

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie



Mgr. Sandra Venclová

Kritické zhodnocení popsaných zkřemenělých dřev z třeboňské pánve
(jižní Čechy) a zpracování nových nálezů

Re-evaluation of the published silicified woods from the Třeboň Basin
(South Bohemia) and systematical description of new finds

Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. RNDr. Jakub Sakala, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: doc. RNDr. Jiří Kvaček, CSc.

Praha, 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 23. 8. 2018

.....
podpis

VENCLOVÁ, S. (2018): Kritické zhodnocení popsaných zkřemenělých dřev z třeboňské pánve (jižní Čechy) a zpracování nových nálezů [Re-evaluation of the published silicified woods from the Třeboň Basin (South Bohemia) and systematical description of new finds. Mgr. Thesis, in Czech.] – 92 pp., Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic.

Abstrakt:

V práci jsou zkoumána zkřemenělá dřeva, pocházející ze tří lokalit v třeboňské pánvi. Dřeva byla zkoumána pomocí mikroskopických výbrusů. Byl zjištěn jeden kus jehličnaté dřeviny, zatím přiřazen k taxodioidnímu typu jehličnanu. Všechny zbylé zkoumané dřeviny patří k listnatým dřevinám, pravděpodobně se jedná o rod *Paraphyllanthoxylon*. Pomocí PCA analýzy byla zkoumána vzájemná podobnost jednotlivých dřev a podobnost s příbuznými druhy. Pravděpodobně se jedná o nový druh rodu *Paraphyllanthoxylon*. Paleontologické stáří zkřemenělých dřev nebylo zatím s jistotou stanoveno. Byla diskutována příslušnost zkřemenělých dřev k lipnickému souvrství.

Klíčová slova: jihočeské pánve, lipnické souvrství, *Paraphyllanthoxylon*, zkřemenělé dřevo

VENCLOVÁ, S. (2018): Kritické zhodnocení popsaných zkřemenělých dřev z třeboňské pánve (jižní Čechy) a zpracování nových nálezů [Re-evaluation of the published silicified woods from the Třeboň Basin (South Bohemia) and systematical description of new finds. Mgr. Thesis, in Czech.] – 92 pp., Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic.

Abstract:

In this study silicified woods were observed from three localities from Třeboň basin. Woods were investigated by thin sections. It was observed one species belonging to Gymnosperms, for now it is determined to taxodioid type conifer. The rest of woods belong to Angiosperms, high probably belonging to genus *Paraphyllanthoxylon*. By PCA analysis was investigated mutual similarity of the woods within and with related species. Investigated woods can be considered as new species of genus *Paraphyllanthoxylon*. Stratigraphical position was not determined. It was discussed the affiliation of silicified woods with Lipnice series.

Key words: South Bohemian Basins, Lipnice formation, *Paraphyllanthoxylon*, silicified woods

Poděkování

Na prvním místě bych ráda poděkovala svému školiteli doc. RNDr. Jakubu Sakalovi, Ph.D. za umožnění studia zkřemenělých dřev a za veškeré odborné rady a připomínky. Velký dík patří mému kolegovi RNDr. Petru Rajlichovi, CSc., Ph.D. za veškerou pomoc při vytváření této práce. Děkuji také panu Františku Tichávkovi za vyhotovování výbrusů. Srdečně děkuji za pomoc a ochotu panu starostovi Miroslavu Leštinovi, panu majiteli pole Františku Rambouskovi a panu Michalu Pilátovi za umožnění výkopu na poli u obce Lhota, odkud pochází většina zkoumaných dřev. Moc děkuji doc. RNDr. Petru Šmilauerovi, Ph.D. za pomoc s analýzami v programu Canoco. Děkuji také doc. RNDr. Jiřímu Kvačkovi, CSc. za půjčení výbrusů z NM. V neposlední řadě děkuji panu prof. RNDr. Zlatku Kvačkovi, DrSc. za odborné připomínky. Moc děkuji svým rodičům za veškerou podporu.

Obsah

1. Úvod 8

- 1.1 Úvod do problematiky 8
- 1.2 Cíle práce 8
- 1.3 Geologie jihočeských pánví 9
 - 1.3.1 Obecná charakteristika 9
 - 1.3.2 Sedimentární vývoj jihočeských pánví 11
 - 1.3.3 Litostratigrafické jednotky jihočeských pánví 13
 - 1.3.3.1 Klikovské souvrství 13
 - 1.3.3.2 Lipnické souvrství 16
 - 1.3.3.3 Zlivské souvrství 18
 - 1.3.3.4 Mydlovarské souvrství 19
 - 1.3.3.5 Domanínské souvrství 21
 - 1.3.3.6 Ledenické souvrství 22
 - 1.3.3.7 Souvrství vltavínonosných štěrků a písků 23
 - 1.3.4 Vývoj názorů na stratigrafii spolu s přehledem nejdůležitějších paleontologických a sedimentárních výzkumů 23
- 1.4 Přehled výskytů a dosavadní výzkum zkřemenělých dřev 27
 - 1.4.1 První anatomické popisy zkřemenělých dřev z jižních Čech 29
- 1.5 Charakteristika vybraných lokalit 31
 - 1.5.1 Štičí u Třeboně 31
 - 1.5.2 Lhota u Borovan 32
 - 1.5.3 Pískovna Cep II 34
- 1.6 Xylotomie 37
 - 1.6.1 Vznik dřeva a obecná stavba 38
 - 1.6.2 Anatomická stavba dřeva jehličnanů 43
 - 1.6.2.1 Tracheidy (cévice) 44
 - 1.6.2.2 Parenchymatické buňky 44
 - 1.6.2.2.1 Dřeňové paprsky 44
 - 1.6.2.2.2 Pryskeřičné kanálky 46
 - 1.6.2.2.3 Podélný dřevní parenchym 47
 - 1.6.3 Anatomická stavba dřeva listnáčů 47
 - 1.6.3.1 Tracheje (cévy) 48
 - 1.6.3.2 Tracheidy (cévice) 52
 - 1.6.3.3 Librifonní vlákna 53
 - 1.6.3.4 Parenchymatické buňky 53
 - 1.6.3.4.1 Dřeňové paprsky 54
 - 1.6.3.4.2 Podélný dřevní parenchym 55

2. Materiál a metody 57

- 2.1 Sběr a příprava materiálu ke studiu 57
- 2.2 Mikroskopické studium zkřemenělých dřev 58
- 2.3 Statistické zpracování 59

3. Výsledky 60

- 3.1 Jehličnaté dřeviny 60
- 3.2 Listnaté dřeviny 62

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Lokalita Štičí u Třeboně | 62 |
| 3.2.2 Lokality Lhota u Borovan a Cep II | 64 |
| 3.2.3 Analýza hlavních komponent | 65 |
| 4. Diskuze | 71 |
| 4.1 Jehličnan Cep06 | 71 |
| 4.1.1 Srovnání vzorku Cep06 se vzorkem ČBM2 | 72 |
| 4.2 Listnaté dřeviny | 72 |
| 4.2.1 Srovnání rodů <i>Paraphyllanthoxylon</i> a <i>Canarioxylon</i> | 73 |
| 5. Závěr | 75 |
| 6. Literatura | 76 |
| 7. Přílohy | 83 |

1. Úvod

1.1 Úvod do problematiky

Fosilní zkřemenělá dřeva, která se roztroušeně nacházejí v českokbudějovické a třeboňské pánvi, patří k nejběžnějším fosiliím těchto pánví. Bohužel z vědeckého hlediska jim v minulosti byla věnována relativně malá pozornost. Autoři se ve svých pracích většinou zabývali pouze charakterem výskytu a výčtem lokalit zkřemenělých dřev, ale bližšímu anatomickému popisu a taxonomickému zařazení se do současnosti věnuje pouze jediná práce (Prakash *et al.* 1974). Bohužel i stratigrafické zařazení zkřemenělých dřev není do dneška uspokojivě vysvětleno (např. Malecha & Suk 1988). Určit stratigrafickou pozici šterkopísků, ve kterých byla v minulosti zkřemenělá dřeva nalézána, je celkem problematické. Je to dáno i tím, že v jihočeských pánvích se vyskytuje relativně málo přirozených výchozů sedimentů, díky kterým by bylo možné danou situaci vysledovat. Navíc zkřemenělá dřeva jsou často opracovaná, takže autoři předpokládali, že šterkopisky se zkřemenělými dřevy jsou již druhotným nalezištěm. Je otázkou, zda vůbec současná geologická situace umožňuje nalézt zkřemenělá dřeva v primárních sedimentech. Dnes nejčastěji zkřemenělá dřeva můžeme nalézt na polích po orbě nebo při těžbě v zatopených pískovnách, což nám pro objasnění stratigrafické pozice také moc nepomůže.

1.2 Cíle práce

Snahou této práce rozhodně není přesné určení stratigrafické příslušnosti zkřemenělých dřev. Cílem práce je přispět po dlouhé době novým výzkumem a posunout poznání o jihočeských zkřemenělých dřevěch (se zaměřením na třeboňskou pánev) zase o krok dál.

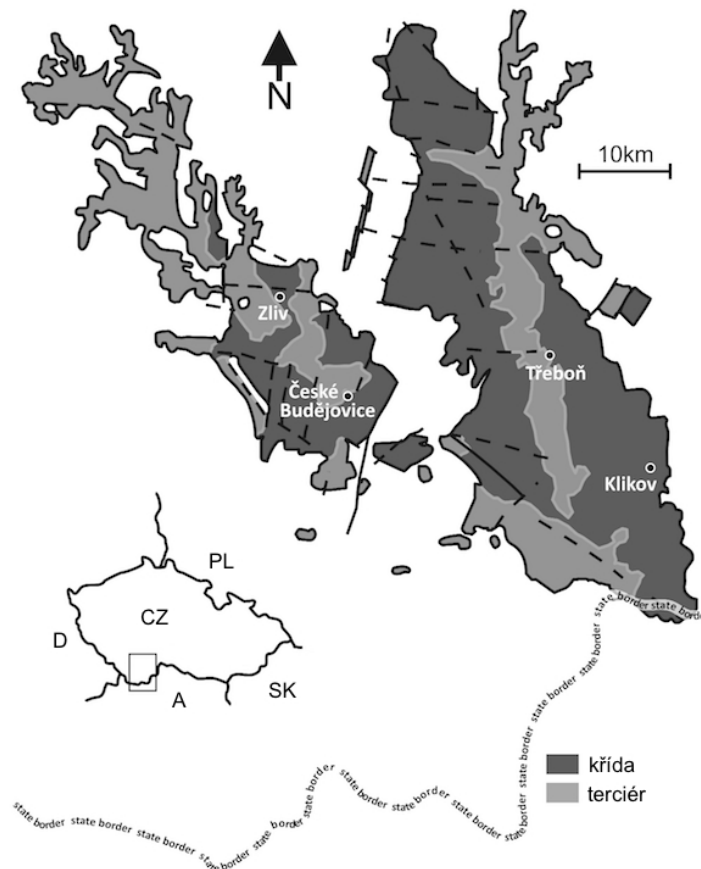
Pro tuto práci byly vytyčeny následující cíle:

- 1) Provést terénní pozorování na vybraných lokalitách a sběr nových vzorků.
- 2) Provést anatomická pozorování a taxonomické zařazení studovaného materiálu.
- 3) Porovnat nově studovaný materiál s již dříve popsány vzorky.
- 4) Na základě taxonomického určení dřev přispět k otázce, zda se jedná o křídová nebo třetihorní dřeva.

1.3 Geologie jihočeských pánví

1.3.1 Obecná charakteristika

Jihočeské pánve tvoří význačnou geologickou jednotku jižních Čech. K jihočeským pánvím řadíme především 2 rozsáhlé pánve – menší západní českobudějovickou a větší východní třeboňskou, viz obrázek č. 1. Dále k jihočeským pánvím patří 2 menší pánve – novoveská a jehnědenská a množství drobných výskytů terciéru na Táborsku, Písecku, v okolí Vodňan a u Dolního Dvořiště (Malecha & Suk 1985). Výplň těchto pánví tvoří sladkovodní křídové, třetihorní a kvartérní sedimenty. Pro úplnost je třeba dodat, že na platformním pokryvu jižních Čech se ještě podílí permokarbonské pánve v blanické brázdě – lhotická u Českých Budějovic a turovecká u Chýnova (Malecha & Suk 1985). Pro zjednodušení budou pojmem jihočeské pánve myšleny pouze pánve českobudějovická a třeboňská.



Obrázek č. 1. Jihočeské pánve – vlevo českobudějovická, vpravo třeboňská (Heřmanová & Kvaček 2012, upraveno).

Sedimenty jihočeských pánví tvoří výplň morfologické deprese moldanubika, jejich sedimenty pokrývají styk české a šumavské větve moldanubika (Malecha *et al.* 1964). Pánve vznikly při procesech saxonské zlomové tektoniky během křídý a terciéru jako reakce na horotvorné procesy alpinského vrásnění v alpsko-karpatské oblasti. Dnes jsou od sebe odděleny krystalinickým lišovským prahem, původně se však pravděpodobně jednalo o jeden sedimentační prostor (Malecha *et al.* 1964).

Podloží českobudějovické pánve tvoří od SZ převážně migmatity podolského komplexu, ve střední části pánve se jedná především o sillimanit-biotitické pararuly, ortoruly a migmatity, JV část podloží tvoří převážně ortoruly a migmatitizované pararuly pestré série krumlovské (Malecha *et al.* 1964).

Podloží třeboňské pánve tvoří v severní části nemigmatitizované sillimanit-biotitické pararuly, ve střední části pánve je krystalinikum velmi pestré, je tvořeno převážně různými typy granitoidů, dále granulity, amfibolity, ortorulami, migmatity a pararulami, jižní část tvoří převážně sillimanit-biotitické pararuly, migmatity; jednotlivé vrty ještě zastihly granit eisgarnského typu, migmatitizované pararuly a porfyrovitou biotitickou ortorulu (Malecha *et al.* 1964).

Obě pánve představují subhorizontální výplň mělkých, oboustranných tektonických příkopů omezených zlomy přibližně SZ-JV směru (Mísař *et al.* 1983). Zlomy tohoto směru se významně podílejí na současném (postsedimentárním) omezení českobudějovické a jižní části třeboňské pánve (Pešek *et al.* 2010). Směrem k jihu, resp. k JV se obě pánve prohlubují – to je zapříčiněno výraznými údolími a hřbety SZ-JV směru, jejichž vznik je ovlivněn zlomy tohoto směru, konkrétně hlubockým, dubenským a stropnickým zlomovým pásmem. V těchto údolích se dna obou pánví nacházejí ve svých největších hloubkách kolem 100–50 m n. m. (Malecha *et al.* 1964). Po sedimentaci nejstarších uloženin došlo k přestavbě sedimentačního prostoru při uplatnění vlivů zlomů SSV-JJZ směru, což zapříčinilo rozšíření sedimentačního prostoru třeboňské pánve během křídý směrem k severu (Pešek *et al.* 2010).

Křídové sedimenty, reprezentované klikovským souvrstvím, které tvoří převážnou část výplně pánví, mají v obou pánvích celkovou rozlohu 2300 km² a zasahují od Českých Velenic na JV k SZ nejméně po spojnici Vodňany – dolní tok Lužnice (Mísař *et al.* 1983).

Třetihorní sedimenty se typicky vyskytují jako zlomově omezené reliktů na křídových sedimentech a okolním krystaliniku. V českobudějovické pánvi se třetihorní sedimenty vyskytují v SZ-JV orientovaném pruhu od Vodňan k Českým Budějovicím. V třeboňské pánvi vytvářejí třetihorní sedimenty dva hlavní pásy. Menší z nich se táhne při z. okraji pánve SZ-JV směrem mezi Borovany a Vyšným, větší pás se táhne sj. směrem od Soběslavi na severu k Lipnici a Šalmanovicím na jihu. Rozloha veškerých třetihorních sedimentů (včetně izolovaných ostrůvků) nepřesahuje 1000

km² (Mísař *et al.* 1983). Třetihorní sedimenty jsou reprezentovány šesti souvrstvími – lipnickým, zlivským, mydlovarským, domanínským, ledenickým a souvrstvím vltavínonosných štěrků a písků.

1.3.2 Sedimentární vývoj jihočeských pánví

K první sedimentaci v oblasti jihočeských pánví došlo v období coniak – santon (v dřívějším pojetí spodní část senonu), kdy vznikaly uloženiny klikovského souvrství. Jedná se o fluviální sedimenty, jejichž zdrojovým materiálem byly okolní horniny moldanubika (pravděpodobně ortoruly, granity, pararuly). Charakter vytříděnosti sedimentů a častá přítomnost gradačního zvrstvení vedly k závěru, že sedimenty vznikly z velké části z turbiditních proudů (Slánská 1967).

K další sedimentaci došlo po delším hiátu spojeném s obdobím kaolinického zvětrávání a vystupování j. části Českého masívu (Malecha & Suk 1985) pravděpodobně až v oligocénu, kdy se usazovaly mělkovodní fluvio-lakustrinní sedimenty lipnického souvrství. Petrografický charakter sedimentů lipnického souvrství svědčí o jiných sedimentačních podmínkách, než které panovaly během ukládání klikovského souvrství. Jedná se především o větší penepelenizaci a tektonický klid. Významnou roli pro vyšší zralost sedimentů lipnického souvrství hrál také zdrojový materiál pro sedimentaci lipnického souvrství (starší klikovské souvrství a horniny krystalinika). Jedná se tedy o přepracovaný starší sedimentační materiál v procesu nového sedimentačního cyklu (Slánská 1967).

K dalším periodickým sedimentacím, průkazně již třetihorním, docházelo v souvislosti s mladšími fázemi alpinského vrásnění (zejména štýrskou) od spodního miocénu (Malecha & Suk 1985).

Během burdigalu došlo k sedimentaci zlivského souvrství, které se ukládalo pravděpodobně v prostředí průtočných jezer (Pešek *et al.* 2010). Sedimentační prostor zlivského souvrství byl velice rozsáhlý, k sedimentaci docházelo nejen v pánvích, ale i v místech, která před ani po uložení zlivského souvrství nebyla oblastmi sedimentace. Díky penepelenizaci a humidnímu klimatu byly vytvořeny podmínky, které zapříčinily kaolinické zvětrávání zdrojových oblastí a vytvoření jílovitého zvětralinového pláště (Slánská 1967). Nálezy halofilních a euhalobních rozsivek dokládají, že během sedimentace zlivského souvrství došlo k první ingresi mořské vody z alpsko-karpatské předhlubně do jihočeských

pánvi (Řeháková 1963). Konec sedimentace je spojen se vznikem tzv. zlivských slepenců, na jejichž vzniku se podílel vulkanický materiál, který se pravděpodobně do sedimentačního prostoru dostal od JV (Slánská 1967).

Po ukončení sedimentace zlivského souvrství začala ještě v burdigalu po kratším hiátu sedimentace souvrství mydlovarského, ta pokračovala i během langhu. Sedimentace, která měla fluvio-lakustrinní až lakustrinní charakter, probíhala podél tektonicky predisponovaných fosilních říčních údolí, čemuž nasvědčují souvislé výskyty sedimentů nejen v pánvích, ale také na mimopánevním krystaliniku v řadě reliktnů. Jemná, patrně jezerní klastika, se usazovala v místech výrazně menšího přínosu hruběji klastického materiálu (Pešek *et al.* 2010). Zároveň docházelo k pravidelnému změlčování vodní hladiny, takže se při okrajích jezerních pánví vytvářely bažiny, ve kterých vznikaly uhelné sloje, převážně pak v českobudějovické pánvi (Řeháková 1963, Pešek *et al.* 2010). Pravidelné kolísání vodní hladiny mělo vliv na salinitu vod, o čemž svědčí přítomnost různých společenstev rozsivek v průběhu sedimentace. Před vznikem uhelných slojí mají rozsivky převážně sladkovodní charakter, výjimku tvoří J okraj třeboňské pánve, kde byly zjištěny slanomilné formy. V nadložních vrstvách uhelných slojí již převažují rozsivky marinních či brakických společenstev (Řeháková 1963). To opět nasvědčuje o komunikaci jihočeských pánví s alpsko-karpatskou předhlubní, do které byly pánve odvodňovány. Podle Slánské (1967) je pro vývoj pánví během sedimentace mydlovarského souvrství také určující přínos vulkanodetritického materiálu, kdy lze např. pozorovat přímý vztah mezi přínosem vulkanodetritického materiálu a rozvojem rozsivkové sedimentace.

Po kratším stratigrafickém hiátu následovala sedimentace domanínského souvrství, stáří langh – serraval. Sedimentace probíhala v daleko menším měřítku a měla převážně lakustrinní charakter (Pešek *et al.* 2010).

Během svrchního miocénu nastává stratigrafický hiát. K další sedimentaci došlo v prostředí průtočných jezer, kdy se usazovalo pliocenní ledenické souvrství (Pešek *et al.* 2010).

Poté ve svrchním pliocénu došlo k významným tektonickým pohybům. Výzdvihem Šumavy a Novohradských hor bylo přerušeno spojení jihočeských pánví s předalpskými částmi Paratethydy, výzdvih lišovského prahu oddělil českobudějovickou a třeboňskou pánev a celá oblast začala být odvodňována směrem k severu (Chlupáč *et al.* 2002). Vlivem zvýšení erozní činnosti značná část výplně pánví podlehla denudaci, zejména neogenní usazeniny. Do

tohoto období také spadá usazování souvrství vltavínonosných štěrků a písků s obsahem redeponovaných vltavínů. Pokles prostoru pánví způsobil, že tento prostor byl i během pleistocénu oblastí zvýšené akumulace, kdy se ukládaly např. risské terasové štěrkopísky v J okolí Českých Budějovic, mocné terasy v okolí Halámek, würmské sprašové hlíny a deluviální sedimenty v blízkosti zlomů (Malecha & Suk 1985)

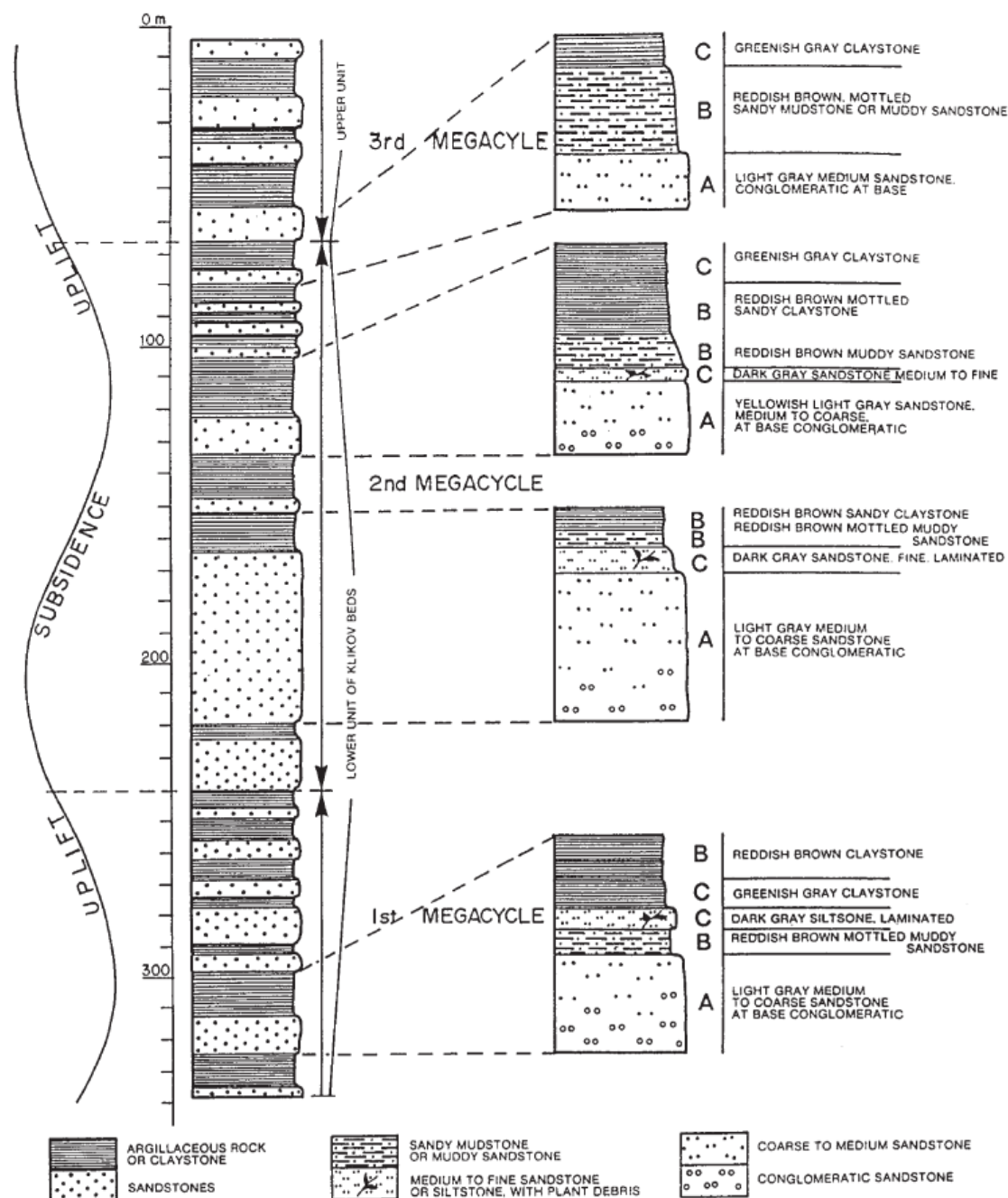
1.3.3 Litostratigrafické jednotky jihočeských pánví

1.3.3.1 Klikovské souvrství

Klikovské souvrství (stáří coniak – santon) představuje nejmocnější stratigrafickou jednotku jihočeských pánví. Průměrná mocnost sedimentů je v rozsahu 100–150 m, maximální mocnosti souvrství je dosaženo v českobudějovické pánvi (340 m). Sedimenty pokrývají okolo 3/4 plochy obou pánví. V rámci obou pánví sedimenty vykazují stejný litologický charakter. Především na základě barvy a velikosti zrn se rozlišují tři základní typy hornin (Slánská 1967, 1976, viz obrázek č. 2):

1. Světlé písčité vrstvy (A) – tvořeny bělošedými, zelenošedými nebo žlutošedými písky, pískovci a štěrky, které často přecházejí ve slepence. Horniny jsou často arkóзовé.
2. Pestré vrstvy (B) – červenohnědě nebo hnědočerveně, fialově nebo zelenošedě skvrnitě nebo mramorované jílovce až pískovce.
3. Šedé vrstvy (C) – zelenošedé nebo tmavě šedé sedimenty, často s bohatým obsahem zuhelnatělé rostlinné drti, úlomky a otisky křídové flóry:
 - rozeznáváme 2 subfacie:
 - (C1) – středně nebo jemně zrnité pískovce až prachovce – často patrné zvrstvení, kdy se střídají světlé a tmavé pásy. Tmavá barva je způsobena zuhelnatělou rostlinnou hmotou.
 - (C2) – světle šedé, zelenošedé a tmavošedé jílovce s příměsí písku – jílovce jsou zřetelně až nedokonale zvrstvené. Za určitých předpokladů (nízký obsah Fe, kaolinitická povaha) jsou vhodnou žárovzdornou surovinou. Vrstevnaté jílovce obsahují často dobře zachovanou křídovou flóru (Gabrielová-Bořková *et al.* 1962).

Světlé písčité vrstvy (A) tvoří 46 % celkové mocnosti klikovského souvrství a jsou interpretovány jako uloženiny aluviálních kuželů, aluviálních rovin a říčních koryt. Pestré vrstvy (B) tvoří 38 % celkové mocnosti a byly ukládány především jako sedimenty záplavových plošin. Šedé vrstvy (C) tvoří zbylých 16 % mocnosti souvrství a představují sedimenty jezer a přilehlých močálů (Slánská 1976).



Obrázek č. 2. Idealizovaný sled sedimentačních cyklů klikovského souvrství na základě vrtu GB 4 (Slánská 1976).

Tyto 3 typy hornin se ve vrstevním sledu mnohonásobně opakují v rámci malých jednotek – cyklů (Slánská 1967, 1976). Bazálním členem bývají světlé písčité vrstvy (A). Pestré vrstvy (B) a šedé vrstvy (C) mohou být střídavě na druhém a třetím místě. Vedle třífázových cyklů jsou přítomny i cykly dvoufázové, neúplné. V některých případech může být cyklus tvořen jen jediným členem. Proto je sedimentace klikovského souvrství označována jako nepravidelně cyklická (Slánská 1963). Počet cyklů je závislý na celkové mocnosti klikovského souvrství. V největších hloubkách lze vymezit přes 30 cyklů, mocnost jednotlivých cyklů se pohybuje od 1 do 25 m. Hranice mezi cykly bývají zpravidla ostré a mezi členy cyklů pozvolné (gradační zvrstvení) i ostré (Slánská 1967).

V kompletně vyvinutém klikovském souvrství můžeme pozorovat 3 velké megacykly, viz obrázek č. 2. První a druhý megacyklus tvoří spodní oddíl klikovského souvrství, který je vyvinut v téměř celé pánvi českobudějovické a ve střední a jižní části pánve třeboňské. Třetí megacyklus tvoří svrchní oddíl klikovského souvrství a je vyvinut především v severní a střední části třeboňské pánve a v sv. části pánve českobudějovické. Rozdíly mezi spodním a svrchním oddílem jsou převážně v tom, že svrchní oddíl má hrubozrnnější vývoj světlých písčitých vrstev, jasněji zbarvené pestré vrstvy a neobsahuje některé sedimenty šedých vrstev, které se vyskytují ve spodním oddílu (Slánská 1967, 1976).

Paleontologické nálezy:

Z klikovského souvrství jsou popsány následující makrofosilie cévnatých rostlin, např. *Pityophyllum* sp., *Geinitzia cretacea* UNG., *Podozamites lanceolatus* (LINDL. et HUTT.) HEER, „*Dammara*“ *borealis* HEER, *Brachyphyllum squamosum* (VEL.) PALIB., *Ceratoxylon minus* NĚMEJC, *Proteophyllum lanceolatum* NĚMEJC et KVAČEK, *P. laminarium* VEL., *Grevilleophyllum constans* (VEL.) VEL., *Cocculophyllum extinctum* (VEL.) NĚMEJC et KVAČEK, *Debeya insignis* (HOS. et MARCK) KNOBL., *D. haldemiana* (SAP. et MAR.) KNOBL. var. *latifolia* HOS. et MARCK, *D. coriacea* (VEL.) KNOBL., *Quercophyllum gracile* (DEBEY) NĚMEJC, *Q. pseudodrymejum* (VEL.) NĚMEJC (f. *angustifolia* NĚMEJC a *latifolia* NĚMEJC), *Credneria senonensis* (KNOBL.) NĚMEJC, *Platanophyllum laeve* (VEL.) NĚMEJC, *Araliophyllum elongatum* NĚMEJC, *Dewalquea lusitanica* TEIX., *D. insignis* HOS. et v. d. M., *D. haldemiana* SAP. et MAR. (f. *latifolia* HOS. et v. d. M. a *angustifolia* HOS. et v. d. M.) a *Dicotylophyllum saliciforme* NĚMEJC (Němejc 1961; Němejc & Kvaček 1975).

Z mezofosilií jsou uváděny vajíčka hmyzu, konkrétně se jedná o druhy *Palaealdrovanda splendens* a *Knoblochia cretacea* (Heřmanová & Kvaček 2010; Heřmanová *et al.* 2013), dříve popisovány jako semena krytosemenných rostlin (Knobloch & Mai 1984, Knobloch & Mai 1986). Dále byla určena květenství patřící k rostlinám ze skupiny *Normapolles*, konkrétně se jedná o druh *Budvaricarpus serialis* a rod *Caryanthus* (Heřmanová *et al.* 2011; Heřmanová & Kvaček 2012). Knobloch & Mai (1984, 1986) podávají výčet semen a plodů nalezených v klikovském souvrství.

Z mikrofosilií tvoří významnou skupinu pylová zrna krytosemenných rostlin ze skupiny *Normapolles* (Pacltová 1958, 1961). Dále byly nalezeny spory patřící především ke kapradinám; v menší míře pylová zrna nahosemenných rostlin přiřazená k rodům *Pinus*, *Cedrus*, *Picea*, *Abies*, *Podocarpus* a zástupcům čeledi Cupressaceae; z jednoděložných jsou nejvíce přítomni zástupci čeledi Poaceae; největší část pylového spektra náleží zástupcům dvouděložných rostlin (Pacltová 1961).

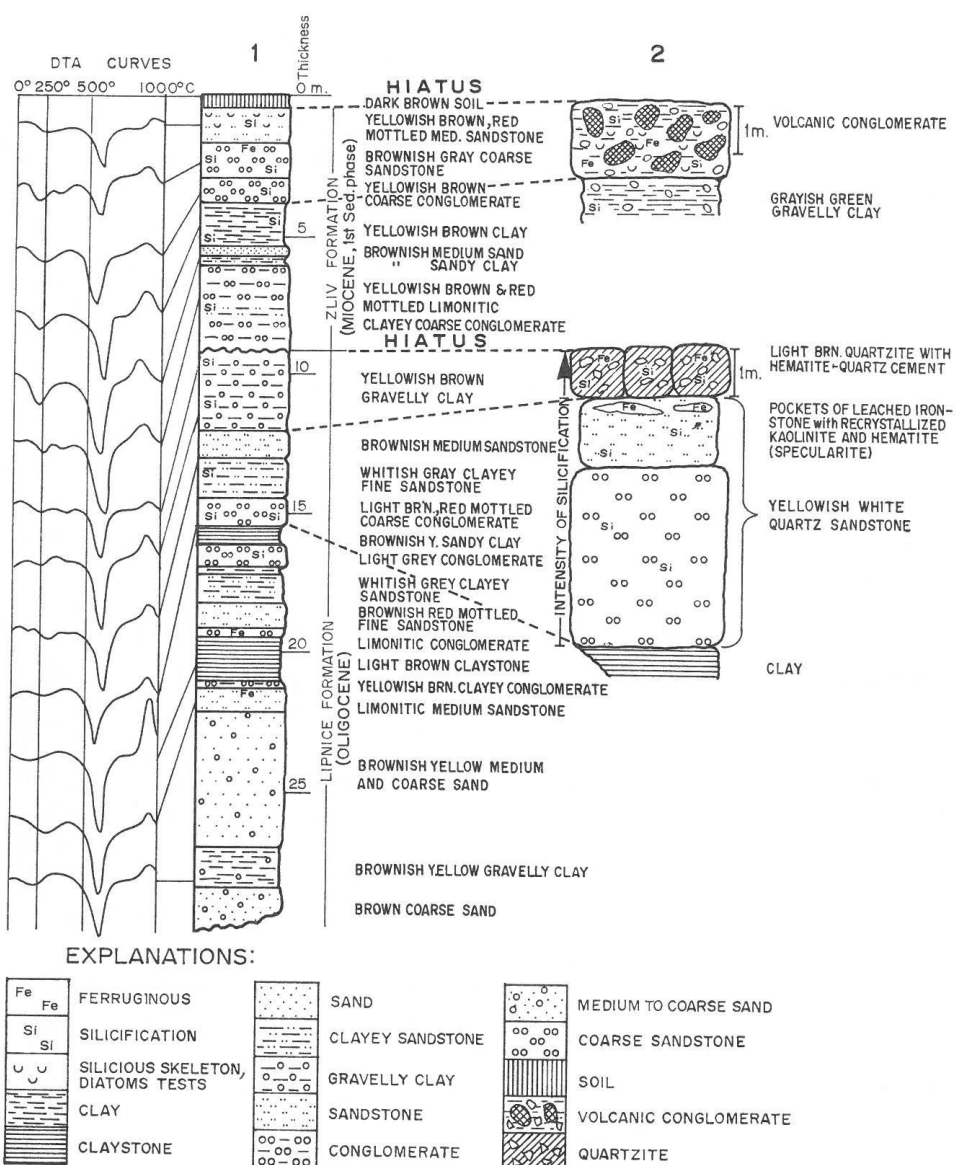
Stratotyp: odkryvy v levém břehu potoka Dračice mezi Klikovem a ústím tohoto potoka do řeky Lužnice (Malecha & Špínar 1962).

1.3.3.2 Lipnické souvrství

Sedimenty lipnického souvrství představují ojedinělý reliktní nepříliš velké rozlohy a mocnosti, který byl vymapován, především díky vrtům, ve střední části treboňské pánve. Konkrétně se jedná o oblast severně od obce Kojákovice a dále bylo lipnické souvrství zjištěno v odkluzu dinasových písků a kaolinických jílů jižně od Lipnice (typický profil této sedimentace). Mocnost lipnického souvrství se většinou pohybuje v rozmezí 20-27 m, maximální mocnosti dosahuje téměř 34 m (vrt 59/10, jižně od Domanína) (Slánská 1967).

Na bázi lipnického souvrství se vyskytují rezavé, hrubozrnné a nestejně zrnité písky až slabě zpevněné pískovce (se štěrkem) až slepence. Nad touto polohou jsou vyvinuty jílovito-píscité vrstvy, ve kterých se střídají bělošedé nebo žlutohnědé jemně až středně zrnité pískovce, často značně silicifikované, s pestrobarevnými jíly, popř. jílovci. Ve svrchních částech souvrství se vyskytují zelenošedé, silně hrubě píscité jíly až silně jílovité hrubozrnné pískovce, místy slepencové povahy, jež jsou zpravidla intenzivně silicifikované (Slánská 1967). V profilu těžby dinasových písků byla sedimentace lipnického souvrství zakončena asi 1 m mocnou, nesouvisle vyvinutou lavicí šedožlutého až hnědožlutého křemence (viz obrázek

č. 3), která nese stopy fosilního zvětrávání a je rozpukaná v samostatné balvany (Slánská 1964). Slánská (1967) se domnívá, že tato křemencová lavice je pravděpodobně finálním členem sedimentace lipnického souvrství. Zbytky tohoto křemence se vyskytují na více místech obou pánví (jako sluňáky a hrance), což nasvědčuje, že sedimentace lipnického souvrství probíhala na daleko větším území, než je současný výskyt (Slánská 1967). Stáří lipnického souvrství nebylo dosud uspokojivě objasněno. Mrázek (1957) se domnívá, že lipnické souvrství je oligocenního stáří na základě analogického vývoje se sedimenty z Mostecká, které rovněž leží na svrchnokřídových uloženinách. Naproti tomu Malkovský (1995) se domnívá, že by se mohlo jednat o svrchnokřídové sedimenty.



Obrázek č. 3. Litologie lipnického a zlivského souvrství sestavená na základě profilu vrtu TSv 2 – Domanín (1) a odkryvu v lipnické těžebně (2) (Slánská 1974).

Paleontologicky se stáří lipnického souvrství nepodařilo objasnit, neboť nebyly nalezeny žádné průkazné makrofosilie ani mikrofosilie (palynologie, diatomity) (Mrázek 1957; Malecha & Špinar 1962; Slánská 1964, 1967; Malecha & Suk 1985).

Stratotyp: bývalý odkliz kaolinických písků a kaolinitických jílů u Lipnice (Malecha & Špinar 1962), dnes zavalený. V současné době tedy není k dispozici žádný odkryv lipnického souvrství.

1.3.3.3 Zlivské souvrství

Zlivské souvrství (stáří burdigal) je rozšířeno nejen v obou pánvích, ale i mimo jejich dnešní hranice. Podloží tvoří buď krystalinikum, klikovské nebo lipnické souvrství. Mocnost souvrství většinou dosahuje asi 15 m, maximální mocnost (cca 42 m) byla zjištěna vrtem L-XI 3 km SSZ od Třeboně (Slánská 1967). Celkový litologický vývoj souvrství je v obou pánvích v podstatě jednotný. Rozlišujeme 2 základní typy sedimentů: bazální písčito-jílovité vrstvy a zlivské slepence, které jsou vyvinuty v nadloží.

Písčito-jílovité vrstvy jsou tvořeny zelenošedými nebo modrozelenými, silně písčitými, více méně silicifikovanými jíly, které jsou proloženy vložkami středně až hrubě zrnitých pískovců. Jílovitá hmota je často prokřemenělá a proželeznělá (Slánská 1967).

Zlivské slepence představují konečný člen sedimentace zlivského souvrství. Jedná se o rezavě hnědé, zelenošedě skvrnitě porézní horniny slepencové povahy (drobnozrné, vzácně hrubozrné slepence) s hojným jílovitým pojivem a železito-křemitým tmelem. Ve vrtech mají modrozelenou barvu. Vedle sedimentačního materiálu mohou obsahovat i tufové vložky, viz obrázek č. 3. Prokřemenění má stejný charakter jako u písčito-jílovitých vrstev, je však intenzivnější a zpravidla doprovázeno proželezněním. Intenzita prokřemenění zlivského souvrství nedosahuje intenzity prokřemenění lipnického souvrství (Slánská 1967).

Paleontologické nálezy:

Ze zlivského souvrství jsou popisovány nálezy např. těchto cévnatých rostlin: *Quercus rhenana* (KRÄUSEL et WEYLAND) KNOBLOCH et KVAČEK, *Daphnogene* sp.,

Dombeyopsis lobata UNG., *Acer tricuspidatum* AL. BRAUN et AGASSIZ (Knobloch et Kvaček 1996).

Z mikrofosilií se vyskytují převážně různé typy jehlic křemitých hub, důležitou skupinu však tvoří rozsivky. Sladkovodní rozsivky tvoří převážně různé druhy *Melosira*, např. *Melosira undulata* (EHR.) KÜTZ, *M. granulata* (EHR.) RALFS nebo *M. italica* (EHR.) KÜTZ. Halofilní a euhalobní druhy rozsivek jsou zastoupeny např. druhy *Actinocyclus ehrenbergii* RALFS, *Coscinodiscus perforatus* EHR., *Stephanodiscus biharensis* PANT., *Aulacodiscus cf. minimus* HUST., *Navicula halionata* PANT. (Řeháková 1963).

Stratotyp: zářez silnice do Mydlovar na severním okraji Zlivi (za šamotkou) (Malecha & Špínar 1962).

1.3.3.4 Mydlovarské souvrství

Mydlovarské souvrství (stáří burdigal – langh) představuje druhou nejmocnější stratigrafickou jednotku jihočeských pánví. V průměru se mocnost mydlovarského souvrství pohybuje mezi 30 a 60 metry, na několika místech dosahuje mocnost kolem 100 m. Litologický vývoj mydlovarského souvrství je celkem pestrý, hlavně díky přítomnosti lignitu a diatomitu. Rozlišují se 3 základní typy sedimentů, mezi kterými jsou vzájemné přechody (Gabrielová-Bořková *et al.* 1962):

1. Písčito-jílovité vrstvy
2. Lignitové vrstvy
3. Diatomové vrstvy

Písčito-jílovité vrstvy lze dále rozdělit na:

- a) Středně zrnité až hrubozrné zelenošedé písky, štěrky a pískovce.
- b) Zelené, žlutozelené, olivově zelené a zelenomodré jíly, které jsou často slabě písčité. Mohou obsahovat příměs diatomitu a zuhelnatělé organické hmoty.

Lignitové vrstvy jsou vyvinuty v mocnostech dm až m, maximální mocnost dosahují 2,5 m. Těžitelné se vyskytují pouze v českobudějovické pánvi, kde ve 20. století probíhala těžba lignitu na Dole Svatopluk u Mydlovar. Na této lokalitě jsou podle Březinové (1960) lignitové vrstvy zastoupeny hemixylitem, páskovaným detritem, detritem a hemidetritem.

Diatomové vrstvy tvoří převážně diatomové jíly a jílovité diatomity, čisté diatomity se vyskytují poměrně vzácně. Barva sedimentů je proměnlivá, závisí na obsahu jílovité a uhelné příměsi, které mění barvu od bělošedé po zelenohnědou až černou (Gabrielová-Bořková *et al.* 1962).

Paleontologické nálezy:

Mydlovarské souvrství je bohaté na paleontologické nálezy. Z rostlinných makrofosilií jsou popisovány jednak teplomilné prvky mastixiových flór, např: *Laurophyllum hradekense* KVAČEK et BŮŽEK, *Trigonobalanopsis rhamnoides* (ROSSM.) KVAČEK et WALTHER, *Eurya stigmosa* (LUDWIG) MAI, *Engelhardia orsbergensis* (WESSEL et WEBER) JÄHNICHEN, MAI et WALTHER, *Alnus julianiformis* (STERNB.) KVAČEK et HOLÝ, *Myrica sagoriana* ETT., *Majanthemophyllum petiolatum* WEBER, *Mastixia amygdalaeformis* (SCHLOTH.) KIRCHH., *Eomastixia hildegardis* (UNG.) HOLÝ, *Tectocarya elliptica* (UNG.) HOLÝ, které mají dominantní rozšíření ve spodním miocénu, dále se objevují arktoterciérní prvky, které mají větší rozšíření ve středním a svrchním miocénu jako *Quercus kubinyi* (KOV. ex ETT.) CZECZOTT, *Q. drymeja* UNG., *Myrica lignitum* (UNG.) SAP., *Carpinus neilreichii* KOV., *Populus populina* (BRONGN.) KNOBL., *P. balsamoides* GOEPP., *Zizyphus paradisiaca* (UNG.) HEER, *Comptonia oeningensis* A. BRAUN a *Magnolia liblarensis* (KRÄUSEL et WEYL.) KVAČEK (Knobloch & Kvaček 1996). Z jehličnanů byly zaznamenány otisky *Glyptostrobus europaeus* (BRONGN.) UNGER, různé druhy rodu *Pinus*, zaznamenány jsou také rody *Tsuga* a *Keteleeria* (Knobloch & Kvaček 1996). Xylotomická studie materiálu pocházejícího z blízkosti Lomnice nad Lužnicí prokázala přítomnost druhů *Glyptostroboxylon tenerum* (KRAUS) CONWENTZ a *Cupressinoxylon polonicum* KRÄUSEL (Březinová & Knobloch 1964).

Pylová analýza lignitového ložiska dolu Svatopluk a dolu Václav u Mydlovar zjistila přítomnost pylových spor několika druhů kaprad'orostů a pylových zrn nahosemenných a krytosemenných rostlin (Pacltová 1960). Z nahosemenných rostlin byla přítomna pylová zrna patřící převážně k rodům *Pinus*, *Keteleeria*, *Cedrus*, cf. *Podocarpus* a různí zástupci čeledi Cupressaceae; z krytosemenných rostlin byly zjištěny převážně zástupci rodů *Quercus*,

Salix, Myrica, Liquidambar, Alnus, Ulmus, Nyssa, Carya, cf. *Platicarya, Engelhardia, Pterocarya, Juglans, Castanea, Symplocos, Tilia, Acer, Carpinus, Aralia, Fagus, Ilex, Rhus, Zelkova, Betula* aj. (Pacltová 1960).

Z křemitých mikroorganismů jsou především zastoupeny různé typy jehlic hub a různá společenstva rozsivek (Řeháková 1963). Kromě různých sladkovodních bentických druhů rozsivek jsou zajímavé nálezy rozsivek druhů *Eunotia monodon* var. *maior* (W. SM.) HUST., *E. tautoniensis* HUST. a *Actinella punctata* LEWIS, které představují dystrofní prostředí s velmi nízkým pH (Řeháková 1963). Z halofilních rozsivek jsou zastoupeny např. druhy *Navicula halionata* PANT., *N. pusilla* W. SM., *Nitzschia spectabilis* (EHR.) RALFS nebo *Anomoeoneis sphaerophora* (KÜTZ.) PFITZNER (Řeháková 1963). Z euhalobních druhů rozsivek byly zjištěny např. druhy *Coscinodiscus perforatus* EHR., *C. marginatus* EHR., *Anisodiscus pantocsekii* GRUN. nebo *Stephanopyxis* cf. *ferox* (GREV.) RALFS (Řeháková 1963).

Stratotyp: stěna bývalého odklizu lignitového dolu Svatopluk u Mydlovar (severně od Č. Budějovic) (Malecha & Špinar 1962).

1.3.3.5 Domanínské souvrství

Domanínské souvrství (stáří langh – serraval) je nejtypičtěji vyvinuto ve střední části třeboňské pánve, kde sleduje pruh starších neogenních sedimentů. Mocnost domanínského souvrství se pohybuje kolem 15-20 m, u obce Domanín dosahuje téměř 30 m. Domanínské souvrství představují pestré jemně písčité jíly, diatomové jíly a jílovité diatomové písky trávově zelené, modrozelené, zelenošedé a hnědošedé barvy, které jsou místy, zejména při bázi, prokřemenělé. Mohou se také vyskytovat slabší vložky tmavě šedých nebo černohnědých uhelných diatomových jíků (Řeháková 1969). Na bázi tohoto souvrství se na řadě lokalit vyskytují sedimenty s vltavíny tzv. pádového pole (Malecha & Suk 1988).

Paleontologické nálezy:

Z bazální části domanínského souvrství bylo zjištěno mastixiové společenstvo pouze na základě několika rostlinných makrofosilií. Jedná se o šišky druhu *Pinus hampeana* (UNGER) HEER, a dále plody druhů *Carya globosa* (LUDWIG) MÄDLER, *Diplopanax*

limnophilus (UNGER) CZAJA a *Eomastixia saxonica* (MENZEL) HOLÝ (Ševčík *et al.* 2007).

Z mikropaleontologického hlediska jsou významná opět rozsivková společenstva. Masově jsou zastoupeny druhy rodů *Stephanodiscus* EHRENB. a *Fragilaria* LYNGB., rod *Coscinodiscus* EHRENB. je zastoupen hlavně druhy *C. miocaenicus* KRASSKE a *C. neogradensis* PANT., kvantitativně i kvalitativně se podstatně projevují penátní typy rozsivek jako *Opephora martyi* HÉRIB., *Diatoma anceps* var. *fossilis* PANT., *Hantzschia spectabilis* (EHRENB.) HUST., *Rhopalodia musculus* (KÜTZ.) O. MÜLL., *Frustulia rhomboides* var. *amphipleuroides* GRUN. a další (Řeháková 1969).

Stratotyp: strukturní vrt GB-11 u Domanína (Malecha & Suk 1988).

1.3.3.6 Ledenické souvrství

Ledenické souvrství (stáří pliocén), které je vyvinuto převážně v třeboňské pánvi, dosahuje mocnosti asi 20 m. Jedná se o modravé nebo nazelenale šedé písky s proměnlivou jílovitou příměsí a stejně zbarvené kaolinitické jíly (Malecha & Špinar 1962). Mohou se zde vyskytovat i přeplavené součásti hornin mydlovarského souvrství jako lignit, křemelina a zelené jíly (Gabrielová-Bořková *et al.* 1962).

Paleontologické nálezy:

Pro ledenické souvrství jsou důležité nálezy pylu a rozsivek (Pacltová 1963, Řeháková 1963). Z profilu jižně od Ledenic Pacltová (1963) určila 75 typů pylových zrn patřících do 44 čeledí semenných rostlin, k 56 rodům, konkrétně se podařilo určit 20 druhů. Z nahosemenných rostlin byla zjištěna pylová zrna např. rodů *Pinus*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Larix*, *Abies*, *Picea*, *Cedrus* a dalších, z krytosemenných rostlin byly zjištěny např. zástupci rodů *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Acer*, *Corylus*, *Betula*, *Castanea*, *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Rhus*, *Cornus*, *Phellodendron*, *Fagus* sp. aj., jakož i pylová zrna bylenných forem krytosemenných rostlin (Pacltová 1963).

Rozsivková společenstva tvoří v ledenickém souvrství jednak opracované a transportované schránky rozsivek, které jsou přeplaveny z mydlovarského souvrství, a dále sladkovodní pliocenní rozsivky, např. *Melosira varians* AG., *Diatoma vulgare* var. *producta* GRUN., *Fragilaria capucina* DESM., *Navicula mutica* KÜTZ., *N. hungarica* GRUN., *N. rhynchocephala* KÜTZ., *Pinnularia borealis* EHR., *Gomphonema constrictum* var. *capitata* (EHR.) CL., četné druhy rodu *Nitzschia* sp. a další (Řeháková 1963).

Stratotyp: jižní stěna křemelinového odklizu v Ledenicích v nadloží diatomitů (Malecha & Špinar 1962).

1.3.3.7 Souvrství vltavínonosných štěrků a písků

Tyto sedimenty (stáří svrchní pliocén – pleistocén) představují štěrkopísky s redeponovanými a sekundárně korodovanými vltavíny. Největší rozšíření a mocnosti dosahují tzv. korosecké štěrkopísky (Žebera 1967), které představují jemnější facii těchto sedimentů. Jejich lokální hrubozrnnou facii jsou zahorčické štěrkopísky. U Kamenného Újezda se nacházejí tzv. kamenuújezdské štěrky, které obsahují značnou limonitickou příměs. Stratigrafickým ekvivalentem kamenuújezdských štěrků by mohly být štěrkopísky s výrazným obsahem hrubších křemenných valounů, které se nacházejí v jižní části třeboňské pánve JV od Jílovic (Malecha & Suk 1985).

1.3.4 Vývoj názorů na stratigrafii spolu s přehledem nejdůležitějších paleontologických a sedimentárních výzkumů

Počátky geologických výzkumů v jihočeských pánvích spadají do období působení vídeňského Říšského geologického ústavu. Jeho členové Johann Czjžek a Ferdinand von Lidl ve svých zprávách z roku 1854 rozdělili výplň jihočeských pánví do spodního a svrchního

oddělení (Czjžek 1854, Lidl 1854). Spodní (= starší) oddělení reprezentovaly tmavošedé, světle šedé a červené jíly, písky a pískovce, svrchní (= mladší) oddělení šedé a hnědé jíly a písky spolu s lignitovými slojemi (Czjžek 1854, Lidl 1854). Obě oddělení byla řazena do třetihor (miocén) i díky nálezům rostlinných fosilií z okolí Třeboně, konkrétně byly určeny rody *Vaccinium* sp., *Arbutus* sp., *Andromeda* sp. a *Salix* sp. (Ettingshausen 1852). Těchto názorů na stratigrafii se v budoucnu přidrželo několik autorů (Katzner 1892, Woldřich 1893, Reininger 1908), jejichž výzkum v jihočeských pánvích byl méně podstatný.

Po první světové válce se výzkum zaměřil převážně na významná ložiska surovin (lignitu a křemeliny). Podrobnějšímu popisu geologie a stratigrafie lignitového ložiska u Mydlovar se věnoval Čepeck, který ve své práci poprvé zmiňuje termín tzv. „zlivských slepenců“, které zde měly mocnost 30-50 m (Čepeck 1929). V roce 1938 Němejc poukazuje na nálezy otisků rostlin z Klikova (třeboňská pánev), které náležely ke křídové květeně. Konkrétně se jednalo o druhy *Aralia decurrens* VEL., *A. formosa* HEER a *Credneria laevis* VEL. (Němejc 1938). I přes toto zjištění však celkový názor na stratigrafii a stáří sedimentů zůstával stejný, jak ho vytvořili Czjžek a Lidl.

Až počátkem 50. let 20. století začal soustavný a podrobný výzkum jihočeských pánví, na kterém se podíleli pracovníci katedry paleontologie PřF UK a ÚÚG. Pro tyto účely bylo hloubeno množství vrtů, které byly zpracovány jak paleontologicky, tak sedimentárně-petrograficky, a tyto výsledky zásadně přispěly k poznání geologie jihočeských pánví. Názory na stratigrafii se během prvních 10 let tohoto výzkumu ještě značně měnily. Během podrobného geologického mapování v z. části třeboňské pánve ještě Mrázek považoval veškeré sedimenty za terciérní a vyčlenil starší „pestrou sérii“, kterou řadil k oligocénu, a mladší „diatomitovou sérii“, kterou řadil k miocénu (Mrázek 1954). Avšak Němejc, Pacltová a Špinar na základě stratigraficko-paleontologického výzkumu lignitového ložiska u Mydlovar a ložiska keramických jílu u Zlivi (českobudějovická pánev) vyčlenili 3 stratigrafické jednotky (Němejc *et al.* 1954). Nejstarší jednotku označili jako zlivskou sérii a zařadili ji ke staršímu paleogénu až možné křídě (křídové stáří ještě nemohlo být s jistotou potvrzeno pro malý počet dobře zachovaných rostlinných fosilií), prostřední jednotku nazvali mydlovarská série a zařadili ji ke svrchnímu oligocénu až spodnímu miocénu, nejmladší jednotku přiřadili k pliocénu až kvartéru. O dva roky později Němejc (1956) vyčlenil nejstarší sedimenty jako sérii zlivsko-gmündskou (s jistotou již pozdně křídové stáří až paleogén?), mladší sedimenty jako sérii mydlovarsko-borovanskou (stáří svrchní oligocén až střední miocén), obě odděleny značným stratigrafickým hiátem. K těmto dvěma sériím vymežil

Mrázek (1957) ještě další dvě série: sérii jílovicko-lipnickou (stáří oligocén?) a sérii ledenickou (stáří sarmat – pannon). V roce 1958 bylo palynologickým výzkumem zpřesněno stáří série zlivsko-gmündské (křída – spodní, maximálně střední senon) (Pacltová 1958). V roce 1959 Němejc a Špinar doložili na základě paleobotanických nálezů třetihorní stáří tzv. „zlivských slepenců“ a přiřadili je na bázi mydlovarsko-borovanské série (Němejc 1959, Špinar 1959).

Na základě tehdejších nejnovějších výsledků bylo v roce 1962 kolektivem autorů stanoveno nové stratigrafické rozdělení sedimentů jihočeských pánví (Malecha & Špinar 1962):

klikovské souvrství – odpovídá pestré sérii Mrázka (1954), zlivské sérii Němejce, Pacltové, Špinara (1954), zlivsko-gmündské sérii Němejce (1956)

lipnické souvrství – odpovídá jílovicko-lipnické sérii Mrázka (1957)

zlivské souvrství – odpovídá zlivským slepencům Čepka (1929), souvrství zlivských slepenců a pískovců Špinara (1959), zlivskému obzoru Boušky a Slánské (1961)

mydlovarské souvrství – odpovídá diatomitové sérii Mrázka (1954), mydlovarské sérii Němejce, Pacltové a Špinara (1954), mydlovarsko-borovanské sérii Němejce (1956)

ledenické souvrství – odpovídá ledenické sérii Mrázka (1957)

Výsledky tohoto více jak desetiletého výzkumu byly shrnuty ve Vysvětlivkách k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 (list České Budějovice a Vyšší Brod) (Čech *et al.* 1962).

O samostatném postavení lipnického souvrství a o odlišení zlivského souvrství podrobně pojednává práce, která shrnuje výsledky geologického výzkumu v jz. části třeboňské pánve z let 1959 a 1960 (Malecha & Pícha 1963). Petrografickou charakteristiku klikovského a mydlovarského souvrství podala Slánská (1963). Výzkum rozsivek nejprve přispěl ke zpřesnění stáří zlivského, mydlovarského a ledenického souvrství (Řeháková 1963).

Na základě dalšího podrobného výzkumu rozsivek byla vyčleněna nová stratigrafická jednotka – **domanínské souvrství** – která spadá mezi mydlovarské a ledenické souvrství (Řeháková 1969).

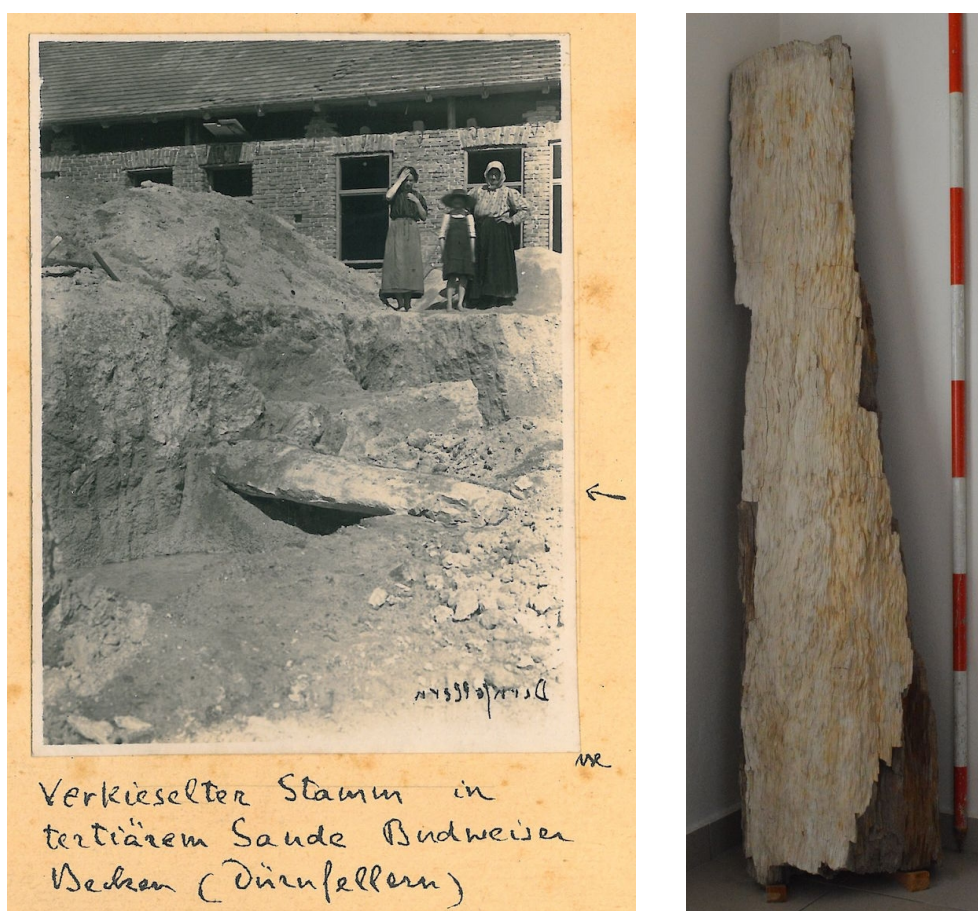
Podrobné sedimentárně-petrografické výsledky mnohaletého výzkumu shrnula ve svých pracích Slánská, která jednak popsala všeobecnou sedimentologii a petrografii pánevních uloženin (Slánská 1974), a dále podrobně popsala cyklickou sedimentaci klikovského souvrství (Slánská 1976). Obě tyto práce vycházejí z nepublikovaných dat doktorské práce (Slánská 1967).

Na základě paleobotanické studie Němejc usoudil, že by bylo možné v klikovském souvrství vyčlenit starší květenu spodního oddílu s význačnou složkou „platanoidně araloidního prvku“ (*Platanophyllum laeve* (VEL.) NĚMEJC, *Aspidiophyllum* (*Credneria*) cf. *purkyněi* (VEL. et VIN.) NĚMEJC, *Araliophyllum elongatum* NĚMEJC), která se ve svrchním oddílu neobjevila (Němejc 1968). Novější nálezy ovšem ukázaly, že spodní a svrchní oddíl klikovského souvrství od sebe nelze biostratigraficky oddělit, neboť „platanoidně araloidní prvek“ (*Credneria senonense* (KNOBL.) NĚMEJC et KVAČEK) byl nalezen i ve svrchním oddílu klikovského souvrství (Knobloch 1985). Proto je lepší spodní a svrchní oddíl oddělovat pouze na základě litostratigrafie (Knobloch 1985).

V posledních letech se výzkum týkal převážně klikovského souvrství. Na základě výzkumu fosilií listů, plodů a semen byla provedena paleoklimatická analýza klikovského souvrství (Váchová & Kvaček 2009), podle které tehdejší klima mělo subtropický charakter se sezónními výkyvy sucha, s průměrnou roční teplotou kolem 15 °C. Na lokalitě Hosín-Orty byl proveden sedimentární výzkum, který se zabýval charakterem říčního prostředí během sedimentace klikovského souvrství na dané lokalitě. Z výsledků vyplývá, že se jednalo o říční prostředí s především vysokou energií a nízkou sinuositou toku (charakter divočících řek) (Kavková 2016).

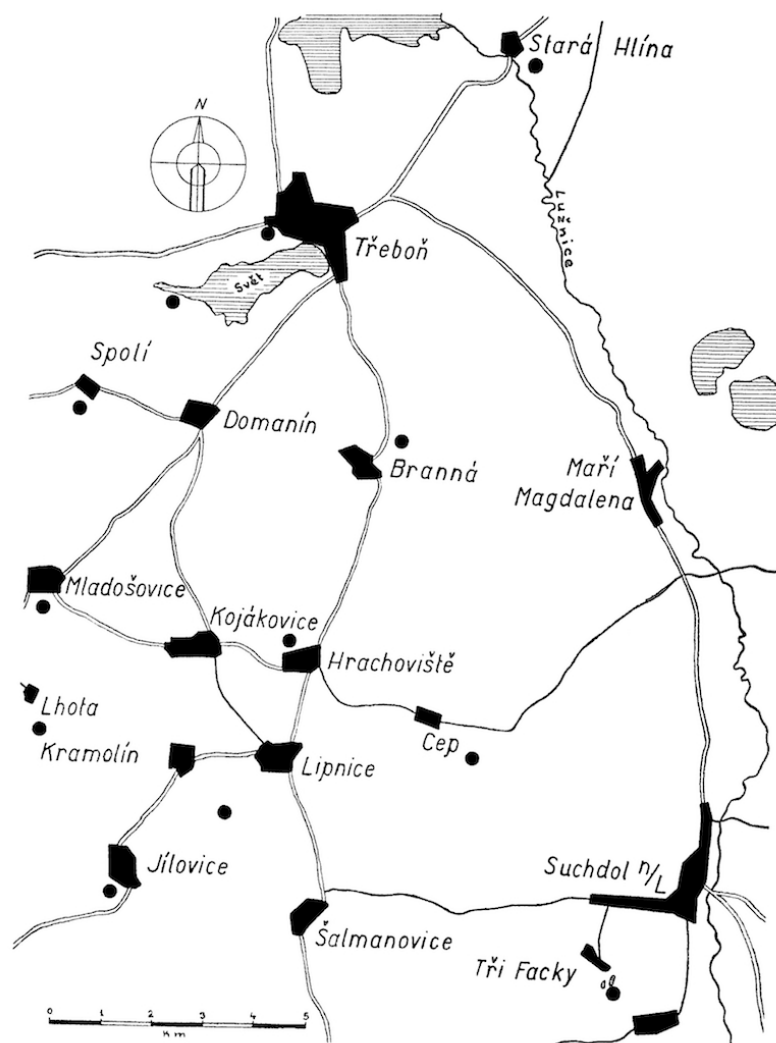
1.4 Přehled výskytů a dosavadní výzkum zkřemenělých dřev

O výskytu zkřemenělých dřev v českobudějovické pánvi se poprvé zmiňuje Frič (1873), konkrétně o lokalitě rybník Bestřev u Hluboké (dnes Bezdrev). Další nálezy popsal Zahálka (1913) z okolí Suchých Vrben (dnes Suché Vrbné – součást Českých Budějovic). Jednalo se o kmeny značných rozměrů, které se vyskytovaly v třetihorních štěrkopiscích, podle autora na druhotném nalezišti. Ukázka kmenů z okolí Č. Budějovic je zachycena na obrázku č. 4. O výskytu zkřemenělých dřev z blíže neurčeného okolí Č. Budějovic se zmiňuje ve svých pracích také Němejc (1956a, 1956b). Chábera (1961) podrobně popisuje další výskyt na východním okraji Č. Budějovic směrem do Hlinska. Domnívá se, že dřeva se také nacházejí na druhotném nalezišti, jelikož jsou částečně opracovaná transportem.



Obrázek č. 4. Vlevo: Ukázka zkřemenělého kmenu z lokality Suché Vrbné (českobudějovická pánev). Původní popis v němčině: *Verkieselter Stamm in tertiärem Sande Budweiser Becken (Dürnfellern)*. Archiv Jihočeského muzea v Českých Budějovicích. **Vpravo:** zkřemenělý kmen vysoký 173 cm pocházející z okolí Č. Budějovic. Ze sbírek Jihočeského muzea.

Oproti českobudějovické pánvi jsou výskyty zkřemenělých dřev z třeboňské pánve v literatuře popisovány z většího množství lokalit, viz obrázek č. 5. Jako jedna z prvních důležitých lokalit je popisována tzv. „Cepská louka“ u vesnice Cep jižně od Třeboně (Frič 1873). Kušta (1873, 1879) kromě Cepu zmiňuje další lokality jako Hrachoviště, Branná, Jílovice a Lhota. Ve Lhotě se měly dokonce zkřemenělé kmeny při nedostatku stavebního kamene používat ke stavbě domků. Němejc ve svých pracích uvádí další lokality zkřemenělých dřev jako Spolí, Mladošovice, Stará Hlína, Třeboň, okolí rybníka Svět, Kramolín, Jiterní Ves a území mezi obcemi Tři Facky a Hrdlořezy jižně od Suchdola nad Lužnicí (Němejc 1953, 1956a, 1956b, 1960). O nálezích v malé písčinně u rybníka Hadače poblíž samoty Tři Facky se zmiňuje Konrádová-Novotná (1959).



Obrázek č. 5. Výskyty zkřemenělých dřev (černou tečkou ●) v třeboňské pánvi podle literárních zdrojů (Konrádová-Novotná 1959, upraveno).

Stratigrafické zařazení štěrkopísků, ve kterých bývají zkřemenělá dřeva nalézána, není dodnes spolehlivě vysvětleno. Němejc (1957, 1958, 1960) uvádí, že tyto světlé kaolinické štěrkopísky na některých lokalitách (např. třeboňská cihelna, Spolí) leží diskordantně přímo na sérii zlivsko-gmündské (dnešní klikovské souvrství). Autorovi se bohužel nepodařilo objasnit, v jakém poměru jsou tyto štěrkopísky k třetihorním uloženinám (Němejc 1958, 1960). Němejc (1957, 1958) se domnívá, že jsou tyto štěrkopísky mladší než klikovské souvrství, možná se jedná o nějakou vyhluchlou facii mydlovarsko-borovanské série (dnešní mydlovarské souvrství). Mrázek (1957) klade výskyty zkřemenělých dřev na bázi ledenické série (dnešní ledenické souvrství), ale připouští i příslušnost k sérii mydlovarsko-borovanské (mydlovarské s.). Prakash *et al.* (1974) přiřadili ve své práci zkřemenělá dřeva k lipnickému souvrství bez bližšího odůvodnění. Někteří autoři (Konrádová-Novotná 1959; Chábera 1961) ve svých pracích uvádějí, že zkřemenělá dřeva jeví známky opracování po transportu. To nasvědčuje tomu, že štěrkopísky, ve kterých bývají dřeva nalézána, mohou být druhotným nalezištěm. Slánská se ve své disertační práci (Slánská 1967) zmiňuje, že ve vrtu L III (u obce Dolní Slověnice v třeboňské pánvi) byly v podloží zlivských slepenců zjištěny polymiktní slabě zpevněné hrubozrnné pískovce až drobnozrnné slepence, které obsahovaly mimo jiné úlomky prokřemenělých dřev.

Co se týče taxonomického určení zkřemenělých dřev, zpočátku autoři zastávali názor, že se jedná o tzv. araukarity (Frič 1873; Kušta 1879). Až Němejc (1956b) a Konrádová-Novotná (1959) uvádějí na základě mikroskopického studia, že se jedná především o dřeva krytosemenných rostlin, ovšem bez bližšího taxonomického určení.

1.4.1 První anatomické popisy zkřemenělých dřev z jižních Čech

Práce Prakash *et al.* (1974) je do současné doby zatím jediná studie, která se zabývala podrobnějším taxonomickým určením zkřemenělých dřev z jihočeských pánví. Autoři se zabývali určením 6 kusů zkřemenělých dřev, 5 kusů pocházelo ze sbírek Jihočeského muzea v Českých Budějovicích a jeden kus pocházel ze sbírek Národního muzea v Praze, viz tabulka č. 1.

Bez bližšího odůvodnění autoři stratigraficky zařadili zkřemenělá dřeva k lipnickému souvrství, ačkoliv se v lipnickém souvrství do té doby nenašla žádná fosilní dřeva, a to ani

v pískovně u Lipnice při těžbě dinasových písků. Navíc lipnické souvrství je vymapováno pouze v malé části třeboňské pánve a lokality, ze kterých pocházejí zkoumaná dřeva, se nacházejí mimo vymapované území lipnického souvrství, většina navíc v českobudějovické pánvi. Na základě taxonomického určení dřev chtěli autoři stanovit stáří lipnického souvrství, které nebylo díky chybějícím fosiliím uspokojivě vysvětleno.

Podle autorů zkřemenělá dřeva v porovnání s dalšími paleobotanickými studii odpovídají oligocennímu stáří.

Tabulka č. 1. Seznam studovaných vzorků a jejich taxonomické určení (Prakash *et al.* 1974).

U každého vzorku je uvedeno, zda se jednalo o holotyp, z jakého pocházely muzea a z jaké lokality.

Lokality Č. Budějovice, Dasný, Suché Vrbné – českobudějovická pánev

Lokalita Štičí u Třeboně – třeboňská pánev

JčM – Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, NM – Národní muzeum v Praze

| Číslo vzorku | Statut vzorku | Muzeum | Lokalita | Určení rod/druh | Čeleď |
|--------------|---------------|--------|-----------------|--|--------------|
| ČBM 2 | - | JčM | Č. Budějovice | <i>Cupressinoxylon</i> sp. cf. <i>C. diskoense</i> | Cupressaceae |
| ČBM 8 | holotyp | JčM | Dasný | <i>Canarioxylon českobudějovicense</i> | Burseraceae |
| CS 136 | - | NM | Štičí u Třeboně | ? <i>Canarioxylon</i> sp. | Burseraceae |
| ČBM 6 | holotyp | JčM | Suché Vrbné | <i>Manilkaroxylon bohemicum</i> | Sapotaceae |
| ČBM 4 | holotyp | JčM | Suché Vrbné | <i>Sapotoxylon pacltovae</i> | Sapotaceae |
| ČBM 1 | holotyp | JčM | Suché Vrbné | <i>Laurinoxylon oligocenicum</i> | Lauraceae |

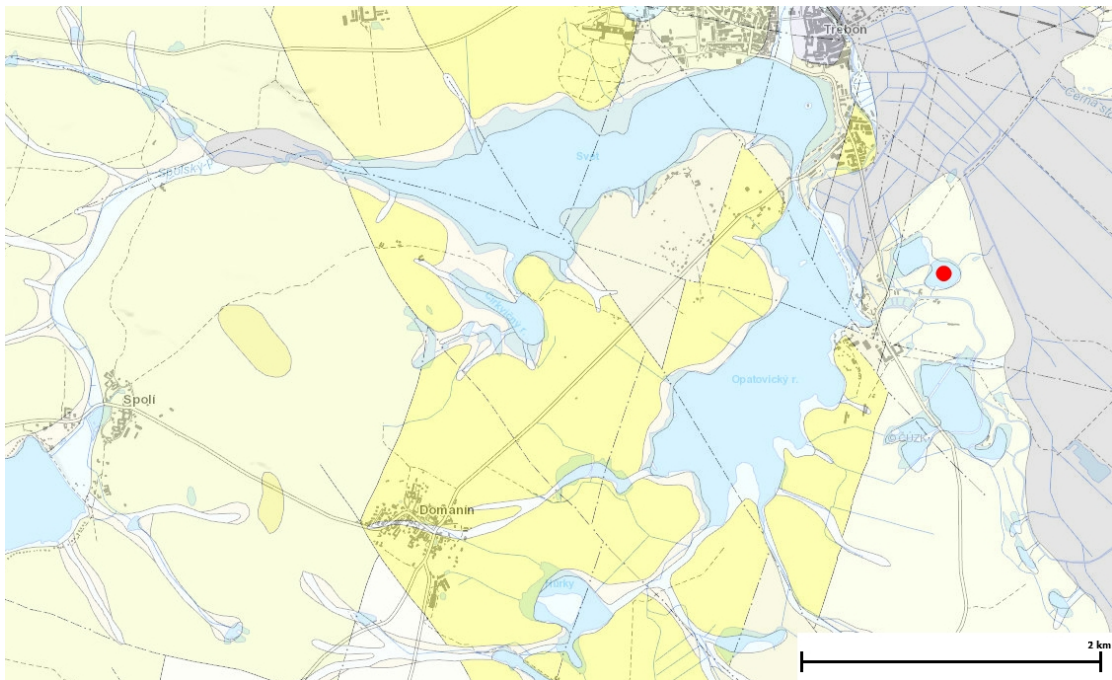
Autoři v článku uvádějí, že materiál vypůjčený z Jihočeského muzea se nachází tamtéž a vzorek vypůjčený z Národního muzea se spolu se všemi výbrusy nachází v Národním muzeu. V Jihočeském muzeu se ovšem žádný studovaný materiál z jejich práce nenachází, v Národním muzeu se nenacházejí žádné vyhotovené výbrusy.

1.5 Charakteristika vybraných lokalit







Všechny 3 lokality se nacházejí v třeboňské pánvi. Jedná se o rybník Štičí u Třeboně, pole u obce Lhota v blízkosti Borovan a aktivní pískovnu Cep II u Suchdola nad Lužnicí.

1.5.1 Štičí u Třeboně

Chovný rybník Štičí (viz obr. č. 7) o ploše 4,23 ha se nachází ve vzdálenosti 3 km jv. směrem od Třeboně. Podle geologické mapy 1:50 000 se lokalita nachází v sedimentech klikovského souvrství (viz obr. č. 6). Zkřemenělá dřeva zde byla nalézána pravděpodobně po vypuštění rybníku. Prakash *et al.* (1974) ve své práci z této lokality studovali jeden vzorek zkřemenělého dřeva (CS 136), který určili jako ?*Canarioxylon* sp.



Obrázek č. 6. Geologická situace v okolí lokality rybníku Štičí (vyznačen červeně) (www.geology.cz).

| | |
|---|---|
|  klikovské souvrství (spodní) |  mydlovarské souvrství |
|  klikovské souvrství (svrchní) |  slatina, rašelina, hnilokal |
|  domanínské souvrství |  vodní plocha |

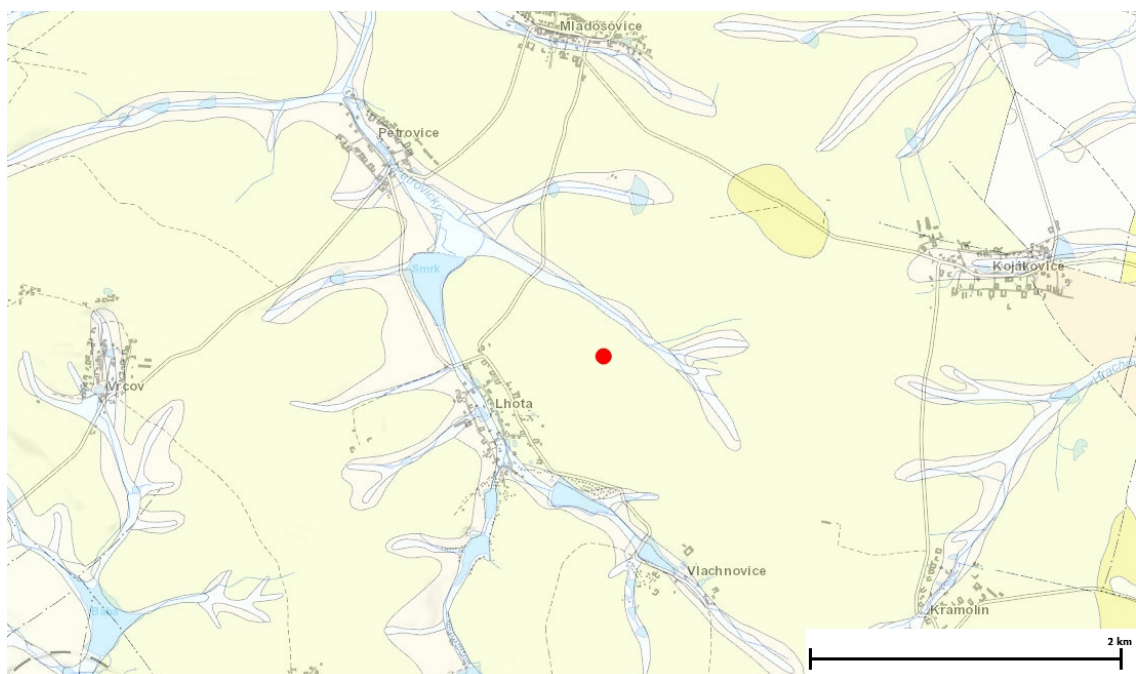
měřítka vyznačuje vzdálenost 2 km




Obrázek č. 7. Rybník Štičí, současný stav (foto: Venclová 2014).

1.5.2 Lhota u Borovan

Obec Lhota se nachází necelých 6 km sv. směrem od Borovan. Podle geologické mapy je široké okolí obce tvořeno sedimenty klikovského souvrství (viz obr. č. 8).



Obrázek č. 8. Geologická situace v okolí lokality Lhota (vyznačena červeně) (www.geology.cz).

 klikovské souvrství (svrchní); měřítko vyznačuje vzdálenost 2 km

Kušta (1873) se ve svém článku zmiňuje o Lhotě jako o významném nalezišti zkřemenělých dřev. Dřeva byla nalézána při těžbě železné rudy v okolních lesích a polích (viz obr. č. 9). Nacházela se jako vodorovně ležící kmeny, které byly rozpadlé na menší kousky. Kušta (1873) popisuje nález dvou velkých hromad zkřemenělých dřev, která místní obyvatelé používali při nedostatku stavebního materiálu ke stavbě domků.



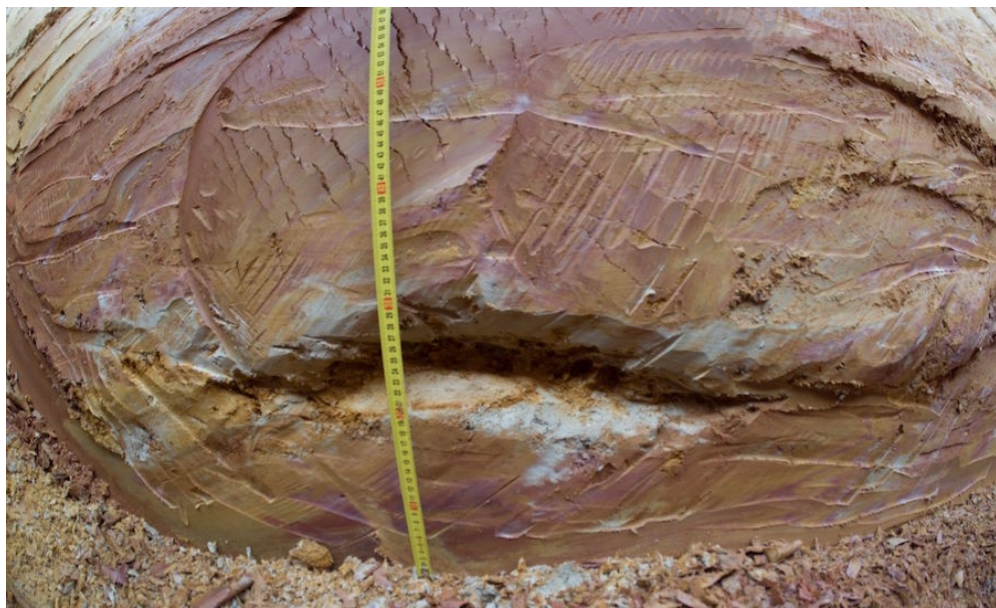
Obrázek č. 9. Mapa Lhoty a okolí s vyznačením známé (nebo alespoň přibližně známé) polohy železnorudných dolů ze druhé třetiny 19. století (Kovář 2009).

Tamní železnou rudu představovaly písčité sedimenty klikovského souvrství, které byly druhotně proželeznělé. Železná ruda se v okolí Lhoty těžila od 30. do 60. let 19. století (Kovář 2009). Mocnost proželeznělé vrstvy byla v průměru 5–8 cm, byla těžena v hloubce několika metrů (až 9 m) pod povrchem. Zpravidla se těžilo povrchoým způsobem, ojediněle se hloubily i krátké podzemní štoly neboli rozrážky (Kovář 2009).

Zkoumaná dřeva v této práci pocházejí z pole východně od obce (viz obr. č. 8 a 10). Dřeva byla nalézána na poli převážně po orbě. V místě největšího výskytu dřev byl se souhlasem majitele proveden 13. 9. 2016 menší výkop (viz obr. č. 11) pro upřesnění geologické situace. Sedimenty odpovídají pestrým vrstvám klikovského souvrství, při výkopu nebyla v sedimentech nalezena žádná zkřemenělá dřeva.



Obrázek č. 10. Pole u Lhoty s nálezy zkřemenělých dřev (foto: Venclová 2016).



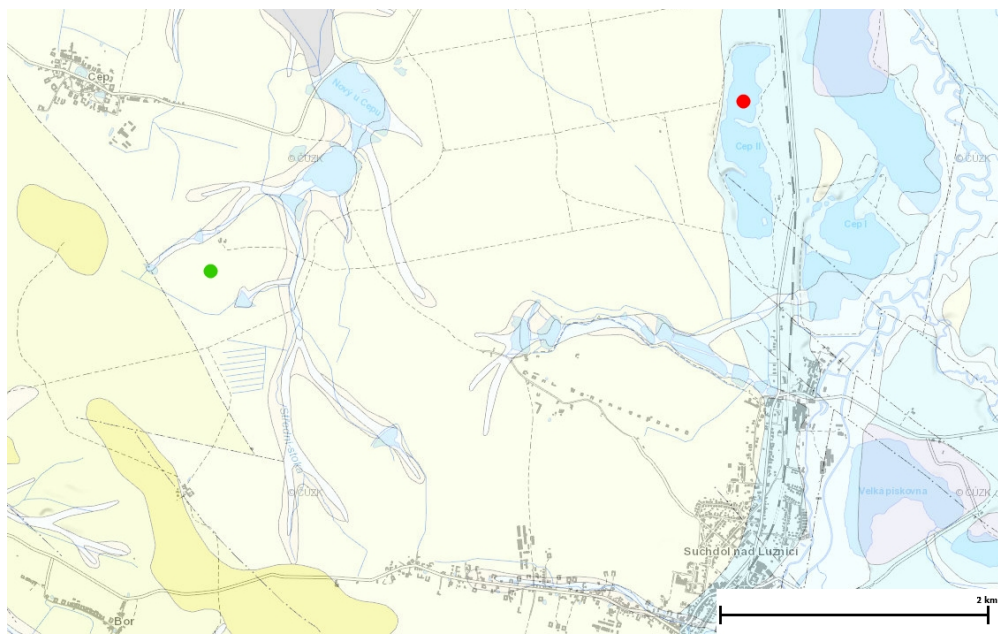
Obrázek č. 11. Výkop na poli v místě největšího výskytu zkřemenělých dřev – sedimenty představují pestré vrstvy klikovského souvrství (foto: Venclová 2016).

1.5.3 Pískovna Cep II







Aktivní pískovna Cep II (viz obr. č. 12) se nachází asi 1 km severně od Suchdola nad Lužnicí. Asi 4 km západním směrem od pískovny se nachází historická lokalita tzv. Cepská louka, která byla známá svými výskyty zkřemenělých dřev (Frič 1873). V celé této oblasti (od obce Cep až po pískovnu Cep II) se nacházejí sedimenty klikovského souvrství (viz obr. č. 13).



Obrázek č. 12. Pískovna Cep II (foto: Venclová 2017).



Obrázek č. 13. Geologická situace v okolí lokality pískovny Cep II (vyznačena červeně) a historické lokality tzv. Cepské louky (vyznačena zeleně) (www.geology.cz).

| | |
|---|---|
|  klikovské souvrství (spodní) |  nivní sedimenty |
|  klikovské souvrství (svrchní) |  kvartérní písky a štěrky |
|  svrchnopliocenní sedimenty bez určení souvrství |  vodní plocha |

měřítko vyznačuje vzdálenost 2 km

Pískovna Cep II slouží k těžbě štěrkopísků, které patří k terasovému systému řeky Lužnice. Řeka Lužnice v této oblasti vytvořila mocná ložiska štěrkopísků, která jsou uložena v přehloubených korytovitých depresích. Stratigraficky jsou tato ložiska řazena do středního pleistocénu (dříve mindel a riss) (Šimek 1988). Podloží ložiska tvoří křídové sedimenty klikovského souvrství, nejčastěji se jedná o rudohnědé, slabě písčité jíly, výjimečně byl zastížen i křídový jílovitý písek. Kvartérní sedimentační výplň ložiska je rozdělena na 2 cykly (Šimek 1988):

1. spodní (starší) část – tvoří vlastní ložisko štěrkopísků a různě zrnitých písků s častými živcovými zrny. Mocnost těchto sedimentů dosahuje až 15 m,

2. svrchní (mladší) část – je tvořena z jílovitých písků, které přecházejí až do jílu. Tyto sedimenty byly ukládány díky bočnímu přítoku vod od západu, které do ložiska přinášely křídové sedimenty. Sedimentační výplň mladšího cyklu je často hodnocena jako nevhodná ložisková část nebo skrývka. Při západním okraji ložiska má mocnost až 10 m, ve středu ložiska maximálně 5 m. Ve střední části ložiska byly vrtem zachyceny i jemnozrné, pravděpodobně váte písky, které mají mocnost až 2 m (Šimek 1988).

Výjimečně byly vrtem zastíženy i třetihorní sedimenty mydlovarského souvrství. Předpokládá se, že rozsah mydlovarského souvrství byl původně větší a že splavování mydlovarských sedimentů do ložiska negativně ovlivnilo z těžebního hlediska štěrkopísky spodního cyklu (Šimek 1988).

Na této lokalitě byla zkřemenělá dřeva sbírána z hromady (viz obr. č. 14), kde byl z nadsítného shromažďován nevhodný vytěžený materiál z pískovny (např. kusy jílu, větší kameny apod.).

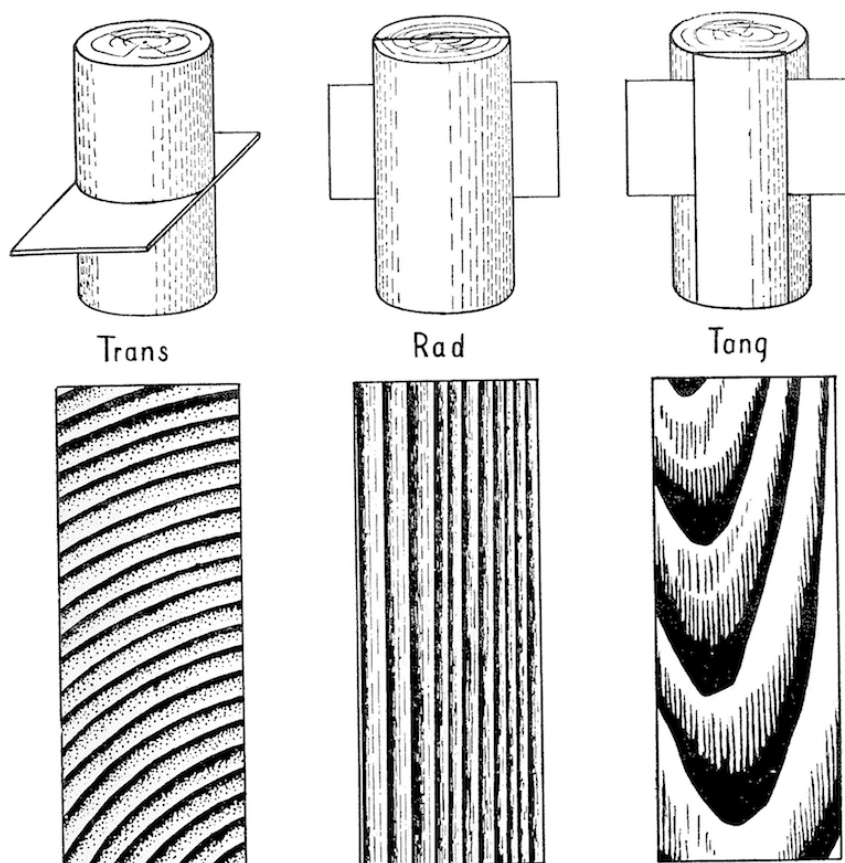


Obrázek č. 14. Nadsítné s nevhodným materiálem, kde byla sbírána zkřemenělá dřeva (foto: Venclová 2014).

1.6 Xylotomie

Xylotomie je vědní obor, který se zabývá vnitřní anatomickou stavbou dřeva. K tomuto účelu je potřeba zhotovení 3 na sebe navzájem kolmých řezů neboli výbrusů, viz obr. č. 15:

1. příčný (transversální) řez – je veden kolmo na podélnou osu kmene. U malých vzorků dřeva je veden kolmo k vláknům,
2. radiální řez – prochází přesně podélnou osou kmene, prochází středem, je kolmý na příčný řez. U malých vzorků dřeva je veden kolmo k letokruhům,
3. tangenciální (tečný) řez – je veden směrem tečny k některému letokruhu, jde rovnoběžně s podélnou osou kmene, ale neprochází jeho středem, je kolmý na řez příčný. U malých vzorků dřeva je veden rovnoběžně s letokruhy (Balabán 1955).



Obrázek č. 15. Základní řezy dřevem: transversální (příčný), radiální, tangenciální (tečný) (Balabán 1955).

Anatomickou stavbou fosilních dřev se zabývá podobor xylotomie – paleoxylotomie. Anatomie fosilních dřev je oproti anatomii recentních dřev ovlivněna procesem fosilizace, která má vliv na zachování jednotlivých anatomických znaků. V této kapitole budou popisovány anatomické znaky dřeva na základě popisu recentních rostlin, které jsou důležité při studiu fosilních dřev.

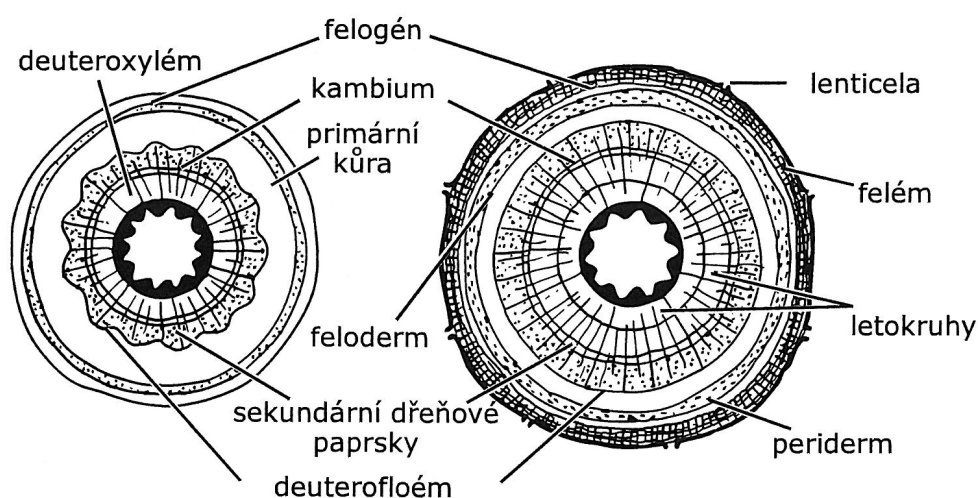
1.6.1 Vznik dřeva a obecná stavba

Podle stavu vývoje můžeme u rostlin rozdělit pletiva na 2 základní typy – pletiva dělivá (tzv. meristémy) a pletiva trvalá. Dělivá pletiva jsou schopna po celou dobu své existence tvořit nové buňky, potažmo pletiva. Trvalá pletiva se podle funkce dělí na pletiva krycí, vodivá a základní (Votrubová 2010).

Meristémy můžeme dělit na základě lokalizace v rostlině na meristémy apikální (vrcholové) a meristémy laterální (boční). Apikální (vrcholové) meristémy tvoří primární pletiva, která dohromady tvoří tzv. primární rostlinné tělo. Dřeviny mají primární tělo jen po určitou velmi krátkou dobu a poté začnou vytvářet díky laterálním (bočním) meristémům sekundární pletiva, která tvoří sekundární rostlinné tělo (Votrubová 2010).

U dřevin tedy dochází díky činnosti laterálního meristému – kambia – ke vzniku sekundárních vodivých pletiv (sekundárního xylému neboli deuteroxylému a sekundárního floému neboli deuterofloému) a díky činnosti felogénu ke vzniku sekundárních krycích pletiv (Votrubová 2010), viz obr. č. 16.

Xylotomie se v praxi zabývá především studiem sekundárního xylému (sekundárního dřeva).

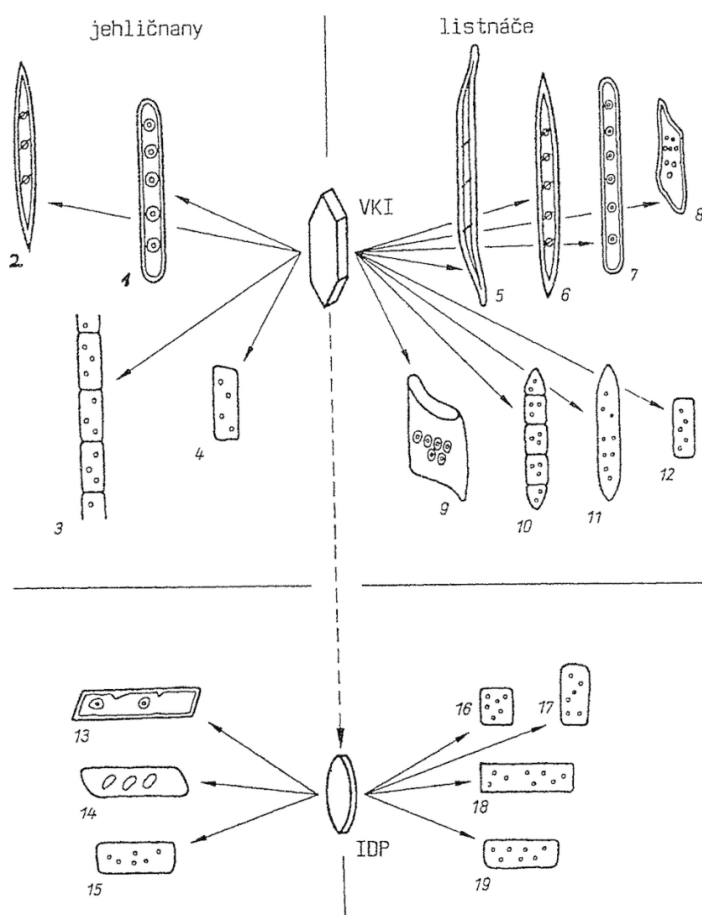


Obrázek č. 16. Schéma vývoje druhotně tloustnoucího stonku (Skalický & Novák 2007).

vlevo – raná vývojová fáze, vpravo – průřez starším druhotně ztloustlým stonkem

Kambium (= kambiální zóna) zahrnuje kambiální iniciály (buňky mající trvalý meristemický charakter) a první oddělené buňky xylému a floému (mateřské buňky xylému a floému, které mají dělivou schopnost časově omezenou). Kambiální iniciály jsou dvojího typu – vřetenovité kambiální iniciály (VKI) a iniciály dřevových paprsků (IDP) (Gandelová *et al.* 2009).

Buňky oddělené vřetenovitými kambiálními iniciálami, případně mateřskými buňkami xylému, se diferencují v anatomické elementy dřeva orientované axiálně (delší osou rovnoběžně s osou kmene), buňky oddělené iniciálami dřevových paprsků se diferencují v anatomické elementy orientované kolmo na podélnou osu kmene, viz obr. č. 17 (Gandelová *et al.* 2009).

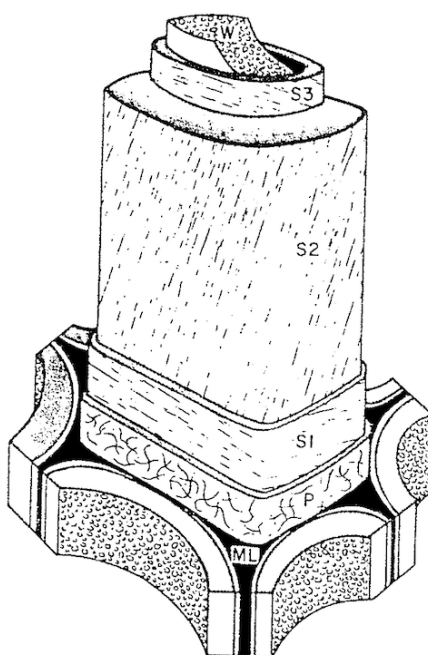


Obrázek č. 17. Výsledky diferenciacie anatomických elementů dřeva oddělených vřetenovitými kambiálními iniciálami (VKI) a iniciálami dřevových paprsků (IDP) (Gandelová *et al.* 2009).

1 – jarní tracheida, 2 – letní tracheida, 3 – buňky podélného dřevního parenchymu, 4 – epitelová buňka vertikálních pryskyřičných kanálků, 5 – libriformní vlákno, 6, 7, 8 – tracheidy, 9 – cévní článek, 10 – parenchymatické buňky podélného dřevního parenchymu, 11 – vřetenovitá buňka podélného parenchymu, 12 – parenchymatická buňka vertikálních kanálků, 13 – ležatá tracheida, 14, 15 – parenchymatické buňky dřevových paprsků, 16, 17, 18 – parenchymatické buňky dřevových paprsků, 19 – parench. buňka horizontálních kanálků

Diferenciace anatomických elementů dřeva probíhá v několika fázích, oddělená buňka nejprve získává svůj tvar a velikost, poté dochází k sekundárnímu tloušťnutí buněčné stěny, nakonec dochází k lignifikaci (dřevnatění) buněčné stěny a buňky prakticky odumírají (Gandelová *et al.* 2009).

Sekundární dřevo kmene se tedy v naprosté většině skládá z odumřelých anatomických elementů, tedy z buněčných stěn a lumenů (dutin) buněk. Stavba buněčné stěny není homogenní, viz obr. č. 18 (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 18. Schéma struktury buněčné stěny většiny anatomických elementů dřeva (Gandelová *et al.* 2009).
ML – střední lamela, P – primární stěna, S1, S2, S3 – vnější, střední a vnitřní vrstva sekundární buněčné stěny,
W – vnitřní bradavičnatá vrstva

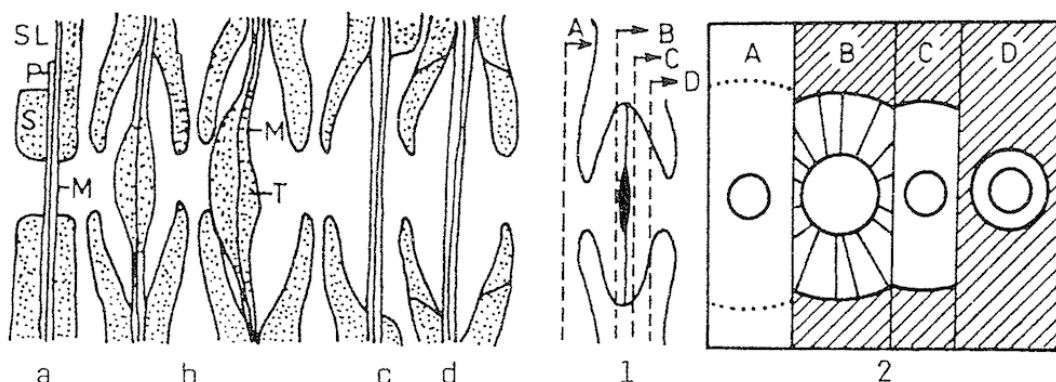
K lignifikaci buněčné stěny ovšem nedochází po celém povrchu původní primární stěny, ale pouze v určitých částech (zde vznikají ztlustěnin), ostatní části buněčné stěny tedy zůstávají primární, nelignifikované (zde vznikají ztenčeniny) (Votrubová 2010). Ztenčeniny buněčných stěn tedy slouží ke komunikaci mezi buňkami a k transportu vody a roztoků.

Rozlišují se 2 základní typy ztenčenin (Gandelová *et al.* 2009): jednoduché ztenčeniny (tzv. tečky) a dvůrkaté ztenčeniny (tzv. dvojtečky), viz obr. č. 19.

Jednoduché ztenčeniny (tečky) – v tomto místě nebyla vytvořena sekundární buněčná stěna a ztenčené místo (dvě primární stěny + střední lamela) se označuje jako membrána nebo uzavírací blanka. V radiálním nebo tangenciálním řezu mají tečky kruhovitý nebo elipsovitý

tvár. Vyskytují se v parenchymatických buňkách dřeva jehličnanů i listnáčů a v libriformních vlákních listnáčů (Gandelová *et al.* 2009).

Dvůrkaté ztenčeniny (dvojtečky) – nad ztenčeninou buněčné stěny (membránou či uzavírací blankou) se překlene sekundární buněčná stěna v podobě polokoule s otvorem uprostřed (porus). V radiálním řezu se dvojtečky jeví jako dvě soustředné kružnice. Vnější kružnice je obrysem valu tvořeného sekundární stěnou a vnitřní je obrysem porusu. Dvojtečky se vyskytují v tracheidách jehličnanů i listnáčů a cévách listnáčů. Stavebně jsou dvojtečky dřeva jehličnanů a listnáčů nicméně rozdílné. U jehličnanů je uzavírací blanka dvojteček ve střední části ztloustlá do čočkovitého tvaru (tzv. torus). Dvojtečky listnáčů jsou menších rozměrů, uzavírací blanka netvoří torus. Pokud se spolu stýkají buňky s dvojtečkami a tečkami na stěnách, jedná se o tzv. poloviční dvojtečku, která je typická pro křížová pole u jehličnanů (Gandelová *et al.* 2009).

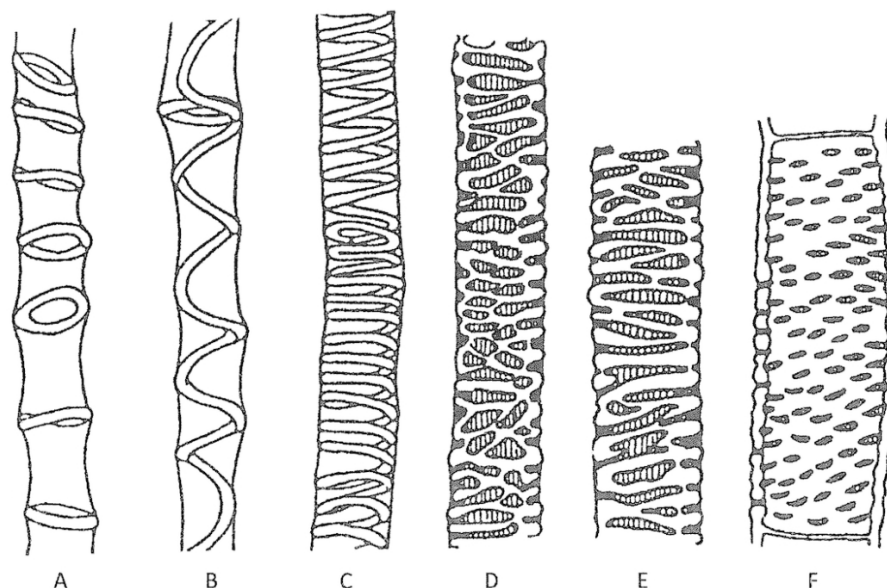


Obrázek č. 19. Schématické znázornění různých typů ztenčenin buněčných stěn anatomických elementů dřeva (Gandelová *et al.* 2009).

a – jednoduchá ztenčenina, b – dvůrkatá ztenčenina tracheid jehličnanů, c – poloviční dvojtečka, d – dvojtečka cév a tracheid listnáčů, SL – střední lamela, P – primární stěna, S – sekundární stěna, M – uzavírací blanka, T – torus, A, B, C, D – pohled na dvojtečku na tangenciálním (1) a radiálním (2) řezu podle různých poloh řezu

Ztluštění buněčné stěny zvyšují pevnost buňky a tím chrání příslušné anatomické elementy před tlakem sousedních buněk (Gandelová *et al.* 2009; Votrubová 2010). Nejjednodušší jsou tzv. kruhové a šroubovitě (spirální) ztluštění (viz obr. č. 20 – A, B, C), kdy se sekundární stěna ukládá ve formě tenkých kroužků nebo šroubovic mající malý podíl (Votrubová 2010). Vyšší podíl sekundární stěny mají tloušťnutí síťovitá a schodovitá (viz obr. č. 20 – D, E). Další typ tloušťnutí mají elementy s dvůrkatými ztenčeninami (viz obr. č. 20 – F), kdy je sekundární stěna vyvinuta i nad dutinami ztenčenin (Votrubová 2010). Šroubovitě ztluštění se vyskytují na stěnách tracheid jehličnanů a cév listnáčů (Gandelová *et al.* 2009).

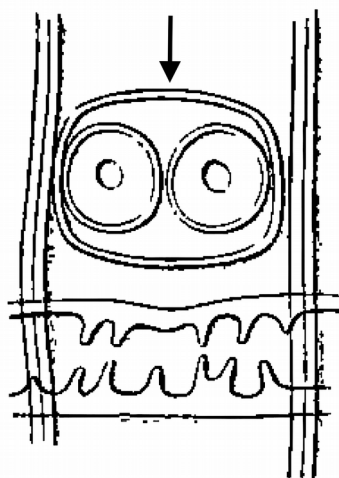
Kruhové ztlustěny jsou typické pro anatomické elementy primárního dřeva (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 20. Typy tloušťnutí buněčné stěny cévních elementů (Votrubová 2010).

A – kruhovitě, B, C – šroubovitě, D – síťovitě, E – schodovitě, F – dvůrkaté

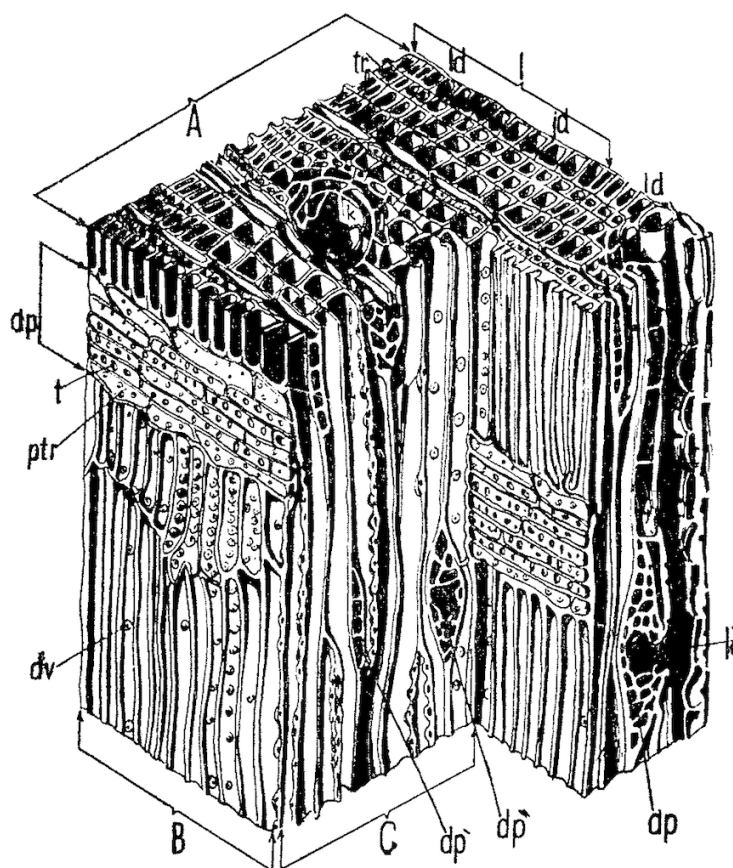
Zvláštním typem ztlustěnin v podobě lišt jsou krasuly (neboli Saniovy valy), viz obr. č. 21. Vyskytují se na stěnách tracheid některých jehličnanů a vznikají při diferenciaci tracheid jako ztlustěny střední lamely a primární buněčné stěny mezi dvojtečkami (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 21. Znázornění párového výskytu dvojteček s krasulami (označeno šipkou) u rodu *Pinus* na radiálním řezu (Dippel 1860).

1.6.2 Anatomická stavba dřeva jehličnanů

Jehličnaté dřeviny jsou vývojově mnohem starší než dřeviny listnaté, proto se vyznačují jednoduchou stavbou dřeva, na které se podílejí dva typy anatomických elementů – tracheidy (cévice) a parenchymatické buňky. Z parenchymatických buněk se skládají dřevné paprsky, podélný dřevní parenchym a také pryskyřičné kanálky (Gandelová *et al.* 2009). Mikroskopická stavba dřeva jehličnanů je znázorněna na obr. č. 22.



Obrázek č. 22. Mikroskopická stavba dřeva jehličnanů (Balabán 1955).

A – příčný řez, B – radiální řez, C – tangenciální řez, l – letokruh, ld – letní dřevo, jd – jarní dřevo, tr – tracheidy, dp – dřevný paprsek na radiálním řezu, dp' – jednovrstevný dřevný paprsek na tangenciálním řezu, dp'' – vícevrstevný dřevný paprsek na tangenciálním řezu, t – tečky, ptr – příčné tracheidy, dv – dvojtečky, k – podélný pryskyřičný kanálek, k' – příčný pryskyřičný kanálek

1.6.2.1 Tracheidy (cévice)

Tracheidy tvoří až 95 % dřeva jehličnanů, mají vodivou a mechanickou funkci. Jedná se o uzavřené protáhlé buňky, které mají 4–6 úhelníkový příčný průřez a různý typ zakončení (zašpičatělé, ostře špičaté, zubaté, oblé, rovné) (Gandelová *et al.* 2009). Jejich průměrná délka činí 2–6 mm. Jarní tracheidy, které vznikají na začátku vegetačního období, mají v radiálním směru větší rozměry než tracheidy letní. Průměrná tloušťka buněčných stěn tracheid se pohybuje kolem 2–3 μm . Na radiálních stěnách tracheid je lokalizováno velké množství (průměrně 70–90) ztenčenin (dvojteček) většinou v jedné svislé řadě, případně v párech vedle sebe. Na tangenciálních stěnách jsou ztenčeniny menší a v malém počtu (Gandelová *et al.* 2009). Letní tracheidy, které vznikají ke konci vegetačního období, mají převážně mechanickou funkci. Průměrná tloušťka buněčných stěn se pohybuje kolem 3–7 μm . Letní tracheidy jsou v radiálním směru užší než jarní tracheidy, na stěnách mají menší počet (8–25) drobných štěrbinových ztenčenin (dvojteček) (Gandelová *et al.* 2009).

Tracheidy jsou ve dřevě umístěny převážně vertikálně, takže na příčném řezu tvoří pravidelné řady s měnícími se radiálními rozměry (jarní versus letní tracheidy). U některých jehličnanů se také vyskytují horizontálně uložené tracheidy (tzv. příčné neboli ležaté), které jsou součástí heterocelulárních dřeňových paprsků (Gandelová *et al.* 2009).

Přítomnost příčných tracheid a dále buněčné ztenčeniny a ztluštěniny všech typů tracheid jsou důležité diagnostické znaky při anatomickém určování dřev jehličnanů (Gandelová *et al.* 2009).

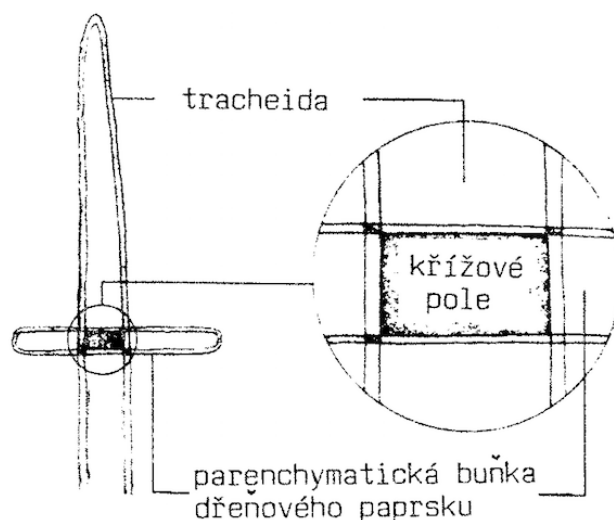
1.6.2.2 Parenchymatické buňky

Parenchymatické buňky dřeva jehličnanů mají vodivou a zásobní funkci, mohou mít tvar kratších hranolků, válců nebo vřeten (Gandelová *et al.* 2009). Axiálně orientované parenchymatické buňky jsou tvořeny vřetenovitými kambiálními iniciálami a horizontálně uložené buňky jsou tvořeny iniciálami dřeňových paprsků. Z parenchymatických buněk se skládají dřeňové paprsky, podélný dřevní parenchym a pryskyřičné kanálky (Gandelová *et al.* 2009).

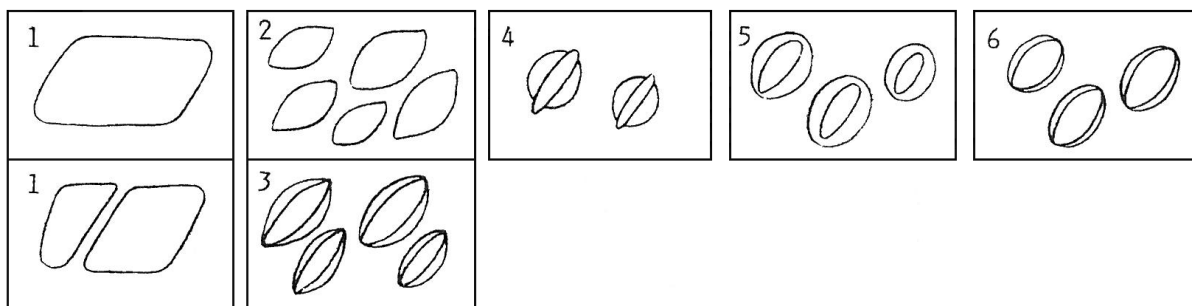
1.6.2.2.1 Dřeňové paprsky

Z celkového objemu dřeva tvoří asi 5–10 %, mají vodivou a zásobní funkci. Pásky parenchymatických buněk jsou orientované kolmo na letokruhy, buňky mají tvar krátkých

válečků 10–15 μm širokých a 40–70 μm dlouhých. Buněčné stěny mají jednoduché ztenčeniny (tečky). Místo styku parenchymatických buněk dřevových paprsků s tracheidami se nazývá křížové pole (viz obr. č. 23) a v radiálním řezu se zde vyskytuje charakteristický tvar i počet teček (viz obr. č. 24), což jsou důležité diagnostické znaky pro jednotlivé druhy jehličnanů (Gandelová *et al.* 2009).



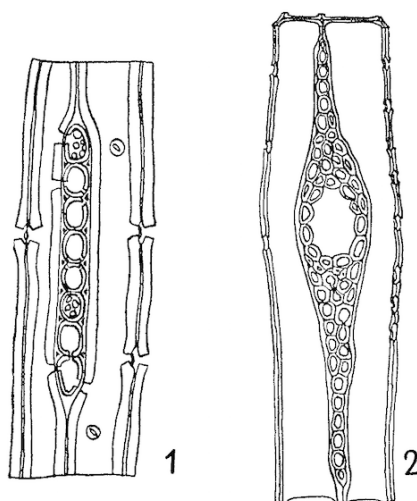
Obrázek č. 23. Křížové pole v dřevovém paprsku na radiálním řezu (Šlezingerová & Gandelová 2008).



Obrázek č. 24. Schématický zakres typů teček v křížovém poli (Šlezingerová & Gandelová 2008).

typ teček: 1 – oknový, 2 – pinoidní bez zřetelného ohraničení, 3 – pinoidní se zřetelným ohraničením, 4 – piceoidní, 5 – cupressoidní, 6 – taxodiodní

Dřeňové paprsky tvořené pouze parenchymatickými buňkami se nazývají homocelulární (stejnobuněčné) a vyskytují se u jehličnanů bez pryskyřičných kanálků. Heterocelulární (různobuněčné) paprsky jsou tvořeny parenchymatickými buňkami a příčnými tracheidami a jsou přítomny u jehličnanů s výskytem pryskyřičných kanálků (Gandelová *et al.* 2009). Dřeňové paprsky mohou být také jednovrstevné nebo vícevrstevné, v tangenciálním řezu jsou vidět jako jedno nebo vícevrstevná vřetena (viz obr. č. 25). Vrstevnatostí dřeňových paprsků je míněn počet buněk ve směru kolmém na podélnou osu kmene (vodorovném). V tangenciálním řezu je také dobře viditelná výška paprsků (počet buněk nad sebou), nejčastěji to je 1–25 buněk (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 25. Typy dřeňových paprsků na tangenciálním řezu (Balabán 1955).

1 – jednovrstevný dřeňový paprsek, 2 – vícevrstevný dřeňový paprsek s horizontálním pryskyřičným kanálkem

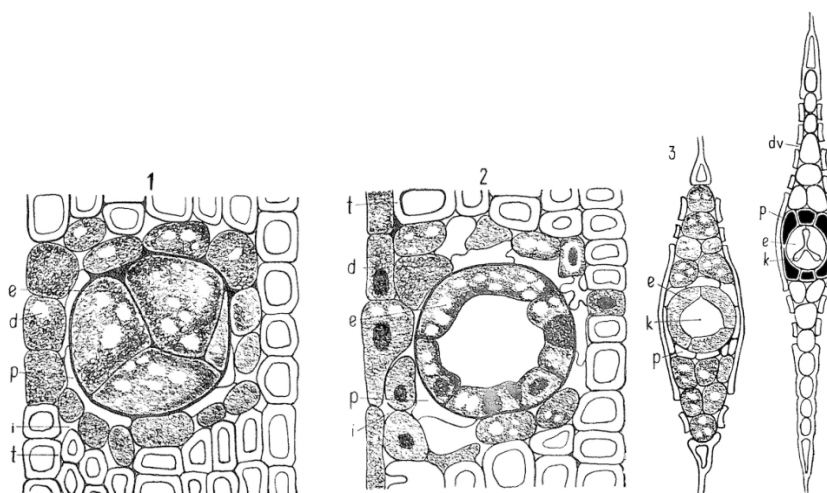
1.6.2.2.2 Pryskyřičné kanálky

U velkého množství jehličnanů se vyskytují pryskyřičné kanálky. Vznikají buď rozestoupením buněk (schizogenně) nebo rozpuštěním buněčných stěn (lysigenně). Ve dřevě vznikají 2 typy pryskyřičných kanálků: vertikální (svislé) a horizontální (vodorovné) (Balabán 1955; Gandelová *et al.* 2009).

Vertikální pryskyřičné kanálky (viz obr. č. 26 – 1, 2) jsou rovnoběžné s osou kmene. Jsou složeny ze 3 vrstev parenchymatických buněk. Vnitřní vrstvu tvoří živé epitelové buňky, které jsou schopny vylučovat pryskyřici. Jejich počet je u jednotlivých druhů variabilní, stejně tak jejich tloušťka. Střední vrstvu tvoří mrtvé buňky, které mají pouze mechanickou funkci. Vnější vrstvu tvoří živé buňky tzv. doprovodného parenchymu a mají zásobní funkci. Stavbu

vertikálních pryskyřičných kanálků můžeme nejlépe pozorovat na příčném řezu, průměr kanálků bývá 30–50 μm (Gandelová *et al.* 2009).

Horizontální pryskyřičné kanálky (viz obr. č. 26 – 3, 4) jsou kolmé na podélnou osu kmene a probíhají ve vícevrstevných dřevňových paprscích. Jsou složeny ze 2 vrstev parenchymatických buněk, a to živými epitelovými a mrtvými parenchymatickými buňkami. Dosahují menších rozměrů i počtu než vertikální pryskyřičné kanálky. Stavbu horizontálních pryskyřičných kanálků můžeme nejlépe pozorovat na tangenciálním řezu (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 26. Znáornění vertikálních (1, 2) a horizontálních (3, 4) pryskyřičných kanálků (Balabán 1955).

1 – prázdný pryskyřičný kanálek uzavřený vychlípením epitelálních buněk, 2 – otevřený kanálek částečně vyplněný zploštěním epitelálních buněk, 3, 4 – horizontální kanálky ve vícevrstevných dřevňových paprscích, e – epitelální buňky, d – živé buňky doprovodného parenchymu, p – mrtvé buňky tvořící pochvu, naplněné vzduchem, i – interceluláry, t – tracheidy, dv – dvojtečky, k – pryskyřičný kanálek

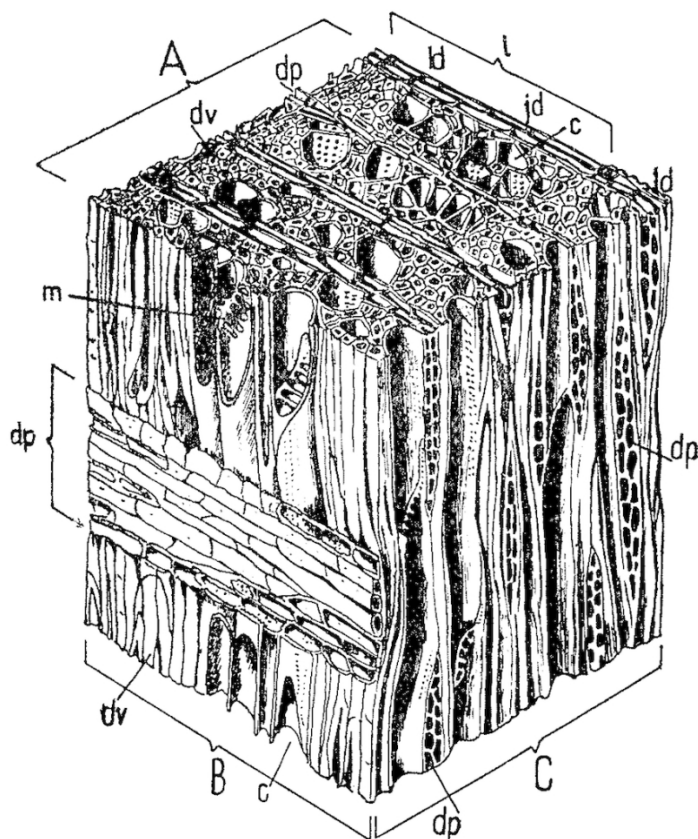
1.6.2.2.3 Podélný dřevní parenchym

U některých našich jehličnanů se může v malém množství vyskytovat podélný (axiální) dřevní parenchym (1 % objemu dřeva) (Balabán 1955). Je tvořen buď pásy buněk nebo jednotlivými větvenovitými roztroušenými buňkami ve dřevě ve směru podélné osy kmene. Má zásobní funkci (Gandelová *et al.* 2009).

1.6.3 Anatomická stavba dřeva listnáčů

Listnaté dřeviny patří k vývojově mladší skupině rostlin než dřeviny jehličnaté, proto mají odvozenější a složitější stavbu dřeva, které je složeno z většího počtu druhů

anatomických elementů. Jednotlivé druhy elementů se liší tvarem, velikostí, funkcí a netvoří typické radiální uspořádání, které je známo u jehličnanů (Gandelová *et al.* 2009). Mikroskopická stavba dřeva listnáčů je znázorněna na obr. č. 27.



Obrázek č. 27. Mikroskopická stavba dřeva listnáčů (Balabán 1955).

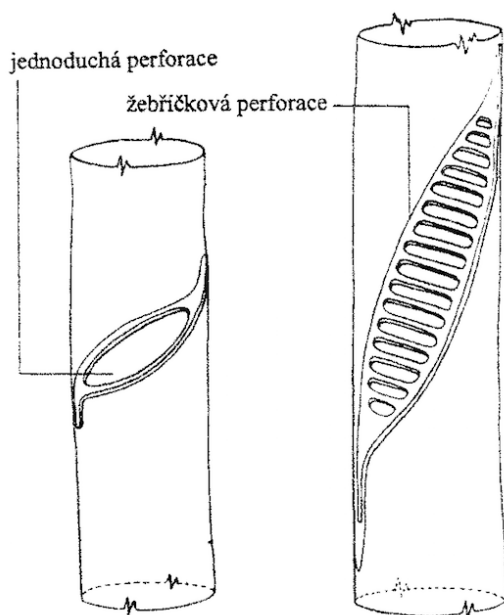
A – příčný řez, B – radiální řez, C – tangenciální řez, l – letokruh, ld – letní dřevo, jd – jarní dřevo, dp – dřevové paprsky, dv – dřevní vlákna, c – cévy, m – žebříčkovitá perforace

1.6.3.1 Tracheje (cévy)

Cévy jsou důležité vodivé elementy dřeva listnáčů, které jsou velké od několika mm až po několik metrů a ve dřevě tvoří kolem 10 % objemu (Gandelová *et al.* 2009). V bělovém dřevu vedou vodu a minerální látky od kořenů ke koruně, v jádrovém dřevu mají zásobní funkci pro vodu, případně jsou vyplněny thylami nebo vzduchem. Cévy tvoří dlouhé kanálky, které jsou složeny z tzv. cévních článků, u kterých došlo k zániku příčné buněčné stěny (přehrádky). V tomto místě tedy došlo k perforaci buněčné stěny (Balabán 1955; Gandelová *et al.* 2009). Perforace může být buď jednoduchá nebo složená.

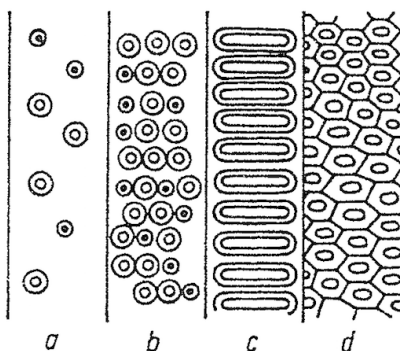
U jednoduché perforace došlo k téměř úplnému zániku přehrádky, na obvodu zůstal jen prstenec (viz obr. č. 28).

U složené perforace došlo jen k částečnému vymizení přehrádky, takže v ní vznikly různě okrouhlé otvory (viz obr. č. 28). Může být buď žebříčkovitá nebo síťovitá.



Obrázek č. 28. Znázornění jednoduché a složené (žebříčkovité) perforace u cév (Šlezingerová & Gandelová 2008).

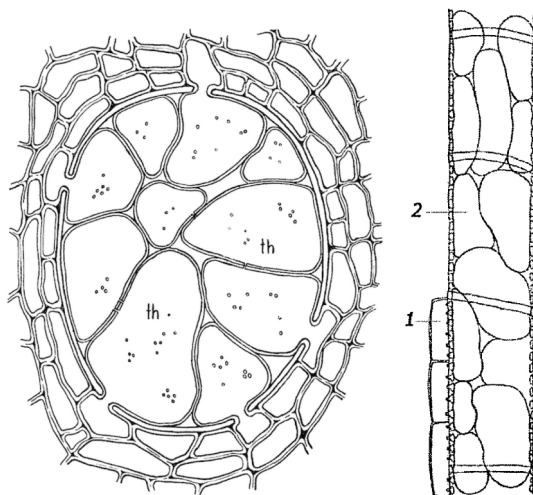
Na stěnách cév se u listnatých dřevin nejčastěji vyskytují spirálovité ztlustnění (Gandelová *et al.* 2009). Cévní ztenčiny (dvojtečky) nemají torus, bývá jich větší počet a mají menší rozměry než u jehličnatých dřevin. Mohou vytvářet různá uspořádání (viz obr. č. 29), která jsou typická pro jednotlivé druhy (Gandelová *et al.* 2009).



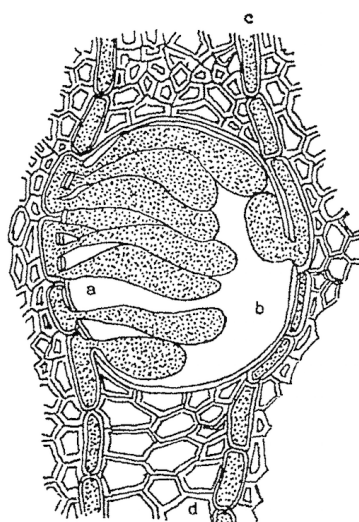
Obrázek č. 29. Různé způsoby rozložení dvojteček na stěnách cév (Gandelová *et al.* 2009).

a – jednotlivé, b – protistojné uspořádání v řadách, c – schodovité uspořádání, d – střídavé uspořádání

Za určitých podmínek může docházet k ucpávání cév tzv. thylami (viz obr. č. 30). Jedná se o vychlípeniny parenchymatických buněk vrůstající z okolních dřevných paprsků nebo podélného dřevního parenchymu do lumenů (dutin) cév, viz obr. č. 31 (Balabán 1955; Gandelová *et al.* 2009). Pokud jsou tenkostěnné, mají zásobní funkci, pokud jsou prázdné tlustostěnné, mají podpůrnou funkci. Ke vzniku thyl dochází nejčastěji v důsledku přirozeného procesu stárnutí dřeva, ale vznikají i jako důsledek poranění či po houbové infekci (Gandelová *et al.* 2009).



Obrázek č. 30. Znárodnění cévy vyplněné thylami (příčný a podélný řez) (Balabán 1955; Votrubová 2010).
th – thyla, 1 – okolní parenchym vytvářející thyl, 2 – thyla

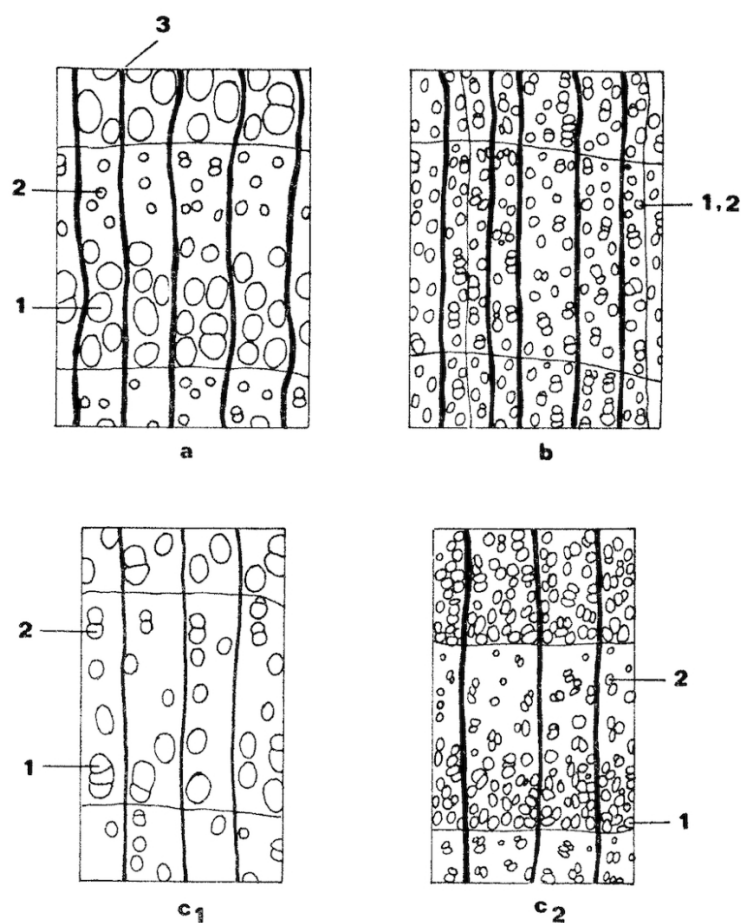


Obrázek č. 31. Znárodnění vzniku thyl (Gandelová *et al.* 2009).

a – prorůstající parenchymatické buňky dřevného paprsku, b – dutina cévy, c – dřevový paprsek, d – libriformní vlákna

Cévní články mají velice variabilní rozměry i tvar. Široké cévní články (příčný rozměr nad 100 μm) tvoří široké cévy (tzv. makropóry), úzké cévní články (příčný rozměr do 100 μm) tvoří úzké cévy (tzv. mikropóry). Obecně se dá říci, že čím je cévní článek širší, tím je kratší a místa perforace jsou téměř kolmá na podélnou osu (Gandelová *et al.* 2009). Uspořádání a šířka cév jsou nejlépe pozorovatelné na příčném řezu. Cévy se mohou vyskytovat buď samostatně nebo ve skupinách v radiálních řadách, tangenciálních liniích nebo v kombinacích radiálního a tangenciálního uspořádání (Gandelová *et al.* 2009).

Na základě uspořádání a velikosti cév v příčném řezu se listnaté dřeviny dělí podle makroskopické stavby dřeva do 3 skupin (viz obr. č. 32):



Obrázek č. 32. Rozložení cév ve dřevě listnáčů na příčném řezu (Šlezingerová & Gandelová 2008).

a – kruhovitě pórovitá stavba, b – roztroušeně pórovitá stavba, c₁, c₂ – polokruhovitě pórovitá stavba,

1 – jarní cévy, 2 – letní cévy, 3 – dřeňové paprsky

1. dřeva s kruhovitě pórovitou stavbou – v jarním dřevu se vyskytují široké tenkostěnné cévy (makropóry) a v letním dřevu daleko užší tlustostěnné cévy (mikropóry),

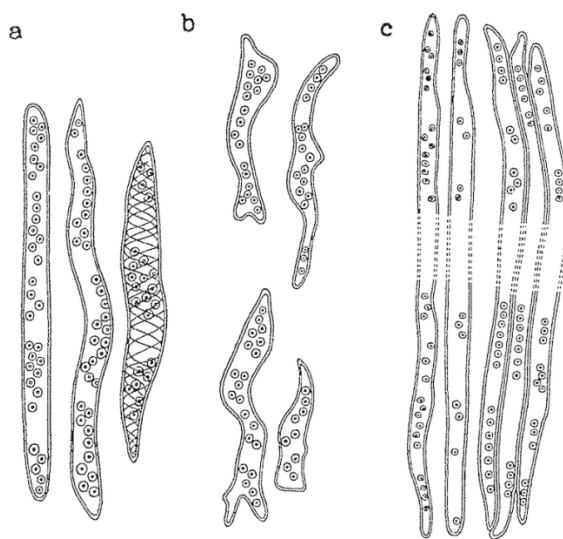
2. dřeva s roztroušeně pórovitou stavbou – cévy mají menší příčné rozměry, jejich velikost je rovnoměrná nebo se v průběhu vegetačního období pozvolna zmenšuje, nelze rozpoznat jarní a letní cévy,
3. dřeva s polokruhovitě pórovitou stavbou – přechodná skupina, buď dochází k většímu vytváření cév v jarním dřevu (velikostně se cévy neliší od cév v letním dřevu), nebo se velikost cév viditelně zmenšuje směrem od jarního k letnímu dřevu.

Na podélných řezech cévy tvoří svislé pásy, na buněčných stěnách cév lze pozorovat dvojtečky, případně ztlustěny. Perforace cév jsou nejlépe pozorovatelné na radiálním řezu (Gandelová *et al.* 2009).

V rámci jednoho druhu se počet i velikost cév mění v závislosti na stáří jedince, na poloze v rostlině (kořen, kmen, větev), v letokruhu atd. Cévy patří k nejdůležitějším elementům pro určování dřeva listnáčů. Důležitými znaky jsou perforace, přítomnost ztlustěnin, tvar a rozmístění dvojteček a přítomnost thyl (Gandelová *et al.* 2009).

1.6.3.2 Tracheidy (cévice)

U některých listnatých dřevin mohou tracheidy tvořit podstatnou část základního pletiva, u některých mohou zcela chybět. Buněčné stěny mohou mít zpevněny šroubovicemi, dutiny mohou mít vyplněny thylami. Nepatří k hlavním elementům při určování dřev listnáčů. Podle tvaru a funkce se rozlišují 3 typy tracheid, viz obr. č. 33 (Gandelová *et al.* 2009):



Obrázek č. 33. Typy tracheid u listnáčů (Gandelová *et al.* 2009).

a – cévovité tracheidy, b – vazicentrické tracheidy, c – vláknité tracheidy

1. cévovité tracheidy – jedná se o přechodný typ mezi tracheidami dřeva jehličnanů a trachejemi listnáčů, většinou nejsou delší než 0,5 mm, na stěnách mají četné dvojtečky, u některých druhů dřev bývají spirální ztluštěniny, doprovázejí cévy a mají vodivou funkci,
2. vazicentrické tracheidy – jedná se o krátké uzavřené elementy, které mají zaoblené konce, na stěnách mají drobné okrouhlé dvojtečky, vyskytují se v bezprostřední blízkosti cév, mohou se podílet na vodivé funkci,
3. vláknité tracheidy – jedná se o přechodný typ mezi tracheidami jehličnanů a libriformními vlákny listnáčů, mají protáhlý tvar, na stěnách mají malé okrouhlé dvojtečky, jejich hlavní funkce je mechanická, ale mohou to být i zásobní nebo vodivé elementy.

1.6.3.3 Libriformní vlákna

Patří mezi základní pletiva dřeva u většiny listnatých dřevin, mohou tvořit až 75 % celkového objemu. Mají mechanickou funkci. Jsou tvořeny větvenovitými protáhlými buňkami, které mají na stěnách malé tečky. Rozměry a tvar jsou závislé na poloze v letokruhu, kmeni i stáří stromu. Mohou dosahovat délky až 2,2 mm, šířky 0,015–0,05 mm, tloušťka buněčné stěny bývá 3,7–6,5 μm . Během vegetační sezóny se délka vláken a tloušťka jejich buněčných stěn zvyšují (Gandelová *et al.* 2009).

Jedná se o axiálně uložené buňky, které se na příčném řezu jeví ve tvaru 4–6 úhelníkových eventuálně tvarově nepravidelných buněk. V tomto řezu lze sledovat tloušťku buněčných stěn, šířku dutiny, změny rozměrů v průběhu vegetačního období. Buďto jsou uloženy nepravidelně, nebo tvoří radiální či tangenciální řady (Gandelová *et al.* 2009).

U některých dřevin se nacházejí tzv. přehrádkovaná libriformní vlákna. Tato vlákna mají nezdřevnatělé tenké příčné přehrádky. Oproti podélnému dřevnímu parenchymu mají tlustší axiální stěny. Mohou mít zásobní funkci (Gandelová *et al.* 2009).

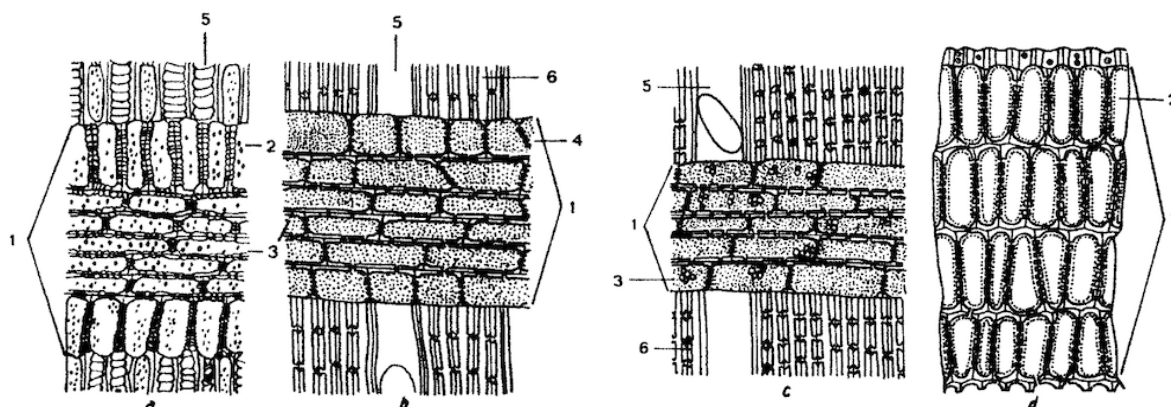
1.6.3.4 Parenchymatické buňky

U listnatých dřevin jsou parenchymatické buňky více zastoupeny a mají rozmanitější tvary. Tvoří 8–35 % objemu dřeva. Jsou to živé buňky, které mají lignifikované buněčné stěny, na kterých mají jednoduché ztenčiny. Mají vodivou a zásobní funkci, mohou obsahovat i krystaly anorganických látek (Gandelová *et al.* 2009).

Parenchymatické buňky jsou ve dřevě uloženy dvěma směry: ve směru kolmém na podélnou osu kmene – tzv. radiální parenchym, který tvoří dřevňové paprsky, a ve směru podélné osy kmene – tzv. axiální parenchym, který tvoří podélný dřevní parenchym (Gandelová *et al.* 2009).

1.6.3.4.1 Dřevňové paprsky

Ve dřevě listnatých dřevin tvoří průměrně 10–20 % celkového objemu. Dřevňové paprsky jsou orientované kolmo na letokruhy. Na příčném a radiálním řezu mají buňky obdélníkový nebo čtvercový průřez, na tangenciálním mají oválný průřez. V místech styku s cévami se buňky označují jako kontaktní a mají na stěnách četné jednoduché tečky, ostatní buňky se označují jako izolační. Buňky dřevňových paprsků mají vodivou a zásobní funkci. Dřevňové paprsky se dělí na homogenní a heterogenní na základě tvarového typu parenchymatických buněk (viz obr. č. 34) (Gandelová *et al.* 2009). Homogenní paprsky se skládají z morfologicky stejných typů buněk, buď ze stojatých, nebo ležatých. Heterogenní paprsky se skládají z kombinace stojatých, ležatých a čtvercových buněk.



Obrázek č. 34. Znázornění heterogenních (a, b) a homogenních (c, d) dřevňových paprsků na radiálním řezu (Šlezingerová & Gandelová 2008).

a – heterogenní paprsek tvořený ležatými a stojatými buňkami, b – heterogenní paprsek tvořený ležatými a čtvercovými buňkami, c – homogenní paprsek tvořený ležatými buňkami, d – homogenní paprsek tvořený stojatými buňkami, 1 – dřevňový paprsek, 2 – stojaté buňky, 3 – ležaté buňky, 4 – čtvercové buňky, 5 – cévy, 6 – základní pletivo

Některé listnaté dřeviny mohou vytvářet tzv. nepravé (sdružené) dřevňové paprsky. Jedná se o seskupené úzké dřevňové paprsky (Gandelová *et al.* 2009).

Šířka a výška dřevňových paprsků je dost variabilní, v rámci kmene se velikost paprsků od obvodu ke dřeni snižuje, naopak od báze kmene ke koruně se zvyšuje. Na příčném řezu

jsou dřeňové paprsky pozorovatelné jako různě široké pásy směřující kolmo na letokruhy, na tangenciálním řezu lze odlišit nepravé dřeňové paprsky. Na radiálním řezu lze pozorovat tvarový typ parenchymatických buněk a styčné plochy (zrcadla) parenchymatických buněk a cév. Na tangenciálním řezu jsou dřeňové paprsky pozorovatelné jako různě vysoká a široká vřetena. Na tomto řezu se určuje jejich výška, šířka a četnost. Tyto veličiny spolu s typem paprsků patří mezi základní diagnostické znaky (Gandelová *et al.* 2009).

1.6.3.4.2 Podélný dřevní parenchym

Buňky podélného (axiálního) dřevního parenchymu jsou orientovány rovnoběžně s podélnou osou kmene. Buněčné stěny jsou slabě ztloustlé a mají jednoduché ztenčeniny, kterými jsou propojeny s buňkami dřeňových paprsků. Buňky podélného dřevního parenchymu mají zásobní funkci. Oproti jehličnanům je jeho výskyt u listnáčů častější, u tropických dřevin tvoří průměrně 20 % objemu dřeva, u některých tropických druhů může tvořit téměř celé základní pletivo (Gandelová *et al.* 2009).

Buňky podélného dřevního parenchymu se ve dřevě listnáčů seskupují do určitých útvarů, které lze nejlépe pozorovat na příčném řezu. Pro podélný dřevní parenchym se používají dvě základní členění:

1. buď je vymezován na základě kontaktu parenchymatických buněk s cévami, v tomto případě rozlišujeme 2 základní typy – apotracheální a paratracheální parenchym.

- Apotracheální dřevní parenchym – buňky nemají přímý kontakt s cévami, podle uspořádání v letokruzích se rozděluje na několik typů (viz obr. č. 35).

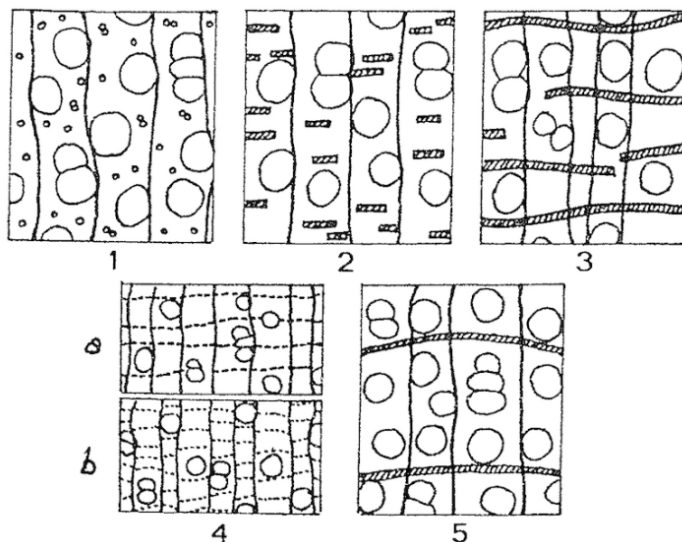
- Paratracheální dřevní parenchym – buňky se tvoří kolem cév nebo cévovitých tracheid, podle uspořádání v letokruzích se rozděluje na několik typů (viz obr. č. 36);

2. nebo se kromě kontaktu s cévami zohledňuje i kontakt s dalšími základními elementy jako libriformní vlákna nebo tracheidy, v tomto případě rozlišujeme 3 typy – paratracheidální, paratracheální kontaktní a interfibrilární parenchym (Gandelová *et al.* 2009).

- Paratracheidální dřevní parenchym – parenchymatické buňky mají přímý dotyk s tracheidami, v letokruhu se vyskytuje rozptýleně bez větších seskupení, viz obr. č. 35 – 1, 2.

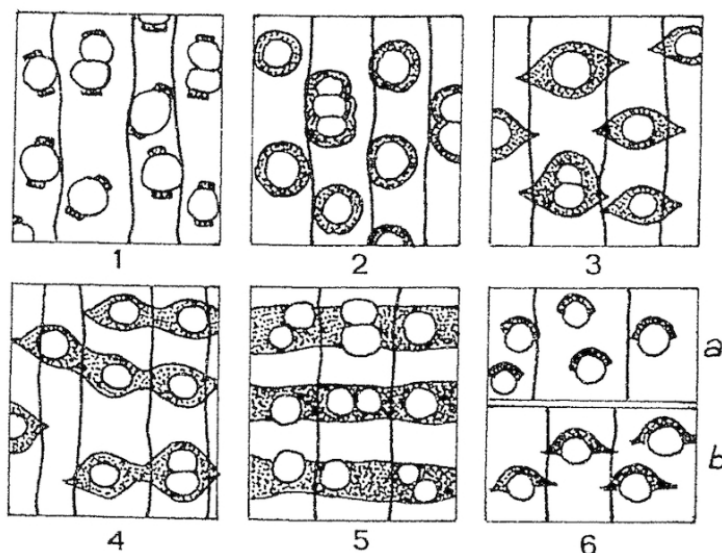
- Paratracheální kontaktní dřevní parenchym – parenchymatické buňky mají přímý dotyk s cévami, vytváří jednoduché řetězce až úplné obaly kolem cév, viz obrázek č. 36 – 1, 2, 6a.

- Interfibrilární dřevní parenchym – parenchymatické buňky mají přímý dotyk s libriformními vlákny nebo dalšími parenchymatickými buňkami, vytváří jak jednotlivé řetězce, tak velká seskupení, viz obr. č. 35 – 3, 4, 5 a obr. č. 36 – 3, 4, 5.



Obrázek č. 35. Apotracheální dřevní parenchym (Gandelová *et al.* 2009).

1 – rozptýlený (difuzní), 2 – rozptýleně nakupený, 3 – svazkový (koncentrický), 4 – tangenciálně síťovitý (a) až žebříčkovitý (b), 5 – hraniční (marginální)



Obrázek č. 36. Paratracheální dřevní parenchym (Gandelová *et al.* 2009).

1 – skupinový, 2 – vazicentrický, 3 – vazicentrický křídlovitý, 4 – vazicentrický splývavý až křídlovitě splývavý, 5 – svazkový, 6 – jednostranný vazicentrický (a), jednostranný křídlovitý (b)

2. Materiál a metody

2.1 Sběr a příprava materiálu ke studiu

Studovaný materiál v této práci pochází celkem ze tří lokalit.

Materiál z lokality Štičí u Třeboně byl pro tento výzkum zapůjčen z Národního muzea v Praze ve formě již vyhotovených výbrusů. Vzorky pocházejí ze sběru prof. Filipa Počty (1859–1924). Součástí k těmto výbrusům jsou pouze původní stručné poznámky, že se jedná o dřeva dvouděložných rostlin. Výbrusy z této lokality mají označení CS-87 – CS-141. Většina výbrusů představuje příčné řezy, pouze některé vzorky jsou reprezentovány všemi třemi výbrusy, viz tabulka č. 4, kapitola 3. V Národním muzeu by se také měly nacházet výbrusy ze vzorků z lokality Cepská (Čěpská) louka ze sběrů profesora Antonína Friče (1832–1913). Pro tuto práci měla autorka k dispozici pouze výbrusy CS-28 a CS-29. Kazeta s výbrusy CS-30 – CS-80, ve které se mimo jiné nacházejí i výbrusy z lokality Cepská louka, není prozatím v Národním muzeu k nalezení.

Materiál z lokalit Lhota u Borovan a Cep II pochází ze současných sběrů autorky této práce. Na lokalitě Cep II bylo nasbíráno celkem 215 kusů zkřemenělých dřev. Dřeva z této lokality jsou často velice silně překrytalovaná, jeví velice silný charakter po opracování, typickým jevem na povrchu dřev je výskyt křemene v podobě drobných krystalků (tzv. „jiskřivec“), vzácně byla nalezena i dřeva, jejichž povrch je lesklý v podobě pouštního laku (viz Příloha, obr. č. 1 a 2).

Na lokalitě Lhota u Borovan bylo nasbíráno celkem 408 kusů dřev. Anatomie dřev je relativně dobře zachovaná, dřeva mají daleko slabší charakter po opracování než dřeva z Cepu II, na povrchu dřev se vyskytuje připečený železitý materiál (viz Příloha, obr. č. 3 a 4).

Pomocí stereomikroskopu Leica EZ5 byly vybrány nejvhodnější vzorky zkřemenělých dřev, ze kterých byly vyhotoveny výbrusy pro podrobné anatomické studium. Jednotlivé výbrusy byly studovány pod mikroskopem Olympus BX51. Fotografie výbrusů byly pořízeny v programu QuickPHOTO MICRO 3.0, který byl propojený se snímacím zařízením na mikroskopu.

Z lokality Cep II bylo vybráno celkem 11 kusů dřev, ze kterých byly vyhotoveny výbrusy. Z těchto výbrusů byly vhodné k mikroskopickému studiu pouze výbrusy ze 4 vzorků. Z lokality Lhota u Borovan bylo vybráno celkem 23 kusů dřev pro vyhotovení

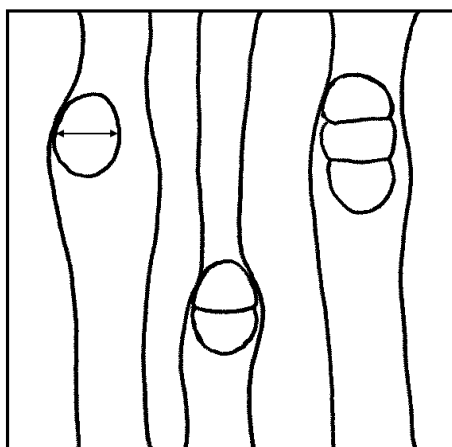
výbrusů. Z těchto výbrusů byly vhodné k mikroskopickému studiu výbrusy pocházející ze 13 vzorků dřev.

2.2 Mikroskopické studium zkřemenělých dřev

Ve výbrusech byly studovány jak kvantitativní, tak kvalitativní anatomické znaky.

Pro jehličnatou dřevinu byly měřeny v příčném výbrusu kvantitativní znaky jako šířka (průměr) tracheid v tangenciálním směru, šířka tracheid v radiálním směru, počet tracheid mezi dvěma dřeňovými paprsky. V tangenciálním výbrusu byl měřen počet paprsků na 1 mm délky a výška dřeňových paprsků. Z kvalitativních znaků byla věnována pozornost především typu tečkování v křížovém poli apod.

Pro listnaté dřeviny byly měřeny tyto základní kvantitativní znaky: v příčném výbrusu – šířka (průměr) cév v tangenciálním směru (viz obr. č. 37), počet (hustota) cév na plochu 1 mm², seriátnost cév (počet cév v jedné skupině); v tangenciálním výbrusu – šířka dřeňových paprsků, výška dřeňových paprsků, počet dřeňových paprsků na 1 mm délky. Pro výpočet počtu cév byla každá céva nacházející se ve skupině počítána samostatně, a ne po skupinách (viz obr. č. 37, Wheeler 1986).



Obrázek č. 37. Znárodnění šířky cévy v tangenciálním směru (šipka) (Wheeler 1986, upraveno). Podle použité metodiky v této práci pro výpočet cév je na obrázku znázorněno 6 cév, a ne 3.

Pokud to zachování dřeva a velikost výbrusu umožňovalo, bylo provedeno minimálně 30 měření v každém výbrusu. Tabulka č. 2 přehledně uvádí celkový počet měření jednotlivých charakteristik pro jednotlivé výbrusy. Z kvalitativních znaků byla věnována pozornost především typu dřeňových paprsků, typu cévní perforace, přítomnosti thyl, uspořádání dvojteček na cévách, přítomnosti a typu podélného dřevního parenchymu apod.

Tabulka č. 2. Přehled počtu měření jednotlivých charakteristik ve výbrusech.

| | šířka cév (tg.) | počet cév na mm ² | seriátnost cév | výška paprsků | počet paprsků v 1 mm | šířka paprsků (buňky) | šířka paprsků (μm) |
|--------|--------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| LH1 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH2 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH3 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | - |
| LH4 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH5 | 40 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH6 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH7 | 40 | 40 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH8 | 40 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH9 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH10 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH11 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH12 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| LH13 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| Cep05 | 40 | 20 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| Cep09 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| Cep11 | 30 | 30 | 50 | 30 | 30 | 40 | 40 |
| CS-89 | 40 | 40 | 50 | 15 | - | 18 | 18 |
| CS-120 | 40 | 40 | 50 | - | - | - | - |
| CS-123 | 17 | - | 14 | - | - | - | - |
| CS-126 | 40 | - | 40 | - | - | - | - |
| CS-132 | 40 | 30 | 50 | - | - | - | - |
| CS-134 | 40 | - | 17 | - | - | - | - |
| CS-135 | 11 | - | 8 | - | - | - | - |
| CS-138 | 40 | 30 | 50 | - | - | - | - |

2.3 Statistické zpracování

V důsledku vzájemné vysoké podobnosti zkoumaných vzorků byla provedena v programu Canoco 5.1 (Ter Braak & Šmilauer 2012) analýza hlavních komponent (Principal Component Analysis, PCA) znázorňující variabilitu mezi jednotlivými vzorky. Do analýzy bylo zahrnuto 17 vzorků, které byly zkoumány na základě 7 proměnných. Vstupní data nevyžadovala žádnou transformaci.

Poté byla provedena další analýza PCA k objasnění vzájemné podobnosti zkoumaných vzorků a morfotaxonů, kterým zkoumaná dřeva pravděpodobně odpovídají. Do analýzy bylo zahrnuto 17 zkoumaných vzorků a 30 morfotaxonů, které byly prezentovány literárními daty (Oakley *et al.* 2009, Gryc *et al.* 2009, Prakash *et al.* 1974). Tento soubor dat byl porovnáván na základě 10 proměnných. Chybějící hodnoty byly nahrazeny průměrnou hodnotou vypočítanou z ostatních hodnot dané proměnné. Data opět nevyžadovala žádnou transformaci.

3. Výsledky

Ze všech studovaných vzorků připadal pouze jeden jehličnaté dřevině, všechny ostatní vzorky náležely listnatým dřevinám.

3.1 Jehličnaté dřeviny

Taxodioidní ? typ jehličnanu

Vzorek: Cep06

Anatomický popis:

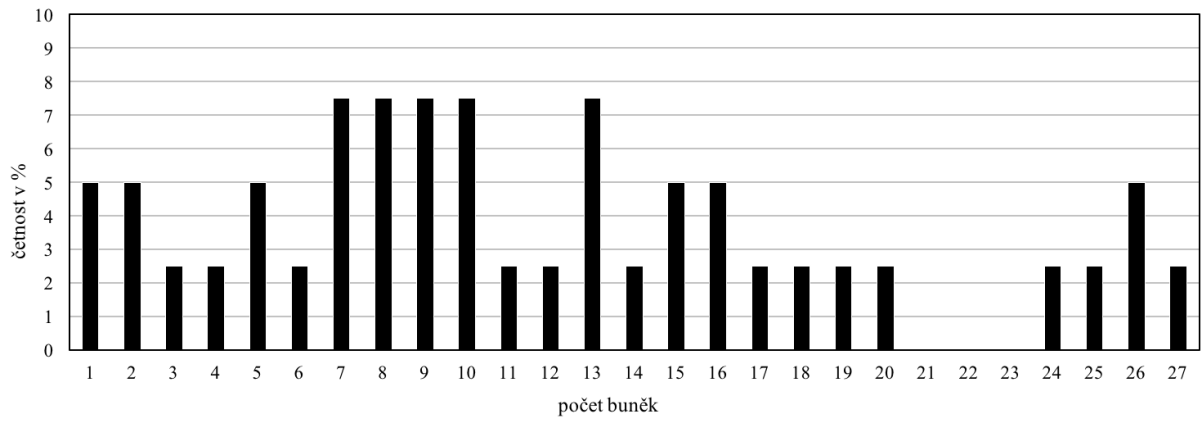
Příčný řez: Dřevo bez letokruhů a bez pryskyřičných kanálků. Tracheidy mají kruhovitý až mírně polygonální průřez. Šířka tracheid se v tangenciálním směru pohybuje v rozmezí 25–60 μm (průměrná hodnota 40 μm), v radiálním směru je v rozmezí 25–75 μm (průměrná hodnota 43 μm). Tloušťka stěn tracheid je 5–7,5 μm . Počet tracheid mezi dvěma dřeňovými paprsky se pohybuje od 1 do 6, nejčastěji 3 tracheidy (viz tabulka č. 3).

Tabulka č. 3. Četnost počtu tracheid mezi dvěma dřeňovými paprsky u vzorku Cep06.

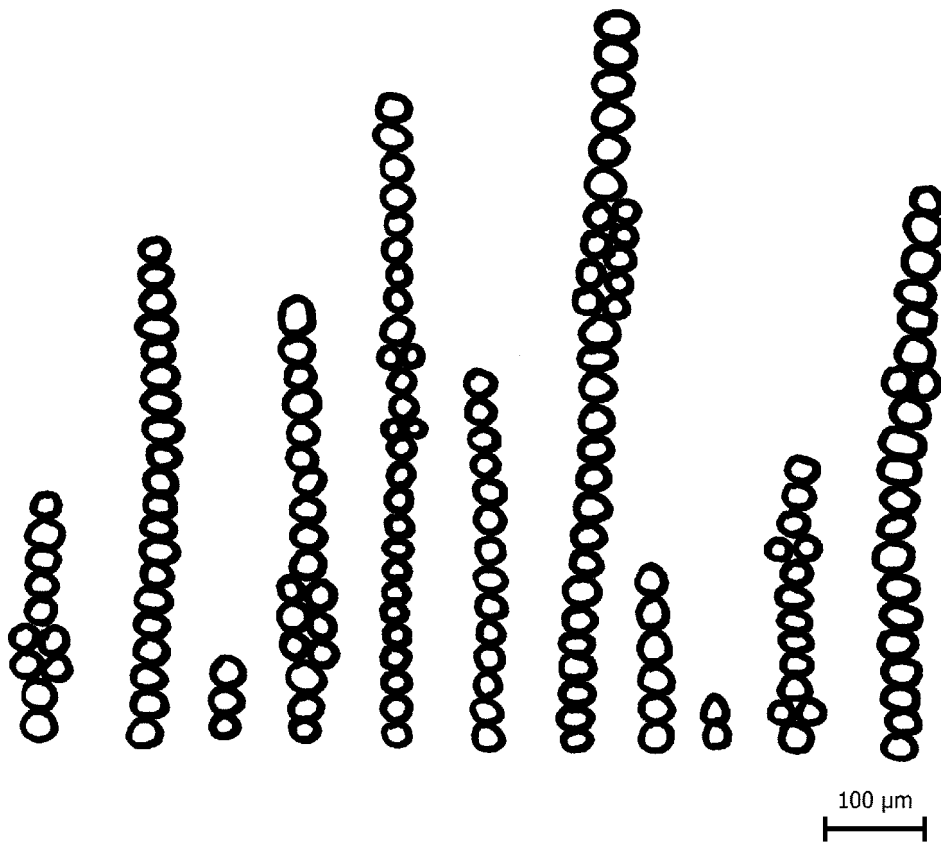
| Počet tracheid mezi paprsky | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------|------|------|------|------|-----|-----|
| Četnost % | 17 % | 11 % | 43 % | 17 % | 6 % | 6 % |

Radiální řez: Na radiálních stěnách tracheid se vyskytují dvojtečky abietoidního typu, které tvoří 1–2 svislé řady. Uspořádání dvojteček ve dvojici je protilehlé. Byl zaznamenán i výskyt 3 dvojteček vedle sebe. Dvojtečky dosahují velikosti 17,5–25 μm . Místy byl zaznamenán výskyt krasul. Tečky v křížovém poli jsou asi cupressoidního až taxodioidního typu, dosahují velikosti 10–15 μm . V jednom křížovém poli se pravděpodobně vyskytují 1–4 tečky. Dřeňové paprsky jsou homocelulární. Buňky dřeňových paprsků jsou vysoké 15–30 μm .

Tangenciální řez: Dřeňové paprsky jsou z velké části jednovrstevné, místy dvouvrstevné. Dosahují šířky 25–60 μm a celkem variabilní výšky 1–27 buněk (35–830 μm), viz graf č. 1 a obrázek č. 38. Počet paprsků na tangenciální milimetr šířky se pohybuje v rozmezí 4–8 (median 6).



Graf č. 1. Znázornění četnosti zastoupení dřeňových paprsků podle velikosti u vzorku Cep06.



Obrázek č. 38. Znázornění pozorovaných dřeňových paprsků v tangenciálním řezu u vzorku Cep06.

3.2 Listnaté dřeviny

Všechny studované vzorky listnatých dřevin ze všech lokalit vykazují velice totožnou anatomickou stavbu.

3.2.1 Lokalita Štičí u Třeboně

Následující tabulka č. 4. uvádí výsledky pozorování výbrusů pocházejících z Národního muzea. Obecně se dá říci, že většina vzorků byla často silně překrystalovaná a proto pro anatomická pozorování nevhodná. U některých vzorků byla provedena dílčí měření, avšak do následných statistických výpočtů byla zahrnuta měření pouze ze vzorku CS-89.

Tabulka č. 4. Výsledky pozorování výbrusů z lokality Štičí u Třeboně (CS-87–141). V tabulce jsou zahrnuty i 4 výbrusy z lokality Cepská louka (CS-28 a 29).

| Název výbrusu | | Výsledky pozorování |
|---------------|-------|--|
| CS-28 | trans | překrystalované, místy patrný cévy |
| CS-29 | trans | překrystalované, místy patrný cévy, b. dřeň. paprsků, libriform |
| CS-29 | rad | dřeňové paprsky s jistotou heterogenní |
| CS-29 | tang | patrný pouze nepřesné obrysy dřeňových paprsků |
| | | |
| CS-87 | trans | místy náznaky cév, jinak špatné |
| CS-88 | trans | celkem špatné, místy patrný cévy a buňky dřeňových paprsků |
| CS-88 | rad | místy vidět buňky dřeňových paprsků, paprsky pravděpodobně heterogenní |
| CS-88 | tang | dřeňové paprsky široké zhruba 3–4(5) buňky |
| CS-89 | trans | měřeno, data použita pro PCA analýzu |
| CS-89 | rad | místy vidět části dřeňových paprsků, paprsky pravděpodobně heterogenní |
| CS-89 | tang | měřeno, data použita pro PCA analýzu |
| CS-90 | trans | anatomie nezřetelná, špatné |
| CS-91 | trans | špatné, místy pár cév a buňky dřeňových paprsků |
| CS-91 | rad | v cévách thyly, typ paprsků s jistotou nelze určit |
| CS-91 | tang | celkem špatné |
| CS-92 | trans | špatné |
| CS-93 | trans | špatné |
| CS-94 | trans | špatné |
| CS-94 | rad | v cévách thyly, typ paprsků s jistotou nelze určit |
| CS-94 | tang | místy lze vidět 4četné dřeňové paprsky |
| CS-95 | trans | ne moc dobré, patrný buňky dřeň. paprsků, místy cévy ve skupině po 1–3 |
| CS-95 | rad | místy celkem dobré, paprsky heterogenní, v cévách thyly |

| | | |
|--------|-------|--|
| CS-95 | tang | dřeňové paprsky široké zhruba 3–4(5) buňky |
| CS-96 | trans | špatné, silně překrytované |
| CS-97 | trans | většinou špatné, místy vidět cévy a buňky dřeňových paprsků |
| CS-98 | trans | celkem špatné, místy vidět cévy, libriform a buňky dřeňových paprsků |
| CS-99 | trans | špatné |
| CS-100 | trans | špatné |
| CS-101 | trans | špatné, překrytované, potrhané |
| CS-102 | trans | špatné, místy pár cév a buňky dřeňových paprsků |
| CS-103 | trans | celkem špatné, místy vidět cévy (+thyly) a libriform |
| CS-104 | trans | špatné, místy cévy a buňky dřeňových paprsků |
| CS-105 | trans | ne moc dobré, místy cévy (+ thyly) a libriform |
| CS-105 | rad | paprsky pravděpodobně heterogenní, v cévách vidět thyly |
| CS-105 | tang | paprsky 4–5?četné (špatně poznat) |
| CS-106 | trans | metamorfní křemen - nejedná se o dřevo |
| CS-107 | trans | špatné, silně překrytované |
| CS-108 | trans | špatné, místy patrné cévy |
| CS-109 | trans | část vzorku stlačená, patrný b. dřeňových paprsků, místy cévy |
| CS-109 | trans | špatné, stlačené |
| CS-109 | rad | paprsky pravděpodobně heterogenní |
| CS-109 | tang | paprsky nejvíce 3–4četné |
| CS-110 | trans | špatné, silně překrytované, cévy patrný výjimečně |
| CS-111 | trans | špatné, silně překrytované |
| CS-112 | trans | špatné, silně překrytované, místy cévy a buňky dřeňových paprsků |
| CS-113 | trans | špatné, silně překrytované, místy cévy ve skupině po 2–4, buňky dřeň. paprsků |
| CS-114 | trans | překrytované, stlačené, patrný buňky dřeň. paprsků |
| CS-115 | trans | překrytované, stlačené, patrný cévy a buňky dřeň. paprsků |
| CS-116 | trans | tenký výbrus, překrytované, místy cévy a buňky dřeň. paprsků |
| CS-117 | trans | špatné, překrytované, potrhané |
| CS-118 | trans | špatné, patrný buňky dřeňových paprsků a náznaky cév |
| CS-119 | trans | tenký výbrus, špatné, pouze náznaky cév |
| CS-120 | trans | měřeno, cévy široké 100–200 μm , průměr 146,25 μm , hustota cév 10,4 mm^2 , ve skupině po 1–4 |
| CS-121 | trans | stlačené, buňky dřeňových paprsků |
| CS-122 | trans | tenký výbrus, buňky dřeňových paprsků, náznaky cév |
| CS-123 | trans | částečně měřeno, cévy široké 120–210 μm , průměr 177,6 μm , ve skupině po 1–3 |
| CS-124 | trans | šikmo řízlé, stlačené, patrný buňky dřeňových paprsků |
| CS-125 | | ostrohranný železitý pískovec - nejedná se o dřevo |
| CS-126 | trans | částečně měřeno, cévy široké 100–240 μm , průměr 169,75 μm , ve skupině po 1–4 |
| CS-127 | trans | místy změřeno, cévy široké 80–180 μm |
| CS-128 | trans | tenký výbrus, celkem špatné, překrytované, náznaky cév |
| CS-129 | trans | tenký výbrus, překrytované, náznaky cév a buňky dřeň. paprsků |

| | | |
|--------|-------|---|
| CS-130 | trans | tenký výbrus, špatné |
| CS-131 | trans | špatné, překrytované, náznaky cév |
| CS-132 | trans | měřeno, cévy široké 100–160 μm , průměr 128,25 μm , hustota cév 11,9 mm^2 , ve skupině po 1–3 |
| CS-133 | trans | ne moc dobré, místy cévy |
| CS-133 | trans | místy cévy relativně zřetelné |
| CS-134 | trans | částečně měřeno, cévy široké 120–270 μm , průměr 193,25 μm , ve skupině po 1–4 |
| CS-135 | trans | většina překrytovaná, místy měřeno, cévy široké 130–200 μm , průměr 167,3 μm , ve skupině po 1–3 |
| CS-136 | trans | jedná se o tangenciální řez |
| CS-137 | trans | překrytované, místy patrné cévy |
| CS-138 | trans | měřeno, cévy široké 140–270 μm , průměr 186,75 μm , hustota cév 11,23 mm^2 , ve skupině po 1–4 |
| CS-139 | trans | špatné, překrytované, stlačené, patrné buňky dřev. paprsků |
| CS-140 | trans | místy patrné cévy a b. dřevových paprsků |
| CS-141 | trans | místy patrné cévy a b. dřevových paprsků |

3.2.2 Lokality Lhota u Borovan a Cep II

Z lokality Lhota u Borovan bylo podrobně studováno 13 vzorků zkřemenělých dřev, z lokality Cep II 3 vzorky. Data z těchto pozorování byla použita pro následné analýzy.

Paraphyllanthoxylon Bailey 1924

Vzorky: LH 1–13, Cep05, Cep09, Cep11, CS-89

Anatomický popis:

Dřevo bez letokruhů, s roztroušeně pórovitou stavbou. Cévy se vyskytují v menší míře soliterně (do 15 %), převážně však v radiálních shlucích, nejčastěji po 2 nebo 3, celkem běžně po 4 nebo 5, ale vzácně byly zaznamenány i shluky s 10 či 11 cévami. Šířka cév v tangenciálním směru se pohybuje v rozmezí 90–290 μm (průměr 158 μm), v radiálním směru od 25 do 270 μm . Hustota cév se pohybuje v rozmezí 3–20 na jeden mm^2 (průměr 8,5). Perforace v cévách jsou jednoduché. Dvojtečky na stěnách cév jsou uspořádány střídavě, mají šestiúhelníkovitý tvar, ve vodorovném směru dosahují velikosti 12,5–17,5 μm . Délka cévních

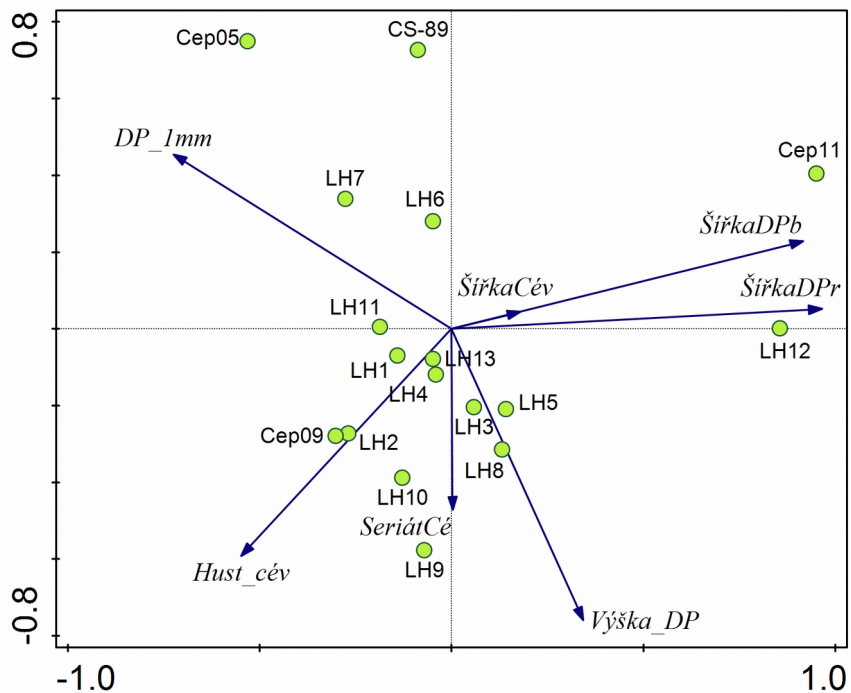
elementů byla zjištěna v rozsahu 480–930 μm . Thyly v cévách byly přítomny v každém výbrusu.

Dřeňové paprsky jsou heterogenní, jsou tvořeny ležatými buňkami a na okrajích jednou řadou stojatých buněk. Paprsky jsou široké 1–8 buněk (20–245 μm), nejčastěji 3–4 buňky a vysoké v rozmezí 105–3370 μm (průměr 1100 μm). Na tangenciální milimetr šířky připadá 3–10 dřeňových paprsků (median 6).

Paratracheální axiální parenchym je skupinový, který se místy vyskytuje v podobě jednotlivých buněk. Apotracheální axiální parenchym je rozptýlený a vyskytuje se velice vzácně.

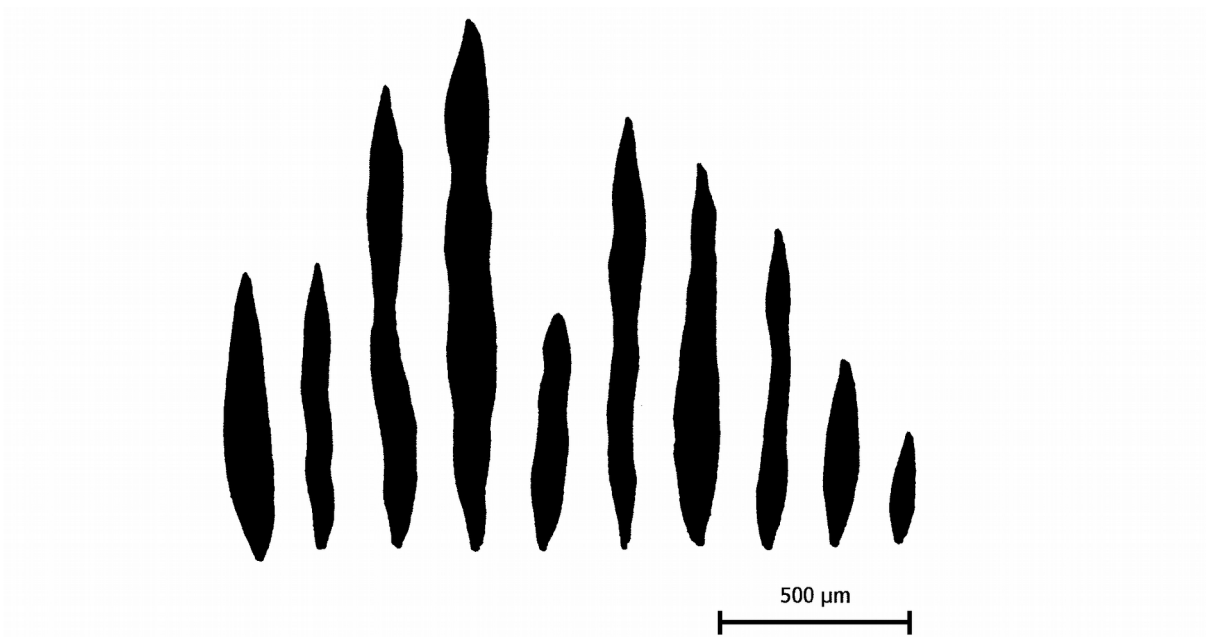
3.2.3 Analýza hlavních komponent

Obrázek č. 39. znázorňuje pomocí ordinačního diagramu variabilitu v rámci 17 studovaných vzorků zkřemenělých dřev. Většina vzorků tvoří celkem jednotnou skupinu. Nejvíce se odlišují vzorky LH12, Cep11 a Cep05 na základě šířky dřeňových paprsků a počtu paprsků v 1 mm šířky. Vzorky LH12 a Cep11 mají nejširší dřeňové paprsky z celého souboru vzorků, tím pádem mají nejmenší počty dřeňových paprsků v 1 mm šířky. U vzorku Cep05 je tomu naopak.

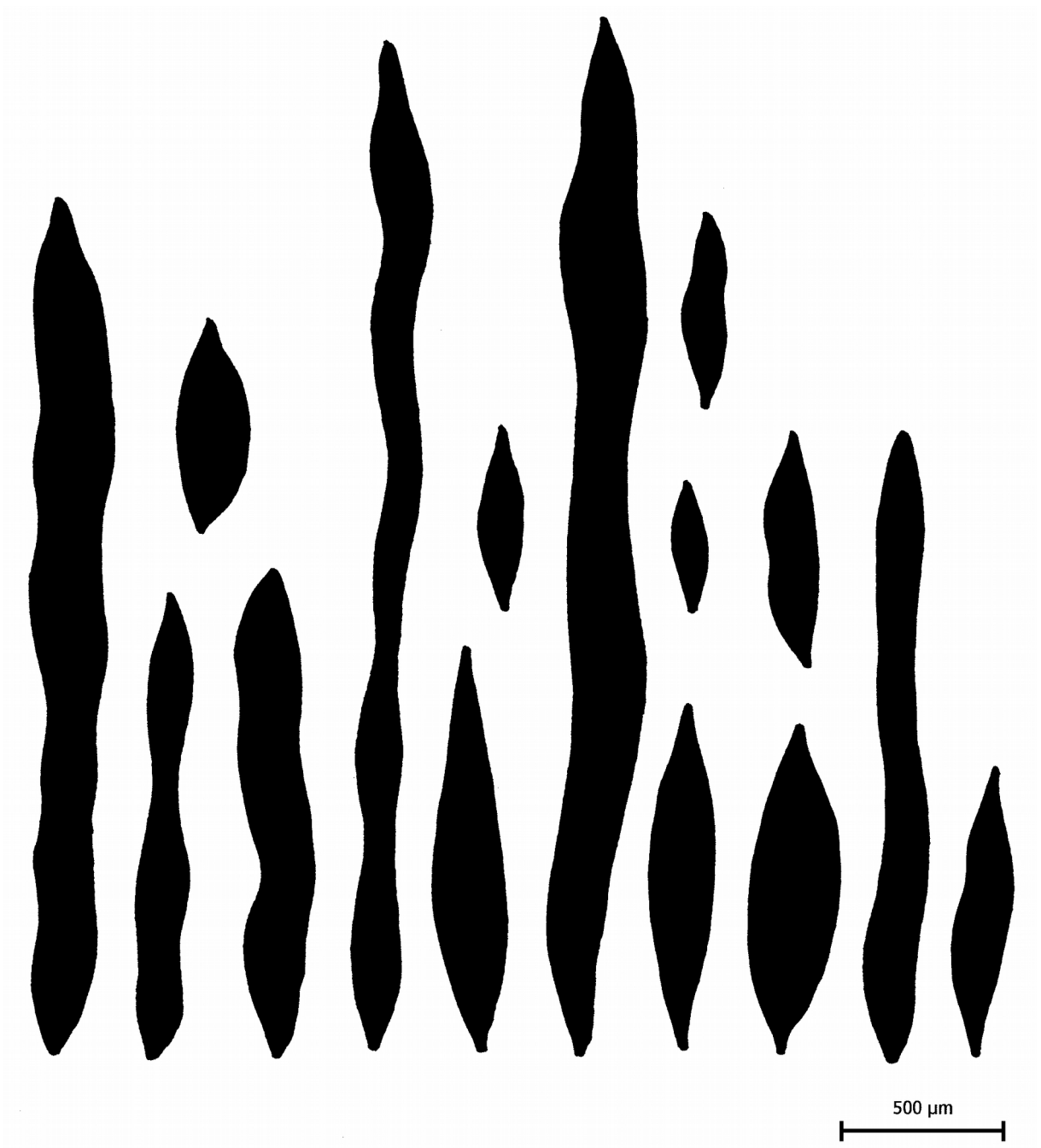


Obrázek č. 39. Ordinační diagram PCA na 17 studovaných vzorcích. Jsou znázorněny první dvě osy, první (horizontální) osa vysvětluje 39,25 % z celkové variability, druhá (vertikální) 20,16 %. Zelená kolečka představují jednotlivé vzorky, zatímco šipky ukazují směr, kterým nejrychleji rostou hodnoty srovnávaných znaků.

Pro ilustrativní znázornění variability dřevových paprsků jakožto důležitého faktoru variability v rámci studovaného souboru byly vyhotoveny perokresby dřevových paprsků ke vzorkům Cep05 a LH12 (obrázek č. 40 a 41).

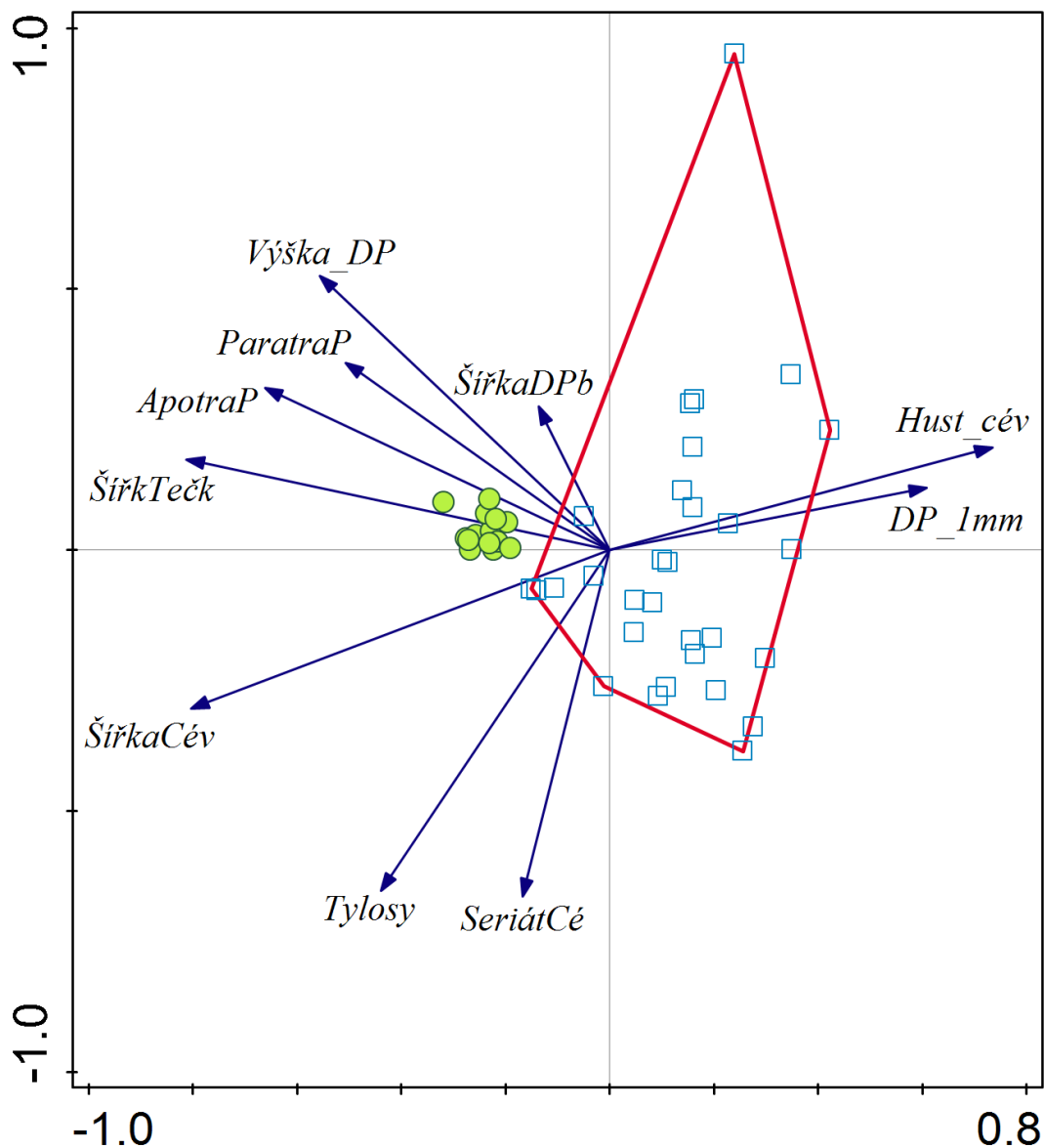


Obrázek č. 40. Pozorované dřevové paprsky u vzorku Cep05.



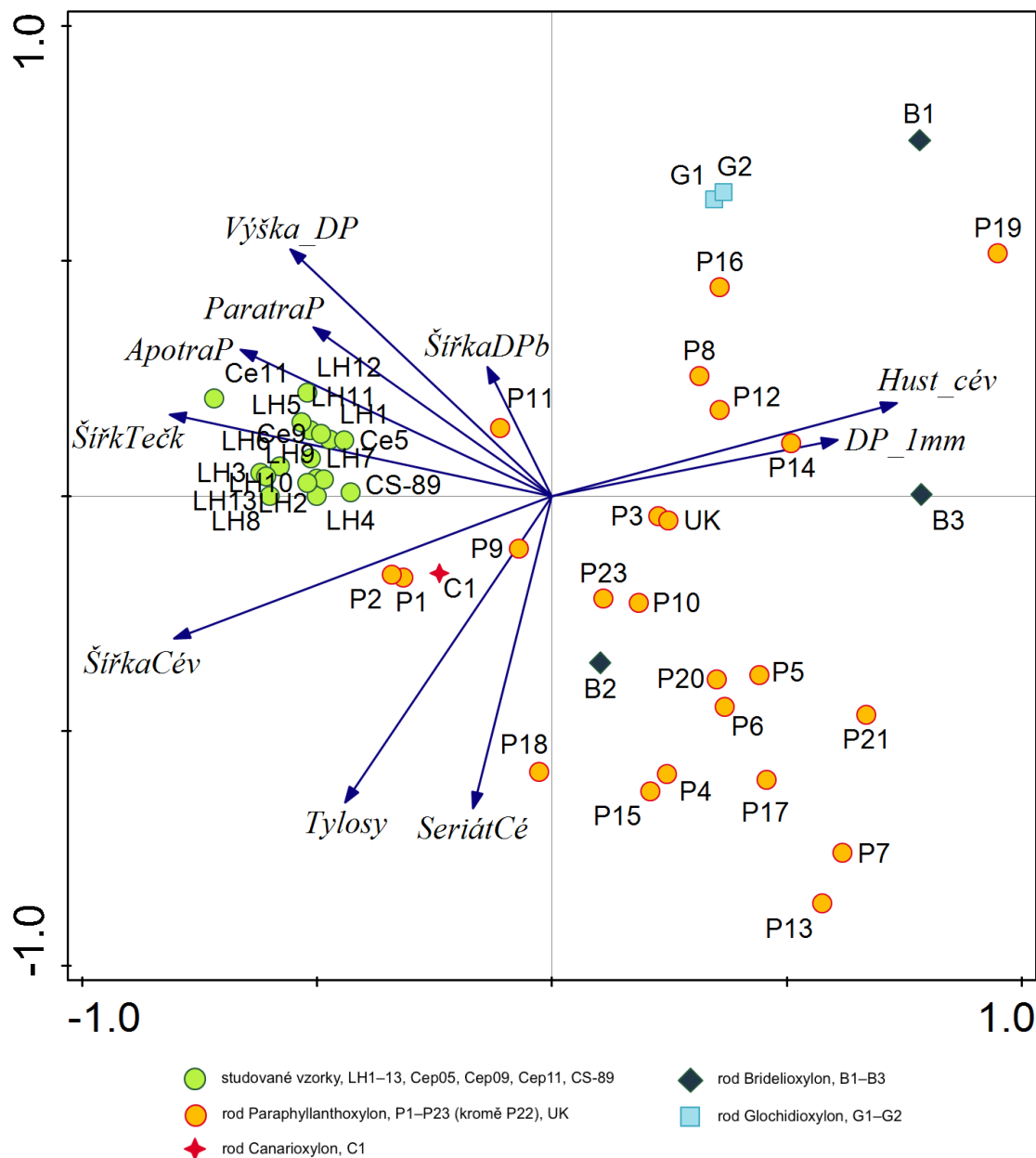
Obrázek č. 41. Pozorované dřeňové paprsky u vzorku LH12.

Obrázek č. 42. znázorňuje pomocí ordinačního diagramu vzájemnou podobnost 17 zkoumaných vzorků a 30 morfotaxonů. Z grafu je patrné, že zkoumané vzorky v rámci celého souboru tvoří homogenní skupinu, která stojí mimo skupinu taxonů popsanych v Oakley *et al.* 2009, Gryc *et al.* 2009 a Prakash *et al.* 1974.



Obrázek č. 42. Ordinační diagram PCA na 17 studovaných vzorcích (zelená kolečka) a 30 morfotaxonech (modré čtverečky). Jsou znázorněny první dvě osy, první (horizontální) osa vysvětluje 34,63 % z celkové variability, druhá (vertikální) 16,19 %. Šipky ukazují směr, kterým nejrychleji rostou hodnoty srovnávaných znaků.

Obrázek č. 43. ukazuje detailnější pohled jen na část rozsahu druhé (vertikální) osy PCA z obrázku č. 42., nezahrnující pozici vzorku P22 (v diagramu zcela nahoře).



Obrázek č. 43. Ordinační diagram PCA na 17 studovaných vzorcích a 30 popsaných morfotaxonech. Jsou znázorněny první dvě osy, první (horizontální) osa vysvětluje 34,63 % z celkové variability, druhá (vertikální) 16,19 %. Šipky ukazují směr, kterým nejrychleji rostou hodnoty srovnávaných znaků.

Tabulka č. 5. Seznam zkratk jednotlivých druhů použitých v obrázku č. 43. * nálezy z české křídové pánve

| Zkratka | Druh |
|---------|--|
| P1 | Paraphyllanthoxylon arizonense |
| P2 | P. cenomaniana |
| P3 | P. obiraense |
| P4 | P. illinoisense |
| P5 | P. anazasii (podle Wheeler <i>et al.</i> 1995) |
| P6 | P. anazasii (podle Wheeler & Lehman 2000) |
| P7 | P. marylandense (podle Herendeen 1991) |

| | |
|------|--|
| P8 | <i>P. cf. marylandense</i> (podle Meijer 2000) |
| P9 | <i>P. alabamense</i> |
| P10 | <i>P. idahoense</i> |
| P11 | <i>P. utahense</i> |
| P12 | <i>P. capense</i> |
| P13* | <i>P. marylandense</i> (podle Oakley & Falcon-Lang 2009) |
| P14 | <i>P. kobense</i> |
| P15 | <i>P. lewisii</i> |
| P16 | <i>P. yvardi</i> |
| P17 | <i>P. kerriense</i> |
| P18 | <i>P. abbottii</i> |
| P19 | <i>P. menegae</i> |
| P20 | <i>P. coloradensis</i> |
| P21 | <i>P. pfefferi</i> |
| P22 | <i>P. teldense</i> |
| P23 | <i>P. pseudonobashirashi</i> |
| UK* | <i>P. aff. utahense</i> |
| C1 | <i>Canarioxylon českobudějovicense</i> |
| B1 | <i>Bridelioxylon cuddaloreense</i> |
| B2* | <i>B. bohemicum</i> |
| B3 | <i>B. fibrosum</i> |
| G1 | <i>Glochidioxylon sahnii</i> |
| G2 | <i>G. tertiarum</i> |

4. Diskuze

4.1 Jehličnan Cep06

Pozorované anatomické znaky (dřevo bez pryskyřičných kanálků, variabilita ve velikosti dřeňových paprsků, dřeňové paprsky uniseriátní až částečně biseriátní, tečky v křížovém poli cupressoidní až taxodioidní?) řadí vzorek Cep06 s jistou pravděpodobností do dřívější čeledi Taxodiaceae (dnes Cupressaceae). Bohužel přiřazení ke konkrétnímu rodu je celkem problematické. Estrada-Ruiz *et al.* (2012) ve své práci, která se zabývala studiem křídových dřev (souvrství McRae, spodní až střední maastricht), diskutovali problematiku přesného taxonomického určení křídových jehličnanů. Zkoumané jehličnany určili pouze jako araukarioidní, taxodioidní a cupressoidní/podocarpoidní typy jehličnanů. Vzorek Cep06 svou anatomii připomíná do jisté míry jejich taxodioidní typ jehličnanu.

Tečky v křížovém poli, jakožto důležitý diagnostický znak, nejsou u tohoto vzorku v dostatečném množství a kvalitě dobře zachované, což komplikuje taxonomické určení. V křížovém poli byly zaznamenány i útvary (viz Příloha, obrázek č. 8 a 9), u kterých je těžké posoudit, zda se jedná o artefakt nebo např. o tečku pinoidního typu. Také nelze s jistotou vyloučit ani nepřítomnost podocarpoidních teček (viz Příloha, obrázek č. 8 a 9). Tyto skutečnosti by tedy měly velký dopad na případné správné taxonomické zařazení.

Kombinaci pinoidních, podocarpoidních a cupressoidních teček v křížovém poli popsali Junge *et al.* (2005) při stanovení nového taxonu *Doliosstroboxylon priscum*. K tomuto typu dřeva jsou řazeny nálezy otisků listů a semen druhu *Doliosstrobos taxiformis*. Kvaček (2002) vyčlenil Doliosstrobaceae jako samostatně stojící čeleď, jejíž zástupci kombinují znaky čeledí Araucariaceae a Cupressaceae s.l. (dříve Taxodiaceae).

Z klikovského souvrství jsou popsány nálezy šištice typu *Dammara borealis* a otisky větviček, popsaných jako *Geinitzia cretacea* (Němejc & Kvaček 1975). Již tehdy se autoři domnívali, že by se mohlo jednat o příbuzné taxony s rodem *Doliosstrobos*. *Dammara borealis* představuje křídový typ šištice rodu *Doliosstrobos* a popsané větvičky ve skutečnosti představují rod *Doliosstrobos*, a ne druh *Geinitzia cretacea* (Z. Kvaček, ústní sdělení).

Pokud by tedy anatomie dřeva vzorku Cep06 odpovídala anatomii typu *Doliosstroboxylon*, je pravděpodobné, že by se mohlo jednat o dřevo jehličnanu, jehož šištice a větvičky byly popsány z klikovského souvrství (známé jako *Dammara borealis* a chybně uváděná „*Geinitzia cretacea*“). Tato problematika ovšem zůstává nadále otevřená, jelikož

dochovaný vzorek jehličnanu Cep06 není příliš dobře zachovaný, aby se s určitostí dalo říci, k jakému taxonu jehličnan patří.

4.1.1 Srovnání vzorku Cep06 se vzorkem ČBM2

Prakash *et al.* (1974) ve své práci popsali studovaný vzorek ČBM2 jako *Cupressinoxylon* sp. cf. *C. diskoense*. Na první pohled je patrný rozdíl v přítomnosti letokruhů (vzorek Cep06 nemá letokruhy). Vzorek Cep06 má daleko větší průměr tracheid, dále místy biseriátní paprsky, kdežto vzorek ČBM2 paprsky pouze uniseriátní. Dále se vzorky liší v přítomnosti axiálního parenchymu, velikosti dvojteček na stěnách tracheid a přítomnosti krasul. U vzorku ČBM2 byly v křížovém poli pozorovány pouze cupressoidní tečky. Z uvedených skutečností vyplývá, že může být vyloučena jakákoliv taxonomická spojitost vzorku Cep06 a vzorku ČBM2.

4.2 Listnaté dřeviny

Na základě pozorovaných anatomických znaků spadají zkoumaná dřeva k morfotaxonu z „phyllanthoidní“ skupiny rostlin.

Bailey (1924) stanovil morfotaxon *Paraphyllanthoxylon* pro nově popsaná křídová zkřemenělá dřeva, která svou anatomií připomínala dřeva recentních rodů z tehdejší podčeledi Phyllanthoideae (čeled' Euphorbiaceae), např. rod *Bridelia* nebo *Phyllanthus*. Ramanujam (1956) stanovil na základě výzkumu třetihorních dřev pro dřeva podobná rodu *Glochidion* morfotaxon *Glochidioxylon*, pro rod *Putranjiva* morfotaxon *Putranjivioxylon* a pro rod *Bridelia* morfotaxon *Bridelioxylon*. Morfotaxon *Paraphyllanthoxylon* uznával pro pojmenování křídových dřev. Mädler (1962) přiřadil morfotaxon *Paraphyllanthoxylon* ke dřevům spadajícím k rodu *Glochidion* a rody *Putranjivioxylon* a *Bridelioxylon* ponechal jako odlišné vedle rodu *Paraphyllanthoxylon*. Thayne & Tidwell (1984) se zabývali revizí 13 druhů fosilních dřev řazených k rodu *Paraphyllanthoxylon*. 11 druhů ponechali rodu *Paraphyllanthoxylon*, pro jeden byl stanoven nový rod *Phyllanthoideoxylon* a jeden druh byl přeřazen k rodu *Bridelioxylon*. Podle dnešního botanického systému patří recentní rody *Bridelia*, *Phyllanthus* a *Glochidion* do společné čeledi Phyllanthaceae, rod *Putranjiva* do čeledi Putranjivaceae (APG III 2009).

Anatomické znaky zkoumaných dřev (roztroušeně pórovitá stavba dřeva, cévy běžně v radiálních skupinách, výlučně jednoduché cévní perforace, střídavé uspořádání dvojteček, dřevové paprsky heterogenní, široké 1–8 buněk, vysoké běžně přes 1000 µm, paratracheální

parenchym skupinový, apotracheální parenchym rozptýlený, cévy s thylami) řadí tato dřeva s největší pravděpodobností k fosilnímu rodu *Paraphyllanthoxylon*.

V rámci Českého masivu jsou z české křídové pánve popsány z „phyllanthoidní“ skupiny dřev následující taxony: *Bridelioxylon bohemicum* (Prakash & Březinová 1970), *Paraphyllanthoxylon* aff. *utahense* (Gryc *et al.* 2009) a *Paraphyllanthoxylon marylandense* (Oakley & Falcon-Lang 2009).

Prakash & Březinová (1970) uvádějí u *B. bohemicum* hustotu cév 12–22 na mm², kdežto u studovaných dřev dosahuje hustota cév daleko většího rozsahu (3–20). Autoři dále uvádějí dřevové paprsky široké pouze 1–3 buňky, studovaná dřeva měla běžně paprsky široké i 4 buňky, výjimečně i 8 buněk. Také rozsah počtu paprsků na 1 mm měla zkoumaná dřeva větší (3–10 oproti 8–10).

Gryc *et al.* (2009) popisují rozdílnou hustotu cév na mm² (16–25) než zkoumaná dřeva (3–20), také šířka cév se překrývá jen zčásti, autoři uvádějí rozsah pouze 52–122 μm, kdežto zkoumaná dřeva mají cévy široké 90–290 μm. Co se týče výšky dřevových paprsků, u zkoumaných dřev dosahuje daleko větších rozměrů.

Oakley & Falcon-Lang (2009) popisují u *P. marylandense* většinu cév (76%) jako solitérní, což je v rozporu u studovaných dřev. Šířku cév uvádějí oproti zkoumaným dřevům menší (47–145 μm), zatímco hustotu cév uvádějí 6–47 na mm². Většinu dřevových paprsků (94%) popisují jako 1–2 četné a kratší než 1000 μm, což také neodpovídá studovaným dřevům. Dále uvádějí chybějící axiální parenchym. U studovaných dřev je axiální parenchym přítomný.

Zkoumaná dřeva tedy pravděpodobně neodpovídají výše popsaným druhům z české křídové pánve. Toto tvrzení podporuje i výsledek provedené PCA analýzy (viz kapitola 3, obr. č. 43), kde se v diagramu dříve popsané vzorky z české křídové pánve nacházejí celkem daleko od studovaných dřev.

4.2.1 Srovnání rodů *Paraphyllanthoxylon* a *Canarioxylon*

V rámci výsledků PCA analýzy je i zajímavé postavení taxonu označeného jako C1 *Canarioxylon českobudějovicense*, který popsali Prakash *et al.* (1974). Autoři na základě jednoho vzorku (ČBM8) ustanovili nový fosilní rod *Canarioxylon*, jehož popis (roztroušeně pórovitá stavba dřeva, cévy střední až mírně větší, solitérní nebo v radiálních skupinách, vyplněny thylami, s jednoduchými perforacemi, s mírně velkými dvojtečkami na cévách, axiální parenchym paratracheální skupinový, dřevové paprsky široké 1–4 buňky, heterogenní,

skládající se z ležatých buněk a krajních stojatých) ovšem sedí i pro popis rodu *Paraphyllanthoxylon*. Je tedy otázkou, zda vytvoření rodu *Canarioxylon* mělo opodstatnění.

Samotný druh *Canarioxylon českobudějovicense* autoři (Prakash *et al.* 1974) popisují následovně: tangenciální šířku cév uvádějí pouze jako maximální hodnotu 225 μm , neuvádějí bohužel rozsah ani průměr. Hustotu cév uvádějí v rozsahu 8–24 na mm^2 , což z velké části pokrývá rozsah hustoty zkoumaných dřev (3–20). Délku cévních elementů uvádějí ve větším rozsahu, a to 180–900 μm . Velikost dvojteček na cévách uvádějí menší (8–12 μm), než je u zkoumaných dřev (12,5–17,5 μm). U dřeňových paprsků uvádějí šířku 1–4 buňky a 6–9 paprsků na jeden milimetr, což je plně v rozsahu u zkoumaných dřev (šířka 1–8 buněk, 3–10 na milimetr). Bohužel holotypový materiál vzorku ČBM8 není možné opětovně prostudovat a podrobně porovnat se zkoumanými dřevy, protože není k dispozici.

Prakash *et al.* (1974) dále ustanovili 3 nové druhy zkřemenělých dřev z jihočeských pánví: *Manilkaroxylon bohemicum*, *Sapotoxylon pacltovae* a *Laurinoxylon oligocenicum*. Těmto druhům není v předkládané práci věnována větší pozornost, protože s podobnými typy dřev se autorka této práce během výzkumu nesešla. Navíc holotypový materiál pro opětovné studium není k dispozici.

5. Závěr

1) Na vybraných lokalitách byla provedena terénní pozorování a nasbíráno dostatečné množství materiálu pro výzkum.

2) Byl nalezen 1 kus jehličnaté dřeviny, který byl prozatím přiřazen k taxodiodnímu typu jehličnanu. U všech ostatních zkoumaných dřev se jedná o listnaté dřeviny, pravděpodobně o druh patřící k rodu *Paraphyllanthoxylon*. Výsledky analýzy PCA naznačují, že by se mohlo jednat o nový druh rodu *Paraphyllanthoxylon*.

3) Dřeva rodu *Paraphyllanthoxylon* byla porovnána s již dříve popsaným taxonem *Canarioxylon českobudějovicence* definovaným Prakashem *et al.* (1974). Pravděpodobně se jedná o velice příbuzný či stejný taxon, takže vytvoření nového rodu *Canarioxylon* se zdá být zbytečné.

4) Otázka příslušnosti zkřemenělých dřev není stále uspokojivě vysvětlena. Na základě anatomického zkoumání dřev se dřeva s velkou pravděpodobností jeví jako křídová (příslušnost k rodu *Paraphyllanthoxylon*, absence letokruhů), ovšem geologická situace tuto teorii moc nepotvrzuje (ve všech těžebnách, ať už klikovského či lipnického souvrství, se nenašel ani jeden kus zkřemenělého dřeva, zato byl nalezen ve vrtu ze zlivského souvrství). Proto otázka stáří a stratigrafické příslušnosti zkřemenělých dřev zůstává stále otevřená.

6. Literatura

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161, 105–121.

BAILEY, I.W. 1924. The problem of identifying the wood of Cretaceous and later dicotyledons: *Paraphyllanthoxylon arizonense*. *Annals of Botany* 38, 439–451.

BALABÁN, K. 1955. *Nauka o dřevě*. 216 pp. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

BOUŠKA, V. & SLÁNSKÁ, J. 1961. Petrografický výzkum křemenců a zlivských slepenců z jihočeských pánví. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 36, 261–272.

BŘEZINOVÁ, D. 1960. Uhelň-petrografický výzkum hnědouhelné sloje odklizu Svatopluk (Mydlovary u Č. Budějovic). *Časopis pro mineralogii a geologii* 5 (1), 9–12.

BŘEZINOVÁ, D. & KNOBLOCH, E. 1964. Dva nálezy fosilních konifer z neogénu třeboňské pánve. *Časopis pro mineralogii a geologii* 9 (2), 135–141.

ČIŽEK, J. 1854. Das Budweiser Tertiärbecken. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 5, 215–216.

ČECH, V. (ed) 1962. *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000, listy České Budějovice a Vyšší Brod*. 191 pp. Geofond v Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

ČEPEK, L. 1929. Poznámka k lignitové sloji u Mydlovar. *Věstník Státního geologického ústavu Československé republiky* 5 (2/3), 177–181.

DIPPEL, L. 1860. Über die Entstehung und den Bau der Tüpfel. *Botanische Zeitung* 18 (41), 329–336.

ESTRADA-RUIZ, E., PARROTT, J.M., UPCHURCH, G.R., WHEELER, E., THOMPSON, D., MACK, G. & MURRAY, M. 2012. The wood flora from the Upper Cretaceous Crevasse Canyon and McRae Formations, south-central New Mexico, USA: A progress report. *63rd Field Conference, New Mexico Geological Society Guidebook*, 503–518.

ETTINGSHAUSEN, C. VON. 1852. Über fossile Pflanzen von Wittingau in Böhmen. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 3, 144.

FRIČ, A. 1873. O zkfemenělých kmenech v okolí Třeboně a Hluboké. *Vesmír* 2 (18), 232–233.

GABRIELOVÁ-BOŘKOVÁ, N., MALECHA, A., MRÁZEK, A., ŘEHÁKOVÁ, Z., SLÁNSKÁ, J. & ŠPINAR, Z. 1962. Mezozoikum, terciér, 114–133. In ČECH, V. (ed) *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000, listy České Budějovice a Vyšší Brod*. Geofond v Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.

GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P. & ŠLEZINGEROVÁ, J. 2009. *Nauka o dřevě*. 176 pp. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

GRYC, V., VA VRČÍK, H. & SAKALA, J. 2009. Cenomanian angiosperm wood from the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. *IAWA Journal* 30 (3), 319–329.

HERENDEEN, P.S. 1991. Lauraceous wood from the mid-Cretaceous Potomac group of eastern North America: *Paraphyllanthoxylon marylandense* sp. nov. *Review of Palaeobotany and Palynology* 69, 277–290.

HEŘMANOVÁ, Z., BODOR, E. & KVAČEK, J. 2013. *Knoblochia cretacea*, Late Cretaceous insect eggs from Central Europe. *Cretaceous Research* 45, 7–15.

HEŘMANOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2010. Late Cretaceous *Palaealdrovanda*, not seeds of a carnivorous plant, but eggs of an insect. *Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series* 179 (9), 105–118.

HEŘMANOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2012. A new record of the genus *Caryanthus* from the Cretaceous of South Bohemia (Czech Republic). *Sborník Národního muzea v Praze, Řada B – Přírodní vědy* 68, 47–50.

HEŘMANOVÁ, Z., KVAČEK, J. & FRIIS, E. M. 2011. *Budvaricarpus serialis* Knobloch & Mai, an unusual new member of the *Normapolles* complex from the Late Cretaceous of the Czech Republic. *International Journal of Plant Sciences* 172 (2), 285–293.

CHÁBERA, S. 1961. Další naleziště zkřemenělých dřev v pánvi českobudějovické. *Sborník Krajského vlastivědného muzea v Českých Budějovicích, přírodní vědy* 3, 183–185.

CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J. & STRÁNÍK, Z. 2002. *Geologická minulost České republiky*. 436 pp. Academia, Praha.

JUNGE, F., DOLEZYCH, M., WALTHER, H., BÖTTGER, T., KÜHL, A., KUNZMANN, L., MORGENSTERN, P., STEINBERG, T. & STANGE, R. 2005. Ein Fenster in Landschaft und Vegetation vor 37 Millionen Jahren: Lithologische, sedimentgeochemische und paläobotanische Befunde aus einem Paläoflussystem des Weißeiberbeckens. *Mauritiana (Altenburg)* 19, 185–273.

KATZER, F. 1892. *Geologie von Böhmen*. 1606 pp. Verlag von I. Taussig, Prag.

- KAVKOVÁ, R. 2016. *Faciální a architekturní analýza kontinentálních sedimentů klikovského souvrství na lokalitě Hosín-Orty, svrchní křída, českobudějovická pánev*. 48 pp. MS diplomová práce, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika.
- KNOBLOCH, E. 1985. Paläobotanisch-biostratigraphische Charakteristik der Klikov-Schichtenfolge (Oberturon–Santon) in Südböhmen. *Sborník geologických věd, Geologie* 40, 101–145.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. 1984. Neue Gattungen nach Früchten und Samen aus dem Cenoman bis Maastricht (Kreide) von Mitteleuropa. *Feddes Repertorium* 95, 3–41.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. 1986. Monographie der Früchte und Samen in der Kreide von Mitteleuropa. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického* 47, 1–219.
- KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. 1996. Miozäne Floren der südböhmischen Becken. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 33, 39–77.
- KONRÁDOVÁ-NOVOTNÁ, H. 1959. Nové naleziště zkřemenělých dřev v třeboňské pánvi. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 34, 82–84.
- KOVÁŘ, D. 2009. *Vyprávění o dávných i nedávných dějinách Lhoty*. 239 pp. Historicko-vlastivědný spolek v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- KUŠTA, J. 1873. Geologické poznámky o třeboňské a budějovické rovině, 233. In FRIČ, A. *O zkřemenělých kmenech v okolí Třeboně a Hluboké*. *Vesmír* 2 (18).
- KUŠTA, J. 1879. Verkieseltes Holz in der Wittingauer Tertiärebene. *Verhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, 337–338.
- KVAČEK, Z. 2002. Novelties on *Doliosstobus* (Doliosstobaceae), an extinct conifer genus of the European Palaeogene. *Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná* 171 (1–4), 47–62.
- LIDL, F. VON. 1854. Das Tertiärbecken von Wittingau. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 5, 208.
- MÄDEL, E. 1962. Die fossilen Euphorbiaceen-Hölzer mit besonderer Berücksichtigung neuer Funde aus der Oberkreide Süd-Afrikas. *Senckenbergiana Lethaea* 43, 282–321.
- MALECHA, A. & SUK, M. 1985. Geologie jižních Čech, 36–63. In CHÁBERA, S. (ed) *Jihočeská vlastivěda řada A: Neživá příroda*. Jihočeské nakladatelství, České Budějovice.
- MALECHA, A. & PÍCHA, F. 1963. Geologický vývoj jihozápadní části třeboňské pánve. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 38, 297–310.

- MALECHA, A. & SUK, M. 1988. *Jihočeské pánve a přilehlé krystalinikum*. 480 pp. MS Geofond, Praha.
- MALECHA, A., SUK, M. & ZIKMUND, J. 1964. Stavba a podloží jihočeských pánví. *Sborník geologických věd, Geologie 4*, 97–120.
- MALECHA, A. & ŠPINAR, Z. 1962. Nové dělení a označení stratigrafických jednotek jihočeských pánví. *Věstník Ústředního ústavu geologického 37 (3)*, 161–170.
- MALKOVSKÝ, M. 1995. Některé problémy chronostratigrafického členění terciéru Českého masívu. *Knihovnička Zemního plynu a nafty 16*, 25–36.
- MEIJER, J.J.F. 2000. Fossil woods from the Late Cretaceous Aachen Formation. *Review of Palaeobotany and Palynology 112*, 297–336.
- MÍSAŘ, Z., DUDEK, A., HAVLENA, V. & WEISS, J. 1983. *Geologie ČSSR I: Český masív*. 333 pp. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- MRÁZEK, A. 1954. Zpráva o geologickém výzkumu v jihočeských třetihorách. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1953*, 120–122.
- MRÁZEK, A. 1957. Nové poznatky o geologii sedimentů jihočeských pánví. *Věstník Ústředního ústavu geologického 32*, 365–369.
- NĚMEJC, F. 1938. První nález křídové květeny v jihočeské pánvi. *Časopis Národního musea, oddíl přírodovědný 112*, 167–168.
- NĚMEJC, F. 1953. Paleobotanicko-stratigrafické výzkumy v jihočeských třetihorách. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1952*, 73–74.
- NĚMEJC, F. 1956a. Paleobotanická studie k otázce stratigrafie uloženin jihočeské pánve. *Sborník Ústředního ústavu geologického, oddíl paleontologický 22*, 335–377.
- NĚMEJC, F. 1956b. Zpráva o paleobotanickém a stratigrafickém výzkumu jihočeské pánve. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1955*, 143–144.
- NĚMEJC, F. 1957. Zpráva o paleobotanickém a stratigrafickém výzkumu jihočeské pánve. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1956*, 134–135.
- NĚMEJC, F. 1958. Příspěvky k floristické stratigrafii třeboňské části jihočeské pánve. *Věstník Ústředního ústavu geologického 33*, 317–330.
- NĚMEJC, F. 1959. Význam nálezů fosilní flory na Nové řece pro stratigrafii jihočeské pánve. *Časopis pro mineralogii a geologii 4 (2)*, 160–163.

- NĚMEJC, F. 1960. Zpráva o výsledcích paleobotanicko-stratigrafického výzkumu v jihočeské pánvi. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1958*, 109–111.
- NĚMEJC, F. 1961. Fossil plants from Klikov in S. Bohemia (Senonian). *Rozpravy Československé akademie věd, řada matematických a přírodních věd* 71 (1), 1–47.
- NĚMEJC, F. 1968. Paleofloristické studie v křídových a třetihorních uloženinách jihočeských pánví a pánve plzeňské. *Sborník Národního muzea v Praze* 24 (1), 7–34.
- NĚMEJC, F. & KVAČEK, Z. 1975. *Senonian plant macrofossils from the region of Zliv and Hluboká (near České Budějovice) in South Bohemia*. 82 pp. Universita Karlova, Praha.
- NĚMEJC, F., PACLTOVÁ, B. & ŠPINAR, Z. 1954. Zpráva o stratigrafickém a paleontologickém výzkumu jihočeské třetihorní pánve. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1953*, 131–138.
- OAKLEY, D. & FALCON-LANG, H.J. 2009. Morphometric analysis of Cretaceous (Cenomanian) angiosperm woods from the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology* 153, 375–385.
- OAKLEY, D., FALCON-LANG, H.J. & GASSON, P. 2009. Morphometric analysis of some Cretaceous angiosperm woods and their extant structural and phylogenetic analogues: implication for systematics. *Review of Palaeobotany and Palynology* 157, 375–390.
- PACLTOVÁ, B. 1958. Palynologický výzkum křídových, třetihorních a kvartérních hornin v jihočeských pánvích v roce 1956. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 33, 330–339.
- PACLTOVÁ, B. 1960. Rostlinné mikrofosilie (hlavně sporomorphy) z lignitových ložisek u Mydlovar v českobudějovické pánvi. *Sborník Ústředního ústavu geologického, oddíl paleontologický* 25, 109–176.
- PACLTOVÁ, B. 1961. Některé rostlinné mikrofosilie ze sladkovodních uloženin svrchní křídý (senon) v jihočeských pánvích. *Sborník Ústředního ústavu geologického, oddíl paleontologický* 26, 47–102.
- PACLTOVÁ, B. 1963. Palynologická charakteristika ledenického souvrství (svrchní pliocén) v třeboňské pánvi v jižních Čechách. *Sborník geologických věd, Paleontologie* 2, 7–55.
- PEŠEK, J. (ed) 2010. *Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky*. 437 pp. Česká geologická služba, Praha.
- PRAKASH, U. & BŘEZINOVÁ, D. 1970. Wood of Bridelia from the Cretaceous of Bohemia. *The Palaeobotanist* 18, 173–176.

- PRAKASH, U., BŘEZINOVÁ, D. & AWASTHI, N. 1974. Fossil woods from the Tertiary of South Bohemia. *Palaeontographica, Abteilung B* 147 (4–6), 107–123.
- RAMANUJAM, C.G.K. 1956. Fossil woods of Euphorbiaceae from the Tertiary rocks of South Arcot District, Madras. *Journal of the Indian Botanical Society* 35, 284–307.
- REININGER, H. 1908. Das Tertiärbecken von Budweis. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 58, 469–526.
- ŘEHÁKOVÁ, Z. 1963. Jihočeské pánevní sedimenty ve světle diatomových analýz. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 38, 311–323.
- ŘEHÁKOVÁ, Z. 1969. Příspěvek ke stratigrafii jihočeského terciéru. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1968*, 186–188.
- SKALICKÝ, M. & NOVÁK, J. 2007. *Botanika I. Anatomie a morfologie rostlin*. 146 pp. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- SLÁNSKÁ, J. 1963. Výsledky petrografického výzkumu klikovského a mydlovarského souvrství. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 38, 367–386.
- SLÁNSKÁ, J. 1964. Příspěvek k petrografii lipnického souvrství v třeboňské pánvi. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 39, 169–179.
- SLÁNSKÁ, J. 1967. *Sedimentologie jihočeských pánví*. 193 pp. MS kandidátská disertační práce, Geofond, Praha, Česká republika.
- SLÁNSKÁ, J. 1974. Continental Cretaceous and Tertiary Sedimentation in the South Bohemian Basins. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 146, 385–406.
- SLÁNSKÁ, J. 1976. A red-bed formation in the South Bohemian Basins, Czechoslovakia. *Sedimentary Geology* 15 (2), 135–164.
- ŠEVČÍK, J., KVAČEK, Z. & MAI, D. H. 2007. A new mastixioid flora from tektite-bearing deposits in South Bohemia, Czech Republic (Middle Miocene, Vrábče Member). *Bulletin of Geosciences* 82 (4), 429–436.
- ŠIMEK, J. 1988. *Závěrečná zpráva úkolu Cep II, surovina: štěrkopísky, etapa průzkumu: těžební průzkum, stav ke dni: 8.6.1988*. 17 pp. MS Geindustria, Geofond, Praha, Česká republika.
- ŠLEZINGEROVÁ, J. & GANDELOVÁ, L. 2008. *Stavba dřeva (cvičení)*. 129 pp. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

ŠPINAR, Z. 1959. Stratigrafie sedimentů koryta dolního toku Nové řeky. *Časopis pro mineralogii a geologii* 4 (2), 175–188.

TER BRAAK, C. & ŠMILAUER, P. 2012. *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. 496 pp. Microcomputer Power, Ithaca, New York.

THAYN, G.F. & TIDWELL, W.D. 1984. A review of the genus *Paraphyllanthoxylon*. *Review of Palaeobotany and Palynology* 43, 321–335.

VÁCHOVÁ, Z. & KVAČEK, J. 2009. Palaeoclimate analysis of the flora of the Klikov Formation, Upper Cretaceous, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 84 (2), 257–268.

VOTRUBOVÁ, O. 2010. *Anatomie rostlin*. 192 pp. Karolinum, Praha.

WHEELER, E. 1986. Vessels per square millimetre or vessel groups per square millimetre? *IAWA Bulletin* 7 (1), 73–74.

WHEELER, E., MCCLAMMER, J. & LAPASHA, C.A. 1995. Similarities and differences in dicotyledonous woods of the Cretaceous and Paleocene. San Juan Basin, New Mexico, USA. *IAWA Journal* 16 (3), 223–254.

WHEELER, E. & LEHMAN, T.M. 2000. Late Cretaceous woody dicots from the Aguja and Javelina Formations, Big Bend National Park, Texas, USA. *IAWA Journal* 21 (1), 83–120.

WOLDŘICH, J. N. 1893. Příspěvek k seznání budějovické pánve permské a třetihorní. *Věstník Královské české společnosti nauk, třída mathematicko-přírodovědecká*, příspěvek IV, 1–21.

ZAHÁLKA, B. 1913. Několik geologicko-mineralogických exkursí školních do okolí budějovického. *Výroční zpráva c. k. českého gymnasia v Českých Budějovicích (za školní rok 1913)* 41, 3–16.

ŽEBERA, K. 1967. Moldavite-bearing sediments between Koroseky and Holkov in South Bohemia. *Věstník Ústředního ústavu geologického* 42, 327–337.

Internetové zdroje:

1) www.geology.cz

Geologická mapa 1 : 50 000. In: Geovědní mapy 1 : 50 000 [online]. Praha: Česká geologická služba [cit. 2017-08-14]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>

7. Přílohy

Ukázky dřev z lokality CepII – obrázek č. 1 a 2

Ukázky dřev z lokality Lhota u Borovan – obrázek č. 3 a 4

Anatomická stavba jehličnanu Cep06 – obrázky č. 5–10

Anatomická stavba listnatých dřevin rodu *Paraphyllanthoxylon* – obrázky č. 11–18



Obrázek č. 1. Dřevo s pouštním lakem. Lokalita CepII, rozměr 13x9 cm.



Obrázek č. 2. Dřevo s pouštním lakem. Lokalita CepII, rozměr 15x13 cm.



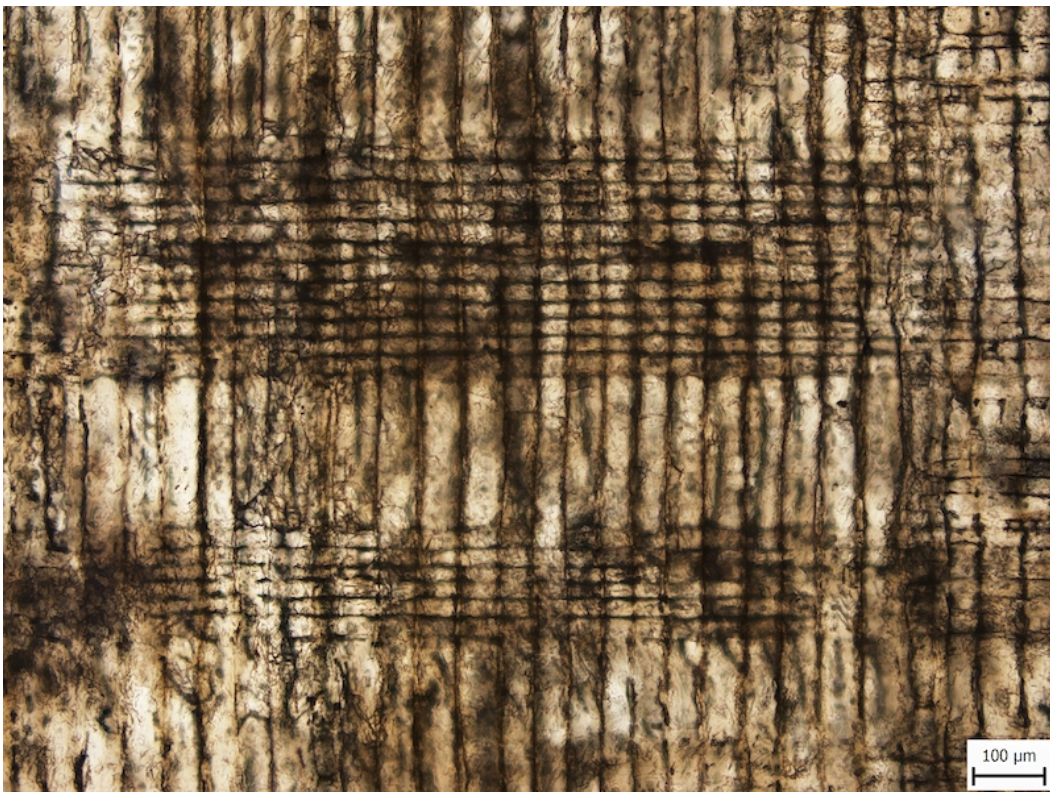
Obrázek č. 3. Ukázky připečeného železitého materiálu na povrchu dřev, lokalita Lhota.



Obrázek č. 4. Ukázka připečeného železitého materiálu na povrchu dřeva, lokalita Lhota.



Obrázek č. 5. Jehličnan, vzorek Cep06, příčný řez.



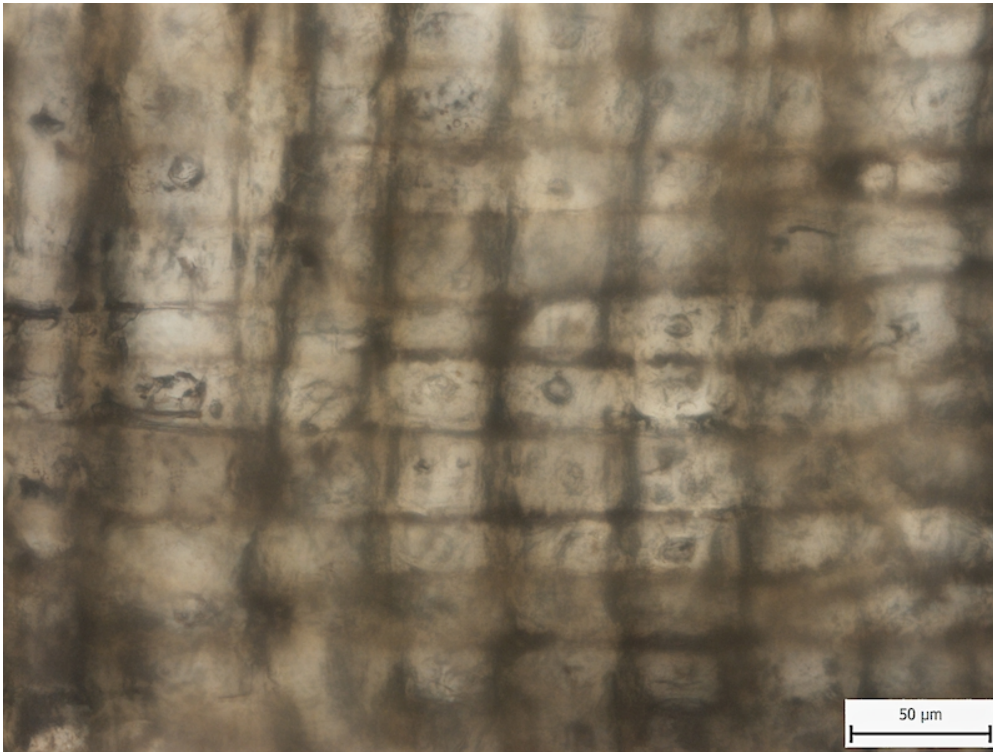
Obrázek č. 6. Jehličnan, vzorek Cep06, radiální řez.



Obrázek č. 7. Jehličnan, vzorek Cep06, radiální řez, abietoidní tečkování na tracheidách.



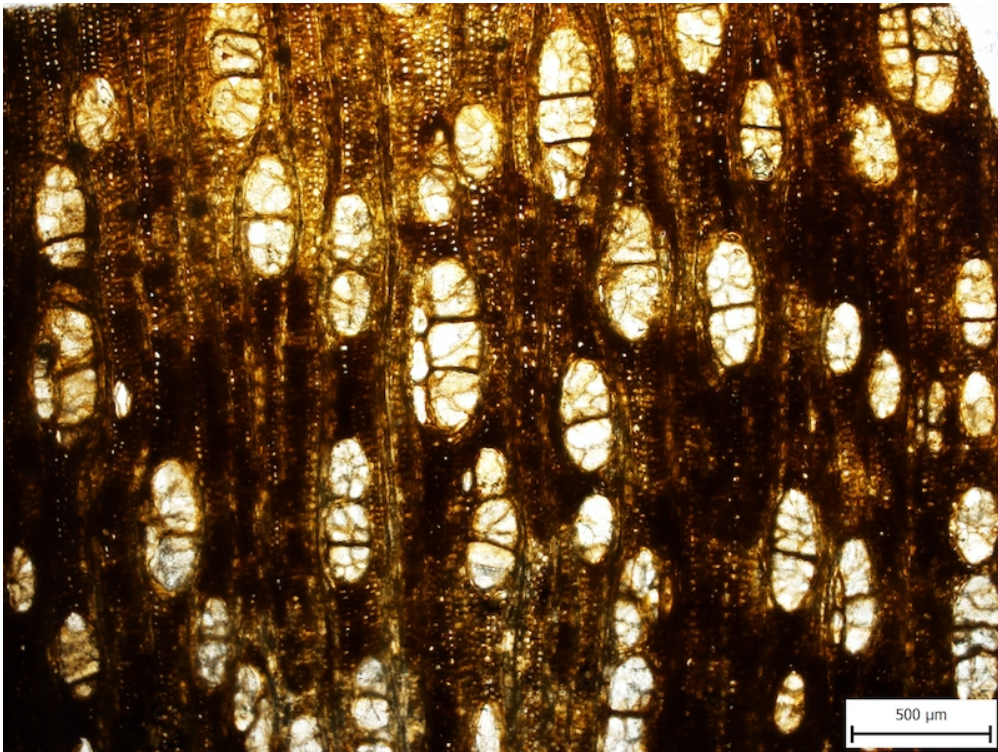
Obrázek č. 8. Jehličnan, vzorek Cep06, radiální řez, křížové pole s tečkami.



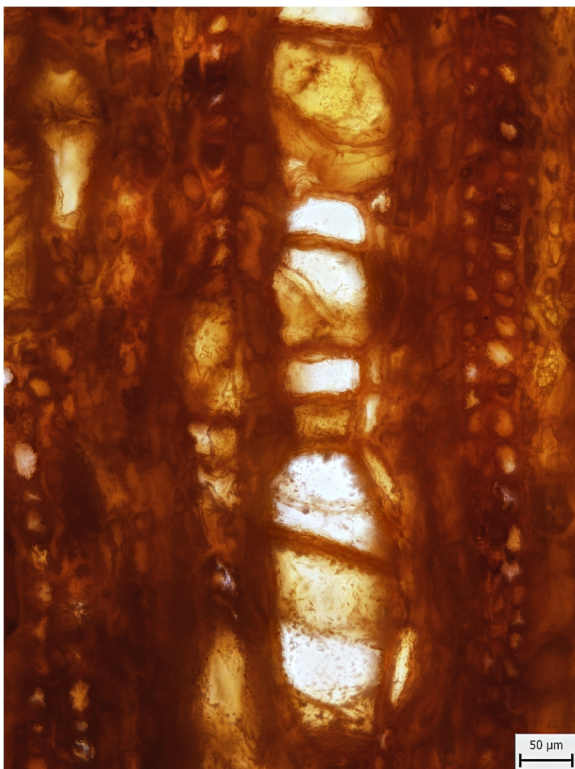
Obrázek č. 9. Jehličnan, vzorek Cep06, radiální řez, křížové pole s tečkami.



Obrázek č. 10. Jehličnan, vzorek Cep06, tangenciální řez, dřevové paprsky.



Obrázek č. 11. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH7, příčný řez, cévy v radiálních skupinách.



Obrázek č. 12. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH1, příčný řez, paratracheální parenchym.



Obrázek č. 13. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH2, příčný řez, apotracheální parenchym.



Obrázek č. 14. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH6, radiální řez, heterogenní paprsky.



Obrázek č. 15. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH7, radiální řez, jednoduchá perforace.



Obrázek č. 16. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH7, tangenciální řez, tečkování na cévách.



Obrázek č. 17. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH5, tangenciální řez, dřevěné paprsky.



Obrázek č. 18. *Paraphyllanthoxylon*, vzorek LH12, tangenciální řez, dřevěné paprsky.