

Pylová zrna a spory *in situ*

disertační práce

JIŘINA DAŠKOVÁ

Školitel:

doc. RNDr. Oldřich Fatka, CSc.
PřF UK, Praha

Konzultantka:


RNDr. Magda Konzalová, CSc.
Geologický ústav AVČR, v.v.i., Praha

Praha, 2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci, ani žádnou její část nepoužila k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 20.5. 2008


Jiřina Dašková

Obsah:

1. Úvod a současný stav poznání	2
2. Seznam publikací	4
3. Cíle disertační práce	5
4. Význam studia pylů a spor <i>in situ</i>	5
5. Metodika výzkumu	8
6. Stratigrafie a lokalizace studovaných vzorků	14
7. Výsledky – pylová zrna a spory <i>in situ</i>	16
(1) <i>Polypodium fertile</i> MACGINITE 1937	16
(2) <i>Nyssa</i> sp.	17
(3) <i>Alnus kefersteinii</i> (GOEPPERT 1838) UNGER 1847	18
(4) <i>Schizaeopsis ekrtii</i> KVACEK J., DASKOVA <i>et</i> PATOVA 2006	18
(5) <i>Nehvizdyella bipartita</i> KVACEK J., FALCON-LANG <i>et</i> DASKOVA 2005	19
(6) <i>Nathorstia angustifolia</i> (HEER 1880) KVACEK J. <i>et</i> DASKOVA 2007	20
(7) <i>Kladnostrobos clealii</i> LIBERTIN, BEK <i>et</i> DASKOVA 2005	21
(8) <i>Kladnostrobos psendae</i> LIBERTIN, BEK <i>et</i> DASKOVA 2005	21
(9) <i>Polysporia piggii</i> BEK, DRABKOVA, DASKOVA <i>et</i> LIBERTIN	22
(10) <i>Polysporia radvanicensis</i> BEK, DRABKOVA, DASKOVA <i>et</i> LIBERTIN	23
(11) <i>Polysporia drabekii</i> BEK, DRABKOVA, DASKOVA <i>et</i> LIBERTIN	23
(12) <i>Polysporia rothwellii</i> BEK, DRABKOVA, DASKOVA <i>et</i> LIBERTIN	24
(13) <i>Polysporia robusta</i> DRABEK 1976	25
8. Závěr	26
9. Literatura	30
Příloha – publikace:	34
KVAČEK, Z., DAŠKOVÁ, J., ZETTER, R. (2004): A re-examination of Cenozoic <i>Polypodium</i> in North America. - Review of Palaeobotany and Palynology, 128: 219–227.	35
DAŠKOVÁ, J. (2000): <i>Nyssa</i> – pollen <i>in situ</i> (Most Basin, Lower Miocene). - Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Geology, 30: 119–122.	45
DAŠKOVÁ, J. (v tisku): <i>In situ</i> pollen of <i>Alnus kefersteinii</i> (GOEPPERT) UNGER (Bechlejovice, Tertiary, Czech Republic). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series.	50
KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J., PÁTOVÁ, R. (2006): A new schizaeaceous fern, <i>Schizaeopsis ekrtii</i> sp. nov., and its <i>in situ</i> spores from the Upper Cretaceous (Cenomanian) of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology, 140 (1–2): 51–60.	58
KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2007): Revision of the type material in the genus <i>Nathorstia</i> HEER (Filicales). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series, 176 (7): 117–123.	69
KVAČEK, J., FALCON-LANG, H., DAŠKOVÁ, J. (2005): A new Late Cretaceous ginkgoalean reproductive structure <i>Nehvizdyella</i> gen. nov. from the Czech Republic and its whole-plant reconstruction. - American Journal of Botany, 92 (12): 1958–1969.	77
LIBERTÍN, M., BEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2005): Two new species of <i>Kladnostrobos</i> nov. gen. and their spores from the Pennsylvanian of the Kladno-Rakovník Basin (Bolsovian, Czech Republic). - Geobios, 38: 467–476.	90
BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): The sub-arborescent lycopsid genus <i>Polysporia</i> NEWBERRY and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology.	101

1. Úvod a současný stav poznání

Předkládaná disertační práce je sepsána jako komentář k souboru jednotlivých článků (viz kapitola 2 a příloha). Jednotčím tématem je výzkum prováděný přímo na fertilních orgánech rostlin - tzv. studium spor a pylových zrn *in situ**.

Tento typ palynologických studií doplňuje současný stav poznání fosilní flóry a pomáhá významným způsobem zpřesnit představy o obraze tehdejších rostlinných společenstev.

Nejstarší práce zaměřené na toto téma byly z území Českého masivu publikovány již Němejcem (1931, 1935, 1937, 1941), který se zabýval karbonskými fruktifikacemi. Další studie pak publikoval Obrhel (1959, 1961), který popsal fruktifikační orgány některých devonských rostlin. Ve výzkumu karbonských spor *in situ* pokračoval v 70. letech Drábek (1967, 1977). V současné době se studiem *in situ* spor z Českého masivu intenzivně zabývá J. Bek a J. Drábková (např. Bek a kol. 2001, Pšenička a kol. *v tisku*), kteří zkoumají karbonské fosilní flóry. Křídové nálezy zpracovávala B. Pacltová (Kvaček J. a Pacltová 2001), M. Konzalová (Hluštík a Konzalová 1976) a R. Pátová (Kvaček J. a kol. 2006), v terciérních sedimentech pak M. Konzalová (Kvaček Z. a Konzalová 1996).

Podrobněji je význam tohoto typu výzkumu shrnut a diskutován v kapitole 4.

V kapitole 5 (Metodika) je pak téma disertační práce doplněno o studii týkající se působení macerace na velikost spor.

* *in situ* - slovní spojení latinského původu, v překladu znamená: *na místě*

Za vedení disertační práce patří mé poděkování doc. RNDr. O. Fatkovi, CSc., který přispěl řadou kritických připomínek k práci a RNDr. M. Konzalové, CSc., která byla odbornou konzultantkou. Dále bych ráda poděkovala ing. K. Machovi, Ph.D. a Z. Dvořákovi (Severočeské doly a.s.), kteří poskytli materiál ke zpracování v rámci disertační práce a v neposlední řadě bych ráda poděkovala prof. RNDr. Z. Kvačkovi, DrSc., RNDr. N. Dolákové, CSc., RNDr. M. Svobodové, CSc., RNDr. J. Bekovi, CSc., Ass.-Prof. Dr. R. Zetterovi za odborné konzultace a R. Labuťovi za megaspory poskytnuté ke studiu vlivu délky macerace na velikost megaspor.

2. Seznam publikací

Disertační práce je předkládána ve formě kompilátu šesti již publikovaných prací a dvou prací přijatých do tisku. V tabulce 1 je podán soupis těchto publikací včetně tzv. impaktfaktoru.

Uspořádání prací je podle stáří, tedy od nejmladších stratigrafických úrovní po nejstarší.

1.	KVAČEK, Z., DAŠKOVÁ, J., ZETTER, R. (2004): A re-examination of Cenozoic <i>Polypodium</i> in North America. - Review of Palaeobotany and Palynology, 128: 219–227.	1,170
2.	DAŠKOVÁ, J. (2000): <i>Nyssa</i> – pollen <i>in situ</i> (Most Basin, Lower Miocene). - Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., Geology, 30: 119–122. Brno.	
3.	DAŠKOVÁ, J. (v tisku): <i>In situ</i> pollen of <i>Alnus kefersteinii</i> (GOEPPERT) UNGER (Bechlejovice, Tertiary, Czech Republic). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series.	
4.	KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J., PÁTOVÁ, R. (2006): A new schizaeaceous fern, <i>Schizaeopsis ekrtii</i> sp. nov., and its <i>in situ</i> spores from the Upper Cretaceous (Cenomanian) of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology, 140 (1–2): 51–60.	1,170
5.	KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2007): Revision of the type material in the genus <i>Nathorstia</i> Heer (Filicales). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series, 176 (7): 117–123.	
6.	KVAČEK, J., FALCON-LANG, H., DAŠKOVÁ, J. (2005): A new Late Cretaceous ginkgoalean reproductive structure <i>Nehvizdyella</i> gen. nov. from the Czech Republic and its whole-plant reconstruction. - American Journal of Botany, 92 (12): 1958–1969.	2,969
7.	LIBERTÍN, M., BEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2005): Two new species of <i>Kladnostrobus</i> nov. gen. and their spores from the Pennsylvanian of the Kladno-Rakovník Basin (Bolsovian, Czech Republic). - Geobios, 38: 467–476.	0,797
8.	BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): The sub-arborescent lycopsid genus <i>Polysporia</i> Newberry and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic - Review of Palaeobotany and Palynology.	1,170

Tab. 1: Seznam publikací předkládaných jako disertační práce.

3. Cíle disertační práce

Cílem disertační práce bylo systematické zpracování a vyhodnocení několika vybraných nálezů fruktifikačních orgánů fosilních rostlin (sbírky NM, PpF UK, Dolů Bílina, ČGS, Přírodovědného muzeu ve Stockholmu), dále zjištění jejich morfologické variability a porovnání získaných spor a pylových zrn s palynomorfami disperzních společenstev.

Celkem byly publikovány nové poznatky o třinácti fosilních druzích, pocházejících z terciálních, křídových a karbonských sedimentů. Výzkum byl založen i na dalších exemplářích, které pylová zrna neobsahovaly. Konkrétně se jednalo o terciální rostlinné zbytky rodů *Glyptostrobus* sp., *Taxodium* sp., *Pinus* sp., *Salix* sp. a *Carpinus* sp.

Negativní výsledky studia nejsou v oblasti problematiky pylu a spor *in situ* nijak vzácné; rozhodujícím faktorem pro zachování pylů (nebo spor) je totiž zralost samčích orgánů, jejich pohřbení a následná fosilizace právě v době jejich zralosti. To je však omezeno na velmi krátké období během roku a fosilizované prašníky často již v době jejich uložení žádná pylová zrna neobsahují (Treverse 1988).

4. Význam studia pylů a spor *in situ*

Palynologie je vědním oborem, který se zabývá studiem mikroskopických rostlinných objektů, jejichž stěna je složena z acidorezistentních látek - sporopoleninu nebo chitinu. Jedná se nejen o pylová zrna a spory, ale i další mikroskopické objekty (např. části skeletu hmyzu, vajíčka bezobratlých, a dalších tělísek, většinou *incertae sedis*). Palynologie podává důležité ekologické informace, které jsou dobře využitelné pro interpretaci paleoprostředí, a to především tam, kde je makrozáznam nedokonalý,

nebo zcela chybí. Tam, kde paleobotanický záznam v podobě makrofosilií máme, pak palynologie tyto poznatky doplňuje a rozšiřuje.

Pylová zrna a spory byly detailněji studovány již od nástupu prvních mikroskopů, a to především v Německu. Fosilní pylová zrna byla poprvé popsána Geoppertem v roce 1838 (ten rozpoznal pylová zrna olše a břízy). Palynologie se od té doby dále rozvíjela a její rozvoj byl souběžný s nástupem nových optických metod, které vrcholí rozvojem elektronové mikroskopie (rastrovací a transmisní elektronové mikroskopy), ale i s rozvojem těžby a vyhledáváním nových ložisek surovin, kde se využívá především pro stratigrafické zhodnocení sedimentů. Palynologie byla využívána zpočátku pro studium kvartérních rašelin (Von Post 1916), později byla metodika přenesena a využita i v terciálních sedimentech (např. Potonié 1931, Wodehouse 1933, Potonié a Venitz 1934,) a v sedimentech karbonského stáří (např. Schopf a kol. 1944). V Čechách se palynologií terciálních sedimentů jako první systematicky zabýval K. Rudolf (1935). Kirchheimer (1932) jako první izoloval pylová zrna přímo z mateřské rostliny (*in situ*) – jednalo se o terciální polyporátní pyl rodu *Alnus* LINNAEUS 1757.

Ve studiu pylů a spor je možné rozlišit **dva základní přístupy**. Jedním z nich je výzkum **disperzních společenstev** (*spora dispersae*). V tomto případě se spory a pyl využívají především jako biostratigrafické elementy a byl pro ně vytvořen převážně umělý, tzv. morfologický systém. Sporo-pylová společenstva jsou získávána při rozpouštění horniny a ve většině případů není známo jejich bližší taxonomické zařazení. Odpověď dává právě studium spor a pylových zrn *in situ*. Druhým pohledem na palynologickou problematiku je studium pylových zrn a spor v **biologickém kontextu**, v nejlepším případě studium pylů a spor přímo z reprodukčních orgánů mateřských rostlin - tzv. *in situ*.

Oba tyto palynologické přístupy nelze (a ani by nebylo dobré) udržovat odděleně. Navzájem se v nich prolínají a doplňují poznatky nejen o evoluci a systematice rostlin, ale i o krajině, kterou tyto rostliny spoluutvářely. Vzhledem k tomu, že spory i pylová zrna v disperzních společenstvech byly a jsou popisovány na základě jejich morfologie, je jeden přirozený druh uměle rozdělen do několika druhů morfologických. Statistické zhodnocení druhové variability v rámci rodů a společenstev a tím i možné paleoekologické interpretace tak mohou být ve výsledku zkresleny, zatímco v kombinaci se závěry získanými studiem sporomorf *in situ* se výsledek stává reálnějším. Palynologie zaměřená na výzkum pylů a spor z mateřských rostlin se tak významně podílí nejen na pochopení souvislostí mezi makrofloristickým záznamem a disperzními sporo-pylovými společenstvy (Kvaček Z. a Konzalová 1996, Friss a kol. 1991, aj.), ale i na správném hodnocení společenstev. Na základě přiřazení sporomorf k mateřským rostlinám a analogicky i na poznání jejich recentních příbuzných druhů, je také možné lépe analyzovat nadprodukcí nebo deficit výskytu sporomorf ve společenstvu a zpřesnit tím celkový obraz paleospolečenstva vyskytujícího se na dané lokalitě.

Význam studia spor a pylových zrn přímo z mateřské rostliny - tedy tzv. *in situ* lze shrnout do několika bodů:

- a) „whole plant concept“ - nebo-li „celostní přístup“ v systematice fosilních rostlin
- b) paleoekologický význam při posuzování společenstva jako celku
- c) zastoupení blíže určených taxonů s dopadem při přesnějším kvantitativním hodnocení

5. Metodika výzkumu

Metodika studia se odvíjí od způsobu produkce spor nebo pylových zrn mateřskou rostlinou a následné fosilizace (Erdtman G. a Erdtman H. 1933). Obecně lze říci, že čím vyšší produkce sporomorf, tím metodicky jednodušší, ale zároveň i podrobnější je možné jejich studium.

Základní metodika rozpouštění vzorků se v podstatě neliší od způsobů, kterými jsou připravovány vzorky pro studium disperzních společenstev. Obvykle se obdobně laboratorně zpracovávají (kombinace vybraných kyselin a zásad), podstatný rozdíl je však v množství použitelných vzorků a zároveň i způsobu zachování rostlinného materiálu. Určitý rozdíl spočívá v přípravě preparátů (většinou z malého množství rezidua ze vzorku), jak pro pozorování v optickém, tak i elektronovém mikroskopu. Příprava vzorků je pracná především při získávání pylových zrn z hmyzosnubných rostlin.

Fosilní rostlinný materiál:

Studovaný materiál může v principu pocházet ze dvou zdrojů:

- ze současných sběrů na lokalitách
- ze starších sběrů uložených v muzejních depozitářích

Ke studiu jsou vhodné fertilní orgány rostlin zachované především v jemnozrnných horninách. Takové nálezy jsou poměrně vzácné a ani použití odpovídající metodiky nezaručuje, že tento pokus bude úspěšný. Dále mohou být květy, jehnědy nebo sporangia zachovány v různých stupních zralosti, což také výrazně stěžuje výzkum, neboť ve většině případů je již sporo-pylový obsah rozptýlen mimo mateřské

rostliny. Z objemu materiálu, který byl v rámci disertační práce studován, jen nepatrná část vzorků poskytla pozitivní výsledky.

Při sběrech na lokalitě je nejvhodnější najít a odebrat čerstvý materiál ve vhodném litotypu, tzn. takový, který nebyl dlouhodobě vystaven zvětrávacím procesům, především však oxidaci. Nálezy fosilních rozmnožovacích orgánů rostlin jsou velmi vzácné.

Dalším úskalím, ztěžujícím studium, je způsob fosilizace. Způsob zachování sporomorf může být fosilizačními procesy zásadně ovlivněn, a to často odlišně od disperzního společenstva, což pak výrazně ovlivňuje vzájemné porovnání takovýchto vzorků.

V neposlední řadě je nutné zmínit i možnost kontaminace vzorku jinými sporomorfami, které se mohou do fertálních orgánů dostat například vzduchem (především u anemofilních jedinců).

Macerace:

Při rozpuštění vzorků se postupuje podobně jako v případě rozpouštění horniny pro analýzu disperzního společenstva. Postupy byly vyvíjeny již od 30. let dvacátého století (Erdtman G. a Erdtman H. 1933, Erdtman 1944, 1954, 1960, Faegri a Iversen 1950. Shrnutí maceračních postupů pro přípravu vzorků z fosilního materiálu je uvedeno např. v těchto publikacích: Pacltová (1963), Gabrielová (1986), Jones a Rowe (1999).

Používané chemikálie:

výběr závisí na typu sedimentu, ve kterém je rostlinný materiál fosilizován; nejčastější chem. pro typ uhelných a jílovitých vzorků jsou:

kyselina fluorovodíková (30 - 40% HF)

kyselina chlorovodíková (10% HCl)

hydroxid draselný (KOH)

kyselina dusičná (HNO₃)

Schulzeho směs (HNO₃ + KCl)

acetolyzační směs (CH₃COOH + H₂SO₄)

peroxid vodíku (30% H₂O₂)

pro zhotovení preparátů:

líh

destilovaná voda

glycerin

glycerinželatina

Pro odstranění anorganické (jílovité) složky se rutinně aplikuje rozpouštění v kyselině fluorovodíkové. Poprvé byla tato metoda použita a publikována již v roce 1924 (Assarson a Granlund). Pokud hornina obsahuje příměs CaCO₃, odstraníme ji pomocí kyseliny chlorovodíkové. Následuje promytí vzorku čistou vodou a macerace v KOH. Kyselinu dusičnou a Schulzeho směs používáme pro prosvětlení vzorků a dezintegraci organické substance především u výše prouhelných vzorků pocházejících především z černouhelných pánví. Pomocí hydroxidu draselného (10% roztok) ze vzorku odstraníme huminové kyseliny (platí pro tercierní vzorky). Po promytí v destilované vodě krátce zahřejeme v acetolyzní směsi, díky tomu pylová zrna a spory získají zpět původní sférický tvar. Při maceraci je důležité dbát na čistotu prostředí a laboratorních pomůcek, protože studované vzorky mohou být tímto způsobem snadno znečištěny, a to by především u vzorků získávaných přímo z fruktifikačních orgánů mohlo vést k zavádějícím výsledkům. Takto připravený materiál konzervujeme a fixujeme

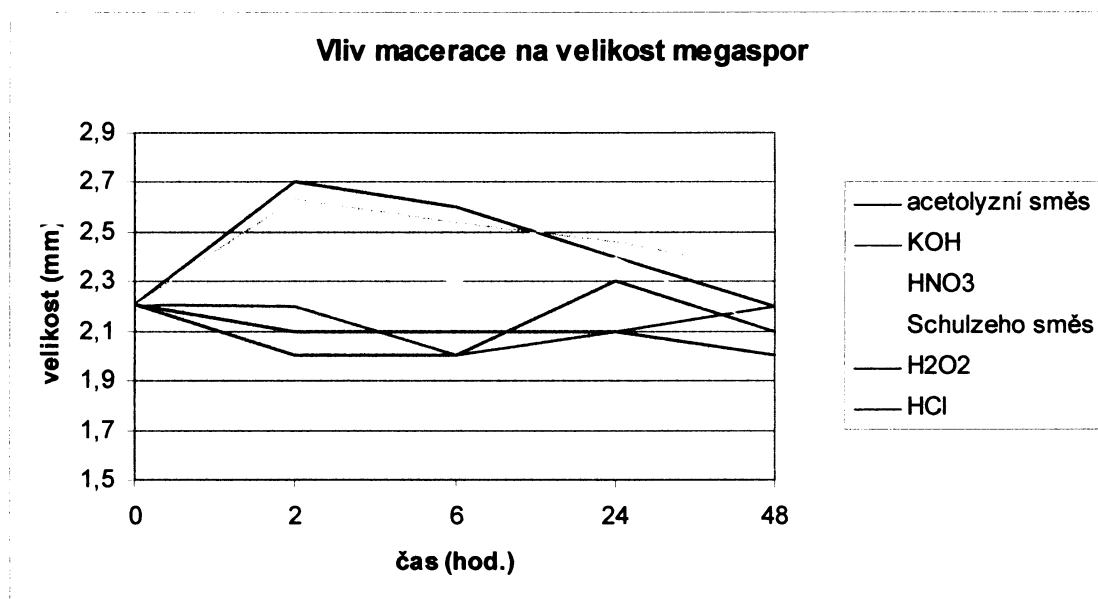
v glycerinu nebo v glycerinželatině na podložní sklíčka (s použitím krycích skel) a následně pozorujeme ve světelném mikroskopu. Pokud chceme vzorky připravit pro studium v elektronovém mikroskopu, pokládáme jednotlivá zrna na kovový nosič do kapky lihu, ve které se zrno od glycerinu očistí (Zetter 1989).

Vliv macerace na velikost spor:

Vliv macerace na velikost i skulpturu spor byl popsán již v minulosti (Smith a Butterworth, 1967; Bek, 1998). Pro další pokusy vlivu macerace na spory v rámci této disertační práce byly použity megaspory získané z haldy dolu Jiřina (kladensko-rakovnická pánev). Z horniny vymacerované spory pomocí peroxidu vodíku byly na dobu 48 hodin ponořeny do chemikálií (acetolýzní směs, 10% KOH, 40% HNO₃, Schulzeho směs, 30% H₂O₂, HCl) a po 2, 6, 24 a 48 hodinách byly měřeny jejich rozměry. Výsledky tohoto pozorování jsou shrnuty v tabulkách níže (průměrné hodnoty jsou spočítány vždy pro 10 megaspor).

	2 hod.	6 hod.	24 hod.	48 hod.
acetol. směs	2,70	2,60	2,40	2,20
10% KOH	2,20	2,00	2,10	2,20
HNO₃	2,24	2,30	2,40	2,10
Schulzeho směs	2,63	2,54	2,46	2,34
H₂O₂	2,10	2,10	2,10	2,00
HCl	2,00	2,00	2,30	2,10
Ø	mm	mm	mm	mm

Tab. 2: Zjištěný vliv macerace na velikosti megaspor.



Obr. 1: Graf znázorňující zjištěný vliv macerace na velikosti megaspor.

V následujícím přehledu jsou uvedeny procesy probíhající během macerace:

1. Acetolyzní směs: při maceraci v acetolyzní směsi dochází nejprve k výraznému uvolnění organické hmoty, stěny spor jsou ale i přes to tmavší, méně průhledné, po 6 hodinách ztrácejí pružnost a začínají prskat. Po 24 hodinách se zcela rozpadají.
2. 10% KOH: po 2 hodinách se ze spor uvolňuje uhelná hmota, spory se stávají plastickými, ale po několika dalších hodinách tuto vlastnost ztrácejí, stávají se křehkými a po 48 hodinách se začínají rozpadat.
3. HNO₃: po dobu asi 6 hodin se spory velikostně prakticky nemění, ale po 48 hodinách se některé začínají rozpadat a jejich stěny jsou prosvětlenější.
4. Schulzeho směs: po 2 hodinách se spory prosvětlují, po 6 hodinách je jich většina již velmi dobře zmacerovaných, po 24 hodinách jsou prakticky všechny velmi dobře zmacerované.

5. Peroxid vodíku: nenastaly žádné podstatné změny, velikost i barva zůstávají konstantní. Toto je ale možné jen u velmi prouhelněných spor, protože např. u terciárního materiálu by došlo k naprosté dezintegraci vlivem oxidace.
6. HCl: po 24 hodinách se některé spory začínají rozpadat, ale neprosvětlují se, po 48 hodinách jsou některé prasklé, v podstatě pokračuje jejich dezintegrace, jejich velikost se ale nijak zásadně nemění.

Z uvedených výsledků je patrné, že velikost spor se při macerování nijak dramaticky nemění. Výrazná je především velikostní změna na počátku macerace u hydroxidu draselného a Schulzeho směsi, ale tato změna velikosti výrazně neovlivňuje taxonomické zařazení izolovaných spor. Významnější je však skutečnost, že po určité době rozpouštění se spory začínají rozpadat, což může při maceraci ovlivnit celkové složení jak disperzního společenstva, tak i vzácně zachovalých pylových zrn a spor z reprodukčních orgánů. Konkrétně se jedná o působení KOH a acetolyzní směsi.

Výsledky vlivu macerace na velikost spor jsou korelovatelné s prací J. Beka (1998).

Mikroskopie

K pozorování, popisu a zhodnocení morfologie studovaných rostlinných objektů byl používán světelný mikroskop (LM) a dále rastrovací elektronový mikroskop (SEM).

V první etapě pozorování se téměř vždy používá LM a různé typy zvětšení - je to nejrychlejší způsob pro orientační vyhodnocení fosilních objektů ve vzorcích. Fosilní palynomorfy bývají obvykle určovány na základě morfologických znaků pozorovatelných v procházejícím světle a srovnáním s recentními druhy; většina palynologických studií je prováděna právě tímto způsobem (Traverse 1988). Pozorovací možnosti v LM jsou však omezené - LM neumožňuje detailní studium a popis

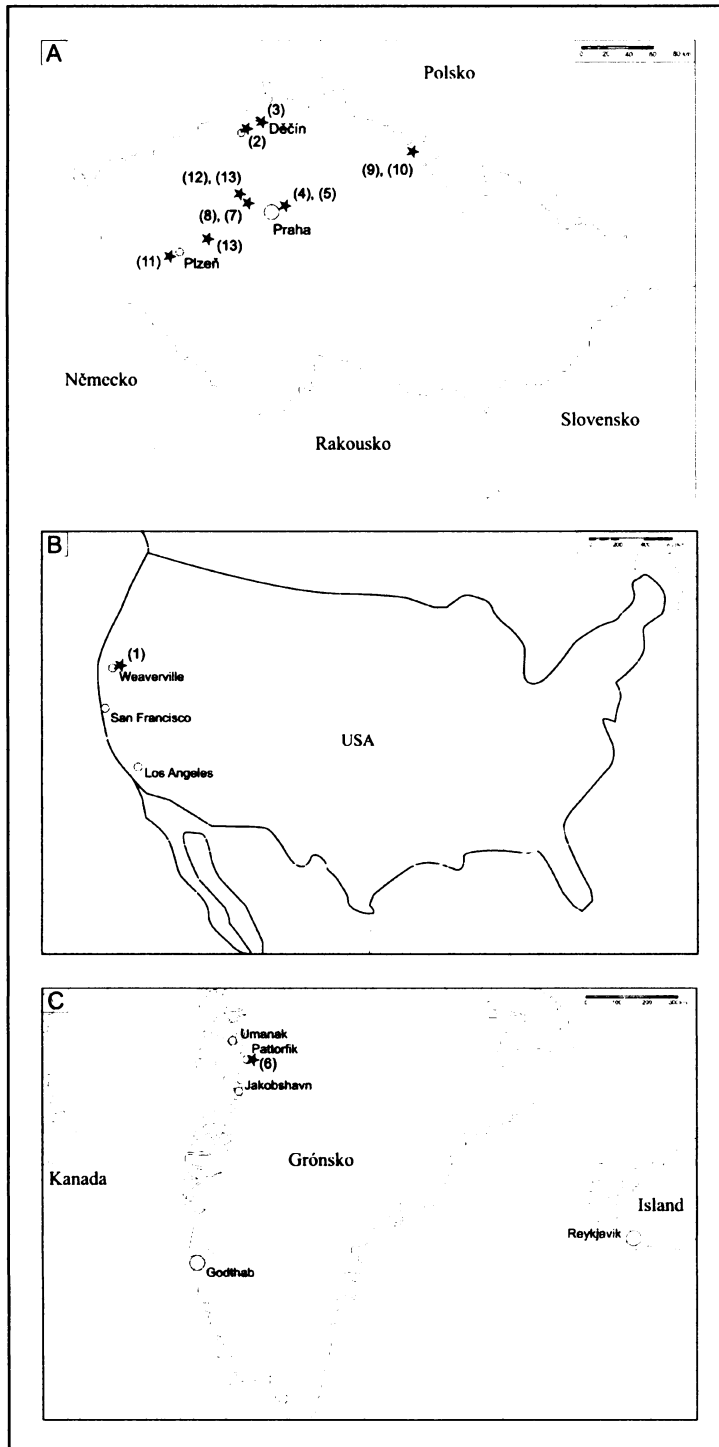
povrchových submikroskopických skulpturních elementů a systematické zařazení sporomorf proto nemusí být vždy zcela přesné. Někteří autoři proto užívají LM téměř výhradně v kombinaci s rastrovacím elektronovým mikroskopem (SEM; např. Zetter 1989, 1998, Zetter a Ferguson 2001).

U většiny publikovaných prací této disertační práce (viz příloha) byly použity oba přístupy, jen v případě pylů rodu *Nyssa* LINNAEUS 1753 byly zatím publikovány výsledky získané pomocí LM (rozsáhlejší systematická práce je v přípravě).

6. Stratigrafie a lokalizace studovaných vzorků

Jako součást disertace jsou předloženy práce, které ze stratigrafického hlediska představují průřez od terciérních sedimentů, přes křídové až po karbonské. Získané fosilní objekty jsou v následující kapitole řazeny stratigraficky, od terciérních kapradinových spor, po spory karbonských plavuní. Vzorky rodů *Polypodium* LINNAEUS 1753, *Alnus* LINNAEUS 1757_a *Nyssa* LINNAEUS 1753 pocházejí z terciérních uloženin, nálezy rodů *Schizaeopsis* BERRY 1911, *Nathorstia* HEER 1880 a *Nehvizdyella* KVACEK J., FALCON-LANG *et* DASKOVA 2005 jsou křídového stáří a rody *Kladnostrobis* LIBERTIN, BEK *et* DASKOVA 2005 a *Polysporia* (NEWBERRY 1873) DIMICHELE, MAHAFY *et* PHILLIPS 1979 pocházejí z karbonských sedimentů.

Přibližná lokalizace nálezů je zakreslena na mapách (obr. 2A-C), detailní stratigrafické zařazení obsahuje kapitola 7.



Obr. 2: Lokalizace fosilních nálezů: (1) - *Polypodium fertile* MACGINITE 1937, (2) - *Nyssa* sp., (3) - *Alnus kefersteini* (GOEPPERT 1838) UNGER 1847, (4) - *Schizaeopsis ektii* KVACEK J., DASKOVA et PATOVA 2006, (5) - *Nehvizdyella bipartita* KVACEK J., FALCON-LANG et DASKOVA 2005, (6) - *Nathorstia angustifolia* (HEER 1880) KVACEK J. et DASKOVA 2007, (7) - *Kladnostrobos clealii* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005, (8) - *Kladnostrobos psendae* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005, (9) - *Polysporia piggii* BEK, DRABKOVA, DASKOVA et LIBERTIN, (10) - *Polysporia radvanicensis* BEK, DRABKOVA, DASKOVA et LIBERTIN, (11) - *Polysporia drabekii* BEK, DRABKOVA, DASKOVA et LIBERTIN, (12) - *Polysporia rothwellii* BEK, DRABKOVA, DASKOVA et LIBERTIN, (13) - *Polysporia robusta* DRABEK 1976.

7. Výsledky – pylová zrna a spory *in situ*

V následující kapitole jsou shrnuty taxony, které byly předmětem výzkumu spor a pylových zrn *in situ*. Jednotlivé druhy jsou seřazeny podle stratigrafické úrovně od nejmladších po nejstarší, jmenovitě od terciéru, přes křídou až po karbonské nálezy.

V poznámkách k jednotlivým druhům je v této kapitole pod druhovým (eventuelně rodovým) názvem studované fosilní rostliny (jejího fruktifikačního orgánu) uvedena citace publikované práce (k danému tématu), lokalizace, stáří nálezu, popis horniny, ve které byla fosílie zachována, místo současného uložení nálezu a stručné shrnutí výsledků. Detailní popis metodiky i výsledků je také v příložených publikacích (viz Příloha - publikace).

(1) *Polypodium fertile* MACGINITE 1937

Publikace: KVAČEK, Z., DAŠKOVÁ, J., ZETTER, R. (2004): A re-examination of Cenozoic *Polypodium* in North America. - Review of Palaeobotany and Palynology, 128: 219–227.

Druh: *Polypodium fertile* MACGINITE 1937

Lokalita: Weaverville Formation, Redding Creek, California

Stratigrafie: terciér, sp. miocén - sp. střední miocén

Litologie: tmavě šedý jílovec

Uloženo: Národní muzeum, Praha

Poznámka: Pouze jeden vzorek (No. 1095) obsahoval dobře zachované spory, další dva studované vzorky byly silně zoxidované a spory se z nich nepodařilo izolovat.

Výsledky: Na základě morfologie získaných spor (monoletní spory s výraznou verukátní skulpturou) bylo možné upřesnit systematické zařazení nálezů do rodu *Polypodium* LINNAEUS 1753 *sensu* Ching (1978).

(2) *Nyssa* sp.

Publikace: DAŠKOVÁ, J. (2000): *Nyssa* – pollen *in situ* (Most Basin, Lower Miocene). - Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis, Geology, 30: 119–122. Brno.

Druh: *Nyssa* sp.

Lokalita: Bílina, mostecká pánev, fosiliferní horizont č. 30
(označení horizontů podle Z. Dvořáka; Bůžek a kol. 1992, Sakala 2000)

Stratigrafie: terciér, sp. miocén, eggenburg, zóna MN3 (Fejfar 1990)

Litologie: jílovec

Uloženo: PŘF UK, Praha

Poznámka: V publikaci jsou popsány výsledky pozorování pylových zrn ve světelném mikroskopu, podrobnější systematická práce, kde bude využito výsledků SEM a zároveň budou popsány i makrozbytky je v současné době v přípravě.

Výsledky: Z jednoho vzorku s otiskem fosilního květenství tupely (*Nyssa* sp.) se podařilo izolovat trikolporátní pylová zrna rodu *Nyssa* LINNAEUS 1753, která byla porovnána s jejich recentními zástupci, žijícími dnes v severní Americe a jihovýchodní Asii. Druh nalezený na dole Bílina vykazuje shodné morfologické znaky s asijským druhem *Nyssa sinensis* OLIVER 1891.

(3) *Alnus kefersteinii* (GOEPPERT 1838) UNGER 1847

Publikace: DAŠKOVÁ, J. (v tisku): *In situ* pollen of *Alnus kefersteinii* (GOEPPERT) UNGER (Bechlejovice, Tertiary, Czech Republic). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series.

Druh: *Alnus kefersteinii* (GOEPPERT) UNGER

Lokalita: Bechlejovice

Stratigrafie: terciér, spodní - sp. svrchní oligocén (Konzalová 1981)

Litologie: světle hnědý laminovaný diatomit

Uloženo: Národní muzeum, Praha

Výsledky: Z dobře zachovaných jehněd (jsou na nich patrné i prašníky) druhu *Alnus kefersteinii* (GOEPPERT 1838) UNGER 1847, byla vymacerována pylová zrna rodu *Alnipollenites* POTONIE 1931. U studovaných jehněd tak byla potvrzena příslušnost k rodu *Alnus* LINNAEUS 1757.

(4) *Schizaeopsis ekrtii* KVACEK J., DASKOVA et PATOVA 2006

Publikace: KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J., PÁTOVÁ, R. (2006): A new schizaeaceous fern, *Schizaeopsis ekrtii* sp. nov., and its *in situ* spores from the Upper Cretaceous (Cenomanian) of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology, 140 (1–2): 51–60.

Druh: *Schizaeopsis ekrtii* KVACEK J., DASKOVA et PATOVA 2006

Lokalita: Horoušany, lom Kamenná Panna

- Stratigrafie: křída, cenoman, perucko-korycanské souvrství, Unit 2 (Uličný a Nichols, 1997)
- Litologie: tmavě šedý jílovec
- Uloženo: Národní muzeum, Praha
- Výsledky: Kapradiny pocházejí z lakustrinních sedimentů, byly vymacerovány spory prokazatelně náležící do komplexu *Appendicisporites* WEYLAND *et* KRIEGER 1953 - *Plicatella* MALYAVKINA 1949. Spory separované z fosilního nálezu kapradiny *Schizaeopsis ekrtii* KVACEK J., DASKOVA *et* PATOVA 2006 byly shledány jako shodné s druhem *Plicatella tricornitata* (WEYLAND *et* GREIFELD 1953) DEÁK *et* COMBAZ 1967 *sensu* Svobodová a kol. (1998).

(5) *Nehvizdyella bipartita* KVACEK J., FALCON-LANG *et* DASKOVA 2005

- Publikace: KVAČEK, J., FALCON-LANG, H., DAŠKOVÁ, J. (2005): A new Late Cretaceous ginkgoalean reproductive structure *Nehvizdyella* gen. nov. from the Czech Republic and its whole-plant reconstruction. - American Journal of Botany, 92 (12): 1958–1969.
- Druh: *Nehvizdyella bipartita* KVACEK J., FALCON-LANG *et* DASKOVA 2005
- Lokalita: Horoušany, lom Kamenná Panna
- Stratigrafie: svrchní křída, cenoman
- Litologie: jílovec
- Uloženo: Národní muzeum, Praha
- Výsledky: V článku byl popsán nový druh náležící do řádu Ginkgoales: *Nehvizdyella bipartita* KVACEK J., FALCON-LANG *et* DASKOVA 2005. Při

preparování kutikul ze semen bylo získáno 11 monosulkátních pylových zrn, které byly zařazeny do rodu *Cycadopites* WODEHOUSE 1933, jako *Cycadopites* sp. Vzhledem k tomu, že žádná jiná pylová zrna nalezena nebyla, je možné s velkou pravděpodobností usuzovat, že náleží této fosilní rostlině. Výsledkem studie je *whole-plant* rekonstrukce, založená na nálezech listů, větévek, dřeva, semen a pylových zrn.

(6) *Nathorstia angustifolia* (HEER 1880) KVAČEK J. et DASKOVA 2007

Publikace: KVAČEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2007): Revision of the type material in the genus *Nathorstia* HEER (Filicales). - Journal of the National Museum (Prague), Natural History Series, 176 (7): 117–123.

Druh: *Nathorstia angustifolia* (HEER 1880) KVAČEK J. et DASKOVA 2007

Lokalita: Pattorfik, Grónsko

Stratigrafie: spodní křída, apt-alb

Litologie: tmavě šedý jílovec

Uloženo: Přírodovědné muzeum ve Stockholmu, Švédsko

Výsledky: V publikaci je emendována diagnóza rodu *Nathorstia* HEER 1880, který byl původně řazen do čeledi Matoniaceae. Zařazení rodu do této čeledi se však ukázalo jako sporné, protože čeleď Matoniaceae je definována na základě spor a radiálního uspořádání sporangií. Typový materiál rodu však žádné spory ani sporangia neobsahuje, a proto tyto nálezy není možné přiřazovat ke kapradinám čeledi Matoniaceae. V budoucnu bude vybrán vhodnější typový materiál, ke kterému bude snad možné

spolehlivě přiřadit kapradiny nesoucí znaky shodné se zástupci čeledi Matoniaceae.

(7) *Kladnostrobus clealii* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005

Publikace: 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.

Druh: *Kladnostrobus clealii* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005

Lokalita: Kladno, kladensko-rakovnická pánev, střední Čechy

Stratigrafie: karbon, bolsov

Litologie: tuf, „velká“ opuka

Uloženo: Národní muzeum, Praha

Výsledky: Ze šištic byly izolovány triletní spory s výraznou retikulátní skulpturou. Spory byly srovnatelné až se třemi rody nacházenými v disperzních sporových společenstvech a jsou odlišné od spor izolovaných z jiných lykofytních rostlin stejného stáří. Podle morfologie makronálezu a srovnání s jinými známými rody jsou rostliny rodu *Kladnostrobus* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005 definovány jako typ šišťice arborescentních plavuní.

(8) *Kladnostrobus psendae* LIBERTIN, BEK et DASKOVA 2005

- Publikace: LIBERTÍN, M., BEK, J., DAŠKOVÁ, J. (2005): Two new species of *Kladnostrobis* nov. gen. and their spores from the Pennsylvanian of the Kladno-Rakovník Basin (Bolsovia, Czech Republic). - *Geobios*, 38: 467–476.
- Druh: *Kladnostrobis psendae* LIBERTIN, BEK *et* DASKOVA 2005
- Lokalita: Libušín, kladensko-rakovnická pánev
- Stratigrafie: karbon, bolsov
- Litologie: jílovitý prachovec
- Uloženo: Národní muzeum, Praha
- Výsledky: Izolované spory jsou si s předchozím druhem velmi podobné, liší se především velikostí. Výsledky viz *Kladnostrobis clealii* LIBERTIN, BEK *et* DASKOVA 2005.

(9) *Polysporia piggii* BEK, DRÁBKOVÁ, DASKOVA *et* LIBERTIN

- Publikace: BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): The sub-arborescent lycopsid genus *Polysporia* NEWBERRY and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovia-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. - *Review of Palaeobotany and Palynology*.
- Druh: *Polysporia piggii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN
- Lokalita: vnitrosudetská pánev, Radvanice, důl Kateřina
- Stratigrafie: karbon, stefan B, odolovské souvrství, jívecké vrstvy
- Litologie: jílovitý prachovec
- Uloženo: Západočeské muzeum, Plzeň

Výsledky: Nový druh byl definován na základě jednoho makroskopického nálezu, který se skládá z izolovaných mega- a mikrosporangii; z nich byly izolovány jednotlivé mega- a mikrospory. Izolované spory byly srovnatelné se sporami druhu *Polysporia radvanicensis* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN. Tyto dva druhy tedy nelze na základě spor odlišit, liší se však po makroskopické stránce.

(10) *Polysporia radvanicensis* BEK, DRABKOVA, DASKOVA *et* LIBERTIN

Publikace: BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): The sub-arborescent lycosid genus *Polysporia* NEWBERRY and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology.

Druh: *Polysporia radvanicensis* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN

Lokalita: vnitrosudetská pánev, Radvanice

Stratigrafie: karbon, stefan B, odolovské souvrství, jívecké vrstvy

Litologie: tmavě šedý jílovitý prachovec

Uloženo: ČGS, Praha

Výsledky: Jako druh *Polysporia radvanicensis* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN je popsán ojedinělý nález osy této plavuňovité rostliny, na které se zachovaly zřetelné zóny mikro- a megasporangií. Izolované mega- a mikrospory odpovídají sporám separovaných ze sporangií druhu *Polysporia piggii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN - viz (10).

(11) *Polysporia drabekii* BEK, DRABKOVA, DASKOVA *et* LIBERTIN

- Publikace: BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): 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.
- Druh: *Polysporia drabekii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN
- Lokalita: plzeňská pánev, okolí Nýřan
- Stratigrafie: karbon, wesfál D, kladenské souvrství, nýřanské vrstvy
- Litologie: sapropelitické uhlí
- Uloženo: Národní muzeum, Praha; ČGS, Praha
- Výsledky: *Polysporia drabekii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN je reprezentována megasporangii, z nichž jeden nález je asociovaný přímo s osou rostliny, ostatní nálezy tvoří pouze izolovaná megasporangia a jedno mikrosporangium. Izolované spory jsou velmi podobné sporám izolovaných z druhů *Polysporia radvanicensis* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN a *Polysporia piggii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN, hlavní rozdíl je ale v jejich velikosti a síle exiny (jsou menší a exina je slabší).

(12) *Polysporia rothwellii* BEK, DRABKOVA, DASKOVA *et* LIBERTIN

- Publikace: BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): 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.

- Druh: *Polysporia rothwellii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTÍN
- Lokalita: kladensko-rakovnická pánev: Libušín, odval dolu Schoeller a důl Slaný
- Stratigrafie: karbon, bolsov, kladenské souvrství, radnické vrstvy
- Litologie: jílovitý prachovec
- Uloženo: Národní muzeum, Praha; ČGS, Praha
- Výsledky: V práci je popsán nový druh rodu *Polysporia* (NEWBERRY 1873) DiMICHELE, MAHAFY *et* PHILLIPS 1979 - jedná se o izolovaná mega- a mikrosporangia, ze kterých byly izolovány mega- a mikrospory. Svými megasporami se *Polysporia rothwellii* BEK, DRÁBKOVÁ, DAŠKOVÁ *et* LIBERTIN výrazně odlišuje od dalších druhů tohoto rodu. Tyto spory (odpovídající dispergovaným *Expansisporites wesphalensis* (BHARADWAJ 1957) LOBOZIAK 1966) dosud nikdy nebyly popsány přímo z mateřské rostliny.

(13) *Polysporia robusta* DRABEK 1976

- Publikace: BEK, J., DRÁBKOVÁ, J., DAŠKOVÁ, J., LIBERTÍN, M. (v tisku): The sub-arborescent lycopsid genus *Polysporia* (NEWBERRY 1873) DiMICHELE, MAHAFY *et* PHILLIPS 1979 and its spores from the Pennsylvanian (Bolsovian-Stephanian B) continental basins of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology.
- Druh: *Polysporia robusta* DRABEK 1976
- Lokalita: kladensko-rakovnická pánev: důl Max, důl Ronna a odval dolu Schoeller (u Kladna); radnická pánev: Svinná (u Radnic)
- Stratigrafie: karbon, bolsov, kladenské souvrství, radnické vrstvy

- Litologie: jílovitý prachovec
- Uloženo: Národní muzeum, Praha; Západočeské muzeum, Plzeň
- Poznámka: Nejucelenější nálezy rostliny náleží právě tomuto druhu. Na osách se zachovaly lykofytní listy a střídající se mikro- a megasporangiální zóny, ze kterých byly izolovány mega- i mikrospory. Izolované spory jsou srovnatelné s disperzními spory druhu *Triletesporites bohemicus* KALIBOVA 1958. Tento druh spor byl popsán pouze karbonských pánví na území Českého masivu, jedná se tedy pravděpodobně o endemickou rostlinu.

8. Závěr

V rámci disertace bylo zpracováno (publikované výsledky) celkem 13 taxonů; bylo popsáno osm nových druhů, dva rody a jedna čeleď. Součástí výzkumu byly i studie kapradinových vějířů, u nichž nebyly izolovány žádné spory. Diagnóza jednoho takového rodu byla emendována. Z několika reprodukčních orgánů gymnosperm a angiosperm se pylová zrna nepodařilo získat, prašníky pyl neobsahovaly, protože už byly pravděpodobně zralé a prázdné v době jejich uložení a při následné fosilizaci (např. *Taxodium* sp., *Glyptostrobus* sp., *Pinus* sp., *Salix* sp.).

TERCIÉR:

Rod *Polypodium* LINNAEUS 1753 (Polypodiaceae): Většina druhů těchto kapradin bylinného vzrůstu roste v současné době v trpických oblastech. Při studiu miocenních nálezů druhu *Polypodium fertile* MACGINITE 1937 byly vymacerovány spory, díky

kterým byl tento druh s jistotou zařazen do rodu *Polypodium* LINNAEUS 1753 *sensu* Ching (1978).

Rod *Alnus* LINNAEUS 1757 (Betulaceae): Již v terciéru se jednalo o běžný rod, rozšířený od Severní Ameriky, přes Evropu až do Asie. Studované jehnědy pocházejí z oligocénní lokality Bechlejovice. Poprvé byly z těchto nálezů druhu *Alnus kefersteinii* (GOEPPERT 1838) UNGER 1847 vymacerována pylová zrna a na základě jejich nezaměnitelné morfologie byla potvrzena příslušnost jehněd k rodu *Alnus* LINNAEUS 1757.

Rod *Nyssa* LINNAEUS 1753 (Cornaceae): Rod *Nyssa* LINNAEUS 1753 (tupelo) se v současné době vyskytuje na vlhkých stanovištích v teplejších oblastech Severní Ameriky a jihovýchodní Asie. Pylová zrna terciérního („bílinského“) nálezu byla porovnána s pěti recentními druhy. Společné znaky se objevují u severoamerického druhu *N. ogeche* W. BARTRAM EX MARSHALL 1785 a východoasijského druhu *N. sinensis* OLIVER 1891, neshodují se však úplně. Na základě morfologické podobnosti lze usuzovat na příbuznost mezi asijským a bílinským (terciérním) druhem.

KŘÍDA:

Nálezy z křídových sedimentů jsou velmi vzácné, podobně jako v terciéru.

Rod *Schizaeopsis* BERRY 1911 (Schizaeaceae): Nálezy kapradinových vějířů nově objeveného druhu byly zařazeny do čeledi Schizaeaceae, jejichž zástupci se v současné době vyskytují především v tropických a subtropických pásech. Spory separované z fosilního nálezu kapradiny *Schizaeopsis ekrtii* KVACEK J., DASKOVA *et* PATOVA 2006 byly shledány jako shodné s druhem *Plicatella tricornitata* (WEYLAND *et* GREIFELD 1953) DEÁK *et* COMBAZ 1967 *sensu* Svobodová a kol. (1998).

Rod *Nehvizdyella* KVACEK J., FALCON-LANG *et* DASKOVA 2005 (Ginkgoaceae): V rámci disertace byl popsán nový rod s druhem *Nehvizdyella bipartita* KVACEK J., FALCON-

LANG *et* DASKOVA 2005 a byla zhotovena rekonstrukce této rostliny, příbuzné recentnímu ginkgu. Na základě srovnání těchto nálezů s dalšími obdobnými společenstvy jsou shrnuty paleoekologické podmínky, ve kterých tyto rostliny vyskytovaly.

Rod *Nathorstia* HEER 1880 (*incertae sedis*): Posledním křídovým materiálem zpracovávaným v rámci disertace byl typový materiál kapradiny rodu *Nathorstia* HEER 1880. *Nathorstia* HEER 1880 byla řazena do čeledi Matoniaceae. Na fosilních listech se však nedochovala sporangia a právě typ sporangií je určujícím pro systematické zařazení rostlin do čeledi Matoniaceae. Diagnóza rodu je z tohoto důvodu emendována a rod byl z této čeledi vyřazen. V další fázi výzkumu bude stanoven nový rod, do kterého budou řazeny kapradiny nesoucí diagnostické znaky čeledi Matoniaceae.

KARBON:

Rod *Kladnostrobis* LIBERTIN, BEK *et* DASKOVA 2005 (Kladnostrobiaceae): *In situ* spory, které byly z těchto nálezů izolovány (tzn. s retikulární skulpturou) nebyly dosud z lykofytních rostlin jako *in situ* popsány. Podle uspořádání sporangií je možné usuzovat, že tyto fosilizované rostliny nepatří do skupiny rodů *Chaloneria* sp., *Ompaophloios* sp. nebo *Spencerites* sp. Sporangia rodu *Kladnostrobis* LIBERTIN, BEK *et* DASKOVA 2005 jsou uspořádána přímo na ose rostliny, kdežto u zbývajících rodů vytvářejí samostatné strobily. Z výše uvedených důvodů má *Kladnostrobis* sp. mezi lykofytními rostlinami zvláštní zařazení do nové čeledi Kladnostrobiaceae.

Rod *Polysporia* (NEWBERRY 1873) DiMICHELE, MAHAFY *et* PHILLIPS 1979 (Chaloneriaceae): *Polysporia* sp. je řazena mezi karbonské subarborescentní lykofytní rostliny a patří do nejstarší známé fylogenetické linie: *Polysporia* (NEWBERRY 1873) DiMICHELE, MAHAFY *et* PHILLIPS 1979 (*Chaloneria* PIGG *et* ROTHWELL 1983) -

Viatcheslavia ZALESSKY 1936 - *Pleuromeia* STIEHLER A.W. 1859 - *Annalepis* P. FLICHE 1910 - *Isoëtes* LINNAEUS 1753, začínající ve svrchním devonu a pokračující až do recentu (Bek a kol. v tisku). Z pěti druhů makroskopických vzorků nalezených v karbonských pánvích Českého masivu byly izolovány megaspory, které je možné přiřadit ke třem morfologickým typům, jedná se o rody: *Valvisporites* sp., *Expansisporite* sp. a *Triletisporites* sp. Izolované mikrospory náležejí všechny ke stejnému rodu: *Endosporites* sp.

9. Literatura

- Assarsson, G, Grandlund, E. (1924): En method för pollenanalys av minerogena jordarten. - Geologiska Föreningens i Stockholm Förhand, 46 (1–2): 76–82.
- Bek, J. (1998): Spórové populace některých rostlin oddělení Lycophyta, Sphenophyta, Pteridophyta a Progymnospermophyta z karbonských limnických pánví České Republiky. - MS, 201 str. Praha.
- Bek, J., Drábková, J., Dašková, J., Libertín, M. (v tisku): 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.
- Bek, J., Opluštil, S., Drábková, J. (2001): Two species of *Selaginella* cones and their spores from the Bohemian Carboniferous continental basins of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology, 114 (1–2): 57–81.
- Bůžek, Č., Kvaček, Z., Dvořák, Z., Prokš, M. (1992): Tertiary vegetation and depositional environments of the „Bílina delta“ in the North-Bohemian brown-coal basin. - Časopis pro mineralogii a geologii, 37: 117–134.
- Ching, R.-C. (1978): The Chinese fern families and genera: Systematic arrangement and historical origin. - Acta Phytotaxon Sinica, 16 (3): 6–19, 16(4): 16–37.
- Drábek, K. (1967): Spóry ze šištic Lepidodender. - MS PřF UK, 56 str. Praha.
- Drábek, K. (1977): *Polysporia mirabilis* Newberry 1837 z Nýřan (vestfál D). - Časopis Národního musea, oddíl přírodovědný, 146: 93–96.
- Erdtman, G. (1944): Pollen morphology and plant taxonomy. II. Notes on some monocotyledonous pollen types. - Svensk Botanisk Tidskrift 38: 163–168.
- Erdtman, G. (1954): An introduction to pollen analysis. - Waltham, Mass: Chronica Botanica, 239 str.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method a revised description. - Svensk Botanic Tidskrift, 54 (4): 561–564.
- Erdtman, G., Erdtman, H. (1933): The improvement of pollen analysis technique. - Svensk Botanisk Tidskrift, 27: 347–357.
- Faegri, K., Iversen, J. (1950): Text-book of moder pollen analysis. - 168 str. Copenhagen.

- Fejfar, O. (1990): The Neogene paleontological sites of Czechoslovakia: A contribution to the Neogene terrestrial biostratigraphy based on rodents. - In: Lindsay, E.H. (ed.): Proceedings NATO Advanced Research workshop on European Neogene mammal chronology. - Plenum Press, New York: 211–236.
- Friis, E.M., Crane, P.R., Pedersen, K.R. (1991): Stamen diversity and *in situ* pollen of Cretaceous angiosperms. - In: Blackmore, S., Barnes, S.H. (Eds.), Pollen and Spores: Patterns of Diversification. Clarendon Press, Oxford: 197–224.
- Gabrielová, N. (1986): Laboratorní metody v mikropaleontologii. - Ústřední ústav geologický - metodická příručka 4: 1–63.
- Goeppert, H.R. (1838): De floribus in statu fossili commentatio. - Der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher, 18: 547–572.
- Hlušník, A., Konzalová, M. (1976): Polliniferous cones of *Frenelopsis alata* (K. FEISTM.) KNOBLOCH from the Cenomanian of Czechoslovakia. - Věstník Ústředního ústavu geologického, 51: 37–46.
- Jones, T.P., Rowe, N.P. (1999): Fossil Plants and Spores: Modern Techniques. - Geological Society. 396 str. London.
- Kirchheimer, F. (1932): Über Pollen aus der jungtertiären Braunkohle von Salzhausen (Oberhessen). - Neues Jahrbuch für Mineralogie, 67: 304–312.
- Konzalová M. (1981). *Boehlensipollis* und andere Mikrofossilien des böhmischen Tertiärs (vulkanogene Schichtenfolge). - Journal of Geological Science, Paleontology, 24: 135–162.
- Kvaček, J., Dašková, J., Pátová, R. (2006): A new schizaeaceous fern, *Schizaeopsis ekrtii* sp. nov., and its *in situ* spores from the Upper Cretaceous (Cenomanian) of the Czech Republic. - Review of Palaeobotany and Palynology, 140 (1–2): 51–60.
- Kvaček, J., Falcon-Lang, H., Dašková, J. (2005): A new Late Cretaceous ginkgoalean reproductive structure *Nehvizdyella* gen. nov. from the Czech Republic and its whole-plant reconstruction. - American Journal of Botany, 92 (12): 1958–1969.
- Kvaček, J., Pačtová, B. (2001): *Bayeritheca hughesii* gen. et sp. nov., a new Eucommiidites-bearing pollen organ from the Cenomanian of Bohemia. - Cretaceous Research, 22 (6): 695–704.
- Kvaček, Z., Konzalová M. (1996): Emended characteristic of *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R. W. Brown based on reproductive structures and pollen *in situ*. - Palaeontographica, Abteilung B, 239 (4–6): 147–155.

- Němejc, F. (1931): A study on the systematical position of the fructifications called *Sporangiostrobus* BODE. - Bulletin of the Institute of the Academy Sciences, 32: 68–80.
- Němejc, F. (1935): Note on the spores and leaf cuticles of *Noeggerathia foliosa* Stbg. - Bulletin international de la Académie Tchèque des Sciences: 1–2.
- Němejc, F. (1937): On *Discinites* K. Feistmantel. - Bulletin international de la Académie Tchèque des Sciences: 1–7.
- Němejc, F. (1941): Further fructifications of the type *Discinites* in addition to some remarks on the Archaeopteriden of the Middle Bohemian coal basins. - Mitteilungen der Tscheschischen Akademie der Wissenschaften, 19: 1–13.
- Obrhel, J. (1959): Neue Pflanzenfunde in den Srbsko-Schichten (Mittel-Devon). - Věstník Ústředního ústavu geologického, 34: 384–388.
- Obrhel, J. (1961). Die Flore der Srbsko-Schichten (Givet) des mittelbömischen Devons. - Sborník Ústředního ústavu geologického, 26: 7–46.
- Pačtová, B. (1963): Metody paleobotanického výzkumu. - Skripta. Státní pedagogické nakladatelství, n.p. Praha. 128 str.
- Potonié, R. (1931): Zur Mikroskopie der Braunkohlen. Tertiäre Blütenstabformen. - Braunkohle, 16: 325–333.
- Potonié, R., Venitz, H. (1934): Zur Mikrobotanik des miozänen Humodils der niederrheinischen Bucht. - Arbeiten aus dem Institut für Paläobotanik und Petrographie der Brennsteine, 5: 1–86.
- Pšenička, J., Bek, J., Cleal, Ch. J., Wittry, J., Zodrow, E. L. (v tisku): Description of synangia and spores of the holotype of the Carboniferous fern *Lobatopteris miltoni*, with taxonomic comments. - Review of Palaeobotany and Palynology.
- Rudolph, K. (1935): Mikrofloristische Untersuchung tertiärer Ablagerungen in Nördlichen Böhmen. - Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Abteilung B, 54: 244–328.
- Sakala, J. (2000): Flora and vegetation of the roof of the main lignite seam in the Bílina Mine (Most Basin, Lower Miocene). - Acta Musei Nationalis Pragae, Series B - Historia Naturalis, 56: 49–84.
- Schopf, J.M., Wilson, L.R., Bentall, R. (1944): An annotated synopsis of Paleozoic fossil spores and the definition of generic groups. - Illinois State Geological Survey Report of Investigations, 91: 1–73.

- Smith, A.H.V., Butterworth, M.A. (1967): Miospores in the coal seams of the Carboniferous of Great Britain. - *Special Papers in Palaeontology*, 1: 1–324.
- Svobodová M., Méon H., Pacltová B. (1998): Characteristics of palynospectra of the Upper Cenomanian - Lower Turonian (anoxic facies) of the Bohemian and Vocontian Basin. - *Věstník Českého Geologického Ústavu*, 73: 229–251.
- Traverse, A. (1988): *Paleopalynology*. - Unwin Hyman, Boston, USA. 600 str.
- Uličný, D., Nichols, G.J. (1997): Shallow marine and coastal sandstone bodies: processes, facies and sequence stratigraphy: examples from the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. – In: Uličný, D. (ed.): *Processes, facies and sequence stratigraphy; Examples from the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic, September 6–9, 1997*. - AMOCO Field course guide book, Praha. 156 str.
- Von Post, L. (1916): Einige südschwedischen Quellmoore. - *Bulletin of the Geological Institution University of Uppsala*, 15: 219–278.
- Wodehouse, R. P. (1933): Tertiary Pollen II. The oil shales of the Eocene Green River formation. - *Torrey Botanical Club Bulletin* 60 (7): 470–524.
- Zetter, R. (1989): Methodik und Bedeutung einer routinemässig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektromikroskopischen Untersuchung fossiler Mikroflora. - *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 109: 41–50.
- Zetter, R. (1998): Palynological investigations of the Early Miocene Lignite Deposits of the Opencast Mine Oberdorf (N Voitsberg, Styria, Austria). - In: Steininger, F.F. (ed.): *The Early Miocene Lignite Deposit of Oberdorf N Voitsberg (Styria, Austria)*. - *Jb. Geol. Bundesanst.*, 140 (4): 461–468.
- Zetter, R., Ferguson, D.K. (2001): Trapaceae pollen in the Cenozoic. - *Acta Palaeobotanica*, 41 (2): 321–339.