ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
CI (2016): 1, 99–125, 2016

NOVÉ POZNATKY K PŮDÁM NA ÚZEMÍ NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ SE ZAMĚŘENÍM NA VÝSKYT HUMOLITŮ

New finding of the soils in the National Park Podyjí focusing on the deposit of a humolites there (Moravia, Czech Republic)

JANA ŠUŠOLOVÁ, NELA DOLÁKOVÁ, MIROSLAVA GREGEROVÁ, PETER DUNDEK & ROMAN HADACZ

Abstract

Jana Šušolová, Nela Doláková, Miroslava Gregerová, Peter Dundek & Roman Hadacz, 2016: Nové poznatky k půdám na území Národního parku Podyjí se zaměřením na výskyt humolitů. Acta Mus. Moraviae, Sci. geol., 101, 1, 99–125 (with English summary).

New finding of the soils in the National Park Podyjí focusing on the deposit of a humolites there (Moravia, Czech Republic)

Between 2014–2015 soil researches in the National Park Podyjí were performed. The primary interest in the researches was to verify the deposit of humolites (peat, fen) in the National Park Podyjí and to get detailed knowledges about the development of the soil and the landscape in the Holocene. The Holocene past time was researched on the site at Jejkala, where we found the Gleysols stagnic. The second site was not far from the Ice caves, where the Fluvisols gleyic was found out. Both the soil types are fallen into the Holocene whose climatic fluctuations are reflected partially. All of the soil profiles were recorded the warmer climatic phase of the Holocene according to the palynology. The most visible feature in the development of all of the soil profiles were the reduction processes, whose the changing height of the groundwater level are reflected. The changing of groundwater heigh level should related with a flood activity of the Dyje river in the upper Holocene and recent or with a human activity perhaps. We were come to the conclusion after the detailed field and laboratory research that there are no humolites in the National Park Podyjí. The soil profiles here are abundantly supplied with the nutrients and this is why they belong to the high quality forest soils. The very interesting discovery was the finding of grains of *Triticum* type in the soil profile J1, then the ash and the pebble of the graphite pottery, which could indicate the existence of a nearby human settlement.

Key words: soils, recent, micromorphology, palynology, National park Podyjí, Moravia.

Jana Šušolová – Department of Geology and Paleontology, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic. e-mail: jsusolova@mzm.cz; Nela Doláková – Department of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic. e-mail: nela@sci.muni.cz; Miroslava Gregerová – Department of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic. e-mail: mirka@sci.muni.cz; Peter Dundek – Department of Geology and Pedology, Faculty of Forestry and Wood technology, Mendel University in Brno, Zemědělská 3, 613 00 Brno, peter.dundek@gmail.com; Roman Hadacz – Garmur, s. r. o., Nebovidy 497, 664 48 Brno-venkov, roman.hadacz@gmail.com

1. ÚVOD

Území Národního parku Podyjí (dále jako NP) se rozkládá na jz. Moravě mezi Znojmem a Vranovem nad Dyjí, při státní hranici s Rakouskem. Jeho rozloha je 62,8 km^2 (Kirchner *a kol.* 1996), plocha ochranného pásma činí 29 km^2 (SHOCart 1998). Náleží

okresu Znojmo v Jihomoravském kraji. Hlavním zájmem výzkumu bylo ověření, zda se na území NP vyskytují humolity (rašeliny, slatiny) a posléze získání podrobnějších poznatků o vývoji půdy a krajiny v holocénu na dvou lokalitách s předpokládaným výskytem humolitů na základě komplexního ovzorkování půdních těles. Holocénní minulost byla zkoumána na lokalitě u Jejkala, která pravděpodobně v dřívějších dobách byla a i nyní je prameništěm, a v těsné blízkosti okrouhlíku pod Ledovými slujemi. Cílem výzkumu byla makroskopická i mikroskopická charakteristika půdních profilů a palynologická zhodnocení za účelem popisu přírodních podmínek. Podobně zaměřený výzkum na tomto území v minulosti zatím nebyl proveden.

Veškeré podrobné informace týkající se charakteru zájmové oblasti a výběru daných dvou lokalit lze najít v práci Šušolová *a kol.* (2015).

2. METODIKA PRÁCE

Ve spolupráci s pracovníkem ze správy NP, Ing. Martinem Škorpíkem, byla vytipována místa pravděpodobného výskytu humolitů na území a v nejbližším okolí NP. Jednalo se o místa v oblasti pramenišť, drobných toků, močálů atd. Po důkladném prozkoumání terénu a provedení několika sond, případně sondovacích zákopků (viz Šušolová *a kol.* (2015)), byly nakonec vybrány dvě lokality, které byly podrobeny bližšímu zkoumání. Jedná se o lokalitu nedaleko báze suťového severního svahu Ledových slují a prameniště nedalo rybníku u Jejkala (přesná lokalizace podle souřadnic uvedena v Šušolové *a kol.* (2015)).

Na obou lokalitách byly vykopány půdní profily, které byly detailně makroskopicky popsány a nafoceny (podle Rejšek 1999). U profilů se popisovala genetická a fyziologická hloubka půdy a intenzita prokořenění, humusová forma, mocnost a charakter hranic, barva, zrnitost a obsah skeletu, konzistence za sucha a za vlhka, struktura, vlhkost a výška hladiny podzemní vody, pórovitost, humóznost a biologická aktivita, přítomnost uhličitanů vápníku, přítomnost novotvarů, cizorodých příměsí a mramorování (barevně kontrastních skvrn a linií). Daný pedon byl zařazen do půdního klasifikačního systému.

Z profilů byly odebrány Kopeckého fyzikální válečky a soubor vzorků na další laboratorní pedologické analýzy, palynologii, na půdní mikromorfologii a radiokarbonovou dataci. Metodika odběru vzorků a laboratorních rozborů půdních vzorků je detailněji popsána v práci Šušolová *a kol.* (2015). Laboratorní pedologické analýzy byly provedeny podle Zbírala *a kol.* (2004) v laboratoři Ústavu geologie a pedologie Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Odebrané vzorky byly před zpracováním prosety na jemnozem I. (na sítu o velikosti ok 2 mm). Byla určována půdní výměnná sorpce: hydrolytická acidita (Ha), výměnné bazické kationty (S), celková kationtová výměnná kapacita (T), stupeň nasycenosti sorpčního komplexu (V); aktivní půdní reakce (pH_{H2O}), výměnná reakce půdy (pH_{KCl}), obsah karbonátů ($CaCO_3$), oxidovatelný uhlík (Cox), kvalita humusu (HK/FK), stanovení celkového dusíku (N), relativní obohacení dusíkem (C/N) a půdní zrnitost. Orientační chemické složení se určilo na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně ručním analyzátorem Delta Professional.

Půdní výbrusy byly vyrobeny v laboratoři firmy Garmur, s. r. o. Analyzování vzorků a nafocení provedeno na polarizačním mikroskopu Nikon, OPTIPHOT2 – POL s použitím digitálního fotoaparátu Olympus na Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně Mgr. Janou Šušolovou.

Vzorky pro palynologická studia byly připraveny standardní metodou Edtmannovy acetolýzy: HCl (10 %), HF (koncentrovaná, za studena), acetolýza (H_2SO_4 + acetanhydrid kyseliny octové). Pro zvýšení koncentrace pylových zrn byla použita těžká kapalina $ZnCl_2$. Mikroskopické studium bylo prováděno na biologickém prosvětlovacím mikroskopu Nikon Alphaphot při zvětšeních 200×, 400× a 1000×. Fotodokumentace fotoaparátem

a softwarem Canon EOS při zvětšení 1000×. Fototabule sestaveny za pomoci programu Corel X6. Palynomorfy byly determinovány zejména na základě prací: Beug 2004, Reille 1995, Komárek a Jankovská 2001. Jednotlivé taxony a jejich množství byly zaznamenány do tabulky Excel. Pylové diagramy byly vytvořeny v programu POLPAL (Walanus – Nalepka 1999). Pro pylový diagram byly použity vzorky s vyšším počtem než 100 determinovaných palynomorf. Vzorky s menším počtem určených zrn nejsou dostatečně reprezentativní a mohou být zatíženy statistickou chybou. Palynologické analýzy provedla RNDr. Nela Doláková, CSc. na Ústavu geologických věd Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Petrografické rozbory a fotodokumentace byly provedeny doc. RNDr. Miroslavou Gregerovou, CSc. pomocí petrografického mikroskopu Olympus BX51 s použitím digitálního fotoaparátu Olympus.

Radiokarbonové datování provedeno v Radiokarbonové laboratoři v Poznani.

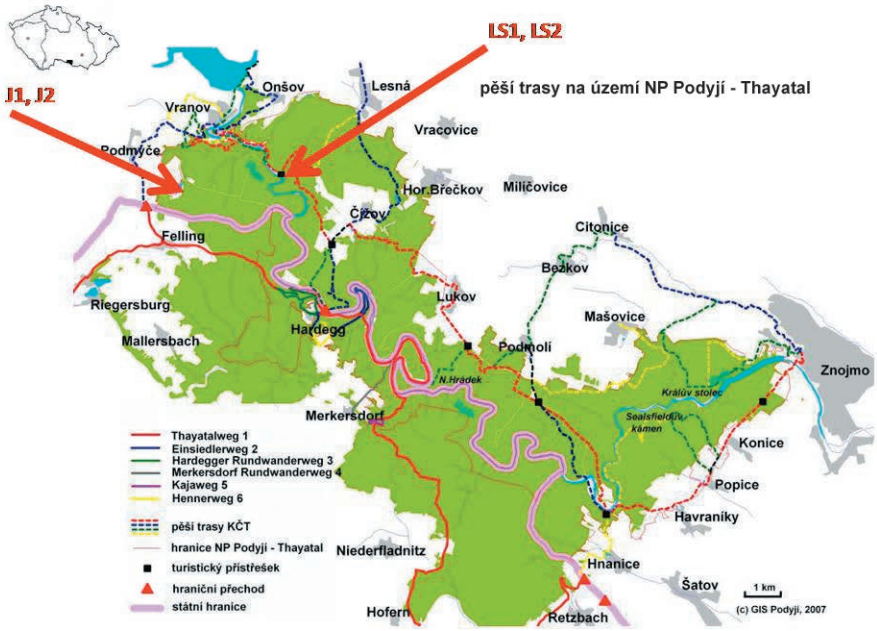
3. VÝSLEDKY

3.1. Popis lokalit

První studovaná lokalita byla v prostoru nedaleko báze suťového severního svahu Ledových slují (profily LS1, LS2) (viz Obr. 1). Vzhledem k podobnosti obou profilů zde budeme pracovat především s daty profilu LS1 (viz Obr. 2). Půda byla určena jako fluvizem stratifikovaná slabě oglejená (viz např. Němeček *et al.* 2001, Vavříček – Pancová Šimková 2014). Patrné jsou fluvické znaky, s nepravidelným rozložením organických látek v profilu, a mramorování, způsobené kolísáním hladiny podzemní vody a s tím spojenými redukčně-oxidačními a oxidačně-redukčními procesy, a to z hlediska makroskopického i mikromorfologického.

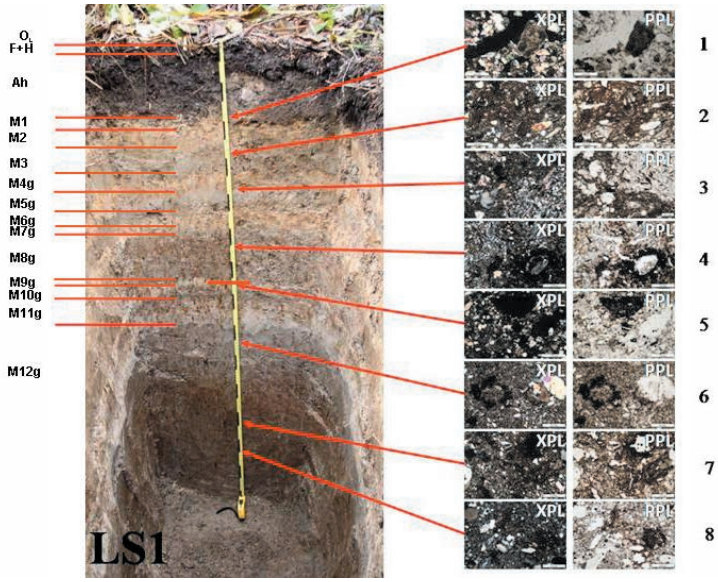
Druhou studovanou lokalitou bylo prameniště nedalo rybníku u Jejkala jv. od obce Podmyče (profily J1, J2) (viz Obr. 1). I tyto dva profily si byly velmi podobné, proto se zde budeme věnovat především profilu J1 (viz Obr. 4). Půda byla určena jako pseudoglej glejový eubazický (viz např. Němeček *a kol.* 2001, Vavříček – Pancová Šimková 2014). Zajímavostí v profilu J1 byl nález obilek, v palynologickém pozorování i v mikromorfologických vzorcích J1-3M, J1-4M (jedná se o označení odběrných vzorků na mikromorfologii, ne půdních horizontů, blíže viz Šušolová *a kol.* (2015)). V určité hloubce se vyskytovalo velké množství tyčinkovitých a destičkovitých fytolitů pravděpodobně typu *Triticum* (viz Obr. 10, Obr. 11). Samotný horizont měl v těchto hloubkách poměrně tmavou až šedočernou barvu, způsobenou reduktomorfními procesy, ale částečně i zvýšeným obsahem síry, nahromaděním amorfních organických látek a patrně i rozloženým popelem. Krom popele byl v mikromorfologických vzorcích nalezen i drobný úlomek keramiky velmi tmavé barvy. Na této lokalitě lze patrně pozorovat stopy lidského osídlení. V laboratoři Morava s.r.o. byla provedena analýza na obsah síry v profilu J2. Glejový horizont se vyvíjel v anaerobních podmínkách, předpokládala se tedy větší koncentrace síry z rozložené organické hmoty, což by vysvětlovalo i tmavé zabarvení. Zjistilo se, že obsah síry je mírně zvýšený.

Detailní popis všech profilů viz Šušolová *a kol.* (2015).



Obr. 1. Lokalizace profilů v Národním parku Podyjí (upraveno podle http://www.nppodyji.cz/uploads/soubory/Mapy/pesimapa_web.jpg).

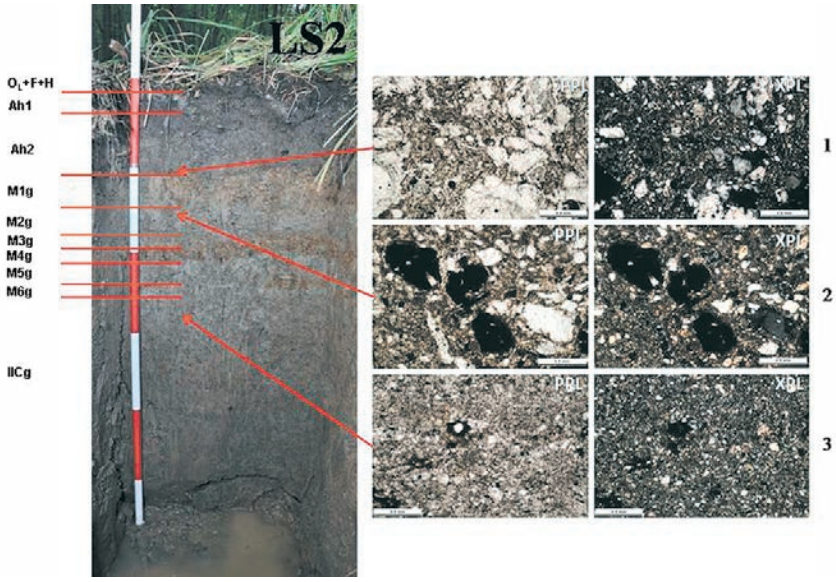
Fig. 1. Localization of the soil profiles in the National Park Podyjí (adapt by http://www.nppodyji.cz/uploads/soubory/Mapy/pesimapa_web.jpg).



Obr. 2. Profil LS1 – fluvizem stratifikovaná slabě oglejená, autor Šušolová.

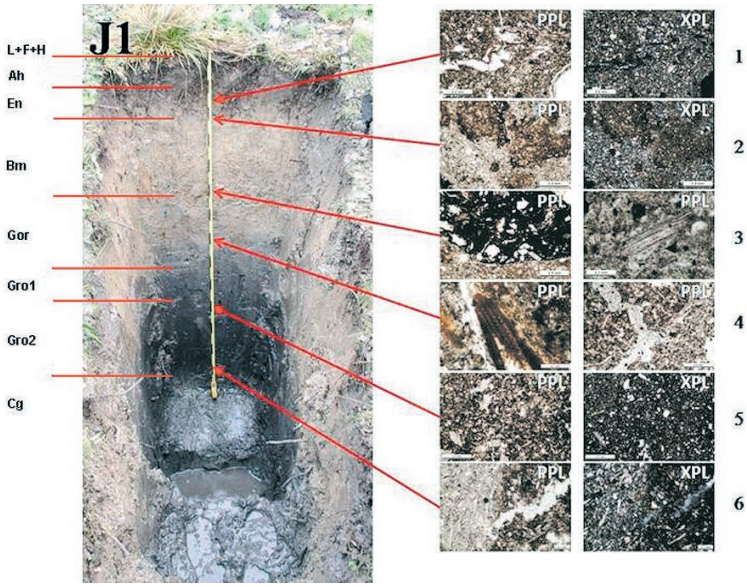
Fig. 2. The soil profil LS1 – Fluvisols gleyic (FAO (2014)), author Šušolová.

1. Vzorek z hloubky 17–23 cm zachycuje přechod mezi horizonty Ah/M1/M2, se smíšenou agregátovou mikrostrukturou. Vyskytují se zde úlomky hornin a minerály obalené humusovými látkami. Patrné jsou i úlomky schránek malakofauny.
2. Horizont M3, vzorek z hloubky 27–31 cm, je slabě mramorovaný, s výraznými redoximorfní znaky, organika je zde již převážně v amorfní podobě. Vyskytují se zde rozsivky jako doklad zamokření horizontu.
3. Vzorek z hloubky 36–42 cm představuje přechod mezi dvěma odlišnými horizonty M4g/M5g. Vrchní horizont má kambizemní charakter, má nápadně patrné redoximorfní znaky. Spodní horizont je částečně vybělený, pouze slabě mramorovaný.
4. Horizont M8g, vzorek z hloubky 53–59 cm. Výrazné mramorování a kanálky po edafonu a rostlinách, kolem nichž i volně v základní hmotě Fe-Mn oxidy až černé barvy.
5. Přechod mezi třemi málo mocnými horizonty M8g/M9g/M10g, v hloubce 64–70 cm, které se od sebe liší především zrnitostně. Vyskytuje se zde silně zoxidovaná organika.
6. Ve vzorku lze pozorovat přechod z písčitější části do jílovito-prachovité. Horizont M12g, vzorek z hloubky 81–88 cm. Patrné reduktomorfní znaky, nahloučení Fe-Mn oxidů.
7. Horizont M12g, vzorek z hloubky 106–113 cm. Silně porézní část horizontu, s velkým množstvím dutin a kanálků. Výrazné barevné mramorování a rozptýlené Fe-Mn oxidy v základní hmotě i kolem pórů.
8. Horizont M12g, vzorek z hloubky 125–130 cm. Část horizontu s větší příměsí minerálů a menším zastoupením organiky. Vyskytují se zde amorfní Fe- Mn nodule a oxidy, které spolu s jílovými částicemi vyplňují prostory mezi minerály.



Obr. 3. Profil LS2 – fluvizem stratifikovaná slabě oglejená, autor Šušolová.
Fig. 3. The soil profil LS2 – Fluvisols gleyic (FAO (2014)), author Šušolová.

1. Vzorek z hloubky 14–22 cm zachycuje přechod z horizontu Ah do M1g. V horizontu M1g se nacházejí minerální zrna větších velikostí než v horizontu Ah.
2. Horizont M2g, vzorek z hloubky 28–37 cm. Ve vzorku jsou patrné tři zrnitostně odlišné horizonty. V horní části jsou minerály usměrněné s větším množstvím slíd. Patrná je zde braunifikace. Vyskytuje se zde velké množství rozsivek. Na fotografiích zachyceny Fe-Mn nodule.
3. Horizont IICg, vzorek z hloubky 55–60 cm. Jemnozrnná půda s výrazným mramorováním a Fe-Mn konkrecemi. V tomto horizontu se vyskytuje větší množství nerozložených organických zbytků s dobrou strukturou zachování.



Obr. 4. Profil J1 – pseudoglej glejový eubazický, autor Šušolová.
Fig. 4. The soil profil J1 – Gley- sols stagnic (FAO (2014)), author Šušolová.

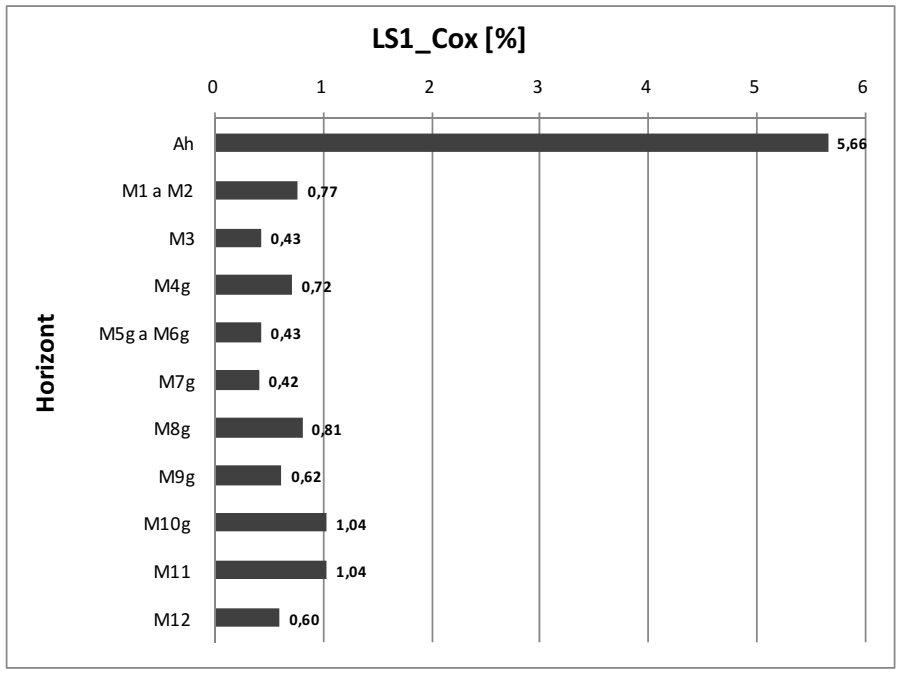
1. Vzorek pochází ze svrchního půdního horizontu En, z hloubky 16–20 cm, jeví jisté znaky eluviace (zesvětlení směrem dolů) a humifikace (zbarvení amorfní organikou do tmava). Lze zde pozorovat redoximorfní znaky a mramorování. Četné jsou zde kořínky a stonky rostlin, kolem nichž jsou lemy z Fe-Mn oxidů.
2. Vzorek z horizontu Bm, hloubka 24–30 cm, zachycuje výrazné mramorování a četné průřezy kořeny a stonky.
3. Zde je zachycen horizont Bm v hloubce 55–60 cm. Opět je pro něj typické mramorování. V tomto vzorku je velké zastoupení dlouhých tyčinkovitých a destičkovitých fytolitů, patrně i obilných fytolitů, a vyskytují se zde i drobné úlomky keramiky (patrně s grafitovou příměsí).
4. V tomto horizontu Gor, v hloubce 75–80 cm, můžeme pozorovat dobře zachované rostlinné zbytky a pravděpodobně i zbytky obilek a obilné fytolity typu *Triticum*. Horizont má tmavou šedočernou barvu díky většímu nabohacení sírou, amorfním humusovým látkám a rozpuštěnému popelu.
5. V horizontu Gro2, v hloubce 100–105 cm, se již vyskytuje navětralá matečná hornina. Horizont má tmavší barvu díky většímu nabohacení sírou a amorfním humusovým látkám.
6. V hloubce 130–135 cm horizontu Gro2 se již značně projevuje matečná hornina a to větším zastoupením minerální složky. V této části má horizont agregátovou mikrostrukturu a je barevně nehomogenní.

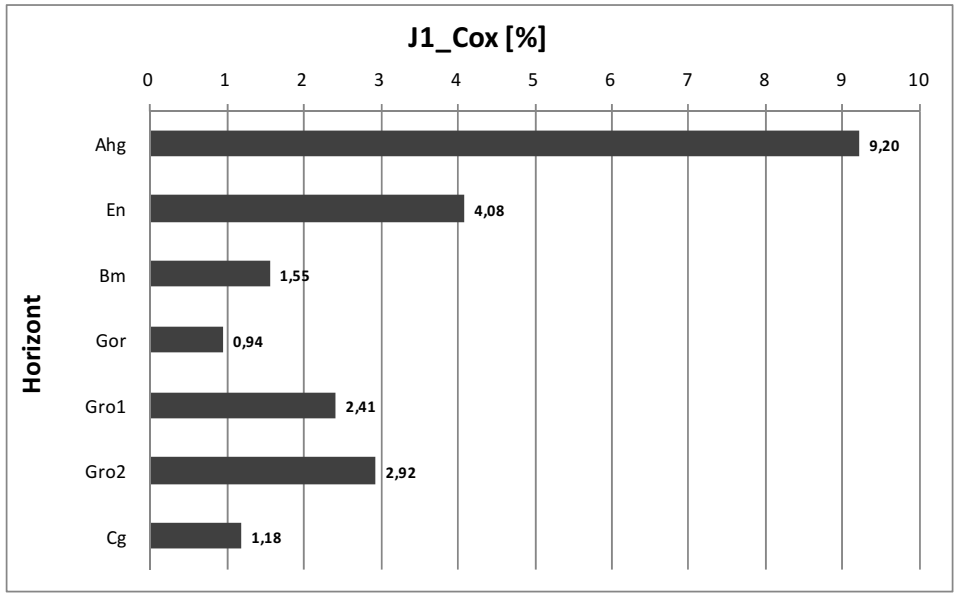
Obr. 5. Profil J2 – pseudoglej glejový eubazický, autor Šušolová.
Fig. 5. The soil profil J2 – Gleysols stagnic (FAO (2014)), author Šušolová.

1. Vzorek z hloubky 16–21 cm zachycuje přechod mezi málo mocným organominerálním Ahg horizontem a šedým glejovým Gro1 horizontem. Směrem do hloubky přibývá redoximorfních znaků v podobě např. amorfních shluků Fe-Mn oxidů. Patrná je částečně rozložená organická hmota rostlinného původu.
2. Vzorek z hloubky 52–58 cm zachycuje přechod mezi horizonty Gro2 a Bm1. Patrné je mramorování, s mozaikovitou barevností. Vyskytuje se zde větší množství dutin a kanálků.
3. V hloubce 67–75 cm je zachycen mramorovaný redoximorfní horizont Bm1. V tomto horizontu jsou patrné jílovité náteky. Vyskytují se tu úlomky metamorfovaných hornin.
4. Horizont Bm2 v hloubce 105–110 cm je velmi slabě mramorovaný a má poměrně hodně tmavě zabarvenou základní hmotu půdy. Místy se tu vyskytují jílovité náteky smíchané s prachem.
5. Horizont Cg v hloubce 120–125 cm má patrné výrazné mramorování. Šedočerné zabarvení je způsobeno patrně redukčním prostředím s větším nahromaděním síry. Kolem dutin i v základní hmotě jsou viditelné jílové náteky, místy smíchané s prachem.

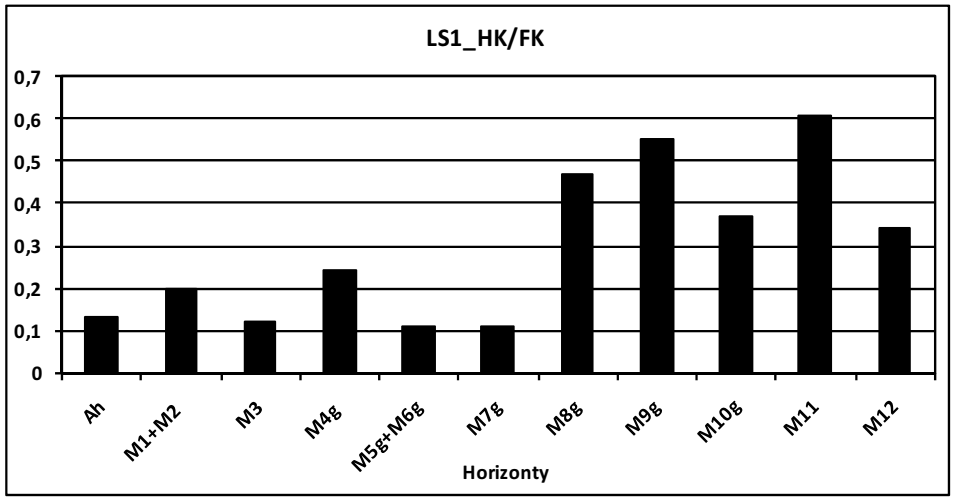
3.2. Laboratorní analýzy

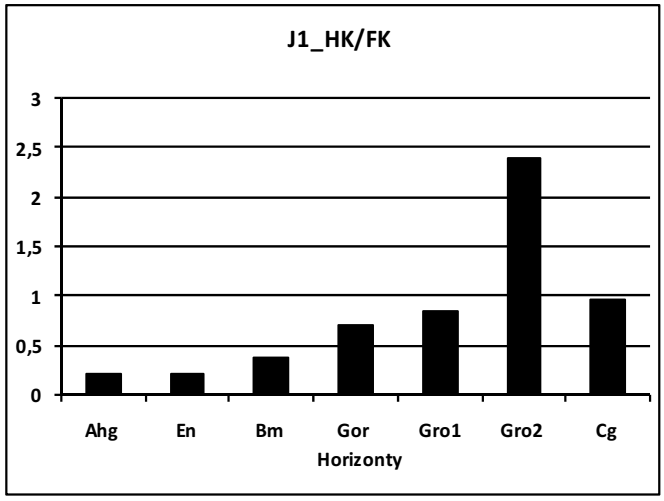
Z hlediska výzkumu humolitů nás zajímaly především hodnoty Cox, HK/FK, N a C/N. Obsah humusu byl stanoven pomocí oxidovatelného organického uhlíku Cox (viz Obr. 6). Horizonty v rámci profilů LS1 i LS2 jsou slabě humózní (0,58–1,17 % Cox), některé až velmi slabě humózní (< 0,58 % Cox). Silně humózní (2,90–11,6 % Cox) jsou pouze svrchní Ah horizonty s větším nahromaděním nerozloženého humusu, což je typickým jevem. V případě profilů J1 a J2 lze pozorovat větší obsah Cox (viz Obr. 6). Nejvíce humózní je profil J1 a to středně (1,17–2,90 % Cox) až silně. Pro hodnocení půdního horizontu jsme použili tabulku z práce Rejšek (1999). Kvalita humusu je celkově u všech profilů nízká, fulvokyseliny převažují nad huminovými kyselinami (viz Obr. 7). Výjimku tvoří horizont Gro2 u profilu J1, kde dosahuje kvalita humusu nejvyšších hodnot. U poměru uhlíku k celkovému dusíku vyšla kvalita humusu u profilů LS1 i LS2 celkově spíše dobrá (viz Obr. 9). Celkový obsah N u profilu LS1 je střední, v rámci profilu LS2 kolísá (viz Obr. 8). Zvýšené hodnoty jsou opět ve svrchních horizontech, což je typické vzhledem k množství rozkládajícího se opadu. Profily J1 i J2 mají spíše dobrou kvalitu humusu či normální pro lesní půdy (viz např. Sáňka – Materna 2004, Němeček *et al.* 2001). Humusovou formou u všech profilů je mull. Ani u jednoho z profilů neodpovídají zjištěné hodnoty humolitům.



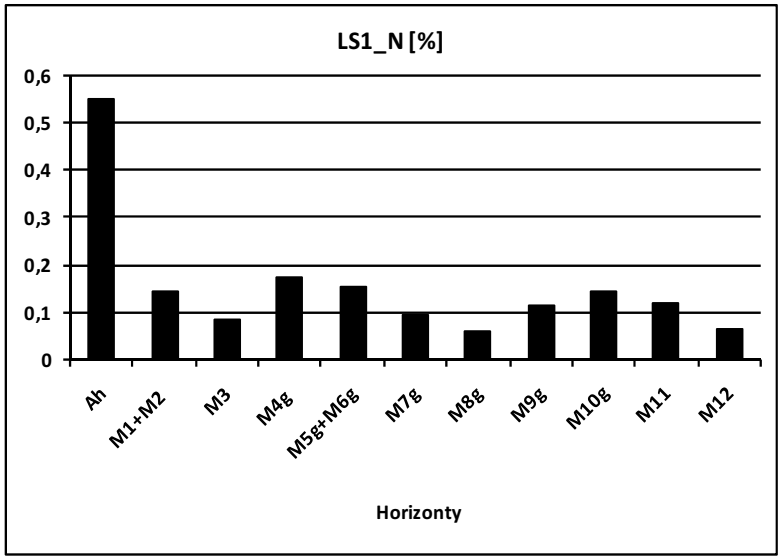


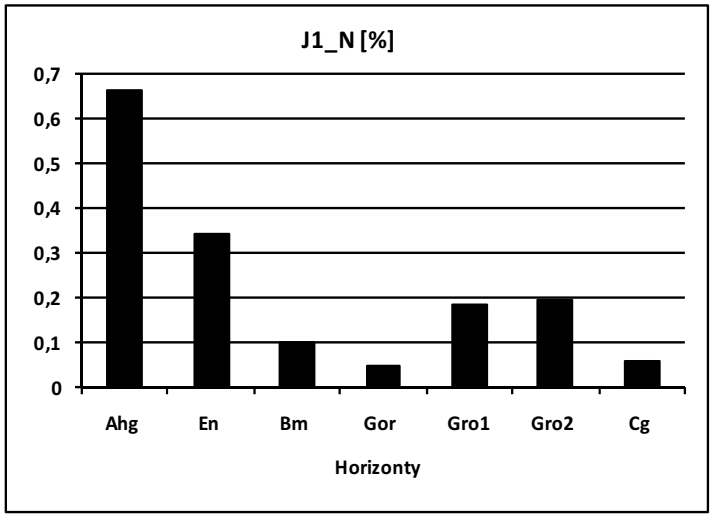
Obr. 6. Obsah oxidovatelného organického uhlíku v půdních profilech LS1 a J1.
Fig. 6. The oxidizable organic carbon content in the soils profiles LS1 and J1.



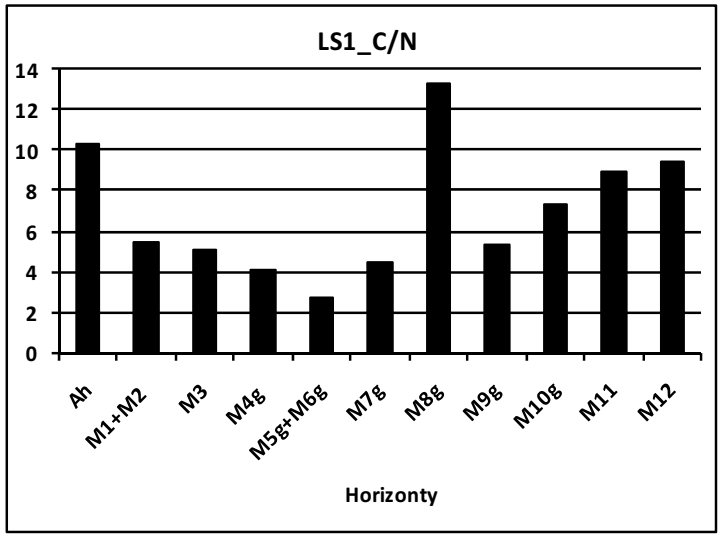


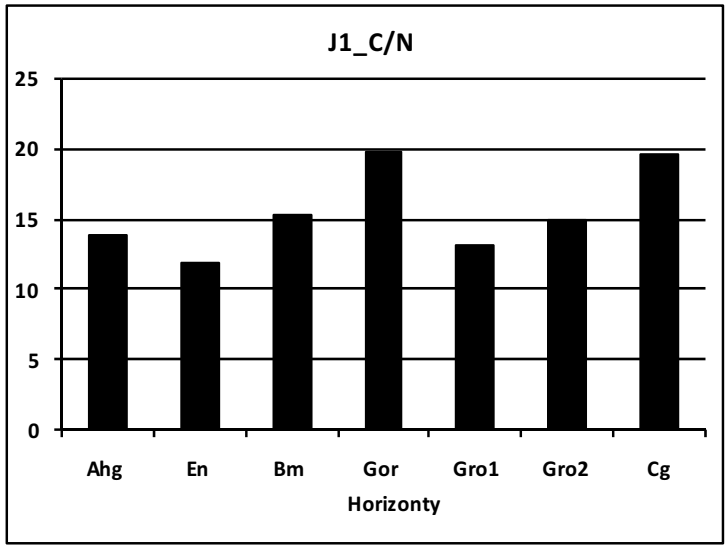
Obr. 7. Obsah humusových látek v profilech LS1 a J1.
Fig. 7. The humic substances content in the soils profiles LS1 and J1.





Obr. 8. Obsah celkového dusíku v profilech LS1 a J1.
Fig. 8. The nitrogen content in the soils profiles LS1 and J1.



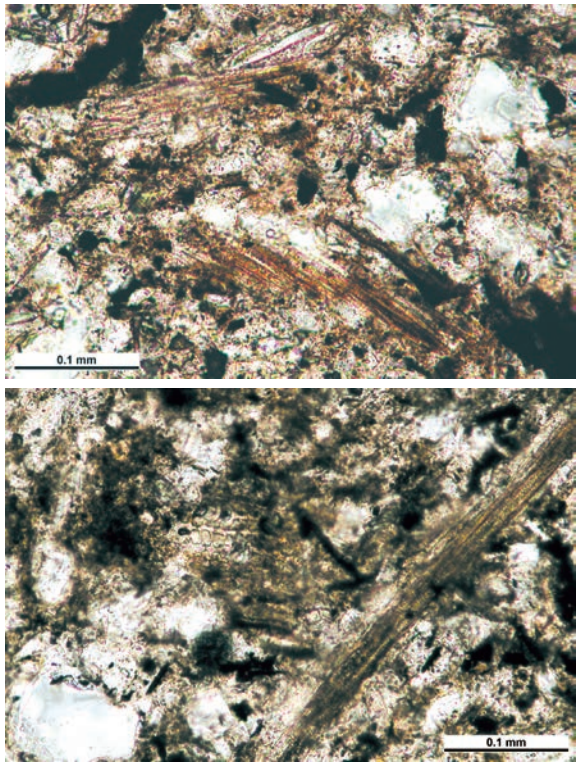


Obr. 9. Množství uhlíku ve vztahu k obsahu dusíku v organickém materiálu v profilech LS1 a J1.
Fig. 9. The amount of carbon in relation to the nitrogen content in the organic material in the soils profiles LS1 and J1.

3.3. Mikromorfologie

Mikromorfologickým pozorováním se potvrdilo, že vzorky profilů LS1 a LS2 obsahují minerály a úlomky navětralých hornin pocházející patrně z dyjské klenby (viz Obr. 2 a Obr. 3). Častý je v nich větší výskyt slíd, muskovitu i biotitu, což je znakem usazování z vodního toku a což souvisí patrně i s vyvětráním těchto minerálů z metamorfovaných hornin dyjské klenby. Typické je mramorování způsobené oxidačně-redukčními ději spojenými s občasným zamokřením profilu a jeho oglejením. Dokladem občasného zamokření profilu je i častý výskyt rozsivek v některých horizontech. Nejvíce rozsivek se vyskytovalo ve vzorku LS2-2M v hloubce 28–32 cm horizontu M2g. V této době zde možná existovala souvislá vodní hladina. Srovnáme-li právě tyto výsledky s výsledky palynologickými, zjistíme, že z této doby se nedochovalo mnoho palynomorf. Téměř ve všech horizontech se vyskytují fytolity tyčinkovitých i jiných tvarů, v případě profilu J1 horizontu Bm v hloubce 55–60 cm lze pozorovat fytolity obilí typu *Triticum*. V několika málo horizontech je patrná braunifikace a tvorba kambizemí či případně její prvotní mechanické projevy.

U vzorků ve svrchních částech profilů J1 a J2 bylo možno dobře pozorovat rezivohnědošedé mramorování, způsobené střídáním redukčně-oxidačního a oxidačně-redukčního prostředí vlivem periodického zamokřování svrchních částí profilů. Na této lokalitě je vysoká hladina podzemní vody.



Obr. 10. Četné fytolity pravděpodobně obilí typu *Triticum* ze vzorku J1-4M, PPL, autor Šušolová.

Fig. 10. Numerous phytoliths probably *Triticum* grain type of the sample J1-4M, PPL, author Šušolová.

3.4. Palynologie

Všechny vzorky studovaných profilů obsahovaly palynospektra typická pro teplejší a vlhčí klimatickou fázi holocénu (viz Tab. 1, 2) (viz např. práce Firbas 1949, Jankovská 1971, 1976, 1988, 1989, 1997, Rybníčková 1974, 1985, Rybníček a Rybníčková 2001 Svobodová 1990 a další).

Tabulka 1. Počet pylových zrn a spor z profilů LS1, LS2, autor Doláková.
Table 1. Number of pollen grains and spores from profiles LS1, LS2, author Doláková.

	LS1											LS2				
hloubka - cm	26-30	39-42	50-53	57-60	67-71	80-83	91-94	105-108	118-121	131-134	150-153	15-20	30-35	44-48	56-60	70-75
Dřeviny (AP)																
Abies			1		1	11	7							1		
Acer												1				
Alnus	7		3	5	3	9	5	1	11	27	42	29		9		
Betula	19		6	5	1	12	4	1	11	9	2	1		6		
Carpinus			1	1										1		
Corylus	9	2		6	2	9	5	2	9	7	4	9		2		
Fraxinus	1											2				
Hedera	1															
Juniperus					1	1						2		2		
Picea	1	2				5										
Pinus sylvestris	5	3	9			127	6	1		1		30		12		
Populus												2				
Quercus	14	1	3	3		14	1	3	2		1	3		4		
Rhamnus							1									
Salix	3		1			3				1		2		1		
Tilia	10	2	5	10	1	30	4	1	8	1	1	3		5	2	
Ulmus	2		1					1	1	1				2		
Viscum, Loranthus										**1**						
Byliny (NAP)																
Artemisia	1	1		1		7					2			1		
Asteraceae Cichorioideae	18	1	12	2		7	5	38	54	16	4		1	8	1	
Asteraceae Asteroideae	7		3	1		2	4	4	16	5	4					1
t.*Cirsium*						1										
Brassicaceae t. *Barbarea*	6	1	1			1								2		
t. *Cardamine*	1											1		1		
Campanula								2								
Centaurea sp.	1		1	2												
Centaurea cyanus	4		4	2		3	3	1		1		2		1	1	
Cerealia t. *Triticum*	44	9	15	6	3	13	6	17	9		3	22	3	3	5	
t. *Secale*	3	1	2					1	1		1	2		1		
Cyperaceae	1	5	12		1	42	6	2	1			12		21	6	
Daucaceae	4		2	1		2	2	1	1	1	1	1				
Euphorbia								1								
Euphrasia	1	1														
Fabaceae						3		2	1					1	1	
t. *Lathyrus,Trifolium*	1			1			2									
t. *Lotus*	2						**1**	1								
Galium	2	1	1	1	1		3	1	3	3	2					
Chenopodiaceae	3		4			6		1	2	1		4		4		
Lamiaceae	2											1				
t. *Teucrium*											2				1	
Liliaceae	1					3								1		
Myriophyllum spicatum	2															
Plantago lanceolata		1				3		1	2	3	3	2		1	1	
Plantago major/media						3			1		1					
Poaceae	70	25	47	39	30tyč.	49	35	40	70	26	19	31		31	11	1
Polygonum aviculare	8	1		2		2								1	1	
Potamogeton/Sparganium				1		4		2				3				
Ranunculaceae	4		2			1	1	1								
t. *Delphinium*	4	2	3			3	3		2	2	3	5				
Caltha	2	1	1	2		4	1		1	2	1	1		2	1	
Anemone				2							1			1		
Chrysosplenium/ Ranunculus trichophyllum	4	3	4	9		11	5	5	21	15	12	4			2	
Rosaceae , *Rubus* t.														1		
Alchemilla	12	1	2	3	1	5	4	1	2					4	3	
Rumex acetosa/acetosella	2					1										
Silenaceae	8			1		6	2	4	1		1	2		9	1	
Succissa		1												2	1	
Symphytum, Solanum												1				
Urtica				2		1				1						
Thalictrum/Illecebrum	1					1		1								
Typha		1				2										
Valeriana			1													
Sporophyta																
Lycopodium														3		
Polypodiaceae smooth	78		24	48	19	59	34	13	16	14	13	11	4	68	9	
Bryophyta undif.	1						x				3					
Sphagnum						1			2					1		

Tabulka 2. Počet pylových zrn a spor z profilů J1, J2, autor Doláková.
Table 2. Number of pollen grains and spores from profiles J1, J2, author Doláková.

	J1										J2							
hloubka - cm	24-30	33-42	55-60	68-72	85-94	95-100	105-110	115-120	125-130	135-140	20-23	40-43	55-58	65-68	80-83	90-93	110-113	128-130
Dřeviny (AP)		sterilní									nedělano							
Abies						1												
Acer															1			
Alnus				5	15	15	53	33	18	15				13	250	46	4	
Betula			2	5	7	19	13	12	14	8			8	9	8	5	1	
Carpinus																		
Corylus			2	2	6	4	7	4	11	10			1	5	2	1		
Juglans	1					1												
Juniperus							2											
Picea					3		11	2	1	2					1			
Pinus sylvestris					13		17	36	8	13			3	1	7	8		
Quercus			1	1	4	6	8	10	6	3				1	1	4	3	
Salix				1	2									1	1			
Tilia				3	2	6	7	10	9	1			2		5	2	3	1
Ulmus							2	3	2					3		1		
Viscum							1	1										
Byliny (NAP)																		
Artemisia				7	13	12	3	3	7	2					2	2	1	
Asteraceae Cichorioideae				3	15	21	3	4	11	13			1	1	6	5	2	
Asteraceae Asteroideae				4	6	5	7	5	15	9				2	2	3	2	
t.*Cirsium*						1	2		7	2			1			1	1	1
Biscutella						1												
Brassicaceae t. *Barbarea*				1	6	4		1					1				1	
t. *Cardamine*					2	2		3										
Campanula						1			1									
Centaurea sp.			1	2		3			1				1	1				
Centaurea cyanus				2	3	4				1				1	3			
Cerealia t. *Triticum*				1	**34tyč.**	19	1	4	2	4,tyč			2	1	2	1		
t. *Secale*					5	2									1			
Convolulus															1			
Cyperaceae					8	5	1		7	2				1	3	3		
Daucaceae					1	2			3	1				1	2		1	
t. *Bupleurum*														1				
Ericaceae																	1	
Euphorbia					2													
Fabaceae				1	2										1			1
t. *Lotus*						1			1						1	1		
Galium				11	5	8	2	3	4	2				2	1	1	1	1
Hypericum					1													
Humulus/Canabis														1			2	
Chenopodiaceae				5	5	7	5	1	6	4				3	1	1		
Lamiaceae					1	1				1							1	
t. *Teucrium*				2					1	1								
Liliaceae					3		2									2		
Ludwigia, Epilobium									1									
Myriophyllum spicatum								2										
Persicaria						1												
Plantago lanceolata				2	1	1		1		1						2		
Plantago major/media							1											
Poaceae	1			27	39	21	12	7	13	21			1	8	5	2	3	2
Polygonum aviculare				3	2	4			1	1					1			
Potamogeton/Sparganium						1				1								
Ranunculaceae			1			2	1	4	6	3				1	2	4	1	
t. *Delphinium*				2	7	4	4	3	4	4				1	3	1		1
Caltha							1		1					1	2			
Anemone										1					2			
Chrysosplenium/ Ranunculus trichophyllum			1	11	9	4	12	7	17	12				3	2	5	3	
Rosaceae					2	1	1	2										
Alchemilla				7		7			2	1					2			
Silenaceae						1			1						2	2		
Succissa							1	1		1								
Urtica					1	2	4	1	1	2								
Thalictrum/Illecebrum				1	3	2	2	1	3	1								
Typha					1													
Nuphar lutea							1											
Valeriana								3							1			
Viburnum															1			
Sporophyta																		
Lycopodium annotinum															3			
Polypodiaceae smooth			2	14	18	30	81	160	145	82			9	18	32	26	14	9
Polypodium vulgare													1		3			
Pteridium				1														
Bryophyta undif.								4										
Selaginella denticulata												1	1					
Sphagnum						1	1			2				1	1			
Marchantiop./Anthocerotop.	x		2	4		x		x	x			xx	x	2	x	x		x

Palynospektra chladných období konce pleistocénu nebyla zaznamenána. Pylová zrna dřevin byla reprezentována elementy smíšeného lesa – *Tilia* (lípa), *Quercus* (dub), *Betula* (bříza), *Corylus* (líska), *Pinus* (borovice), méně často: *Abies* (jedle), *Picea* (smrk ojediněle *Juniperus* (jalovec), *Juglans* (ořešák), *Ligustrum* (ptačí zob), *Rhamnus* (řešetlák), *Hedera* (břečťan) – místy s převahou lužních porostů *Alnus* (olše), *Salix* (vrba), *Ulmus* (jilm). Některé dřeviny vyskytující se na studovaném území v dnešních společenstvech běžně, byly pozorovány velmi výjimečně např. *Carpinus* (habr), *Fagus* (buk), *Taxus* (tis), (pouze profil LS1) (viz Obr. 11, 12, 14).

Pylová zrna bylin často ve spektrech převažovala nad dřevinami. Bylo identifikováno přes 60 rostlinných taxonů (viz Tab. 1, 2). Nejhojněji zastoupené byly Poaceae (trávy) a Asteraceae (složnokvěté). Dále: Chenopodiaceae, Caryophyllaceae (Silenaceae), Brassicaceae, Daucaceae, Rannunculaceae – zejména *Delphinium* typ, Fabaceae, *Alchemilla, Urtica, Scabiosa, Anemone*. Tyto představují vegetaci zejména sušších stanovišť nebo lesních světlin. Pravidelně se ve spektrech vyskytovaly rostliny okrajů vodních ploch (*Potamogeton, Sparganium, Typha,* ojediněle i *Nuphar lutea, Myriophyllum spicatum, Ludwigia*) a vlhkých až podmáčených stanovišť (*Caltha,* Cyperaceae, *Chrysosplenium/Ranunculus trichophyllum, Valeriana, Thalictrum*). Hojně se vyskytovaly spory kapradin zastoupené dominantně čeledí Polypodiaceae, místně mechorosty a řasy (viz Obr. 11, 12, 15).

Ve většině studovaných vzorků byla nalezena pylová zrna obilí – *Triticum* typ (pšenice), méně Secale typ (žito) doprovázená pylovými zrny plevelů zejména: *Centaurea cyanus, Polygonum aviculare, Rumex acetosa/acetosella*. Zrna obilí byla zjištěna i v nejhlubších vzorcích z profilů LS1 (horizont M12g, 150–153 cm) a J1 (horizont Gro2, 135–140 cm), což vylučuje vyšší stáří sedimentů než neolit (viz Obr. 11, 12, 13).

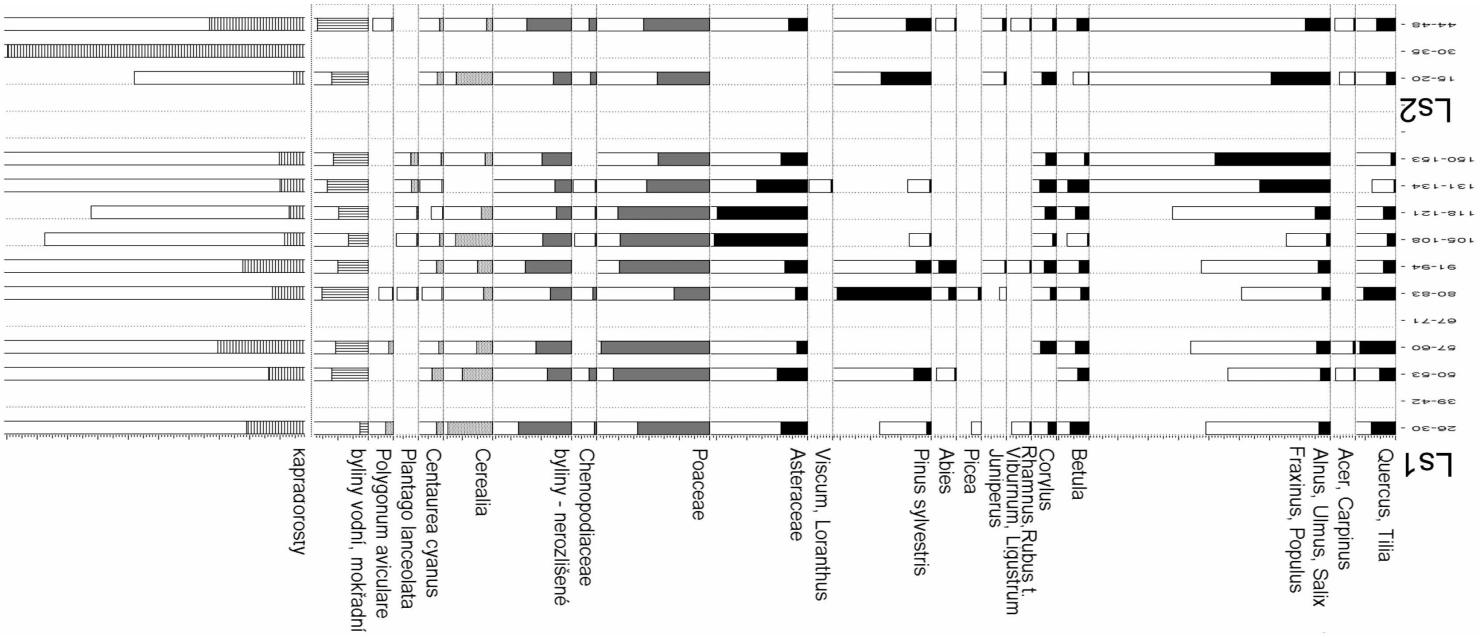
Na základě pylových diagramů (viz Obr. 11, 12) lze z poměrného zastoupení rostlinných typů v jednotlivých hloubkových úrovních (procentuální zastoupení dřevin/bylin/kulturních rostlin) usuzovat zejména na změny intenzity hospodářského využívání krajiny v čase a změny hydrologických poměrů.

Pylová spektra u profilu LS1 (viz Obr. 11) byla zachycena už z hloubek 25 cm (od horizontu M2) pod povrchem. Od profilů u Jejkala se liší zejména vyšším podílem trav (Poaceae) téměř ve všech vzorcích (viz Obr. 11, 12). Místně zvýšeným zastoupením jedle a menším výskytem smrku (morfologie návětrné nebo závětrné strany svahů).

V nejspodnějších 2 metrážích převažovaly lužní porosty olšin. V profilu jsou nápadné výrazné změny v množství pylových zrn jehličnanů. Ve spodní části profilu téměř chybí, zatímco v horizontu M12g v hloubce 80–83 cm (zejména borovic) tvoří převahu ve společenstvu. Nápadný je zde i častější výskyt jedle. Nárůst jehličnanů koresponduje se snížením procentuálního zastoupení obilí. Mohlo by se jednat o pionýrské zarůstání opuštěných ploch po útlumu zemědělství.

Nejvyšší poměr obilí spojený s úbytkem dřevin lze v profilu pozorovat ve vzorcích z hloubek 105–108 cm horizontu M12g a 26–30 cm horizontu M3 – intenzívní lidské ovlivnění krajiny.

Ve svrchní části profilu LS2 (viz Obr. 11) je vidět snížení podílu bylin a kapradin a zvýšení u olšin a borovic. Přibývá rovněž obilí. V hloubce 30–35 cm horizontu M2g byly nalezeny pouze spory kapradin čeledi Polypodiaceae – tento jev patrně souvisí se zhoršením podmínek pro zachování palynomorf v sedimentu a druhotným selektivním nahromaděním pouze nejodolnějších zrn.



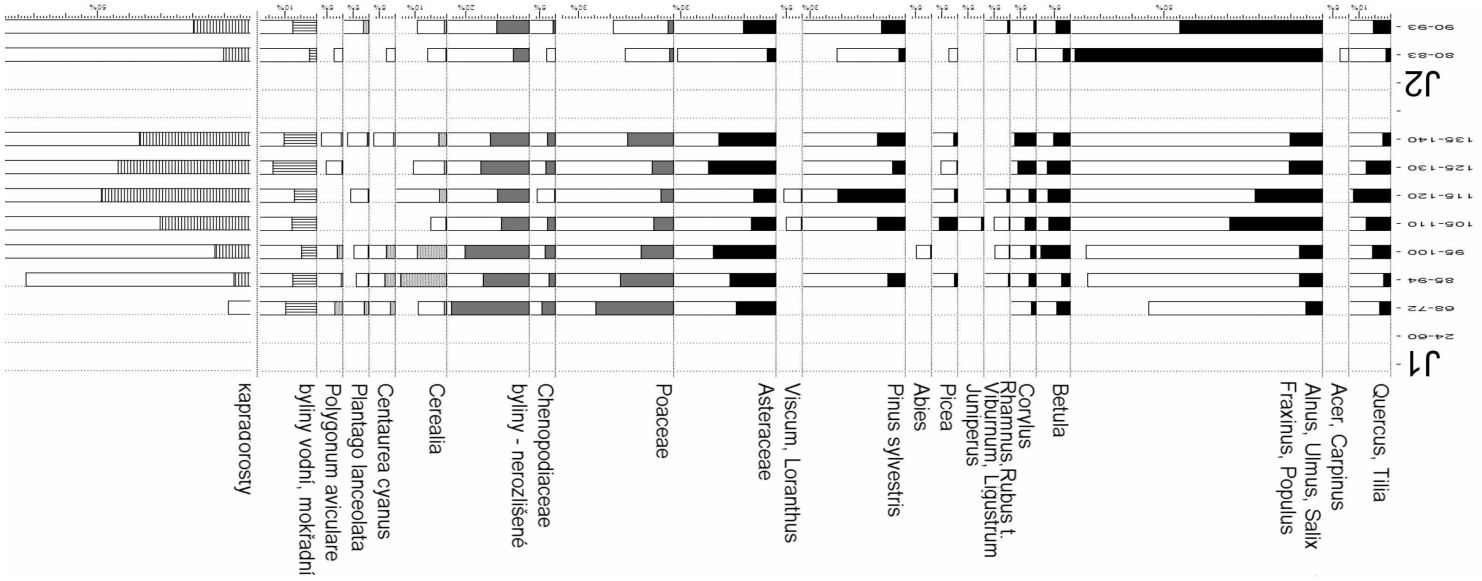
Obr. 11. Pylový diagram procentuálního zastoupení jednotlivých typů pylových zrn na lokalitě pod Ledovými slujemi (LS1, LS2), autor Doláková.
Fig. 11. The pollen diagram percentages of the different types of pollen grains at the Ice caves site (LS1, LS2), author Doláková.

Vzorky ze svrchní části profilu J1 (horizont Bm, 24–60 cm) obsahovaly palynomorfy jen výjimečně. Z palynologického hlediska lze zbylou část profilu (horizont Gor a Gro2, 68–140 cm) rozdělit do dvou úseků (viz Obr. 12).

Ve spodní části (horizont Gro2 a Cg, 105–140 cm) dochází postupně k přibývání dřevin jak smíšeného (duby, lípy), tak lužního lesa (olše, vrby). Poměr bylin a kapradin se naopak postupně snižuje. I ve vzorku datovaném jako neolit (horizont Cg, 135–140 cm) byly zjištěny obilniny. Ve svrchní části profilu došlo ke snížení poměru všech dřevin – v nejvyšším vzorku nebyli zjištění žádní zástupci jehličin. Převažující složku v pylových spektrech představují byliny. Markantní je zvýšený podíl travin a nárůst množství pylových zrn obilí a kulturních plevelů (*Centaurea cyanus, Plantago lanceolata, Polygonum aviculare*). Tato změna byla pravděpodobně způsobena odlesněním a zintenzivněním zemědělského využití krajiny.

Překvapivý byl nález pylových zrn typu pšenice (*Triticum*) v nerozpadaných prašnících v hloubce 85–94 cm horizontu Gro1 (viz Obr. 13), který svědčí o pěstování (nebo zpracovávání nezralých obilek) velmi blízko místa nálezu. Vzorek z této hloubky byl datován radiokarbonovou metodou jako doba římská a období stěhování národů – tyto nálezy by mohly indikovat existenci blízkého lidského sídliště, které dosud nebylo archeologicky prokázáno.

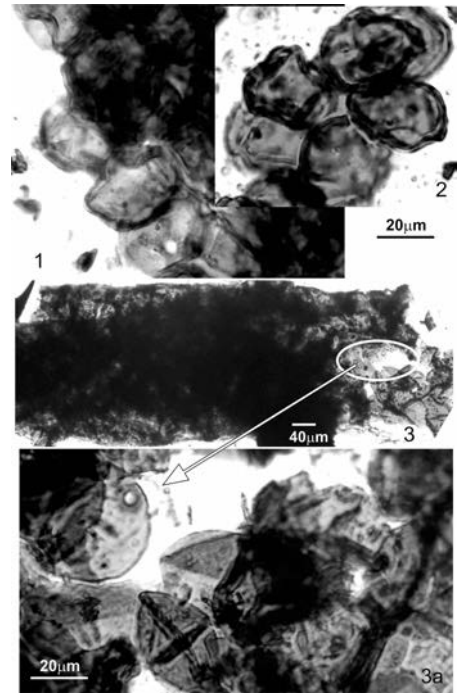
Profil J2 (viz Obr. 12) byl na palynomorfy chudší. Pro pylový diagram byly využitelné pouze 2 vzorky (80–83 cm, 90–93 cm horizontu Gro). V nich je patrná naprostá převaha pylových zrn olše zejména na úkor bylin. Podle častého výskytu pylových zrn v nerozpadaných částech prašníků (Obr. 13), pocházely vzorky sedimentů přímo ze stanoviště, kde v dané době existoval hustý porost olšin.



Obr. 12. Pylový diagram procentuálního zastoupení pylových zrn na lokalitě u Jejkala (J1, J2), autor Doláková.
Fig. 12. The pollen diagram percentages of the different types of pollen grains at the Jejkal site (J1, J2), author Doláková.

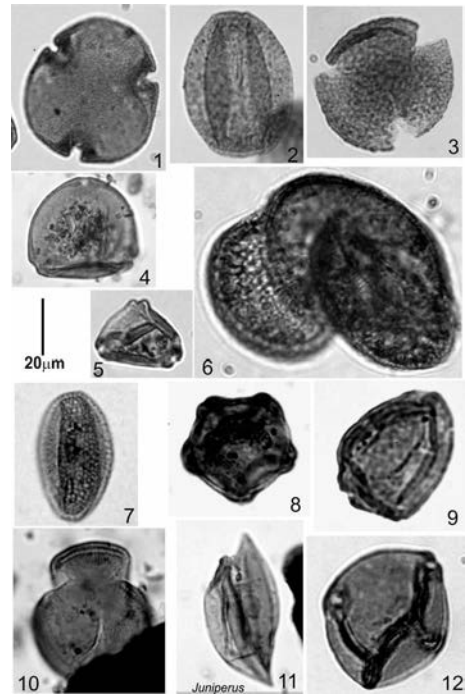
Obr. 13. 1, 2. Shluk zrn *Alnus* – J2 80–83 cm; 3, 3a. Mikrosporangium s pylovými zrny pšenice (*Triticum*) – J1 85–94 cm, autor Doláková.

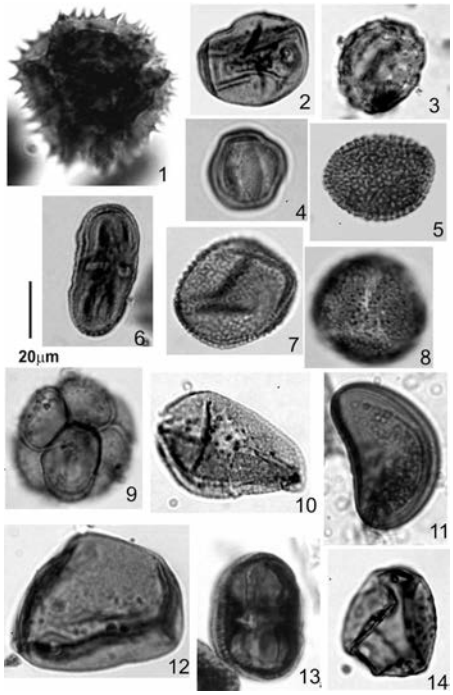
Fig. 13. 1, 2. A cluster of *Alnus* – J2 80–83 cm; 3, 3a. Microsporangium with wheat grains (*Triticum*) – J1 85–94 cm, author Doláková.



Obr. 14. Pylová zrna dřevin:
1. *Tilia* – LS1 67–71 cm; 2, 3. *Quercus* – LS1 26–30 cm; 4. *Corylus* – J1 105–110 cm; 5. *Betula* – J1 105–110 cm; 6. *Pinus sylvestris* – LS1 80–83 cm; 7. *Salix* – J1 85–94 cm; 8. *Alnus* – J2 80–83 cm; 9. *Ulmus* – J1 80–84 cm; 10. *Acer* – LS1 50–53 cm; 11. *Juniperus* – LS1 80 – 83 cm; 12. *Carpinus* – LS1 50–53 cm, autor Doláková.

Fig. 14. The Pollen grains of woody plants:
1. *Tilia* – LS1 67–71 cm; 2, 3. *Quercus* – LS1 26–30 cm; 4. *Corylus* – J1 105–110 cm; 5. *Betula* – J1 105–110 cm; 6. *Pinus sylvestris* – LS1 80–83 cm; 7. *Salix* – J1 85–94 cm; 8. *Alnus* – J2 80 – 83 cm; 9. *Ulmus* – J1 80–84 cm; 10. *Acer* – LS1 50–53 cm; 11. *Juniperus* – LS1 80–83 cm; 12. *Carpinus* – LS1 50–53 cm, author Doláková.





Obr. 15. Pylová zrna bylin a spory kapraďorostů:
1. Asteraceae – Cichorioideae – J1 115–120 cm; 2. Poaceae – LS1 80–83 cm; 3. Chenopodiaceae – J1 85–94 cm; 4. *Galium* – J1 68–74 cm; 5. Brassicaceae – *Barbarea* typ – J1 80–84 cm; 6. Daucaceae – LS1 80–83 cm; 7. *Potamogeton* – LS1 80–83 cm; 8. *Caltha palustris* – LS1 80–83 cm; 9. *Typha latifolia* – LS1 80–83 cm; 10. Cyperaceae – LS1 80–83 cm; 11. Polypodiaceae – J1 115–120 cm; 12. Cerealia – *Triticum* typ – J1 85–94 cm; 13. *Centaurea cyanus* – J1 80–84 cm; 14. *Plantago lanceolata* – J1 85–94 cm, autor Doláková.

Fig. 15. The pollen grains of herbs and the spores of Pteridophyta:
1. Asteraceae – Cichorioideae – J1 115–120 cm; 2. Poaceae – LS1 80–83 cm; 3. Chenopodiaceae – J1 85–94 cm; 4. *Galium* – J1 68–74 cm; 5. Brassicaceae – *Barbarea* typ – J1 80–84 cm; 6. Daucaceae – LS1 80–83 cm; 7. *Potamogeton* – LS1 80–83 cm; 8. *Caltha palustris* – LS1 80–83 cm; 9. *Typha latifolia* – LS1 80–83 cm; 10. Cyperaceae – LS1 80–83 cm; 11. Polypodiaceae – J1 115–120 cm; 12. Cerealia – *Triticum* typ – J1 85–94 cm; 13. *Centaurea cyanus* – J1 80–84 cm; 14. *Plantago lanceolata* – J1 85–94 cm, author Doláková.

3.5. Chemické složení

Chemické složení půdy jsme zjišťovali orientačně ručním analyzátorem, který měří celkový obsah jednotlivých prvků na malém prostoru velikosti rentgenového paprsku. Elementární složení minerálního podílu půdy je závislé na půdotvorném substrátu. Koncentrace prvků v různých půdách jsou proto velmi variabilní (Sáňka – Materna 2004), což je obzvláště patrné u fluvizemí. Nejvýrazněji zastoupenými prvky u obou profilů LS1 a LS2 bylo Fe a Mn, které byly patrné i makroskopicky. Všechny naměřené hodnoty odpovídají normálnímu stavu lesních půd. V Tab. 3 je uveden přehled nejdůležitějších prvků. Tabulka všech naměřených prvků je obsažena v práci Šušolová *a kol.* (2015). U profilu J2 je patrný velice malý obsah Mn u obou vzorků a jeho ubývání do větších hloubek. Mírně zvýšené hodnoty P by mohly u těchto vzorků souviset s projevy lidského osídlení.

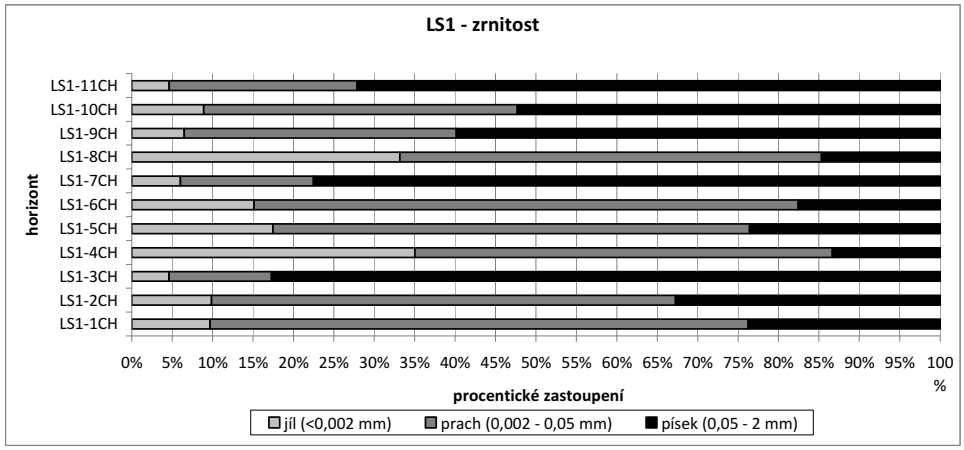
Tabulka 3. Výsledky chemického složení provedeného ručním analyzátorem u mikromorfologických vzorků.
Table 3. The results of the chemical composition made by hand analyzer on the micromorphological samples.

vzorek	hloubka [cm]	Mg	Mg +/-	Al	Al +/-	P	P +/-	S	S +/-	K	K +/-	Ca	Ca +/-	Mn	Mn +/-	Fe	Fe +/-	Cu	Cu +/-	Zn	Zn +/-	Mo	Mo +/-
LS1-1M	17–23	<LOD	10,75	4,18	0,38	<LOD	0,14	<LOD	0,0509	1,008	0,0116	0,4182	0,0109	<LOD	0,53	1,1704	0,012	<LOD	0,015	0,0016	0,0005	<LOD	0,0031
LS1-2M	27–31	<LOD	9,85	6,28	0,41	<LOD	0,14	<LOD	0,0555	1,5311	0,0148	0,6539	0,0126	0,0329	0,0087	2,1597	0,0182	<LOD	0,0147	0,0028	0,0005	<LOD	0,0039
LS1-3M	36–42	<LOD	10,43	6,62	0,41	<LOD	0,13	<LOD	0,0519	1,6484	0,0159	0,6457	0,0134	0,0359	0,0089	1,8257	0,0165	<LOD	0,0151	0,0045	0,0006	<LOD	0,0038
LS1-4M	53–59	<LOD	11,52	4,91	0,41	<LOD	0,15	<LOD	0,0598	1,4377	0,0142	0,6222	0,0119	0,4729	0,0113	3,0219	0,0236	<LOD	0,0147	0,0041	0,0006	<LOD	0,004
LS1-5M	64–70	<LOD	11,83	4,6	0,38	<LOD	0,18	<LOD	0,0627	1,0006	0,0108	0,7802	0,0114	0,0965	0,0086	2,165	0,0176	<LOD	0,0138	<LOD	0,0062	<LOD	0,0034
LS1-6M	81–88	<LOD	9,33	7,48	0,43	<LOD	0,13	<LOD	0,0494	1,9391	0,0189	0,6567	0,0154	0,076	0,0095	2,4066	0,0212	<LOD	0,0163	0,0071	0,0007	<LOD	0,0048
LS1-7M	106–113	<LOD	10,28	6,01	0,4	0,1205	0,0379	<LOD	0,0559	1,448	0,0143	0,7758	0,0131	0,1584	0,0095	3,4962	0,0265	<LOD	0,0147	0,0057	0,0006	<LOD	0,0041
LS1-8M	125–130	<LOD	8,63	5,82	0,4	<LOD	0,14	<LOD	0,0489	1,7824	0,0166	0,8825	0,0145	0,1072	0,0102	2,1318	0,0184	<LOD	0,0154	0,0042	0,0006	<LOD	0,0044
J1-1M	16–20	<LOD	9,34	6,68	0,38	<LOD	0,12	<LOD	0,0532	1,4219	0,0141	0,5241	0,0126	0,042	0,0088	2,498	0,0203	<LOD	0,0147	0,0076	0,0006	<LOD	0,0042
J1-2M	24–30	<LOD	9,53	5,92	0,38	<LOD	0,13	<LOD	0,0516	1,5719	0,0151	0,3673	0,0119	0,0682	0,0091	3,3337	0,0255	<LOD	0,0146	0,0051	0,0006	<LOD	0,0042
J1-3M	55–60	<LOD	9,05	5,73	0,38	0,2968	0,0421	<LOD	0,052	1,6554	0,0155	0,5733	0,0126	0,0355	0,0089	3,6324	0,0271	<LOD	0,0146	0,0054	0,0006	<LOD	0,0038
J1-4M	75–80	<LOD	9,36	6,08	0,39	<LOD	0,15	<LOD	0,0496	1,4902	0,0148	0,7247	0,0137	<LOD	0,55	2,1687	0,0184	<LOD	0,0154	0,0071	0,0006	<LOD	0,0043
J1-5M	100–105	<LOD	8,7	7,58	0,39	<LOD	0,13	<LOD	0,0509	1,5727	0,0151	0,8948	0,0146	<LOD	0,55	2,2956	0,0193	<LOD	0,0153	0,006	0,0006	<LOD	0,0043
J1-6M	130– 135	<LOD	8,7	8,07	0,41	<LOD	0,13	<LOD	0,0472	1,9488	0,018	0,6477	0,0147	0,0306	0,009	2,7011	0,0221	<LOD	0,0153	0,0067	0,0006	<LOD	0,0044

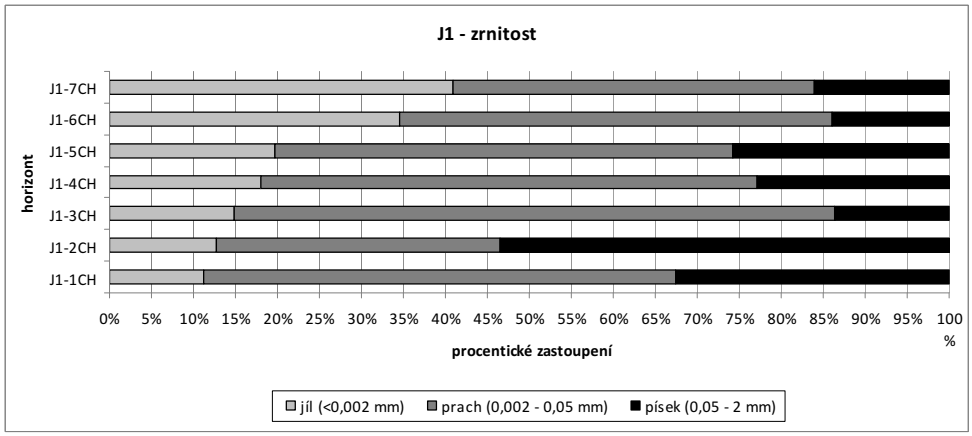
vzorek	LS1-1M	LS1-2M	LS1-3M	LS1-4M	LS1-5M	LS1-6M	LS1-7M	LS1-8M	J1-1M	J1-2M	J1-3M	J1-4M	J1-5M	J1-6M
hloubka [cm]	17– 23	27– 31	36– 42	53– 59	64–70	81–88	106–113	125–130	16–20	24–30	55–60	75–80	100–105	130–135
Mg	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Mg +/-	10,75	9,85	10,43	11,52	11,83	9,33	10,28	8,63	9,34	9,53	9,05	9,36	8,7	8,7
Al	4,18	6,28	6,62	4,91	4,6	7,48	6,01	5,82	6,68	5,92	5,73	6,08	7,58	8,07
Al +/-	0,38	0,41	0,41	0,41	0,38	0,43	0,4	0,4	0,38	0,38	0,38	0,39	0,39	0,41
P	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,1205	<LOD	<LOD	<LOD	0,2968	<LOD	<LOD	<LOD
P +/-	0,14	0,14	0,13	0,15	0,18	0,13	0,0379	0,14	0,12	0,13	0,0421	0,15	0,13	0,13
S	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
S +/-	0,0509	0,0555	0,0519	0,0598	0,0627	0,0494	0,0559	0,0489	0,0532	0,0516	0,052	0,0496	0,0509	0,0472
K	1,008	1,5311	1,6484	1,4377	1,0006	1,9391	1,448	1,7824	1,4219	1,5719	1,6554	1,4902	1,5727	1,9488
K +/-	0,0116	0,0148	0,0159	0,0142	0,0108	0,0189	0,0143	0,0166	0,0141	0,0151	0,0155	0,0148	0,0151	0,018
Ca	0,4182	0,6539	0,6457	0,6222	0,7802	0,6567	0,7758	0,8825	0,5241	0,3673	0,5733	0,7247	0,8948	0,6477
Ca +/-	0,0109	0,0126	0,0134	0,0119	0,0114	0,0154	0,0131	0,0145	0,0126	0,0119	0,0126	0,0137	0,0146	0,0147
Mn	<LOD	0,0329	0,0359	0,4729	0,0965	0,076	0,1584	0,1072	0,042	0,0682	0,0355	<LOD	<LOD	0,0306
Mn +/-	0,53	0,0087	0,0089	0,0113	0,0086	0,0095	0,0095	0,0102	0,0088	0,0091	0,0089	0,55	0,55	0,009
Fe	1,1704	2,1597	1,8257	3,0219	2,165	2,4066	3,4962	2,1318	2,498	3,3337	3,6324	2,1687	2,2956	2,7011
Fe +/-	0,012	0,0182	0,0165	0,0236	0,0176	0,0212	0,0265	0,0184	0,0203	0,0255	0,0271	0,0184	0,0193	0,0221
Cu	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Cu +/-	0,015	0,0147	0,0151	0,0147	0,0138	0,0163	0,0147	0,0154	0,0147	0,0146	0,0146	0,0154	0,0153	0,0153
Zn	0,0016	0,0028	0,0045	0,0041	<LOD	0,0071	0,0057	0,0042	0,0076	0,0051	0,0054	0,0071	0,006	0,0067
Zn +/-	0,0005	0,0005	0,0006	0,0006	0,0062	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
Mo	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Mo +/-	0,0031	0,0039	0,0038	0,004	0,0034	0,0048	0,0041	0,0044	0,0042	0,0042	0,0038	0,0043	0,0043	0,0044

3.6. Zrnitost

Zrnitost udává velikost a poměrné zastoupení jednotlivých půdních frakcí a velmi významně se podílí na průběhu pedogenetických procesů. Na lokalitě pod Ledovými slujemi převládá prachovitá a písčitá zrnitost (viz Obr. 16). Na lokalitě u Jejkala převažuje prachovitá zrnitost a stejnou měrou je pak zastoupena jílovitá a písčitá zrnitost (viz Obr. 17). U obou profilů J1 a J2 směrem do hloubky roste podíl jílovité frakce. Tyto zjištěné výsledky korespondují s vlastnostmi určených půdních druhů.



Obr. 16. Zrnitostní frakce dle NRCS USDA u profilu LS1 (upraveno podle http://www.nrcs.usda.gov/).
Fig. 16. The grain-size fractions by NRCS USDA at the soil profile LS1 (adapt by http://www.nrcs.usda.gov/).



Obr. 17. Zrnitostní frakce dle NRSC USDA u profilu J1 (upraveno podle http://www.nrcs.usda.gov/).
Fig. 17. The grain-size fractions by NRCS USDA at the soil profile J1 (adapt by http://www.nrcs.usda.gov/).

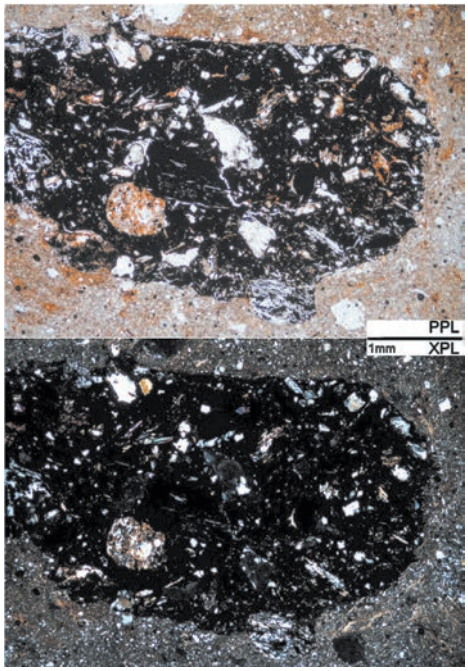
3.7. Radiokarbonové datování

Na lokalitě pod Ledovými slujemi v profilu LS1 byly provedeny dva odběry pro stanovení C^{14}. V hloubce 93 cm horizontu M12g bylo zjištěno stáří 995 ± 30 BP, což by odpovídalo středověku, v hloubce 130 cm horizontu M12g stáří 2395 ± 30 BP, které bylo vyhodnoceno jako mladší doba železná, latén (viz např. Podborský 2008, Nekuda 1995).

Na lokalitě u Jejkala bylo v hloubce 85–90 cm horizontu Gro1 zjištěno stáří 1445 ± 30 BP, které odpovídá patrně střední době římské a období stěhování národů. Vzorek z hloubky 135 cm horiozontu Cg o stáří 6555 ± 35 BP patrně odpovídá neolitu (viz např. Podborský 2008).

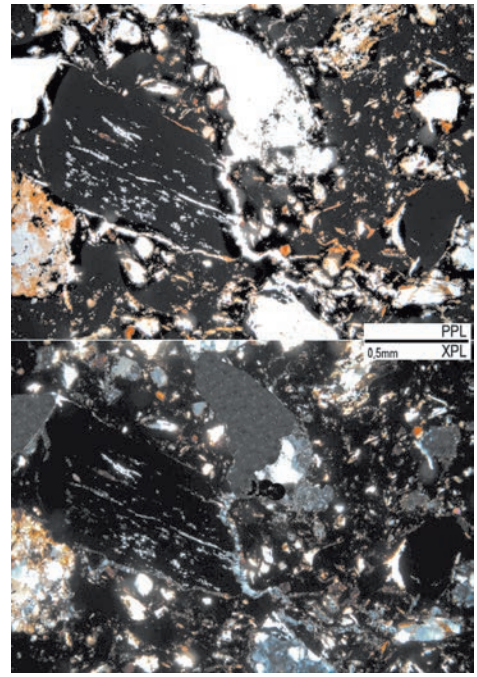
3.8. Petrografie keramického valounku

Bližšímu sledování byl podroben valounek keramiky (viz Obr. 18). Pokud zobecníme poznatky, které lze vyvodit z cca 6 mm velkého drobného valounku keramiky, pak se jedná o artefakt středně zrnité grafitové keramiky s všesměrně zrnitou mikrostrukturou. S velkou pravděpodobností byla zhotovena z nevytříděné keramické suroviny. Surovina obsahovala úlomky grafitonosných hornin (nejspíše břidlic) a současně i určitý podíl biomasy. Mikrostruktura artefaktu naznačuje, že výrobek byl vytvářen bez použití hrnčířského kruhu, nebo jde o část ouška, případně dna nádoby. Nejspíše jde o „primitivní“ historickou keramiku. Valounek je tak malý a jediný v obou dodaných vzorcích, že vyvození 100% závěru o jeho stáří je téměř nemožné. I přesto nelze vyloučit, že by se mohlo jednat o grafitovou keramiku neolitické kultury.



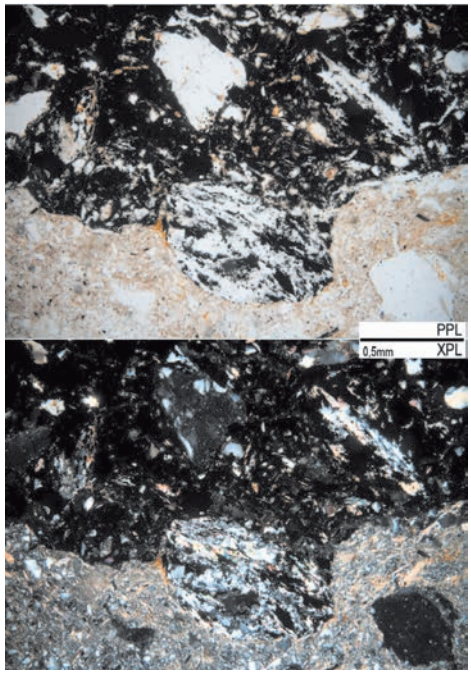
Obr. 18. Drobný valounek grafitové keramiky, autor Gregerová.

Fig. 18. The small pebble of the graphite pottery, author Gregerová.



Obr. 19. Úlomek grafitové břidlice v keramickém artefaktu, autor Gregerová.

Fig. 19. The fragment of the graphite slate in the pottery artefact, author Gregerová.



Obr. 20. Okrouhlé úlomky grafit-sericitových břidlic v keramickém artefaktu, autor Gregerová.
Fig. 20. The rounded fragments of graphite-sericite slates in the pottery artefact, author Gregerová.

4. DISKUZE

Po důkladném terénním i laboratorním průzkumu jsme došli k závěru, že na území NP Podyjí se humolity nevyskytují. Z hlediska pedologického jsme blíže zhodnotili dvě lokality. Půdní profily zde jsou bohatě zásobeny živinami a odpovídají tímto parametrem kvalitním lesním půdám (viz např. Vavříček – Kučera 2015). Hraniční hodnotu kvality uvádí Sáňka – Materna (2004) jako C/N = 10, Vavříček – Kučera (2015) pro lesní půdy uvádí hodnoty C/N = 11 – 44 a Šimek (2003) uvádí pro půdy tyto hodnoty v rozmezí 8–15. Pro fluvizemě je nepravidelné kolísání hodnot C/N normální (viz např. Němeček *et al.* 2001). Humusovou formou u obou profilů je mull. Je charakteristickou humusovou formou pro lesní půdy s nejčilejším metabolismem, pod listnatými porosty (Sáňka – Materna 2004, Němeček *et al.* 2001).

Kvalita humusu z hlediska HK/FK je celkově u všech profilů nízká, fulvokyseliny převažují nad huminovými kyselinami. Výjimku tvoří horizont Gro2 u profilu J1, kde dosahuje kvalita humusu nejvyšších hodnot. Tento horizont má tmavší barvu a je v něm patrné nabohacení amorfními organickými látkami, pozorované v mikromorfologickém výbruse. V jílovitém a trvale zamokřeném prostředí, bez přístupu vzduchu a tedy bez oxidace, se lépe zachovávají organické látky a to i v ne zcela rozloženém stavu a tím pádem zde je i zvýšený obsah síry a horizont má tmavou až černou barvu. V tomto horizontu je i největší obsah Cox v rámci profilu. Podle palynologických výsledků zde v daném období převládaly spíše vlhkomilné rostliny a lze tedy předpokládat zvýšenou hladinu podzemní vody, případně stagnaci vody. U obou profilů J1 i J2 směrem do hloubky roste podíl jílovité frakce, což je jev rovněž související s tvorbou anaerobního prostředí a s nahromaděním nerozložené organické hmoty. Ve vzorcích profilů J1 a J2 tak byly pozorovány četné průřezy stonků a kořenů rostlin, i poměrně dobře zachované rostlinné zbytky. Vyskytovaly se zde fytolity, tyčinkovitých a jiných tvarů.

Velmi častým jevem u obou lokalit je mramorování způsobené oxidačně-redukčními ději spojenými s občasným zamokřením profilu a jeho oglejením. K tomuto dochází vlivem měnící se výšky hladiny podzemní vody. Kolísání vodní hladiny a s ním spojené redoximorfní a reduktomorfní znaky v profilech LS1 i LS2 by mohlo souviset s povodňovou aktivitou Dyje ve svrchní části holocénu a recentu, případně, podle palynologických výsledků, by mohlo být spojeno s lidskou aktivitou.

Podle všech laboratorních analýz u obou lokalit nebyly zaznamenány žádné odchylky od norem lesních půd (viz např. Němeček *et al.* 2001, Vavříček – Pancová Šimková 2014).

Zajímavým zjištěním v rámci profilu J1 byl nález obilí typu *Triticum*, jak v mikromorfologických výbrusech ve formě fytolitů (viz např. Albert *et al.* 2008), tak i v palynologickém pozorování, dále popel a valounek keramiky. Pro přesnější zařazení těchto nálezů do časové škály by muselo být provedeno jemnější datování profilu a celkově by musel být profil podrobněji zpracován s ohledem na archeologické nálezy. Na jižní Moravu zasáhla při postupu Podunajím první keltská expanze, která patří do časně laténského období. Z tohoto období jsou zde zachovány nálezy ze zemědělských sídlišť, zbytky nádob či ztracené drobné předměty denní potřeby (http://mas-dolnimorava.cz/prapredci/keltove-aneb-doba-latenska). Podborský – Vildomec (1972) popisuje doklady laténské, římské kultury i stěhování národů z obcí v okruhu zkoumané lokality, ať již přímo ze Znojma, tak i z Plenkovic, Bezkova, Stálek, Šafova, Šumné, Vranovské Vsi atd.

Mikroskopickým studiem bylo prokázáno, že jde o valounek grafitové keramiky. Výpal proběhl v redukčním prostředí. Všesměrně středně zrnitá mikrostruktura valounku může dokládat primitivní technologii výroby – bez použití hrnčířského kruhu, nebo jde o část pocházející z ouška nádoby, případně o úlomek ze dna nádoby.

Lze předpokládat identifikaci keramického valounku s primitivní mikrostrukturou neolitické keramiky, dle následujících informací. Všechny tři neolitické kultury (kultura s lineární keramikou – dále jako LnK, kultura s vypichovanou keramikou – dále jako VK, kultura s moravskou malovanou keramikou – dále jako MMK) dokonale zvládaly nejdůležitější fázi technologie – výpal keramiky. U všech tří převažují redukční výpaly. Pro lineární keramiku je kulturně charakteristické (zejména ve fázích Ia, Ib LnK) přidávání rostlinných pletiv (kořeny, listy, proutky, trávy) do keramické hmoty. Podle Hložka (2012) se hrubá keramika s vyšším procentuálním zastoupením ostřiva (15–30 %) začíná objevovat v mladším stupni LnK. Kazdová, Hložek (2002) považují grafitovou lineární keramiku za určité specifikum této kultury. Prokázali její nálezy v sídlištích vybudovaných v blízkosti výskytů grafitonosných hornin. Zdůvodňují tím i poznatek, proč se častěji setkáváme s grafitovou keramikou na sídlištích situovaných v regionech střední a severní Moravy než v oblastech jižních. Hložek (2012) uvádí, že na jižní Moravě se grafit více uplatňoval při „tuhování“ povrchu nádob než jako surovina používaná pro jejich výrobu. To ovšem nijak nevylučuje nahodilou výrobu grafitové keramiky v blízkosti přirozených výskytů grafitových hornin na jižní Moravě. Autorka petrografického rozboru konstatuje, že grafitová keramika je objevem mladšího stupně LnK a dosahuje kvality srovnatelné s jinými pravěkými obdobími, kdy je tento druh hrnčířského zboží vyráběn mnohem masověji – halštat, doba laténská (Hlava 1997a; 2006).

5. ZÁVĚR

Výsledky výzkumu poukazují na to, že na studovaném území NP Podyjí se humolity nevyskytují. V případě profilů pod Ledovými slujemi byla zjištěna fluvizem stratifikovaná oglejená a na lokalitě u Jejkala pseudoglej glejový eubazický. Podle datování spadají oba půdní typy do mladšího holocénu, jehož klimatické výkyvy i částečně odrážejí. Nejvíce patrným prvkem ve vývoji všech profilů byly reduktomorfní a redoximorfní znaky, odrážející měnící se výšku hladiny podzemní vody.

Podle palynologických nálezů všechny profily zachytily teplejší klimatickou fázi holocénu. Pylová zrna dřevin byla reprezentována elementy smíšeného lesa místy s převahou lužních porostů. Ve většině studovaných vzorků z obou lokalit byla nalezena pylová zrna obilí – *Triticum* typ, méně *Secale* typ. Zjištěna byla i v nejhlubších vzorcích z profilů, což vyloučilo vyšší stáří než neolit. Zrna typu *Triticum* byla potvrzena i v půdních mikromorfologických výbrusech. Toto zjištění bylo potvrzeno i datováním ^{14}C – u profilu J1 v hloubce 135 cm horizontu Cg (6555 ± 35 BP – neolit) a u profilu LS1 v hloubce 130 cm horizontu M12g (2395 ± 30 BP – doba laténská). Změny poměrů zastoupení dřevin, bylin a kulturních plodin indikují změny intenzity hospodářského využívání krajiny v čase. V profilech bylo pozorováno několik fází zvýšení a snížení intenzity lidské činnosti. Změny množství elementů lužních lesů, potom změny hydrologických poměrů – např. posouvání koryt toků, nebo i vysoušení opět spojené s lidskou aktivitou. Zajímavá je lokalita u Jejkala, u níž by nálezy pylových zrn typu *Triticum* v podobě celého prašníku (v hloubkách 85–94 cm), popel a valounek grafitové keramiky mohly indikovat existenci blízkého lidského sídliště.

Poděkování patří Národnímu parku Podyjí za finacování tohoto výzkumu a především Ing. Martinu Škorpíkovi za obětavý přístup k tématice, vstřícnost a cenné rady především v terénní etapě výzkumu. Poděkování patří rovněž RNDr. Nele Dolákové, CSc. za velký přínos výzkumu, věcné připomínky, vstřícnost a trpělivost a doc. RNDr. Miroslavě Gregerové, CSc. za cenné informace ohledně nálezu keramiky.

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862).

LITERATURA

Albert, R. M, Shahack-Gross, R., Cabanes, D., Gilboa, A., Lev-Yadun, S., Portillo, M., Sharon, I., Boaretto, E., Weiner, S., 2008: Phytolith-rich layers from the Late Bronze and Iron Ages at Tel Dor (Israel): mode of formation and archaeological significance. – *Journal of Archaeological Science*, 35, 57–75.

Beugh, J., 2004: Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete.Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 542p.

Dudek, A., 1980: The crystalline basement block of the Outer Carpathians in Moravia: Brunovistulikum. – *Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd*, 90, 8, Praha. 1–85.

FAO (2014): World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Firbas, F., 1949: Spät – und nachzeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. – I. Allgemeine Waldgeschichte., 480p. Jena.

Havlíček, P., Smolíková, L., 1995: Vývoj svrchnopleistocenních eolických sedimentů ve Znojmě – Dřevařských závodech. – *Věst. Čes. geol. Úst.*, 70, 1, Praha. 67–74.

Hlava, M., 1997a: Využití tuhy v době laténské na Moravě. – Nepublikovaná diplomová práce uložená na FF MU Brno.

Hlava, M., 2006: Tuhová keramika z oppida Staré Hradisko a pozdně laténská tuhová keramika na Moravě. – Nepublikovaná disertační práce uložená na FF MU Brno.

Hložek, M., (2012): Multidisciplinární technologická analýza neolitické keramiky. – Nepublikovaná disertační práce uložená na FF MU Brno.

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., 1976: Původní lesní dřeviny v Třeboňské pánvi (jižní Čechy) – (Die ursprünglichen Waldgehölze im Becken Třeboňská pánev [Südböhmen]). – *Preslia*, Praha, 48, 156–164.

Jankovská, V., 1988: Palynologische Erforschung archäologischer Proben aus dem Komořanské jezero-See bei Most (NW – Böhmen). – *Folia Geobotanica. Phytotax*, 23, 45–77. Praha.

Jankovská, V., 1989: The evolution of Late-Glacial and Holocene vegetation in the vicinity of Světlá nad Sázavou (in the Western Foreland of the Bohemian-Moravian Uplands). – *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 25: 1–25, Appendix: 1–5, Plate: 1–6.

Jankovská, V., 1997: Vývoj vegetačního krytu střední Evropy od konce poslední doby ledové do současnosti. – *Lesnická práce*, 76, 11: 409–412.

Kazdová, E., Hložek, M., 2002: Nálezy grafitu v kultuře s lineární keramikou v Těšeticích – Kyjovicích a řešení otázky jejich provenience. – SPFFBU M, 165–167.

Kirchner, K., Ivan, A., Brzák, M., 1996: K rozšíření kvartérních fluviálních sedimentů v údolí Dyje v NP Podyjí. – *Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1995*, Brno. 21–23.

Komárek, J., Jankovská, V., 2001: Review of the Green Algal Genus Pediastrum; Implication for Pollenanalytical Research. – Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Matějovská, O. a kol., 1989: Oblastní regionální studie „Geologie oblasti jihozápadní Moravy." ÚÚG. Praha.

Nekuda, V. a kol., 1995: Zlínsko. MVS v Brně, Muzeum jihovýchodní Moravy ve Zlíně. – Vlastivěda moravská; svazek 64. Brno, 784 s.

Němeček, J. a kolektiv, 2001: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. – ČZU a VÚMOP, Praha, 79 s.

Podborský, V., 2008: Dějiny pravěku a rané doby dějinné. Masarykova univerzita, Brno, 325 s.

Podborský, V., Vildomec, V., 1972: Pravěk Znojemska. – Musejní spolek v Brně, Jihomoravské muzeum ve Znojmě. 288 s.

Reille, M., 1995: Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 536p.

Rejšek, K., 1999: Lesnická pedologie – cvičení. (Skriptum) MZLU v Brně. 154 s.

Rybníčková, E., 1974: Vegetace ČSSR A7. Die Entwicklung der Vegetation und Flora im südlichen Feil der Böhmisch – Mährischen Höhe während des Spätglazials und Holozäns. Academia. Praha.

Rybníčková, E., 1985. Dřeviny a vegetace Československa v nejmladším kvartéru (paleobotanická studie). – MS Ústav experimentální fytotechniky ČSAV, Brno.

Rybníček, K., Rybníčková, E., 2001: Vegetace a přírodní prostředí jako pozadí archeologických kultur ČR, 28 000 – 1000 BP. In: Podborský V. (ed.): 50 let archeologických výzkumů Masarykovy univerzity na Znojemsku. MU. Brno.

Sáňka, M., Materna, J., 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. – *Planeta 2004*, Odborný časopis pro životní prostředí, XII, 11/2004, 84 s.

Svobodová, H., 1990. Vegetace jižní Moravy mezi 500–1000 A.D – *Arch. Rozhledy*. 42, 170–205.

Šimek, M., 2003: Půda 1: Neživé složky půdy. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta. 102 s.

Šušolová, J., Doláková, N., Dundek, P., Hadacz, R., 2015: Výskyt humolitů na území Národního parku Podyjí a jeho ochranného pásma. Nepublikovaná závěrečná zpráva uložená na Správě národního parku Podyjí, Znojmo. 147 s.

Vavříček, D., Pancová Šimková P., 2014: Atlas lesních půd ČR. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 108 s.

Vavříček, D., Kučera, A., 2015: Lesnická pedologie pro posluchače LDF Mendelu v Brně. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 184 s.

Walanus, A., Nalepka, D., 1999: POLPAL – Program for counting pollen grains, diagrams plotting and numerical analysis. – *Acta Paleobotanica*, 2, 659–661s.

Zbíral, J., Honsa, I., Malý, S., 2004: Jednotné pracovní postupy Analýza půd III. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. 150 s.

MAPOVÉ PODKLADY

SHOCart, 1998: Podyjí Thayatal, velká cykloturistická mapa 1:75 000, mapa Národního parku Podyjí 1:40 000: velká cykloturistická mapa cyklotrasy turistické značení. Zlín.

POUŽITÉ INTERNETOVÉ STRÁNKY

http://www.nrcs.usda.gov/ 19. 1. 2016

http://www.nppodyji.cz/uploads/soubory/Mapy/pesimapa_web.jpg 19. 1. 2016

http://mas-dolnimorava.cz/prapredci/keltove-aneb-doba-latenska 28. 1. 2016