

Mineralogické štúdium silicifikovaných driev pri Častkovciach v Malých Karpatoch

MARTINA MESIARKINOVÁ¹, DANIEL OZDÍN² a RASTISLAV JANDA³

¹Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, SOLIPHA, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; mesiarkinova@fns.uniba.sk

²Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra mineralógie a petrológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

³Múzeum Čachtice, Draškovičovský kaštieľ, 916 21 Čachtice

Mineralogical study of petrified woods at the Častkovce in Malé Karpaty Mts. (Western Slovakia)

Paper describes the first occurrence of silicified woods in the western Slovakia. Petrified woods are composed of chemically homogeneous quartz (α -quartz) exclusively as was determined by electron microprobe and powder X-ray diffraction analyses. The evidence of opal was not observed. Only pine (*Pinus*) tree wood was identified in the studied samples. Woods were silicified during the Neogene local volcanic activity on the external western arc of the Carpathians.

Key words: silicified woods, quartz, Čachtické Karpaty Mts., Častkovce, Slovakia

Úvod

Prekremenené SiO_2 drevá sa vyskytujú v prostredí neovulkanických hornín západokarpatského regiónu. Viac ako 90 % terciérnych andezitov sa nachádza na strednom a východnom Slovensku, menej neovulkanických hornín sa našlo v bradlovom pásme. Vulkanizmus neogénneho veku na Slovensku delíme podľa Kováča a Plašienku (2003) na štyri základné typy:

a) areálny typ dacitového až rhyolitového vulkanizmu (Egenburg – spodný bádén);

b) areálny typ andezitového vulkanizmu (spodný bádén – spodný panón): produkty tohto typu pokrývajú najväčšiu oblasť Slovenska (neovulkanické horniny stredného Slovenska, napr. Poľana);

c) oblúkový typ andezitového vulkanizmu (vrchný bádén – sarmat): produkty tohto typu sa vyskytujú pozdĺž bradlového pásma (Horné Srnie, pieninské pásmo v Poľsku) a tiež na Morave vo flyšovej zóne (Uherský Brod) a na lokalite Komňa (Szakáll et al., 2002);

d) postorogénny alkalický bazaltový až bazanitový vulkanizmus (panón – pleistocén): tieto relatívne malé výskyty typu bazaltových vulkanitov sa nachádzajú v oblasti Salgótarjánu, Filákova, Zvolena a inde.

V tejto práci je podrobne mineralogicky opísaný prvý výskyt silicifikovaných driev na západnom Slovensku, kde je aj ich najzápadnejší výskyt v Karpatoch.

Geologická stavba

Malé Karpaty (MK) sú najzápadnejšie pohorie vnútorných Karpát na území Slovenska. Vystupujú vo forme

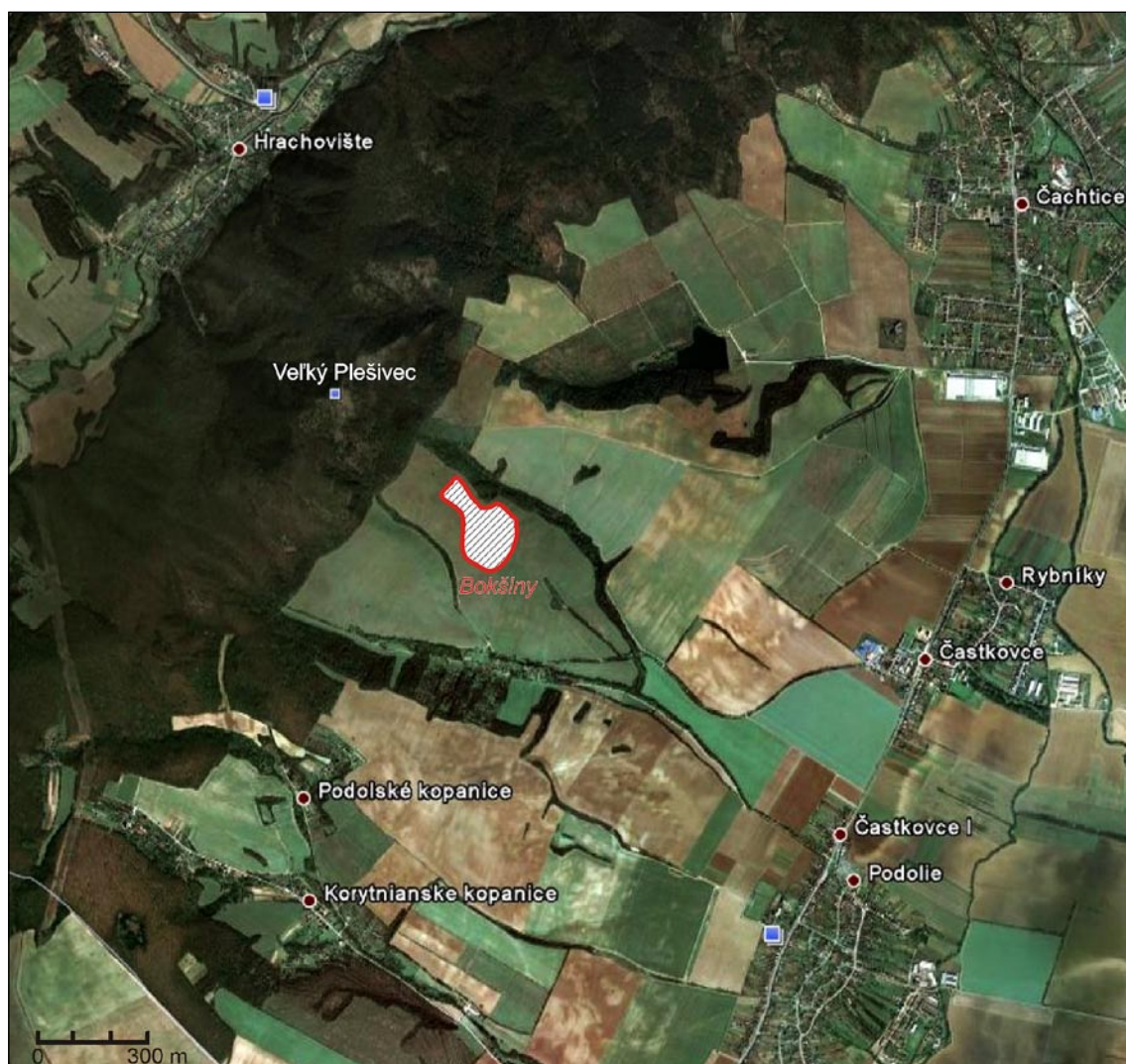
izolovaného ostrova medzi Viedenskou a Dunajskou panvou, pričom ich tvorí predterciérne podložie. Navrstvené príkrovy sú podstatou geologickej štruktúry MK. Sú zložené predovšetkým z prealpínskeho fundamentu, mezozoického obalu a vyšších príkrovových jednotiek (Plašienka et al., 1991). K základným superjednotkám MK patrí kryštalinické jadro, tatrikum a penninikum.

Z hľadiska geomorfológie delíme MK na Pezinské Karpaty (PK) a Brezovské Karpaty (BK). BK sú východným pokračovaním Severných Vápencových Álp a zaradujeme ich do považsko-pieninského pásma regionálnej geologickej stavby. BK zahŕňajú severnú časť Malých Karpát, ktorá pokrýva Biele hory, Brezovské a Čachtické Karpaty a podstatnú časť Myjavskej pahorkatiny (Plašienka et al., 1991). Geologická stavba BK pozostáva z fatrika, hronika, oravika a sedimentov gosauskej skupiny.

Geologická stavba Brezovských a Čachtických Karpát pozostáva z mohutných stredno- a vrchnotriasových karbonátových komplexov havranicko-jablonickej a nedzovskej jednotky, ktoré patria do superjednotky hronika (Salaj et al., 1987). Následne na nich sedimentovali poprikrkovové sukcesie gosauskej superskupiny, senónske sedimenty brezovskej skupiny a paleogénne sedimenty myjavskej skupiny. Toto územie bolo počas paleogénu a spodného, stredného a vrchného miocénu výrazne tektonicky postihnuté.

Čachtické Karpaty a ich širšie okolie sú zastúpené starším terciárom a horninovými komplexmi od stredného triasu až po kvartér. Najviac sú však zastúpené horniny mezozoika (Salaj et al., 1987):

1. predsenónskeho cyklu (trias až spodná krieda), ktoré patria k nedzovskému príkrovu. K najrozšírenejším



Obr. 1. Miesto výskytu silicifikovaných drev pri Častkovciach v miestnej časti Bokšiny. Ortofotomapa prevzatá z Google Earth (2010), © EUROSENSE.

Fig. 1. The location of occurrence silicified woods by the Častkovce in the local part of Bokšiny. Topographic map taken from the Google Earth (2010), © EUROSENSE.

horninám patria strednotriasové karbonátové komplexy a jurské a spodnokriedové členy v najsevernejšej a najjužnejšej časti pohoria. Sedimenty mladšieho terciéru a kvartéru sa vyskytujú len v okrajových častiach na východe predhoria.

Nedzovský príkrov. – Súvrstvia pozostávajú z dvoch skupín: triasové členy ako jablonická skupina, jurské a spodnokriedové členy ako hrušovská skupina. Do jablonickej skupiny patria schreyeralmské vápence (pelsón až spodný ladin), reiflinské vápence (?vrchný anis – ladin), dolomity (ladin – kordevol), vápence wettersteinského typu (ladin – kordevol), oponické vápence (karn), hlavné dolomity (karn – norik) a dachsteinské vápence (sevat – rét) s polohami pestrých dolomitov. K hrušovskej skupine patria plytkovodné fácie (spodná až stredná jura), hlbokovodné fácie (malm), krinoidové vápence s rohovcami (spodný až stredný lias), železito-mangánová poloha (vrchný toark),

kalové vápence (vrchný doger), pseudohľuznaté vápence s rohovcami (doger – malm), rohovcové vápence s polohami alodapických barmsteinských vápencov (oxford – vrchný titón) a pestré kalové vápence s rohovcami (vrchný titón – valangin).

2. senónskeho cyklu (vrchná krieda), ktoré patria k brezovskej skupine.

Brezovská skupina. – Do tejto skupiny patria sladkovodné „schizofytové“ vápence (?turón – spodný koňak) a valchovské zlepené (koňak – kampán).

Neogén na tomto území budujú sedimenty týchto oblastí:

- brezovský vývoj neogénu (podľa Budaya – ed., 1963) je zastúpený na sv. okraji Viedenskej panvy v páse medzi Podbrancom, Bukovcom, Štverníkom a Jabloniou, Salaj et al. (1987) sem priradujú ešte izolované neogénne sedimenty v širšom okolí Krajného;



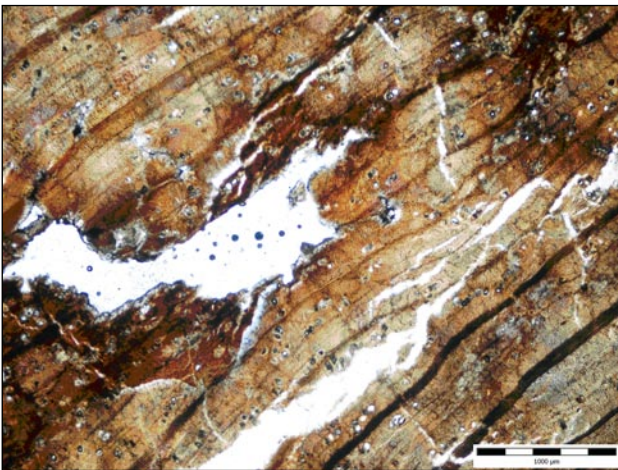
Obr. 2. Priechy rez silicifikovaným drevom. Veľkosť vzorky 5,5 x 4,8 cm.

Fig. 2. Cross-section through the silicified wood. The size of sample is 5.5 x 4.8 cm.



Obr. 3. Rez silicifikovaným drevom s väčším množstvom dier, vzniknutých pravdepodobne po larvách chrobákov (v pravej hornej časti). Veľkosť vzorky 4,3 x 2,7 cm.

Fig. 3. Section of silicified wood with numerous holes probable after larva of the beetles. The size of the sample is 4.3 x 2.7 cm.



Obr. 4. Priechy rez štruktúrou silicifikovaného dreva so žilkami kremeňa (vzorka MAK-7) pri jednom nikole (vľavo) a skrížených nikoloch (vpravo). V strede v ľavej polovici obrázkov s bublinami je diera vyplnená epoxidom.

Fig. 4. The cross-section through the silicified wood structure with veins of quartz (sample MAK-7) at parallel (left) and crossed nicols (right). The epoxide infilling of the hole is in the middle left half of the pictures with bubbles.

- dobrovodský vývoj neogénu sa vyskytuje najmä v dobrovodskej depresii;
- neogén Podunajskej nížiny tvorí jv. ohraničenie mezozoika Brezovských a Čachtických Karpát.

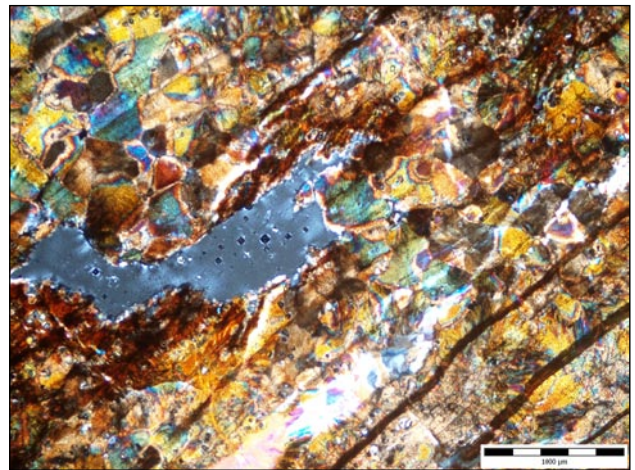
Na území Brezovských a Čachtických Karpát sa v neogéne nachádzajú dva sedimentačné cykly (Buday et al., 1963): 1. egenbursko-otnanský, tvorený bazálnymi zlepenkami a štrkami, pieskovcami a pieskami s polohami zlepenčov a vápnitými pieskovcami a slieňmi; 2. karpatsko-bádenský cyklus s jablonickými zlepenkami s exotickým materiálom, slieňovcami, vápnitými pieskovcami a najmladšími, koscinodiskovými vrstvami.

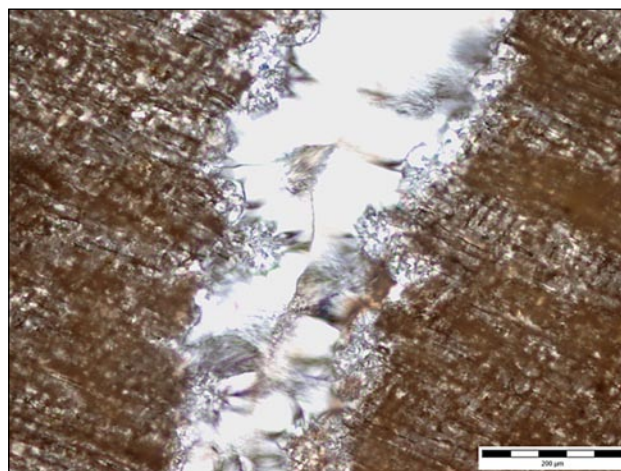
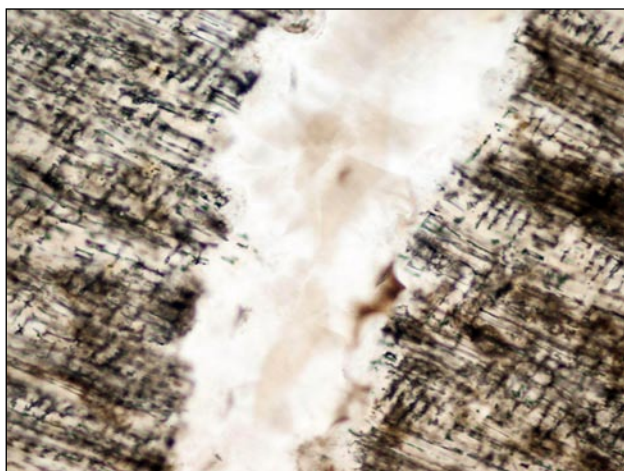
Metodika

Na skúmanie v polarizačnom mikroskope sa zhotovili leštené výbrusy. Vzorky sme pozorovali v prechádzajúcom svetle na polarizačnom mikroskope OLYMPUS BX51 pri zväčšení 4x/0,10, 10x/0,25 a 20x/0,4 a snímali fotoaparátom OLYMPUS E-420 s použitím programu Quick Photo Camera 2.3 na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (PriF UK).

Morfológiu povrchu silicifikovaných drev sme študovali na rastrovacom elektrónovom mikroskope JEOL JXA 840 (PriF UK) pri urýchľovacom napätí 15 kV a vzorkovom prúde 0,2 nA. Chemické zloženie sa skúmalo pomocou elektrónovej mikrosondy CAMECA SX 100 (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra) pri týchto podmienkach: urýchľovacie napätie 15 kV, vzorkový prúd 20 nA, priemer lúča 5 μ m. Na analýzu sa použili tieto štandardy: wollastonit (Si K α , Ca K α), Al₂O₃ (Al K α), hematit (Fe K α), MgO (Mg K α), TiO₂ (Ti K α), rodonit (Mn K α), albit (Na K α), ortoklas (K K α), BaF₂ (F K α) a NaCl (Cl K α). Obrázok v spätne rozptýlených elektrónoch sa kvôli zvýrazneniu štruktúry silicifikovaného dreva robil pri napätí 25 keV a vzorkovom prúde 80 nA.

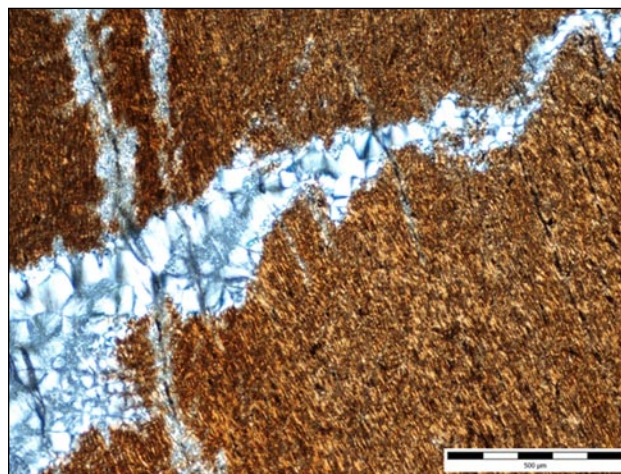
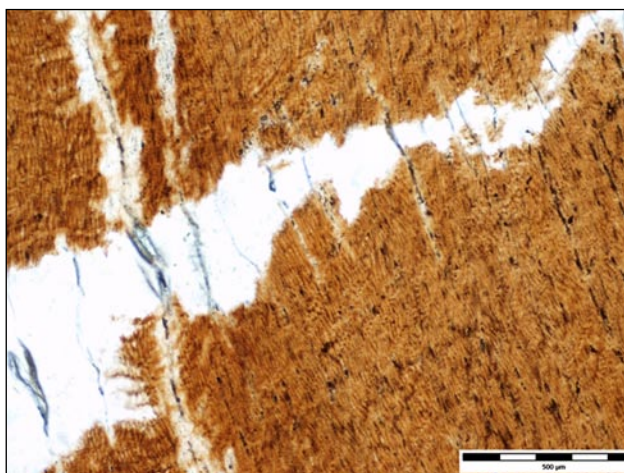
Na práškovú rtg. difrakčnú analýzu sa použili neorientované práškové preparáty, analyzované na prístroji





Obr. 5. Štruktúra silicifikovaného dreva z okrajovej časti dreva – zvetraného lemu – v priečnom reze pri jednom nikole (vľavo) a skrížených nikoloch (vpravo). Na obrázkoch štruktúru dreva pretína žilka tvorená chalcedónom.

Fig. 5. The structure of the silicified wood in its marginal part – weathered rim in the cross-section at parallel (left) and crossed nicols (right). In the pictures the chalcedony vein intersects the structure of the wood.



Obr. 6. Žilka chalcedónu, pretínajúca paralelne prebiehajúcu štruktúru dreva bez viditeľných domén v priečnom reze pri jednom nikole (vľavo) a v skrížených nikoloch (vpravo).

Fig. 6. The chalcedony vein cutting parallel structure of the wood without visible domains in the cross-section at parallel (left) and crossed nicols (right).

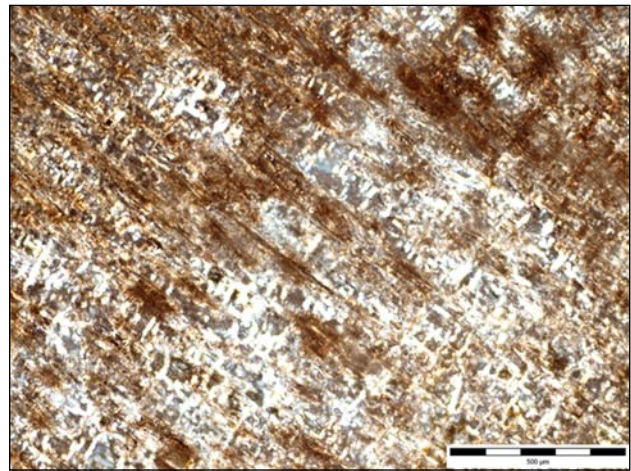
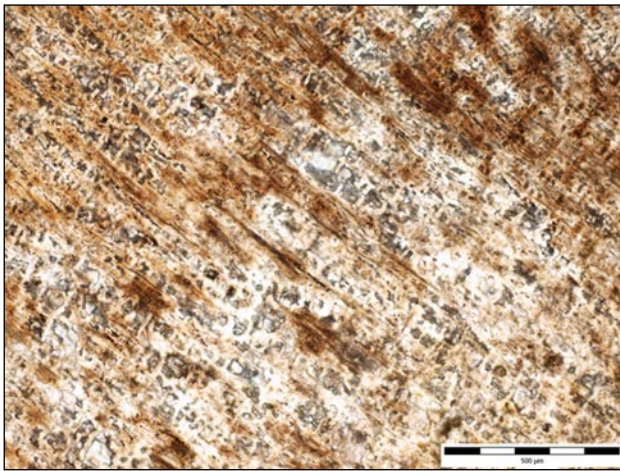
Bruker D8 Advance (Centrum excelentnosti SOLIPHA, PriF UK) pri použití Cu antikatódy ($\lambda_{\alpha_1} = 1,540\ 60\ \text{\AA}$), Ni K β filtrov a detektora LynxEye s urýchľovacím napätím 40 kV a prúdom 40 mA. Krok zaznamenávania intenzít bol 0,01° 2 θ pri čase 1 s, merný rozsah záznamov 4 – 94° 2 θ . Difrakčné záznamy sa spracovali pomocou programu Diffrac^{plus} EVA (Bruker, 2008). Mriežkové parametre sa vypočítali pomocou programu UnitCell (Holland a Redfern, 1997).

Výsledky

Vzorky so silicifikovanými úlomkami drev sme našli na sv. svahoch Čachtických Karpát (obr. 1) na poli približne 500 m jv. od Veľkého Plešivca v miestnej časti Bokšiny. Geografické priblíženie umiestnenia lokality je zjz. od obce Častkovce, ssz. od Podolia a jv. od východného svahu

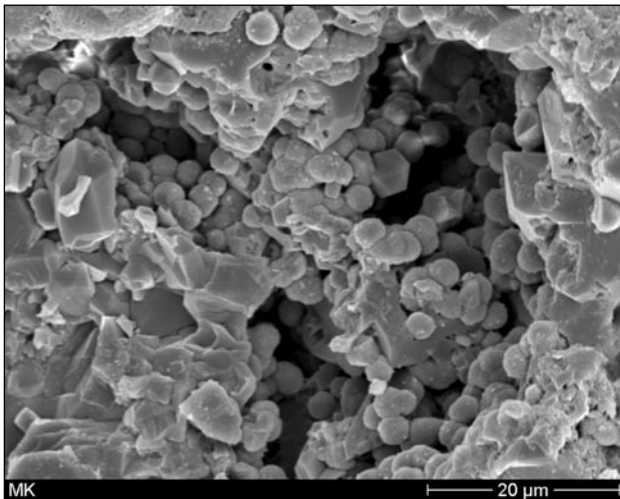
Veľkého Plešivca (48° 41' 54,18'' severnej zemepisnej dĺžky a 17° 44' 54,18'' východnej zemepisnej šírky). Tento výskyt sa viaže na neogénne prostredie sedimentárnych hornín bádenu až sarmatu.

Drevá sú prevažne sivé, s rôznym stupňom sfarbenia a viditeľným pribúdaním tmavej farby smerom k centru (obr. 2). Okraje, to znamená povrch drev, tvoria zvetrané lemy svetlej farby, v ktorých sú výrazné zárezy s dierami po zvetrávaní (obr. 3). Úplne prekremenené časti drev sú tmavohnedej farby. Sú veľmi tvrdé a tvrdosťou zodpovedajú kremeňu. Drevá sa vyformovali silicifikáciou z borovicových drevín (*Pinus*), pričom iné dreviny neboli identifikované. Pri mikroskopickom štúdiu vzoriek sme spozorovali, že vo väčšine prípadov si silicifikované drevá zachovali štruktúru bunkových pletív (obr. 4 – 7). Pletivá v niektorých vzorkách prebiehajú rovnobežne, v iných sa stáčajú. Časť vzoriek si zachovala drevnú štruktúru s malým množstvom



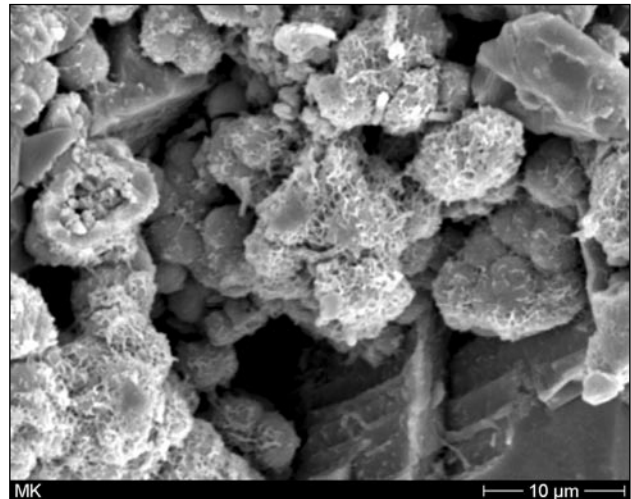
Obr. 7. Štruktúra silicifikovaného dreva s výraznými doménami, ktoré sú nahradené kremeňom, v pozdĺžnom reze pri jednom nikole (vľavo) a v skrížených nikoloch (vpravo).

Fig. 7. Structure of silicified wood with shining domains that are replaced by quartz in longitudinal section at parallel (left) and crossed (right) nicols.



Obr. 8. Pseudomorfózy kremeňa po lepisférických agregátoch opálu-CT.

Fig. 8. Pseudomorphoses of quartz after lepispheric aggregates of opal-CT.



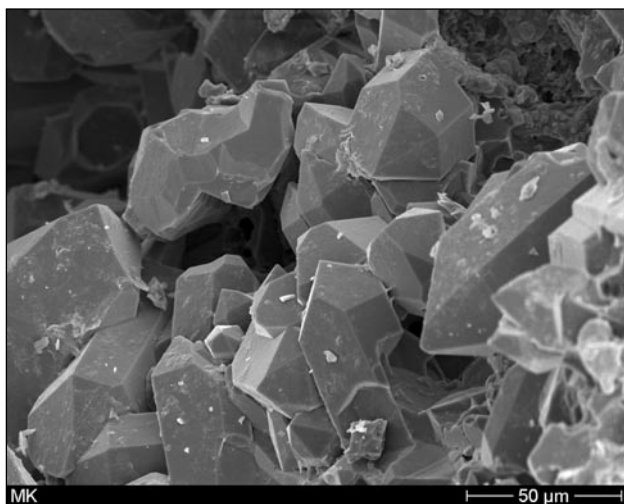
Obr. 9. Pseudomorfózy kremeňa po lepisférických agregátoch opálu-CT (detail).

Fig. 9. Pseudomorphoses of quartz after lepispheric aggregates of opal-CT (detail).

domén, ktoré majú anizotropný charakter a vyskytujú sa najmä v pozdĺžnych rezoch, paralelne prebiehajúce s pôvodnou vláknitou štruktúrou dreva. V týchto rezoch sú domény (bunky celulózy) prevažne zatlačené a nahradené mikrokryštalickou variétou kremeňa – chalcedónom. Chalcedón sa vyskytuje vo vláknitej forme, ale aj v podobe sférolitov. Chalcedón tvorí výplň tenších žiliek spolu s kremeňom, hrubšie žilky bývajú vyplnené len kremeňom. Kremenné žilky prebiehajú v smere štruktúry dreva, ale aj naprieč vláknitou štruktúrou, pričom kmeň kryštalizuje od okraja žiliek a puklín k stredným častiam. V priečných rezoch sa anizotropné domény nevyskytujú vôbec alebo len zanedbateľne. Okolo nich prebieha málo výrazná štruktúra dreva. Tak ako v prípade pozdĺžnych rezov, aj v priečných rezoch sa vyskytujú žilky a pukliny vyplnené chalcedónom a kremeňom. Vo výbrusoch z okrajových

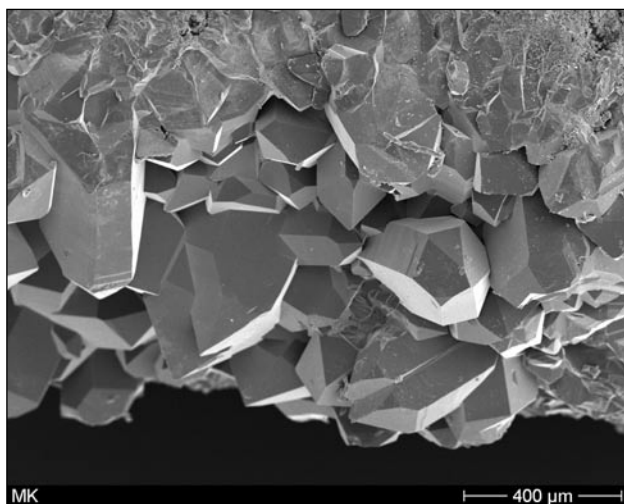
častí (zvetraných lemov) nevidieť drevnú štruktúru s výraznými doménami, ale len motív pletiva drevnej štruktúry, cez ktoré prechádzajú žilky chalcedónu.

Morfológiu, povrch silicifikovaných drev a prítomných minerálnych fáz kremeňa sme sledovali rastrovacím elektrónovým mikroskopom (obr. 8 – 11). Povrch drev je zväčša nerovný, zdrsnený, pokrytý chalcedónom alebo mikrokryštalickým kremeňom s početnými dutinami. Chalcedón tvorí sférolitické agregáty s nerovným povrchom. Kryštály kremeňa sú idiomorfne, s veľmi nevýrazným horizontálnym ryhovaním na plochách hexagonálnej prizmy. Okrem charakteristickej hexagonálnej prizmy $\{10\bar{1}0\}$ pri trigonálnom kremeni sa vyskytujú aj dobre pozorovateľné kryštálové tvary romboédrov $\{10\bar{1}1\}$ a $\{01\bar{1}1\}$. Z kremenných agregátov sme boli schopní rozlíšiť tak lavotočivé, ako aj pravotočivé kryštály kremeňa.



Obr. 10. Idiomorfne kryštály kremeňa so zriedkavým nevýrazným horizontálnym ryhovaním.

Fig. 10. Idiomorphic crystals of quartz with rare indistinct horizontal striation.



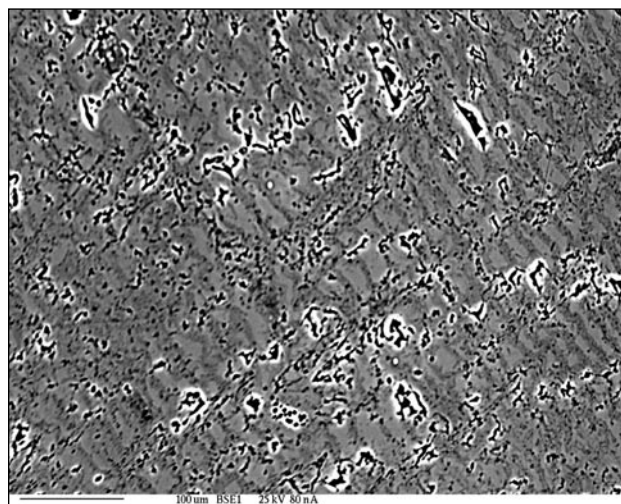
Obr. 11. Idiomorfne kryštály kremeňa tvorené hexagonálnou prizmou v strednej časti kryštálu a plochami romboédrov vo vrcholovej časti kryštálov. Na obrázku sú viditeľné ľavotočivé a pravotočivé kryštály kremeňa.

Fig. 11. Idiomorphic quartz crystals formed by hexagonal prism in the middle part of the crystal and rhombohedra planes in the apical part of the crystals. The left-hand and right-hand crystals of the quartz are visible in the pictures.

V niektorých vzorkách skúmaných touto metódou môžeme pozorovať obe minerálne variety: kryštály kremeňa aj sférolitický chalcedón na povrchu silicifikovaných drev.

Vzorky silicifikovaných drev z lokality Bokšiny sú v spätne rozptýlených elektrónoch homogénne (obr. 12). Pre chemické zloženie týchto drev je charakteristická absencia výraznejšieho množstva stopových prvkov (tab. 1). Mierne zvýšenú koncentráciu dosahuje len Ca (do 0,09 hm % Ca; det. limit 0,016 – 0,017 % a štandardná odchýlka 0,006 hm. %).

Rtg. difrakčné záznamy (tab. 2) jednoznačne potvrdili prítomnosť kremeňa, ktorý bol identifikovaný aj pomocou



Obr. 12. Priechy rezy štruktúrou silicifikovaného dreva (vzorka MAK-6, BEI).

Fig. 12. The cross-section through the structure of silicified wood (sample MAK-6, BEI).

rastrorovej elektrónovej mikroskopie. Kremeň bol identifikovaný v oboch typoch vzoriek – v centrálnej časti aj v okrajových, zvetraných častiach drev. Mriežkové parametre vypočítané z rtg. záznamov sa veľmi dobre zhodujú s publikovanými mriežkovými parametrami pre kremeň (tab. 3).

Diskusia a záver

Procesy silicifikácie, opalizácie a zachovania fosilizovaného dreva študovali viacerí autori (Rodgers et al., 2004; Rondeau et al., 2004; Wheeler et al., 2007 atď.). K silicifikácii dochádza pri interakcii kyseliny kremičitej s rastlinnými zvyškami a jej prestúpení cez ne (kôra stromov, kmeň, pletivo rastlín a pod.). Neskôr nastáva polymerizácia a dehydratácia. Táto premena prebieha postupne, od amorfneho opálu (opál-A) cez opál-CT až po kremeň (Mizutani, 1977), hoci bol opísaný aj reverzný proces (Senkay et al., 1985).

Výskyty silicifikovaných drev na Slovensku sú známe predovšetkým z územia stredoslovenských a východoslovenských neovulkanitov, a preto sa v literatúre doteraz venovala pozornosť práve týmto výskytom (Pauliš, 1982; Forgáč et al., 1990; Koděra – ed., 1986 – 1990). V tejto práci sa prvýkrát mineralogický výskum zaoberal aj výskytom drev na území západného Slovenska v oblasti Malých Karpát. Prekremenené dreva sa vyformovali z kmeňov borovic (*Pinus*). Iné druhy drevín neboli doteraz identifikované. Na rozdiel od Forgáča et al. (1990), naše štúdium nepreukázalo prítomnosť žiadneho amorfneho opálu (opál-A a opál-CT). Tieto dreva nevykazujú opalescenciu, ako je to prevažne pri drevách na lokalitách stredného a východného Slovenska. Silicifikované dreva v prechádzajúcom svetle pozostávajú najmä z kremeňa a dutiny majú čiastočne vyplnené mikrokryštalickým chalcedónom. Vo väčšine prípadov práve mikrokryštalický kremeň je najčastejšie sa vyskytujúca minerálna fáza

Tab. 1
Elektrónové mikroanalýzy silicifikovaných drev (v hm. %)
Electron microanalyses of petrified woods (in wt.%)

Vzorka	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	99,35	99,55	99,21	98,89	98,92	100,27	98,70	99,62
TiO ₂	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
FeO	0,00	0,03	0,05	0,00	0,06	0,03	0,00	0,03
MnO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
CaO	0,10	0,03	0,02	0,07	0,09	0,00	0,12	0,07
Na ₂ O	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,02	0,03	0,05
K ₂ O	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03
F	0,07	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,02	0,00
Cl	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
Suma	99,56	99,66	99,33	99,03	99,11	100,44	98,93	99,85

An. 1 – 4 vzorka MAK-6, priečný rez, an. 5 – 8 vzorka MAK-3/An. Nr. 1 – 4: sample of MAK-6, cross-section, an. Nr. 5 – 8: sample of MAK-3.

Tab. 2
Práškové difrakčné analýzy silicifikovaných drev z Malých Karpát
X-ray analysis of petrified woods from the Malé Karpaty Mts.

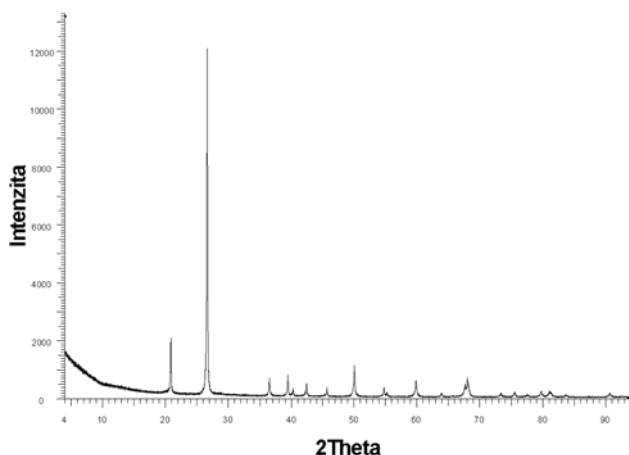
Vzorka MAK-7 (stred)		Vzorka MAK-7 (okraj)		Levien et al. (1980)				
d _{meas.}	I _{meas.}	d _{meas.}	I _{meas.}	d _{calc.}	I _{calc.}	h	k	l
4,254	21,8	4,239	21,8	4,255	28,5	1	0	0
3,349	100,0	3,349	100,0	3,343	100,0	0	1	1
				3,343	43,1	1	0	1
2,459	6,4	2,454	6,4	2,457	10,2	1	1	0
2,282	6,4	2,278	6,4	2,281	8,9	1	0	2
2,238	3,0	2,230	3,0	2,237	4,6	1	1	1
2,130	4,7	2,123	4,7	2,128	7,4	2	0	0
1,981	2,8	1,978	2,8	1,980	3,0	2	0	1
1,819	10,7	1,816	10,7	1,818	18,0	1	1	2
1,671	3,2	1,669	3,2	1,672	4,4	0	2	2
1,659	1,4	1,659	1,4	1,659	2,3	0	1	3
1,542	7,1	1,540	7,1	1,542	7,0	1	2	1
				1,542	5,9	2	1	1
1,454	1,3	1,452	1,3	1,453	2,4	1	1	3
				1,382	2,0	2	1	2
1,383	4,2	1,381	4,2	1,382	6,0	1	2	2
				1,375	2,0	0	2	3
1,376	5,2	1,374	5,2	1,375	7,6	2	0	3
1,372	5,5	1,370	5,5	1,372	5,9	0	3	1
1,288	1,6	1,288	1,6	1,288	2,4	1	0	4
1,256	1,9	1,256	1,9	1,256	2,7	3	0	2
1,200	2,1	1,991	2,1	1,200	3,3	2	1	3
1,184	1,7	1,185	1,7	1,184	3,4	1	1	4
1,180	2,1	1,179	2,1					
1,082	1,8	1,080	1,8					

Tab. 3
Mriežkové parametre kremeňa zo silicifikovaných drev (v Å)
Unit cell parameters of quartz from petrified woods (in Å)

	a	c	V
MAKA-7 (stred)	4,915 2(2)	5,408 3(7)	113,154 (11)
MAKA-7 (okraj)	4,906 6(2)	5,402 0(7)	112,630 (11)
Levien et al. (1980)	4,913 4(2)	5,404 2(4)	112,991 (5)

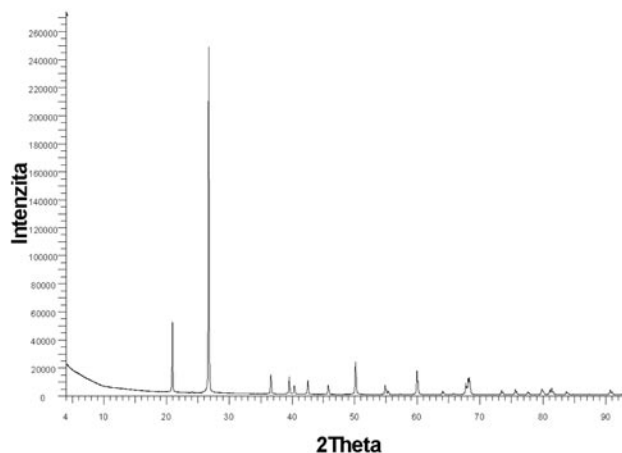
SiO₂ v drevinách (Stein, 1982). Okrem tejto fázy sa objavuje aj opál-A a opál-CT. V paralelných nikoloch, ako aj v skrížených nikoloch v mikroskope sme sledovali štruktúru dreva a minerálnu kompozíciu SiO₂ drev. Stupeň silicifikácie sa zvyšuje smerom k stredu drev, kde

niekedy pozorujeme jeho intenzívnejšiu farbu. Prášková difrakčná analýza poskytla výsledky o zložení drev, v ktorých sa vyskytuje len α -kremeň ako mikrokryštalická varieta chalcedónu. Charakteristické difrakčné maximá pre opál-CT 4,07 Å a 2,49 Å sa v našich vzorkách nevyskytli, na rozdiel od vzoriek, ktoré opísali Jones a Segnit (1971). Neprejavilo sa ani mierne difrakčné vydutie v rozmedzí 22 až 30° 2 θ , ktoré podľa Pewklianga et al. (2004) patrí k opálu-A. Difrakčné maximá publikované predchádzajúcimi autormi (Pewkliang et al., 2004) pre kremeň – 24,27° 2 θ (4,255 Å), 31,06° 2 θ (3,343 Å) a 59,58° 2 θ (1,802 Å) – sa s menšími odchýlkami zhodovali s našimi nameranými hodnotami – 4,24 Å, 3,34 Å a 1,81 Å. Podrobným morfológickým štúdiom sme zistili variabilitu



Obr. 13. Práškový rtg. difrakčný záznam kremeňa silicifikovaných drier Malých Karpát (zo stredu vzorky – tmavá, nezvetraná časť).

Fig. 13. The powder X-ray diffraction pattern of quartz in silicified woods from the Malé Karpaty Mts. (from the middle of the sample – dark unweathered part).



Obr. 14. Práškový rtg. difrakčný záznam kremeňa silicifikovaných drier Malých Karpát (z okraja vzorky – svetlá, zvetraná časť).

Fig. 14. The powder X-ray diffraction pattern of quartz in silicified woods from the Malé Karpaty Mts. (from the margin of the sample – bright weathered part).

mikrokryštalického kremeňa, ktorý sa na povrchu vyskytuje v podobe takmer dokonale vykryštalizovaných kryštálov a sférolitických agregátov chalcedónu. Povrch chalcedónu je hladký, pričom v niektorých vzorkách sa nachádzajú malé nerovnosti. Pravotočivé a ľavotočivé kryštály kremeňa sú charakteristicky horizontálne ryhované. Hlavné zastúpenie kryštálových tvarov majú kombinácie hexagonálnej prizmy a dvoch romboédrov.

Podakovanie. Ďakujeme doc. RNDr. V. Sitárovi, CSc., za cenné rady a pomoc pri identifikácii silicifikovaných drier a Mgr. P. Bačíkovi, PhD., a Mgr. M. Gregorovi za podnetné pripomienky k textu. Táto práca vznikla vďaka podpore grantu MŠ SR VEGA 1/0287/08.

Literatúra

- BUDAY, T. (ed.), 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list Gottwaldov. *Praha*, 3 – 238.
- BRUKER, 2008: DIFFRACplus EVA. <http://www.bruker-axs.com/eva.html>.
- FORGÁČ, J., ČURLÍK, J. & HARMAN, M., 1990: Rekryštalizácia SiO₂ v petrifikovaných drevinách. *Miner. Slov. (Bratislava)*, 22, 273 – 280.
- Google Earth, 2010: <http://earth.google.com>.
- HOLLAND, T. J. B. & REDFERN, S. A. T., 1997: Unit cell refinement from powder diffraction data: The use of regression diagnostics. *Min. Mag. (London)*, 61, 65 – 77.
- JONES, J. B. & SEGNET, E. R., 1971: The nature of opal. I. Nomenclature and constituent phases. *J. Geol. Soc. Aust. (Sydney)*, 18, 57 – 68.
- KODÉRA, M. (ed.), 1986 – 1990: Topografická mineralógia Slovenska. I – III. *Bratislava, Veda*, 1 592 s.
- KOVÁČ, M. & PLAŠIENKA, D., 2003: Geologická stavba oblasti na styku Alpsko-karpatsko-panónskej sústavy a prilahlých svahov Českého masívu. *Bratislava, Univerzita Komenského*, 88 s.
- LEVIEN, L., PREWITT, Ch. T. & WEIDNER, D. J., 1980: Structure and elastic properties of quartz at pressure. *Amer. Mineralogist (Washington)*, 65, 920 – 930.
- MIZUTANI, S., 1977: Progressive ordering of cristobalitic silica in the early stage of diagenesis. *Contr. Mineral. Petrology (Berlin – New York)*, 61, 129 – 140.
- PAULÍŠ, P., 1982: Nový výskyt dřevitých opálů ve východním okolí Banské Bystrice. *Čas. Mineral. Geol. (Praha)*, 27, 2, 208.
- PEWKLIANG, B., PRING, A. & BRUGGER, J., 2004: Opalisation of fossil bone and wood: Clues to the formation of precious opal. In: Roach, I. C. (ed.), 2004: *Regolith. CRC LEME*, 264 – 268.
- PLAŠIENKA, D., MICHALÍK, J., KOVÁČ, M., PUTIŠ, M. & GROSS, P., 1991: Paleotectonic evolution of the Malé Karpaty Mts.: An overview. *Geol. Carpath. (Bratislava)*, 42, 4, 195 – 208.
- RODGERS, K. A., BROWNE, P. R., BUDDLE, T. F., COOK, K. L., GREATREX, R. A., HAMPTON, W. A., HERDIANITA, N. R., HOLLAND, G. R., LYNNE, B. Y., MARTIN, R., NEWTON, Z., PASTARS, D., SANNAZZARRO, K. L. & TEECE, C. I. A., 2004: Silica phases in sinter and residues from geothermal fields of New Zealand. *Earth Sci. Rev-s (Amsterdam)*, 66, 1 – 2, 1 – 61.
- RONDEAU, B., FRITSCH, E., GUIRAUD, M. & RENAC, Ch., 2004: Opals from Slovakia ("Hungarian" opals): A re-assessment of the conditions of formation. *Eur. J. Mineral.*, 16, 789 – 799.
- SALAJ, J., BEGAN, A., HANÁČEK, J., MELLO, J., KULLMAN, E., ČECHOVÁ, A. & ŠUCHA, P., 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1 : 50 000. *Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra*, 9 – 181.
- SENKAYI, A. L., DIXON, J. B., HOSSNER, L. R., YERIMA, B. P. K. & WILDING, L. P., 1985: Replacement of quartz by opaline silica during weathering of petrified wood. *Clays and Clay Miner. (New York)*, 33, 525 – 531.
- STEIN, C. L., 1982: Silica recrystallization in petrified wood. *J. sed. Petrology (Tulsa)*, 52, 4, 1 277 – 1 282.
- SZAKÁLL, S., UDUBASA, G., DUĐA, R., KVASNYTSYA, V., KOSZOWSKA, E. & NOVÁK, M., 2002: Minerals of the Carpathians. *Praha, Granit*, 480 s.
- WHEELER, E. A., WIEMANN, M. C. & FLEAGLE, J. G., 2007: Woods from the Miocene Bakate Formation, Ethiopia: Anatomical characteristics, estimates of original specific and ecological interferences. *Rev. Palaeobot. Palynol. (New York)*, 146, 193 – 207.

Rukopis doručený 1.2.2010
Revidovaná verzia doručená 16.2.2010
Rukopis akceptovaný red. radou 17.2.2010