

Zkřemenělé kordaity a konifery v sedimentech líňského souvrství plzeňské karbonské pánve

Silicified cordaite and conifers wood in the sediments of the Líně formation of the Pilsen Carboniferous Basin

Jan Bureš

*Západočeské muzeum v Plzni, Kopeckého sady 2, 301 00 Plzeň,
e-mail: rallus@seznam.cz*

Abstract

Silicified woods are frequently encountered in the Carboniferous sediments of the Pilsen Basin. The specimens described in the present work were discovered in the Líně formation (Stephan C). The two remarkably well preserved specimens were found in the years 2006 and 2008, and were classified as members of the Cordaitales and Voltziales orders, respectively, based on the wood structure, branching type, and leaf traces. Anatomical description of the secondary xylem is given for both specimens. The secondary xylem tracheids of the Cordaitalean specimen exhibited (1)–2–(3)-seriated pitting. The secondary xylem tracheids of the Voltzialean specimen showed 1–2-seriated pitting.

Key words

Araucarioxylon-type of wood, cordaites, conifers, Carboniferous, Lower Gzhelian, Stephan C, Pilsen Basin

Úvod

Stručná historie výzkumu zkřemenělých dřev v plzeňské pánvi

Zkřemenělá dřeva (lidově araukarity) jsou značně rozšířená ve zvětralých sedimentech karbonských vrstev plzeňské pánve, časté jsou jejich nálezy na polích například u obcí Zbůch, Tlučná a Chotíkov. V minulosti bylo nalezeno mnoho kusů zkřemenělých dřev v šachtách při těžbě uhlí, v lomech na arkózy, v pískovnách a kaolinkách. Zkřemenělá dřeva jsou často používána jako dekorativní předměty (např. na skalkách) nebo jako pomníky (obr. 1).

První písemné doklady o způsobu uložení a zachování zkřemenělých dřev v plzeňské pánvi uvádí Miksch (1853). Na základě průzkumu anatomických struktur určuje zkřemenělá dřeva v plzeňské pánvi jako první Feistmantel (1883).



Obr. 1. Naleziště zkřemenělých dřev. A: Starý pomník ze zkřemenělého dřeva, který byl v minulosti u silnice z Plzně do Chotíkova. B: Naleziště zkřemenělých dřev – pole u obce Zbůch; v pozadí odval dolu.

V dalším období se badatelé věnují převážně možnostem využití zkřemenělých dřev pro stratigrafii plzeňské pánve. Pozornost je věnována zejména četnosti výskytu a barvě zkřemenělých dřev v jednotlivých souvrstvích. Tuto problematiku řeší Purkyně (1927), Němejc (1953), Poucha & Špinar (1954) a Pešek (1968a). Z hlediska geochemického zkoumá zkřemenělá dřeva z plzeňské pánve Skoček (1970). Holeček (2011) se věnuje výzkumu zkřemenělých dřev ve stratigraficky podobné kladensko-rakovnické pánvi. Taxonomickému studiu zkřemenělých dřev v plzeňské pánvi nebyla od roku 1883 věnována pozornost.

Tato práce je zaměřená na určení systematické příslušnosti dvou vzorků zkřemenělých dřev nalezených ve zvětralých výchozech líňského souvrství plzeňské pánve (Stephan C).

Základní diagnostické znaky pro odlišení zkřemenělých dřev kordaitů a paleozoických konifer

Problematika nomenklatury paleozoických homoxylických dřev

Dřeva kordaitů a paleozoických konifer patří mezi tzv. homoxylická dřeva, u kterých jsou vodivými elementy pouze tracheidy. Problematika nomenklatury a taxonomie paleozoických homoxylických dřev je značně složitá a nedořešená. Jejich anatomická stavba je podobná moderní araukarii a pro jejich pojmenování se užívá řada názvů jako *Araucarioxylon*, *Colymboxylon*, *Dadoxylon*, *Agathoxylon*,

Dammaroxylon, *Ullmanites* a *Araucarites*, přestože validně publikovaným a legitimním názvem pro fosilní homoxylická dřeva typu *Araucarioxylon* je název *Agathoxylon* (Rössler et al., in press).

Zkřemenělá dřeva kordaitů

Základní diagnostické znaky stonků kordaitů shrnují Noll et al. (2005). Větvení je nepravidelné prostorové, dřev je horizontálně příčně dělená, typu *Artisia* Sternberg. Primární xylém nepravidelně nestejněměrně přechází do sekundárního xylému. Dřev neobsahuje sklerenchymatické pláty. Listové stopy jsou dvojité, ale vyskytují se i vzorky s jednoduchými stopami (Noll, os. sděl.). Tracheidy mají 1 až 5 řad dvojteček na radiálních stěnách.

Podle Taylora a kol. (Taylor et al. 2009) u některých kordaitů příčné dělení dřev chybí (například u *Mesoxylon priapi* Trivett et Rothwell). Stěny tracheid kordaitů mají obvykle větší počet řad dvojteček než stěny tracheid konifer, ale mohou existovat i výjimky; Rothwell & Warner (1984) popisují u sekundárního xylému kordaitu těsně uložené 1–2 řady dvojteček podobné některým paleozoickým koniferám. Vozenin-Serra (1985) popisuje *Dadoxylon* (*Cordiaoxylon*) *rovien-gense* Vozenin-Serra s 3–5řadým tečkováním tracheid. Falcon-Lang et al. (2005) uvádějí u *Dadoxylon materiarium* Dawson tečkování 1–3řadé.

Zkřemenělá dřeva paleozoických konifer

Základní diagnostické znaky dřev paleozoických konifer shrnují Noll et al. (2005). Větvení je přeslenité, dřev je střídavě podélně proužkovaná typu *Tylo-dron* Weiss. Primární xylém ohraničuje centrální dřev a přechází stejnoměrně klínovitě do sekundárního xylému. Dřev obsahuje sklerenchymatické pláty. Listové stopy jsou jednoduché. Tracheidy obsahují 1–2 řady dvojteček.

Podle Rößlera (Rößler 2001) může být dřev u starších konifer zborcená a pak vytvářet stejné lamely jako dřev typu *Artisia*. Stěny tracheid konifer mají obvykle menší počet řad dvojteček než stěny tracheid kordaitů, nicméně mohou existovat i výjimky, např. Vozenin-Serra (1985) uvádí pro *Dadoxylon saxonicum* (Goepfert) Frentzen 2–3řadé tečkování tracheid. Frentzen (1931) uvádí pro *Dadoxylon schrollianus* (Goepfert) Frentzen 1–2řadé tečkování tracheid. Florin (1940) popisuje dřev konifery s 1–2řadým tečkováním tracheid jako *Walchiopremnon* Florin. Galtier et al. (1992) popisují dřev konifery z Westphalu C s 1–2řadým tečkováním tracheid s eliptickými póry u dvojteček.

Geologická situace nalezišť zkřemenělých dřev

Zkřemenělá dřeva jsou rozšířená v plzeňské pánvi podle Němejce (1953) a Peška (1968a) ve svrchních částech kladenského souvrství, v týneckém, slánském a línském souvrství. V této práci popisované nálezy zkřemenělých dřev pocházejí z línského souvrství, které vystupuje na tektonicky omezené ploše centrálního příkopu plzeňské pánve, jak je zřejmé z geologické mapy podle Peška (1968b), obr. 2

(umístěn za kapitolou Literatura). Nezvětralé načervenalé arkózy líňského souvrství na lokalitě nevystupují na povrch. Vzorky zkřemenělých dřev byly sbírány v načervenalých písčitých půdách pocházejících pravděpodobně z těchto zvětralých arkóz na polích v rovinnatém až mírně zvlněném terénu mezi obcemi Nýřany, Zbůch, Tlučná a Líně (obr. 1). Zkřemenělá dřeva se na lokalitě nacházejí v písčitých půdách převážně ve formě úlomků, tyto úlomky nejsou na lokalitě rovnoměrně rozprostřené, ale objevují se ve formě izolovaných shluků. Nález zkřemenělého dřeva se zachovalou dřevní a popřípadě se zbytky větvení (suky) lze považovat v této oblasti za vzácný. Sběratelé na lokalitě intenzivně sbírají několik desetiletí. Autor této práce na lokalitě intenzivně sbíral zkřemenělá dřeva často ve spolupráci s dalšími sběrateli od roku 2006 do roku 2010. Na základě podrobného terénního průzkumu a sběru materiálu bylo možné z velkého množství vzorků (převážně úlomků sekundárního xylému) vyčlenit dva výjimečně dobře morfologicky zachovalé vzorky středových částí kmenů. Nález zkřemenělého dřeva (FP00066) pochází z roku 2006 z líňského souvrství z pole vzdáleného asi 1,5 km severovýchodně od obce Zbůch. Nález (FP00067) pochází z roku 2008 z líňského souvrství z pole vzdáleného asi 2 km severně od obce Líně. Obě místa nálezů jsou od sebe vzdálená asi 2,5 km a zkřemenělá dřeva se roztroušeně nacházejí i v prostoru mezi těmito místy.

Cíl a metoda průzkumu vzorků

Cílem studia vzorků FP00066 a FP00067 bylo nalezení maximálního množství morfologických a anatomických znaků, na jejichž základě by bylo možné určit systematickou příslušnost zkřemenělých zbytků rostlin.

Ze vzorků byly vytvořeny příčné nábrusy pro studium ohraničení dřene a primárního xylému. Výbrusy pro studium anatomických struktur byly vytvořeny v příčném, tangenciálním a radiálním směru pomocí stroje Discoplan TS. Tloušťka výbrusů se pohybovala mezi 30–60 μm . Pro studium mikroskopických struktur byl použit stereomikroskop Olympus SZx12 a mikroskop Olympus BX 51, pro jejich dokumentaci fotoaparát Olympus Camedia C-5050 ZOOM, pro měření anatomických struktur program Quick Photo Industrial 2.3.

Ze vzorků FP00066 a FP00067 bylo vytvořeno celkem 34 výbrusů a pro další zpracování použito pouze 13 výbrusů s nejlépe zachovalými anatomickými strukturami. Vzorky a preparáty jsou uloženy v Západočeském muzeu v Plzni. V této práci jsou použity následující vzorky a jejich preparáty.

Vzorek FP00066: tangenciální nábrus v místě listových stop FP00066-A; příčný výbrus FP00066-27; tangenciální výbrusy FP00066-16, FP00066-17; radiální výbrusy FP00066-12, FP00066-13, FP00066-14.

Vzorek FP00067: příčný výbrus FP00067-7; tangenciální výbrusy FP00067-5, FP00067-6; tangenciální výbrus v místě listových stop FP00067-4; radiální výbrusy FP00067-1, FP00067-2, FP00067-3.

Výsledky

Vzorek FP00066

Systematické zařazení: třída Cordaitopsida, řád Cordaitales.

Základní popis: odštěpek středové části kmene o rozměru 130 × 120 × 60 mm (tabule 1, obr. 1). Délka části kmene je 60 mm o průřezu 60 × 40 mm. Celý povrch vzorku je bez ostrých hran a je nepatrně ohlazený. Zbarvení vzorku je žlutobílé, místy načervenalé.

Dřeň: vystupuje ze středové části kmene a je odhalená o délce 60 mm a šířce 18 mm, po celé odhalené ploše dřene je zřetelná její vnitřní přehrádkovaná stavba. Dřeň se skládá z jednotlivých plátů, které na sebe nasedají (tabule 3, obr. 3). Tloušťka jednotlivých plátů je průměrně 0,75 mm. Přehrádkované uspořádání dřene odpovídá dřeni typu *Artisia*. Dřeň v axiálním směru nevykazuje stopy zborcení.

Listové stopy: na tangenciálním řezu vedeném cca 5 mm od okraje dřene je patrná dvojitá listová stopa (tabule 4, obr. 5). Obě části listové stopy jsou oválného tvaru o výšce 2 mm a šířce 1,5 mm, rozteč mezi středy listových stop je 5 mm. Jednotlivé cévní svazky listových stop jsou špatně zachovalé. Použitý preparát: nábrus FP00066-A.

Příčný řez: v oblasti přechodu dřene do primárního xylému je anatomická struktura dřene zcela zničena rekrystalizací, primární xylém je velmi špatně zachovalý a sekundární xylém je celkem dobře zachovalý (tabule 3, obr. 4). Přechod dřene do primárního xylému má nepravidelný, po celém obvodu oválný tvar (tabule 1, obr. 2). Na příčném řezu sekundárním xylémem jsou zřetelné řady tracheid kruhového až oválného průřezu. Místy jsou patrné dřevné paprsky (tabule 4, obr. 2). Použitý preparát: příčný výbrus FP00066-27.

Tangenciální řez: řez orientovaný cca 15 mm od okraje dřene směrem do sekundárního xylému. Stěny tracheid jsou bez tečkování. Dřevné paprsky jsou jednovrstevné (tabule 4, obr. 1), vzácně dvouvrstevné. Výška (průměrný počet buněk v příčném řezu paprsku) $d(x) = 6$ (zaokrouhleno), max. = 20, min. = 1, směrodatná odchylka $s(x) = 3,67$, $n = 79$ zkoumaných dřevných paprsků. Místy jsou dřevné paprsky částečně nebo zcela zničeny rekrystalizací. Použité preparáty: FP00066-16, FP00066-17.

Radiální řez: Na stěnách tracheid sekundárního xylému je lokálně zachovalé tečkování. Převládá 2řadé tečkování, vzácně 3řadé, velmi vzácně 1řadé tečkování. Tvar dvojteček je hexagonální, místy až oválný (tabule 4, obr. 3, obr. 4). Póry

u dvojteček nebyly zachovány. Průměrná šířka dvojtečky $d(x) = 13,3 \mu\text{m}$ ($n = 46$), průměrná šířka tracheidy $d(x) = 32,9 \mu\text{m}$ ($n = 13$). Přehled jednotlivých naměřených hodnot u 2řadého a 3řadého typu tečkování obsahuje tab. 1. Použité preparáty: FP00066-12, FP00066-13, FP00066-13.

Tab. 1. Morfometrické hodnoty dvojteček a tracheid na radiálním řezu u vzorku FP00066 (preparáty FP00066-12, FP00066-13, FP00066-14; hodnoty jsou uvedené v μm). Vysvětlivky: $d(x)$ – průměr, $s(x)$ – směrodatná odchylka, min. – minimum, max. – maximum, n – počet měřených objektů.

	šířka dvojtečky tečkování 2-řadé	šířka dvojtečky tečkování 3-řadé	výška dvojtečky tečkování 2-3 řadé	šířka tracheidy tečkování 2-řadé	šířka tracheidy tečkování 3-řadé
d(x)	13,0	14,9	11,5	34,9	37,0
s(x)	2,0	0,9	1,5	3,7	0,0
min.	10,0	13,0	8,0	30,0	37,0
max.	17,0	16,0	13,0	42,0	37,0
n	39	7	46	11	2

Vzorek FP00067

Systematické zařazení: třída Coniferopsida, řád Voltziales.

Základní popis: pravděpodobně vnitřní část kmene o výšce 70 mm, v příčném směru kmene zkomprimovaná, s průřezem $60 \times 30 \text{ mm}$. Zabarvení povrchu vzorku je černožluté a přechází do hnědobílé. Celý povrch vzorku je bez ostrých hran a je nepatrně ohlazený. Po obvodu kmene jsou zachovány zbytky přeslenitého větvení, celkem 8 stop po větvení (suků) o průměrné velikosti $10 \times 15 \text{ mm}$ (tabule 2, obr. 1).

Dřeň: na příčném nábrusu kmenem je patrná dřeň a navazující oblast klínovité ohraničeného primárního xylému. Klínů je po obvodu dřeně celkem 16 o výšce jednotlivých klínů 0,5–2 mm (tabule 2, obr. 2; tabule 3, obr. 1). Stavba dřeně odpovídá typu *Tylodendron*. Dřeň je zkomprimovaná, elipsovitého tvaru o rozměru $25 \times 8 \text{ mm}$.

Listové stopy: na tangenciálním řezu vedeným cca 5 mm od okraje dřeně je patrné spirální uspořádání listových stop (tabule 5, obr. 4). Listové stopy jsou jednoduché oválného tvaru (tabule 5, obr. 5) o výšce 1 mm a šířce 0,5 mm. Jednotlivé cévní svazky listových stop jsou špatně zachovalé. Použitý preparát: FP00067-4.

Příčný řez: z příčného řezu v oblasti přechodu dřeně do primárního xylému je zřejmé, že anatomická struktura dřeně je zcela zničena rekrystalizací, primární xylém je velmi špatně zachovalý a sekundární xylém je celkem dobře zachovalý (tabule 3, obr. 2). Oblast přechodu primárního xylému do sekundárního xylému je

po celé délce složena z jednotlivých klínů, které obsahují fragmenty primárního xylému (tabule 2, obr. 2). Na příčném řezu sekundárním xylémem jsou zřetelné řady tracheid kruhového nebo oválného průřezu. Místy jsou patrné dřevové paprsky (tabule 5, obr. 4). Použitý preparát: FP00067-7.

Tangenciální řez: řez orientovaný cca 15 mm od okraje dřevě směrem do sekundárního xylému. Stěny tracheid jsou bez tečkování. Dřevové paprsky jsou jednovrstevné, vzácně dvouvrstevné (tabule 5, obr. 1). Výška (průměrný počet buněk v příčném řezu paprsku) $d(x) = 5$ (zaokrouhлено), max. = 12, min. = 1, $s(x) = 2,18$, $n = 73$ zkoumaných dřevových paprsků. Místy jsou dřevové paprsky částečně nebo zcela zničeny rekrystalizací. Použité preparáty: FP00067-5, FP00067-6.

Radiální řez: na stěnách tracheid sekundárního xylému je lokálně zachovalé tečkování. Vyskytuje se pouze 2řadé a 1řadé tečkování, 3řadé tečkování nebylo pozorováno. Tvar dvojteček je oválný, místy hexagonální (tabule 5, obr. 4). Póry u dvojteček nebyly zachovalé vůbec nebo jen velmi špatně. Průměrná šířka dvojtečky $d(x) = 19,6 \mu\text{m}$ ($n = 82$), průměrná šířka tracheidy $d(x) = 42,0 \mu\text{m}$ ($n = 25$). Přehled naměřených hodnot u 1řadého a 2řadého typu tečkování obsahuje tab. 2. Použité preparáty: FP00067-1, FP00067-2, FP00067-3.

Tab. 2. Morfometrické hodnoty dvojteček a tracheid u vzorku FP00067 (preparáty FP00067-1, FP00067-2, FP00067-3, hodnoty jsou uvedené v μm). Vysvětlivky: $d(x)$ – průměr, $s(x)$ – směrodatná odchylka, min. – minimum, max. – maximum, n – počet měřených objektů.

	šířka dvojtečky tečkování 1-řadé	šířka dvojtečky tečkování 2-řadé	výška dvojtečky tečkování 1-2 řadé	šířka tracheidy tečkování 1-řadé	šířka tracheidy tečkování 2-řadé
d(x)	19,9	19,3	14,5	36,8	46,6
s(x)	2,9	1,9	1,4	11,6	10,6
min.	15,0	16,0	12,0	24,0	34,0
max.	30,0	23,0	17,0	66,0	70,0
n	42	40	82	14	11

Vzájemné srovnání vybraných anatomických znaků u studovaných vzorků

Počet řad dvojteček na radiálních stěnách tracheid

Zjišťoval jsem, zda je rozdíl v četnosti výskytu daného počtu řad dvojteček na radiálních stěnách tracheid u vzorku FP00066 (kordait) a FP00067 (konifera). Na studovaných vzorcích nebylo možné sledovat vzhledem k částečnému překrytí anatomické struktury tracheid rekrystalizací a také vzhledem k orientaci řezu,

který není ideálně rovnoběžný s tracheidami, jejich anatomickou strukturou (tečkování) po celé jejich délce na preparátu. Tracheidy se zachovalými strukturami byly na ploše preparátů rozprostřeny náhodně. Z tohoto důvodu jsem anatomickou strukturu částí tracheid zkoumal pomocí řádkování mikroskopem v jednotlivých řadách napříč tracheidami (transektech). Transekty byly dlouhé 15 mm. Vzdálenost transektů mezi sebou byla minimálně 2 mm a zaznamenával jsem v posloupnosti za sebou typ tečkování ve všech zachovalých částech tracheid v transektu a šířku těchto částí tracheid. Z tab. 3 je zřejmé, že u preparátů FP00067-1, FP00067-2, FP00067-3 bylo zaznamenáno v jednotlivých transektech více částí tracheid se zachovalými strukturami než u preparátů FP00066-12, FP00066-13, FP00066-14. Celkem jsem uskutečnil 74 pozorování typu tečkování a šířky tracheid. Tečkování 1–2řadé u konifery, resp. 1–3řadé u kordaitu se vyskytovalo ve stejném hraničním intervalu šířky tracheid (30–45 μm) v 67 pozorováních. Pozorování spadajících za hranici tohoto intervalu bylo pouze 7 (v tab. 3 jsou označeny tučně).

Tab. 3. Četnost výskytu daného počtu řad dvojteček na radiálních stěnách tracheid a šířky zku-maných částí tracheid. Vysvětlivky: n d – počet dvojteček v tracheidě, s t – šířka částí tracheidy v μm (zaokrouhлено).

vzorek	řada tracheid (transekt)	charakteristika	hodnoty (μm)							
			1	2	1	1	2	2	1	1
FP00067-1	1	n d	1	2	1	1	2	2	1	1
		s t	20	30	30	30	35	40	30	30
FP00067-1	2	n d	2	2	1					
		s t	40	35	40					
FP00067-1	3	n d	1	2	1	1	1	2		
		s t	35	35	30	30	40	40		
FP00067-2	1	n d	2	1	1	1	1	1	1	
		s t	45	35	35	35	40	35	35	
FP00067-2	2	n d	1	1	1	1	1	1	2	2
		s t	35	30	35	30	30	40	60	60
FP00067-2	3	n d	1	2	2					
		s t	45	40	45					
FP00067-3	1	n d	2	2	2	2	2	2	1	
		s t	40	40	55	50	40	40	30	
FP00067-3	2	n d	1	1	1	1				
		s t	25	30	25	25				

vzorek	řada tracheid (transekt)	charakteristika	hodnoty (μm)							
			1	1	1	1	2	1		
FP00067-3	3	n d	1	1	1	1	2	1		
		s t	30	25	30	20	35	30		
FP00066-12	1	n d	1	2	2	2	2	2	2	
		s t	25	30	35	25	30	35	35	
	2	n d	2							
		s t	30							
FP00066-13	1	n d	2	2						
		s t	35	35						
	2	n d	2	2						
		s t	35	35						
	3	n d	2	2						
		s t	35	40						
	4	n d	3	3	2					
		s t	40	35	35					
	5	n d	2	2						
		s t	35	35						
FP00066-14	1	n d	35	40	35					
		s t	2	2	2					

U studovaného vzorku FP00066 se vyskytuje (1)–(2)–(3)řadé tečkování tracheid v poměru 1 : 19 : 2. Prozkoumal jsem celkem 22 částí tracheid. Více částí tracheid se zachovalým tečkováním jsem vzhledem k silné rekrystalizaci v použitých preparátech nenalezl.

U studovaného vzorku FP00067 se vyskytuje 1–2řadé tečkování tracheid v poměru 33 : 19. Prozkoumal jsem celkem 52 částí tracheid. Tracheidy byly mísy porušené rekrystalizací, ale celkově lépe zachovalé než u vzorku FP00066.

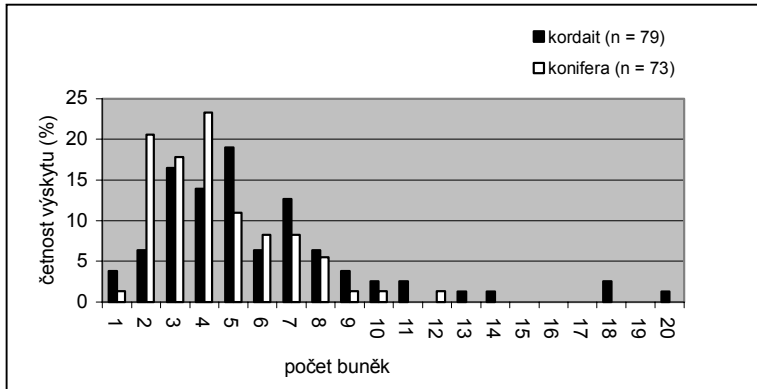
Grafické srovnání výšky dřevných paprsků

Vzorky kordaitu a konifery vykazují podobné průměrné hodnoty výšky dřevného paprsku. U vzorku kordaitu je v několika případech vyšší počet buněk v dřevném paprsku ve srovnání se vzorkem konifery (obr. 3).

Grafické srovnání morfometrických hodnot dvojteček a tracheid

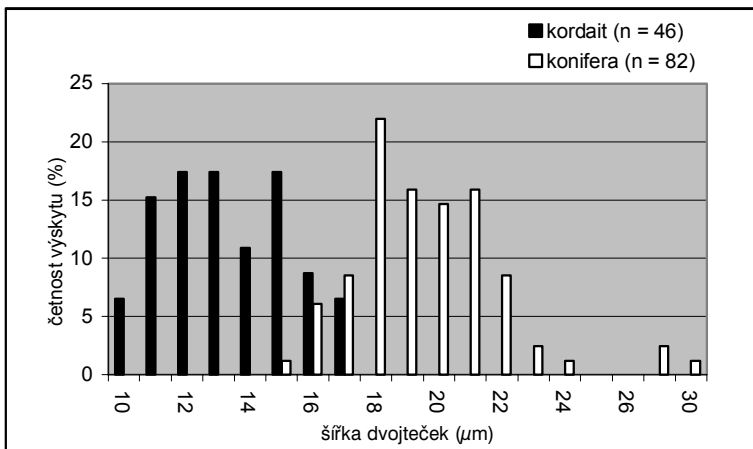
U konifery je průměrná hodnota šířky dvojteček $d(x)$ měřená v 1řadém a 2řadém typu tečkování zřetelně vyšší než u kordaitu měřená v 2řadém a 3řadém

typu tečkování (obr. 4). Dvojtečky s maximálními šířkami na sebe byly namačkané, měly oválný tvar a jejich šířka byla ohraničena šířkou tracheidy.



Obr. 3. Výška (počet buněk) dřeňového paprsku u kordaitu a konifery.

FP00066 (kordait): $d(x) = 6$, max. = 20, min. = 1, n = 79. FP00067 (konifera): $d(x) = 5$, max. = 12, min. = 1, n = 73.



Obr. 4. Průměrná šířka dvojteček naměřená u kordaitu a konifery.

FP00066 (kordait): $d(x) = 13,3 \mu\text{m}$, n = 46. FP00067 (konifera): $d(x) = 19,6 \mu\text{m}$, n = 82.

Tab. 4. Četnost výskytu daného počtu řad dvojteček na radiálních stěnách tracheid.

	1řadé tečkování	2řadé tečkování	3řadé tečkování	prozkoumáno částí tracheid
FP00066 (kordait)	1	19	2	22
FP00067 (konifera)	33	19	0	52

Diskuse

Na základě studia morfologických a anatomických znaků zkřemenělých dřev z línského souvrství plzeňské pánve byla zjišťována jejich systematická příslušnost. Oba studované vzorky měly některé výrazné morfologické znaky. Vzorek FP00066 přeřadkovitou dřev, vzorek FP00067 přeslenité uspořádání větví. Anatomické struktury dřevě byly u obou vzorků zcela překryty rekrystalizací. U vzorku FP00066 se anatomické struktury primárního xylému nezachovaly vůbec, u vzorku FP00067 se zachovaly anatomické struktury primárního xylému velmi špatně. Relativně dobře zachovaly a pro taxonomické studium vhodný byl u obou vzorků sekundární xylém, tj. vlastní dřevo. Ve stěnách tracheid bylo zachované tečkování, struktura dvojteček (např. porus) ale zachována nebyla nebo jen velmi špatně. Také Mencl et al. (2009) zdůrazňují špatné zachování zkřemenělých dřev z vnitrosudetské pánve z důvodu pokročilé rekrystalizace materiálu.

Vzorek FP00066 jsem systematicky přiřadil k řádu Cordaitales. Jedním ze základních rozhodujících znaků pro systematické zařazení byla existence přeřadkovité dřevě typu *Artisia* (tabule 3, obr. 3). Dřev nevykazuje známky zborcení v axiálním směru. Zborcení může vést podle Rößlera (Rößler 2001) ke změně stavby dřevě. Dalším rozhodujícím znakem byla přítomnost dvojité listové stopy v nábrusu v tangenciálním směru (tabule 4, obr. 5).

Vzorek FP00067 jsem systematicky zařadil do řádu Voltziales. Tento řád obsahuje několik rodů paleozoických konifer s udávaným výskytem až do svrchního permu. Tito zástupci jsou vývojově přechodná skupina mezi karbonskými kordaity a moderními koniferami, jak uvádějí Taylor et al. (2009). Mezi rozhodující znaky pro systematické zařazení dřev k této skupině patřilo přeslenité větvení (tabule 2, obr. 1), dřev typu *Tylodendron* (tabule 2, obr. 2) a existence jednoduchých listových stop (tabule 5, obr. 2).

Podle Galtiera a kol. (Galtier et al. 1992) je rozlišení kordaitů a paleozoických konifer na základě stavby dřeva náročné. Tracheidy sekundárního xylému vzorku kordaitu obsahovaly (1)–2–(3)řadé tečkování hexagonálního až oválného tvaru (tabule 4, obr. 3, obr. 4). Tracheidy sekundárního xylému vzorku konifery obsahovaly 1–2řadé tečkování oválného až hexagonálního tvaru (tabule 5, obr. 2). Struktura a velikost dvojteček u 2řadého tečkování jsou si u obou vzorků velice podobné.

Kordait však na rozdíl od konifery obsahoval 3řadé tečkování a naopak u konifery bylo proti kordaitu hojně zastoupené 1řadé tečkování s oválnými dvojtečkami.

Výška dřevných paprsků byla u vzorku kordaitu průměrně 6, max. 20 buněk, u vzorku konifery pak průměrně 5 buněk, max. 12 buněk. Pro *Dadoxylon (Cordaxylon) roviengense* uvádí Vozenin-Serra (1985) až 52 buněk vysoké dřevové paprsky a u *Dadoxylon schrollianum* (konifera) jen max. 25 buněk vysoké.

Na radiálním řezu byla průměrná šířka dvojteček i tracheid u konifery větší než u kordaitu. Šířka tracheid i velikost dvojteček velmi pravděpodobně souvisí s rozlišným růstem dřeva během vegetační sezóny. U recentní *Pinus sylvestris* L. uvádí Pazourek (1992) širší tracheidy i dvojtečky u raného dřeva oproti dřevu pozdnímu.

Vzhledem k malým tloušťkám obou vzorků se pravděpodobně jedná o juvenilní části rostlin. Srovnání tečkování tracheid u sekundárního juvenilního a staršího dřeva u *Dadoxylon materiarium* (kordait) provedli Falcon-Lang & Bashforth (2005), kteří uvádějí 1–3řadé tečkování tracheid velice podobné u juvenilního a staršího dřeva.

Podle typu tečkování tracheid rozlišuje Feistmantel (1883) pro víceřadé tečkování kordait *Araucaroxylon brandlingi* (Goepfert) Schimper z plzeňské pánve z lokality Lochotín u Plzně (týnecké souvrství) a pro 1–2řadé tečkování koniferu *Araucarites schrollianus* Goepfert syn. *Dadoxylon schrollianum* (Goepfert) Frenzen např. z lokalit Líně, Červený Újezd (obě v línském souvrství). Mencl et al. (2009) popisují z vnitrosudetské pánve (barruel – odolovské souvrství) zkřemenělá dřeva typu *Dadoxylon* odpovídající kordaitům. Šetlík & Rieger (1970) determinovali flóru v patnácti vrtech línského souvrství a uvádějí, že v květeně ochuzené o mnohé druhy zaujímaly dominantní postavení rody *Cordaites* a *Walchia*, přičemž převládajícím prvkem v prostředí sedimentace červených hornin byli zastupci rodu *Walchia* (konifery). Autor této studie zaznamenal v línských vrstvách plzeňské pánve větší zastoupení zkřemenělých konifer ve srovnání s kordaity (Bureš, nepubl.). Podobně Kerp et al. (1989) popisují pro lokality v sárské pánvi (svrchní karbon–spodní perm?) dominantní postavení konifer.

Závěr

Jednoznačné přiřazení dvou vzorků zkřemenělých dřev z línského souvrství plzeňské pánve (Stephan C) k řádu Cordaitales a řádu Voltziales bylo možné především na základě studia typu dřene, větvení a listových stop. Anatomické struktury dřeva byly v relativně velkém rozsahu postiženy rekrystalizací, místy však byly dobře zachovalé. Detailní systematické zařazení studovaných vzorků zkřemenělých dřev pouze na základě studia anatomie sekundárního xylému bylo značně komplikované a nejisté, i když jsem zaznamenal určité rozdíly v četnosti výskytu

počtu řad dvojteček u tracheid sekundárního xylému. Tracheidy sekundárního xylému zástupce řádu Cordaitales obsahovaly (1)–2–(3)řadé tečkování v poměru 1 : 19 : 2 u 22 zkoumaných částí tracheid, v případě studia vztahu šířky tracheid a počtu řad dvojteček se ve všech pozorovaných případech vyskytovalo 2–3řadé tečkování ve stejném intervalu šířky tracheidy (30–45 µm). Tracheidy sekundárního xylému zástupce řádu Voltziales obsahovaly 1–2řadé tečkování v poměru 33 : 19 u 52 zkoumaných částí tracheid, v případě studia vztahu šířky tracheid a počtu řad dvojteček se v největším počtu pozorovaných případů vyskytovalo 1–2řadé tečkování ve stejném intervalu šířky tracheidy (30–45 µm).

Poděkování

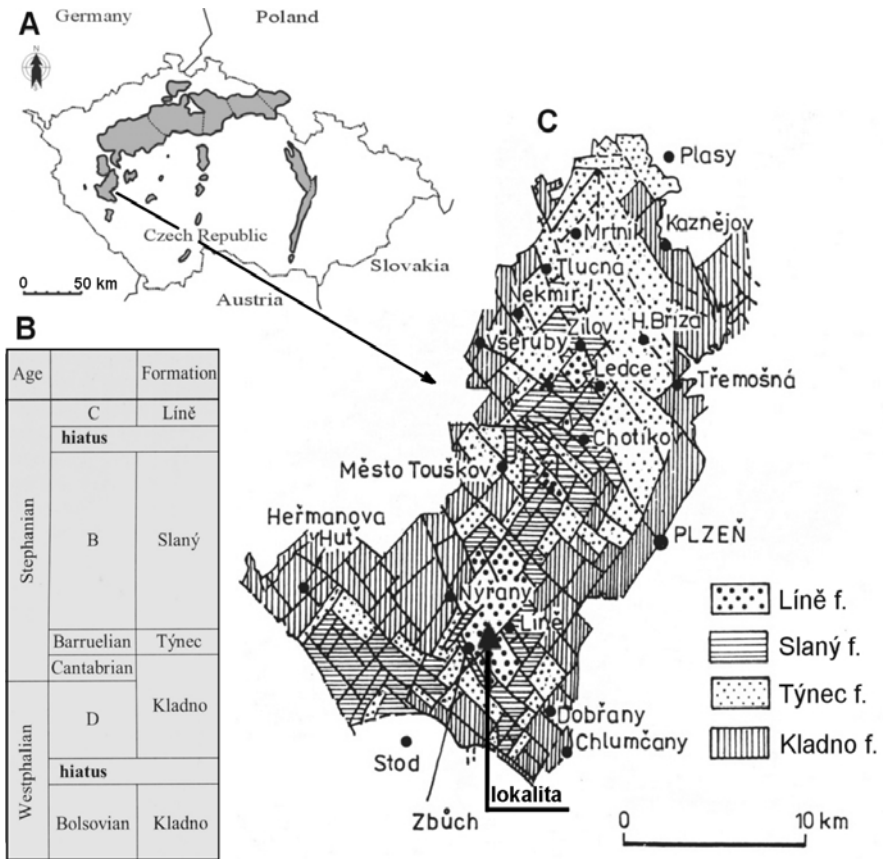
Za konzultace k problematice paleoxylotomie děkuji R. Nollovi z Tiefenhalu, J. Pšeničkovi z oddělení paleontologie Západočeského muzea v Plzni a J. Sakalovi z Ústavu geologie a paleontologie z Univerzity Karlovy. Za spolupráci při terénních výzkumech a při tvorbě preparátů děkuji F. Tichávkovi z Nýřan a J. Vostatkovi z Hlohovic. Dvěma anonymním recenzentům děkuji za podnětné připomínky.

Výzkum byl podpořen projektem UU 09/2011 „Podíl konifer a kordaitů – karbonických silicifikovaných dřev v paleospolečenstvu plzeňské uhelné pánve“ Západočeského muzea v Plzni.

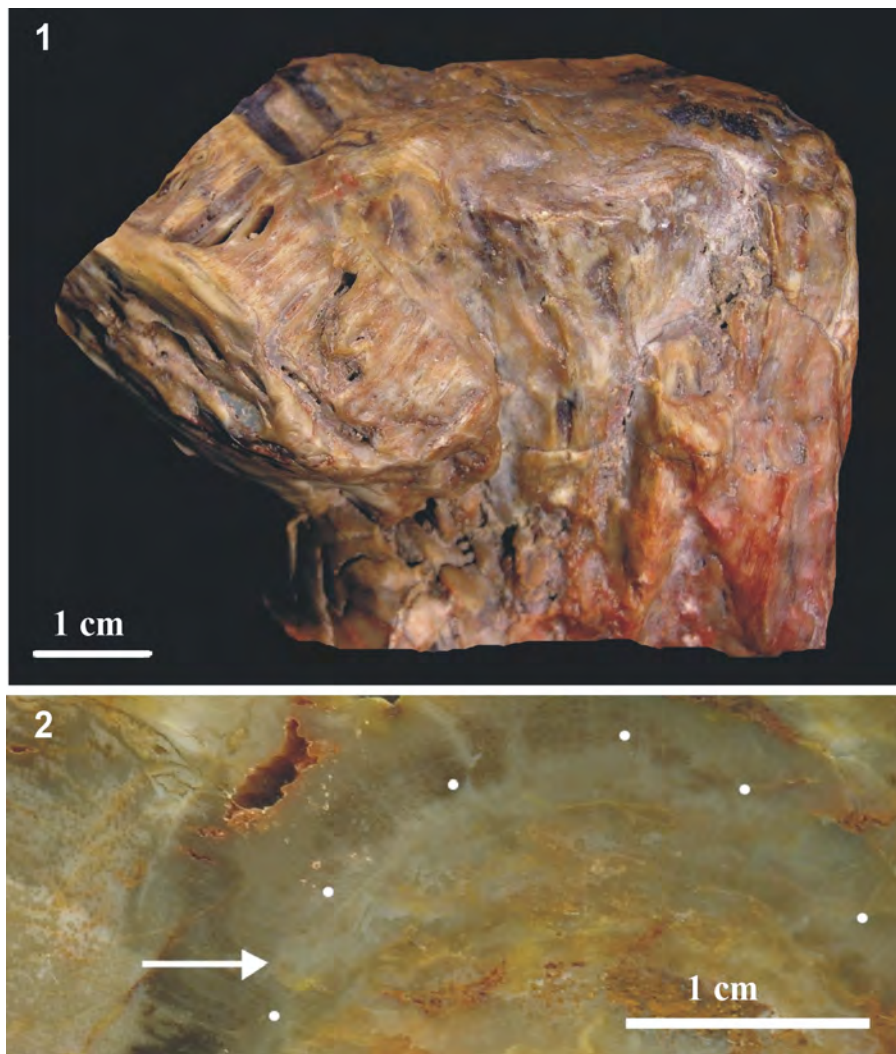
Literatura

- Falcon-Lang H. J. & Bashforth A. R. (2005): Morphology, anatomy, and upland ecology of large cordaitalean trees from the Middle Pennsylvanian of Newfoundland. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 135: 223–243.
- Feistmantel K. (1883): Über *Araucarioxylon* in der Steinkohlen ablagerung von Mittel-Böhmen. – *Abh. Königl. Böhm. Ges. Wiss.* 6: 1–22.
- Florin R. (1940): Die Gattung *Walchiopremnon* n. gen. – *Palaeontographica* Abt. B 85/4: 243–363.
- Frentzen K. (1931): Beiträge zum Oberrheinischen Fossilkatalog Nr. 1: Studien über die fossilen Hölzer der Sammelgattung *Dadoxylon* Endl. Teil 1. – *Abh. Heidelb. Akad. Wiss., Math.-natur. Klasse* 16, 143 pp.
- Galtier J., Scott A. C., Powell J. H., Glover B. W. & Waters C. N. (1992): Anatomically preserved conifer-like stems from the Upper Carboniferous of England. – *Proc. R. Soc. London* 247: 211–214.
- Holeček J. (2011): Svrchnokarbonská zkřemenělá dřeva západní části kladensko-rakovnické pánve. – Ms., 135 pp. [Dipl. pr., depon in: geol. knih. Přírod. fak. UK v Praze.].
- Kerp J. H. F., Poort R. J., Swinkels H. A. J. M. & Verwer R. (1990): Aspects of Permian paleobotany and Palynology. IX. Conifer-dominated Rotligend flora

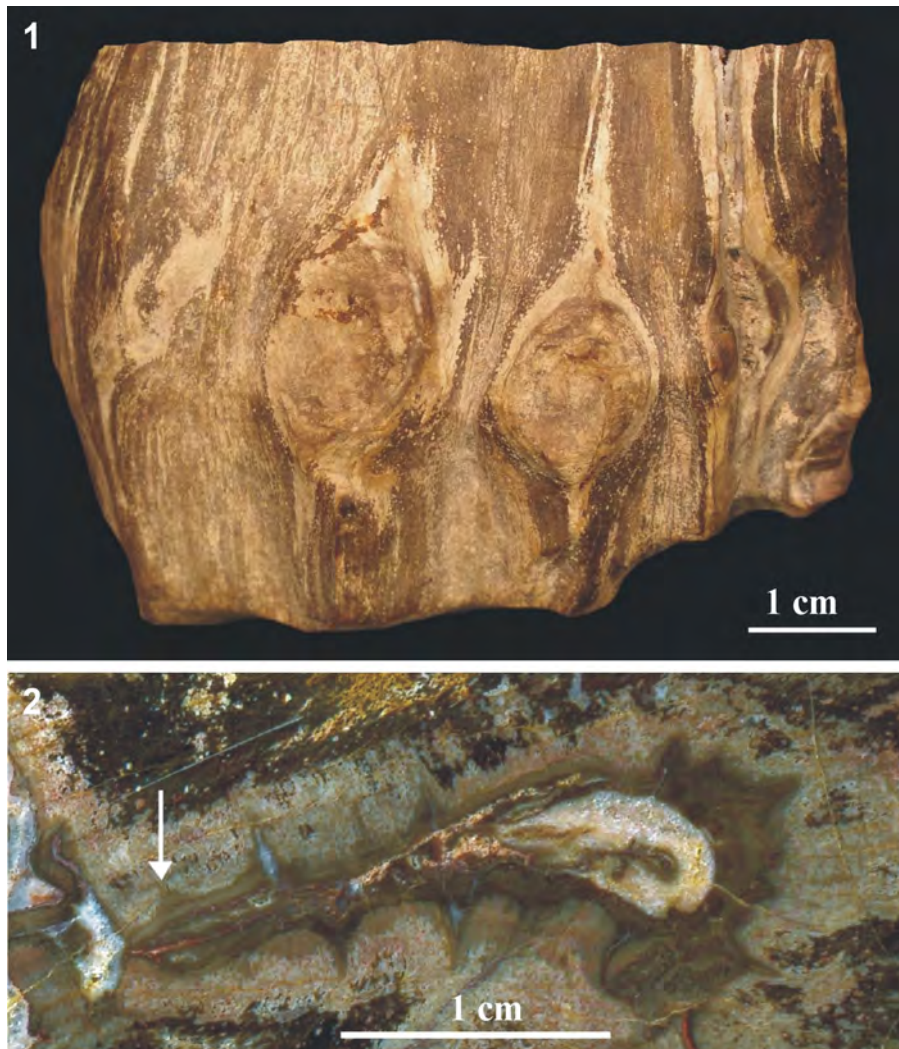
- from the Saar-Nahe Basin (?Late Carboniferous-Early Permian; SW-Germany) with special reference to the reproductive biology of the earliest conifers. – *Rev. Palaeobot. Palynol.* 62: 205–248.
- Mencl V., Matysová P. & Sakala J. (2009): Silicified wood from the Czech part of the Intra Sudetic Basin (Late Pennsylvanian, Bohemian Massif, Czech Republic): systematic, silicification and palaeoenvironment. – *Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Abh.* 252/3: 269–288.
- Miksch J. (1853): Vorkommen fossile Hölzer bei Pilsen. – *Korresp. Zool.-Mineral. Ver. Regensburg* 7/1: 7–14.
- Němec F. (1953): Úvod do floristické stratigrafie kamenouhelných oblastí ČSR. – *Academia, Praha*, 73 pp.
- Noll R., Rößler R. & Wilde V. (2005): 150 Jahre *Dadoxylon* – Zur anatomie fossiler Koniferen – und Kordaitenhölzer aus dem Rotligend des euroamerischen Florengebietes. – *Veröff. Mus. Naturk. Chemnitz* 28: 29–48.
- Pazourek J. (1992): Atlas anatomické stavby rostlin. – *Univerzita Karlova, Praha*, 163 pp.
- Pešek J. (1968a): K významu araukaritů pro stratigrafii sedimentů plzeňské pánve. – *Čas. Mineral. Geol.* 13: 213.
- Pešek J. (1968b): Geologická stavba a vývoj sedimentů plzeňské černouhelné pánve. – *Sborn. Západočes. Muz. Plzeň, Přír.*, 2: 2–109.
- Pešek J. (2004): Late paleozoic limnic basins and coal deposits of the Czech Republic. – *Folia Mus. Rer. Natur. Bohem. Occid.*, editio specialis 1: 16–23.
- Potonié H. (1888): Die fossile Pfalzengattung *Tylo dendron*. – *Jahrb. Königl. Preuss. Geol. Landesanst.* 8: 311–331.
- Pouba Z. & Špinar Z. (1954): Stratigrafické poměry okolí kaolínového ložiska u Chlumčan (jižní část plzeňské pánve). – *Věstn. ÚÚG* 29: 145–158.
- Purkyně C. (1927): O nalezištích zkřemenělých kmenů araukaritových v Čechách, zvláště v Podkrkonoší. – *Čas. Nár. Mus.* 101: 113–131.
- Rothwell G. & Warner S. (1984): *Cordaxylon dumosum* n. sp. (Cordaitales). I. Vegetative structures. – *Bot. Gazzete* 145: 275–291.
- Rößler R. & Noll R. (2001): Cordaiten und Coniferen – das “gewöhnliche” versteinerte Holz. – In: Rößler R. [ed.], *Der versteinerte Wald von Chemnitz, Katalog zur Ausstellung Sterzeleanum*, pp. 124–137, *Museum für Naturkunde, Chemnitz*.
- Rößler R., Phillippe M., Bamford M. et al.: Which name should be kept for fossil wood of the *Araucarioxylon*-type? – *Taxon*, in press.
- Skoček V. (1970): Silicifikovaná dřeva ve středočeském permokarbonu. – *Věstn. ÚÚG* 45: 87–94.
- Šetlík R. & Rieger Z. (1970): Fytopaleontologie svrchního červeného souvrství. – *Ms.*, 32 pp. et append. [Archiv Čes. geol. Úst. Praha].
- Taylor T., Taylor E. L. & Krings M. (2009): *Paleobotany. The Biology and evolution of Fossil Plants*, Elsevier Inc., 1252 pp.
- Vozenin-Serra C. (1985): Bois homoxylés du Permien inférieur de Sumatra. Implications paléogéographiques. – *Actes 110e Congrès national des Sociétés savantes, Montpellier*, 5: 55–63.



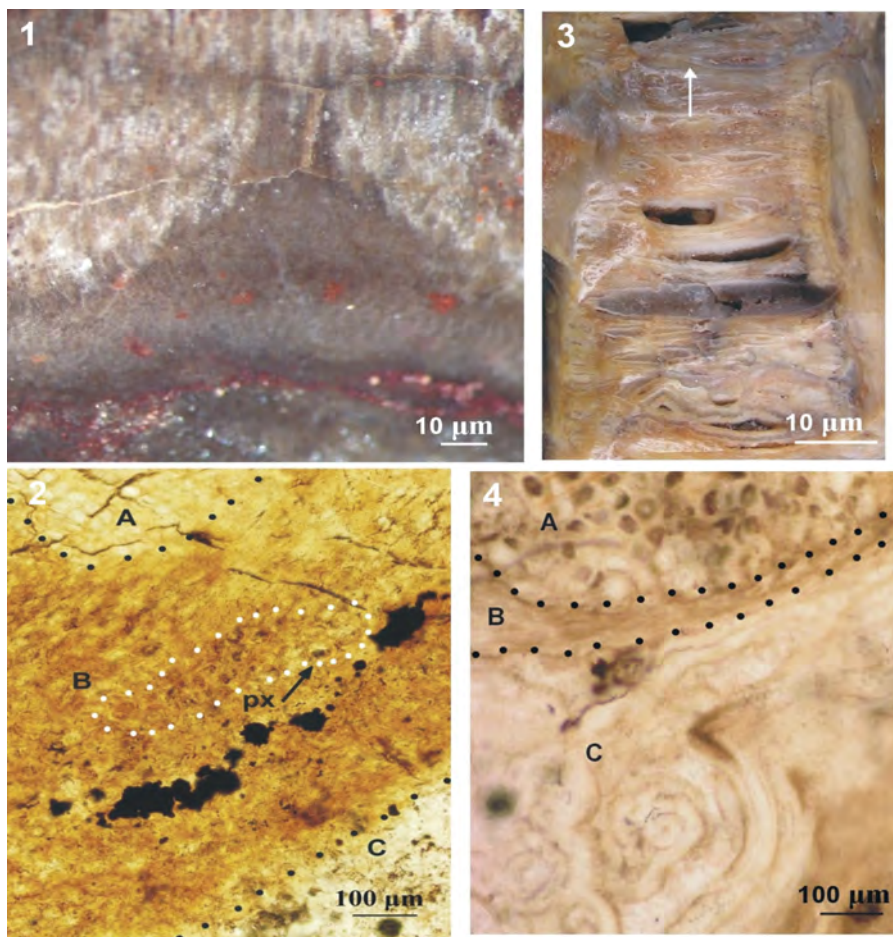
Obr. 2. Geologická mapa, lokalizace nálezů. A: Přehled limnických karbonských pánví na území ČR; upraveno podle Peška (Pešek 2004). B: Stratigrafická tabulka výskytu jednotlivých souvrství v plzeňské karbonské pánvi; upraveno podle Peška (Pešek 2004). C: Geologická mapa karbonských vrstev plzeňské pánve, lokalita místa naleziště a sběru studovaných vzorků zkřemenělých dřev; upraveno podle Peška (Pešek1968b).



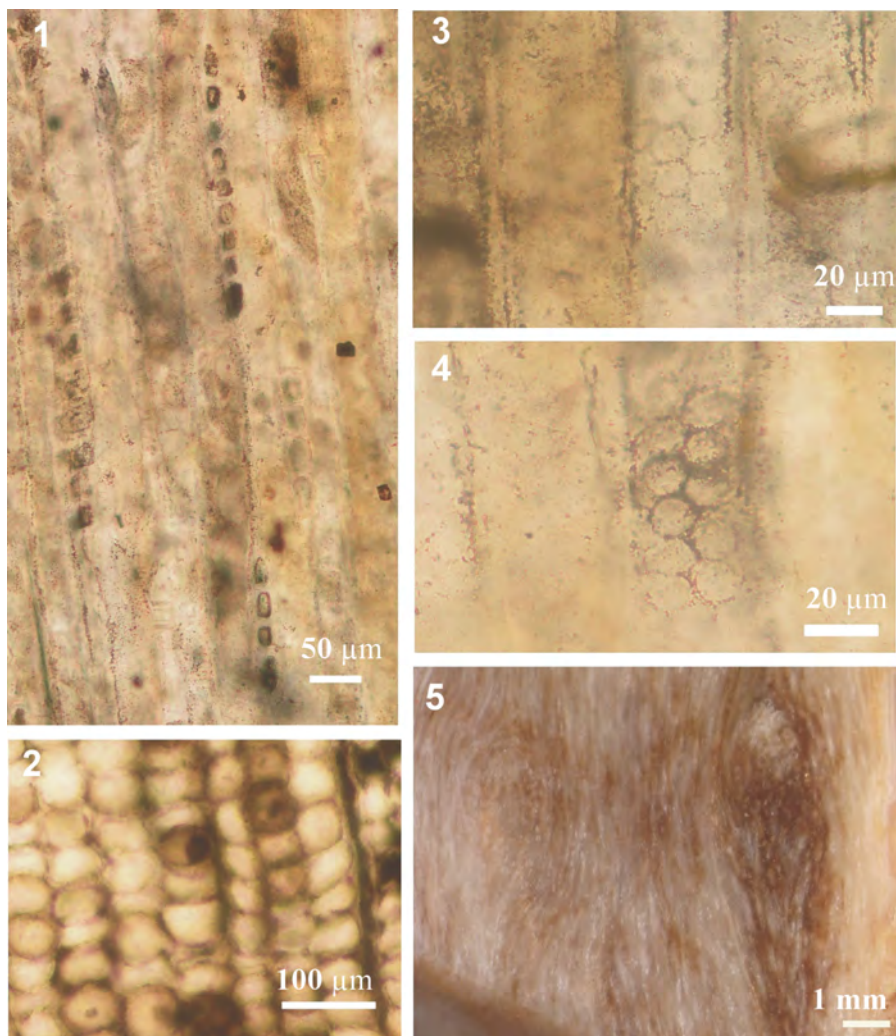
Tabule 1. Makroskopické struktury vzorku FP00066. **Obr. 1.** Odhalená dřevň typu *Artisia* ve středové části zkřemenělého dřeva. **Obr. 2.** Nepravidelný přechod dřevně do primárního xylému na příčném nábrusu.



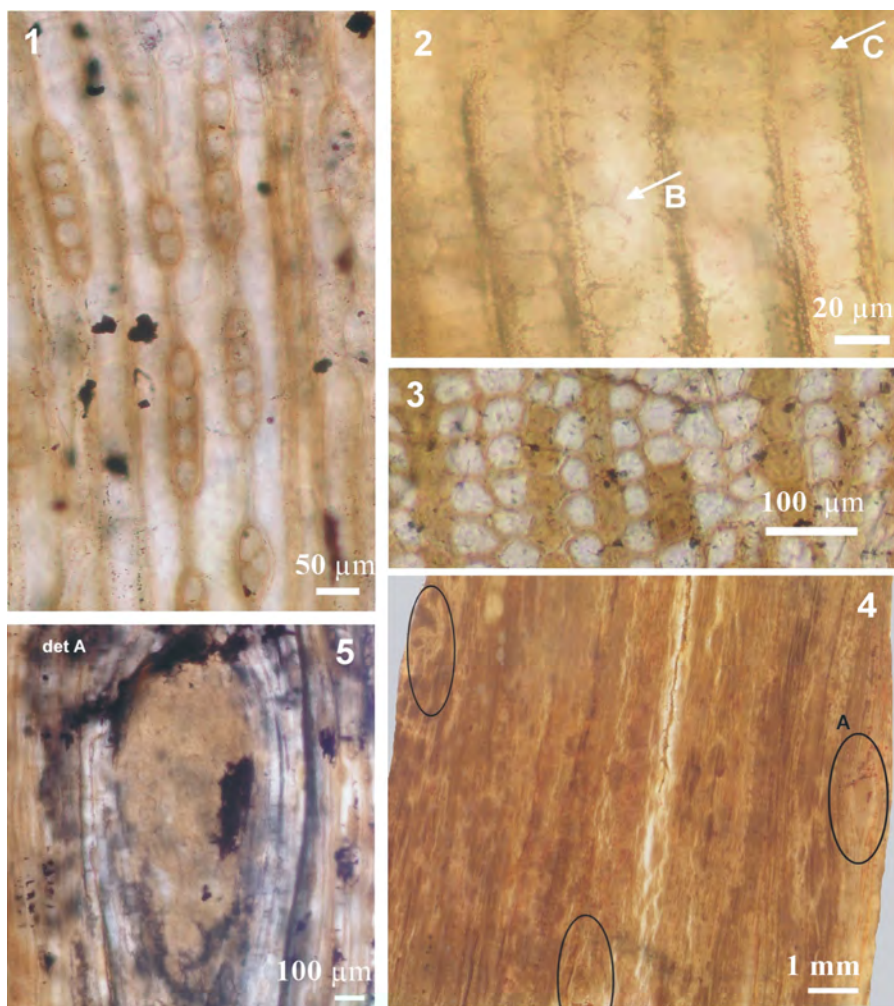
Tabule 2. Makroskopické struktury vzorku FP00067. **Obr. 1.** Středová část zkřemenělého dřeva se zachovalým zbytkem přeslenitého větvení. **Obr. 2.** Dřeň a navazující oblast klínovitě ohraničeného primárního xylému.



Tabule 3. Detail ohraničení a struktury dřevě, primární a sekundární xylém u vzorku FP00066 a FP00067. **Obr. 1.** Detail klínovitého ohraničení dřevě typu *Tyllodendron* na příčném nábrusu u vzorku FP00067. **Obr. 2.** Oblast přechodu dřevě do primárního xylému a navazující sekundární xylém v příčném výbrusu (preparát FP00067-7). A – tracheidy zachovalého sekundárního xylému, B – rekrystalizací značně poškozený primární xylém (px – částečně zachovalý primární xylém), C – rekrystalizací zcela zničená anatomická struktura dřevě. **Obr. 3.** Detail přihrádkovité stavby u vypreparované dřevě typu *Artisia* u vzorku FP00066. **Obr. 4.** Oblast přechodu dřevě do primárního xylému, sekundární xylém v příčném výbrusu (preparát FP00066-27). A – tracheidy zachovalého sekundárního xylému, B – rekrystalizací zcela poškozený primární xylém, C – rekrystalizací zcela zničená anatomická struktura dřevě.



Tabule 4. Anatomické struktury vzorku FP00066. **Obr. 1.** Dřeňové paprsky v tangenciálním výbrusu (preparát FP00066-16). **Obr. 2.** Tracheidy sekundárního xylému v příčném výbrusu (preparát FP00066-27). **Obr. 3.** Podélný radiálně orientovaný řez tracheidou s 3řadým typem tečkování. Detailní struktura dvojteček (póry) není zachovalá (preparát FP00066-13). **Obr. 4.** Podélný radiálně orientovaný řez tracheidou s 2řadým typem tečkování (preparát FP00066-13). **Obr. 5.** Dvojitá listová stopa charakteristická pro kordaity (tangenciální nábrus FP00066-A).



Tabule 5. Anatomické struktury vzorku FP00067. **Obr. 1.** Dřeňové paprsky v tangenciálním výbrusu (preparát FP00067-5). **Obr. 2.** Podélný radiálně orientovaný řez tracheidami s 1–2řadým typem tečkování (preparát FP00067-1). B – tečkování 2řadé, hexagonálně ohraničené dvojtečky, C – tečkování 1řadé, oválné dvojtečky, patrné jsou fragmenty špatně zachovalých pórů. **Obr. 3.** Tracheidy sekundárního xylému v příčném výbrusu (preparát FP00067-7). **Obr. 4.** Uspořádání jednoduchých listových stop v tangenciálním výbrusu (preparát FP00067-4). **Obr. 5.** Det A (detail): Jednoduchá listová stopa charakteristická pro paleozoické konifery (preparát FP00067-4).