ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
LXXXVII (2002):275–288, 2002

PALYNOLOGICKÉ STUDIUM SEDIMENTŮ ŠOŠŮVSKÉ ČÁSTI SLOUPSKO-ŠOŠŮVSKÝCH JESKYNÍ A SPODNÍ ČÁSTI OPĚRNÉHO PROFILU V JESKYNI KŮLNA

PALYNOLOGICAL STUDIES OF THE SEDIMENTS FROM THE ŠOŠŮVKA PART OF THE SLOUP-ŠOŠŮVKA CAVE AND FROM THE LOWER PART OF THE SUPPORTING PROFILE IN THE KŮLNA CAVE (MORAVIAN KARST)

NELA DOLÁKOVÁ

Abstract

Palynological studies of the sediments from the Šošůvka part of the Sloup-Šošůvka Cave and from the lower part of the supporting profile in the Kůlna cave (Moravian Karst) are presented. The reconstructions of the ecological conditions were made. In the Kůlna cave, the palynological results were compared with the studies of other geological and paleontological methods. The autor tried to specify the stratigraphic position of the studied samples from the Šošůvka cave.

Key words: Palynology, paleoecology, Upper Pleistocene – Lower Holocene, Kůlna and Sloup-Šošůvka cave, Moravian Karst, Czech Republic.

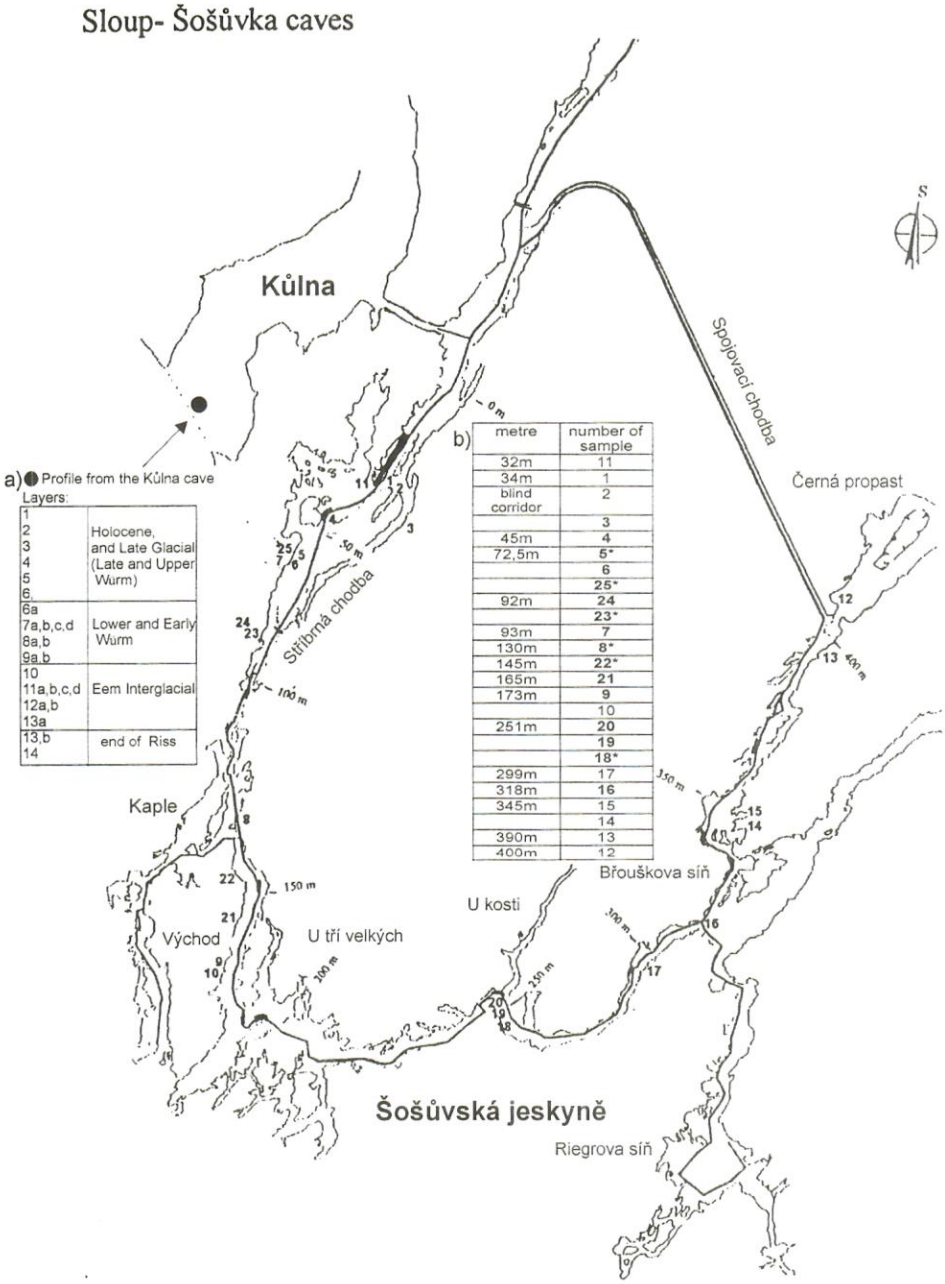
N. Doláková, Department of the Geology and Paleontology, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, nela@sci.muni.cz

Úvod

Palynologické studium bylo prováděno v rámci záchranného geologicko-paleontologického výzkumu při generální rekonstrukci šošůvské části Sloupsko-Šošůvských jeskyní. Pro účely palynologie bylo odebráno celkem 25 vzorků z vnitřních částí Šošůvských jeskyní a 10 vzorků ze spodních částí opěrného profilu ve vchodové části jeskyně Kůlna (tab. 1).

Studium jeskynních sedimentů je z palynologického hlediska velmi ztíženo tím, že jeskynní sedimenty neobsahují zbytky flóry v původním areálu, ale jedná se vždy o tafocenozu tzn. splečenstvo druhotně transportované z různých míst a smíchané dohromady během sedimentace. Může tudíž docházet i k redepozici a smíšení palynomorf z různých časových období, v případě jeskyní Moravského krasu zejména ze sedimentů neogenních. Jejich vzájemné odlišení často není stoprocentně možné, což velmi ztěžuje přesné časové zařazení daných sedimentů. Obtíže v interpretaci palynospekter rovněž způsobuje možnost druhotného nakumulování odolnějších pylových zrn a spor (např. *Asteraceae* – malé formy Tubuliflorae) (Doláková 2000a, 2000b). Z tohoto hlediska bylo velmi významné studium opěrného profilu v sedimentech ve vchodové části jeskyně Kůlna, protože tento profil byl velmi podrobně zpracován dalšími paleontologickými i archeologickými metodami (Valoch et al. 1988).

Pro získání palynomorf ze sedimentů bylo použito macerací za pomoci HCl, HF a těžké kapaliny $ZnCl_2$. Protože ve většině vzorků bylo palynomorf poměrně málo, bylo z důvodu vyloučení dalšího zředění, mikroskopické pozorování prováděno přímo v $ZnCl_2$. Pouze u vzorku č. 5 byla macerace dokončena a vzorek převeden do glycerínu.



Tab. 1. Orientační plán Sloupsko-šošůvských jeskyní: a) profil v jeskyni Kůlna, b) odebrané vzorky z Šošůvské části Sloupsko-Šošůvských jeskyní; *vzorky obsahující palynomorfy ... (tučně); vzorky obsahující hojné palynomorfy ...* * vzorky sterilní

Plate 1. Orientation plan of the Sloup-Šošůvka cave: a) Profile in the Kůlna cave, b) the samples picked up from the Šošůvka part of the Sloup-Šošůvka cave; *samples containing palynomorphs ... (bold); samples containing abundant palynomorphs ...* * sterile samples

Ve většině odebraných vzorků palynomorfy byly zjištěny (tab. 1). V některých bylo ovšem nalezeno jen několik palynomorf evidentně terciérních (mořské obněnky). Z tohoto nálezu ovšem nelze stanovit zda se jedná o sedimenty terciérního stáří (vzorek č. 12) nebo o redepozici. Šest vzorků bylo sterilních.

Palynologická studia v jeskyni Kůlna

Vzorky pocházející z jeskyně Kůlna byly odebrány z vytypovaných vrstev opěrného profilu ve vchodové části jeskyně. Na tomto opěrném profilu bylo v dřívějších výzkumech vyčleněno celkem 14 vrstev, které byly na na základě geologických, paleontologických a archeologických metod detailně zpracované a rozdělené do 4 časových cyklů: I – vrstvy 1–6 – holocén, pozdní a mladší würm; II – vrstvy 6a–9b, starý a časný würm; III – vrstvy 10–13a, interglaciál eem; IV – vrstvy 13b–14, konec rissu (Valoch et al. 1988). Jejich palynologický obsah by mohl být využit jako opěrné horizonty při srovnání palynospekter ze studovaných vrstev z vnitřních částí Sloupsko-Šošůvských jeskyní.

Svrchní část opěrného profilu (vrstvy 1–6) palynologicky zpracovala Svobodová (Svobodová in Valoch at al. 1988, Svobodová 1992) a jejich stratigrafické rozpětí bylo stanoveno od pozdního glaciálu (svrchní würm, chladné fáze Dryas) po mladší holocén.

Vzorky sedimentů pro palynologická studia uvedená v této práci byly odebrány z vrstev 14, 13a, 12a, 11a,c, 9b, 8a, 7a, b, c opěrného profilu v jeskyni Kůlna (tab. 1). S výjimkou vzorku z vrstvy 12a byly na palynomorfy poměrně bohaté. Jako opěrný bod slouží vrstva 7a, kde bylo metodou radiokarbonového datování stanoveno stáří 45 000 let (Valoch et al. 1988).

Studovaná část profilu se dá z palynologického hlediska rozdělit do dvou částí. Změny v pylových spektrech jsou nejlépe patrné na pylovém diagramu (tab. 2).

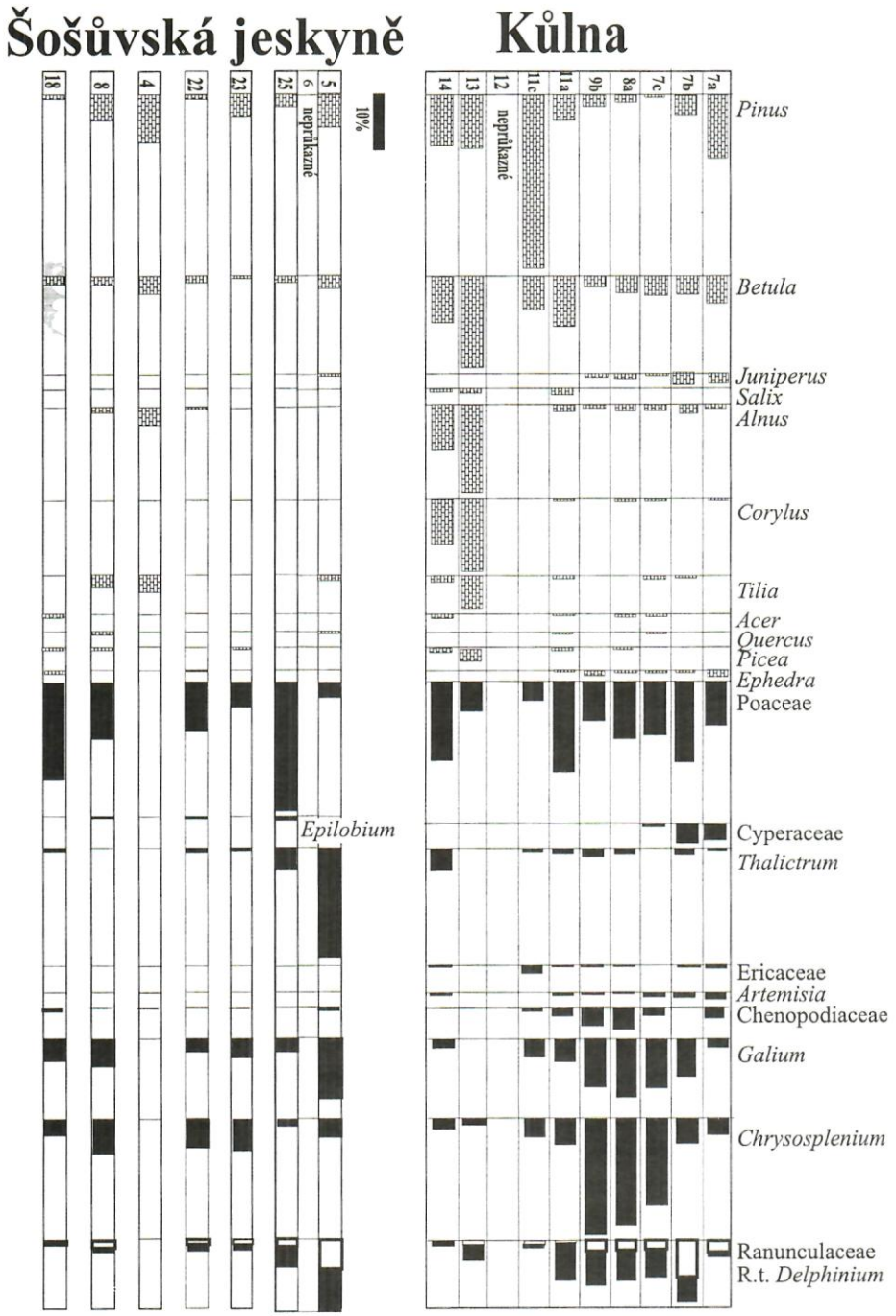
Vzorky ze spodní poloviny sledovaného profilu (14, 13a, 11 c,11a) měly výrazně vyšší poměr zastoupených dřevin (*Pinus, Picea, Betula, Alnus, Corylus, Tilia*), což svědčí o příznivějším klimatu vhodném pro vývin lesních porostů. Nejoptimálnější klimatické podmínky byly zachyceny během sedimentace vrstvy 13a. Ve spektru se objevují ve zvýšené míře zástupci klimaticky náročnějších listnatých dřevin: rody *Corylus, Tilia* a také další dřeviny jako *Alnus, Betula, Pinus* (tab. 2, 3).

Horní část profilu (vrstvy 9b–7a) zachytila společenstva stepní až lesostepní. V pylových spektrech výrazně převažovalo zastoupení bylin (Asteraceae, Poaceae, *Galium, Thalictrum, Artemisia,* Silenaceae, Chenopodiaceae) nad dřevinami (tab. 2, 3). Relativně nejteplejší charakter měly vzorky z vrstev 8a a 7c – ve spektrech byla nalezena pylová zrna rodů *Tilia, Corylus, Acer*, zvýšené procento rodů *Teucrium* a *Centaurea,* žádný zástupce druhu *Selaginella selaginoides a* jen velmi málo spor rodu *Botrychium*. Chladnější charakter měly vrstvy 9b, 7b, 7a, kde byli zjištěni zástupci chladné stepní vegetace (*Selaginella selagineloides, Botrychium, Ephedra*) doprovázené mokřinami (Cyperaceae, *Thalictrum, Chrysosplenium*).

Zajímavé je porovnání palynospekter jednotlivých studovaných vrstev s výsledky faunistických a makrofloristických metod. K tomuto porovnání jsem opět použila studia jednotlivých autorů z výše citované monografie (Valoch et al. 1988) a práci Zelinkové (1998).

Cyklus IV – konec glaciálu riss

Palynospektra nejvyššího stáří byla zachycena ve vrstě *14*. Z nálezů mikrofauny zde bylo zjištěno chladné stepní společenstvo, které pravděpodobně představuje vyznívání risského glaciálu (Musil in Valoch et al. 1988). Ve vzorku z vrstvy 14 je z pylového diagramu (tab. 2) zřetelné nižší zastoupení dřevin a zvýšený podíl stepních světomilných



Tab. 2. Pylový diagram. – procentuální zastoupení pylových zrn a spor ve studovaných vzorcích spodní části opěrného profilu v jeskyni Kůlna a Šošůvské jeskyni, kde počet zrn byl dostačující ke kvantitativnímu vyhodnocení.

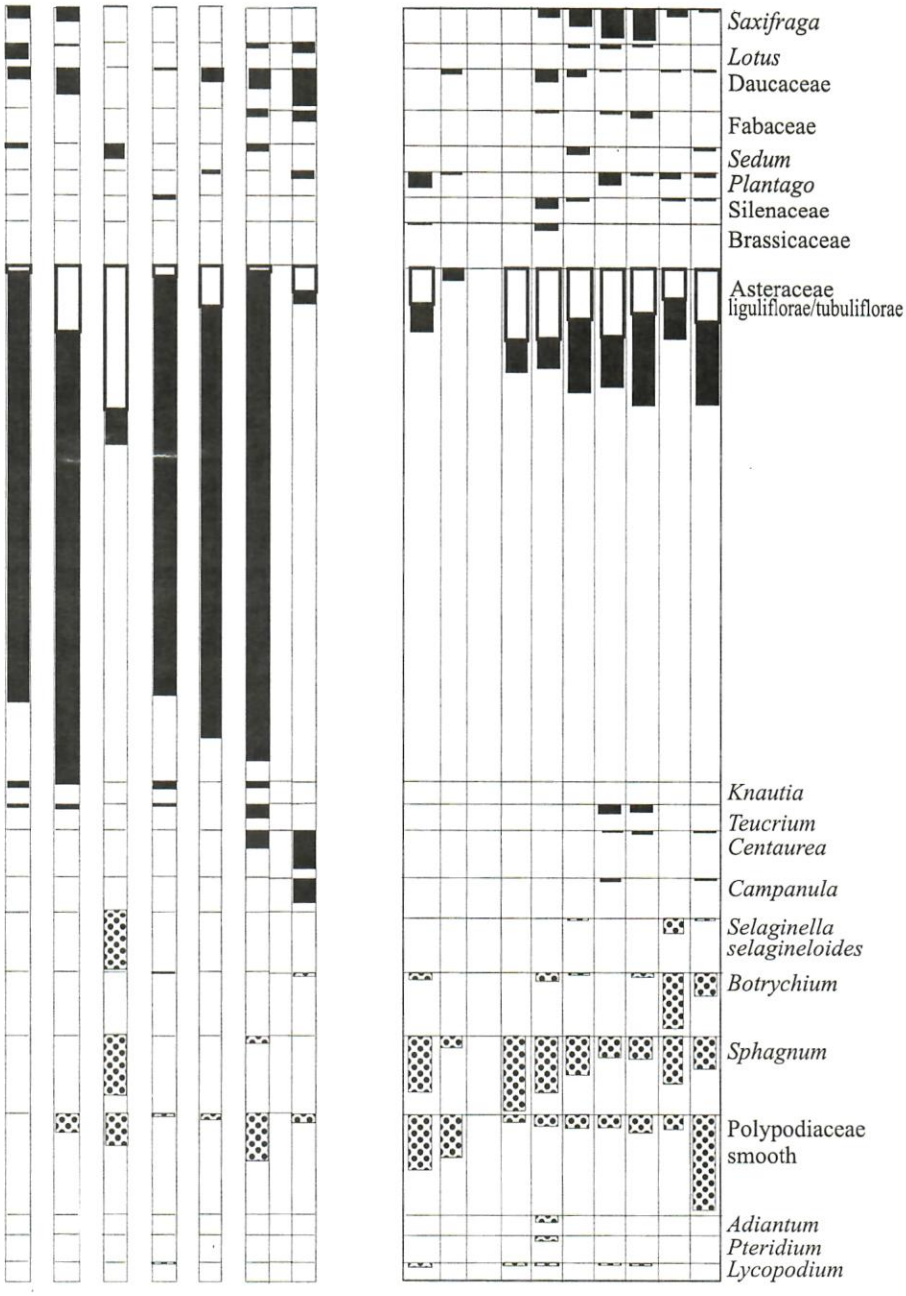


Plate 2. Pollen diagram. – percentual representation of pollen and spores in the samples from the lower part of supporting profile in the Kůlna cave and in the Šošůvka part of the Sloup-Šošůvka cave, samples with numbers of palynomorphs adequate for the quantitative evaluation.

prvků, zejména trav (*Poaceae*) a kapradiny rodu *Botrychium*, než v nadložní vrstvě. Zvýšené procento rodu *Sphagnum* indikuje rozvoj mokřin. Palynospektrum ukazuje na poněkud horší podmínky klimatu než v nadložní vrstvě. Dřeviny tvořily asi 46 % vegetace, což představuje ostrůvkovitý vývin lesní vegetace.

Cyklus III – interglaciál eem

Ve vrstvě *13a* bylo zjištěno teplomilné společenstvo plžů indikující interglaciál, makroflora ukazovala spíše vlhčí a mírně chladné klima (Opravil in Valoch et al. 1988). Z hlediska palynologie představuje tato vrstva nejoptimálnější klimatické podmínky z celého profilu. Nejvýrazněji je zde zastoupena stromová vegetace (více než 75 %), a to i klimaticky náročnějších dřevin: *Corylus, Tilia, Picea*) (tab. 2, 3). Nejméně z celého profilu byli zjištěni zástupci bylin např. Asteraceae, Poaceae, *Galium, Chrysosplenium.*

Velkou shodu s výsledky faunistickými, které zde představují zejména nálezy velkých savců vykazují – vrstvy *11c* a *11a*. Ve vrstvě *11c* převažují lesní druhy fauny (Musil in Valoch et al. 1988). V palynospektru jsou hojná pylová zrna dřevin, zejména borovice (*Pinus)* a břízy (*Betula)* a velmi nízké procento bylinné vegetace. Vyšší zastoupení zde má rod *Sphagnum*, rostoucí na bažinatých substrátech. Zvýšené množství pylových zrn borovice a břízy nemusí vždy znamenat hojnější výskyt stromů. Oba rody mají velkou pylovou produkci a zejména pylová zrna borovice mohou být transportována větrem na velké vzdálenosti. Jejich zastoupení proto bývá ve spektrech bezlesých oblastí často nadhodnoceno (týká se často arktických nebo i mořských prostředí).

Vrstva *11a* představuje hladnější stepní oscilace vyznívajícího interglaciálu, fauna i palynospektra vykazují hlavně stepní druhy (tab. 2, 3).

Cyklus II – spodní části würmského glaciálu

Největší rozpor vůči palynospektrům představují nálezy z vrstvy *9b*. Fauna prokazuje rozšíření lesů, ale pylová zrna a spory indikují opět stepní společenstva s velmi nízkým poměrem stromů. Nález spory vranečku brvitého (*Selaginella selaginoides*) je ukazatelem chladného klimatu.

Vrstvy *8a* a *7c* zachytily mírnější klima – temperované stadiály se stepmi, podle Musila interstadiál Kůlna (Musil in Valoch, 1988) – zjištěni byli velcí savci stepního společenstva s četnými termofilními lesními druhy. Opravil (in Valoch et al. 1988) z nálezů makroflóry (rody *Abies* a *Acer*) popisuje stanoviště jako chladnější a vlhčí stráně s mírnějším klimatem. Existenci mírnějšího klimatu potvrzují i palynospektra. Mezi nalezenými pylovými zrny a sporami nebyla zjištěna *Selaginella* a objevuje se více teplomilných prvků (*Acer, Corylus, Centaurea a Teucrium).*

Charakter vrstev *7b* a *7a* se podle faunistických studií jeví jako studené stadiální podmínky – fauna chladnomilná, stepní (Musil in Valoch et al. 1988).

Palynologické nálezy ve vrstvě *7b* se dobře shodují s ostatními metodami. Fauna i flóra potvrzují existenci studeného vlhkého prostředí. Nálezy množství spor zelených řas a bohaté zastoupení vlhkomilných (*Sphagnum*, Cyperaceae) a teplotně nenáročných rostlin (*Selaginella selagineloides*, *Botrychium*) (tab. 2, 3) podporují i zjištění sedimentologická. Czudek (in Valoch at al. 1988) zde popisuje kryogenní jevy vzniklé ve velmi vlhkém prostředí při tání půdy.

Ve vrstvě *7a* byly z makrofloristických nálezů zjištěny rody *Pinus, Corylus*, které indikují existenci řídkých světlých lesů (Opravil in Valoch et al. 1988). Zelinková (1998) zjistila z totožné vrstvy z vnitřní části jeskyně Kůlna kosti jelena. Tyto nálezy zpochybňují výhradně stepní podmínky stanovené z dřívějších výzkumů. Palynospektrum tohoto vzorku obsahuje rovněž kromě stepních prvků i poněkud zvýšené

procento stromové vegetace (tab. 2, 3). Poměr zastoupenných dřevin je nejvyšší ve svrchní části profilu. Hojné nálezy zelených řas – *Botryococcus*, *Pediastrum* (tab. 4) prokazují existenci vodní plochy.

Diskrepance pozorovatelné při studiu jednotlivých skupin jsou pravděpodobně závislé na vytvoření lokálních ekologických podmínek v prostředí Moravského krasu. Zde lze i v současnosti pozorovat různorodá společenstva v závislosti například na morfologii území a proudění vzduchu (Musil a kol. 1993). Pylová zrna a spory mohou rovněž vzhledem k jejich snadnému transportu vodou i větrem, zahrnovat prvky z různě vzdálených oblastí.

Palynologické studium v šošůvské části Sloupsko-Šošůvských jeskyní

Studium palynologie ve vnitřních částech Sloupsko-Šošůvských jeskyní neposkytlo takové množství údajů jako profil v jeskyni Kůlna. Protože vzorky byly odebírané na různých místech a jen několik tvořilo souvislý profil (tab. 1), nebylo téměř možné studovat palynospektra ve stratigrafickém sledu a sestavit posloupnost pylových diagramů tak, aby vypovídaly o trendech vývoje palynofacií v sedimentech. Navíc se např. v závislosti na délce transportu v jeskynním prostředí a rozdílné odolnosti pylových zrn a spor mohou jevit odlišná i spektra, která pocházejí ze stejně starých sedimentů. Pylové diagramy byly sestaveny pouze v případě, kdy počet zjištěných zrn převyšoval 100. Pokud bylo ve vzorku nalezeno zrn méně, je z hlediska kvantitativního vyhodnocení neprůkazný, protože výsledek je závislý na ojedinělých náhodných výskytech. Výjimku tvořil palynogram vzorku č. 4 z Šošůvských jeskyní (viz níže) (tab. 2, 4).

Vůbec nejbohatší vzorek č. 5 pocházel z tmavé čočky v metráži 72,5 m (tab. 1). Zde se jednalo o obrovskou akumulaci pylových zrn, která má obdobu pouze ve vzorcích z rašeliny. Čočka byla nalezena v podloží sintrové polohy, což vylučuje recentní stáří tohoto sedimentu. Stáří sintru bylo geology prozatím odhadnuto jako atlantik. Dokonalé zachování pylového spektra zde patrně svědčí o krátkém transportu – v blízkosti se nachází skalní komín, kterým mohl být sediment spláchnut. Vzhledem k tomuto předpokladu se tedy zřejmě jedná o palynoasociaci, která poměrně dobře vypovídá o charakteru společenstva rostoucího na tehdejším povrchu.

Společenstvo má stepní až lesostepní charakter (tab. 2, 4) – výrazné zastoupení měly byliny rostoucí na výslunných stanovištích jako chrpy (*Centaurea scabiosa*), zvonky (*Campanula*), traviny (Poaceae) a další byliny jako zástupci mrkvovitých (Daucaceae) a složnokvěté (Asteraceae), žluťucha (*Thalictrum*), svízel (*Galium*). Ze stromů byly zastoupeny zejména borovice (*Pinus*), méně lípa (*Tilia*) a bříza (*Betula*). Nebyly zjištěny indikátory lidské činnosti – zemědělství.

Z těsného podloží tmavé čočky pocházely vzorky č. 6 a 25 (tab. 1). Palynospektrum (kvantitativně zpracovaného vzorku č. 25) má obdobný charakter jako u vzorku č. 5, ale je zde patrné zvýšené zastoupení vlhkomilých prvků – *Sphagnum*, *Epilobium*, Polypodiaceae, ale i pylových zrn trav (Poaceae). Méně se vyskytují někteří zástupci stepních bylin jako *Galium*, Ranunculaceae, zjištěny byly navíc rovněž kalcifyty *Teucrium* a Scabiosa. Palynospektrum svým charakterem připomíná vzorky z vrstev 8a a 7c z profilu v Kůlně. Velmi nápadné je zde ovšem nahromadění pylových zrn složnokvětých (Asteraceae – Tubuliflorae). To bylo charakteristickým jevem téměř ve všech vzorcích z vnitřní části jeskyní (kromě vzorků č. 5 a č. 4) (tab. 2). Tato pylová zrna mají patrně zvýšenou schopnost rezistence v sedimentech a jde tedy zřejmě o jev související s transportem a sedimentací v jeskynním prostředí.

Stáří vrstvy ležící v těsném nadloží vrstvy se vzorkem č. 25 (zde odebrán vzorek č. 6) bylo podle makropaleontologických nálezů stanoveno jako pleistocenní (Seitl – ústní

dřeviny (AP) / č.vzorku	7a	7b	7c	8a	9b	11a	11c	12	13	14
Acer			1	2		1				1
Alnus	3	4	4	5	2	6		1	15	11
Betula	18	8	13	13	6	40	14	1	18	12
Corylus	3		2	3		2			12	12
Fagus						1?		1?		
Juniperus	6	5	2	2	2					
Quercus			1?			1?				
Picea			1			2			2	1
Pinus silvestris	29	6	3	4	3	9	60	1	5	9
Pinus cembra	12	4	2	3	3	10	22	1	4	4
Salix						5			1	1
Tilia	2	1	1			1		1	6	2
Ulmus			1?	1?		1?				
suma AP	73	28	29	32	16	76	96	5	63	53
bylinv (NAP)										
Artemisia	5	2	2	1	1	2				1
Astraceae Liguliflorae	33	13	30	47	28	54	30	1		9
Asteraceae Tubiflorae	52	17	63	35	41	23	13		2	7
Brassicaceae		2			2	5				
Campanula	1			1		2				
Centaurea scabiosa	1		4	1						
Chenopodiaceae	7		1	15	10	6	1			
Chrysosplenium	10	11	58	76	66	21	26		4	9
Cyperaceae	12	9	2							
Daucaceae	1	1			6	9			1	
Ephedra	4	1	1	1	3	1		1		
Ericaceae	2	1		1	1	1	3			1
Euphorbia						1				
Fabaceae			1	1		1				
Galium	7	17	34	42	28	19	8			3
Hypericum	3	1					1			
Lamiaceae/ *Teucrium*	1		6	6						
Liliaceae			4						1	
Lotus			2	3	2					
Plantago		2	1	8	2			1	1	3
Poaceae	30	38	37	43	22	72	8		5	21
Potamogeton	1									
Ranunculaceae	7	17	6	7	6	2	2	1	1	
Ranunculaceae (t.Delphinium)	3	11	24	19	18	29	1	2	3	2
Rosaceae				1		3	2			
Sedum	1			1	4					
Saxifraga	1	3	20	19	9	6				
Silenaceae	1	1				7				
Thalictrum/Illecebrum	3	3	5	4	5	6	2			6
Typha		1	1							
suma NAP	186	151	302	332	254	270	97	6	18	62
AP:NAP v%	26:74	14:86	9:91	9:91	6:94	22:78	50:50	45:55	77:23	46:54
Sporophyta										
Botrychium	14	23	3	3	1	7				2
Lycopodium annotinum		1	1	1		2	1			1
Selaginella selaginoides	1	6	1		1					
Sphagnum	20	20	15	14	20	43	30		2	14
Polypodiaceae smooth	61	6	12	7	5	9	3	2	4	11
Dryopteris			1	1						
Thelypteris palustris				2						
Cryptograma		5								
Adianthum						8				
Pteridium						4				
Riccia						1				
Algae										
Botryococcus	45	6	11	12	12	4		1	3	3
Pediastrum	5			1	1					1
Mougeotia	1	3	1	1	2	3				
Circulisporis		1		1						

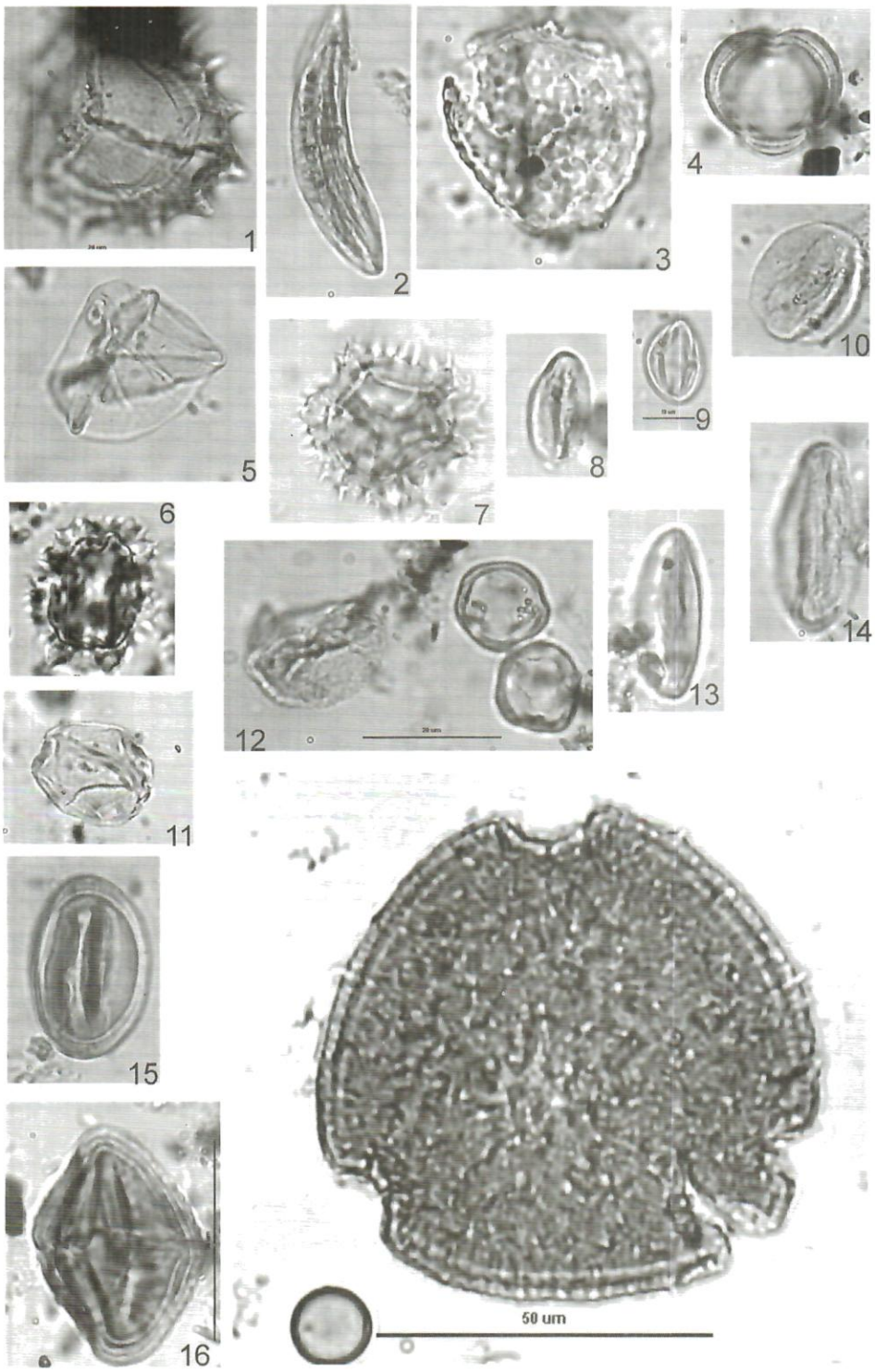
Tab. 3. Počet kvartérních pylových zrn a spor nalezených ve vzorcích ze spodní části opěrného profilu ve vchodové části jeskyně Kůlna.

Plate 3. Number of Quarternary pollen and spores found in the samples from the lower part of the supporting profile in the entrance part of the Kůlna cave.

dřeviny (AP) / č.vzorku	2	3	4	5	6	25	24	23	7	8	22	21	9	20	19	18	16
Acer																2	
Alnus			1	1	1					3	1	1					
Betula	2		1	6		3	1	1		4	4	2		3	1	3	2
Carpinus										1							
Corylus					1												
Juniperus		1		1			1						1				
Quercus				1?						2							
Picea								1		3						1	
Pinus silvestris	3	1	2	14	4	3	2	9	3	8	4	1		5	2		1
Pinus cembra			1	5		3		2	10	7	1			4	8	2	
Salix																	
Tilia		1	1	3		2				6					1		
Ulmus						1?											
suma AP	5	3	6	30	6	11	4	13	13	34	10	4	1	12	12	8	3
byliny (NAP)																	
Artemisia				1	1	2				2		1			1	2	
Astraceae - Liguliflorae		5	9	11		1	16	16	1	11	9	2	8	2	1	5	25
Asteraceae-Tubiflorae	20	55	3	5	2	91	17	149		219	393	6	4	1		223	3
Brassicaceae															1	1	
Campanula				11		1	1									2	
Centaurea scabiosa				16		7											1
Chenopodiaceae				1	1					2						2	
Chrysosplenium	9	3	1	8	2	3		12	1	18	27	2	2			10	3
Cyperaceae						1				1	3						1
Daucaceae	8			44	6	12		1		3	1					1	
Ephedra											1					2	
Fabaceae	1			4	1	3											
Galium	1	1	1	28	2	8		8		14	14	1	1		1	17	
Hypericum																3	
Knautia/Scabiosa						3				2	7					4	
Lamiaceae /*Teucrium*						6				2	4					3	
Liliaceae				1		1											
Lotus	2	1	1	5	6	2				1							
Oenotheraceae- *Epilobium*						4											
Plantago	1			3				1									1
Poaceae	18	3	2	7	1	78	5	10		29	44			3	2	63	1
Potamogeton							1?				1						
Ranunculaceae	1	2		7	5	1		1	1	2	2	2			2	2	
Ranunculaceae (t *Delphinium*)	1		1	8		7	1	4		15	4	3	1			6	1
Rosaceae						2											
Sedum			1			1										2	
Saxifraga										7						7	1
Silenaceae	1			2		3				1						2	
Sparganium									1								
Thalictrum/Illecebrum				65	4	11	1			1	4		1			3	
suma NAP	63	70	19	227	31	248	41	202	4	330	514	17	17	6	8	360	37
AP:NAP v%	7:93	4:96	27:77	12:88	16:84	4:96	9:91	6:94	76:24	9:91	2:98	19:81	6:94	67:33	60:40	2:98	8:92
Sporophyta	2	3	4	5	6	25	24	23	7	8	22	21	9	20	19	18	16
Botrychium				1							1		1		1		
Lycopodium annotinum											1						
Selaginella selaginoides			2														
Sphagnum			3					3					1				2
Polypodiaceae smooth		1	2	2		2		17	3	4	3				2	10	2
Polypodium vulgare						2			1		1						
Algae																	
Botryococcus			2	1	1	3	?	3	1	2	4					1	
Pediastrum			1														1
Mougeotia							1										
Zygodites		1						2?	8	7							
Sigmopollis		8															

Tab. 4. Počet kvartérních pylových zrn a spor nalezených v sedimentech Šošůvské části Sloupsko-Šošůvských jeskyní. Vzorky jsou seřazeny podle vzdálenosti od jeskynního vchodu.

Plate 4. Number of Quarternary pollen and spores found in the sediments of the Šošůvka part of Sloup-Šošůvka caves. Samples are arranged from the cave entrance.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
50 um

sdělení). Tento fakt podporuje interpretaci palynospekter vzorku č. 25 jako obdobu vrstev 8a a 7c z Kůlny.

Podle údajů jeskyňářů a paleontologie (SEITL – ústní sdělení) by stejného stáří jako vzorek č. 25 měly být i vzorky č. 22 a č. 23 (tab. 1). Jejich palynospektra se v pylovém diagramu jeví skutečně jako poměrně obdobná. Ve vzorku č. 23 nebyly zjištěny rody *Knautia*, *Centaurea* a *Teucrium* (tab. 2, 4).

Výrazně odlišné bylo palynospektrum vzorku č. 4 (tab. 1, 2, 4), který jsem zpracovala do grafu, i když měl pouze asi poloviční počet zrn a není tedy možná jeho bezchybná interpretace. Zde byli zjištěni zástupci chladnomilnější vegetace jako např. *Selaginella selaginoides*. Spektrum mělo ráz vlhčí flóry rostoucí v okolí vodní plochy – *Sphagnum*, Polypodiaceae, *Alnus*, *Betula*. Rušivým prvkem je nález pylových zrn rodu *Tilia*, které ovšem podle JANKOVSKÉ (1971) dobře odolávají podmínkám během sedimentace a mohly by být redeponovány. Obdobný charakter (i s ojedinělými nálezy rodu *Tilia*) by se dal spatřit ve vzorcích z vrstev 7b nebo 7a v profilu z Kůlny, případně ve vyšších částech profilu, které studovala SVOBODOVÁ (1988, 1992). Podle sedimentologů se vzorek č. 4 nacházel v podloží stejné sintrové polohy jako vzorek č. 5. Pylové spektrum je ovšem výrazně odlišné, pravděpodobně tedy jiného stáří. Vzhledem k zastoupení prvků chladnomilných se zde asi jedná o některou z chladných fází posledního glaciálu. Bližší určení není vzhledem k malému zastoupení palynomorf možné.

Vzorky č. 8 a 18 (tab. 1) byly odebrány z vrstev v nichž byly nalezeny kosti a lebka jeskynního medvěda *Ursus spelaeus* a jsou tedy svrchnopleistocenního stáří (MUSIL 1993). Jejich palynologický charakter není výrazně odlišný od vzorků 22, 23 a 25 (tab. 2, 4). Stratigrafii nelze na základě palynologie posoudit, ale není vyloučeno obdobné stáří.

Zajímavý byl vzorek č. 7, který se nacházel v nadloží č. 8 (tab. 1). Zde bylo zjištěno více zástupců rodu *Pinus* a poměrně hojné cysty sladkovodní řasy rodu *Zygodites*.

I v ostatních studovaných vzorcích, které nebyly vyhodnoceny v podobě pylových diagramů, převládaly výrazně byliny nad zástupci stromovité vegetace (tab. 4). Nikde nebyla zachycena žádná vrstva s výrazně lesní vegetací. Vzhledem k malému počtu nalezených palynomorf ovšem může být obraz flóry zkreslený. V některých vzorcích byl zastoupen rašeliník, což dokládá mokřadní stanoviště. Zelené řasy rodů *Botryococcus*, *Pediastrum* a *Mougeotia* indikují existenci klidných vod (tab. 4).

V několika vzorcích se vyskytli zástupci vegetace vyžadující větší teplotní náročnost – lípa (*Tilia*), ojediněle dub (*Quercus*) (u obou nelze vyloučit redepozici), z bylin hlaváč (*Scabiosa*), ožanka (*Teucrium*) (tab. 4). Oba posledně jmenované rody se přitom vyskytují na výslunných stanovištích hlavně na vápenci, což odpovídá prostředí Moravského krasu.

Sedimenty, které podle paleomagnetických a sedimentologických výzkumů měly vyšší stáří (např. profil u Černé propasti (tab. 1)), neposkytly palynologické doklady.

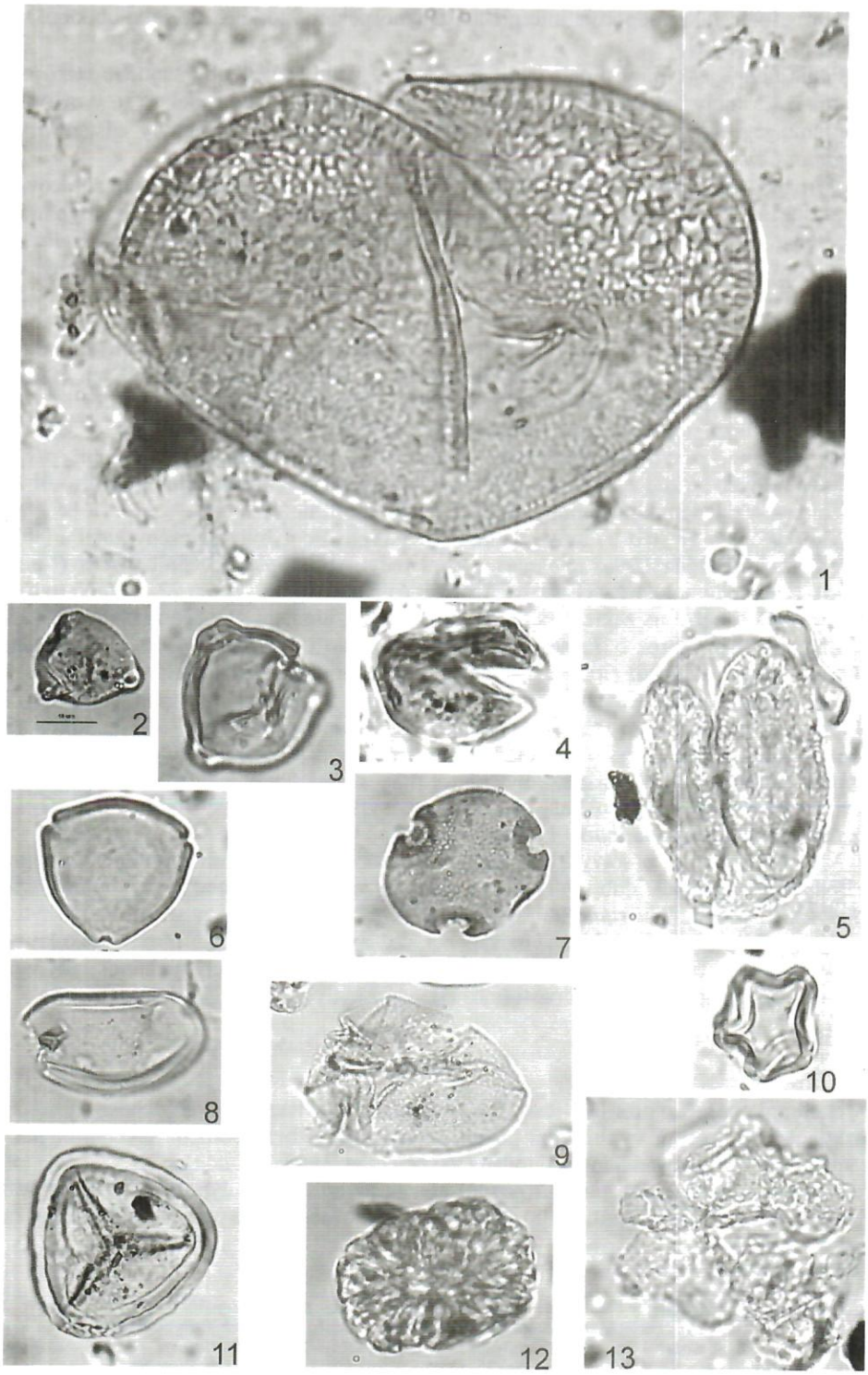
Závěr

Studium opěrného profilu v jeskyni Kůlna mělo z hlediska palynologického výzkumu jeskynních sedimentů výjimečnou pozici, protože profil byl podrobně paleontologicky a archeologicky datován a interpretován (VALOCH et al. 1988).

Svrchní část opěrného profilu (pozdní glaciál až holocén) palynologicky zpracovala Svobodová (in VALOCH et al. 1988). Sedimenty studované v této práci byly datovány od

---

Tab. 5. Fotografické tabule zvětšení 1000×.
Plate 5. Photo table magnification 1000.
1. *Selaginella selaginelоides* – Kůlna cave (Kc), 2. *Ephedra fragilis* – Kc, 3. *Botrychium* – Šošůvka cave (Sc), 4. *Artemisia* – Kc, 5. Poaceae – Kc, 6. Asteraceae T. tubiflorae – Sc, 7. Asteraceae T. liguliflorae – Sc 8. *Chrysosplenium* – Kc, 9. *Lotus* – Sc, 10. *Galium* – Sc,. 11. *Campanula* – Sc, 12. *Thalictrum* – Sc, 13. *Saxifraga* – Kc, 14. *Delphinium* – Kc, 15. *Teucrium* – Sc, 16. *Centaurea scabiosa* – Sc, 17. *Knautia* – Sc.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

svrchní části risského (sálského) glaciálu (vrstva 14) přes interglaciál eem (13, 12, 11a, c) až po spodní část glaciálu wümského (9b, 8a, 7a, b, c).

Z palynologického hlediska bylo patrné rozdělení studované části opěrného profilu do dvou částí. Spodní část profilu (14, 13, 12, 11a, c) obsahovala palynospektra s hojným zastoupením lesní vegetace (*Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Tilia*) (s výjimkou vrstvy 11a) a mokřadních stanovišť (zelené řasy *Botryococcus*, *Pediastrum*, rašeliník *Sphagnum*).

Svrchní část studovaného profilu (vrstvy 9b–7a) obsahovala stepní a lesostepní asociace. Převažovaly světlomilné byliny chladných oblastí (*Selaginella selaginoides, Thalictrum, Ephedra, Botrychium*) s hojnými mokřinami (Cyperaceae, *Sphagnum*). Vrstvy 8a a 7c měly o něco teplejší charakter (*Teucrium, Centaurea scabiosa*, více pylových zrn dřevin).

Při srovnávání výsledků palynologie z jednotlivých sledovaných vrstev s ostatními metodami lze konstatovat poměrně dobrou shodu, kromě vrstvy 9b. Odlišnosti se dají vysvětlit lokálními ekologickými podmínkami, jako např. morfologií terénu území Moravského Krasu.

V Šošůvské jeskyni byly vzorky odebírány jednotlivě a jen velmi málo z nich tvořilo profil. Nejbohatší palynospektrum pocházelo ze sedimentu pravděpodobně transportovného blízkým jeskynním komínem, který se nacházel v podloží sintrové polohy pravděpodobně atlantského věku. Mělo stepní až lesostepní charakter s dominantními světlomilnými bylinami – *Centaurea*, *Campanula, Thalictrum*, *Galium*, Asteraceae a méně hojnými dřevinami – *Pinus Betula, Tilia, Alnus, Corylus.*

Obdobný charakter palynospekter s převahou bylin nad dřevinami byl zjištěn ve většině studovaných vzorků. Průběžně byla nalézána kalcifyta (např. rod *Teucrium*), a rovněž zástupci mokřin *Botryococcus* a *Sphagnum.* Ve vrstvách se vzorky č. 8 a 18 byly zjištěny kosti a lebka jeskynního medvěda, které svědčí o pleistocenním stáří.

Nejfrekventovanějším prvkem v pylových spektrech, byli zástupci části čeledi složnokvětých (Asteraceae-Tubuliflorae). Tento jev byl patrně způsoben větší rezistencí těchto pylových zrn v transportovaném sedimentu a tím jejich druhotným nahromaděním.

Charakter palynospekter byl zčásti obdobný jako u vrstev 8a a 7c z jeskyně Kůlna. Nelze proto vyloučit stáří těchto sedimentů od středního würmu po počátek holocénu (atlantik).

Odlišný charakter měl vzorek č. 4. Zde byli nalezeni zástupci chladnomilné vegetace (např. *Selaginella selagineloides*), ale vzhledem k malému počtu palynomorf není možná bezchybná interpretace.

Sedimenty, které podle paleomagnetických a sedimentologických výzkumů měly vyšší stáří neposkytly palynologické doklady.

Detailnější stratigrafické určení studovaného materiálu Šošůvských jeskyní nebylo možné. Obtíže při stratigrafickém zařazení byly způsobeny zejména selekcí a druhotnou akumulací odolnějších pylových zrn během sedimentace.

SUMMARY

Palynological studies were made in the lower part of the supporting profile in the incoming part of the Kůlna cave and in individual samples from the Šošůvka part of the Sloup-Šošůvka cave (northern part of the Moravian Karst). These studies were made in collaboration with other geological and paleontological disciplines.

For the maceration HCl, HF and hard liquid $ZnCl_2$ were used. Most of the samples (except one specimen) were microscopically studied directly in the $ZnCl_2$ due to the small amounts of palynomorphs.

Tab. 6. Fotografické tabule.
Plate 6. Photo table.
1. *Picea* – Kc, 2,3 *Betula* – Sc, 4. *Juniperus* – Kc, 5. *Pinus* T. *cembra* – Kc, 6. *Corylus* – Kc 7. *Tilia* – Sc, 8. Polypodiaceae – hladké monoletní – Kc, 9. Cyperaceae – Kc, 10. *Alnus* – Sc, 11. *Sphagnum* – Kc, 12. *Botryococcus* sp. – Kc 13. *Pediastrum* – Kc.

The main problem of the palynological studies in the caves is, that the sediments do not contain the plant rests in their original positions. It may cause the mixing of different ages components (especially Quaternary and Tertiary ones) and selection and secondary accumulation of palynomorphs due to their different resistance. These facts cause the difficulties connected with the layers age determinations.

The sediments from the Kůlna cave were exactly archeologically and paleontologically dated (VALOCH et al. 1988, ZELINKOVÁ, 1998). SVOBODOVÁ (in VALOCH et al. 1988, SVOBODOVÁ, 1992) studied the upper part of this profile (layers 1–6). The sediments studied in presented work were dated paleontologicaly from the final phase of the Saale Glacial (14) through the Eem Interglacial (13, 12, 11a, c) to the lower part of the Würm Glacial (9b, 8a , 7a, b, c).

These layers were divided into two parts from the palynological point of view.

The lower part of this profile (14, 13, 12, 11a, c) contained a great amount of wood elements (with exception of sample 11a) such us genera *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Tilia*, *Acer*. All the samples frequently contained water alges *Botryococcus* and *Pediastrum*, and moss spores of *Sphagnum*. This fact documented the existence of the quiet water and marshes.

The upper part (samples 9b–7a) contained steppe and wood-steppe associations. In some samples elements of the cold steppe occur (*Selaginella selagineloides, Thalictrum*, *Ephedra*, *Botrychium*) with frequent wetlands (Cyperaceae, *Sphagnum*). The layers 8a and 7c had a relatively warmer character (more frequent *Teucrium*, *Centaurea scabiosa*, *Tilia*) (Plate I, II). The palynological results (except the sample 9b) are comparable with the results of other paleontological methods confirming the presence of similar ekosystems. Discrepancies were probably in the local ecological conditions. Palynospectra from the Kůlna cave may be used for the comparison with the ones from the inner parts of the Šošůvka cave.

From the Šošůvka cave (as to the palynomorphs abundance) the richest sample was found in the dark lens 72,5 m from the cave entrance. Due to the excellent state of the preservation I presume a short transport thrue the cave stack. The palynoassociations had steppe and wood-steppe character containing herbs as *Centaurea*, *Campanula, Thalictrum*, *Galium*, Asteraceae and a few amount of the tree pollen *Pinus, Betula, Tilia, Alnus, Corylus* (Plate 2, 4). The herbs predominate over trees in all the studied samples, no human indicators were found. *Asteraceae* represent the most frequent family. This fact is probably caused by a secondary accumulation. *Sphagnum* (Plate 1, 2) and algal colonies of *Botryococcus* were found.

Some other samples contained plants demanding warmer climate (*Tilia*, *Corylus*, rare *Quercus?*, or calciphyta *Knautia* and *Teucrium*). In the sample number 4 cold steppes elements (*Selaginella selagineloides)* were found. The cranium and bones of the *Ursus spelaeus* were found in the layers from which the samples 8 and 18 were picked up. These bones are of Pleistocene age. The palynological character of these layers is not different from the other ones (except 4). The majority of the palynospectra from the Šošůvka cave had the similar character to the layers 7c and 8a from the Kůlna cave and their age is probably the Middle Würm to the Lower Holocene.

LITERATURA

DOLÁKOVÁ, N., 2000a: Palynologické zhodnocení sedimentů z Ochozské jeskyně. Část 2. – Profil u Zkamenělé řeky. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1999, 5–9. Brno.

DOLÁKOVÁ, N., 2000b: Palynological studies from the Ochozská Cave and from the Šošůvka part of the Sloupsko-šošůvská Cave (Moravian Karst). – Geolines 11, 172–174.

LANG, G., 1994: Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Gustav Fischer Verlag – Jena–Stuttgart–New York.

JANKOVSKÁ, V., 1971: The development of vegetation on the western slopes of the Bohemian-Moravian Uplands during the late holocene period. A study on based on pollen and macroscopic analyses. – Folia Geobot. Phytotax., 6, 281–302. Praha.

JANKOVSKÁ, V., KOMÁREK, J., 1982: Das Vorkommen einiger Chlorokokkalalgen in böhmischen Sptglazial und Postglazial. – Folia Geobot. Phytotax., 17/2, 165–195.

MUSIL, R. a kol., 1993: Moravský kras – labyrinty poznání. – GEO program, J. Bližňák, Adamov.

MUSIL, R., 1999: Životní prostředí v posledním glaciálu na území Moravy. The Environment in the Last Glacial on the Territory of Moravia. – Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., LXXXIV, 161–186. Brno

SVOBODOVÁ, H., 1988: Pollenanalytische Untersuchung des Schichtkomplexes 6–1 vor der Kůlna-Höhle. In: Valoch K.: Die Erforschung der Kůlna Höhle 1961–1976. Anthropos, Band 24 (N.S. 16), S. 205–210, Brno.

SVOBODOVÁ, H., 1992: Palaeobotanical evidence on the Late Glacial in the Moravian Karst. In: Eder–Kovar j. (Ed.): Palaeovegetational Development in Europe and Regions relevant to its Paleofloristic Evolution. – Proceedings of the Pan-European Palaeobotanical Conference Veinna, 19–23 September 1991, Museum of natural History Vienna.

VALOCH, K. et al., 1988: Die Erforschung der Kůlna Höhle 1961–1976. Anthropos, Band 24 (N.S. 16), Brno.

ZELINKOVÁ, M., 1998: Osteologický materiál z vnitřních prostor jeskyně Kůlny. – Acta Mus. Moraviae, Sci. Geol., LXXXIII, 147–157.