

Studium spor *in situ* je jednou z palynologických metod, které doplňují „klasickou“ palynologii disperzních sporových společenstev. Vzorky pro palynologické studium spor a pylových zrn *in situ* jsou odebírány z reprodukčních orgánů rostlin, buď šištic, fertilních vejřířů kapradin nebo z pylových orgánů.

Hlavním přínosem autora je, že studoval tisíce nálezů fertilních částí karbonských rostlin systematicky a intenzivně v mnoha sbírkách v České republice, Evropě (Německo, Polsko, Francie, Velká Británie, Nizozemí, Rakousko), severní Americe (Kanada, USA) a Asii (Čína).

Dříve práce o reprodukčních orgánech paleozoických rostlin a jejich sporách a pylových zrnech *in situ* byly publikovány pouze paleobotaniky bez spolupráce s palynology. Popisy spor a pylových zrn *in situ* nebyly součástí diagnos reprodukčních orgánů jejich mateřských rostlin. Zejména zásluhou několikaletého intenzivního výzkumu autora jsou dnes popisy *in situ* spor a pylových zrn nedílnou součástí diagnos taxonů paleozoických mateřských fruktifikací popř. celých rostlin, známe-li spojení mateřská rostlina-fruktifikace.

Na základě několikaletého intenzivního výzkumu autora je možné rozlišit tři hlavní významy/využití studia paleozoických spor *in situ*.

První je využití pro klasifikaci jak spor, tak jejich mateřských rostlin, včetně vlivu na diagnosy disperzních sporových taxonů a určení přirozené variability spor.

Druhý je význam pro ekologické rekonstrukce paleoprostředí a interpretaci složení vegetace a třetím je využití transmisní elektronové mikroskopie (TEM), tzv.

ultrastrukturních řezů exiny pro fylogenetické linie spor a jejich mateřských rostlin.

Vliv na klasifikaci spor a jejich mateřských rostlin

Příslušnost spor k mateřským rostlinám.

Znalost o afinitě spor je základem jakýchkoli interpretací disperzních sporových společenstev. V několika případech se podařilo autorovi získat sporové taxony *in situ* vůbec poprvé na světě, jako např. retikulátní spory typu *Reticulatitriletes* (Libertín, Bek a Dašková 2005), mikrospory rodu *Cadiospora*, megaspory druhu *Sublagenicula levis* (Opluštil, Bek a Drábková 2009), miospory druhu *Dictyotriletes muricatus* (Bek a Libertín 2010), miospory rodu *Schopfites* (Pšenička a Bek 2009), megaspory druhu *Sublagenicula nuda* (Feng, Wang a Bek 2008), miospory druhu *Vestispora laevigata* (Bek a Šimůnek 2003) a miospory druhu *Punctatisporites obesus* (Libertín, Bek a Drábková 2008).

U bylinných plavuní typu *Selaginella* se prokázal výskyt pouze dvou základních typů mikrospor (*Cirratriradites saturni* a *C. annulatus*), zatímco *in situ* megaspory jsou mnohem variabilnější a odpovídají několika druhům rodu *Triangulatisporites* (Bek, Opluštil a Drábková 2001, Bek, Libertín a Drábková 2009a).

Velký pokrok byl zaznamenán v palynologickém studiu spor skupiny polostromovitých plavuní rodů *Polysporia*, *Spencerites* a *Omphalophloios* (Bek a Straková 1995, Bek a Opluštil 1998, Drábková, Bek a Opluštil 2004, Bek, Drábková, Dašková, Libertín 2008, Bek, Chitaley a Grauvogel-Stamm 2009, Bek, Drábková a Libertín 2009b, Opluštil, Bek a Schultka 2010).

Zejména u rodu *Polysporia* se prokázalo, že *in situ* mikro- a megaspory jsou zcela zásadní pro správnou klasifikaci mateřských fruktifikací. Sterilní části rodu *Polysporia* se nacházejí velmi vzácně a téměř všechny nálezy jsou ve formě mikro-či/a megasporangií, která jsou makroskopicky nerozlišitelná a pouze na základě studia jejich *in situ* spor je možné je správně určit (Bek, Drábková, Dašková a Libertín 2008).

Z šištíc rodů *Lepidostrobus* a *Flemingites*, které patří ke stromovitým plavuňovitým rodům *Lepidodendron* a *Lepidophloios*, se podařilo získat několik druhů mikrospor rodu *Lycospora* (Bek a Opluštil 1998, 2004, 2006; Opluštil a Bek 2009, Thomas, Bek a Opluštil 2009). Autor studoval mikrospory *in situ* rodu *Lycospora* z osmnácti druhů fruktifikací stromovitých plavuní rodů *Lepidostrobus* a *Flemingites* a poprvé se prokázalo, že všechny *in situ* mikrospory tohoto rodu izolované z jednoho druhu mateřské fruktifikace, vykazují velmi malou morfologickou variabilitu a všechny je lze přiřadit k jednomu disperznímu druhu. Na základě velkého množství zpracovaných *in situ* mikrospor rodu *Lycospora* je možné navrhnout novou klasifikaci a jejich nové rozdělení do skupin (Bek a Opluštil 2006).

Šišťice produkované sigilariemi, dalším zástupcem stromovitých plavuní, byly dlouho považovány za monosporangiální, tj. buď pouze s mikro- nebo s megasporami. Poslední dvě práce autora o sigilariových šištících a jejich *in situ* sporách přináší nové významné poznatky o této důležité skupině karbonských rostlin. Feng, Wang a Bek (2008) a Opluštil, Bek a Drábková

(2009) popisují poprvé nové sigilariové rody megaspor a mikrospor.

Feng, Wang a Bek (2008) izolovali z čínských nálezů namurského stáří megasporu odpovídající disperznímu druhu *Sublagenicula nuda*, který představuje úplně nový typ sigilariových megaspor. Ještě významnější je práce Opluštila, Beka a Drábkové (2009), kteří stanovili nový rod sigilariových šištic *Thomasostrobis*. Všechny předcházející sigilariové fruktifikace byly monosporangiální, zatímco rod *Thomasostrobis* je bisporangiální s megasporami druhu *Sublagenicula levis* v bazální části šištic a mikrosporami druhu *Cadiospora magna* izolovaných z apikálních sporangií. Oba druhy byly popsány *in situ* poprvé. Tento objev staví skupinu sigilariových rostlin do nového světla. Na základě zejména palynologického výzkumu autora se nyní zdá, že sigilariové fruktifikace nejsou homogenní skupinou velmi podobných rostlin, ale že se skládají minimálně ze tří typů.

Sfenofytní spory lze rozdělit do dvou hlavních kategorií; spory produkované přesličkovitými rody (řád *Equisetales*) jako např. *Calamostachys*, *Palaeostachya*, *Macrostachya*, *Huttonia*, *Paracalamostachys* a spory sfenofyl (řád *Sphenophyllales*) izolované většinou z šištic rodu *Bowmanites*. Všechny spory produkované šišticemi první skupiny, a to jak mikro- tak megaspor, jsou morfologicky stejného typu a všechny náležejí k rodu *Calamospora* (Bek a Opluštil 1998, Libertín a Bek 2006).

Na příkladu skupiny sfenofylních šištic a jejich spor je názorně vidět význam studia spor *in situ* a jeho vliv na

klasifikaci mateřských rostlin. Díky autorově maceraci stovek nálezů fertálních sfenofyl z českých i zahraničních sbírek se ukázalo, že jde palynologicky o značně heterogenní skupinu, a že bude třeba navrhnout novou klasifikaci sfenofylních fruktifikací, právě na základě jejich spor *in situ*. Tento nový systém klasifikace sfenofylních šištice se bude skládat ze sedmi nových rodů a každý nový rod bude charakterizován zejména odlišným typem spor *in situ*.

Z široké skupiny různých kapradinovitých rostlin byly autorem palynologicky studovány druhy rodů *Pecopteris*, *Sonapteris*, *Tenchovia*, *Echinosporangites*, *Acithea*, *Sydneia*, *Senftenbergia*, *Lobatopteris*, *Corynepteris*, *Oligocarpia*, *Waldenburgia*, *Renaultia* a *Discopteris*. Z kapradinovitých spor byly nejčastěji palynologicky zkoumány spory skupiny marattiálních kapradin, a to rody *Acithea*, *Pecopteris* a *Sydneia*. Na základě dosud publikovaných výsledků (Bek a Opluštil 1998, Pšenička, Bek, Zodrow, Cleal a Hemsley 2003, Pšenička, Zodrow, Mastalerz a Bek 2005, Zodrow, Šimůnek, Cleal, Bek a Pšenička 2006) je zřejmé, že palynologicky lze marattiální kapradiny rozdělit do několika skupin, právě podle rozdílných typů *in situ* spor.

V případě rostlin skupiny *Noeggerathiales* byly z nálezů z karbonu České republiky a permu Číny autorem palynologicky studovány šištice rodů *Discinities* (Bek a Šimůnek 2005, Wang, Zhang, Bek a Pfefferkorn 2004), *Noeggerathiostrabus* (Šimůnek a Bek 2003) a *Paratingia* (Wang, Pfefferkorn a Bek 2009). Všechny nálezy byly bisporangiátní, tzn. v jedné šištici nalezneme jak mikro- tak megaspory. Fruktifikace rodu *Discinities*

vykázaly mikro- i megaspory stejného typu, náležející rodu *Calamospora*. I čínské nálezy patřící k rodu *Paratingia* obsahovaly mikro- i megaspory stejného typu. Z šištíc rodu *Noeggerathiostrabus* se podařilo autorovi (Šimůnek a Bek 2003) získat mikrospory rodu *Verrucosisorites* a megaspory rodu *Calamospora*.

Morfologie spor a zpřesnění diagnos sporových taxonů

Výhodou studia spor *in situ* je možnost pozorovat spory jednoho biologického druhu v počtu několika desítek, stovek, někdy až tisíců z různých pohledů a v různých zachováních. V některých případech je tak možné objasnit morfologii spor či typ a umístění skulpturních elementů na povrchu exiny. Jako příklad lze uvést nejasnosti a spory ohledně typu skulptury retikulátních spor rodů *Dictyotriletes*, *Reticulatisporites* a *Reticulitriletes*. Autorovi (Bek a Libertín 2010) se podařilo poprvé na světě izolovat tyto spory jako *in situ* z „compression“ nálezů sfenofylních šištíc, a na základě pozorování mnoha jedinců v procházejícím světle, v kombinaci s fotografiemi SEM, dokázat, že tyto spory nemají cingulum a retikulum je rozšířeno po celém distálním povrchu a zasahuje částečně i na povrch proximální. Tím bylo prokázáno, že rod *Dictyotriletes* definitivně nepatří mezi cingulátní rody, díky studiu těchto spor *in situ*.

Jiným příkladem, kdy výzkum spor *in situ*, opírající se mj. o pozorování desítek až stovek jedinců, může pomoci při objasnění skulptury spor a následné emendaci diagnos disperzních taxonů je příklad spor *Spencerisporites* izolovaných z polostromovitých plavuní rodu

Spencerites. Drábková, Bek a Libertín (2004) a Bek, Libertín a Drábková (2009b) emendovali jak rod mateřských rostlin, tak diagnosu jeho spor právě na základě detailního studia spor *in situ*, když prokázali, že nejdůležitějším kritériem druhového určení těchto spor je rozpoznání proximální a distální skulptury centrálního těla. Toto pozorování je možné právě pouze u spor *in situ* kdy máme k dispozici několik desítek či stovek jedinců.

Určení mateřských fruktifikací na základě znalosti jejich spor *in situ*

Spory *in situ* mohou v mnoha případech být jediným spolehlivým kritériem pro správné druhové či dokonce rodové určení mateřské fruktifikace. To platí zejména v případech tzv. „compression“ zachování, kdy ne vždy je možné rozeznat makroskopické morfologické znaky důležité pro správné určení (stavba a umístění sporofylů; šířka a charakter osy; umístění, tvar, přisedání a velikost sporangií či synangií).

Příkladem, kdy palynologické studium *in situ* spor může pomoci při klasifikaci mateřských fruktifikací jsou šišťice stromovitých plavuní rodů *Thomasostrobus* (Opluštil, Bek a Drábková 2009). Makroskopicky lze na nálezech těchto šištic rozeznat megasporangia s okem viditelnými megasporami v bazální části a hladká sporangia v apikální části šištic, což by svědčilo o příslušnosti k rodu *Flemingites*. Palynologické studium *in situ* mikro- a megaspor izolovaných z nálezů těchto šištic však prokázalo, že se nejedná o rod *Flemingites* ale o zcela nový rod, protože jak mikro- tak i megaspory tohoto typu byly *in situ* popsány poprvé na světě.

Podobně je tomu i u sfenofylních šištíc druhů *Bowmanites aquensis* a *B. pseudoaquensis*, které produkovaly spory rodu *Calamospora* a druhu *Punctatisporites obesus*. Oba typy šištíc vypadají v zachování „compression“ velmi podobně, mohou se snadno zaměnit a rozdíl je vlastně pouze v typu *in situ* spor. O snadné záměně svědčí i chybné určení těchto šištíc Bekem a Opluštlem (1998), kteří zprvu zařadili české nálezy k druhu *Bowmanites aquensis* stanoveném Remy (1955) z karbonu Německa. Posléze (Libertín, Bek a Drábková 2008) na základě odlišných *in situ* spor (*Calamospora* u *Bowmanites aquensis* a *Punctatisporites obesus* u českých nálezů) české nálezy správně navrhl dva nové druhy *Bowmanites pseudoaquensis* a *B. brasensis*.

Ontogenetická stadia spor

Autor poprvé přinesl několik jasně prokázaných a zdokumentovaných případů ontogenetických stádií paleozoických *in situ* spor některých plavuní (Bek a Straková 1995), přesliček (Libertín a Bek 2004, 2006), kapradin (Bek a Pšenička 2001, Pšenička, Bek a Rößler 2005, Zodrow, Šimůnek, Cleal, Bek a Pšenička 2006) a noeggerathií (Bek a Šimůnek 2005). Prvním typem kdy se ontogenetická stadia liší hlavně velikostí jsou např. spory skupiny densospores izolované z polostromovitých plavuní rodu *Omphalophloios*. Bek a Straková (1995) popisují mikrospory *in situ* rodů *Densosporites* a *Cristatisporites* izolované z mikrosporangii, která leží v různých částech fertilních apexů. Mikrospory izolované z mikrosporangii nacházejících se v apikální oblasti jsou o polovinu menší a většinou stále v tetradách, což přináší

první důkaz o tom, že fertilní apexy rodu *Omphalophloios* dozrávaly směrem od špice k bázi.

U přesličkovitých fruktifikací Bek a Libertín (2004, 2006) autor popsal typ ontogenetických stádií u *in situ* mikrospor rodu *Calamospora* izolovaných z šištíc rodů *Huttonia* (Libertín a Bek 2004) a *Calamostachys* (Libertín a Bek 2006). V obou případech nedozrálé mikrospory jsou obaleny pseudosakem, zatímco plně vyztřálé formy jsou bez pseudosaku.

Další ontogenetická stádia *in situ* spor byla prokázána u kapradin rodu *Acithea* (Pšenička, Bek a Rößler 2005, Zodrow, Šimůnek, Cleal, Bek a Pšenička 2006), *Sonapteris* (Pšenička, Bek a Rößler 2005) a *Senftenbergia* (Bek a Pšenička 2001). V případě spor izolovaných z druhu *Sonapteris pilsensis* mají relativně nedozrálé spory hladkou exinu a odpovídají disperznímu rodu *Calamospora*. Spory přechodných stádií jsou granulární až verukátní připomínající spory disperzního rodu *Punctatisporites* či *Apiculatisporis* a u plně dozrálých jedinců jsou výrazně spinátní či bakulátní skulpturní elementy jako u rodu *Raistrickia*. Podobná situace je popsána (Bek a Pšenička 2001) i u druhu *Senftenbergia plumosa* a jeho *in situ* spor.

Vliv na rekonstrukci a složení vegetace

Disperzní sporový záznam ať již z jedné lokality nebo z rozsáhlejšího území poskytuje více informací o původní vegetaci než makrofloristické nálezy. Možností kdy lze provádět jak kvalitativní tak kvantitativní rekonstrukci původního rostlinného společenstva jsou lokality, kde je flóra (včetně spor) zachována *in situ*, tedy fosilizována přesně v místech růstu rostlin, které neprodělaly následný

transport. Takovým příkladem je lokalita Ovčín u Rokycan v radnické pánvi v západních Čechách, kde nalézáme velké nálezy rostlin, často i kompletní jedince. Z této pánve známe mnoho fruktifikací, které byly autorem úspěšně palynologicky studovány pro spory *in situ* (Bek a Opluštil 1998, Bek, Opluštil a Drábková 2001, Pšenička, Bek a Rößler 2005, Bek, Drábková, Dašková a Libertín 2009, Bek, Libertín a Drábková 2009a,b, Bek a Opluštil 2004, Libertín a Bek 2004, Drábková, Bek a Opluštil 2004, Šimůnek a Bek 2003). Během několikaletého výzkumu v radnické pánvi, zejména během výkopů na lokalitě Ovčín u Rokycan bylo popsáno 32 rostlinných druhů, které představují asi 24 biologických druhů (Opluštil, Pšenička, Libertín, Bek, Dašková, Šimůnek a Drábková 2009). Na základě znalostí studia spor *in situ* lze u některých taxonů určit, zda byly produkovány jednou či více mateřskými rostlinami a odhadnout, které disperzní taxony ve skutečnosti představují jeden přirozený druh. V tomto případě tak díky palynologickým poznatkům o sporách *in situ* můžeme původní počet 26 rostlinných biologických druhů, nalezených na lokalitě, rozšířit o dvacet dalších konkrétních taxonů a cca. třicet nových, mateřských rostlin, které zatím nebyly v pánvi nalezeny, i když se zde musely vyskytovat.

Odhadování kvantitativních parametrů, zejména procentuálního zastoupení rostlin na základě palynologického záznamu, je mnohem obtížnější než zjišťování kvalitativních údajů pomocí studia spor *in situ*. Jedinou zatím použitou metodou pro odhad kvantitativních údajů jsou tzv. konverzní faktory (R-

values). Tuto metodu vyvinul Davis (1963) pro recentní tropickou vegetaci a spory a pylová zrna. Pro karbonskou floru jako zatím jediní aplikovali metodu konverzních faktorů Willardová (1993) pro americká "coal-balls" společenstva středního pensylvánu a Willardová a Phillips (1993) pro svrchní pensylván USA. Konverzní faktor je definován jako poměr procentuálního zastoupení sporového taxonu k procentuálnímu zastoupení nadzemních částí jeho mateřské rostliny.

$$R = \frac{\% \text{ sporového druhu}}{\% \text{ nadzemních částí rostlinného druhu}}$$

Konverzní faktory nebyly pro „compression“ společenstva zatím nikdy vypočítány a na lokalitě Ovčín u Rokycan v radnické pánvi jsou pro tyto výpočty jedinečné podmínky, právě proto, že flora je zde fosilizována přímo v místě svého růstu a neprodělala následný transport. Předběžné hodnoty ukazují, že konverzní faktory z „coal-balls“ a „compression“ společenstev nejsou identické. U obou typů zachování jsou spory plavuní nadhodnoceny v poměru k výskytu jejich mateřských rostlin. Konverzní faktor plavuní je relativně o málo vyšší u „compression“ zachování (1.7) než u společenstev typu „coal-balls“ (1.2). Opačná situace je u spor kapradin a kordaitů, kdy spory kapradin z „coal-balls“ zachování jsou výrazně nadhodnoceny v poměru k jejich mateřským rostlinám (3.9), zatímco u zachování typu „compression“ jsou výrazně

podhodnoceny (0.2). Podobně je to i u pylových zrn kordaitů, které jsou u zachování „coal-balls“ nadhodnoceny (1.5) ale u společenstev „compression“ výrazným způsobem podhodnoceny (0.1).

Znalost spor *in situ* pomáhá nejen při rekonstrukci složení a charakteru rostlinných společenstev, ale i při rekonstrukcích ekologických a klimatických podmínek. Lokální změny typu rašeliniště v rámci jedné uhelné sloje, tj. v relativně krátkém časovém horizontu, na základě palynologických změn disperzních sporových společenstev demonstrovali poprvé u nás Opluštil, Sýkorová a Bek (1999), kteří popisují jak palynologické změny charakteru sporových společenstev dokumentují změny prostředí, tedy typu rašeliniště. Na výsledných grafech jsou dokumentovány změny dominance dvou významných sporových taxonů, skupiny densosporos a rodu *Lycospora*. Z grafů vyplývá, že rašeliniště se začalo, v souladu s teorií Andersona (1961, 1964) a Romanova (1968) vyvíjet jako planární typ, kde v disperzních společenstvech dominovaly miospory rodu *Lycospora*. Postupně (na úrovni vzorku č. 9) dochází ke změně v charakteru sporových společenstev a miospory skupiny densosporos začínají být hojnější než zástupci rodu *Lycospora*, což představuje změnu typu rašeliniště z planárního na dómovitý typ, pravděpodobně akumulací rašeliny. Závěrem sedimentace (od úrovně vzorku č. 21) se opět mění charakter sporových společenstev a miospory rodu *Lycospora* začínají převažovat nad zástupci skupiny densosporos. Tato palynologická změna odpovídá změně typu rašeliniště z dómovitého na

planární, která mohla být způsobena např. erozí dómovitého rašeliniště.

Na základě odlišného procentuálního zastoupení výše zmíněných hlavních sporových taxonů lze vysledovat nejen lokální změny v jedné uhelné sloji během relativně krátkého časového intervalu, ale i změny na mnohem větším území a během výrazně delšího stratigrafického rozpětí. Jako příklad lze uvést českou část hornoslezské pánve ve stratigrafickém rozsahu svrchní mississippian-střední pensylván, tj. několik miliónů let (Bek 2008). Sporová společenstva celého ostravského souvrství jsou typická převahou miospor rodu *Lycospora*. Na úrovni prvních vrstev karvinského souvrství, tzn. bazálních poloh sedlových vrstev reprezentovaných slojí Prokop, dochází ke změně a miospory skupiny densosporos začínají dominovat. Tento jev pokračuje celé sedlové vrstvy. Nástupem sušských vrstev se celkový charakter sporových společenstev opět mění a miospory rodu *Lycospora* jsou opět nejhojnější. Znamená to, že celkový charakter rašelinišť se na této velké ploše během několika miliónů let několikrát změnil. Rašeliniště začalo opět jako planární typ (celé ostravské souvrství) a po stratigrafickém hiátu, v sedlových vrstvách karvinského souvrství, došlo akumulací rašeliny ke změně na dómovitý typ (sedlové vrstvy). Od spodních a svrchních sušských vrstev má rašeliniště opět jiný charakter a přechází do planárního reotrofního typu. Na výsledném grafu (Bek 2008) je vidět, že maximální výskyt jednoho taxonu odpovídá minimu druhého, což dokazuje odlišné ekologické nároky mateřských rostlin obou sporových

taxonů, tedy některých stromovitých plavuní a polostromovitého rodu *Omphalophloios*.

Užití ultrastrukturních řezů exiny (TEM)

Studium ultrastruktury fosilních spor a pylových zrn, které používá transmisní elektronový mikroskop (TEM) se využívá zejména při výzkumu evolučních a fylogenetických vztahů a linií fosilních a recentních rostlin. Autor zatím pracoval na dvou studiích týkajících se užití TEM. V prvním případě (Pšenička, Bek, Zodrow, Cleal a Hemsley 2003) měla metodika TEM rozhodnout, ke které skupině kapradin patří fertilní nálezy ze Sydney Coalfield v Kanadě. Palynologickým studiem byla zjištěna ontogenetická stádia spor *in situ*, kde relativně nedozrálé formy jsou drobné, tenkostěnné monolétní hladké spory druhů *Laevigatosporites perminutus* a *Latosporites minutus*. Dozrálé spory jsou větší, trilétní s jednou jizvou kratší než zbývající dvě ramena, silnostěnné, mikrospinátní a odpovídají disperznímu druhu *Punctatosporites oculus*. Studium TEM vyloučilo možnost, že nový rod patří do skupiny primitivnějších kapradin, které nemají vyvinutou vnitřní vrstvu exiny v oblasti apertury, na rozdíl od studovaných kanadských spor. Byla vyloučena i možnost, že by mateřská rostlina byla pteridospermiího původu, protože exina v těchto případech má několik dobře vyvinutých vrstev kdy vnitřní homogenní vrstva dosahuje $\frac{1}{4}$ celkové mocnosti exiny a vnější skulpturovaná vrstva má charakteristickou pórovitou strukturu (Taylor 1982). Exina spor rodu *Sydneia* má poměrně homogenní strukturu a odpovídá sporám produkovaným eusporangiátními typy marattialních kapradin. Na základě TEM studia *in situ*

spor pak byl nový rod zařazen do zatím neznámé čeledi marattialních kapradin.

Dalším příkladem, kdy TEM studium spor *in situ* pomáhá při paleobotanickém výzkumu, představují megasporý izolované autorem z megasporangií ze svrchního devonu z Clevelandu v USA (Bek, Chitaley a Grauvogel-Stamm 2009). Nálezy představovaly tisíce disperzních mega- a miospor a několik megasporangií. Macerací bylo zjištěno, že disperzní i *in situ* megasporý odpovídají druhu *Valvisisporites auritus* a miosporý druhu *Endosporites globiformis*, což svědčí o tom, že mateřskou rostlinou byl polostromovitý rod *Polysporia*, patřící mezi isoetální plavuně. Kromě morfologických podobností isoetálních plavuní jako je stavba hlavní osy či podobný typ kořenů existuje i společná palynologická charakteristika, výskyt tzv. apikálních papil, které při studiu TEM označujeme jako laminované zóny. U miospor rodu *Endosporites* jsou tyto apikální papily většinou nepozorovatelné jak v procházejícím světle, tak ve skenovacím elektronovém mikroskopu, ale autorovi se podařilo výskyt tohoto důležitého znaku prokázat u miospor rodu *Endosporites globiformis* pocházejících ze svrchního devonu Clevelandu, právě na základě studia TEM.

První výskyt rodu *Polysporia* patřícího do vývojové linie isoetálních plavuní, se kladl do úrovně vestfálu (DiMichele, Mahaffy a Phillips 1979, Grauvogel-Stammová a Lugardon 2001, 2004, Lugardon, Grauvogel-Stammová a Dobrushkina 1999, 2000, Piggová 1994, 2001, Bek, Chitaley a Grauvogel-Stammová 2009). Tato fylogenetická linie pokračuje do

mesozoika a s jejími zástupci se můžeme setkat i dnes. Jedná se o fosilní rody *Annalepis*, *Pleuromeia*, *Viatscheslavia* a další, včetně recentního rodu *Isoetes*. Jedním ze společných znaků rostlin této fylogenetické linie jsou právě apikální papily, tedy laminované zóny vyskytující se na většině jak mikro- tak i na megaspor těchto rostlin. A právě autorovo studium TEM na sporách z Clevelandu v USA prokázalo, že tato fylogenetická linie isoetálních plavuní nezačínala až v karbonu, ale již ve svrchním devonu.

Citovaná literatura:

- ANDERSON, J.A.R., 1961. The ecology and forest types of peat swamp forests of Sarawak and Brunei in relation to silviculture. PhD thesis. Edinburgh, University of Edinburgh, 1-191.
- ANDERSON, J.A.R., 1964. The structure and development of peat swamps of Sarawak and Brunei. *Tropical Geography*, 18, 7-16.
- BEK, J., 2008. Late Mississippian-Early Pennsylvanian (Serpukhovian-Bashkirian) miospore assemblages of the Bohemian part of the Upper Silesian Basin (Czech Republic). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 40-57.
- BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M., 2008. The sub-arborescent lycopsid genus *Polysporia* Newberry and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 176-199.

- BEK, J., CHITALEY, S., GRAUVOGEL-STAMM, L., 2009. Occurrence of spores from an isoetalean lycopsid of the *Polysporia*-type in the Late Devonian of Ohio, USA. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 156, 34-50.
- BEK, J., LIBERTÍN, M., 2010. *In situ* reticulate sphenohyllalean spores, Pennsylvanian (Bolsovian) of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 159, 56-61.
- BEK, J., LIBERTÍN, M., DRÁBKOVÁ, J., 2009a. *Selaginella labutae* sp. nov., a new compression herbaceous lycopsid and its spores from the Kladno–Rakovník Basin, Bolsovian of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155, 101-115.
- BEK, J., LIBERTÍN, M., DRÁBKOVÁ, J., 2009b. *Spencerites leismanii* sp. nov., a new sub-arborescent compression lycopsid and its spores from the Pennsylvanian of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155, 116-132.
- BEK, J., OPLUŠTIL, S., 1998. Some lycopsid, sphenopsid and pteropsid fructifications and their miospores from the Upper Carboniferous basins of the Czech Republic. *Palaeontographica, Abteilung B*, 248, 127-161
- BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2004. Palaeoecological constraints of some *Lepidostrobus* cones and their parent plants from the Late Palaeozoic continental basins of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 131, 49-89.
- BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2006. Six rare *Lepidostrobus*

- species from the Pennsylvanian of the Czech Republic and their bearing on the classification of lycosporae. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 139 211-226.
- BEK, J., OPLUŠTIL, S., DRÁBKOVÁ, J., 2001. Two species of of *Selaginella* cones and their spores from the Bohemian Carboniferous continental basins of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 114, 57-81.
- BEK, J., PŠENIČKA, J., 2001. *Senftenbergia plumosa* (Artis) emend. and its spores from the Carboniferous of the Kladno and Pilsen basins, Bohemian Massif, and some related and synonymous genera. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 116, 213-232.
- BEK, J., STRAKOVÁ, M., 1995, Carboniferous fertile branch *Sporangiostrobus feistmantelii* (O. Feistmantel) Němejc and its miospores from the Kladno Basin, Bohemian Massif. *Acta Musei Nationalis, Series B, Historia Naturalis*, 51(1-4), 37-51.
- BEK, J., ŠIMŮNEK, Z., 2005. Revision of the cone genus *Discinities* from the Carboniferous continental basins of Bohemia. *Palaeontology*, 48, 6, 1377-1397.
- DiMICHELE, W.A., MAHAFFY, PHILLIPS, T.L., 1979. Lycopods of Pennsylvanian age coals: *Polysporia*. *Canadian Journal of Botany*, 57, 1740-1753.
- DAVIS, M.B., 1963. On the theory of pollen analysis. *American Journal of Science*, 261, 897-912.
- DRÁBKOVÁ, J., BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2004. The first

- compressed specimens of *Spencerites* (Scott) emend. and their spores *Spencerisporites* (Chaloner) emend. from the Upper Carboniferous (Bolsovian) of the Kladno-Rakovník and Radnice Basins, Czech Republic. *Review of Paleobotany and Palynology*, 130, 59-88.
- FENG, Z., WANG, J., BEK, J., 2008. *Nudasporostrobilus ningxicus* gen. et sp. nov., a novel sigillarian megasporangiate cone from the Bashkirian (Early Pennsylvanian) of Ningxia northwestern China. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 148, 150-162.
- GRAUVOGEL-STAMM, L., LUGARDON, B., 2001. The Triassic lycopsids *Pleuromeia* and *Annalepis*: relationships, evolution and origin. *American Fern Journal*, 91, 115–149.
- GRAUVOGEL-STAMM, L., LUGARDON, B., 2004. The spores of the Triassic lycopsid *Pleuromeia sternbergii* (Münster) Corda: morphology, ultrastructure, phylogenetic implications, and chronostratigraphic inferences. *International Journal of Plant Sciences*, 165, 631–650.
- LIBERTÍN, M., BEK, J., 2004. *Huttonia spicata* Sternberg) emend. and its spores, the Radnice Basin (Bolsovian), Carboniferous continental basins of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 128, 247-261.
- LIBERTÍN, M., BEK, J., 2006. Bolsovian *Calamostachys incrassata* (Němejc) emend. and its spores from the Kladno-Rakovník Basin of the Czech Republic. *Bulletin of Geosciences*, 81, 3, 207-

213.

- LIBERTÍN, M., BEK, J., DAŠKOVÁ, J., 2005. Two new species of *Kladnostrobus* nov. gen. and their spores from the Pennsylvanian of the Kladno-Rakovník Basin (Bolsovia, Czech Republic). *GEOBIOS*, 38, 467-476.
- LIBERTÍN, M., BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., 2008. Two new Carboniferous fertile sphenophylls and their spores from the Czech Republic. *Acta Palaeontologica Polonica*, 53 (4), 723-732.
- LUGARDON, B., GRAUVOGEL-STAMM, L., DOBRUSHKINA, A.V., 1999. The microspores of *Pleuromeia rossica* Neuburg (Lycopsida; Triassic): comparative ultrastructure and phylogenetic implications. *Compte Rendu, Academie des Sciences. Paris* 329, 435–444.
- LUGARDON, B., GRAUVOGEL-STAMM, L., DOBRUSHKINA, A.V., 2000. Comparative ultrastructure of the megaspores of the Triassic lycopsid *Pleuromeia rossica* Neuburg. *Compte Rendu, Academie des Sciences. Paris* 330, 501–508
- OPLUŠTIL, S., BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., 2009. A new bisporangiate lycopsid cone genus *Thomasostrobus* gen. nov. from the Late Pennsylvanian of the Intra-Sudetic Basin (Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*, 84(2), 283-300.
- OPLUŠTIL, S., BEK, J., SCHULTKA, S., 2010. A re-examination of the genus *Omphalophloios* White, 1898 from Upper Silesian Coal Basin. *Bulletin of Geosciences*, 85(1), 123-136.
- OPLUŠTIL, S., SÝKOROVÁ, I., BEK, J., 1999.

- Sedimentology, coal petrology and palynology of the Radnice Member in the S-E part of the Kladno-Rakovník Basin, Central Bohemia (Bolsovian). *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*, 43(4), 599-623.
- PIGG, K., 1994. Evolution of isoetalean lycopsids. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79, 589–612.
- PIGG, K., 2001. Isoetalean lycopsid evolution: from the Devonian to the present. *American Fern Journal*, 91, 99–114.
- PŠENIČKA, J., BEK, J., 2009. A new reproductive organ *Echinosporangites libertite* gen. and sp. nov. and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian) of the Pilsen Basin, Bohemian Massif, Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155, 145-158.
- PŠENIČKA, J., BEK, J., RÖßLER, R., 2005. Two new species of *Sonapteris* gen. nov. (Botryopteridaceae) based on compressions from the Upper Carboniferous (Bolsovian-Westphalian D) of the Pilsen Basin, Bohemian Massif. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 136, 11-132.
- PŠENIČKA, J., BEK, J., ZODROW, E.L. CLEAL, CH.J., HEMSLEY, A.R. 2005. A new late Westphalian fossil marattialean fern from Nova Scotia. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 142, 199-212.
- REMY, W., 1955. Untersuchungen von köhlig erhaltenen fertilen und sterilen Sphenophyllen und Formen unsicherer systematischer Stellung. *Abhandlungen Deutschen Akademie Wissenschaften, Klasse für*

- Chemie, Geologie und Biologie, 1, 5-40.
- ROMANOV, V.V., 1968. Hydrophysics of Bogs. Israel Program for Translations. Jerusalem. 1-299.
- ŠIMŮNEK, Z., BEK, J. 2003. *Noeggerathiaceae* from the Carboniferous of the Bohemian Massif. Review of Palaeobotany and Palynology, 125, 249-284.
- THOMAS, B.A., BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2009. A new species of *Lepidostrobus* from the Early Westphalian of South Joggins, Nova Scotia, Canada. Bulletin of Geosciences, 84(4), 661-666.
- WANG, J., PFEFFERKORN, H.W., BEK, J., 2009. *Paratingia wudensis* sp. nov., a whole noeggerathialean plant preserved in an earliest Permian air fall tuff in Inner Mongolia, China. American Journal of Botany, 96(9), 1676-1689.
- WANG, J., ZHANG, G. BEK, J., PFEFFERKORN, H.W., 2004. A new morphological type of operculate microspore, *Discinispora* gen. nov., from the Permian petrified noeggerathialean strobilus *Discinities sinensis* Wang. Review of Palaeobotany and Palynology, 128, 229-245.
- WILLARD, D.A., 1993. Vegetational patterns in the Springfield Coal (Middle Pennsylvanian), Illinois Basin): Comparison of miospores and coal-ball records. V: COBB, J.C. a CECIL, C.B. (ed.), Modern and ancient coal-forming environments. Geological Society of America, Special Paper, 286, 139-152.
- WILLARD, D.A., PHILLIPS, T.L., 1993. Paleobotany and Palynology of the Bristol Hill Coal Member (Bond Formation) and Friendsville Coal Member (Mattoon Formation) of the Illinois Basin (Upper

Pennsylvanian). *PALAIOS*, 8, 574–586.
 ZODROW, E.L., ŠIMŮNEK, Z., CLEAL, CH, J., BEK, J., PŠENIČKA, J., 2006. Taxonomic revision of the Palaeozoic marattialean fern *Acithea* Schimper. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 138, 239-280.

**Abstrakta publikací, které jsou součástí
disertace:**

BEK. J., 2008. Pennsylvanian (Serpukhovian-Bashkirian) miospore assemblages of the Bohemian part of the Upper Silesian Basin, Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 40-57.
Abstract: Palynological samples from thirty-four boreholes drilled in the Bohemian part of the Upper Silesian Basin in the Czech Republic during more than last fifty years were examined. Coal samples from the Ostrava (Jaklovec and Poruba members) and Karviná (Saddle, Lower and Upper Suchá members) formations of Serpukhovian to Bashkirian age (Arnsbergian–Langsettian) were palynologically studied. Fifty-six genera with two hundred and forty-seven species were recognised by four palynologists. A brief review of the history of geological, palaeobotanical and palynological research is given. The changes in the dominance of the two principal miospore groups, lycosporites and densosporites, are the most significant criteria for the determination and characterization of dispersed miospore assemblages. The reconstruction of coal-forming vegetation is suggested. The comparison with some other

European, and American coal basins and Western Europe palynozonation is suggested.

BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M., 2008. The sub-arborescent lycopsid genus *Polysporia* Newberry and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian–Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 176-199.

Abstract: About fifty compression specimens belonging to four species of *Polysporia* from the Kladno–Rakovník Basin of the central and western Bohemian Carboniferous continental basins and Intra-Sudetic Basin of the Czech Republic were studied macromorphologically and for *in situ* spores. Their stratigraphic range is from the Bolsovian to the Stephanian B. *Polysporia rothwellii* sp. nov., *P. drabekii* sp. nov. and *P. radvanicensis* sp. nov. are proposed as new species. *Polysporia* is reconstructed as a sub-arborescent plant with a principal axis with sterile and fertile apical portions. *P. rothwellii* and *P. drabekii* are preserved only as clusters of micro- and megasporophylls on specimens not in connection to an axis, and their identification and classification is based mainly on *in situ* spores. Micro- and megasporangia of some specimens of *Polysporia* occur together on axes, however, usually they are not arranged in a distinct pattern and only occasionally the distinct transition among micro- and megasporangia is to be seen. *In situ* megaspores are correlated with the dispersed species *Valvisisporites auritus* (*Polysporia radvanicensis* and *P. drabekii*),

Expansisporites westphalensis (*Polysporia rothwellii*) and *Trilethisporites bohemicus* (*Polysporia robusta*). *In situ* microspores are correlated with the dispersed species *Endosporites zonalis* (*Polysporia robusta*), *E. globiformis* (*Polysporia rothwellii*) and *E. cf. formosus* (*Polysporia drabekii*). Some of Kidston's type material of *Polysporia* from UK was re-examined and yields megaspores of the *Expansisporites valvatus*-type and microspores of the *Endosporites globiformis*-type. A review of *in situ* and dispersed occurrences *Valvisisporites*, *Pseudovalvisisporites*, *Trilethisporites*, *Expansisporites* megaspores and *Endosporites* microspores is given.

BEK, J., CHITALEY, S., GRAUVOGEL-STAMM, L., 2009. Occurrence of spores from an isoetalean lycopsid of the *Polysporia*-type in the Late Devonian of Ohio, USA. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 156, 34-50.

Abstract: Thousands of dispersed megaspores of the *Valvisisporites auritus*-type, some isolated megasporangia still containing them and dispersed microspores of the *Endosporites globiformis*-type have been found occurring in close association in the Late Devonian (Famennian) of Ohio, USA. Until now, these spores have only been found in the Carboniferous, where they have been shown to have been produced by isoetalean lycopsids assigned to the plant genus *Chaloneria* and the morphogenus *Polysporia*. The discovery of dispersed megaspores of the *V. auritus*-type and microspores of the *E. globiformis*-type in the

Famennian of the USA may indicate that such sub-arborescent lycopsids already existed in the Late Devonian, which thus extends the range of distribution of these taxa, at least in North America. The present work describes, using LM, SEM and TEM, megaspores of *V. auritus*-type, megasporangia containing these megaspores, and microspores of *E. globiformis*-type. The comparison with their Carboniferous representatives shows that they are quite similar. This comparative study permits clarification of some ultrastructural features of the megaspores of the *Valvisporites*-type, such as the partly lamellate–partly amorphous innermost exospore, demonstrating that this is a characteristic and important ultrastructural feature of this genus.

BEK, J., LIBERTÍN, M., 2010. *In situ* reticulate sphenophyllalean spores Pennsylvanian (Bolsovian) of the Czech Republic. Review of Palaeobotany and Palynology, 159, 56-61.

Abstract: Two specimens of compression strobili from the Bolsovian of the Kladno–Rakovník Basin, Czech Republic, were studied for *in situ* spores. Sporangia of strobili are disintegrated. Only fragments of sphenophyllalean axes and sphenophyllalean leaves occur in the rock together with the sporangia and sporangiophores. The direct evidence about sphenophyllalean affinity of strobili is that sporangia are connected with axis by a short non-scutelliform sporangiophore that is typical only for the genus *Bowmanites* Binney. The lack of morphological features of strobili does not enable the erection of a new species

and, therefore, it is possible to classify the specimens only as *Bowmanites* sp. Reticulate spores comparable with the dispersed species *Reticulatisporites muricatus* Kosanke are reported for the first time as *in situ* from compression cone specimens and represent new morphological type of sphenophyllalean spores.

BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2004. Palaeoecological constraints of some *Lepidostrobus* cones and their parent plants from the Late Palaeozoic continental basins of the Czech Republic. Review of Palaeobotany and Palynology, 131, 49-89.

Abstract: About 60 strobilar specimens of six *Lepidostrobus* species (*Lepidostrobus sternbergii*, *Lepidostrobus nemejcii* sp. nov., *Lepidostrobus thomasii* sp. nov., *Lepidostrobus obovatus*, *Lepidostrobus ronnaensis* sp. nov. and *Lepidostrobus stephanicus*) and their microspores from the Bohemian Late Palaeozoic continental basins were studied. The stratigraphical range of cones is from the Langsettian to the Stephanian B. Microspores isolated from six species of *Lepidostrobus* cones belong to six dispersed spore species of the genus *Lycospora*. *Lepidostrobus crassus* was synonymised with *L. sternbergii* based on identical spore content and closely similar morphology of the type specimens of both species. *Lepidostrobus nemejcii*, *L. thomasii* and *L. ronnaensis* have been erected as new species according to the cone morphology, spore content and parent plant. Ecological constraints of all the species are discussed. Two groups of species preferring different habitats were distinguished. The first group consists of species that

preferred clastic to mixed peat/clastic substrates and high water table. Their parent plants grew either in clastic swamps along the lake margins and shallows or in planar mires frequently disturbed by clastic input during floodings. This group involves most of the studied species and their parent plants. Differences between habitats of the species of this group are indicated but their precise specifications needs further investigation. The second group involves only *L. ronnaensis* and its parent plant *Lepidodendron ophiurus* (*sensu* Němejc). It preferred peat substrate of planar eutrophic mires with only minor clastic disturbances. The palynological comparison with *in situ* lycospores from compressed and petrified *Lepidostrobus* cones is made.

BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2006. Six rare *Lepidostrobus* species from the Pennsylvanian of the Czech Republic and their bearing on the classification of lycospores. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 139, 211-226.
Abstract: Grouping of the common and diverse Carboniferous dispersed miospore genus *Lycospora* is suggested. Authors divide Carboniferous lycospores into six subgroups, based on their morphology and the knowledge of their *in situ* records. The stratigraphical range of the cones is from the Langsettian to the Stephanian B. Six plant specimens from the Bohemian Late Palaeozoic continental basins belong to six *Lepidostrobus* species. Differing morphology of fructifications and their *in situ* spores lead to a separation of the cones into the following species: *Lepidostrobus kohoutii* sp. nov. containing *Lycospora uzunmehmedii*

spores, *Lepidostrobus* cf. *haslingdenensis* containing *Lycospora uber* spores, *Lepidostrobus* sp. A yielded spores that compare with the dispersed species *Lycospora microgranulata*, *Lepidostrobus* sp. B possessed *Lycospora* cf. *microgranulata* spores, *Lepidostrobus* sp. C yielded spores of the *Lycospora torquifer*-type, and *Lepidostrobus* sp. D contains *Lycospora* cf. *subjuga* spores. It means, that each cone species yielded lycospores comparable to one dispersed spore species. The palaeoecology of the plant fossils is discussed. Their environment is typified by either clastic or mixed clastic/peat substrates and standing water. Therefore, they grew in clastic swamps developed along the lake margins or shallows.

BEK, J., ŠIMŮNEK, Z., 2005. Revision of the cone genus

Discinities from the Carboniferous continental basins of Bohemia. *Palaeontology*, 48, 6, 1377-1397.

Abstract: The genus *Discinities* is revised based on 31 specimens belonging to seven species collected from the Kladno-Rakovník, Radnice and Lísek continental basins of central and western Bohemia, Czech Republic. The stratigraphical distribution of the cones studied ranges from Bolsovian to Westphalian D. Emendation of *Discinities* and the species *D. hlizae* and *D. bohemicus* are proposed. A new species, *D. nemejcii*, is erected. Wherever possible descriptions of *in situ* microspores and megaspores are included into diagnoses. Isolated microspores presented two ontogenetic stages. Immature forms have an outer layer, with an irregular primary and

secondary reticulum, enveloping a laevigate inner body. In mature spores, however, the outer layer has usually been damaged, destroyed or dissolved, and the laevigate microspores are closely comparable with species of dispersed genus *Calamospora*. A second type of microspores was isolated from *Discinities bohemicus*. Here the inner body bears a trilete mark and the outer layer has an operculum situated above the proximal pole of the inner body. These microspores are of the *Vestispora*-type, and previously have only been reported *in situ* from sphenophyllalean plants. Laevigate megaspores recovered from a number of *Discinities* species are comparable with the dispersed species *Calamospora laevigata*.

DRÁBKOVÁ, J., BEK, J., OPLUŠTIL, S., 2004. The first compressed specimens of *Spencerites* (Scott) emend. and their spores *Spencerisporites* (Chaloner) emend. from the Upper Carboniferous (Bolsovia) of the Kladno-Rakovník and Radnice Basins, Czech Republic. *Review of Paleobotany and Palynology*, 130, 59-88.

Abstract: Nearly 60 compression fossils of the vegetative stems and fertile zones of *Spencerites* (Scott) emend. are described from the Bolsovia of the Kladno-Rakovník and Radnice basins in the Czech Republic. *Spencerites* is re-interpreted as a pseudoherbaceous, repeatedly (minimum three times) dichotomously-branching, lycopsid with fertile apical zones. Vegetative stems are described for the first time. Two new species are proposed: *Spencerites havlena* and *Spencerites*

chaloneri. They are generally similar morphologically, and can be distinguished mainly by their isospores.

Spencerisporites radiatus Felix and Parks, 1959 emend. isospores were isolated from *Spencerites havlenae* and *Spencerisporites striatus* sp. nov. from *Spencerites chaloneri*. Emendations are proposed for the generic diagnoses of *Spencerites* and *Spencerisporites*, and the specific diagnosis of *Spencerisporites radiatus*.

LIBERTÍN, M., OPLUŠTIL, S., PŠENIČKA, J., BEK, J., SÝKOROVÁ, I., DAŠKOVÁ, J., 2009. Middle Pennsylvanian pioneer plant assemblage buried *in situ* by volcanic ash-fall, central Bohemia, Czech Republic. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 155, 204-233.

Abstract: Palaeoecological analysis of a single-age plant assemblage of the middle Westphalian age (Bolsovian = middle Moscovian) preserved in the tuff bed at the base of the Whetstone Horizon in the roof of the Lower Radnice Coal of the Štílec opencast mine in central Bohemia is provided. This plant assemblage represents a peat-forming phytocoenosis buried *in situ* by volcanic ash-fall as indicated by frequent occurrence of upright stems rooted in the underlying coal and large plant fragments occurring at the base of the tuff. It is a low-diversity herbaceous and sub-arborescent assemblage dominated by small ferns and calamites with subdominant lycopsids not taller than about 1–1.5 m. This unique herbaceous assemblage comprises four fern species (*Kidstonia heracleensis*, *Dendraena pinnatilobata*, *Desmopteris alethopteroides* and *Sphenopteris cirrhifolia*), *Calamites* sp. and the small lycopsid *Spencerites leismanii*. Each species bears

mature fertile organs with spores that indicate them to represent small but fully mature plants and not juvenile arborescent taxa. This plant assemblage is interpreted as a pioneer phytocoenosis that colonised a shallowed pond or lake, and that developed in the Lower Radnice Coal mire after flooding. Comparison of the phytocoenosis preserved in tuff bed at the base of the Whetstone Horizon in the Štílec opencast mine with coeval plant assemblages from the same bed in other localities reveals its unique character.

Comparison of the palynological record from the roof of the Lower Radnice Coal with the taphocoenosis preserved in the “bělka” tuff bed overlying this coal and the allochthonous taphocoenosis of the laminated tuffite above bělka indicates a close co-existence of this low-diversity herbaceous phytocoenosis with the high-diversity lepidodendrid lycopsid dominating assemblage.

OPLUŠTIL, S., BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., 2009. A new bisporangiate lycopsid cone genus *Thomasostrobis* gen.nov. from the Late Pennsylvanian of the Intra-Sudetic Basin (Czech Republic). *Bulletin of Geosciences*, 84(2), 283-300.

Abstract: A new bisporangiate lycopsid cone genus *Thomasostrobis* gen. nov. from the Stephanian strata of the Intra-Sudetic Basin (Czech Republic) is proposed as a new organ genus. The only species in the genus, *Thomasostrobis longus* sp. nov., is established. Mega- and microsporangia are arranged in zones, with megasporangia in the lower part of the cones and microsporangia in their apical portions. Microspores

assigned to the dispersed genus *Cadiospora* and megaspores comparable with the dispersed species *Sublagenicula levis*, are described *in situ* for the first time. The possible parent plant of *Thomasostrobus longus* is discussed and an overview of dispersed *Cadiospora* and *Sublagenicula* spores is given

OPLUŠTIL, S., PŠENIČKA, J., LIBERTÍN, M., BEK, J., DAŠKOVÁ, J., ŠIMUNEK, Z., DRÁBKOVÁ, J., 2009. Composition and structure of an *in situ* Middle Pennsylvanian peat-forming plant assemblage buried in volcanic ash, Radnice Basin (Czech Republic). *PALAIOS*, 24, 726-746.

Abstract: A three-dimensional reconstruction is provided of the composition, spatial distribution, and structure of a single-aged, Middle Pennsylvanian (Moscovian, peat-forming forest of a high-ash, planar (rheotrophic) mire, buried *in situ* by volcanic ash and preserved in the Lower Radnice Coal of the Radnice Basin (Czech Republic). The reconstruction is based on a detailed taxonomic and taphonomic analysis of fossils in a 0.5-m-thick tuff bed at the base of the Whetstone Horizon excavated over an area of 93.5 m². In all, 24 whole-plant taxa of various growth forms were identified. This assemblage represents a lepidodendrid- and *Cordaites borassifolius*-dominated forest, with a well-developed understory of subarborescent lycopsids, tree ferns, medullosan pteridosperms, and calamites, as well as herbaceous ground cover. Lycopsids were dominated by *Lepidodendron simile* bearing *Flemingites*-type cones and *L. lycopodioides*; *Lepidophloios* cf.

acerosus was subdominant. Lianas, mostly lyginopterid pteridosperms and some ferns, were usually found close to upright stems. The ground cover, mostly ferns and sphenophyllaleans, was taxonomically the most diverse stratum, although only a minor contributor to the peat. Based on samples from the coal roof, the palynological record is in agreement with the tuff bed assemblage except for the quantity of certain taxa. To reduce this bias, compression R-values were calculated from the percent cover of aerial plant parts in the excavation and in the dispersed palynoflora. These R-values suggest that in the palynological record, arborescent lycopsids and sphenophylls are greatly overrepresented, ferns and cordaites strongly underrepresented, and calamites are almost the same in both records.

PŠENIČKA, J., BEK, J. RÖSSLER, R., 2005. Two new species of *Sonapteris* gen. nov. (Botryopteridaceae) based on compressions from the Upper Carboniferous (Bolsovian-Westphalian D) of the Pilsen Basin, Bohemian Massif. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 136, 11-132.

Abstract: *Sonapteris* gen. nov. is established for two new species *S. barthelii* sp. nov. and *S. pilsensis* sp. nov. from the Bolsovian and Westphalian D of the Pilsen Basin, Czech Republic. *Sonapteris barthelii* sp. nov. and *S. pilsensis* sp. nov. were studied palynologically and morphologically. Both species are based on fertile specimens, which show branching systems bearing fertile organs, annulate sporangia and spores of a botryopterid

type. *Sonapteris* gen. nov. is assigned to the family *Botryopteridaceae*.

Whereas *S. barthelii* shows great similarities to the lower Carboniferous species *B. antiqua*, *S. pilsensis* does not show superficial similarities to any botryopterid species in general view. The anatomy of both new species remains unknown, and so it is impossible to place them in the genus *Botryopteris* Renault. *In situ* spores isolated from *S. barthelii* belong to the dispersed genus *Leiotriletes-Granulatisporites*-type. Different stages of maturity were observed in the spores isolated from *S. pilsensis*. The first type consists of laevigate spores closely comparable to several species of the dispersed genus *Calamospora* (relatively immature forms); the second, intermediate type consists of scabrate, microgranulate to microverrucate spores that can be correlated with the dispersed genera *Verrucosisporites*, *Apiculatisporis* or *Planisporites*; and the third (fully matured) type consists of clavate, baculate to spinate spores that belong to the dispersed genus *Raistrickia*. Such ontogenetic stages of botryopterid spores are described for the first time and they resemble similar maturity stages of spores of *Senftenbergia plumosa*. *Sonapteris barthelii* may represent a liana-like or epiphytic kind of fern, that grew on *Psaronius* trunks with *Pecopteris tuffitica*-type fronds. However, the general habit of *S. barthelii* remains unknown.

PŠENIČKA, J., BEK, J., ZODROW, E.L., CLEAL, CH., HEMSLEY, A., 2003. A new late Westphalian fossil marattialean fern from Nova Scotia. *Botanical Journal*

of the Linnean Society, 142, 199-212.

Abstract: *Sydneia manleyi* gen. et sp. nov. is based on part of a fertile frond from the upper Westphalian D of the Sydney Coalfield, Nova Scotia, Canada. It has small synangia composed of laterally fused sporangia that are elongate and with a circular cross-section. The sporangia yielded variably sizes monolete and trilete spores with laevigate and microspinate ornamentation; intermediate forms were also observed. the spores can be correlated with *Sporae dispersae* species *Latosporites minutus*, *Punctatosporites oculus* and *Laevigatosporites perminutus*. Size ditribution of the spores is variable and highly skewed, suggesting heterogeneity of the spores within the sporangium. Spore ultrastructure indicates that the fossil is part of a fern, and the morphology of the spores and synangia indicate marattialean affinities.

ZODROW, E.L, ŠIMŮNEK, Z., CLEAL, CH, J., BEK, J., PŠENÍČKA, J., 2006. Taxonomic revision of the Palaeozoic marattialean fern *Acitheca* Schimper. Review of Palaeobotany and Palynology, 138, 239-280.

Abstract: The Pennsylvanian genus *Acitheca* Schimper, 1879 is revised based on re-examination of the sterile types, plus evidence from well-preserved fertile and sterile material from Canada and the Czech Republic (n=750 specimens). *Acitheca* was an arborescent marattialean fern about 3.5m high with large, tripinnate or quadripinnate fronds which produced *Caulopteris*-like frond scars on the trunk. Although its reproductive structures are similar to those of *Asterotheca* Presl, *Acitheca* differs in a number of characters of the sterile

foliage (especially the venation), and its palynology. The veins fork at least twice (except in the smallest pinnules): after the first dichotomy, the upper branch divides and then the lower branch divides, producing polymorphopterid veining pattern. Synangia occur in two rows, one on either side of the midvein, and usually consist of four elongate sporangia that extend along the pinnule margin. Recovered *in situ* spores show a much greater ontogenetic variability than any other known Pennsylvanian marattialean; the size varies from 34 μ m to 116 μ m, and exine ornamentation from laevigate (immature spores), finely microgranulate to scabrate (intermediate spores), to microverrucate–microgranulate (mature spores). Three species are described in the paper: *Acitheca polymorpha* (Brongniart) Schimper, *Acitheca ambigua* (Sternberg) Němejc, and a new species *Acitheca alii* sp. nov. Distributional evidence suggests that *Acitheca* probably originated in eastern North America and Western Europe in middle Pennsylvanian, and towards the end of it its geographical range had extended to Eastern Europe, the Caucasus, and into Permian of China.