

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie



**Bc. Jana Boudová**

Studium xylitických dřev mostecké pánve metodami elektronové mikroskopie:  
systematika a paleoprostředí

Study of xylitic wood of the Most Basin using the electron microscopy: systematics and  
palaeoenvironment

Diplomová práce

Školitel: RNDr. Jakub Sakala, Ph.D.

Praha, 2012

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a 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, 30.4.2012

Jana Boudová

Vlastní podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi pomáhali s přípravou práce nebo mě jakkoli podporovali během jejího vytváření. Zejména pak chci poděkovat svému školiteli RNDr. Jakobovi Sakalovi, Ph.D. za zasvěcení do problematiky xylografie, za cenné rady, za čas strávený konzultacemi a jeho trpělivost. V neposlední řadě bych ráda poděkovala Ing. Karlu Machovi, Ph.D. za poskytnutí cenných materiálů a dále doc. RNDr. Stanislavu Opluštilovi, Ph.D. za poskytnutí znalostí v rámci uhelné petrografie a RNDr. Martinovi Mazuchovi, Ph.D. za umožnění přístupu k elektronovému mikroskopu.

## **Abstrakt**

V mostecké pánvi se hojně vyskytují různé druhy rostlinných makrofosílií, jejichž nálezy jsou popisovány již od 19. století. Předkládaná práce je zaměřena na dřeva jehličnanů, která se zachovala coby xylitické pařezy v původní růstové pozici v rámci tzv. „pařezového horizontu č. 31“ v těsném nadloží hlavní uhelné sloje na dole Bílina. Detailní xylogomické studium s použitím řádkovacího elektronového mikroskopu umožnilo přiřadit všechny vzorky k čeledi Cupressaceae s.l., konkrétně pak k morfodruhům *Glyptostroboxylon rudolphii* a *Taxodioxylon gypsaceum*.

**Klíčová slova:** xylit, dřevo jehličnanů, důl Bílina, spodní miocén



## **Summary**

In the Most Basin, there is a rich variety of plant macrofossils, whose findings are described for the first time already in the 19th century. The presented thesis is focused on conifer wood preserved as xylitic stumps in situ. The samples come from the so-called “stumpy horizon No. 31” situated in the roof of the main lignite seam in the Bílina Mine. A detailed xylotomical study with scanning electron microscopy allows their assignment to the Cupressaceae s.l., to the morphospecies *Glyptostroboxylon rudolphii* and *Taxodioxydon gypsaceum*.

**Key words:** xylite, conifer wood, Bílina Mine, Lower Miocene

## Obsah

1. Úvod, cíl práce a metodika .....	1
2. Geologický vývoj mostecké pánve .....	3
2.1 Oherský rift .....	3
2.2 Mostecká pánev .....	4
2.3 Stratigrafie terciární výplně mostecké pánve .....	6
2.3.1 Starosedelské souvrství .....	7
2.3.2 Střezovské souvrství .....	7
2.3.3 Mostecké souvrství .....	8
3. Charakteristika složení flóry mostecké pánve na lomu Bílina .....	9
4. Dřevní hmota z pařezového horizontu lomu Bílina .....	12
5. Xylotomie .....	19
5.1 Vodivá pletiva .....	19
5.1.1 Xylém .....	19
5.1.2 Floém .....	20
5.2 Stavba stonku .....	20
5.3 Metody xylotomie .....	21
5.4 Dřevo jehličnanů .....	23
5.4.1 Parenchymatické buňky .....	23
5.4.2 Cévice (tracheidy) .....	23
5.4.3. Typy ztenčenin .....	24
6. Výsledky .....	26
6. 1. Systematická část .....	26
6. 2. Diskuse .....	27
7. Závěr .....	30
Seznam použité literatury .....	31
Přílohy .....	36

## Seznam obrázků

Obr. 1.: Mostecká pánev v rámci oherského riftu.....	4
Obr. 2.: Schéma postupu vzniku pánevní výplně. ....	6
Obr. 3.: Stratigrafie výplně mostecké pánve.....	7
Obr. 4.: Paleovegetace (říční fáze).....	12
Obr. 5. : Primární stavba stonku. ....	20
Obr. 6. : Sekundární stavba stonku. ....	21
Obr. 7. : Schématické znázornění základních řezů kmenem. ....	22
Obr. 8.: Schématické zobrazení dřeva jehličnanů.....	23
Obr. 9. : Schématické znázornění různých typů ztenčenin. ....	24
Obr. 10. Typy polovičních teček v křížovém poli. ....	25

## Seznam tabulek

Tab. 1.: Pozorované znaky na jednotlivých řezech.....	22
---	----

## Seznam použitých zkratek

**GC-MS** Plynová chromatografie s hmotnostně spektrometrickou detekcí

**PřF UK** Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

**SEM** Řádkovací elektronový mikroskop (scanning electron microscope)

**SHR** Severočeský hnědouhelný revír

**TR** Transverzální řez

**TG** Tangenciální řez

**RD** Radiální řez

**ÚSMH AV ČR v.v.i.** Ústav struktury a mechaniky hornin, Akademie věd České republiky, veřejná výzkumná instituce

## 1. Úvod, cíl práce a metodika

Vzorky xylitů, z pařezů různě zachovaných v sedimentu, byly odebrány na konci roku 2008 Ing. Karlem Machem, Ph.D. ze Severočeských dolů, a.s. Chomutov- Doly Bílina. Vzorky matného, tmavě hnědého xylitu pocházejí z bazálních částí kmenů a ve většině mají patrnou texturu dřeva.

V letech 2009 a 2010 zjišťovali pracovníci Oddělení geochemie ÚSMH AV ČR, v.v.i. chemické složení vzorků xylitů a snažili se o geochemický rozbor a částečné určení taxonů.

Cílem mé diplomové práce je potvrdit s pomocí paleoanatomických metod charakteristiku xylitických dřev a kmenů in situ, tj. v původních růstových pozicích, které se nacházejí v těsném nadloží hlavní uhelné sloje lomu Bílina. Studium těchto dřev by mělo přispět k rekonstrukci rostlinného společenstva miocénního rašeliniště hlavní uhelné sloje v mostecké pánvi.

Co se týče jehličnatých dřev, tak se podle Teodoridise a Sakaly (2008) v mostecké pánvi nacházejí výlučně čeledi Cupressaceae. Po zkoumání vzorků xylitů na řádkovacím elektronovém mikroskopu jsem na základě anatomických znaků mohla s jistotou říci, že odebrané vzorky také patří rovněž do čeledi Cupressaceae. Poté jsem se pokusila o zařazení k rodovým a druhovým morfotaxonům.

Z každého vzorku fosilního dřeva jsem vybrala pod binokulární lupou 3 až 5 kousků orientovaných podle příčné, radiální a tangenciální roviny. Přípravovala jsem vzorky o velikosti max. do 1 cm, velikost však může být i menší. Vzorky jsem připevnila na měděné či hliníkové podstavce, poté je nechala pokovit zlatem a následně vkládala do skenovacího elektronového mikroskopu, kde je pozorovaný vzorek ve vysokém vakuu. Používala jsem řádkovací elektronový mikroskop firmy JEOL. Jedná se o model JSM- 6380 LV, který se nachází na Ústavu geologie a paleontologie PřF UK v Praze. Skenovací elektronový mikroskop je určen ke sledování morfologie vzorků (fosilií, minerálů, hornin, atd.), ale vzhledem k možnosti nastavení nízkého vakua lze pozorovat i biologické vzorky (semena, spory, kutikuly), které by mohlo vysoké vakuum zničit, jestliže předem nejsou pokovené. Pracuje na principu odraženého světla, ale na rozdíl od optického mikroskopu je výsledný obraz tvořen pomocí sekundárního signálu- odražených nebo sekundárních elektronů (Nebesářová 2002). Velkou předností SEM je velká hloubka ostrosti. Princip práce spočívá ve focení mikroskopických detailů na povrchu vzorku a následném posuzování fotografií.

V práci je stručně shrnuta geologie oblasti mostecké pánve, historie paleobotanických výzkumů nálezů fosilií v této oblasti, proces prouhelňování, při kterém vzniká uhlíkaté rezidium – xylit a analýza rostlinných makrozbytků dřev.

## 2. Geologický vývoj mostecké pánve

### 2.1 Oherský rift

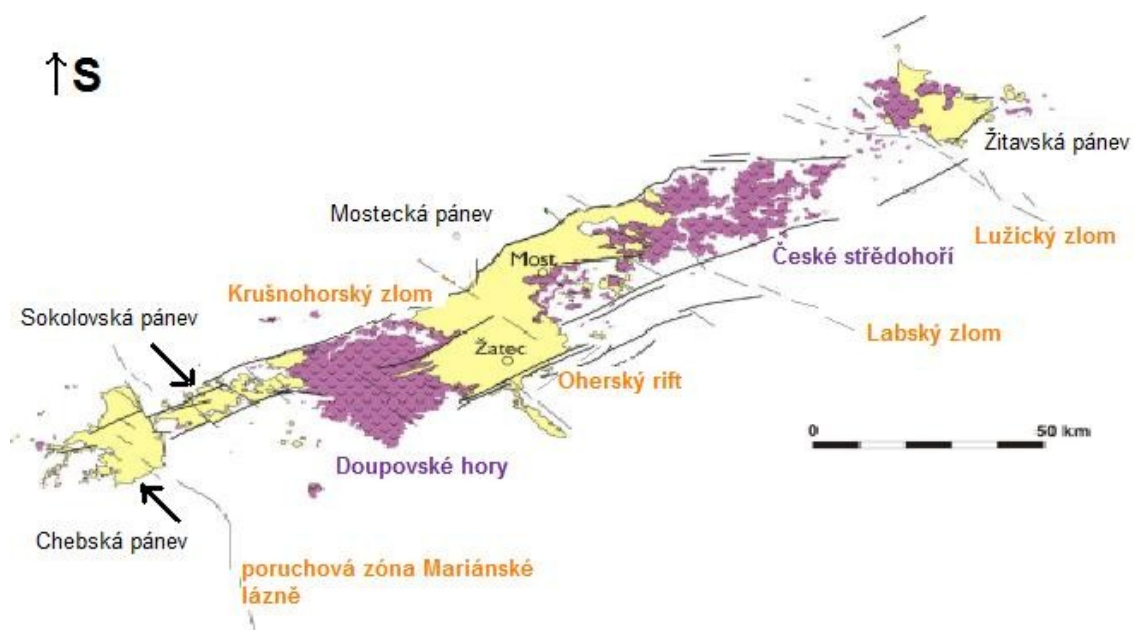
Oherský rift je v současné době považován za riftovou strukturu v pravém slova smyslu (Uličný et al. 2000). Jeho délka je 280 km, šířka okolo 25–30 km. Na SZ je omezen krušnohorským zlomem, na JV oherským zlomem (obr. 1). Díky oherskému riftu tak vzniklo několik sedimentačních pánví (podkrušnohorské pánve) a dvě vulkanická centra (Doupovské hory a České středohoří) (Uličný et al. 2000). V současné době existují čtyři rozdílné názory na vznik oherského riftu a tím i mostecké pánve.

První teorii o riftovém charakteru zveřejnil Kopecký (1978). Podle něj je rift nesouměrný příkop, který sleduje rozhraní dvou tektonických bloků a to tepelsko-barrandienského a krušnohorského.

Malkovského teorie vysvětluje vznik pánve na území postiženém vyprazdňováním magmatických krbů při sopečné činnosti a následným propadáním nadloží vyprázděných prostorů jako při poddolování území (Malkovský et al. 1985).

Třetí teorie pochází od Hurníka a Havleny (1984), kteří tvrdí, že pánev vznikala převážně dlouhodobým poklesem oblasti, jako odezva na alpínské vrásnění (saxonská ektogeneze) a nakonec kvartérním výzdvihem a vznikem současných geomorfologických jednotek v podobě „velevrásové“ struktury.

Teorie starších autorů byly doplněny moderní sedimentární analýzou (Uličný et al. 2000). Nově byl zohledněn především význam východozápadní tektoniny pro vznik hlavních depocenter mostecké pánve. Názor Rajchla a Uličného (2000) spočívá ve významu zlomů, uklánějících se směrem JZ – SV, který se mění. Jako příčina vzniku jednotlivých pánví riftu se neuvádí vulkanotektonická subsidence v pojetí Kopeckého (1978), ale tektonicky podmíněná extenze riftové zóny vedoucí ke vzniku depresí a hřbetů. Hlavní roli zde hrálo napětové pole charakteristické roztažením SSZ.– JJZ. směru (Adamovič a Coubal 1999). A tak je ten původní zlomový systém podle Uličného et al. (2000) v současné době překryt výraznějším systémem SZ – JV a systémem JZ – SV.



Obr. 1.: Mostecká pánev v rámci oherského riftu, upravenopodle Rajchla et al. (2009)

Podkrušnohorské pánve, jako součást oherského riftu, patří k nejvýznamnějším terciérním pánvím v České republice. Tvoří je tělesa sedimentů a vulkanitů o rozloze 1900 km<sup>2</sup>. Podkrušnohorské pánve se dělí podle polohy od JZ. k SV. na chebskou, sokolovskou, mosteckou a žitavskou pánev. Třetihorní sedimentace začala v podkrušnohorských pánvích vyplňováním patrně izolovaných depresí pánevního fundamentu v eocénu. Tato klastika se ukládala v podstatně odlišném území než dnes. Teprve až ve spodním miocénu se severočeská a sokolovská pánev do určité míry přibližují své současné podobě (Pešek et al. 2010).

## 2.2 Mostecká pánev

Mostecká pánev je největší a také nejdůležitější podkrušnohorskou pánví. Leží mezi Doupovskými horami na západě, Krušnými horami na severu a Českým středohořím na jihovýchodě. Sedimentární a vulkanoklastický komplex, mocný až 550 m, pokrývá rozlohu 870,3 km<sup>2</sup> (Pešek et al. 2010). Na této rozsáhlé ploše je vyvinuta hlavní hnědouhelná sloj. Celé území, kde probíhá těžba hnědého uhlí, se označuje jako Severočeský hnědouhelný revír (SHR).

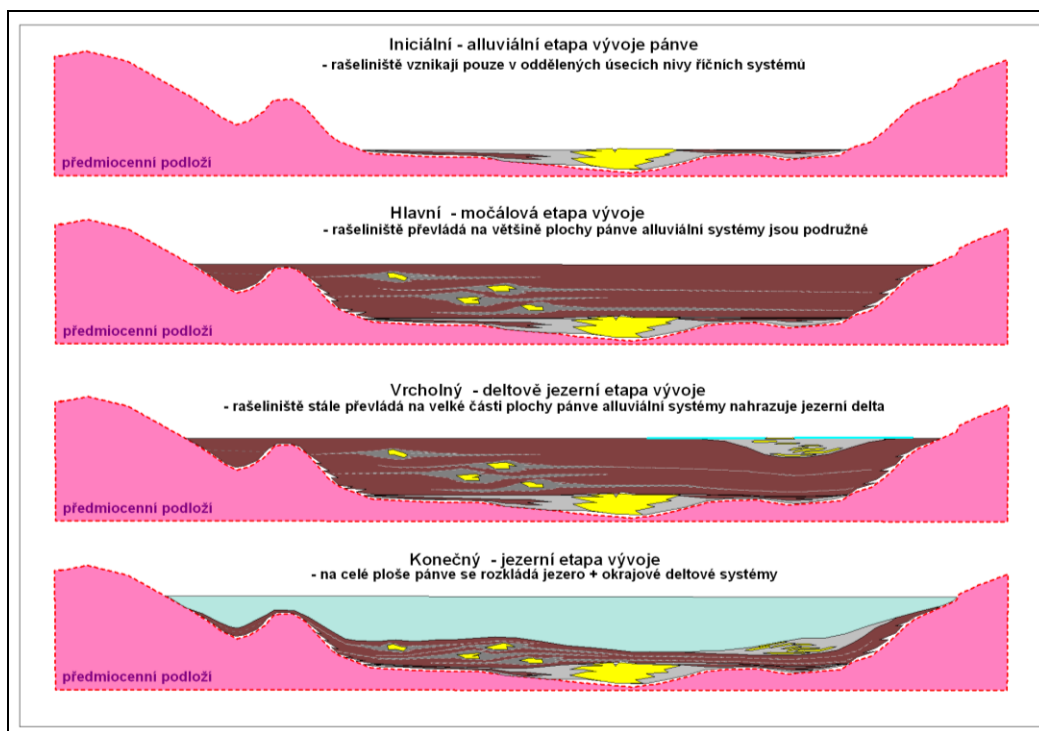
Podloží mostecké pánve je neobyčejně pestré. Největší část tvoří silně kaolinizované ruly saxothuringika. Na Teplicku je znám teplický paleoryolit a na Litvínovsku žulové porfyry, převážně permokarbonského stáří.

Paleontologické doklady hovoří o tom, že prostor mostecké pánve začal fungovat jako sedimentární pánev, ve které se začal usazovat materiál přinášený řekami už v eocénu, přes celý oligocén až do spodního miocénu (obr. 2). V této době už byla ukončena vulkanická činnost, která zformovala Doupovské hory a České středohoří. Krušné hory tehdy ještě neexistovaly. V celé oblasti docházelo k mírnému poklesu. Zvětráváním starších hornin Českého masivu na jihu, jihovýchodě a jihozápadě Čech se uvolňoval písčité, prachovitý a jílovitý materiál, který byl snášen do vodních toků směřujících do oblasti dnešní pánve. Materiál se postupně ukládal v říčních korytech a vytvořil tak široký pás písčitých sedimentů severojižního směru vstupující do pánve v okolí Žatce a vystupující nedaleko Chomutova (Pešek et al. 2010).

Následným poklesem oblasti ve spodním miocénu se rozšiřovala plocha sedimentace zaplavovaná zejména při povodních. Podél říční sítě vznikala velká území říčních niv s močály a mělkými jezery. Z občasných povodní se staly opakující se povodně a tak se na dně močálů začala hromadit rostlinná hmota v podobě rašeliny. Močály se postupně spojily v souvislý pás podél hlavního říčního toku. Od Žatce ústila do pánve menší řeka, jejíž tok pokračoval rašelinistěm k severu a tak se zde usazoval další písek a jílu, který tento tok přinášel (Rajchl et al. 2009).

Když třetihorní rašelinotvorný močál dosáhl svého maxima, byla mocnost odumřelé rostlinné hmoty až 200 m (Rajchl a Uličný 2000). Vrstva hmoty byla přerušována vrstvičkami jílovitých usazenin čili proplásky. Kromě usazování jílovitého materiálu v močálu také docházelo k usazování organického materiálu rozpuštěného ve vodě.



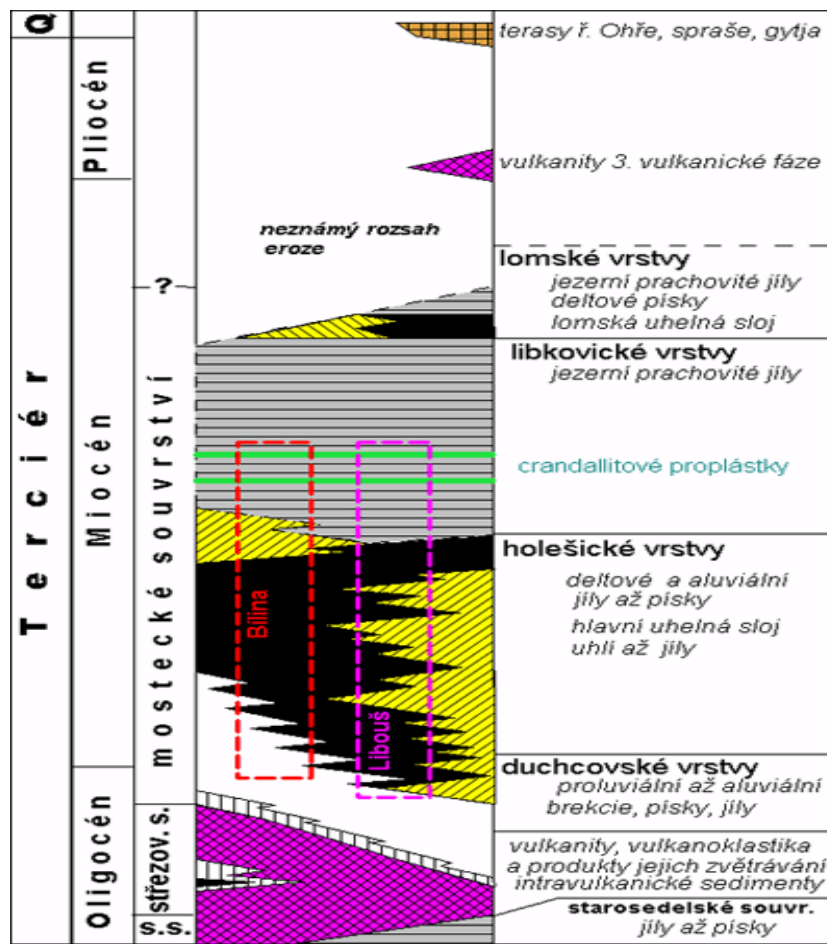


Obr. 2.: Schéma postupu vzniku pánevní výplně (Mach, Teodoridis, Rajchl 2009)

Následnými horotvornými procesy a klimatickými změnami došlo k přemístění ústí hlavního přítoku do oblasti Bílinska a docházelo k postupnému zatápění močálu na souvislé jezero. Začaly zde vznikat deltové vějíře a usazoval se písčité i jílovité materiál. Vznikalo těleso takzvané bílinské delty (Uličný et al. 2000). Jezero se postupem času rozšiřovalo a říční delta se přemístila směrem k severovýchodu. Deltové usazeniny tam dosáhly mocnosti až 100 m. Pod tíhou mocnosti jílu a písků byla vrstva rašeliny postupně stlačována a přeměňována na uhelnou sloj.

### 2.3 Stratigrafie terciérní výplně mostecké pánve

Sedimentární výplň mostecké pánve se dělí na tři jednotky. Nejstarší je starosedelské souvrství, poté následovalo ukládání sedimentů střezovského a mosteckého souvrství (obr. 3). Vzhledem k plošným rozdílům v litologickém vývoji je mostecká pánev členěna od západu k východu na pětipesko-žateckou, chomutovskou, mosteckou a teplickou část. Jednotlivá souvrství a jejich vznik popisují podle Peška et al. (2010).



Obr. 3.: Stratigrafie výplně mostecké pánve. Upraveno podle Domáciho (1977)

### 2.3.1 Starosedelské souvrství

Ukládání této nejstarší jednotky začalo ve středním eocénu a trvalo asi až do první poloviny oligocénu. Na křídovém povrchu v severozápadních Čechách vznikla oblast s fluviálními sedimenty. Sedimentace klastického materiálu probíhala hlavně v oblasti Sokolovska a Doupovských hor. Vyskytují se zde psamity, aleurity a pelity, v některých případech i s malými uhelnými slojemi (např. Střimice na Mostecku a Libouše na Chomutovsku). Další relikt souvrství se vyskytují na Teplicku. Jsou to červenohnědé limonitické pískovce se sideritem nacházející se v podloží neovulkanitů.

### 2.3.2 Střezovské souvrství

Vznik střezovského souvrství byl podmíněn silnou vulkanickou činností, která probíhala po celý oligocén. Na povrch pánve pronikala bazická vulkanická tělesa, z nichž nejčastější byly bazalty a méně hojně trachyty. Na západní straně pánve jsou vulkanická tělesa mocná do 100 m a svým chemismem se podobají vulkanitům Doupovských hor, kdežto směrem na východ pánve se jejich mocnost postupně snižuje

na několik desítek metrů. Většina neovulkanitů vznikla postupným nakupením lávových příkrovů. V okolí těchto bazických vulkanických těles se ukládaly vulkanosedimentární horniny, především tufy a tufity. Jedná se především o kaolinické nebo montmorillonitické aleuropelity až jemnozrné pískovce.

### 2.3.3 Mostecké souvrství

Mostecké souvrství je nejmladší souvrství, které vzniklo ve svrchním oligocénu až spodním miocénu. V této etapě vznikly všechny litologické typy sedimentů pánevní výplně a jejího okolí. Souvrství mocnosti i více než 500 m je tvořeno miocénními sedimenty a vulkanoklastiky. Do souvrství se řadí duchcovské vrstvy, holešické vrstvy, libkovické vrstvy a lomské vrstvy.

**Duchcovské vrstvy** jsou tvořeny výhradně přeplavenými zvětralinami podložních jednotek a předtím vzniklých vulkanitů. Převládají pestrobarevné tufitické jíly, které jsou zpravidla červené až fialové, někdy bílé, zelenavé a modré či barevně skvrnité. Nejvíce jsou rozšířeny v pětipeské části pánve a podél severního okraje mezi Mostem a Duchcovem, na Chabařovicku a mezi Krupkou a Přestanovem. Kolem Mostu a Bíliny mají tufitické jíly zvýšený obsah titanu a hliníku, proto se jim tu občas říká titanové jíly. Podél krušnohorského okraje pánve se vyskytují kaolinické jíly pocházející ze splachů zvětralého krystalinika. Většinou jsou to odvápněné, světle šedé často nazelenalé slíny. Jejich výskyt je znám kole Mostu, Holešic, Bylan a Mariánských Radčic.

Následující vrstevní jednotka **holešických vrstev** vznikala z průtočné říční plošiny, jejíž niva se postupně měnila v mělká jezírka a rašeliniště. V této vrstevní jednotce vznikla i hlavní uhelná sloj a sem spadá i tzv. pařezový horizont.

Následující **libkovické vrstvy** v nadloží uhelné sloje tvoří především šedé až hnědavé jezerní horniny, které se střídají s aleurity a pelity. Zde se často nacházejí šišky borovic, ojediněle i zbytky želv a ryb. Celková mocnost těchto vrstev nepřevyšuje 150-200 m.

**Lomské vrstvy** jsou nejmladším zachovaným zbytkem miocénní sedimentace v mostecké pánvi. Na spodu leží mocný komplex uhelnatých jílovců s polohami uhlí označovaný jako lomská sloj. Větší část sedimentů lomských vrstev je tvořena *jílovitými klastiky*.

### 3. Charakteristika složení flóry mostecké pánve na lomu Bílina

Paleobotanický výzkum v mostecké pánvi má dlouhou historii. Nejstarší literární záznam pochází z konce 18. století od Alexandra von Humboldta. V 2. polovině 19. století vyšlo několik důležitých monografií od C. Ettinghausena a H. Engelhardta, které daly dnešním znalostem určitý význam. V první polovině 20. století zaznamenáváme úpadek kvůli světovým válkám. Počátkem 60. let minulého století započal nový výzkum fosilních flór na území mostecké pánve a pokračuje až do současné doby. Zásadními autory, kteří přispěli svými díly k pochopení terciární skladby pánve byli Bůžek, Holý a Kvaček (1968). V zájmu vědců je především mostecké souvrství, které je nejbohatší na fosilní nálezy. V pánvi se vyskytuje více jak 160 různých druhů rostlinných makrofosilií (jak krytosemenných, tak nahosemenných) a více než 100 druhů pylů a výtrusů, které jsou autochtonního nebo alochtonního původu (Kvaček et al. 2004).

Krajina, vegetace a podnebí v době tvorby hnědého uhlí se lišily od dnešních poměrů. Podnebí bylo obecně teplejší a vlhčí, než je tomu dnes. Typem fosilního prostředí vhodného pro vznik xylitů jsou močálová společenstva rašelintvorného močálu se slabým, ve vrchovištních stádiích téměř nulovým, přínosem živin a s úrovní hladiny vody blízko povrchu nebo nad ním. V mostecké pánvi bylo rašelinistiště převážně slatinného typu (Kvaček et al. 2004).

Rostlinné zbytky, které patří do staroselského souvrství nejsou v pánvi dostatečně makrofloristicky prozkoumány. V křemencích jižně od Mostu byl zjištěn druh stálezeleného vymřelého stromu *Eotrigonobalanus furcinervis* a v křemencovém valounu na úpatí Krušných hor se vyskytla fosílie *Steinhauera subglobosa* (Bůžek et al. 1987, Knobloch et al. 1996).

Sedimenty střežovského souvrství poskytly několik souborů, které obsahují prvky společné s různými úrovněmi Českého středohoří. Ty však nebyly dosud detailně zpracovány. Rostlinné společenstvo habrovce (*Ostrya*) z vrtu GÚ-111 (Lochočice) je obdobou převážně opadavých flór z Kandratic a Bechlejovic (Kvaček, Walther 1998, 2004). Teplomilná vegetace ořešákovitých (*Engelhardia*), platanu *Platanus neptuni* (maarová výplň ve vrtu Bz-372), dále skořicovníku (*Daphnogene*) z trachybazaltového tufu ze skrývky lomu Bílina a řady dalších rodů a druhů, jako např. *Alnus*, *Ampelopsis rotundatoides*, *Cornus*, *Iodes*, *Parabaena europaea* a *Sambucus colwellensis* (vrt KV-15), odpovídají úrovni nálezů ze Suletic a Holého Kluku v Českém středohoří (Kvaček,

Bůžek 1995).

Nejspodnější část mosteckého souvrství, duchcovské vrstvy, obsahují heterogenní směs rostlinných souborů, z nichž některé jsou teplomilné, jako například datlovník *Phoenix* a břestovec *Celits lacunosa* (Kvaček a Bůžek 1982). Flóra z vrhu JZ-44 (Jezeří) obsahuje vavřínovité *Laurophyllum* sp. div. v kombinaci s borovicí (*Pinus* sp.) a olší (*Alnus julianiformis*). Dále je známa vodní slanomilná asociace bylin *Cladiocarya-Limnocarpus* z podloží sloje v bývalém lomu Marianna (Hurník, Marek 1962). Pro centrální část pánve je charakteristický výskyt monotónní asociace dubu porýnského *Quercus rhenana*. Z lokality Čermníky na Pětipesku jsou známy z podloží spodní sloje ojedinělé nálezy fytostratigraficky nevýznamných elementů, např. tisovce *Taxodium dubium*, jilmu *Ulmus pyramidalis* a ambroně *Liquidambar europaea* (Bůžek 1971).

Flóra holešických vrstev je pestrá a bohatá. Její složení a vegetační ráz je určován vazbou na uhelnou sloj na Teplicku a „deltové“ sedimenty na Žatecku a Bílinsku. Rostliny z těsného nadloží sloje jsou známy také z delty bílinské. Podobně jako v žatecké deltě se zde vyskytují rostlinné soubory vavřínovitých, bažinný dub porýnský *Quercus rhenana* a jilm *Ulmus pyramidalis*. Navíc je zde i řada vodních, převážně vymřelých vodních endemitů, např. *Elephantosotis dvorakii*, *Hydrochariphyllum buzekii* a *Schenkiella credneri* v kombinaci s novými a staronovými elementy, jako jsou bažinná kapradina žebrovice (*Blechnum*), cypřišovitá *Tetraclinis* a další teplomilné listnáče *Engelhardia*, *Platanus neptuni* a sabaloidní palma (Kvaček 2003, Wójcicki a Kvaček 2002). Tuto jednotku podle Konzalové (1976) charakterizuje výskyt inaperturátního pylu čeledi Taxodiaceae-Cupressaceae (resp. Cupressaceae s. l.) a spor čeledi Polypodiaceae. Ve zvýšené míře byl zjištěn i pyl rodů *Calamus*, *Quercus*, *Engelhardia*, *Arecipites* a *Alnus* (Bůžek et al. 1982).

Libkovické vrstvy dokládají zánik uhlí tvorby na území mostecké pánve. Na větší části pánve vzniklo rozsáhlé jezero. V nadloží sloje u Břešťan na Bílinsku se uložil komplex jílu označovaný jako břešťanské jíly. Břešťanská flóra je směsí pánevních elementů tisovcovitých a opadavých listnáčů žmarličníku *Cercidiphyllum*, tupely *Nyssa*, kraigie *Craigia*, olše *Alnus julianiformis*, dubu porýnského *Quercus rhenana* a javoru *Acer tricuspidatum* (Teodoridis a Kvaček 2006) v kombinaci s mezofytními elementy vázanými na kyselejší biotopy (borovice, vavřínovité, vřesna, vymřelá bukovitá dřevina *Trigonobalanopsis*). Podobná flóra je známa z tzv. slídnaté facie krušnohorského svahu,

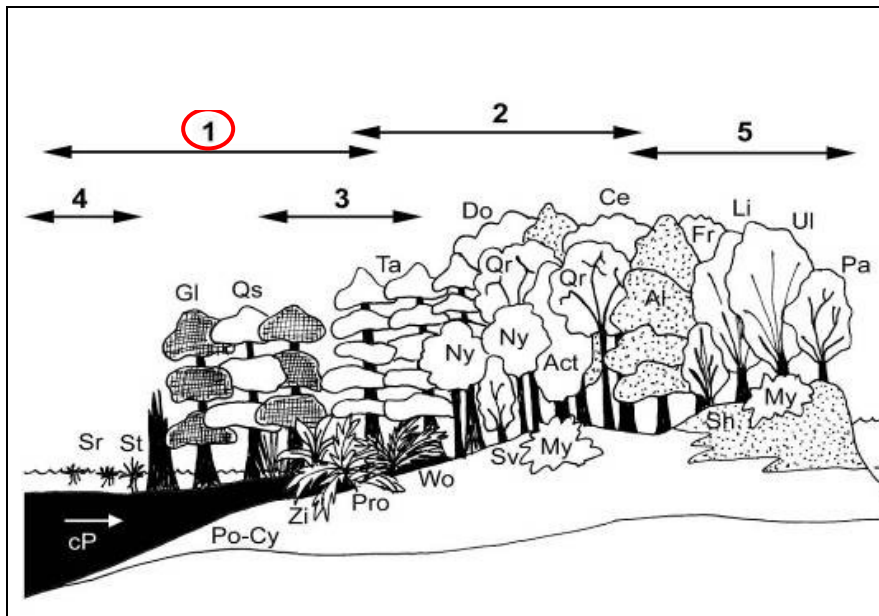
z těsného nadloží sloje (např. lokality Kundratice, Jezeří, Mariánské Radčice) jsou známé teplomilné dřeviny, např. *Symplocos* sp. div., cf. *Mastixia lusatica* a *Vaccinioides lusatica* (Kvaček a Bůžek 1982). Flóra z vyšších poloh libkovických vrstev (těsné podloží lomské sloje) je charakteristická výrazným nástupem nových teplomilných elementů, jako je subtropická kapradina *Lygodium* a dřevitých mastixiovitých flór, např. pravého vavřínu (*Laurus abchasica*), čajovníkovité gordonie (*Gordonia hradekensis*), vymřelého jilmovitého keře *Cedrelospermum styriacum*, či kaštanolistého dubu *Quercus kubinyii* (Teodoridis a Kvaček 2006), což dokládá nástup teplého a vlhkého klimatu ve spodním miocénu. Pro tyto vrstvy je podle palynologických zjištění důležitý výskyt následujících taxonů: *Dicolpopollis kockeli*, *Alnus*, *Myrica*, *Carya*, *Nyssa*, *Liquidambar* (Bůžek et al. 1982).

Lomská sloj je ve spodní části lomských vrstev makrofloristicky charakterizována vodními a bažinnými kapradinami, jako jsou nepukalka a azola (*Salvinia*, *Azolla* sp. div.), předek kotvice (*Hemitrapa*), kyprejovitý polokeř (*Decodon*) a rdest (*Potamogeton*) v kombinaci s bažinnými jehličnany *Quasisequoia* a *Glyptostrobus* a listnáči *Nyssa gmelinii* a *Myrica undulatissima* (Kvaček a Teodoridis 2006).

#### 4. Dřevní hmota z pařezového horizontu lomu Bílina

V diplomové práci se zabývám problematikou zuhelnatělých kmenů zachovaných v růstové pozici (in situ) v těsném nadloží hlavní uhelné sloje v lomu Bílina v tzv. pařezovém horizontu (Příloha 1).

Geneticky představuje pařezový horizont plochu uhlotvorného močálu, do kterého řeka ústila a v pravidelných intervalech, nejspíše sezónních intervalech, zanášela močál jílovitou suspenzí (obr. 4). Usazováním jílovitého materiálu byla zahájena sedimentace tělesa bílinské delty, která posléze vedla k rozsáhlejšímu překrývání nakupené rašeliny a postupné přeměně mostecké pánve z močálu na jezero. Zátěž vrstviček jílového sedimentu způsobovala rychlejší sesedání dna močálu a to stlačováním podložní až 200 m mocné vrstvy rašeliny (Rajchl a Uličný 2000). V důsledku rychlejšího sesedání dna a přímého přínosu jílovité hmoty docházelo k potlačování kupení rostlinné hmoty, přičemž vegetace na místě dnešního pařezového horizontu dále rostla ve skladbě podobné sousednímu rašelinotvornému močálu, třebaže k tomu docházelo ve vlhčím prostředí. Ve střední části horizontu byl opakovaně dokumentován cca 15–20 m široký přínosový kanál, který byl zaplněný přínosovým jílovitým materiálem (Mach-ústní sdělení).



Obr. 4.: Paleovegetace (řiční fáze): 1- rašelinotvorný močál, 2- smíšený bažinný les, 3- porosty travin, 4- vodní rostlinstvo, 5- lužní les, 6- smíšený les s borovici, upraveno (Mach, Teodoridis a Rajchl 2009), kroužek vyznačuje pozici nálezů xylitů in situ, kroužek vyznačuje pozici nálezů xylitů in situ

Zbytky kmenů jsou zuhelnatělé a zachovávají anatomickou stavbu původních rostlinných pletiv, kterou lze studovat metodami optické nebo elektronové mikroskopie. Pařezový horizont, pracovníě označovaný jako č. 31 (Bůžek et al. 1992), je stejně jako hlavní uhelná sloj součástí holešických vrstev (Pešek et al. 2010). Svůj název nese podle hojnosti nálezů fosilních dřev zachovaných v růstové pozici (Příloha 2). Některé pařezy dosahují průměru až 2 m a značná část je dutá, zaplněná jílovým sedimentem. Zřejmě pod vlivem subsidence je možné sledovat také jev naklání pařezových částí stromu směrem k předpokládané ose přínosu. Pařezy v severní části jsou nakloněny k jihu a pařezy v jižní části k severu. Pouze v okolí osy jsou pařezy orientovány vertikálně (Mach- ústní sdělení). Na dřevě byla zjištěna sideritizace a pyritizace. Přes vysoký stupeň prouhelnění je dřevní struktura zřetelná již pod binokulárním mikroskopem a letokruhy jsou dobře patrné, i když jsou většinou poměrně stlačené. Podle Teodoridise a Sakaly (2008) se v mostecké pánvi nacházejí jehličnany z čeledi Cupressaceae, jako jsou tisovec pochybný (*Taxodium dubium*), patisovec evropský (*Glyptostrobus europaeus*) a pasekvoje Couttsiové (*Quasisequoia couttsiae*). Bylo tak možné předpokládat, že se tyto zmíněné jehličnany mohou objevit i v mém zkoumaném pařezovém horizontu. Jehličnany z této čeledi tvořily v mladších třetihorách Evropy, ale i na území mostecké pánve, podstatnou část uhlotvorní vegetace (Kvaček et al. 2004).

#### 4.1 Zachování fosilního dřeva

K zachování fosilního dřeva dochází několika procesy, převážně pak permineralizací, fuzitizací (zuhelnatěním) a procesem prouhelňování (Březinová 1970).

**1) Permineralizace** je proces, při kterém jsou dřeva zachována prostoupením jejich pletiv vodnými roztoky různých minerálních látek. O jaký minerál se bude jednat, záleží na několika faktorech. Je to teplota, tlak, chemické složení sedimentu, vlastnosti organické tkáně a rychlost mineralizace. Organická hmota je ve většině případů téměř úplně nahrazena. Permineralizace je ovšem širší termín. Nejčastěji dochází k těmto procesům: kalcifikaci, fosfatizaci, silicifikaci a pyritizaci (Březinová 1970, Matysová 2006).

**2) Fuzitizace** je proces, kdy vzniká dřevěné uhlí (**fuzit**). Jedná se o uhlíkaté rezidium, které zachovává anatomickou stavbu původních rostlinných pletiv. Vzniká tepelným rozkladem rostlin, tedy nedokonalým spálením rostlinných pletiv za omezeného přístupu vzduchu. K tomu může docházet buď následky požárů, nebo při kontaktu s vyvřelými horninami. Díky dobrému zachování původních pletiv můžeme



určit jejich taxonomické zařazení. V české petrografické terminologii se úlomky dřevěného uhlí označují jako vláknité uhlí (Havlena 1962). V anglické literatuře se používá termín „charcoal“ (Scott 2010).

**3) Prouhelňování-** tímto procesem se zabývám podrobně v následující podkapitole 4.2.

## **4.2 Prouhelňovací proces**

Jelikož jsou mnou studovaná dřeva zachována ve formě xylitu, budu se nadále zabývat jen procesem prouhelňování.

Prouhelňování je soubor procesů, při kterých se rašelina ponořená pod povrchem přeměňuje geochemickými procesy na uhlí až antracit. Strukturní a molekulární chemické proměny vyvolávají změny ve fyzikálních a chemických parametrech uhlí, provází je uvolňování metanu. Z hlediska fyzikálních parametrů se zmenšuje objem a povrch uhlí, klesá obsah vody, roste lesk, index lomu a zvyšuje se tvrdost. Při změně chemických parametrů dochází ke zvyšování obsahu uhlíku, poklesu vody a úbytku prchavé hořlaviny. Celý proces se dělí do několika stádií, které vymezují hlavní kvalitativní proměny prouhelňující se organické hmoty. Počáteční stádium se nazývá prouhelňovací stádium rašelinné, na které pak navazují prouhelňovací stádia hnědouhelná, černouhelná a antracitová. Každé z nich má ještě několik fází označujících nízké a vysoké nebo nízké, střední a vysoké prouhelňování (Dopita et al. 1985).

### **4.2.1 Rašelinné stádium**

Rašelinění je soubor procesů, které se odehrávají v rašelinšti pod úrovní vodní hladiny, kde je omezen přístup vzdušného kyslíku. Dochází k rozkladu nekromasy a k následné syntéze huminových kyselin a gelů. Rozkládají se sacharidy a lignin, odolávají vosko-pryskyřičné látky (pylová zrna, kutikuly, pryskyřice).

Povrchová zóna rašelinště se nazývá akrotelm. Hlavním procesem je humifikace, což je soubor geochemických a biochemických reakcí (Havlena 1963). Dochází k intenzivnímu rozkladu nekromasy, vodní hladina kolísá. Rozkladnými organismy jsou aerobní bakterie, houby a plísně.

Hlubší patro rašelinště se nazývá katotelm. Hlavním procesem je biochemická gelifikace (redukce, kondenzace, polymerace), voda ze z nekromasy vytrácí, tvoří se gely. K tomuto procesu dochází za nepřístupu vzdušného kyslíku. Rozkladnými

organismy jsou anaerobní bakterie (Diessel 1992).

Trouchnivěním se produkují rozpadlá pletiva a neporušený zůstávají vosky a pryskyřice. Chemicky stejným pochodem jako trouchnivění, ovšem mnohem kratším a intenzivnějším, je zuhelňování (nedokonalé hoření- oxidace rostlinného pletiva např. při lesním požáru. Zuhelňování je podstatou výroby dřevěného uhlí. Zuhelňování a trouchnivění se dohromady označuje jako fuzitizace (fuzit- fosilní zuhelněné dřevo).

Hnití je biochemická fáze vzniku ropy a sapropelitových uhlí. Probíhá na dně nevětraných vodních ploch, které jsou trvale pod vodní hladinou a bez přístupu vzdušného kyslíku. Typický je vznik plynů, hlavně metanu. Nekromasou může být rostlinný detrit, pyly, spory, řasy, plankton, bakterie. Rozkladnými organismy jsou anaerobní bakterie (úbytek kyslíku, nárůst uhlíku a vodíku). Rozkládají se lipidy a proteiny. Výsledným produktem je hnilokal (sapropel) a malé množství přírodních uhlovodíků. Složení sapropelu: až 70% huminových látek, až 50% kerogenních látek, malé množství bitumenu. Sapropel tvoří organickou příměs sedimentu (např. jílu) (Dopita et al. 1985).

Prouhelňování probíhá v zemské kůře, kdy z rašeliny vzniká uhlí, ovšem už geochemickým pochody. Hlavními procesy jsou kondenzace, polymerace, růst aromaticity, ztráta funkčních skupin (kyslíku, dusíku, síry) a nárůst obsahu uhlíku (nerovnoměrně- prouhelňovací skoky). Mění se hustota, tvrdost, odraznost a strukturní uspořádání uhlí. Teplota, tlak a čas jsou faktory, které ovlivňují prouhelňování (Jirásek a Sivek 2007). V porašeliněm stádiu doznívají biochemické pochody, ztrácí se voda, probíhá biochemická gelifikace a odbourává se celulóza z pletiv. Výsledným produktem je subhumit (obsah vody pod 75%).

#### **4.2.2 Hnědouhelné stádium**

Hnědé uhlí je tuhý uhelný kaustobiolit více prouhelněný než rašelina a subhumit a méně prouhelněný než černé uhlí. Hnědé uhlí má proti rašelině obsah vody nižší než 75 % a obsah uhlíku vyšší než 60 % (Jirásek a Sivek 2007).

V hnědouhelném stádiu pokračuje rozklad nehumifikovaných částí pletiv, rozklad zbývající celulosy a ligninu, geochemická gelifikace (vitrinitizace), ztrácí se voda (huminové látky se mění na huminy), vzniká páskování uhlí. Obsah uhlíku v hořlavině ( $C^{daf}$ ) 68-74%. Stádium se podrobněji dělí do několika fází: hnědouhelná hemifáze, hnědouhelná ortofáze a hnědouhelná meta fáze. Výsledným produktem je hnědouhelný hemityp (lignit- nejméně prouhelněné hnědé uhlí), hnědouhelný optotyp

(středně prouhelněná hnědá uhlí) a hnědouhelný metatyp (vysoko prouhelněná hnědá uhlí). V hemitypech se dají okem snadno rozeznat kusy dřev, které mají pod mikroskopem dobře zachovanou buněčnou stavbu, takže je možné je botanicky zařadit. Ortotypy jsou kompaktní uhlí s lépe patrným zvrstvením. Makroskopicky patrná dřeva jsou silně stlačená, ovšem mají dobře odlišitelná léta růstu (Jirásek a Sivek 2007). Dřevové vrstvičky mají postupně větší lesk, který se pozvolna objevuje i u hmoty. Metatypy jsou hnědočerná až černá kompaktní uhlí s výrazným zvrstvením a nahnědlým vrypem. Všechny vrstvičky mají lesk (Diessel 1992).

U hnědého uhlí platí Schurmanovo pravidlo, kdy s rostoucí hloubkou klesá obsah vody v uhlí.

#### 4.2.3 Černouhelné stádium

Černé uhlí je dalším z produktů prouhelňování a bituminace sedimentů bohatých na organickou hmotu (rašelinného původu). Následuje v uhelné řadě po hnědém uhlí.

V černouhelném stádiu se uplatňují jen činitelé geochemické fáze vzniku uhelných kaustobiolitů. Doznívá proces gelifikace, končí i proces huminitizace a nastupuje jiný fyzikálně chemický proces vitritizace. Ta odpovídá vnitřní přestavbě černouhelné hmoty a postihuje nejen huminitizované hmoty, ale i všechny botanické komponenty, které huminitizaci odolaly (vosko-pryskyřičné látky). Vitritizace probíhá přibližně v rozmezí teplot 80-150 °C a za podstatně vyššího tlaku. Vitritizaci odolávají některé zbytky hub. Charakteristické jsou prouhelňovací skoky, změna intenzity lesku a páskování. Obsah uhlíku v hořlavině ( $C^{daf}$ ) 74-91%. Stupeň prouhelnění je indikován střední světlenou odrazností vitrinitu (označovanou jako  $R_o$ ), což je parametr měřený mikroskopicky na jedné ze součástí uhelné hmoty. U černého uhlí je střední odraznost vitrinitu v rozmezí 0,5-2,4%.

V našich klasifikacích se podle stupně prouhelnění dělí černouhelné stádium na černouhelnou hemifázi, ortofázi a metafázi (Jirásek a Sivek 2007).

Výsledným produktem je černouhelný hemityp (málo prouhelněné černé uhlí), optotyp (středně prouhelněné hnědé uhlí) a metatyp (vysoce prouhelněné černé uhlí). Hemitypy mají výrazné páskování. Rovněž ortotypy jsou výrazně páskovaná uhlí. Metatypy jsou kompaktní a černá uhlí, přičemž lesk, páskování a optické znaky botanických komponent se během metafáze nápadně mění. Je to důsledek zvratu v chemickém charakteru vitritizace, která v průběhu metafáze začíná pohlcovat dosud odolávající vosko- pryskyřičné látky (Taylor et al. 1998).

U černého uhlí platí Hiltovo pravidlo, kdy s rostoucí hloubkou klesá obsah prchavé hořlaviny v uhlí.

#### 4.2.4 Antracitové stádium

Antracit je nejvyšší prouhelňovací stádium uhelné hmoty. Hmota je lesklá a homogenizovaná, je patrná silná anizotropie. Obsah uhlíku v hořlavině ( $C^{daf}$ ) je větší než 91 % a stoupá až na 97 %. Obsah prchavé hořlaviny klesá až na  $V^{daf}$  3 %. Hodnota odraznosti  $R_{max}$  6 % je hranicí mezi antracitem a metaantracitem,  $R_{max}$  10 % je hranicí mezi metaantracitem a grafitem.

V tomto stadiu lze rozlišit antracit (méně prouhelňový typ) a metaantracit (vysoce prouhelňový typ). Vitritizace zde dosahuje svého maxima. Antracit se jeví jako jednolitá lesklá až kovově lesklá hmota, kde se páskování zcela vytratilo. V antracitovém stádiu se můžeme setkat ale i s fyzikálními procesy, které určují kompaktnost antracitu, tvrdost a elektrickou vodivost (Taylor et al. 1998).

### 4.3 Petrografické složení uhlí

Uhlí lze rozlišit podle několika parametrů. Části, které jsou rozpoznatelné pouhým okem jako lesk nebo barva se označují jako makroskopické složky. Části, které jsou rozpoznatelné pouze pod mikroskopem, se označují jako mikroskopické složky a jsou to především macerály. Macerál je složka organického původu. Tato kritéria slouží k vymezení tzv. petrografických složek. Ty se liší u hnědých a černých uhlí (Dopita et al. 1985).

#### 4.3.1 Makropetrografické složky

V hnědém uhlí se rozlišují se 3 petrografické složky:

- Vlákničitá složka (fuzit)- vytváří tenké vrstvičky vláknitého uhlí na vrstevních plochách ve sloji (fuzitové koberce), barva- černá
- Xylitická složka (xylit)- zbytky kmenů, větví, kusů dřev, může být mineralizovaná případně zgelovatělá, s rostoucím stupněm prouhelňování se struktura dřeva vytrácí
- Detritická složka (detrit)- homogenní hmota úlomky xylitické složky a zbytky měkkých těl rostlin

Kromě uvedených složek se rozlišují ještě tzv. liptobiolitová a sapropelitová uhlí. Tato uhlí nemají složky a jsou přímo petrografickými typy (Jirásek a Sivek 2007).

V černém uhlí se rozlišují se 4 petrografické složky:

- Vlákniťá složka (fuzit) - vytváří tenké vrstvičky vláknitého uhlí na vrstevních plochách ve sloji (fuzitové koberce), barva - černá
- Lesklá složka - vzniká ztrátou páskování v úseku kritické metamorfózy, takže zahrnuje dohromady lesklou, matně lesklou (pololesklou) a matnou složku černouhelných optotypů a hemitypů
- Pololesklá složka - buduje slabě lesklé pásky, najdeme ji u hemitypu a ortotypu, vyznačuje se téměř pravidelným střídáním pásků lesklé složky s pásky matné složky
- Matná složka - má pásky lesklé složky jen ojediněle nebo zcela chybí (Dopita, Havlena, Pešek 1985).

#### **4.3.2 Mikropetrografické složky**

Rozlišujeme 3 skupiny částic mikropetrografických složek uhelné hmoty:

- Macerály skupiny vitrinitu - u hnědých uhlí (huminit), typické je plynulé a výrazné prouhelňování
- Macerály skupiny latinitu - u hnědých a černých uhlí zahrnuje macerály voskopryskyřičné povahy
- Macerály skupiny inertinitu - zahrnuje macerály výrazně odolné vůči faktorům

## 5. Xylotomie

Xylotomie je vědní obor, zabývající se studiem dřeva. Rostlinné orgány jsou tvořeny čtyřmi základními typy pletiv. Pletivy krycími, vodivými, základními a dělivými. Dřevem v nejširším slova smyslu (xylémem) rozumíme soubor vodivých pletiv rostliny, která vzestupným směrem, tedy od kořenů směrem k listům, vedou vodu společně s rozpuštěnými minerálními látkami. Termínem „dřevo“ se ale běžně rozumí pouze druhotné dřevo (sekundární xylém), které je charakteristické pro druhotně tloustnoucí dřeviny jako jsou stromy a keře (Votrubová 1997).

### 5.1 Vodivá pletiva

Vodivá pletiva zabezpečují v rostlinném organismu transport vodných roztoků organických a anorganických látek po celém rostlinném těle. Vodivá pletiva dělíme do dvou základních částí, lišících se stavbou i funkcí. Dřevní části (xylém) slouží především k rozvádění vody a v ní rozpuštěných anorganických látek po celém těle rostliny. Naproti tomu lýková část (floém) rozvádí zejména energeticky bohaté látky sacharidy po celé rostlině. Vodivými elementy jsou cévy a cévice xylému, sítkové buňky a sítkovice floému.

Rozlišují se primární a sekundární vodivá pletiva. Primární xylém a floém vzniká činností prokambia. V nejmladších vrcholových rostoucích zónách stonků a kořenů vzniká nejprve protofloém a pak protoxylém. V určité vzdálenosti od vrcholu, v zóně kde již byl prodlužovací růst ukončen, se tvoří metafloém a metaxylém. Metaxylém vzniká většinou centrifugálně od protoxylému. Sekundární xylém (deuteroxylém) a sekundární floém (deuterofloém) vzniká činností kambia. Kambium vzniká z pruhů prokambia a z parenchymatických buněk dřevňových paprsků. Sekundární tloustnutí je dnes charakteristické pro nahosemenné a dvouděložné rostliny (Votrubová 1997).

#### 5.1.1 Xylém

Xylém je dřevní část cévních svazků rostlin. Jde o složené pletivo, v němž mohou být přítomny až čtyři typy buněk: cévy, cévice, libriform a parenchymatické buňky (dřevní parenchym), které rozvádějí vodní roztoky ve vodorovném i vertikálním směru. Jeho úkolem je přivádění a rozvádění minerálních živin od kořenů do nadzemních částí (Votrubová 1997).

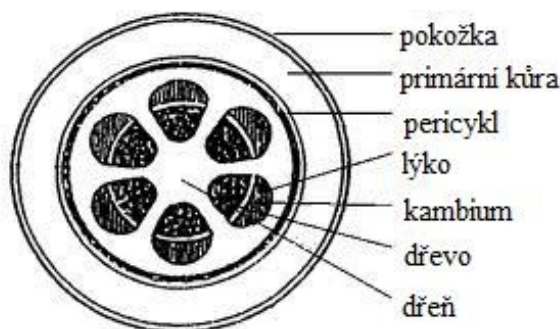
### 5.1.2 Floém

Floém je lýková část cévních svazků rostlin, jejíž hlavní funkcí je transport produktů fotosyntézy do místa spotřeby nebo do zásobních orgánů. Vodivými elementy jsou sítkovice, průvodní buňky a bílkovinné buňky. U krytosemenných rostlin jsou sítkovice tvořeny sítkovými články, u kaprad'orostů a nahosemenných jsou sítkovice tvořeny sítkovitými buňkami (Votrubová 1997).

## 5.2 Stavba stonku

### Primární stavba

Povrch stonku je kryt kutikulou a epidermis s průduchy. Ve vyvinutém stonku dvouděložných a nahosemenných rostlin je možné odlišit vrstvy primární kůry vně od středního válce (stélé), v němž jsou do jednoho kruhu rozmístěné cévní svazky. Uvnitř stélé se nachází i parenchymatické pletivo, které označujeme jako dřev (obr. 5). Výběžky parenchymatické dřevě mezi cévní svazky označujeme jako dřevové paprsky.

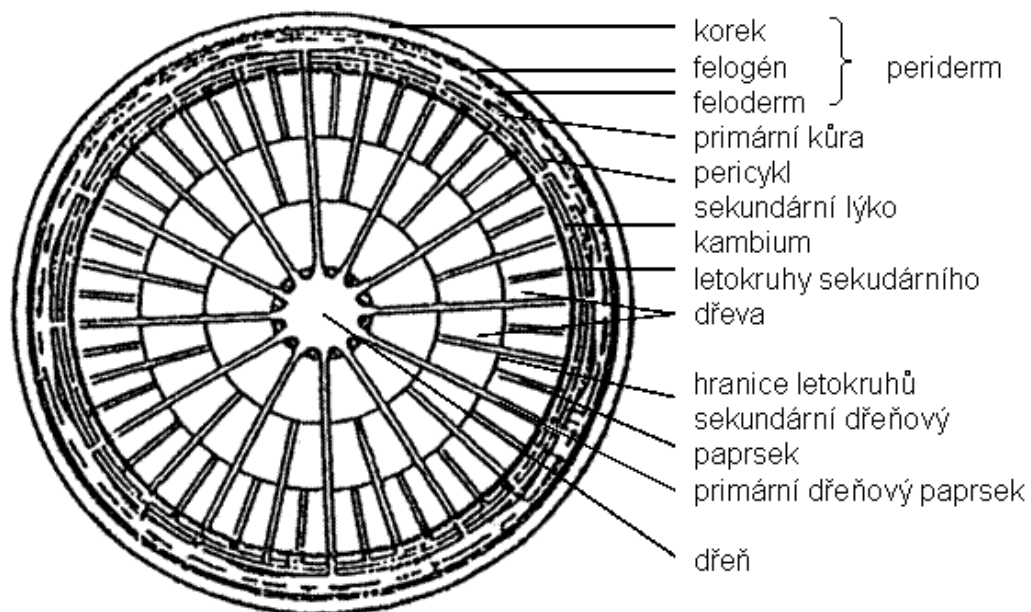


Obr. 5. : Primární stavba stonku (Internet 2)

### Sekundární stavba

Pro sekundární růst rostlin (druhotné tloustnutí) jsou důležitá dvě dělivá pletiva, kambium a felogen. K tloustnutí stonku dnes dochází pouze u nahosemenných a dvouděložných rostlin. Kambium směrem dovnitř stonku vytváří druhotné dřev, směrem vně druhotné lýko, v našich podmínkách typická dělivá činnost začíná na jaře a končí na podzim (obr. 6). Primární kůra je nahrazena sekundární kůrou, která vzniká činností felogenu. Felogén se nachází pod povrchem stonku, vně odděluje zkorkovatělé buňky tvořící druhotnou kůru, dovnitř tenkostěnné buňky zelené kůry. Navenek jsou to

buňky korku (felém), směrem dovnitř jsou to chloroplasty obsahující vrstvy felodermu. Celé skupině felému, felogénu a felodermu říkáme periderm. Buňky felému a primární pletiva základní a krycí, která se nacházejí nad vrstvičkou felogénu postupně odumírají, protože jim vrstva korku zamezuje přístupu živin. Jestliže se felogen zakládá vždy v hlubších částech stonku, tak dochází k odumírání i sekundárního krycího pletiva a vytváří se tzv. borka (rhytidoma) (Šlezingerová a Gandelová 1994).



Obr. 6. : Sekundární stavba stonku (Gandelová a Šlezingerová 2002)

### 5.3 Metody xyloemie

Studium mikroskopické stavby dřeva probíhá na třech řezech (obr. 7).

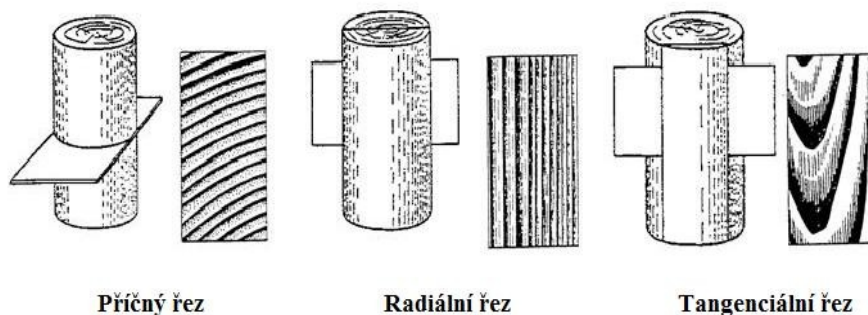
- Řez transversální (příčný) - vedený v rovině kolmé k ose kmene
- Řez radiální (středový) - vedený v rovině rovnoběžné s osou kmene a procházející středem kmene (dřeni)
- Řez tangenciální (tečný) - vedený v rovině rovnoběžné s osou kmene a neprocházející středem kmene (dřeni)



Znaky viditelné na jednotlivých řezech jsou popsány v níže uvedené Tab. 1.

Tab. 1.: Pozorované znaky na řezech (upraveno podle Šlezingerové a Gandelové 1994)

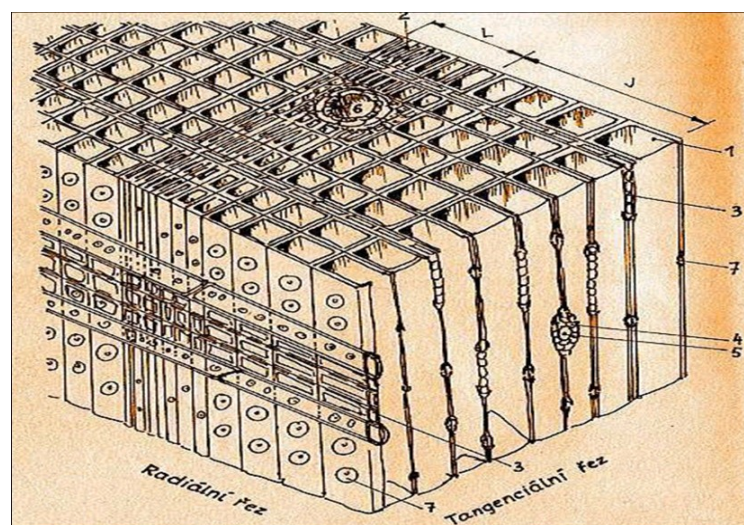
Řez	Jehličnaté stromy	Listnaté stromy
<b>Příčný (transversální)</b>	Jarní a letní tracheidy	Velikost a uspořádání cév
	Zřetelný přechod jarní-letní dřevo, letokruhy	Thyly (vakovité útvary), které vyplňují lumeny cév
	Výskyt vertikálních kanálků a přítomnost axiálního parenchymu	Šířka dřeňových paprsků
		Uspořádání axiálního parenchymu
<b>Radiální (středový)</b>	Charakteristické uspořádání dvojteček	Ztenčeniny buněk paprsku v místě styku s cévou
	Typická křížová pole	Typ perforací cév
	Letokruhy zde vytváří téměř rovnoběžné pásy	Thyly
<b>Tangenciální (tečný)</b>	Výška a stavba dřeňových paprsků, výskyt horizontálních pryskyřičných kanálků	Vrstevnatost a výška paprsků
		Výskyt thyl v cévách



Obr. 7. : Schématické znázornění základních řezů kmenem, 1 – příčný (transversální) řez, 2 – radiální řez, 3 – tangenciální řez (Balabán 1955)

## 5.4 Dřevo jehličnanů

Jelikož se v případě všech studovaných vzorků jedná výlučně o jehličnany, zaměřím se v následujícím popisu pouze na ně. Dřevo jehličnanů má jednodušší stavbu (tzv. homoxylie). Hlavními stavebními prvky tohoto dřeva jsou tracheidy, dřevní parenchym, parenchym dřevňových paprsků a pryskyřičné kanálky (obr. 8). Tracheidy tvoří asi 95% objemu dřeva. Axiální (podélný) parenchym je většinou málo vyvinutý nebo může i chybět. Parenchym dřevňových paprsků (radiálně uspořádaný parenchym) tvoří paprsky, které jsou nejčastěji jednořadé, 7 – 20 buněk vysoké. Pryskyřičné kanálky jsou schizogenního původu, chybí např. ve dřevě jedle, tisu, jalovce.



Obr. 8.: Schématické zobrazení dřeva jehličnanů: J - jarní dřevo, L - letní dřevo, 1 - jarní tracheida, 2 - letní tracheida, 3 - úzký dřevňový paprsek, 4 - široký dřevňový paprsek, 5 - vodorovný pryskyřičný kanálek, 6 - svislý pryskyřičný kanálek, 7 - dvojtečka (Internet 3)

### 5.4.1 Parenchymatické buňky

Parenchymatické buňky jsou protáhlé buňky s tenkými buněčnými stěnami a hojnými tečkami. Zůstávají dlouho živé, obsahují různé látky, jako jsou škrob, pryskyřice. Zastávají funkci zásobní, vyživovací a případně vodivou. Ve dřevě jehličnanů tvoří dřevňové paprsky, pryskyřičné kanálky a dřevní (axiální) parenchymem (Votrubová 1997).

### 5.4.2 Cévice (tracheidy)

Tracheidy jsou protáhlé buňky s různým zakončením (oblé, špičaté, vidličkovité aj.), které mají rozdílnou funkci i stavbu v jarním a letním dřevě. Velikost tracheid a tloušťka buněčných stěn závisí na jejich poloze v rámci letokruhu. Tracheidy jsou ve

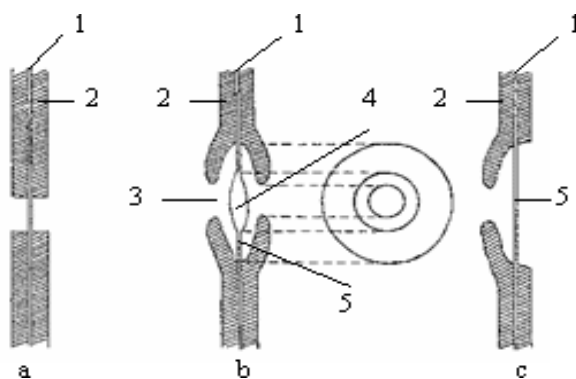
dřevě většinou uloženy vertikálně. Jarní tracheidy jsou tenkostěnné buňky se širokým lumenem a s četnými dvojtečkami, které plní vodivou funkci. Letní tracheidy jsou tlustostěnné buňky větvenovitého tvaru s ostrým zakončením a úzkými lumeny, které plní mechanickou (vyztužovací) funkci. Obsahují jen málo dvojteček a jejich délka je asi o 10 % větší než u jarních tracheid. Letní tracheidy se začínají vytvářet na konci jarního období a přechod mezi zónou jarního a letního dřeva může být náhlý nebo pozvolný v závislosti na druhu dřeviny.

Kromě vertikálně orientovaných tracheid se ve dřevě jehličnanů mohou vyskytovat i horizontálně orientované tzv. příčné (ležaté) tracheidy, které jsou součástí dřevných paprsků (Šlezingerová a Gandelová 1994). Jejich rozměry jsou však menší než u vertikálních tracheid. Jejich výskyt a stavba je důležitý diagnostický znak při rozlišování jehličnanů.

#### 5.4.3. Typy ztenčení

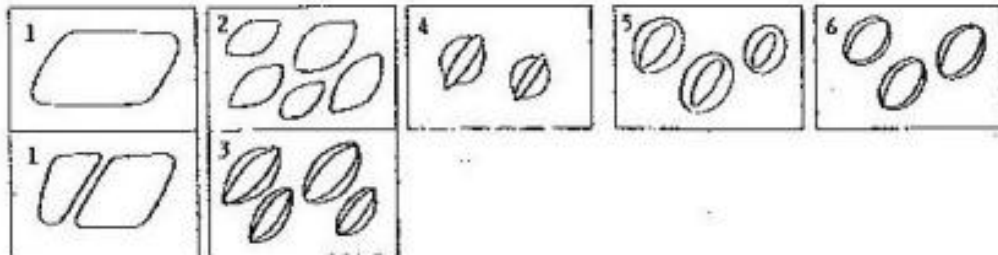
**Jednoduché ztenčiny (tečky)** jsou ztenčené buněčné stěny kruhovitě až eliptického tvaru spojující dvě sousední parenchymatické buňky. Hlavní funkcí je látková výměna mezi buňkami (Balabán 1955).

**Dvůrkaté ztenčiny (dvojtečky)** jsou viditelné pod mikroskopem jako dvě soustředné kružnice (tečka obklopená dvůrkem). Jedná se o struktury ve ztlustlé buněčné stěně tracheidy tvořené otvorem s perforovanou blankou margo, na níž se nachází ztlustění, tzv. torus. Látky proudí přes otvor zvaný pórus (obr. 9) Nejlépe jsou vidět na radiálních řezech, na tangenciálních stěnách prakticky chybí.



Obr. 9. : Schématické znázornění různých typů ztenčení: a – tečka, b – dvojtečka typická pro jehličnany, c – poloviční dvojtečka, 1 – střední lamela a primární buněčná stěna, 2 – sekundární buněčná stěna, 3 – porus, 4 – torus, 5 – margo (dle Šlezingerové a Gandelové 1994)

**Poloviční dvojtečky** jsou typické pro tzv. křížová pole. Křížovými poli se označují místa styku dřevných paprsků s tracheidami, které se dají pozorovat na radiálních řezech (obr. 10). Je to důležitý identifikační faktor u jehličnatých dřevin. Rozlišujeme několik druhů teček křížových polí: oknový, pinoidní, piceoidní, cupressoidní, taxodiodní a araukarioidní (Šlezingerová a Gandelová 1994).



Obr. 10. Typy polovičních teček v křížovém poli: 1 – oknový, 2, 3 – pinoidní, 4 – piceoidní, 5 – cupressoidní, 6 – taxodiodní (Šlezingerová a Gandelová 1994)

## 6. Výsledky

### 6. 1. Systematická část

Na základě fotografií pořízených na řádkovacím elektronovém mikroskopu (SEM) došlo k vlastnímu určování a zařazování vzorků xylitů. Pro porovnání jsem ještě pozorovala recentní jehličnaté dřeviny na optickém mikroskopu. Konzultovala jsem rovněž vědeckou literaturu (např. Dolezych 2005, Teodoridis a Sakala 2008). Dále jsem musela vzít v potaz výzkum kolektivu pracovníků Oddělení geochemie ÚSMH AV ČR, v.v.i., kteří provedli chemický rozbor a snažili se o částečné taxonomické zařazení.

Materiál bylo možné rozdělit na dva odlišné rody. Prvním rodem je *Glyptostroboxylon* a druhým je *Taxodioxylon*. Následuje stručný anatomický popis, detailní varianta je v příložené tabulce.

### **Cupressaceae GRAY sensu FARJON 2005**

#### ***Glyptostroboxylon* CONWENTZ emend. DOLEZYCH & VAN DER BURGH**

##### **1) *Glyptostroboxylon rudolphii* DOLEZYCH & VAN DER BURGH**

(Příloha 4)

**Materiál:** Vzorek P1–P8/2009, P10/2009, P12/2009, P14–P15/2009, P17–P18/2009, P20–22/2009, P24/2009, PB4/2008

**Popis:** Příčný řez – letokruhy nebyly pozorovány, přechod jarního a letní dřeva nebyl zřetelný, protože dřevo je stlačené. Tangenciální řez – malé, občas kruhově ohraničené dvojtečky, dřevné paprsky jsou jednořadé, výška paprsků do 10 buněk, max. pak 15 buněk, mezibuněčné prostory nebyly pozorovány, v axiálním parenchymu jsou hojná pryskyřičná tělíska a jeho příčné stěny nebyly pozorovány. Radiální řez – lze vidět kulatě ohraničené dvojtečky, 1–2 vedle sebe, někdy těsně vedle sebe, které jsou převážně nepravidelné, horizontální a tangenciální stěny dřevných paprsků jsou hladké, tenké, občas ztloustlé, dřevné paprsky jsou homocelulární. V křížových polích se vyskytují dvojtečky převážně „glyptostroboidní“ (typ taxodiodní s výrazně redukováným ohraničením) uspořádané 1–2 v poli vedle sebe.

## ***Taxodioxyton* HARTIG**

### **2) *Taxodioxyton gypsaceum* (GOEPPERT) KRÄUSEL**

(Příloha 5)

**Materiál:** Vzorek PB5/2009, P9/2009, P11/2009, P13/2009, P16/2009, P18– P19/2009, P23/2009

**Popis:** Příčný řez – letokruhy, respektive jarní i letní dřevo jsou stlačené a u některých vzorků byly špatně pozorovatelné, pouze u vzorku P16/2009 je trochu znatelné letní dřevo. Tangenciální řez – relativně malé dvojtečky, dřeňové paprsky jsou zpravidla jednořadé, výška paprsků je průměrně do 10 buněk, max. však 17 buněk, axiální parenchym je tvořen pryskyřičnými tělisky, příčné stěny nebyly pozorovány. Radiální řez – kulatě ohraničené dvojtečky, 1–2 řady vedle sebe, v pravidelných řadách, někdy jsou dvojtečky namáčkly na sobě, že se i deformují, často přítomny jsou krasuly, horizontální stěny dřeňových paprsků jsou hladké, tenké, někdy ztloustlé. V křížových polích se vyskytují taxodiodní tečky většinou 1–3 v políčku vedle sebe, kde tvoří horizontální řady.

## **6. 2. Diskuse**

Oblast severních Čech se vyznačuje hojným zastoupením nálezů terciérních fosilních dřev. Teodoridis a Sakala (2008) popsali fosilní dřeva z oblasti mostecké pánve a hlavně z lomu Bílina. Zjistili, že se zde nachází jehličnany pouze čeledi Cupressaceae. Tyto taxony charakterizují vlhkomilnou bažinatou vegetaci a lužní lesy. Lze tedy říci, že se mé výzkumy ztotožňují s jejich prací.

Veškeré vzorky zuhelnatělých dřev určené ke studiu v rámci této práce byly zapůjčeny od Ing. Karla Macha ze Severočeských Dolů, a.s. Doly Bílina. V první etapě bylo zapůjčeno 13 ks vzorků, ve druhé taktéž 13 ks. Z celkového počtu 26 vzorků bylo zhotoveno 85 preparátů, kdy většina z nich mi umožnila pozorovat anatomické struktury dřeva. Snahou bylo vybrat co nejlépe zachované kusy, na kterých bylo možné rozpoznat základní anatomické znaky zástupců jednotlivých skupin jehličnatých stromů (Příloha 3).

Zařazování vzorků do botanického systému na základě zachovaných anatomických znaků bylo obtížné. Při určování je nutné brát v potaz několik příčin, které mohou zařazení ovlivnit. Mohou to být:

- Způsob zachování (prouhelňování) - při procesu prouhelňování dochází nejprve k biochemickým změnám, poté se ve větších hloubkách začíná uplatňovat teplota, čas a tlak, kdy tlak hraje při posuzování velkou roli. Xylit neboli zuhelnatělá část dřeva je se zvyšující se hloubkou stlačován a nezachová si tak svou původní podobu, proto je občas těžké rozpoznat jarní a letní dřevo.
- V kmenové a kořenové části jednoho druhu dřeviny mohou být stejné anatomické znaky často velmi rozdílné. Jedná se o výšku dřeňových paprsků a tečkování na tracheidách. V kořenové části se na rozdíl od kmenové části mohou nacházet nižší dřeňové paprsky s parenchymatickými buňkami. Parenchymatické buňky jsou na příčném řezu vyšší, na tangenciálním širší a na radiálním řezu kratší. V křížových polích se vyskytuje více teček různého typu a velikosti. V jedné dřevině se mohou vyskytovat jak cupressoidní, tak taxodiodní tečky (Denne a Turner 2009). Rozlišuje se rozmístění a četnost teček na tracheidách, velikost teček v křížových polích, šířka dřeňových paprsků a průměr tracheid ve vyjmenovaných částech dřeviny (Falcon-Lang 2005).
- V jarním a letním dřevě se liší typ a velikost teček. V jarním dřevě se v křížových polích vyskytují většinou tečky větší (mají i větší pórus) než v letním dřevě, kdy může být pórus malý, nebo může dojít ke stavu, kdy je vidět pouze její ohraničení. Některé tečky křížových polí mohou být v letním dřevě zcela jiné než ve dřevě jarním (Gromyko 1990).

Postupným vyřazováním jsem vyloučila čeledě jako *Sciadopityaceae*, *Taxaceae*, *Cephalotaxaceae* a *Pinaceae*. Důvodem byla absence některých anatomických znaků, které se nevyskytují ve vzorcích xylitů, jako například přítomnost spirál na tracheidách, horizontální tracheidy či pryskyřičné kanálky. Jako nejvhodnější se jevila čeleď *Cupressaceae*, pro kterou je typický axiální parenchym a hladké a tenké stěny u dřeňových paprsků. Uspořádání a typ tečkování v křížových polích hraje také velkou

roli pro určení rodu a druhu dřeviny. V čeledi Cupressaceae se pak nejčastěji vyskytují tečky cupressoidního a taxodiodního typu.

Po podrobném zkoumání anatomických znaků jsem určila 2 rody v rámci čeledi. Jedná se o rod *Glyptostroboxylon* CONWENTZ emend. DOLEZYCH & VAN DER BURGH a *Taxodioxyton* HARTIG. Tyto dva druhy jsou odlišné v několika znacích. *Glyptostroboxylon* na rozdíl od *Taxodioxytonu* má tečky v křížových polích neuspořádané, většinou jsou nad sebou, nebo náhodně v poli. Tečky vypadají téměř jednoduché, bez jakéhokoli póru. Takové tečky se pak označují jako „glyptostroboidní“. Dvojtečky na tracheidách jsou uspořádány v 1-2 řadách většinou nepravidelně, často jsou na sobě namáčklé. Dvojtečky na tracheidách u *Taxodioxytonu* jsou uspořádány také v 1-2 řadách pravidelně, ovšem letní dřevo je stlačené a tracheidy poměrně úzké, a je tak dost možné, že další tečky už se do horizontální řady „nevešly“ a jsou vmáčklé pod nimi.

Musela jsem ale i zvážit výzkum pracovníků Oddělení geochemie ÚSMH AV ČR, v.v.i. V letech 2008, 2009 a 2010 prováděli geochemický rozbor vzorků xylitů a snažili se o částečné taxonomické zařazení. V dřevinách se vyskytují tzv. biomarkery, které jsou specifické pro určité druhy stromů. Jedná se o geochemické fosílie, organické sloučeniny, které mají biosyntetický původ a mohou být zachovány v geologickém materiálu (Sýkorová et al. 2009). Řadí se do nich terpeny, což jsou přírodní sloučeniny převážně rostlinného původu a jsou podstatnou složkou rostlinných silic (etherických olejů) a pryskyřic. Jsou tvořené dvou a více isoterpenovými jednotkami (monoterpeny, seskvoterpeny, diterpeny, triterpeny, tetraterpeny a polyterpeny) (Sýkorová et al. 2010).

Na základě GC-MS analýzy (plynová chromatografie s hmotnostně spektrometrickou dekekcí) rozlišili 2–3 taxony. Z terpenů nejvíce převládají phyllocladane a cedran (Sýkorová et al. 2009). U vzorků P7, P9, P16, P23/2009, PB4 a PB5/2008 výrazně převládá phyllocladane nad cedranem, což značí jiný taxon než u zbylých vzorků. Jejich výsledky částečně odpovídají mým výsledkům. Já jsem do této skupiny přiřadila ještě vzorky P11, P13, P18 a P19/2009, ovšem oproti geochemickým výsledkům jsem vyřadila vzorky P7/2009 a PB4/2008.



## 7. Závěr

V předložené diplomové práci jsem se zaměřila na pařezový horizont č. 31, který se nachází v těsném nadloží hlavní uhelné sloje lomu Bílina. V horizontu se nacházejí zuhelnatělé kmeny (xylity), které se zachovaly v původní růstové pozici. V třetihorách se na místě dnešního lomu nacházelo jezero, které vznikalo postupným zaplavováním močálu. V močálech rostla různá vegetace, především ale jehličnany, které podmínily vznik hnědého uhlí.

Pro úspěšné systematické určení dřev je důležité vybrat vhodné vzorky xylitů, na kterých jsou co nejlépe zachovány anatomické znaky. U stlačených vzorků není možné anatomické vlastnosti pozorovat ideálním způsobem.

V systematické části jsem studovala 26 vzorků xylitů z lomu Bílina. Podařilo se mi zhotovit celkem 85 preparátů orientovaných podle příčného, radiálního a tangenciálního směru.

Na základě popsaných anatomických znaků jsem určila, že vzorky xylitů z pařezového horizontu č. 31 patří k čeledi Cupressaceae, konkrétně druhům *Glyptostroboxylon rudolphii* DOLEZYCH & VAN DER BURGH a *Taxodioxylon gypsaceum* (GOEPPERT) KRÄUSEL.

Tyto výsledky byly pak z větší části v souladu s geochemickými analýzami.

## Seznam použité literatury

- Adamovič J. a Coubal M., 1999. Intrusive geometrie and Cenozoic stress history of the northern part of the Bohemian Massif. *Geolines* 9, 5–14.
- Balabán K., 1955. *Nauka o dřevě: Anatomie dřeva; 1. část*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 216 str.
- Březinová D., 1970. *Přehled dosavadních nálezů fosilních dřev na území Československa zpracovaných na základě literárních pramenů*. MS, Národní muzeum, Praha, 36 str.
- Bůžek Č., 1971. Tertiary flora from the northern part of the Pětipsy area (North-Bohemian basin). *Rozpravy Ústředního ústavu geologického* 36, 1–118.
- Bůžek Č., Čtyroký P., Fejfar O. a Kvaček Z., 1987. *Přínos paleontologie pro poznání severočeské pánve*. In: Brus Z. et al. (eds), *Geologie oblasti, XXVI. Celostátní konference ČSMG. Most*. 70–87.
- Bůžek Č., Holý F., Kvaček Z., 1968. Die Gattung *Doliosporites* Marion und ihr Vorkommen im nordböhmischen Tertiär. *Palaeontographica* 123, 153–172.
- Bůžek Č., Holý F., Kvaček Z., 1987. Evolution of main vegetation types in the Loir Miocene of NW Bohemia. *Contribution of Czechoslovak Palaeontology to Evolutionary Science, 1945-1985*, Univerzita Karlova Praha, 150–161.
- Denne P. a Turner S., 2009. Ray structure differences between rootwood and stemwood in a range of softwood species. *IAWA Journal* 30, 71–80.
- Diessel C. F. K., 1992. *Coal-Bearing depositional systems*. Springer-Verlag, Berlin, 721 str.
- Dolezych M., 2005. *Koniferenhölzer im 2. Lausitzer Flöz und ihre ökologische Position*. MS Doktorská práce. LLP Contributions Series 19, Utrecht, 1–339.
- Domáci L., 1977. Litostratigrafie třetihorních sedimentů hnědouhelné severočeské pánvi. *Acta Universitatis Carololinae, Geologica* 1975, 75–80.
- Dopita M., Havlena V., Pešek J., 1985. *Ložiska fosilních paliv*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 264 str.

- Falcon-Lang H. J., 2005. Intra-tree variability in wood anatomy and its implications for fossil wood systematics and palaeoclimatics studies. *Palaeontology* 48, 171–183.
- Farjon A., 2005. *A monogram of Cupressaceae and Sciadopitys*, Kew, Royal Botanic Gardens, 648 str.
- Gandelová L., Horáček P., Šlezingerová J., 2002. *Nauka o dřevě*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 176 str.
- Gromyko D. V., 1990. Comparative-anatomical study of pits on the crossfield of wood of the Taxodiaceae family using scanning elektron microscopy. *Botaniceskij Zhurnal* 75, 973–978.
- Havlena V., 1963. *Geologie uhelných ložisek 1*. Nakladatelství Československé akademie věd Praha, 342 str.
- Hurník S. a Havlena V., 1984. The Krušné hory Mts. and brown–coal basin at their foot as a part of the neotectonic megafon structure. *Časopis Mineralogie a Geologie* 29, 55-67.
- Jirásek J. a Sivek M. 2007: *Ložiska nerostů*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR a Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 140 str.
- Kopecký L., 1978. Neoidic taphrogenic evolution and young alkaline volcanism of the Bohemian Massif. *Sborník geologických věd, Geologie* 31, 91–107 str.
- Knobloch E., Konzalová M., Kvaček Z., 1996. Die obozäne Flora der Staré Sedlo-Schichtenfolge in Böhmen (Mitteleuropa). *Rozpravy Ústředního ústavu geologického* 49, 1–260.
- Kvaček Z., 2003. Aquatic Angiosperms of the Early Miocene Most Formation of North Bohemia (Central Europe). *Cour. Forschungsinst. Senckenberg* 241, Frankfurt am Main, 255-279.
- Kvaček Z., Bůžek Č., 1982. *Třetihorní rostlinná společenstva severočeské hnědouhelné pánve ve vztahu k litofaciálnímu vývoji*. Výzkumná zpráva, Ústav geologie a geotechniky ČSAV, Ústřední ústav geologický, Praha, 460 str.

- Kvaček Z. a Bůžek Č., 1995. Endocarps and foliage of the flowering plant family Icacinaceae from the Tertiary of Europe. *Tertiary Research* 15, 121–138.
- Kvaček Z. a Walther H., 1998. The Oligocene volcanic flora of Kundratice near Litoměřice, České středohoří Volcanic komplex (Czech Republic). *Acta Musei Nat. Pragae* 54, 1-43.
- Kvaček Z., Dvořák Z., Mach K. a Sakala J., 2004. *Třetihorní rostliny severočeské hnědouhelné pánve*. Granit, s.r.o., Praha, 160 str.
- Kvaček Z., Teodoridis V., 2007. Tertiary macrofloras of the Bohemian Massif: a review with correlations within Boreal and Central Europe. *Bulletion of Geosciences* 82, 383–408.
- Mach K., Teodoridis V., Rajchl M., 2009. Paleogeografie a paleobiologie mostecké pánve ve spodním miocénu. Seminář Svinčice,
- Malkovský M., Brunerová Z., Bůžek Č., Čadek J., Čadková Z., Čech F., Čuta J., Domáci L., Elznic A., Fejfar O., Gabriel M., Gabrielová N., Hercogová J., Hokr Z., Kačura G., Kodymová A., Kopecký L., Králík F., Kurendová J., Líbalová J., Malecha A., Manová M., Mašín J., Plzák V., Rákosová M., Řeháková Z., Schovánek P., Schováňková D., Šalanský K., Šebesta J., Šmejkal V., Šrámek J., Štemprok M., Tásler R., Tyráček J. & Urban J. 1985. *Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí*. Ústřední ústav geologický, Praha, 424 str.
- Matysová P., 2006. *Permokarbonská silicifikovaná dřeva z vnitrosudetské a podkrkonošské pánve: Systematika a instrumentální analýza*. MS diplomová práce, Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, PŘF UK, Praha, 190 str.
- Pešek J., Adámek J., Brzobohatý R., Bubík M., Cicha I., Dašková J., Doláková N., Elznic A., Fejfar O., Franců J., Hladilová Š., Holcová K., Honěk J., Hoňková K., Jurková Z., Krásný J., Krejčí O., Kvaček J., Kvaček Z., Macůrek V., Opluštil S., Mikuláš R., Pálenský P., Rojík P., Skupien P., Spudil J., Sýkorová I., Šikula J., Švábenická L., Teodoridis V., Titl F., Tomanová- Petrová P., Ulrych J., 2010. *Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky. Vydání 1. Česká geologická služba*, Praha, 438 str.

- Rajchl M., Uličný D., Grygar R., a Mach K., 2009. Evolution of basin architecture in an incident continental rift: the Cenozoic Most Basin, Eger Graben (Central Europe). *Basin Research* 21, 269–294.
- Scott C. A., 2010. Charcoal recognition, taphonomy and uses in palaeoenvironmental analysis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291, 11–39.
- Sýkorová I., Havelcová M., Matysová P., Trejtnarová H., Šulc A., Čermák I., 2009. *Vypracování metodiky výzkumu xylitové uhelné hmoty, 1. etapa. Výzkumná zpráva v rámci objednávky OSB48022720*, Ústav struktury a mechaniky hornin, AV ČR, v.v.i., Praha, 79 str.
- Šlezingerová J., Gandelová L., 1994. *Stavba dřeva*. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 179 str.
- Taylor G. H., Teichmüller M., Davis A., Diessel C.F.K., Linke R., Robert P., 1998. *Organic Petrology*, Berlin a Stuttgart, Gebruder Borntraeger, 704 str.
- Teodoridis V. a Kvaček Z., 2006. Palaeobotanical research of the Early Miocene deposits overlying the main coal seam (Libkovice and Lom Members) in the Most Basin (Czech Republic). *Bulletin Geosciences* 81, 93–113.
- Teodoridis V. a Sakala J., 2008. Early Miocene conifer macrofossils from the Most Basin (Czech Republic). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 250, 287–312.
- Uličný D., Dvořák Z., Mach K., Rajchl M., 2000. Sedimentation and synsedimentary deformation in a rift- margin, Lacustrine delta systém: the Bílina delta (miocene), Most basin. *Geolines* 10, 84–95.
- Votrubová O., 1997. *Anatomie rostlin*. Vydalo Karolinum, Nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha, 89 str.
- Wójcicki J. J. a Kvaček Z., 2002. Hemitrapa fruits (Trapaceae) in the late Early Miocene Lom Coal Seam, Most Formation, North Bohemia. *Acta Palaeobotanica* 42, Kraków, 109-116.

## **Internetové zdroje**

[1] Nebesářová J., 2002. Elektronová mikroskopie pro biology.

<http://www.paru.cas.cz/lem/book/index.html#>, 15. 4. 2012

[2] Primární stavba stonku.

[http://web2.mendelu.cz/af\\_211\\_multitext/obecna\\_botanika/texty-organologie-primarni\\_stavba\\_stonku.html](http://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-primarni_stavba_stonku.html), 25. 11. 2011

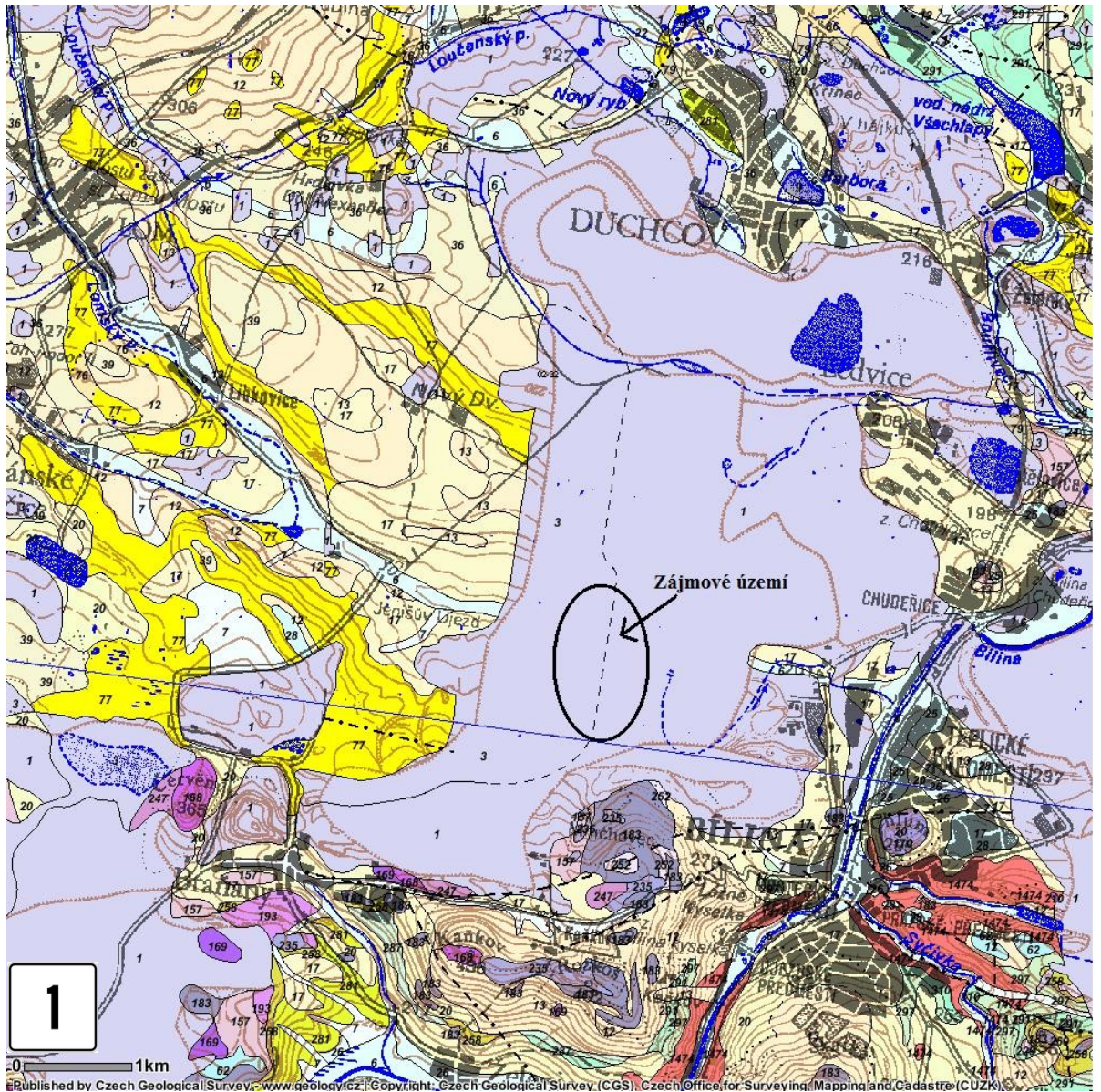
[3] Schematické zobrazení dřeva jehličnanů

[http://fld.czu.cz/~zeidler/mikroskopicka\\_stavba\\_1.pdf](http://fld.czu.cz/~zeidler/mikroskopicka_stavba_1.pdf), 20. 11. 2011

## **Přílohy**

### **Příloha 1**



- 1 – Geologická mapa okolí Bíliny s vyznačeným zájmovým územím, legenda
- 2 – Celkový pohled na lom Bílina s výřezem pařezového horizontu, stav k 04/2009  
(vytvořil Ing. Karel Mach, Ph.D., z SD, a. s., Doly Bílina, 2012)
- 3 – Detailní pohled na pařezový horizont, stav k 04/2009  
(vytvořil Ing. Karel Mach, Ph.D. z SD, a.s., Doly Bílina, 2012)
- 4 – Seznam a terénní popis vzorků odebraných z pařezů pařezového horizontu na lomu  
Bílina

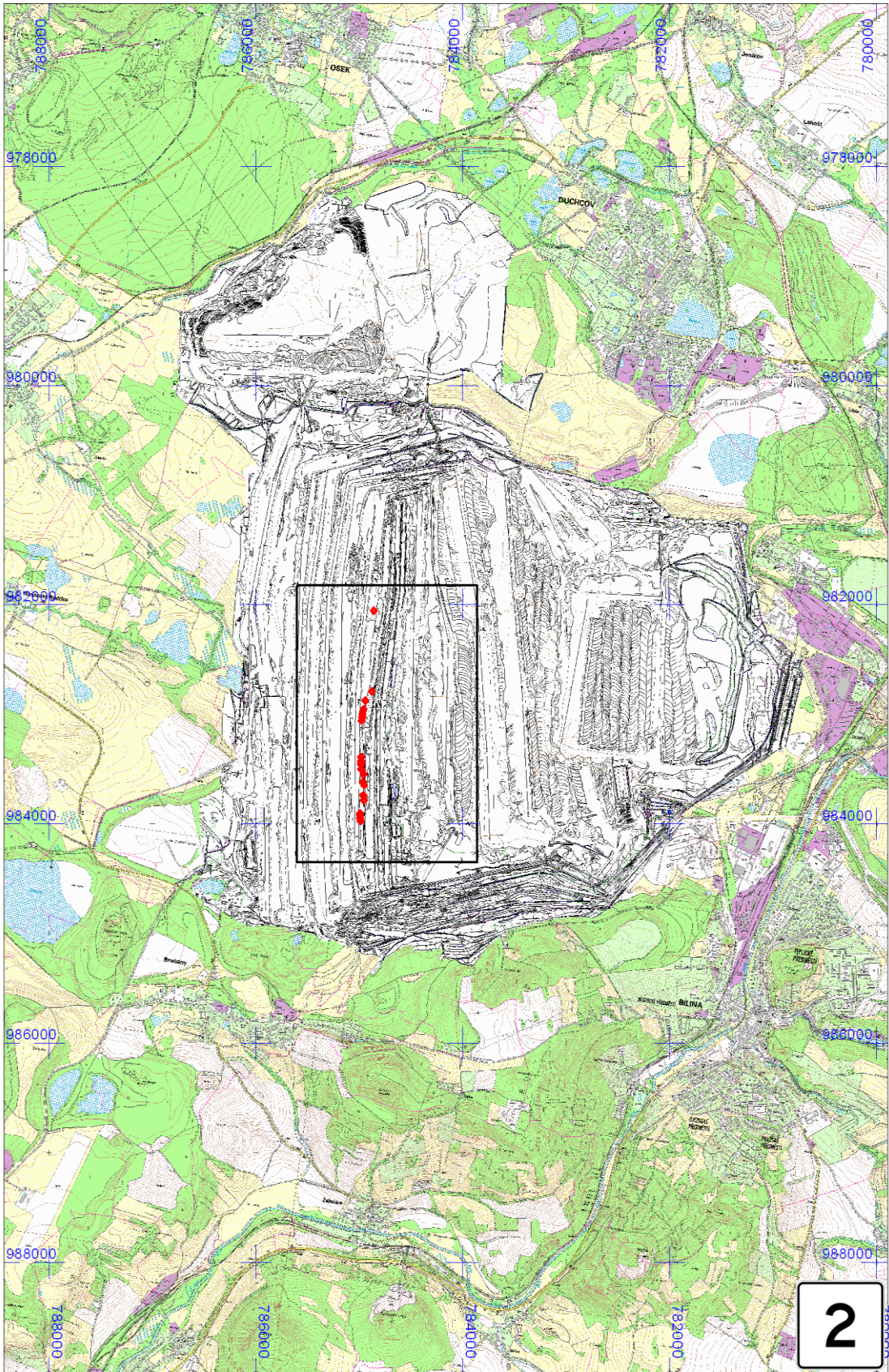




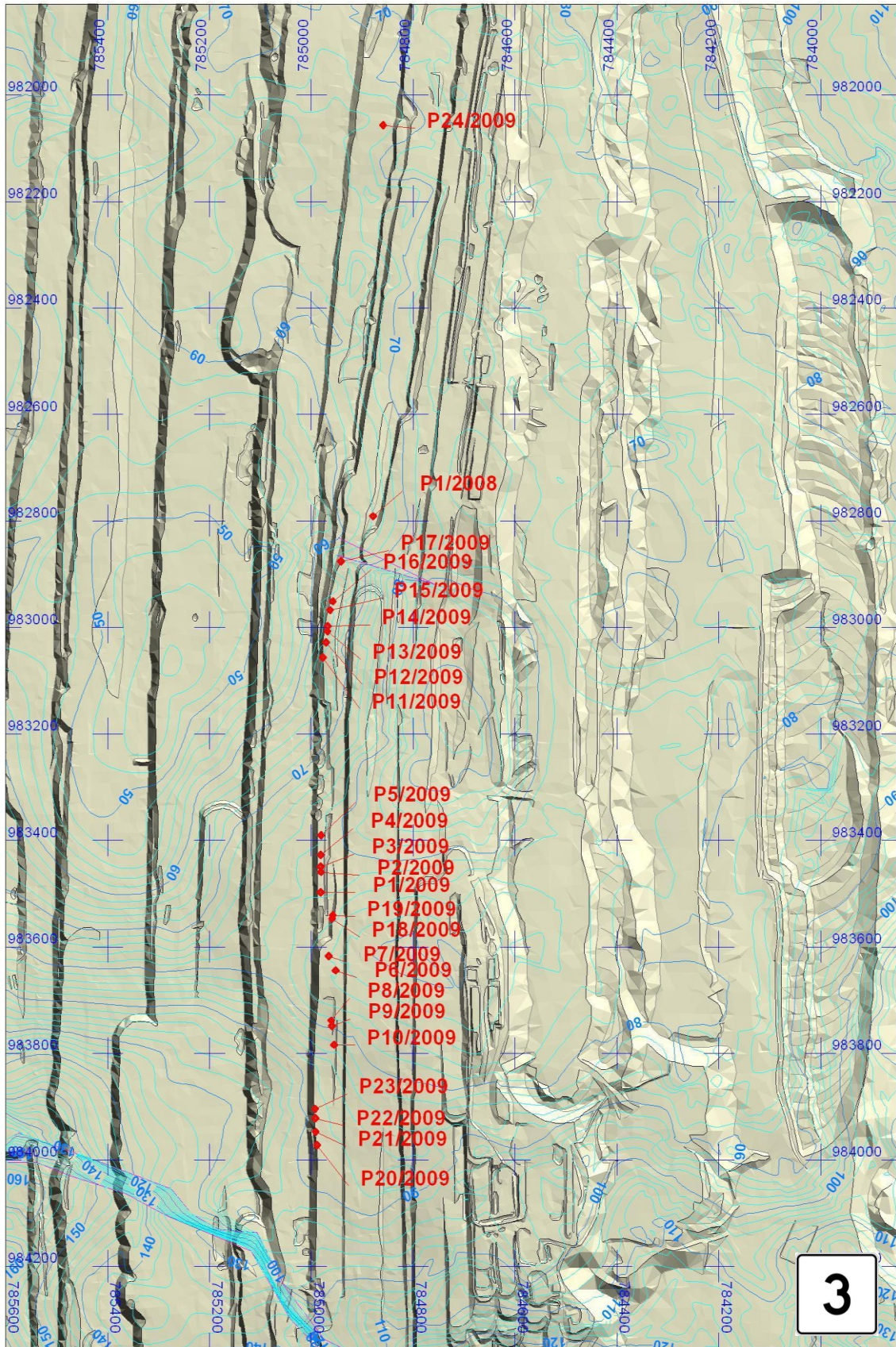
## **Legenda:**

(k obrázku z předešlé strany)

-  **1- antropogenní uloženiny, vytěžené prostory**
-  **3- vytěžené prostory**
-  **6- říční a nivní sedimenty (písek, štěrk)**
-  **7- svahové sedimenty (hlína, kameny)**
-  **13 a 17- naváté sedimenty (spraš, sprašová hlína)**
-  **26- zvětraliný**
-  **28- říční sedimenty (písčité štěrk)**
-  **32- jezerní a říční sedimenty (písek)**
-  **77- jezerní a říční sedimenty (jíl, písek)**
-  **157- fosilní zvětraliný vulkanitů nerozlišené**
-  **168- fonolity a sodalitické fonolity**
-  **169- bazaltoidy (čedičové horniny)**
-  **193- olivinický nefelinit, analcimit a 'leucitit'**
-  **281- vápnité jílovce, slínovce, vápnité prachovce**
-  **291- vápence jílovité a slínovce (střídání)**
-  **1474- ortorula**







## **Příloha 2**

1, 2 – Pohled na lom Bílina z Ministerské vyhlídky v Braňanech

3, 4, 5 – Pařezový horizont

(na obr. č. 5 je Ing. Karel Mach, Ph.D.)

Foto J. Boudová (stav k dubnu 29. 4. 2011).













### **Příloha 3**

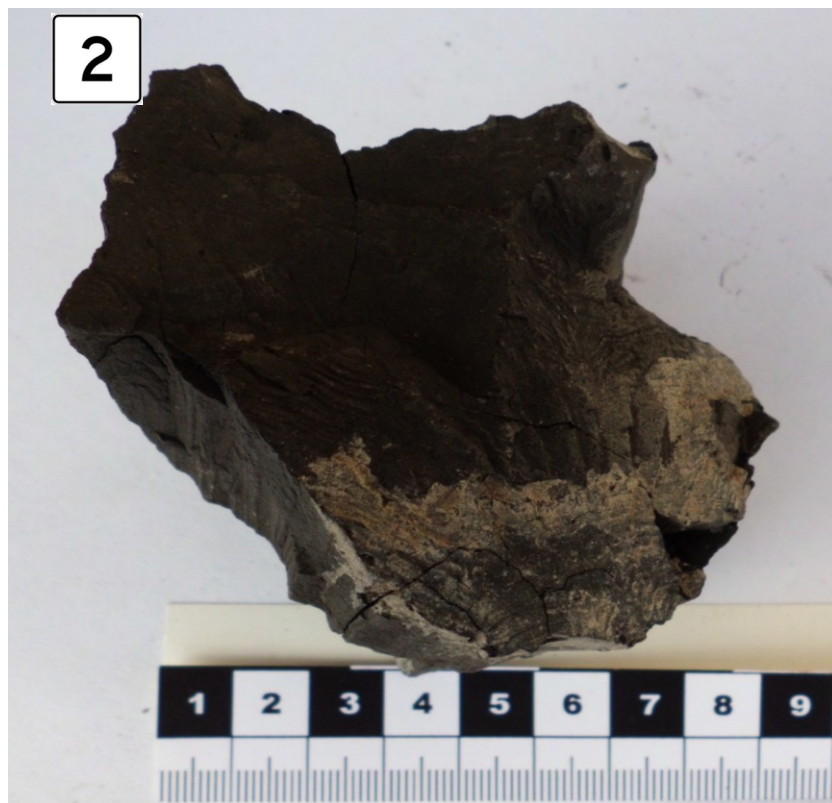
Makroskopické fotky odebraných vzorků

1- Vzorek č. P14/2009

2- Vzorek č. P23/2009

Foto J. Boudová



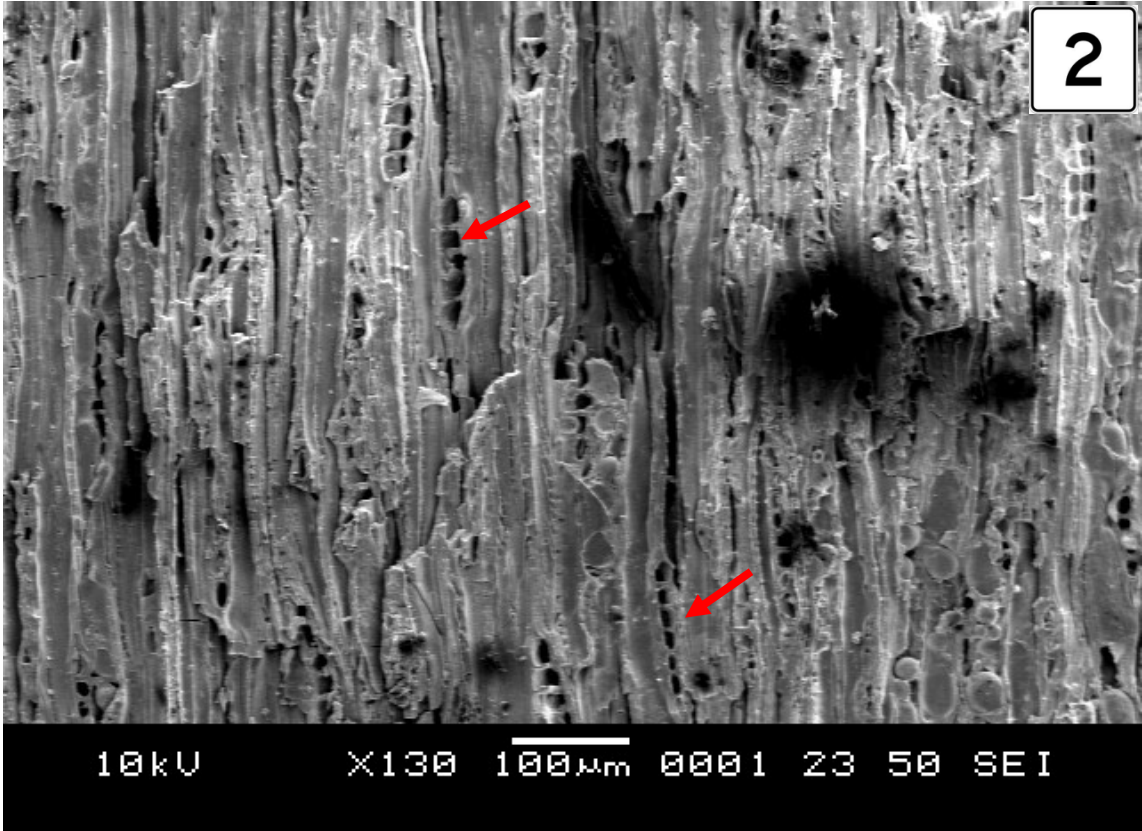
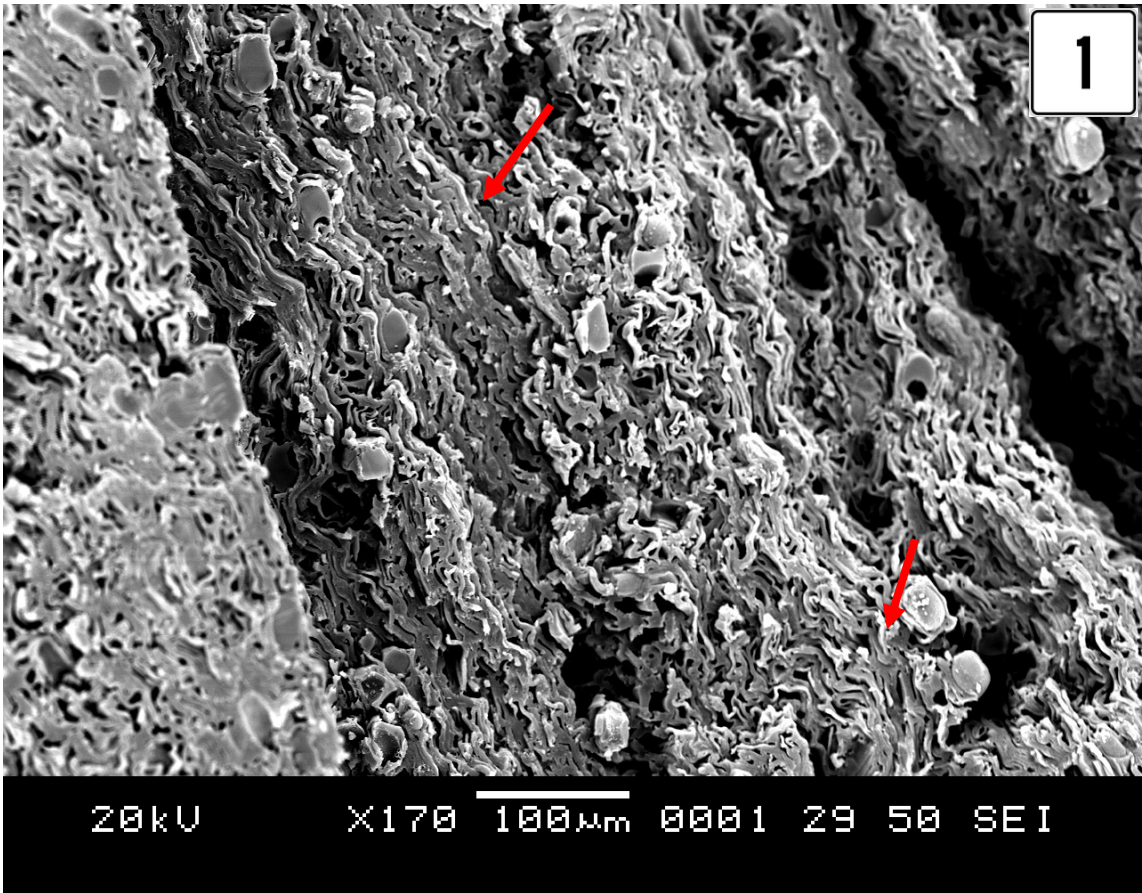


## **Příloha 4**

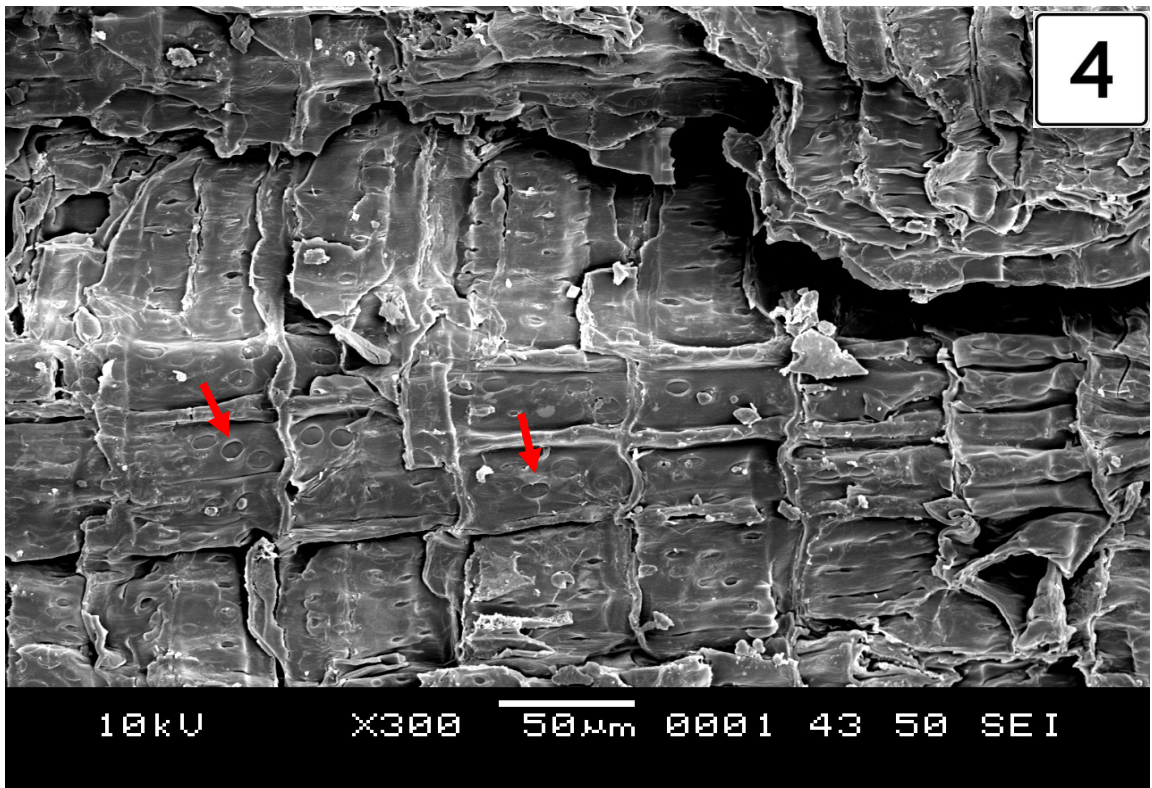
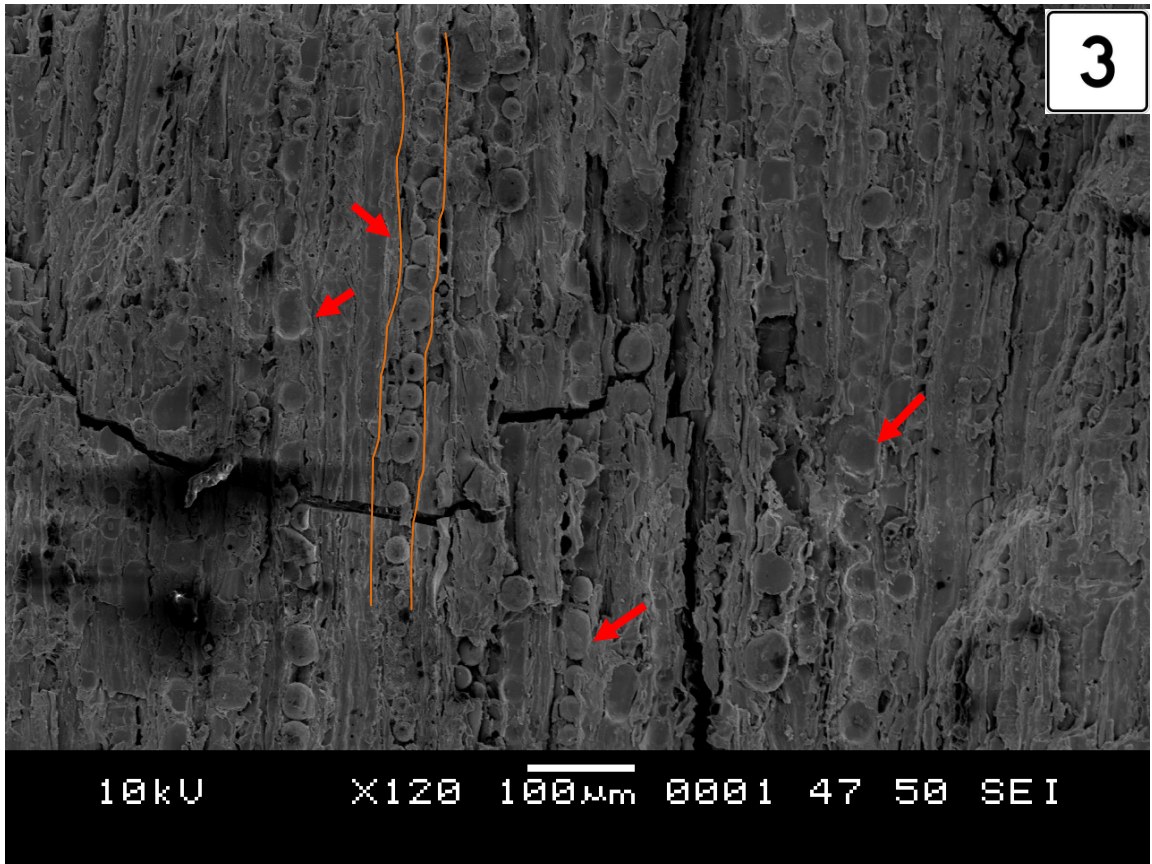
### ***Glyptostroboxylon rudolphii* DOLEZYCH A VAN DER BURGH**

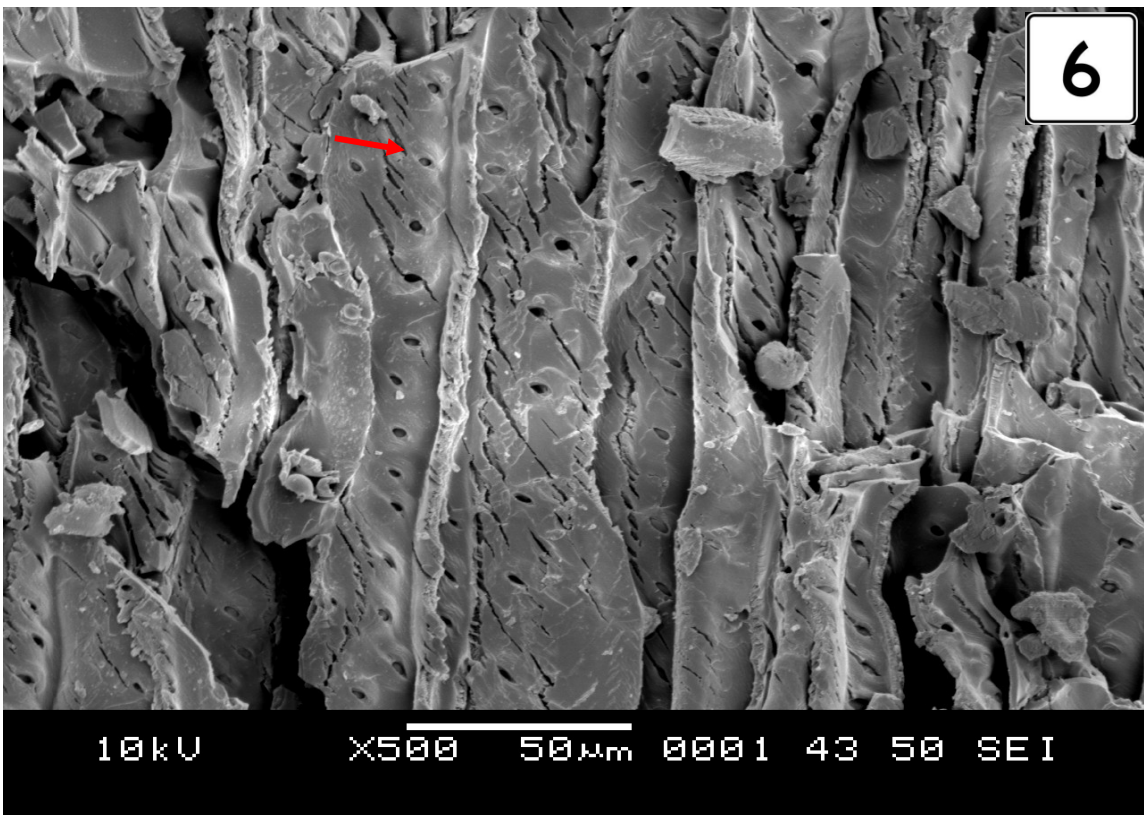
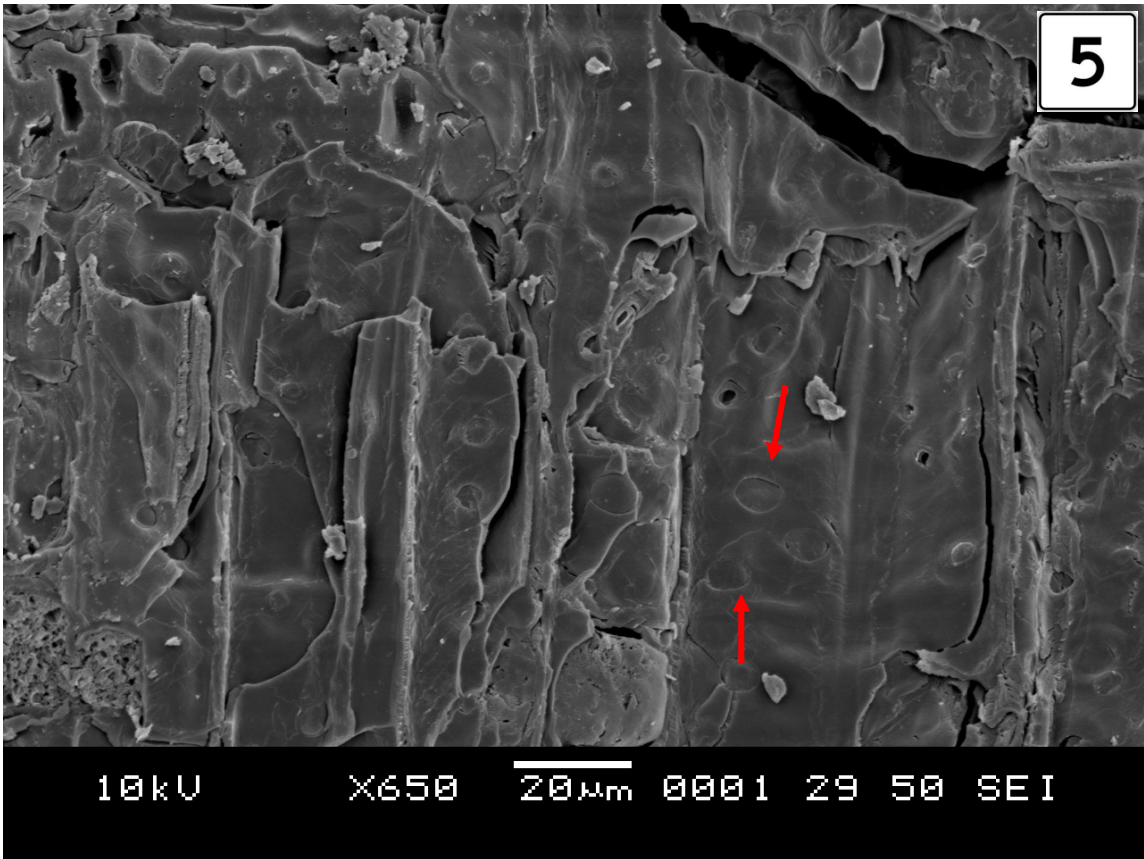
- 1 – TR (transverzální řez), vzorek č. P15/2009 stlačené jarní a letní dřevo
- 2 – TG (tangenciální řez), vzorek č. P2/2009 s nízkými jednořadými dřevnými paprsky (šipka)
- 3 – TG, vzorek č. P4/2009 axiální parenchym tvořený pryskyřičnými tělísky (šipka a ohraničení)
- 4 – RD (radiální řez), vzorek č. PB4/2008 nepravidelně uspořádané glyptostroboidní tečky v křížových polích (šipka)
- 5 – RD, vzorek č. P6/2009 „glyptostroboidní“ typ tečkování v křížových polích (šipka)
- 6 – RD, vzorek č. P21/2009 jednořadé uspořádání dvojteček na tracheidě

Foto J. Boudová









## **Příloha 5**

### ***Taxodioxylon gypsaceum* (GOEPPERT) KRÄUSEL**

- 1- TR, vzorek č. P16/2009 stlačené jarní a částečně i letní dřevo (šipka)
- 2- TG, vzorek č. P23/2009 10–15 buněk vysoké jednořadé dřevné paprsky (šipka)
- 3- TG, vzorek č. P16/2009 axiální parenchym s četnými pryskyřičnými tělisky (na snímku orientován horizontálně, šipka – ohraničení)
- 4- RD, vzorek č. P9/2009 tečky uspořádané v pravidelných horizontálních řadách v křížových polích (šipka)
- 5- RD, vzorek č. P23/2009 taxodioidní typ tečkování v křížových polích (šipka)
- 6- RD, vzorek č. P18/2009 pravidelné dvouřadé uspořádání dvojteček na tracheidě s krasulami

Foto J. Boudová



