennou industrií nalezenou v mezolitickém sídlišti Tašovice u Karlových Varů.
11. Záměrem je další průzkum lokalit na průniku lomů Lomnice a Jiří a východně od Sokolova a po dohodě s vlastníkem pozemku zajištění ochrany největší silicitové kupy, např. formou registrování významného krajinného prvku.

Poděkování

Je čestnou a milou povinností autorů poděkovat anonymním recenzentům i neformálním posuzovatelům za jejich věcné i formální připomínky a za upozornění na další literaturu, což vedlo ke zlepšení kvality článku.

Literatura

- [1] ČTYROKÝ, P., ELZNIC, A.: Nový nález měkkýšů v podložním hnědouhelném souvrství (spodní miocén) na Chomutovsku, Čas. miner. geol, 22, 2, 193–198, 1977.
- [2] ČTYROKÝ, P., FEJFAR, O., HOLÝ, F.: Neue paläontologische Funde im Untermiozän des böhmischen Braunkohlebeckens, Neu. Jb. Geol. Paleont., Abh. 119, 2, 134–156, 1964.
- [3] DOLÁKOVÁ, N.: Non traditional view on palynomorphs – pollen in thin-sections from limno-quartzite Sokolov basin, prezentace NECLIME a PřF MU Brno, 2017.
- [4] GALEK, R., ROJÍK, P., BERANOVÁ, V.: Geologická mapa sokolovské pánve 1:50000, Sokolovská uhelná, Sokolov, 2006.

- [5] GALL, W.: Heimatskunde des politischen Bezirkes Falkenau, Falkenau, 1898.
- [6] HARZHAUER, M., NEUBAUER, T.A., GEORGOPOULOU, E., HARL, J.: The Early Miocene (Burdigalian) mollusc fauna of the North Bohemian Lake (Most Basin), *Bull. of Geosci.* 89 (4), 819–908, Czech Geol. Survey, Praha, 2014.
- [7] HERNADYOVÁ, J., GALEK, R.: Likvidační výpočet zásob hnědého uhlí - Lomnický lom. *Arch. Sokolovská uhelná, Vřesová*, 1994.
- [8] HOCHSTETTER, F.: Die Verhältnisse des Falkenau-Elbogner Braunkohlenbeckens in Böhmen. *Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt*, Jg. 7, Nr. 1, S. 185–186, Wien, 1856.
- [9] HOKR, Z.: Terciér Sokolovské hnědouhelné pánve. - *Sbor. ÚÚG*, 26, Geol., 2. díl, 119–174, Praha, 1961.
- [10] HOLÝ, F.: Representatives of the family Mastixiaceae caestani 1905 in the Bohemian Tertiary, *Sbor. Nár. muzea*, Vol. 31B, No. 3-5, 123–146, Praha, 1975.
- [11] HORVÁTH, D.: Terciérní a permské limnosilicity ze západních a středních Čech, *Dipl. práce PřF MU Brno*, 2014.
- [12] HURNÍK, S.: Zavátá minulost Mostecka, *Sbor. Okresního muzea v Mostě, řada přírodov.*, 23, 1 – 139, Most, 2001.
- [13] HURNÍK, S., KOCIAN, J.: Molisolové diapiry na Sokolovsku, *Geol. průzkum*, 12/1986, 341–343, Praha, 1986.
- [14] JOKÉLY, J.: Die tertiären Süßwasser-Gebilde des Egerlandes und der Falkenauer Gegend in Böhmen, *Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt*, Jg. 8, Nr. 3, 466–515, Wien, 1857.
- [15] KADLECOVÁ, E., KOČÍ, T., EKRT, B.: Předběžná zpráva o měkkýší fauně z lokality Ahníkov II (doly Nástup Tušimice) v mostecké hnědouhelné pánvi, *Zpr. geol. výzk.* 2012, Česká geol. služba, 173–177, Praha, 2013.
- [16] KLENER, J.: Lomnice (výpočet zásob uhlí a germania), *Geol. průzkum Praha*, 1964.
- [17] KLIKA, B.: Měkkýši třetihorních usazenin sladkovodních v severozápadních Čechách, *Arch. pro přírodov. výzk. Čech.* 7/4, 1–116, 1892.
- [18] LAUBE, G.C.: Geologische Excursionen im Thermalgebiet des nordwestlichen Böhmens, *Veit & Comp., Leipzig u. Prag*, 1–170, 1884.
- [19] MACH, K., ŽÁK, K., TEODORIDIS, V., KVAČEK, Z.: Consequences of Lower Miocene degassing on geological and paleoenvironmental settings of the Ahníkov/Merkur Mine paleontological locality (Most Basin, Czech Republic), *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 285/3, 235–266, Stuttgart, 2017.
- [20] NOVÁK, F., JANSÁ, J.: Mineralogicko-geochemické a technologické zhodnocení hornin cyprisového sou-
-vrství, *Ústav nerostných surovin Kutná Hora*, 1992.
- [21] NOVOTNÝ, J., ROJÍK, P., SEJKORA, J.: Nález fluoritu v pelosideritové konkreci v Lomnici u Sokolova, *Bull. Nár. muzea*, 4-5, 224, Praha, 1997.
- [22] PROŠEK, F.: Horní Poohří v pravěku 2. Osídlení starší a střední doby kamenné, *Vlastivědný slovník Karlovarsko*, Karlovy Vary, 13–22, 1958.
- [23] REUSS, A.E.: in *Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt*, Jg. 1, 693–696, Wien, 1850.
- [24] ROJÍK, P.: The opencast mine Lomnice, Field trip 2, 8th Coal Geol. Conf., Přír. fak. UK Praha, 38–50, 1998.
- [25] ROJÍK, P.: Tektonosedimentární vývoj sokolovské pánve a její interakce s územím Krušných hor, *Disertační práce Přír. fak. UK Praha*, 2004.
- [26] RUBÍN, J., BALATKA, B. eds.: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů, Praha, 1986.
- [27] VÁCL, J.: Sokolovská pánev, In Svoboda, J. ed.: *Regionální geologie ČSSR I.*, Vol. 2, 328–341, Praha, 1964.
- [28] ZELENKA, O., MACŮREK, V.: Silicity v podloží uhelné sloje na velkolomu Čs. armády v SHR, *Geol. průzkum*, 10, 279–280, Praha, 1985.
- [29] ŽÁČEK, V.: Analytické protokoly, ČGS Praha a Sokolovská uhelná Sokolov, 2012.
- [30] ŽÁK, K.: Analytické protokoly, ČGS Praha a Sokolovská uhelná Sokolov, 2004.
- [31] ŽEBERA, K.: Die ältesten Zeugen der menschlichen Arbeit in Böhmen, *Rozpr. Ústř. úst. geol.*, 34, Praha, 1969.