

**Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra geologie**



**Tomáš Lehotský**

**Taxonomie a etologická charakteristika  
fosilních stop moravického souvrství  
Nízkého Jeseníku (spodní karbon,  
moravskoslezská jednotka Českého masivu)**

**rigorózní práce**

**Environmentální geologie**

**Školitel: prof. Mgr. Ondřej Bábek, Dr.**

**Olomouc 2016**

## Bibliografická identifikace

**Jméno autora:** Tomáš Lehotský

**Název práce:** Taxonomie a etologická charakteristika fosilních stop moravického souvrství Nízkého Jeseníku (spodní karbon, moravskoslezská jednotka Českého masivu)

**Typ práce:** rigorózní

**Pracoviště:** Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra geologie

**Rok obhajoby:** 2016

**Abstrakt:** Kulmská facie představuje specifický druh flyšových sedimentů, které jsou charakteristické pro sedimentační pánve při hranici aktivního okraje variského orogénu. Pánev Nízkého Jeseníku se nachází na severovýchodním okraji Českého masivu a je tradičně členěna do čtyř litostratigrafických jednotek (souvrství).

Moravické souvrství je tvořeno pískovci (drobami), prachovci a jílovcí s vložkami pískovců a slepenců. Relativně časté nálezy fosilních přesliček (*Archaeocalamites*), kaprad'orostů (*Protopteridium*), mlžů (*Posidonia*, *Streblochondria*) a především goniatitů (*Nomismoceras*, *Girtyoceras*, *Sulcogirtyoceras*, *Goniatites*, *Arnsbergites*, *Neoglyphioceras*, *Paraglyphioceras*, *Hibernioceras*, *Neoglyphioceras*) umožňují zařadit moravické souvrství do svrchního visé; goniatitových subzón  $Go_{\alpha_{2-3}}$  -  $Go_{\beta_{mu}}$  (Zapletal et al., 1989).

V hlubokovodních sedimentech se také hojně vyskytují společenstva fosilních stop. Ichnofosile moravického souvrství představují pestré společenstvo (Mikuláš et al., 2004; Bábek et al., 2004). Na lokalitách při bázi souvrství (sensu Dvořák, 1994) dominují druhy *Dictyodora liebeana*, *Chondrites* isp., *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp., *Spirodesmos archimedeus* a vzácnější výskyty zástupců *Cosmorhapse* isp., *Chondrites* cf. *intricatus*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Pilichnus* isp., *Protopaleodictyon* isp., *Megagraption* isp. a *Zoophycos* isp. Tyto fosilní stopy jsou nejčastěji přítomny v pokrývačských břidlicích. Tato ichnocenóza může být přiřazena k zoofykové ichnofacii, která indikuje hlubokovodní prostředí s nízkou hladinou energie. Ve svrchní části moravického souvrství se vyskytuje společenstvo stop zastoupené druhy *Diplocraterion* isp., *Rhizocorallium* isp., *Furculosus* isp., *Nereites missouriensis*, *Dictyodora liebeana*, *Cosmorhapse* isp., *Chondrites* isp., *Gordia* isp., *Palaeophycus* isp. a *Protopaleodictyon* isp. Tato relativně vysoce diverzifikovaná ichnocenóza koresponduje s kruzianovou ichnofacií s prvky nereitové ichnofacie sensu Frey a Pemberton (1984) a klasický Seilacherův koncept (1967).

**Klíčová slova:** Taxonomie, fosilní stopy, paleoekologie, spodní karbon, kulmská facie, Nízký Jeseník

**Počet stran:** 115

**Jazyk:** český

## Bibliographical identification

**Author's first name and surname:** Tomáš Lehotský

**Title:** Taxonomy and ethological characterization of the Trace-fossils from the Moravice formation (Nížký Jeseník Mts., Lower Carboniferous, Moravosilesian Unit of the Bohemian Massif)

**Type of thesis:** doctoral

**Institution:** Palacký University in Olomouc, Faculty of Science, Department of Geology

**Year of the presentation:** 2016

**Abstract:** The Culm facies represents a specific variety of flysch sediments, that are characteristic of sedimentary basins bordering active margins of the Variscan orogeny. The Nížký Jeseník Basin is situated in the NE margin of the Bohemian Massif and is formally subdivided into four lithostratigraphic units (formations): Andělská Hora, Horní Benešov, Moravice and Hradec–Kyjovice formation.

The Moravice formation contains fine-grained sandstones, siltstones and mudstones with thicker sandstone and conglomerate bodies. Relatively frequent fossil finds of horse-tails (*Archaeocalamites*), ferns (*Protopteridium*), bivalves (*Posidonia*, *Streblochondria*) and especially goniatites (*Nomismoceras*, *Girtyoceras*, *Sulcogirtyoceras*, *Goniatites*, *Arnsbergites*, *Neoglyphioceras*, *Paraglyphioceras*, *Hibernioceras*, *Neoglyphioceras*) allowed dating of the Moravice Fm. to Late Viséan; Go $\alpha_{2-3}$  to Go $\beta_{mu}$  Subzone (Zapletal et al., 1989).

The deep-water depositional environment is also supported by abundant trace fossil associations. Ichnofossils from the Moravice Fm. represent a diverse assemblage in the Culm facies (Mikuláš et al., 2004; Bábek et al., 2004). Localities in basal parts (sensu Dvořák, 1994) are dominated by *Dictyodora liebeana*, *Chondrites* isp., *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp., *Spirodesmos archimedeus* and rare occurrences of *Cosmorhaphé* isp., *Chondrites* cf. *intricatus*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Pilichnus* isp., *Protopaleodictyon* isp., *Megagraption* isp. and *Zoophycos* isp. These ichnofossils are most often found in sediments of the “roofing slate” type. The ichnocoenosis can be assigned to the Zoophycos ichnofacies indicating deep-marine environment with low energy levels. In the upper part of Moravice Fm. occurs assemblages with *Diplocraterion* isp., *Rhizocorallium* isp., *Furculosus* isp., *Nereites missouriensis*, *Dictyodora liebeana*, *Cosmorhaphé* isp., *Chondrites* isp., *Gordia* isp., *Palaeophycus* isp. and *Protopaleodictyon* isp. The relatively highly diverse ichnocoenosis corresponds to the Cruziana ichnofacies with traces of the Nereites ichnofacies sensu Frey and Pemberton (1984) and classical Seilacher's (1967) concept.

**Key Words:** Taxonomy, Trace-fossils, Palaeoecology, Lower Carboniferous, Culm Facies, Nížký Jeseník Mts.

**Number of pages:** 115

**Language:** Czech

© Tomáš Lehotský, Univerzita Palackého, 2016

Práci připisuji svým vynikajícím vysokoškolským učitelům - prof. RNDr. Janu Zapletalovi, CSc. a doc. RNDr. Iljovi Pekovi, CSc., kteří započali se systematickým výzkumem fosilních stop v Nížkém Jeseníku.

**LONGA VEUTUSTAS DESTRUIT;  
ET SAXO LONGA SENECTA NOCET.**

Ovidius, Fasti V, 131

Prohlašuji, že jsem rigorózní práci vypracoval sám, a že jsem uvedl veškeré zdroje literatury.

V Olomouci 25. 8. 2016

.....  
Mgr. Tomáš Lehotský, Ph.D.

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod .....   | 7  |
| 2. Stručná geologická charakteristika Nízkého Jeseníku .....  | 8  |
| 3. Přehled dosavadních paleoichnologických výzkumů v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku..... | 13 |
| 4. Stav zachování ichnofosilií .....  | 17 |
| 5. Klasifikace ichnofosilií .....   | 18 |
| 6. Materiál a metodika.....   | 21 |
| 7. Přehled lokalit moravického souvrství s výskytem fosilních stop .....                              | 22 |
| 8. Systematická část .....  | 33 |
| Chondrites STERNBERG, 1833 .....  | 33 |
| <i>Chondrites intricatus</i> (BRONGNIART, 1823).....  | 33 |
| <i>Chondrites cf. intricatus</i> (BRONGNIART, 1823).....  | 35 |
| <i>Chondrites targionii</i> (BRONGNIART, 1828) .....  | 35 |
| <i>Chondrites</i> isp. ....   | 36 |
| Cosmorhapse FUCHS, 1895 .....   | 38 |
| <i>Cosmorhapse</i> isp.....   | 38 |
| Dictyodora WEISS, 1884.....   | 39 |
| <i>Dictyodora liebeana</i> (GEINITZ, 1867) .....  | 39 |
| Diplocraterion TORELL, 1870 .....   | 45 |
| <i>Diplocraterion parallelum</i> TORELL, 1870.....  | 45 |
| Falcichnites STEPANEK&GEYER, 1989.....  | 48 |
| <i>Falcichnites lophoctenoides</i> STEPANEK&GEYER, 1989 .....   | 48 |
| Furculosus RONIEWICZ&PIENKOWSKI, 1977 .....   | 49 |
| <i>Furculosus</i> isp. ....   | 49 |
| Gordia EMMONS, 1844 .....   | 50 |
| <i>Gordia</i> isp.....  | 50 |
| Laevicyclus QUENSTEDT, 1881 .....   | 51 |
| <i>Laevicyclus</i> isp. ....  | 51 |
| Lophoctenium RICHTER, 1850 .....  | 53 |
| <i>Lophoctenium</i> isp. ....   | 53 |
| Megagraption KSIAŹKIEWICZ, 1968 .....   | 55 |
| <i>Megagraption</i> isp. ....   | 55 |
| Nereites MACLEAY, 1839.....   | 57 |
| <i>Nereites missouriensis</i> (WELLER, 1889).....   | 57 |
| Palaeophycus (HALL, 1847) .....   | 59 |
| <i>Palaeophycus</i> isp.....  | 60 |
| Paleodictyon MENEGHINI, 1850 .....  | 60 |
| <i>Paleodictyon (Glenodictyum) strozzii</i> MENEGHINI, 1850 .....                                     | 60 |
| Phycosiphon FISCHER-OOSTER, 1858.....   | 62 |
| <i>Phycosiphon incertum</i> FISCHER-OOSTER, 1858 .....  | 62 |
| Pilichnus UCHMAN, 1999 .....  | 64 |
| <i>Pilichnus</i> isp. ....  | 64 |
| Planolites NICHOLSON, 1873 .....  | 66 |
| <i>Planolites beverleyensis</i> (BILLINGS, 1862).....   | 66 |
| Protopaleodictyon KSIAŹKIEWICZ, 1958 .....  | 69 |
| <i>Protopaleodictyon</i> isp. ....  | 69 |
| Rhizocorallium ZENKER, 1836 .....   | 70 |
| <i>Rhizocorallium</i> isp.....  | 70 |

|   |     |
|---|-----|
| Spirodesmos ANDRÉE, 1920.....   | 74  |
| <i>Spirodesmos archimedeus</i> HUCKRIEDE, 1952 .....                          | 74  |
| <i>Spirodesmos spiralis</i> (GEINITZ, 1867).....                              | 75  |
| <i>Spirodesmos cf. spiralis</i> .....   | 76  |
| <i>Spirodesmos</i> isp.....   | 76  |
| Zoophycos MASSALONGO, 1855 .....  | 78  |
| <i>Zoophycos</i> isp.....   | 78  |
| Problematika.....   | 79  |
| 9. Etologická charakteristika společenstev fosilních stop.....                | 83  |
| 10. Diskuze.....  | 86  |
| 10.1. Srovnání společenstev fosilních stop s evropskými lokalitami.....       | 86  |
| 10.2. Srovnání společenstev fosilních stop s lokalitami České republiky ..... | 88  |
| 10.3. Úloha substrátu na distribuci fosilních stop .....                      | 89  |
| 10.4. Mikrobiální povlaky.....  | 94  |
| 10.5. Stratigrafie fosilních stop moravického souvrství.....                  | 98  |
| 11. Závěr.....  | 101 |
| 12. Literatura .....  | 103 |

## 1. Úvod

Moravické souvrství zahrnuje paleontologicky nejbohatší lokality v kulmu Nízkého Jeseníku. Na těchto lokalitách se vyskytují typičtí zástupci spodnokarbonské flory a fauny (stratigraficky významní goniatiti a dále tzv. doprovodná fauna zastoupená např. mlži, nautiloidy, brachiopody, hyolity ad.). V nezanedbatelném množství se především v jílových břidlicích a prachovcích (méně v jemnozrnných drobách) vyskytují fosilní projevy po činnosti organismů.

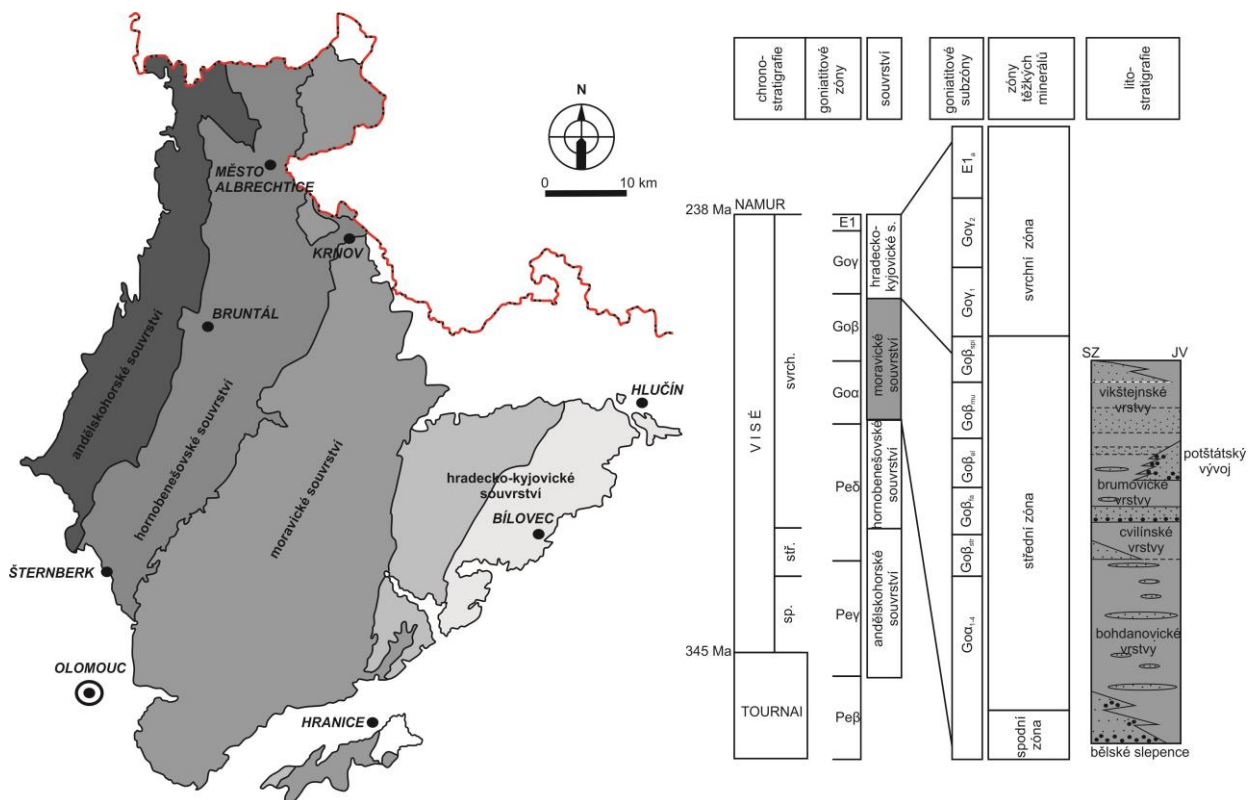
Autor rigorózní práce se fosilními stopami systematicky zabývá řadu let a tato práce představuje komplexní pohled na fosilní stopy v moravickém souvrství. Je sumarizací výsledků studia předchozích badatelů i autora a zároveň novou částečnou revizí ichnofosilií vyskytujících se v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku. Tato revize fosilních stop pocházejících z hornin moravického souvrství se ukázala jako potřebná, vzhledem k novým posunům v paleoichnologii, dále i nově vydaným publikacím, které často zmatečně interpretují asociace fosilních stop.

Během svého systematického zájmu o fosilní stopy ve spodnokarbonských sedimentech vyvinutých v kulmské facii se autor zaměřil nejen na Nízký Jeseník, ale i na Dražanskou vrchovinu, kru Maleníku a tzv. mírovské paleozoikum. V rámci výzkumu bylo zadáno i několik úspěšně obhájených bakalářských a diplomových prací, které autor vedl na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci.

Z důvodu zachování rozumného rozsahu předkládané práce nebylo možno do textu zahrnout např. rozsáhlejší stratigrafická a sedimentologická pozorování, detailní popisy jednotlivých profilů výchozy a odkryvy. Odkazuji tímto na předešlé autorovy opusy týkající se moravického souvrství, především Bábek et al. (2001; 2004), Lehotský a Zapletal (2005) nebo Mikuláš, Lehotský a Bábek (2002; 2004). Práce si v žádném případě neklade – a ani si nemůže klást – za cíl zodpovědět všechny otázky spojené s fosilními stopami v moravickém souvrství Nízkého Jeseníku. Mnohdy však ukazuje (přes stěžejní systematickou část) i na další možné směry analýzy terénních dat posunující se od popisného k interpretačnímu paleoichnologickému výzkumu.

## 2. Stručná geologická charakteristika Nízkého Jeseníku

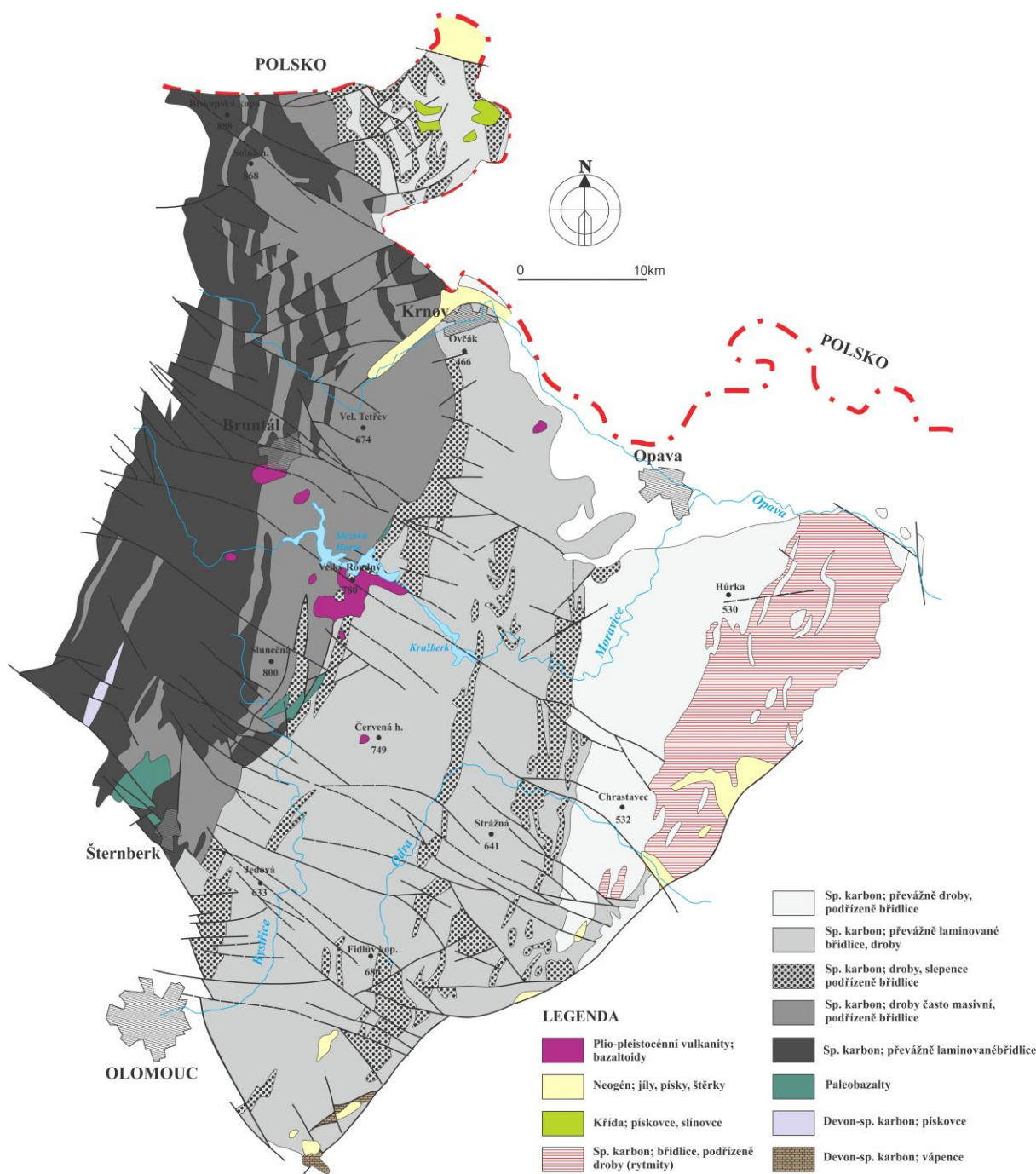
Spodnokarbonské sedimenty kulmské facie se na území České republiky nacházejí ve dvou velkých geomorfologicky výrazných celcích – Nízkém Jeseníku a Drahanské vrchovině. Kulmský vývoj souvisí s projevy variské orogeneze (kolizi brunovistulika s kadomskou částí Českého masivu) a lze jej označit dle typických flyšoidních znaků jako tzv. variský flyš, charakteristický rytmickým střídáním slepenců, drob, prachovců a břidlic. Pozici východní části Českého masivu v rámci variscid (rhenohercynika) řeší např. Franke et al. (1995). Jesenický kulm tedy představuje reliktní variské orogenní struktury, kterou Kumpere a Martinec (1995) označili jako kulmský akreční klín. Ukládání kulmských sedimentů probíhalo v někdejší paleozoické pánvi, která byla součástí systému variských flyšových předhlubní rhenohercynika.



Obr. 1.: Schematická mapa plošného rozsahu jednotlivých souvrství v Nízkém Jeseníku a stratigrafie moravického souvrství kulmu Nízkého Jeseníku (Bábek et al., 2004, upraveno).

Základy stratigrafického členění kulmu Nízkého Jeseníku, kde dosahují spodnokarbonské sedimenty kulmské facie největší mocnosti, položil Patteisky (1929). Nízký Jeseník se dále formálně dělí - postupně od západu k východu na andělskohorské souvrství, hornobenešovské souvrství, moravické a hradecko-kyjovické souvrství (obr. 1, 2, 3).





Obr. 2.: Geologická mapa Nížkého Jeseníku. Podle Chába, Stráníka a Eliáše (2007) kreslil a upravil Lehotský.

**Andělskohorské souvrství** bylo vyčleněno Roemerem v roce 1870 jako tzv. andělskohorské vrstvy. Na západě je přibližně omezeno linií Zlaté Hory – Rýmařov, jeho východní omezení pak sleduje linii Třemešná – Bruntál – Dětrichov. Souvrství nacházející se v nejzápadnější části Nížkého Jeseníku je charakterizováno střídáním jílových břidlic a jemně až středně zrnitých gradačně zvrstvených drob. Droby často obsahují vložky gravelitových

konglomerátů, v polohách laminitů a černých jílových břidlic místy vystupují vložky parakonglomerátů (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989). Horniny jsou většinou slabě přeměněny. O nálezech fauny od Dětrichovic u Andělské Hory (Veikův lom) se poprvé zmiňuje Schmidt (1927). Novodobými výzkumy fauny obsažené v redeponovaných vápencových klastech (Dvořák, Freyer a Slezák, 1959; Otava, Hladil a Galle, 1994), byly doloženy nedokonale zachované zbytky konodontů a korálnatců: *Tetraporinus* sp., *Lithostrotion* (*Lithostrotion*) sp. a *Lithostrotion* (*Siphonodendron*) sp. Autochtonní složkou fauny na téže lokalitě jsou Pekem a Zapletaem (1988) popsání zástupci ophiuroideí (*Furcaster* sp.) a problematický nález ortokonního nautiloida (Lehotský, 2004). Spodnokarbonské stáří hornin zde prokazuje i Purkyňová (1977) nálezem přesličky druhu *Archaeocalamites* sp.

**Hornobenešovské souvrství** je komplexem hrubšího flyše s převažujícími masivními, nezřetelně vrstevnatými drobami s čočkami gravelitových konglomerátů. Podřízeně vystupují vložky prachovito-jílových, často gradačních rytmitů, jejichž četnost do nadloží vzrůstá (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989). Stáří hornobenešovského souvrství lze jen nepřímou odvodit na základě sporadických výskytů fosilní flóry na spodní až střední visé (Purkyňová, 2003). Problematickým se jeví radiometrické datování zirkonu krystaloklastického tufu z lomu v Kobylí u Krásných Louček, které ukázalo stáří svrchní části namuru A (Přichystal, 1987). Studium flóry však tuto dataci vyvrací Purkyňová (opus cit.).

Fauna doposud nebyla zjištěna, vyskytuje se pouze rostlinná drť a ichnofosilie (Zapletal a Pek, 1971; Pek a Zapletal, 1980; Purkyňová 2003). Kumpera (1966a) dělí souvrství na členy: laryšovské, brantické a ve stropu se pak vyskytují dalovské vrstvy (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989).

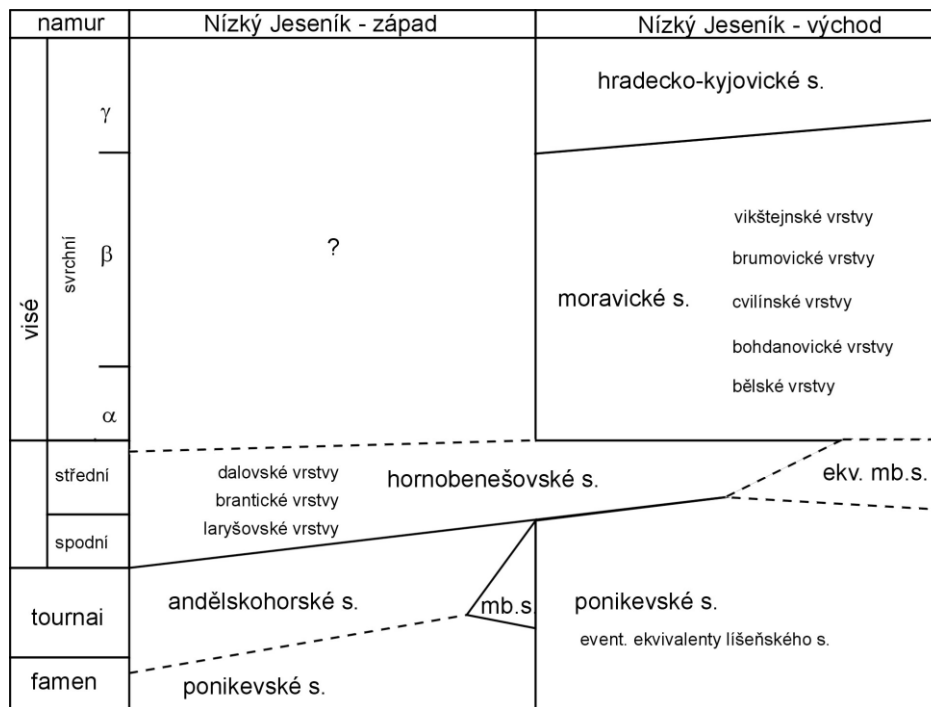
**Moravické souvrství** vymezil již Patteisky (1929), který označil jílovými břidlicemi bohaté vrstvy ve východní části Nížkého Jeseníku jako tzv. moravické posidoniové břidlice. Pruh moravického souvrství je přibližně omezen na západě linií Krnov – Horní Benešov – Moravský Beroun, na východě Dolní Životice – Vítkov – Potštát. Souvrství mocné až 2500 m je složitým komplexem flyšových sedimentů s převahou tmavošedých prachovo-jílových laminitů a rytmitů (obr. 1, 2). Droby často obsahují vložky petromiktních jemnozrnných až hrubozrnných konglomerátů (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989). Stáří je paleontologicky doloženo dle relativně hojné goniatitové fauny. Zapletal (1977; 1983) vyčleňuje bělské vrstvy, Kumpera (1966a) dále vrstvy bohdanovické, cvilínské, brumovické a vikštejnské.

Jako stratotyp bělských vrstev byly stanoveny výchozy a odkryvy v údolí řeky Bystřice mezi tzv. železničním lomem a morfoloicky výrazným skaliskem Malého Rabštýna. Horninovou náplň tvoří 100-200m mocné polohy drob s vložkami slepenců. Droby se střídají s prachovo-jílovými laminity se sporadickými nálezy fosilií. Bohdanovické vrstvy tvoří drobně rytmický flyš s mocnou polohou laminovaných břidlic. Mocnost tohoto členu je 500-800m. Jako stratotyp je stanovena řada lomů v okolí obce Bohdanovice. Stáří vrstev dle vůdčí goniatitové fauny lze ztotožnit se subzónami  $Go\alpha_{2-3}$ . Cvilínské vrstvy jsou definovány jako droby s vložkami prachovo-jílových rytmitů. Typická je silná tufitická příměs a hojné železité konkrece. Goniatitová fauna poukazuje na přítomnost subzón  $Go\alpha_{2-3}$ . Brumovické vrstvy o mocnosti až 800m tvoří masivní gradáčně zvrstvené droby s vložkami slepenců. Směrem do nadloží roste podíl prachovo-jílových rytmitů. V břidlicích se objevují vložky písčitých vápenců a podle Králíka a Fojtíka (1967) a Dvořáka a Maštery (1970) i železité a fosforiticko-křemité konkrece. Hojné nálezy stratigraficky významné fauny dovolují vrstvy zařadit do subzón  $Go\alpha_4 - Go\beta_{fa}$ . Stratotypem je lom v pravém svahu potoka Hořiny j. od Brumovic. Vikštejnské vrstvy, nejvyšší člen moravického souvrství, sestává z poloh několik desítek metrů mocných masivních drob s vložkami prachovo-jílových rytmitů. Ve spodní části i s gravelity. Hojné nálezy fosilií dokládají přítomnost subzón  $Go\beta_{el} - Go\beta_{mu}$ . V jižní části vikštejnských vrstev je vyvinuta tzv. heltínovská břidličná poloha (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989).

Moravické souvrství je faciálně velmi pestré. Bábek et al. (2001; 2004) zde provedli detailní litofaciální analýzu. V nižší části zjistili přítomnost mocných poloh masivních nebo gradovaných slepenců, valounových pískovců a valounových jílovců faciální třídy A (senzu Mutti et al. 1975; Pickering et al. 1989), masivní droby faciální třídy B, normálně gradované střednozrnné a hrubozrnné droby s bazálními částmi Boumovy sekvence  $T_a$ ,  $T_{a,b}$  a  $T_{a,b,c}$  náležící k faciální třídě C, masivní nebo slabě gradované prachovce faciální třídy D a laminované jílovce faciální třídy E. Na bázi souvrství se často vyskytují chaotické polohy drob faciální třídy F s velkými intraklasty jílovců i drob. Střední a svrchní část souvrství je tvořena mocnými polohami laminitů, gradovaných prachovců a jemno- až střednozrnných drob facie D. Tyto polohy se střídají s drobovými tělesy faciální třídy C s téměř dokonale vyvinutými Boumovými sekvencemi  $T_{a,b,c,d}$ . Pro další výsledky litofaciální analýzy moravického souvrství odkazují na výše zmiňované práce Bábka et al. (2001; 2004).

**Hradecko-kyjovické souvrství** tvoří lavicovité až deskovité droby, výše pak laminované břidlice s podřízenými vložkami jemnozrnných drob (Mísař, 1983; Zapletal, Dvořák a

Kumpera, 1989). Dále se člení na hradecké (Patteisky, 1929) a kyjovické vrstvy (Šusta, 1928). Stáří je doloženo paleontologicky dle vůdčí goniatitové fauny. Litofaciální analýzu tzv. hradeckých drob provedli Novák a Lehotský (2014).



Obr. 3.: Stratigrafické schéma kulmu Nížkého Jeseníku (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989); mb.s. - moravskoberounské souvrství.

### 3. Přehled dosavadních paleoichnologických výzkumů v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku

Historie výzkumů fosilních stop v Nízkém Jeseníku se začíná psát společně s rozvojem paleontologických poznatků o dané oblasti. Všechny první zprávy však představují pouze drobné zmínky a upozornění o výskytu fosilních stop (v té době ještě mnohdy řazených mezi rostlinné fosilie). Ferdinand Roemer (1870) popisuje z lokality Melč ve své monografii *Geologie von Oberschlesien* na str. 55 živočišnou formu *Nemertites Sudeticus* n. sp., kterou vyobrazuje v tab. 6, obr. 7. jejího původce prozatím nijak nespecifikuje: „*Es sind dies die Fahrten eines nicht näher bekannten Thieres*“.

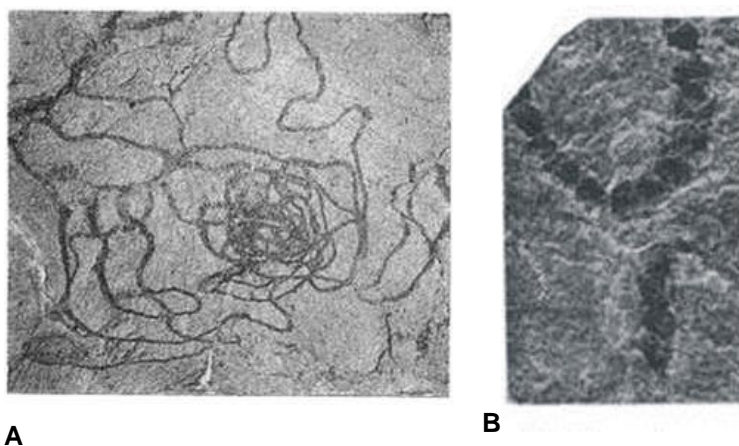
Velmi kusé zprávy podává ve svých paleobotanicky zaměřených opusech Stur (1875; 1877), který popisuje stopy po činnosti červů z dnes už klasických nízkojesenických paleontologických lokalit – Velké Střelné, Čermné, Nových Těchanovic a Domašova nad Bystřicí. Stur (1875) se kriticky vyjadřuje i k práci Ettingshausena (1865), který popisuje – ještě jako rostlinná problematika – druhy *Chondrites tenellus* GOEPPERT a *Ch. vermiformis* ETTINGSHAUSEN (obr. 4). Sám Stur (opus cit.) však označuje druh *Ch. vermiformis* za kořenový systém přesličky *Archaeocalamites radiatus* BRONGNIART. Dále ve své práci uvádí druhy *Crossopodia moravica* STUR a *Nemertites sudeticus* ROEMER. Obě zmíněné stopy zmiňuje z dnes zaniklé obce Bělá u Domašova nad Bystřicí i Rzehak (1897). Fosilní stopě druhu *Nemertites Sudeticus* se věnuje ve své krátké zprávě Walter (1903). Ten se domnívá, že stopa vyskytující se i v mušlovém vápenci vznikla činností mlžů.



Obr. 4.: *Chondrites vermiformis* ETTINGSHAUSEN (1865), vyobrazený v téže práci tab. 1, obr. 6.  
Lokalita Čermná.

Systematicky se paleontologickému výzkumu Nížkého Jeseníku věnuje až Karl Patteisky. Jeho bádání vyústilo v publikování monografie *Die Geologie und Fossilführung der Mährisch-schlesischen Dachshiefer- und Grauwackenformation* v roce 1929. Zde podává výčet doposud známých druhů stop s jejich horizontálním výskytem. Sám však v otázce biogenních struktur nepopírá, že si není jist, zda se jedná o výsledek činnosti červů či jiných organismů. Nově popisuje především z kyjovických vrstev druh *Nemertites silesicus* (v moravických posidoniových břidlicích pouze od Klokočova) a uvádí i druhy *Crossopodia moravica* (od Jakartovic, Svobodných Heřmanic, Dalova, Bělé u Domašova nad Bystřicí) a *Dictyodora sudetica* (z Klokočova – obr. 5A, Nových Těchanovic, Melče, Čermné, Svatoňovic, Velké Střelné, Bělé u Domašova nad Bystřicí, Domašova u Šternberka). Zajímavostí je vyobrazení stopy druhu *Nereites missouriensis* (tab. 24, obr. 9), kterou Patteisky označuje jako „Kriechspur“ (obr. 5B). Její nálezy uvádí z Nových Těchanovic – Pollakových štol, Mokřinek a Čermné.

V poválečné historii se v geologické literatuře objevují většinou (nepublikované) krátké zprávy o nálezích bioglyfů např. Homola (1951) – *Dictyodora sudetica* v lomu u Lhotky u Přerova, které souvisejí i s novým geologickým mapováním: Chlupáč a Koverdinský (1964), Unrug (1964), Chlupáč, Koverdinský a Trtílek (1966), Prokop (1966), Zapletal (1966) ad. Fosilních stop si okrajově všimá ve svých pracích i Kumpera (1966b, 1983).



Obr. 5.: Fosilní stopy vyobrazené v práci Patteiského (1929): A – *Dictyodora sudetica* ROEMER (= *D. liebeana*), lokalita Klokočov; B – „Kriechspur“ (= *Nereites missouriensis*), břidlicový lom mezi Svatoňovicemi a Starými Oldřůvkami.

V lomu v Olšovci nachází doupata tvaru písmene „U“ Dvořák (1972), který upozorňuje i na jejich možnou aplikaci v sedimentologii (identifikace mělkovodního prostředí vzniku sedimentů). Ze Slavkova u Opavy pak popisuje nálezy fosilních stop Kapler (1975).

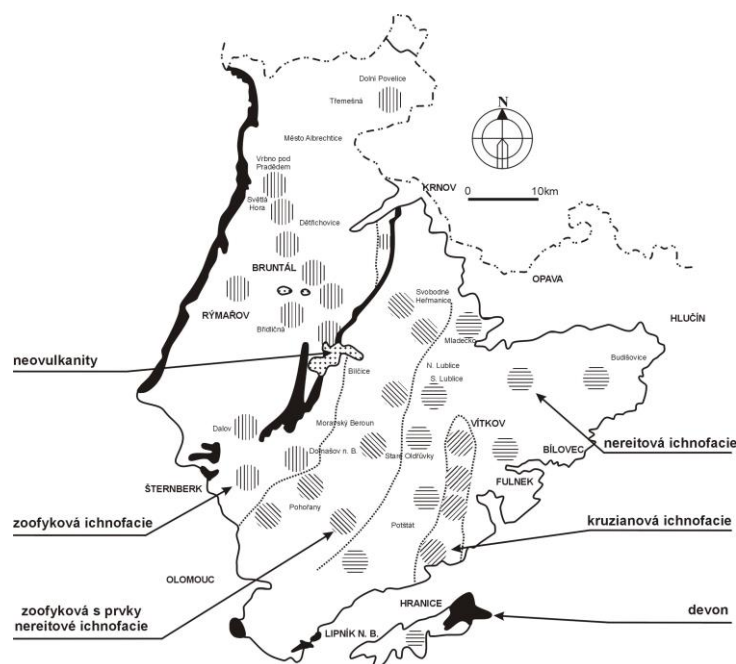
Od sedmdesátých let minulého století se problematikou fosilních stop systematicky začínají zabývat pedagogové olomoucké univerzity Jan Zapletal a Ilja Pek. Jejich první systematickou prací z roku 1971 je zpráva o nálezů spirálních bioglyfů. Jednalo se o vermiformní stopu druhu *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE a *S. spiralis* (GEINITZ).

Výsledkem jejich spolupráce byla celá řada nálezových zpráv, které později následovaly práce souborné a interpretační např. Pek a Zapletal (1977; 1990), Pek, Zapletal a Lang (1978), Pek (1981), Zapletal-Pek (1987; 1989; 1990; 1999). V rámci dílčího státního úkolu „Výzkum ichnofauny (bioglyfů) v moravskoslezském kulmu“ vznikla v roce 1980 nepublikovaná závěrečná zpráva, ve které je po paleoichnologické stránce zdokumentováno v celém Nížkém Jeseníku na 77 lokalit. Tuto zprávu přetavil jen s mírnými úpravami Pek (1986) ve svou kandidátskou disertační práci. Záběr obou autorů byl velmi široký – věnovali se i výskytům fosilních stop ve spodnokarbonských sedimentech kulmské facie nejen v Nížkém Jeseníku, ale i na Dražanské vrchovině a v okolí Městečka Trnávky. Jejich výzkumy přinesly zajímavé výsledky – v andělskohorském souvrství je ichnofauna velmi vzácná a zastoupená pouze unifikovanými společenstvy, zahrnujícími formy *Dictyodora liebeana*, *Spirodesmos archimedeus*, *S. spiralis* a *Planolites beverleyensis*. V hornobenešovském souvrství je situace podobná. Ichnofosilie byly zjištěny zvláště ve stratigraficky vyšších členech – brantických vrstvách. Objevují se stejní zástupci jako v podloží, s větší hojností spirálních forem bioglyfů. Na fosilní stopy nejbohatším členem moravskoslezského spodního karbonu kulmské facie je moravické souvrství. Vyskytují se zde druhy *Dictyodora liebeana*, *Spirodesmos spiralis*, *Cosmorhaphé timida*, *Planolites* sp., *Planolites beverleyensis*, *Phycosiphon incertum*, *Chondrites goepperti*, *Chondrites* isp., *Zoophycos* isp., *Arenicolites* isp. a další stopy, jejichž jména byla později emendována nebo byla zrušena (viz. kap. 8). Z hradecko-kyjovického souvrství popisují asociace s *Arenicolites* isp., *Cosmorhaphé kettneri* a *Dictyodora liebeana*. Zapletal a Pek (1999) vymezili v Nížkém Jeseníku hlavní ichnofacie – kruzianovou, zoofykovou a nereitovou (obr. 6).

V posledních letech se fosilním stopám v oblasti Nížkého Jeseníku věnuje systematicky Tomáš Lehotský, který publikuje jak nálezové zprávy (Lehotský 2001, 2002), tak ve spolupráci s dalšími geology i soubornější práce. Fosilní stopy a sedimentační prostředí moravického souvrství byly studovány s dílčí podporou grantového úkolu Grantové agentury České republiky č. 205/00/1118. Vůbec první zprávou o vertikální distribuci bioturbace

(ichnofabrics) byla případová studie Mikuláše, Lehotského a Bábka (2002). Sledována byla vertikální distribuce stop na řezech kulmských sedimentů střední části moravického souvrství z Pollakových štol u Nových Těchanovic a dále stropu souvrství z lokality Olšovec. Kromě bioturbace rody *Chondrites*, *Planolites*, *Rhizocorallium* a *Dictyodora* autoři konstatovali, že více než 50% studovaných vzorků představovaly nebioturbované vrstvy. V rámci grantového úkolu byla publikována Mikulášem, Lehotským a Bábkem (2004) i systematická práce, věnující se fosilním stopám moravického souvrství kulmu Nízkého Jeseníku. Autoři v ní popisují z báze a stropu souvrství celkem 17 druhů fosilních stop. Výskyt fosilních stop v závislosti na sedimentačním prostředí uvádějí Bábek et al. (2004).

Souborné paleontologické zpracování lokalit báze moravického souvrství v údolí řeky Bystřice publikují Lehotský a Zapletal (2005). Zajímavou a ojedinělou studii představuje práce o výskytech fosilních stop v barokních břidlicových podlahách vybraných památek města Olomouce (Lehotský a Zapletal, 2007). Z břidlic barokních staveb popsali bohatý soubor fosilních stop zastoupený druhy: *Spirodesmos archimedeus*, *S. spiralis*, *Lophoctenium comosum*, *Lophoctenium* sp., *Dictyodora liebeana*, *Planolites beverleyensis*, *?Megagraption* isp., *Protopaleodictyon* isp., *Zoophycos* isp., *Phycosiphon incertum* a *Chondrites intricatus*. Ichnodruh *Lophoctenium comosum* přitom prozatím nemá ekvivalentní nálezy pocházející z terénu. Autoři se pokusili na základě fosilních stop identifikovat i zdrojovou oblast, ze kterých dlažební kameny pocházely. Jako nejpravděpodobnější se jim jevily lomy v okolí Dalova a dále údolí Bystřice, příp. lokalita Velká Střelná.



Obr. 6: Plošné rozšíření ichnofacií v Nízkém Jeseníku. Zapletal a Pek (1997) – upraveno.



#### 4. Stav zachování ichnofosilií

Fosilní stopy jsou na jednotlivých lokalitách Nížkého Jeseníku relativně špatně až velmi špatně zachovány. Obvykle se vyskytují v horninách jemnozrnějších facií. Na rozdíl od „body fossils“, které jsou relativně nejvýhodněji uchovány v jemně, místy až hrubě laminovaných jílových břidlicích, se fosilní stopy prostorově lépe zachovávají v prachovcích až velmi jemnozrných drobách. V hrubších partiích již není jejich zachování příliš kvalitní.

Ichnofosilie mohou být neúplné, mnohdy jednosměrně protažené. Negativně se projevuje působení tektoniky a zvláště kliváže, která může způsobit lokální ztrátu fosilního záznamu, příp. deformuje jednotlivé jedince, což výrazně snižuje možnosti jejich determinace. Tektonika může zapříčinit i vznik pseudostruktur, vytvořením tlakového stínu - tento jev popisuje Pek (1986) na jedincích rodu *Arenicolites* (= *Diplocraterion*), kdy se uvnitř trubic těchto stop tvoří dodatečná septa. Nepříznivě se na zachování stop mohou projevit postdepozitní procesy. Biogenní struktury jsou zvláště náchylné ke změnám morfologie v časovém úseku, kdy se sediment ještě nachází v hydroplastickém stavu a kdy dochází k častým skluzovým deformacím.

Stopy mohou být vyplněny stejným materiálem jako okolní hornina (jílovec), nebo materiálem jiné zrnitosti (častý jev ve stratigraficky vyšších polohách moravického souvrství) – nejobvyklejším případem je výplň chodeb jemnozrnou drobou v okolních prachovcích (obr. 7.).



Obr. 7.: Řez stopou druhu *Diplocraterion parallelum*, lokalita Olšovec. Dobře patrná je světlejší drobová výplň v tmavém prachovci. Šířka snímku 6cm; KGE 62.

## 5. Klasifikace ichnofosilií

Na fosilní stopy (biogenní sedimentární struktury) může být pohlíženo jak z hlediska paleontologického, tak i sedimentologického. Z tohoto důvodu existuje několik klasifikací ichnofosilií. S většinou z nich seznamuje a detailně uvádí i jejich klady a zápory monografie Peka a Mikuláše (1996).

V zásadě lze využít klasifikace:

- popisné - viz např. Horowitz in Frey (1971)
- genetické (etologické) – např. Seilacher (1953, 1964), Osgood (1970), Frey (1971) aj.
- podle fyziologické stimulace – Richter (1924)
- abecední
- toponomické – Seilacher (1953; 1964), Martinsson (1965; 1970)
- morfologické – Książkiewicz (1977), Uchman (1995; 1998 ad.)

Možností etologické klasifikace plně využili ve svých pracech Pek, Zapletal a Lang (1979), Zapletal a Pek (1980) a Pek (1986). V následujícím odstavci této kapitoly je předložena k posouzení morfologická klasifikace fosilních stop, která v našich podmínkách doposud nenašla uplatnění, ale v zahraničních publikacích je již běžná a její obliba stále více roste. Tato klasifikace (jež je v podstatě modifikací popisné klasifikace) sdružuje ichnofosilie do několika základních morfologických skupin, s rozdělením na nižší morfologické grupy nazvané podle nejcharakterističtějšího ichnorodu. Toto klasifikační schéma souvisí s dříve publikovanými schématy – např. Lessertisseur (1955) a Vialov (1972), respektuje i hlavní morfologické skupiny stanovené Książkiewiczem (1977). Klasifikace je flexibilní v utváření hlavních skupin, které se dají podle potřeby dělit i slučovat. Tuto klasifikaci chtěli ve své souborné práci využít i Zapletal s Pekem (ústní sdělení). V archivu Katedry geologie PřF UP je zachován v rukopisných záznamech pracovní dokument, využívající právě tuto klasifikaci stop moravskoslezského kulmu (modifikováno Lehotským, 2016):

### **Circular structures**

A. Circles (*Laevicyclus*)

### **Simple structures**

A. Planolites group (*Planolites*)

### **Branched structures**

- A. Chondrites group (*Chondrites*)

### **Spreiten structures**

- A. Zoophycos group (*Zoophycos*)
- B. Phycosiphon group (*Phycosiphon*)
- C. Dictyodora group (*Dictyodora*)
- D. Lophoctenium group (*Lophoctenium*)

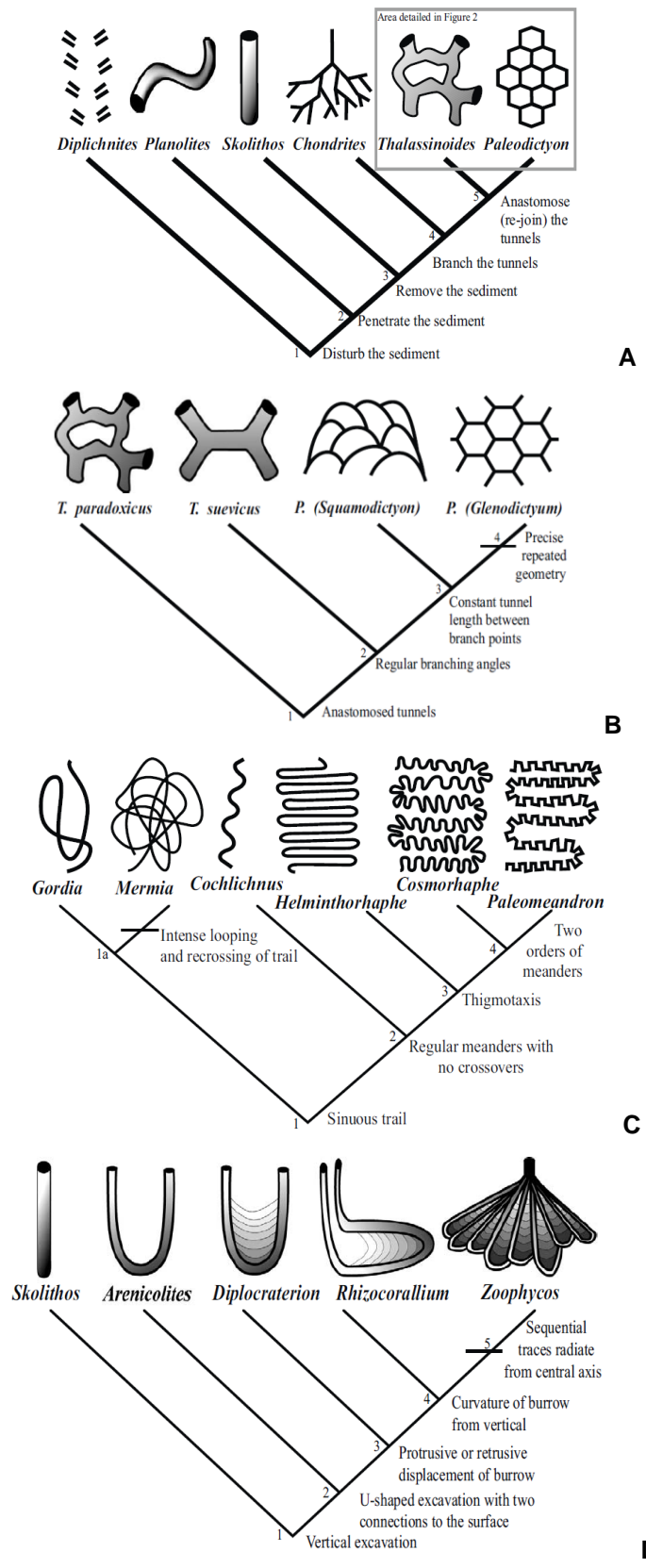
### **Winding and meandering structures**

- A. Nereites group (*Nereites*)
- B. Cosmorhaphe group (*Cosmorhaphe*)

### **Networks**

- A. Paleodictyon group (*Paleodictyon*)
- B. Protopaleodictyon group (*Protopaleodictyon*)

V posledních letech se do popředí dostává i fylogenetická systematika – kladistika. Ta zjednodušeně předpokládá, že jednotlivé nové druhy vznikají vidličnatým větvením (tzv. bifurkací) původní linie. Původní druhy pak po tomto rozdělení přestanou existovat. Druhým pravidlem je, že příbuzné organismy mají společnou evoluční historii. Příbuzenské vztahy mezi organismy/stopami jsou vyjádřeny kladogramy (obr. 9). U fosilních stop je nutno soustředit se na behaviorální projevy producentů ichnofosilií. O tuto behaviorální kladistiku (evoluci schopností organismů tvořit fosilní stopy) se pokusili Ekdale a Lamond (2003), kteří celkem logicky tvrdí, že i chování organismů se v čase vyvíjí. V ichnologickém kladogramu jsou naznačeny sdílené odvozené znaky (synapomorfie) reprezentované využíváním čím dál více odvozenějších vzorců chování. Ve své práci uvádějí i příklady kladogramů pro časté rody fosilních stop (viz obr. 9), které se vyskytují i v moravickém souvrství Nížkého Jeseníku. Z obrázku vyplývá, že povrchové, či mělce podpovrchové jednoduché stopy (např. *Planolites*) vyžadují velmi malou behaviorální sofistikovanost (způsob vytváření stopy je relativně primitivní), oproti vzniku stopy rodu *Paleodictyon* nebo *Zoophycos*, které vyžadují více komplexní chování producenta.



Obr. 9.: Kladogramy několika běžných druhů fosilních stop (Ekdale a Lamond, 2003).  
Klad označený šedým rámečkem na obr. 9A pokračuje na obr. 9B.

## 6. Materiál a metodika

Fosilní stopy byly přímo pozorovány v terénu, kde byly sbírány i reprezentativní vzorky. Autor měl k dispozici sbírku ichnofosilií uloženou na katedře geologie (KGE) Přírodovědecké fakulty v Olomouci (jedná se o sběry prof. J. Zapletala, doc. I. Peka a v posledních letech soustavně doplňované Dr. T. Lehotským). Katalog této sbírky sestavil Lehotský (2006) pro potřeby mezinárodního semináře Workshop on Ichnotaxonomy, konaném v témže roce v Praze. Část sbírkových předmětů včetně cenného typového materiálu se však v souvislosti s katastrofálními povodněmi v roce 1997 bohužel nenávratně ztratila (viz kap. 8).

Dále byly zpracovány vzorky deponované ve sbírce Vlastivědného muzea v Olomouci (VMO). Jedná se především o staré sběry a sběry kurátora paleontologického fondu VMO Dr. Vladimíra Strnada. Méně podstatné množství zkoumaných vzorků je uloženo v geologických sbírkách Vysoké školy báňské – technické univerzity v Ostravě, Slezském zemském muzeu v Opavě a Muzeu Novojičínska v Novém Jičíně. Katalogy muzejních sbírek jsou součástí tzv. Centrální evidence sbírek Ministerstva kultury České republiky.

Jednotlivé vzorky byly studovány klasickými paleontologickými metodami a porovnávány s daty známými a dostupnými v literatuře. V rámci práce byly jednotlivé druhy fosilních stop revidovány, pro jednotlivé druhy byla vytvořena relevantní synonymika případně doplněná o odkazy na předešlé práce i charakteru kompendií. Pro vlastní práci bylo využito abecední řazení fosilních stop.

Dále byly studovány horninové nábrusy s přítomnými fosilními stopami. Fotografování stop je poměrně problematické. Většina stop je totiž zachována ve stejném materiálu jako okolní hornina. Pro fotografování byl použit kompaktní fotoaparát Nikon E8400. Z pořízených fotografií byly sestaveny fototabule. Pokud není uvedeno jinak, je na všech tabulích délka měřítka 1 cm. Veškeré grafické výstupy byly zpracovány v programu CorelDRAW X6.

## 7. Přehled lokalit moravického souvrství s výskytem fosilních stop

V současnosti je v Nížkém Jeseníku známo více než 90 lokalit s výskytem určité fosilní fauny. Jejich přehled uvádí ve svých souborných pracích např. Patteisky (1929), dále Kumpera (1971; 1983) nebo nově Lehotský (2008). Na lokalitách s fosilní faunou se zpravidla vyskytují v hojném počtu i ichnofosilie, ty však pocházejí i z faunisticky sterilních lokalit.

V následujícím abecedním přehledu jsou uvedeny lokality moravického souvrství (obr. 10), ze kterých pochází studovaný materiál. Uvedena je poloha, horninová náplň, paleontologický obsah a stratigrafické zařazení. Těšíkov-lom je novou, doposud v literatuře nepublikovanou lokalitou (Lehotský, 2017 in print).



Obr. 10.: Mapa lokalit s výskytem fosilních stop v moravickém souvrství Nížkého Jeseníku.

## **Bělkovice**

Ichnofosilie pocházejí ze starých odvalů břidlic v Bělkovickém údolí. Břidlice náležejí ke stropu hornobenešovského souvrství a nejnižší poloze moravického souvrství (bělské vrstvy). Podle Zapletala (1977) lze mocnou břidličnou polohu paralelizovat s obdobnou polohou ve svrchní části Malého Rabštiny. Průkazná fosilní fauna nebyla na lokalitě zjištěna.

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp., *Spirodesmos archimedeus*, *S. spiralis*.

## **Boňkov**

Lokalitou jsou haldy po těžbě pokrývačských břidlic (obr. 12D), štola a lom při silnici Olšovec – Boňkov, asi 2,5km sz. od Olšovce. Kumpera (1971, 1973) označuje lokalitu jako Olšovec II, v souborné práci Kumpera (1983) – je označena jako Olšovec I. Z lokality pochází fosilní fauna potvrzená novými sběry: *Posidonia becheri*, *P. cf. becheri*, *Paraglyphioceras elegans*, *Arnsbergites cf. sphaericostriatus*. Stratigrafické zařazení dle vůdčí goniatitové fauny: subzóna Go<sub>β</sub><sub>el</sub> - Go<sub>β</sub><sub>mu</sub> (Lehotský, 2008).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Chondrites intricatus*, *Gordia* isp., *Nereites missouriensis*, *Nereites* sp., *Pilichnus* isp., *Protopaleodictyon* sp., *Rhizocorallium* isp.

## **Brumovice**

Opuštěný zarostlý lom v údolí říčky Hořiny jižně od obce Brumovice (obr. 12B). Ichnofauna pochází z haldového materiálu a dále z opuštěného lůmku v zákrutu silnice z Brumovic na Úvalno. Lom odkrývá bazální část brumovických vrstev. Z lokality pocházejí nálezy fosilní fauny - zvláště brachiopodů: *Chonetes kayseri*, mlžů: *Posidonia kochi*, *Palaeoneilo luciniformis*, *Chaenocardiola* sp., hlavonožců: *Dolorthoceras striolatum*, *Goniatites intermedius*, *Goniatites cf. crenistria*, *Girtyoceras cf. discus*, *Muensteroceras* sp., *Nomismoceras vittiger* a hyolitů: *Hyalithes roemeri*. Lokalita stratigraficky náleží k subzóně Go<sub>α</sub><sub>4</sub> (Kumpera, 1971; Lehotský, 2008).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Spirodesmos archimedeus*.

## **Budišov nad Budišovkou**

Opuštěný lom na sz. konci městečka po pravé straně silnice vedoucí z Budišova nad Budišovkou do Moravského Berouna. V současnosti je využíván jako cvičná střelnice. V lomové stěně vystupují masivní droby, výše s deskami jemnozrnných drob a prachovců. Z

poloh jílových břidlic a prachovců jsou známy hojné mechanoglyfy, fosilní fauna doposud nebyla nalezena, veškeré sběry fosilních stop pocházejí ze sutí pod sz. lomovou stěnou (Lehotský, 2002).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp., *Spirodesmos* isp.

### **Čermná ve Slezsku**

Opuštěný břidlicový lom, označovaný v paleontologických člancích jako Čermná II, se nachází při silnici Čermná – Nové Těchanovice, přibližně 1km severovýchodně od kostela v Čermné. Z lokality pocházejí nálezy fosilní fauny: *Posidonia becheri*, *Streblochondria grandaeva*, *Dolorthoceras striolatum*, *Nomismoceras vittiger* (Kumpera, 1971; Lehotský, 2008). Lokalita Čermná I je také označována jako tzv. Čermenský mlýn. Jedná se o břidlicový lom a štolu při silnici Čermná – Nové Oldřůvky, cca 1,9 km jihozápadně od kostela v Čermné. Od Čermenského mlýna je známa následující fosilní fauna: *Posidonia becheri*, *Streblochondria grandaeva*, *S. patteiskyi*, *Girtyoceras* cf. *bindemanni*, *Nomismoceras vittiger*, umožňující podle Kumpery (1971) a Lehotského (2008) její zařazení do vyšších subzón zóny Goa. V okolí Čermné se nachází větší množství dalších drobných lomů a hald (obr. 12C), které obsahují obdobná společenstva fosilních stop.

Ichnofosilie: *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana*, *Gordia* isp., *Chondrites targionii*, *Nereites missouriensis*, *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis* (Čermná I); *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana* (Čermná II).

### **Domašov nad Bystřicí**

Drobný opuštěný břidlicový lom při modré turistické cestě asi 2km j. od nádraží v Domašově nad Bystřicí. Fosilní fauna: *Nomismoceras* sp. V katastru Domašova nad Bystřicí se nachází ještě velký, v současnosti netěžený, tzv. železniční lom. Odtud jsou popisovány výskyty fosilních stop. Fauna (*Nomismoceras* sp.) zařazuje široce obě lokality do zóny Goa. Významnou lokalitou je i mrazový srub Malého Rabštýna (obr. 11E). Lokality jsou detailněji popsány v práci Lehotského (2001), Lehotského a Zapletala (2005), Mikuláše et al. (2002), Nováka (2011).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Megagraption* isp., *Phycosiphon incertum*, *Pilichnus* isp., *Planolites beverleyensis*, *Rhizocorallium* isp., problematikum *Guilielmites* isp.



## **Hrabůvka**

Aktivní drobový lom na severním okraji obce (obr. 12F). Odkryty jsou v něm nejsvrchnější části moravického souvrství v potštátském vývoji (Kumpera, 1983) a báze hradecko-kyjovického souvrství. Z lokality jsou známy nálezy fosilní fauny: *Posidonia becheri*, *Posidonia* sp., *Arnsbergites falcatus*, *Paraglyphioceras elegans*, *Goniatites* sp., *Nomismoceras vittiger*, podle kterých lze lom stratigraficky zařadit do subzóny Go $\beta$ <sub>fa</sub>. Komplexně byla lokalita po faunistické stránce zpracována Kumperou (1973), který odtud uvádí četné bioglyfy typu *Arenicolites* (= *Diplocraterion*) a dále Lehotským (2008) a zvláště Lehotským et al. (2016).

Ichnofosilie: *Cosmorhaphe* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Chondrites* isp., *Nereites missouriensis*, *Palaeophycus* isp., *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp., *Protopaleodictyon* isp., *Rhizocorallium* isp.

## **Hrubá Voda**

Opuštěné štoly a rozsáhlá halda (obr. 11A) se nacházejí ve svahu kóty Jasaní cca 400m východně od nádraží ve Hrubé Vodě. Z lokality je známa fosilní fauna: *Posidonia becheri*, *Nomismoceras vittiger*, *Nomismoceras* sp. a ortokonní nautiloidi (Lehotský a Zapletal, 2005).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*.

## **Jakartovice**

Soustava opuštěných břidlicových lomů a hald (obr. 11B), která se táhne mezi Jakartovicemi a Bohdanovicemi, cca 800m z. od okraje obce. Odkryty jsou laminované břidlice a prachovce báze moravického souvrství (bohdanovické vrstvy). Fosilní fauna *Nomismoceras vittiger*, *Goniatites crenistria*, *Girtyoceras* cf. *discus* má poměrně široké stratigrafické rozpětí zón Go $\alpha$  – Go $\beta$  (Lehotský, 2008). Novák (2011) odtud uvádí nález druhu *Merocanites* cf. *compressus*.

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*.

## **Jívová**

Aktivní dvouetážový lom cca 2,5km j. od železniční stanice Domašov nad Bystřicí (obr. 11D). Vystupují zde laminity prachovců a jílovců, v pravé části lomu jemnozrnné až střednozrnné droby bělských vrstev). Lokalita byla poprvé zdokumentována Barthem a Zitou (1961), další literatura viz lokalita Domašov nad Bystřicí. Z fosilní fauny se vyskytují *Posidonia becheri*, *Nomismoceras vittiger* a *Goniatites* sp.

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Chondrites* isp., *Megagraption* isp., *Phycosiphon incertum*, *Zoophycos* isp.



A



B



C



D



E



F

Obr. 11.: Vybrané paleontologické lokality báze moravického souvrství (goniatitová zóna Go $\alpha$ , bělské a bohdanovické vrstvy): A – Hrubá Voda, B – Jakartovice, C – Svobodné Heřmanice, D - Jívová, E – Malý Rabštýn, F – Těšíkov (foto T. Lehotský).

### **Klokočov**

Opuštěné břidličné lomy po pravé straně silnice Klokočov – Odry odkrývající vikštejnské vrstvy. Ichnofosilie pocházejí z haldového materiálu. Lokality v okolí Klokočova poskytly z fosilní fauny tyto druhy: *Posidonia becheri*, *Streblochondria grandaeva*, *S. patteiskyi*,

*Brachycycloceras scalare*, *Dolorthoceras striolatum*, *Paraglyphioceras elegans*, *P. kajlovecense*, *P. aff. koboldi*, *Hibernioceras mucronatum*, *Neoglyphioceras spirale*, *Sudeticeras aff. crenistriatum*, *Sulcogirtyoceras intracostatum*. Stratigrafické zařazení lokality – goniatitová subzóna Go $\beta_{mu}$  (Kumpera, 1971; Lehotský, 2008; Novák, 2011).

Ichnofosilie: *Cosmorhappe* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Gordia* isp., *Chondrites targionii*, *Ch.* isp., *Planolites* isp., *Protopaleodictyon* isp.,

### **Kružberk**

Východní konec skalního defilé na levém břehu Moravice, 200m východně od hráze stejnojmenné vodní nádrže. Odkryty jsou bazální části brumovických vrstev. Fauna: *Goniatites crenistria*, *Goniatites intermedius*. Fosilní fauna dovoluje stratigraficky zařadit lokalitu do subzón Go $\alpha_3$ - Go $\alpha_4$  (Lehotský 2008).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Nereites* isp.

### **Lhotka**

Gebauerův lom - lokalita založená v horninách brumovických vrstev se nachází 300m jv. od kóty 503,3m, severně od Lhotky. Fosilní fauna: *Posidonia becheri*, *Dunbarella mosensis*, *Dolorthoceras striolatum*, *Raynoceras giganteum*, *Goniatites spirifer*, *Arnsbergites falcatum*, *Paraglyphioceras striatum*, *Girtyoceras brüningianum*, *Nomismoceras vittiger*. Stratigraficky lze lokalitu zařadit do subzóny Go $\beta_{fa}$ . Hanzlův mlýn - opuštěný lom v pravém údolním svahu Moravice 450m jjz. od kóty 363,2m sv. od Lhotky již litostratigraficky spadá do vikštejnských vrstev. Fosilní fauna: *Posidonia becheri*, *Streblochondria patteiskyi*, *S.* cf. *grandaeva*, *Brachycycloceras scalare*, *Dolorthoceras striolatum*, *D.* cf. *kionoideum*, *Rinoceras propinquum*, *Vestinautilus subsulcatus*, *Arnsbergites falcatum*, *A.* cf. *sphaericostriatus*, *Goniatites spirifer*, *Paraglyphioceras striatum*, *Paraglyphioceras elegans*, *Sudeticeras crenistriatum*, *Sulcogirtyoceras burhennei*, *Girtyoceras brüningianum*, *Nomismoceras vittiger*. Stratigraficky lze lokalitu zařadit do subzón Go $\beta_{fa}$ -Go $\beta_{el}$  Kumpera (1971; 1976; 1983), Lehotský (2008).

Ichnofosilie: *Cosmorhappe* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Gordia* isp., *Planolites beverleyensis*,



A



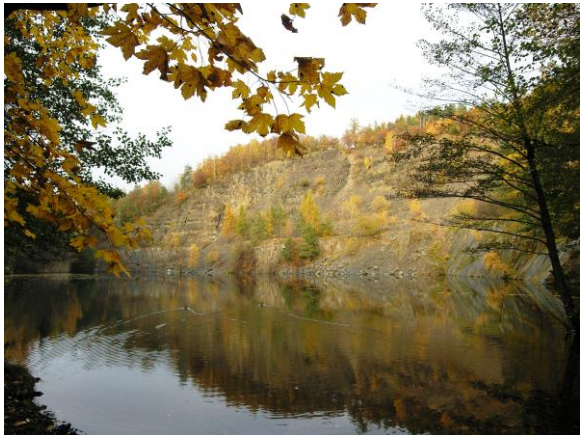
B



C



D



E



F

Obr. 12.: Vybrané paleontologické lokality moravického souvrství (goniatitová zóna Goß, brumovické a vikštejnské vrstvy): A – Staré Oldřůvky, B – Brumovice, C – Černá, D - Boňkov, E – Olšovec, F – Hrabůvka (foto T. Lehotský).

### Nejdek

Aktivní lom v obci. Z lokality je známa fosilní fauna – *Posidonia becheri*, *P. cf. corrugata*, *P. kochi*, *Streblochondria grandaeva*, *Pterinopecten (Dunbarella) radiatus*, *Goniatites* sp., *Paraglyphioceras kajlovecense*, *Sudeticeras crenistriatum* – stratigrafické zařazení lokality:

zóna Go $\beta$  Kumpera (1973; 1983). Fosilní stopy našel a zpracoval Lehotský (2002). Asi 1 km s. od Nejdku, z přirozených výchozů při lesní cestě, uvádí nálezy ichnofosilií i Pek (1986).

Ichnofosilie: *Dictyodora libeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Chondrites* sp.

### **Nové Těchanovice**

Lokalita Pollakovy štolky poskytovala nejbohatší sběry kulmské fauny v rámci celého moravického souvrství. Jedná se o tyto zástupce: *Polidevcia sharmani*, *Posidonia becheri*, *P. kochi*, *Dunbarella mosensis*, *Streblochondria grandaeva*, *S. patteiskyi*, *Brachycycloceras scalare*, *Kionoceras gesneri*, *Dolorthoceras striolatum*, *Raynoceras giganteum*, *Cyrtospyroceras rugosum*, *Prionoceras* cf. *ornatissimum*, *Goniatites intermedius*, *G. spirifer*, *G. radiatus*, *Arnsbergites falcatus*, *Calygirtyoceras moorei*, *Sulcogirtyoceras* cf. *burhennei*, *Girtyoceras brüningianum*, *Paraglyphioceras striatum*, *Nomismoceras vittiger*. Materiál pochází především z rozsáhlých hald po těžbě břidlic. Stratigrafické zařazení lokality – subzóny Go $\alpha_4$ -Go $\beta_{fa}$  Kumpera (1971; 1976), Lehotský (2008). Na lokalitě byla Mikulášem, Lehotským a Bábkem (2002) provedena případová studie zjištění indexů bioturbace.

Ichnofosilie: *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Gordia* isp., *Nereites missouriensis*, *Protopaleodictyon* isp., *Rhizocorallium* isp.

### **Olšovec**

Lom při silnici Olšovec – Partutovice (obr. 12E), severně od Olšovce je z literatury velmi dobře známá – např. Dvořák (1972), Řehoř, Řehořová a Vašíček (1978), Kumpera (1983), Prokop a Pek (1998). Z lokality je známa tato fosilní fauna: *Posidonia becheri*, *P.* cf. *corrugata*, *Streblochondria* cf. *patteiskyi*, *S. grandaeva*, *Streblochondria* sp., *Dolorthoceras striolatum*, *Paraglyphioceras elegans*, *P. kajlovecense*, *Hibernioceras* cf. *mediocris*, *Hibernioceras* sp., *Paradimorphoceras pseudodiscrepans*, *Arnsbergites sphaericostriatus*, *Goniatites* sp., *Cyclocaudiculus edwardi*. Stratigrafické zařazení lokality (Lehotský 2008): subzóny Go $\beta_{el}$  – Go $\beta_{mu}$ . Nově byla lokalita zpracována Pluskalovou (2001), Bábkem et al. (2001; 2004) a Mikulášem et al. (2002).

Ichnofosilie: *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Furculosus* isp., *Gordia* isp., *Chondrites targionii*, *Ch. intricatus*, *Ch.* sp., *Nereites missouriensis*, *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *strozzii*, *Planolites beverleyensis*, *Protopaleodictyon* isp., *Rhizocorallium* isp.

### **Těšíkov**

Novou lokalitou je opuštěný břidlicový lom s rozsáhlou haldou po levé straně silnice z Bělkovic do Těšíkova. V lomu (obr. 12F) jsou odkryty šedočerné až zelenočerné prachovce a jílovce báze moravického souvrství. V haldovém materiálu byly nalezeny pouze fosilní stopy. Z okolí Těšíkova uvádí Pek (1986) několik lokalit v přirozených skalních výchozech jižně od obce. Tyto výchozy již povětšinou litostratigraficky náležejí k hornobenešovskému souvrství.

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Lophoctenium* isp., *Planolites beverleyensis*.

### **Staré Oldřůvky**

Břidličný lom, opuštěné štoly a rozsáhlé haldy severně od obce (obr. 12A). Jedná se o klasickou paleontologickou lokalitu v brumovických vrstvách známou již K. Patteiskému (1929). V lomu a na haldách byla nalezena fosilní fauna reprezentovaná zástupci *Posidonia becheri*, *Dolorthoceras striolatum*, *Brachycycloceras scalare*, *Vestinautilus semiglaber*, *Subvestinautilus* cf. *crassimarginatus*, *Goniatites intermedius*, *Girtyoceras discus*, *Nomismoceras vittiger* - Kumpera (1971), Řehoř, Řehořová a Vašíček (1978). Stratigraficky je možno lokalitu řadit k subzóně  $Go\alpha_4$ .

Ichnofosilie: *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana*, *Gordia* isp.

### **Skoky**

Zářez silnice Olomouc – Lipník nad Bečvou. Odkryv tvoří defilé, ležící cca 200m v. od místní části obce Dolní Újezd-Skoky. V profilu jsou odkryty droby s vložkami slepenců a desky jemnozrnných drob a břidlic. Z fauny byla Lehotským (2002) nalezen pouze jeden kus mlže druhu *Posidonia becheri*.

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp.

### **Svatoňovice**

Opuštěný břidličný lom 2 km východně od obce popisuje již Patteisky (1929) a Kumpera (1971; 1976). Ichnofauna pochází z rozsáhlých odvalů jílových břidlic s laminami prachovců. Z fauny se vyskytuje: *Posidonia becheri*, *Septimyalina sublamellosa*, *Vestinautilus* cf. *konincki*, *Goniatites intermedius*, *Girtyoceras* cf. *discus*, *G. brüningianum*, *Nomismoceras vittiger*. Stratigraficky náleží lokalita k subzóně  $Go\alpha_3$ -  $Go\alpha_4$ .

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*.

### **Svobodné Heřmanice**

Nález fosilií pocházejí z dnes zatopeného Tatzelova lomu (obr. 11C), který se nachází severně od železniční zastávky ve Svobodných Heřmanicích. Odkryta je bazální poloha moravického souvrství (bohdanovické vrstvy). Litologicky se v lomu nacházejí laminity až rytmy s ojedinělými vložkami jemno- až střednozrnných drob. Z fosilií se vyskytují zástupci mlžů *Posidonia becheri* a goniatiti druhu *Nomismoceras vittiger*. Fosilní stopy komplexně zpracovali Zapletal a Pek (1990).

Ichnofosilie: *Dictyodora liebeana*, *Laevicyclus* isp., *Pilichnus* isp., *Planolites beverleyensis*,

### **Velká Střelná**

Rozsáhlé haldy po hlubinné těžbě pokrývačských břidlic ve vojenském prostoru Libavá na s. úpatí Olomouckého kopce. Fosilní fauna je zastoupena druhy *Posidonia becheri*, *Goniatites* sp., *Girtyoceras discus* a *Nomismoceras vittiger* Dvořák a Maštera (1967), Kumpera (1971; 1983), Lehotský a Zapletal (2005).

Ichnofosilie: *Cosmorhapse* isp., *Dictyodora liebeana*, *Chondrites targionii*, *Ch. intricatus*, *Lophoctenium* isp., *Rhizocoralium* isp., *Spirodesmos spiralis*.

### **Zálužné**

Z okolí obce Zálužné je známo několik paleontologických lokalit. Smetanovy štoly - levý břeh Moravice, 200 m vsv. od mostu na silnici Zálužné – Nové Těchanovice. Studovaný materiál pochází pouze z odvalů. Lokalita poskytla tyto zástupce fauny: *Brachycycloceras scalare*, *Kionoceras* cf. *gesneri*, *Goniatites intermedius*, *Nomismoceras vittiger*. Czechův lom - lokalita se nachází v těsné blízkosti Smetanových štol. Z naleziště jsou známi *Posidonia becheri*, *Dolorthoceras striolatum*, *Goniatites intermedius*, *Nomismoceras vittiger*. Lindnerovy lomy - lokalita se nachází v obci Zálužné nad silnicí, cca 300m od mostu přes řeku Moravici. Z lokality byly určeny tyto nálezy Kumpera (1971), Lehotský (2008): *Posidonia becheri*, *Posidonia* sp., *Streblochondria grandaeva*, *S. patteiskyi*, *Brachycycloceras scalare*, *Goniatites intermedius*, *Girtyoceras* cf. *brüningianum*, *Nomismoceras vittiger*. Odval dolu Anna se nachází u křižovatky silnic v Zálužném. Odtud je popsáno bohaté společenstvo fosilní fauny: *Anthraconeilo oblongum*, *Posidonia becheri*, *Streblochondria praetenuis*, *S. grandaeva*, *S. patteiskyi*, *Brachycycloceras scalare*, *Kionoceras gesneri*, *Rayonoceras irregulare*, *Dolorthoceras striolatum*, *Subvestinautilus* cf. *crassimarginatus*, *Goniatites crenistria*, *G. intermedius*, *Girtyoceras Brüningianum*,

*Nomismoceras vittiger*. Lokality lze stratigraficky zařadit do subzóny Go $\alpha_4$ . Nové sběry na lokalitách prováděl Novák (2011).

Ichnofosilie: *Cosmorhappe* isp., *Dictyodora liebeana*, *Gordia* isp., *Chondrites targionii*, *Ch.* isp., *Nereites missouriensis*, *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*.



## 8. Systematická část

### Chondrites STERNBERG, 1833

**Typový ichnodruh:** *Fucoides lycopodioides* BRONGNIART, 1828.

**Diagnóza:** Pravidelně se větvící systém tunelů, sestávající z malého počtu hlavních šachet otevřených ústím na povrch dna, které se rozvětvují do hloubky ve formě dendritické sítě (podle Osgood, 1970; Fürsich, 1974).

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

**Poznámky:** Ichnorod představuje potravní systém neznámého původce (s největší pravděpodobností červovitého organismu). Potravní strategie původce odpovídá požívání substrátu/detritu. Fekální pelety mohou být hromaděny uvnitř vyhrabaných stop. Organismus mohl obývat i prostředí s anaerobními podmínkami jako chemosymbiont (cf. Fu, 1991).

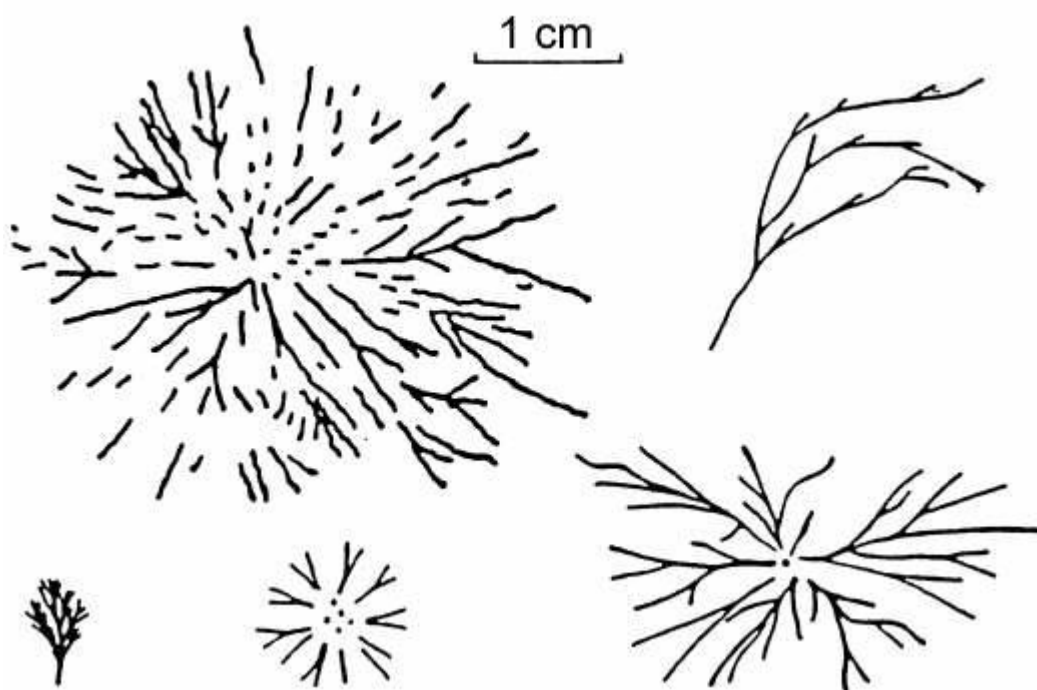
### *Chondrites intricatus* (BRONGNIART, 1823)

Tab. I., obr. 1, 4; text. obr. 13.

- \* 1823 *Fucoides intricatus*. - Brongniart: str. 311, tab. 19, obr. 8.
- 1833 *Chondrites intricatus* BRONGNIART. - Sternberg: str. 26, tab. 7, obr. 3a.
- 1858 *Chondrites intricatus* BRONGNIART. - Fischer-Ooster: str. 44, tab. 8, obr. 1.
- 1865 *Chondrites vermiformis* ETTINGSHAUSEN. - Ettingshausen: str. 9, Tab. 1, obr. 3,6.
- 1865 *Chondrites tenellus* GOEPPERT. - Ettingshausen: str. 4, Tab. 1, obr. 5.
- 1969 *Chondrites antiquus* (GÖPPERT). - Pfeiffer: str. 680, tab. 6, obr. 1; text. obr. 5b.
- 1969 *Chondrites glomeratus* (LUDWIG). - Pfeiffer: str. 680, tab. 4, obr. 8-9; text. obr. 5c.
- 1969 *Chondrites goepperti* GEINITZ. - Pfeiffer: str. 679, tab. 5, obr. 5-6; text. obr. 5a.
- v 1977 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Książkiewicz: str. 80, tab. 4, obr. 5.
- v 1977 *Chondrites aequalis* STERNBERG. - Książkiewicz: str. 78, tab. 4, obr. 6.
- partim 1977 *Chondrites expansus* FISCHER-OOSTER. - Książkiewicz: str. 79, tab. 4, obr. 3.
- 1977 *Chondrites filiformis* FISCHER-OOSTER. - Książkiewicz: str. 79, tab. 4, obr. 8.
- v 1986 *Chondrites antiquus* GÖPPERT. - Pek (mscr.): str. 25, tab. 1, obr. 6, text. obr. 5/1.
- v 1986 *Chondrites goepperti* GEINITZ. - Pek (mscr.): str. 28, tab. 1, obr. 1-4, text. obr. 5/2.
- 1991 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Fu: str. 18, tab. 1, obr. E; tab. 2, obr. A; text. obr. 10.
- v 1995 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Uchman: str. 14, tab. 3, obr. 3-4, 7.
- v 1998 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Uchman: str. 121, obr. 18-19.
- v 1998 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Głuszek: str. 524, obr. 4A, C.
- v 1999 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Uchman: str. 88, tab. 4, obr. 6-7; tab. 5, obr. 1; tab. 7, obr. 1-3, 5; text. obr. 2.
- partim 2004 *Chondrites cf. intricatus* (BRONGNIART). - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 83, Tab. 1, obr. 1, 2.
- v 2012 *Chondrites cf. intricatus* (BRONGNIART). - Lehotský&Krausová: str. 110, obr. 1.
- 2012 *Chondrites intricatus* (BRONGNIART). - Uchman, Caruso&Sonnino: str. 318, obr. 2, 3.

**Materiál:** 6 plošně zachovaných kusů v prachovci.

**Popis:** Systém drobných značně zploštělých tunelů větvených obvykle v ostrých úhlech (<45°). V našem materiálu jsou obvykle přítomny větve druhého řádu, vzácně i řádu třetího. Tunely jsou obvykle tvořeny jemnějším a tmavším sedimentem než okolí stopy. Šířka tunelů kolísá v intervalu 0,8-1mm, jejich délka vykazuje hodnoty 5-10mm. V příčném řezu se stopa jeví jako skupina malých, kruhovitých nebo eliptických bodů o průměru 0,5-1mm.



Obr. 13.: *Chondrites intricatus*. Podle Fu (1991).

**Poznámky:** Revizi rodu *Chondrites* provedla Fu (1991). Podle ní jsou z původních 170 (!) popsaných ichnospecií platné pouze 4 druhy (*Ch. targionii* – viz obr. 13, *Ch. intricatus*, *Ch. recurvus* a *Ch. patulus*). V současnosti se opět přistupuje k doporučením používat i některé původně vymezené druhy (viz. např. Uchman, Caruso a Sonnino, 2012). Ichnodruh je znám ze zrnitostně různých typů substrátů (cf. Uchman 1995; 1999). Ve spodnokarbonských sedimentech kulmské facie Nízkého Jeseníku je vázán především na jílové břidlice - na bázi moravického souvrství a prachovce v jeho stropu (Pek a Zapletal, 1980; Pek 1986). Ve sbírce fosilních stop deponované na katedře geologie PřF UP je několik vzorků určených jako *Ch. antiquus* GÖPPERT, 1852 z lokalit Čermná a Olšovec. Větší část z nich patří druhu *Ch. intricatus*.

**Výskyt:** Boňkov, Malý Rabštýn, Nové Těchanovice, Olšovec, Velká Střelná.

***Chondrites cf. intricatus* (BRONGNIART, 1823)**

- v 1998 *Chondrites cf. intricatus* (BRONGNIART). - Janoška, Pek&Zapletal: str. 52, text. obr. 3.
- v 2004 *Chondrites cf. intricatus* (BRONGNIART). - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 83, tab. I, obr. 1, 2; tab. II, obr. 1-3.

**Materiál:** 5 kusů zachovaných v jílové břidlici.

**Popis:** Systém tunelů, u kterých je naznačeno větvení v ostrých úhlech. To však není víceméně pravidelné a zachovány jsou maximálně větve prvního řádu.

**Poznámky:** Stav zachování stopy (chybějící další větvení) nedovoluje přesné přiřazení stopy k druhu *Ch. intricatus*.

**Výskyt:** Domašov nad Bystřicí – lůmek při modré turistické cestě, Malý Rabštýn.

***Chondrites targionii* (BRONGNIART, 1828)**

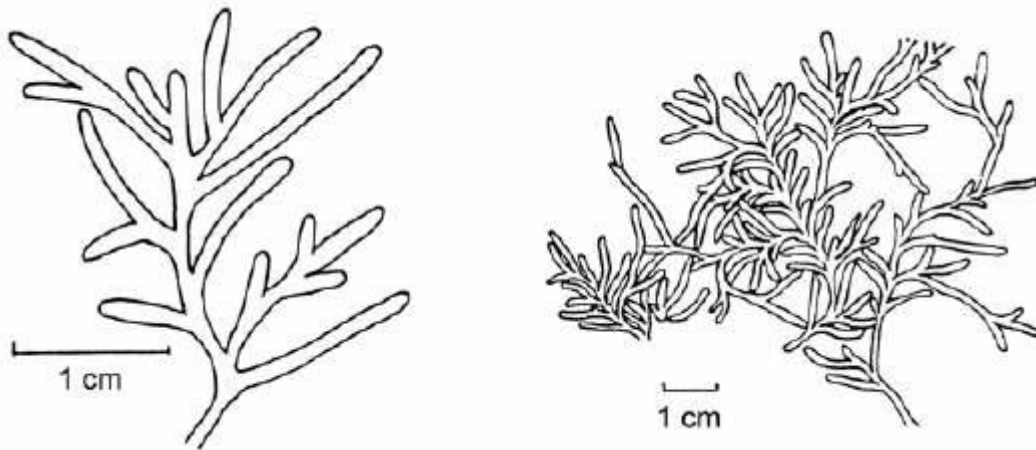
Tab. I., obr. 2, 3; text. obr. 14.

Pro podrobnou synonymiku odkazují na práci Fu (1991), str. 23.

- \* 1828 *Fucoides targionii*. - Brongniart: str. 56, tab. 4, obr. 2-6.
- v 1977 *Chondrites arbuscula* FISCHER-OOSTER. - Książkiewicz: str. 79, tab. 4, obr. 7.
- partim 1977 *Chondrites furcatus* (BRONGNIART). - Książkiewicz: str. 79, tab. 4, obr. 1.
- v 1977 *Chondrites affinis* (BRONGNIART). - Książkiewicz: str. 78, tab. 4, obr. 11.
- v 1998 *Chondrites targionii* (BRONGNIART). - Uchman: str. 123, obr. 21-22A-B.
- v 1999 *Chondrites targionii* (BRONGNIART). - Uchman: str. 92, tab. 5, obr. 2-5; tab. 7, obr. 3; text. obr. 3.

**Materiál:** 2 kusy v jílové břidlici.

**Popis:** Systém chondritů s jednoduchým větvením (obvykle přítomny větve prvního, vzácně druhého řádu). Mírně zploštělé větve vycházející v ostrém úhlu vykazují mírné zakřivení. Jsou poměrně dlouhé – nejdelší větev má délku 6,5cm. Celá stopa má největší rozměr 85mm, při šířce chodby 2-3mm. Výplň chodeb je obvykle stejná jako okolní hornina (jílová břidlice).



Obr. 14.: *Chondrites targionii*. Podle Fu (1991).

**Poznámky:** Zachovává se v jílových břidlicích, kde je jeho morfologie narušena poměrně silně kliváží (šachty jsou zploštělé). Obzvláště typické je to v bazálních částech moravického souvrství. Ve větvení dominují větve druhého řádu, vzácně se mohou objevit i větve dalšího řádu. Obvykle je stopa vyplněna stejným materiálem jako okolní hornina.

**Výskyt:** Čermná, Klokočov, Malý Rabštýn, Olšovec, Velká Střelná, Zálužné.

### ***Chondrites* isp.**

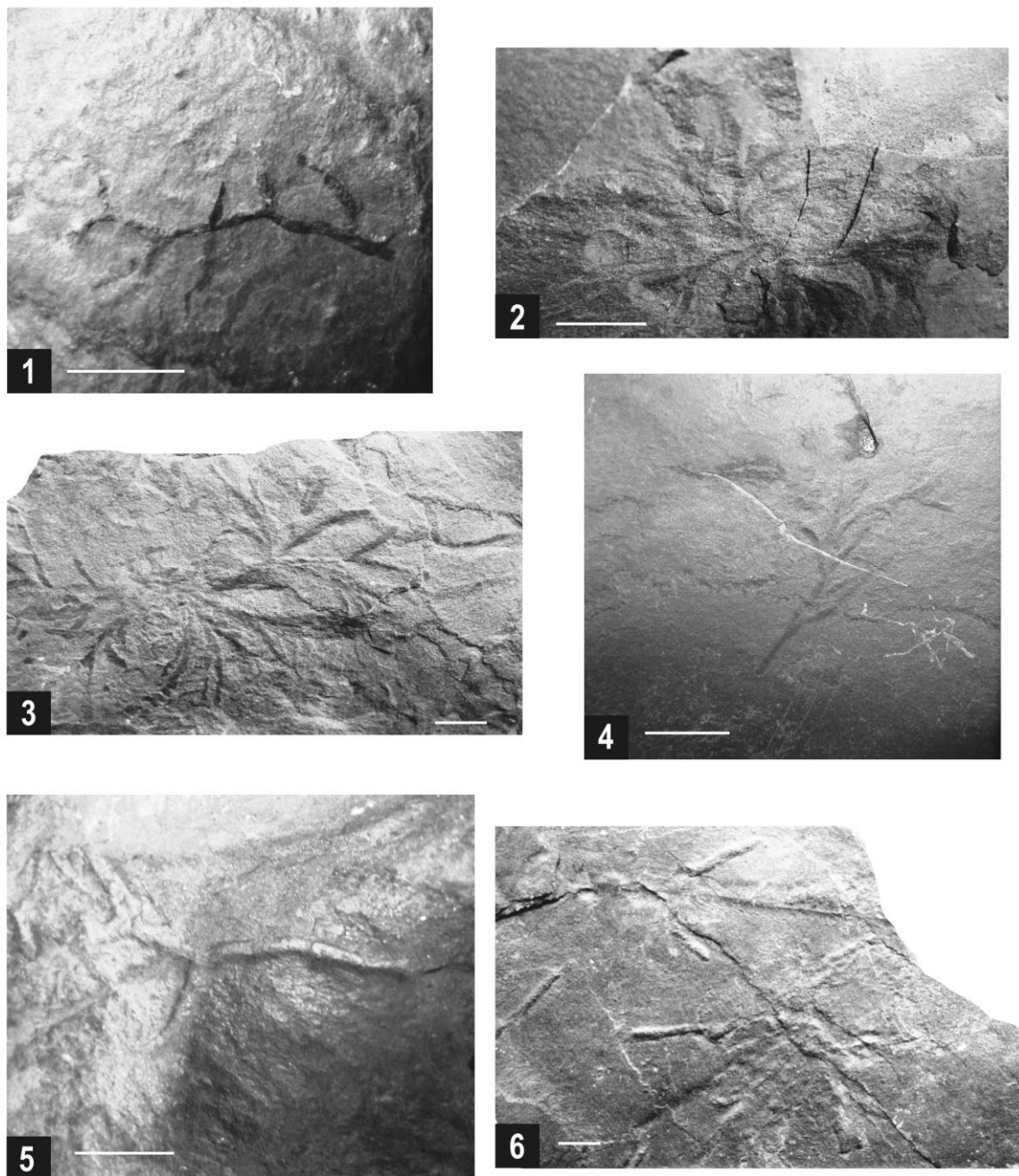
Tab. I, obr. 5, 6.

**Materiál:** 54 kusů v jílové břidlici, prachovci a jemnozrné drobě.

**Popis:** Neúplný systém větvících se stop. Větvení probíhá většinou pod ostrým úhlem. Ze zachovaných fragmentů není možno určit, o který řád větvení se jedná. Do této skupiny zařazují i systémy kruhovitých až eliptických průřezů na vrstevních plochách.

**Výskyt:** Čermná, Domašov nad Bystřicí – lůmek při modré turistické značce, Hrabůvka, Jívová, Klokočov, Malý Rabštýn, Nejdek, Olšovec, Velká Střelná, Zálužné.

**TAB. I.**



**TAB. I.:**

- 1 - *Chondrites intricatus* (BRONGNIART 1823), Malý Rabštýn, KGE 99.
- 2 - *Chondrites targionii* (BRONGNIART, 1828), Olšovec, KGE bez inv. č.
- 3 - *Chondrites targionii* (BRONGNIART, 1828), Velká Střelná, KGE bez inv. č.
- 4 - *Chondrites intricatus* (BRONGNIART 1823), Nové Těchanovice, KGE 632.
- 5 - *Chondrites* isp., Jívová, KGE bez inv. č.
- 6 - *Chondrites* isp., Malý Rabštýn, KGE bez inv. č.

## **Cosmorhappe FUCHS, 1895**

**Typický ichnodruh:** *Helminthopsis sinuosa* AZPEITIA MOROS, 1933

**Diagnóza:** Nevětvené grafoglyptidní stopy, s dvěma řády meandrů nebo vln (Uchman 1998, modifikováno podle Seilachera, 1977).

**Stratigrafické rozpětí:** Kambrium – recent.

### ***Cosmorhappe isp.***

non 2004 ?*Cosmorhappe isp.* – Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 83, tab. III, obr. 3 (= *Dictyodora liebeana*).

**Materiál:** 15ks v prachovci nebo jílové břidlici.

**Popis:** Jedná se o ploché stopy bez výraznějších struktur. Jejich průběh je totožný s vrstevnatostí hornin – především prachovců a jílových břidlic. Rod se řadí mezi tzv. grafoglyptidní stopy. Jedná se o (většinou pravidelně) meandrující stopy. V moravskoslezském kulmu mohou představovat i části jiných stop.

**Poznámky:** Pek a Zapletal (1975) interpretují podle Pfeiffera (1968) meandrující stopy (s meandry druhého řádu) jako zástupce rodu *Cosmorhappe*. Na tomto základě identifikovali ve spodnokarbonských sedimentech kulmské facie několik druhů: *C. timida* PFEIFFER, 1969; *C. kettneri* PEK&ZAPLETAL, 1975; *C. dvoraki* LANG, PEK&ZAPLETAL, 1979. Uchman (1998) však ve své revizi tyto druhy z rodu *Cosmorhappe* vyčlenil. V moravickém souvrství se obvykle jedná především o zástupce druhu *Gordia* sp., meandrující bazální části stop druhu *Dictyodora liebeana* a nepříliš dobře zachované meandrující stopy náležející k ichnodruhu *Nereites missouriensis*; Mikuláš, Lehotský a Bábek (2004) uvádějí nálezy ichnodruhu z lokality Malý Rabštýn. Zde se však bezpochyby jedná o části stop druhu *Dictyodora liebeana*. Jimi v tabuli III, obr. 3 vyobrazený jedinec identifikovaný jako ?*Cosmorhappe isp.* je evidentně částí stopy *Dictyodora liebeana* se zachovaným meandrem prvního a druhého řádu.

**Výskyt:** Čermná, Hrabůvka, Klokočov, Lhotka, Nové Těchanovice, Olšovec, Staré Oldřůvky, Velká Střelná Zálužné.

## Dictyodora WEISS, 1884

**Typický ichnodruh:** *Dictyophyton ? liebeanum* GEINITZ, 1867.

**Diagnóza:** Komplikované trojrozměrné stopy se spreiten-strukturami, kónického, helikoidálního tvaru, orientované kolmo nebo kose k vrstevnatosti, terminálně se zužující. Vnější povrch je komplikované architektury, zprohýbaný, zřasený, digitující. V horizontálních řezech se diktyodory projevují jako meandrující linie (podle Peka, 1986).

**Stratigrafické rozpětí:** Kambrium – karbon.

### *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867)

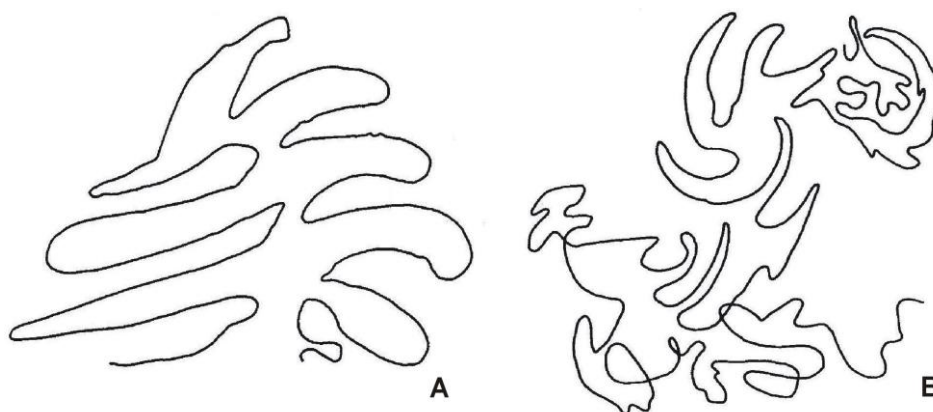
Tab. II, obr. 1-6; text. obr. 15-18.

- ? 1864 *Crossopodia thuringiaca*. - Geinitz: str. 3-4, tab. I, obr.1,2, tab. II, obr. 3a, 3b?
- \* 1867a *Dictyophyton ? Liebeanum*. - Geinitz: str. 286-288, tab. III, obr. 3.
- ? 1867b *Phyllodocites thuringiacus*. - Geinitz: str. 3-4, tab. III, obr. 1.
- 1870 *Nemertites Sudeticus*. - Roemer: str. 54, tab. 6, obr. 7.
- v 1875 *Crossopodia moravica*. - Stur: str. 96.
- v 1875 *Nemertites sudeticus* ROEMER. - Stur: str. 96-98.
- 1884 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Weiss: str. 84, tab. XII, obr. 3
- 1892 *Dictyodora liebeana* WEISS. - Zimmermann: str. 28, obr. 1.
- 1893 *Dictyodora liebeana* WEISS. - Zimmermann: str. 155, obr. 1-5.
- 1897 *Crossopodia moravika* STUR. - Rzehak: str. 90.
- 1899 *Dictyodora liebeana* WEISS. - Potonié: str. 33-35, 352, obr. 7-9.
- 1903 *Nemertites sudeticus* ROEMER. - Walter: str. 76.
- 1910 *Myrianites gracilis*. - Delgado: str. 28
- v 1929 *Crossopodia moravica* STUR. - Patteisky: str. 204, tab. 24, obr. 5.
- v 1929 *Dictyodora sudetica* ROEMER. - Patteisky: str. 204, tab. 24, obr. 2, 3, 4.
- v 1929 *Nemertites silesicus*. - Patteisky: str. 203, tab. 24, obr. 6, 7, 8.
- 1929 *Nemertites sudeticus* ROEMER: str. 47.
- 1954 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pfeiffer: str. 71, tab. 5, obr. 2.
- 1955 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Seilacher: str. 126.
- 1959 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pfeiffer: str. 425-432, tab. I, obr. 1-3, tab. II, obr. 4,6, tab. III, obr. 8, 10, 11.
- 1960 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pfeiffer: str. 34, 37, 40-42, obr. 7e,f.
- 1962 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Häntzschel: str. W189, W191, obr. 119.
- 1964 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Volk: str. 174, obr. 14-16, tab. 9, obr. 1.
- 1965 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Häntzschel: str. 31.
- 1969 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pfeiffer: str. 689-690, obr. 3.25, tab. 10, obr. 1-4.
- 1969 *Phyllodocites thuringiacus*. - Pfeiffer: str. 686-687, obr. 3.19, tab. IV, obr. 9, tab. 9, obr. 1-4.
- 1975 *Dictyodora sudetica* ROEMER. - Kapler: str. 87.
- 1975 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Häntzschel: str. 60, obr. 38/2c,d.
- v 1978 *Dictyodora sudetica* (ROEMER). - Pek, Zapletal&Lang: str. 255, tab. IV, obr. 1-3.
- v 1978 *Crossopodia moravica* PATTEISKY. - Pek, Zapletal&Lang: str. 256, tab. III, obr. 1.
- v 1979 *Crossopodia moravika* PATTEISKY. - Lang, Pek&Zapletal: str. 70, tab. VI, obr. 2.
- v 1979 *Dictyodora sudetica* (ROEMER). - Lang, Pek&Zapletal: str. 81, obr. 3, tab. VIII, obr. 3, 4.
- 1982 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Benton: str. 120, 123-128, 129, obr. 6G, 7, 8, 10D.

- 1982 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Müller: str. obr. 15.
- v 1986 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pek (mscr.): str. 65-86, obr. 10-13, tab. 8, obr. 1-4, tab. 9, obr. 1-4, tab. 10, obr. 1-2, tab. 11, obr. 1-2, tab. 12, obr. 1-4, tab. 13, obr. 1, tab. 14, obr. 1, tab. 15, obr. 1-2.
- v 1987 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Zapletal&Pek: str. 48.
- 1989 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ).- Stepanek&Geyer: str. 16-18, obr. 4, tab.1, obr. 6-8, tab. 2, obr. 9-16.
- v 1990 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Zapletal&Pek: str. 54, tab. 1, obr. 1; text. obr. 1.
- v 1991 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Zapletal: str. 184.
- v 1994 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Pek, Otava&Maštera: str. 57, obr. 1-2 a, b.
- v 1994 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Zapletal: str. 68.
- v 1998 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Janoška, Pek&Zapletal: str. 54, obr. 4 a, b,c.
- v 2002 *Dictyodora liebeana* (GEINITZ). - Lehotský: str. 8, tab. I, obr. 2, 3.
- v 2004 *Dictyodora liebeana*(GEINITZ). - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 84, tab. II, obr. 4, tab. III, obr. 1, 2, 4, tab. IV, obr. 1-4, tab. VI, obr. 2.
- v 2005 *Dictyodora liebeana*. - Lehotský&Zapletal: str. 196, tab. 2, obr. D.

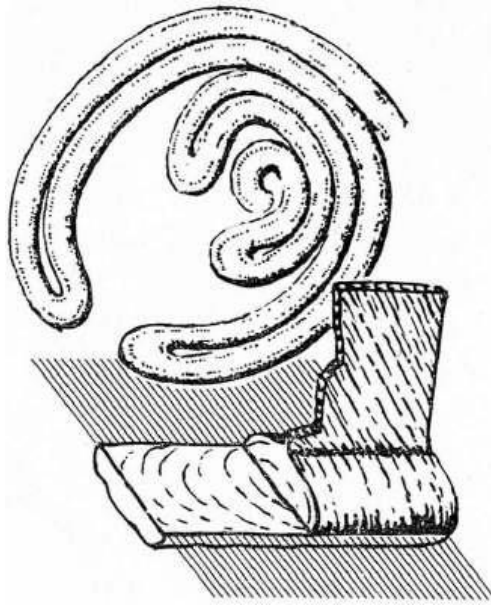
**Materiál:** Stovky kusů z různých lokalit, obvykle horizontálních řezů.

**Popis:** *Dictyodora liebeana* je v jílovcích a prachovcích zachována převážně v podobě horizontálních řezů probíhajících v různých výškových úrovních stavby stopy. Morfologicky vytváří dómatické stavby různé architektury. Nejčastěji probíhají kolmo nebo subhorizontálně na vrstevnatost jílovců nebo prachovců. Nejlépe jsou patrný na řezech paralelních s vrstevnatostí, kde vytvářejí přímé či zakřivené a meandrující nebo prstovitě vybíhající linie (obr. 15A,B; 16, 17). Na transverzálních řezech je možno pozorovat spreiten-struktury. Pro bližší popis včetně detailní synonymiky odkazují na práci Stepanek a Geyer (1989).

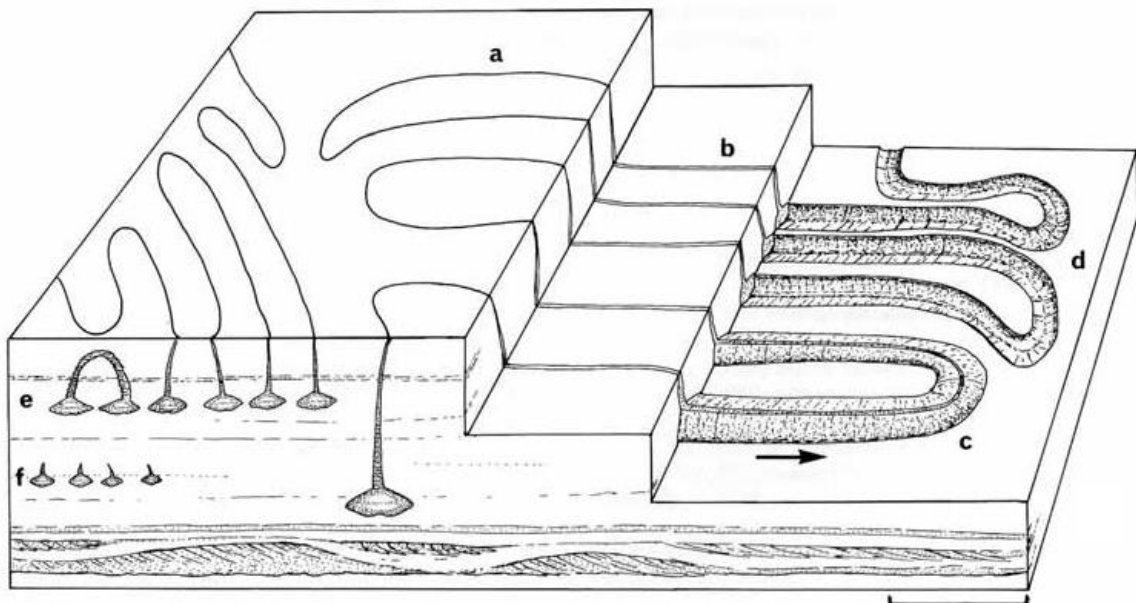


Obr. 15.: *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867). A – pravidelné, vysoké meandry; B – intenzivně meandrující až chaotický průběh stopy. Lokalita Jívová. Podle Peka (1986).





Obr. 16.: Spirální stavba stopy *Dictyodora liebeana* – její obvyklá struktura a příčný řez stopou. Na bázi se spreiten-strukturami. Podle Seilachera (1967b).



Obr. 17.: Blokdiagram morfologických projevů rodu *Dictyodora* v sedimentu (Benton a Trewin, 1980): a – řez svrchní částí stavby, b – řez ve střední části stavby blízko báze, c - konvexní reliéf báze stopy (zachovaná výplň sedimentem), d – konkávní reliéf báze stopy (bez výplně sedimentem), e – efekt inklinujících stěn stopy v zákrutech meandrů (příčný řez), f – počáteční stadia stopy v příčném řezu. Měřítko 1cm.

**Poznámky:** U dřívějších označení taxonu – *Nemertites silesicus* a *Crossopodia moravica* se jedná pouze o jiné jméno pro bazální části druhu.

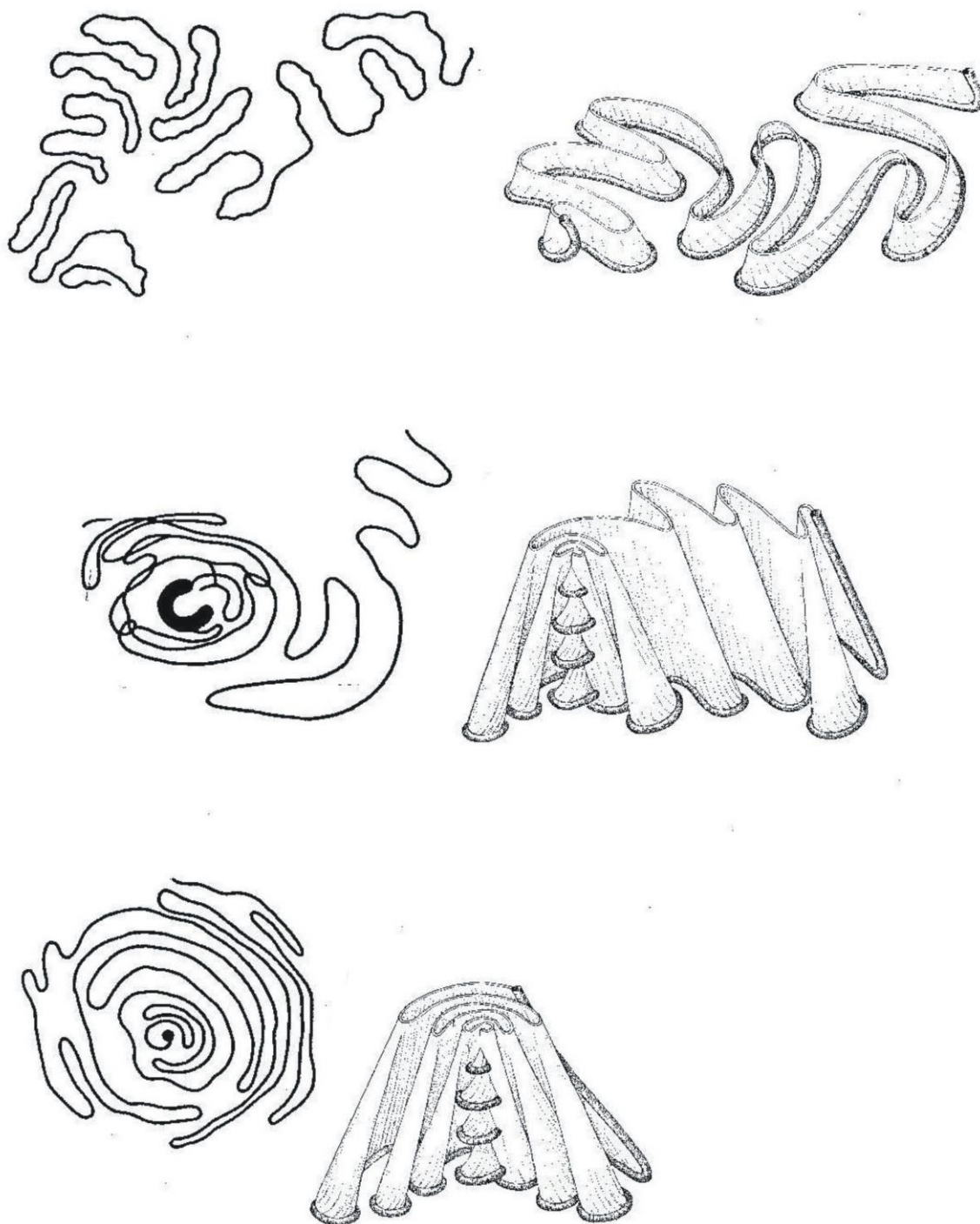
Lang, Pek a Zapletal (1979) připouštějí, že druh *D. sudetica* (ROEMER, 1870) představuje možné subjektivní synonymum druhu *D. liebeana* - tento názor potvrzují.

Za původce stopy bývají pokládány vermiformní organismy a měkkýši, kteří efektivně využívají okolní dno jako zdroj potravy. Benton a Trewin (1980) soudí, že nepravidelné meandry představují pozůstatky vyhledávání sedimentu bohatého na potravu. Organismus obýval bazální část vyhrabané stopy a s povrchem mohl být spojen sifonem. U rodu *Dictyodora* je pak zaznamenán jasný evoluční trend projevující se zvyšováním stěny stavby a zlepšení potravní strategie ve smyslu zahlubování se více do sedimentu (obr. 18).

Původce stopy – červovitý organismus – byl velmi tolerantní k panujícím nepříznivým životním parametrům někdejší pánve. Obvykle indikuje špatně větrané a hlubší prostředí s nižší hladinou fyzikální energie. Ichnodruh je typický pro dobře vytríděné, distální sedimenty s převahou prachovo-jílové frakce. Jedná se o velmi častou paleozoickou fosilní stopu, jejíž stratigrafické rozšíření sahá od ordoviku po karbon s maximy výskytu ve středním a svrchním ordoviku a dále ve spodním karbonu.

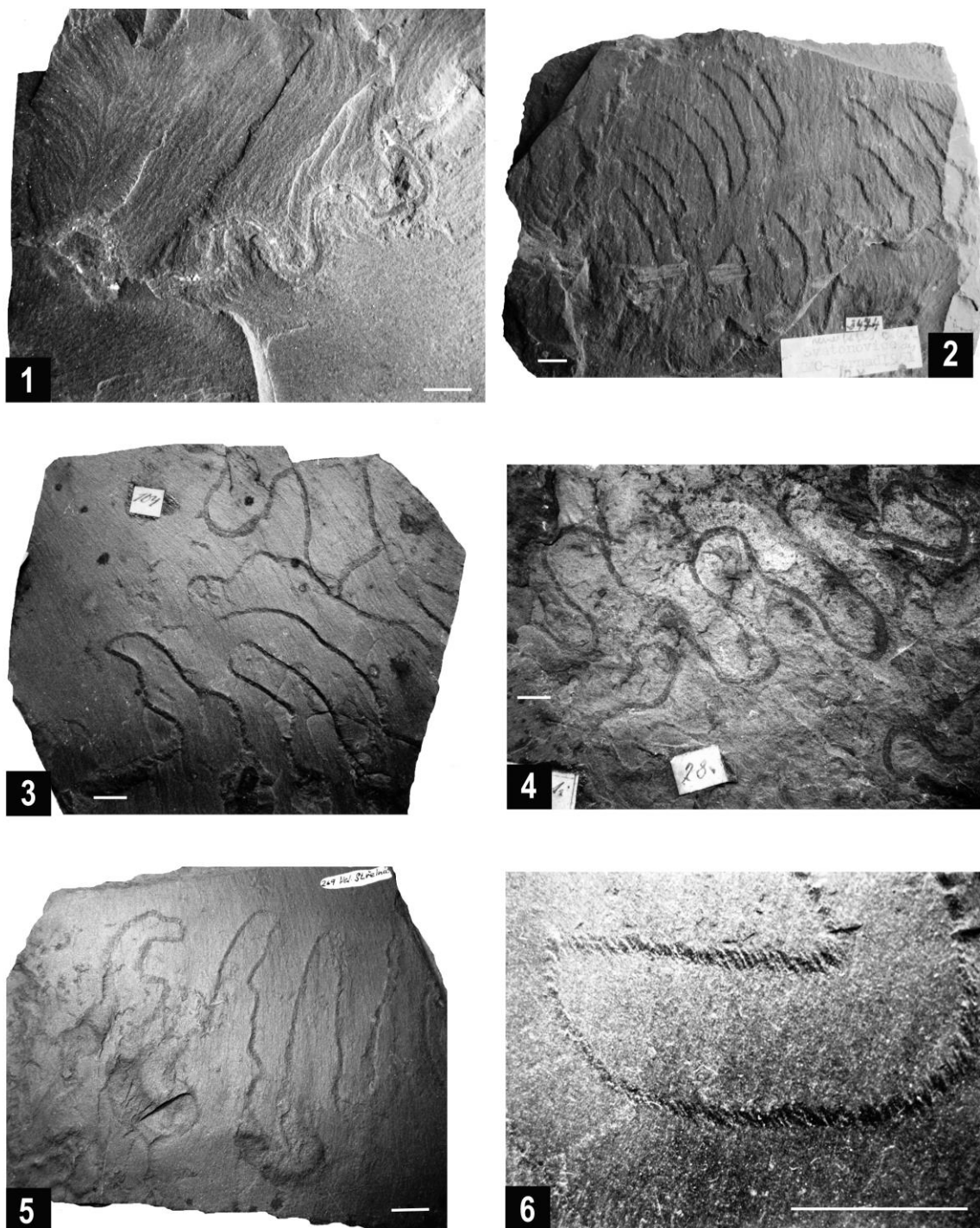
Zapletal (1994), Pek, Otava a Maštera (1994) a Janoška, Pek a Zapletal (1998) ve svých výzkumech přiřazují i na základě výskytu druhu *D. liebeana* spodnokarbonské sledy v širším okolí Městečka Trnávky k nereitové ichnofacii. Podle Freye a Pembertona (1984) a Uchmana (1995) jsou však hlavním vodítkem pro určení nereitové ichnofacie grafoglyptidní stopy. V kulmu Nízkého Jeseníku je patrný velmi hojný výskyt stop ichnodruhu *D. liebeana* při bázi moravického souvrství (bělské vrstvy) a jejich postupné ubývání směrem k jeho stropu. Ichnodruh je v moravickém souvrství typický pro proximální části výnosových vějířů. Obvykle dominuje v dobře vytríděných turbiditech, a to v jejich jílovo-prachových členech.

**Výskyt:** Bělkovice, Boňkov, Brumovice, Budišov nad Budišovkou, Čermná, Domašov nad Bystřicí – bývalý železniční lom, Domašov nad Bystřicí – lůmek při modré turistické cestě, Hrabůvka, Hrubá Voda, Jakartovice, Jívová, Klokočov, Kružberk, Lhotka, Nejdek, Nové Těchanovice, Olšovec, Těšíkov, Staré Oldřůvky, Skoky, Svatoňovice, Svobodné Heřmanice, Velká Střelná, Zálužné.



Obr. 18.: Změny v morfologii architektury stopy rodu *Dictyodora* související se změnami strategie vyhledávání potravy, podle Seilachera (1967a): a – několik milimetrů vysoká stopa s dlouhými prstovitými meandry (kambrium), b, c – hluboce založená stopa s vysokou architekturou, těsnými meandry a spirální částí, svědčící o intenzivním přepracování úživného substrátu (karbon). Vlevo horizontální řez, vpravo prostorová rekonstrukce.

TAB. II.



**TAB. II:**

- 1 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), Nové Těchanovice, VMO 27755.
- 2 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), Svatoňovice, VMO 3474.
- 3 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), Velká Střelná, VMO 29901.
- 4 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), Melč, VMO bez inv.č.
- 5 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), Velká Střelná, KGE 249.
- 6 - *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867), detail meandru, Těšíkov, KGE bez inv. č.

## *Diplocraterion* TORELL, 1870

**Typický ichnodruh:** *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870.

**Diagnóza:** Paralelní trubice ve tvaru písmene „U“ se spreiten-strukturami (Fürsich 1974).

**Stratigrafické rozpětí:** Kambrium – recent.

## *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870

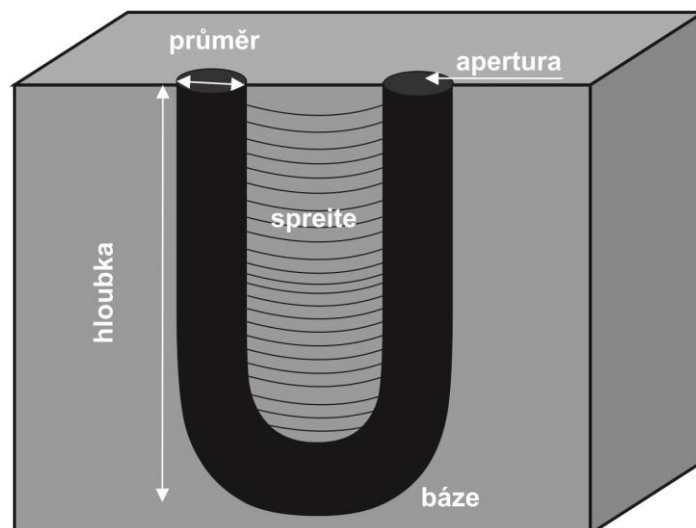
Tab. III, obr. 1-5, Text. obr. 19.

- \* 1870 *Diplocraterion paralellum*. - Torell: str. 13.
- 1948 *Arenicolites* sp. - Hromada: str. 8, tab. 4, obr. 9-10.
- 1972 Stopa tvaru „U“. - Dvořák: str. 101, tab. 1, obr. 1; tab. 2, obr. 2.
- 1973 *Arenicolites* sp. - Lang: str. 10, text. obr. 23/10.
- 1974 *Diplocraterion paralellum* TORELL. - Fürsich: str. 952, text. obr. 2.
- 1977 *Diplocraterion paralellum* TORELL. - Chamberlain: str. 12, obr. 2f, 5f.
- 1979 *Arenicolites* sp. - Lang, Pek&Zapletal: str. 71, tab. 3, obr. 1-5; tab. 4, obr. 4-6, text. obr. 6.
- 1980 *Arenicolites* sp. - Pek&Zapletal (mscr.): str. 94, text. obr. 18.
- 1986 *Arenicolites* sp. - Pek (mscr.): 147, tab. 27, obr. 1-6; tab. 28, obr. 1-8; tab. 29, obr. 1-10; tab. 30, obr. 1-7; tab. 31, obr. 1-2; tab. 32, obr. 1; text. obr. 26/1-2.
- 2004 *Diplocraterion paralellum* TORELL. - Pervesler&Uchman: str. 104, obr. 3.4-5.
- v 2004 *Diplocraterion paralellum* TORELL. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 84, tab. X, obr. 1.
- 2007 *Diplocraterion paralellum* TORELL. - Šimo&Olšavský: str. 167, obr. 4, 5, 6, 7B.

**Materiál:** 78 kusů a další stovky kusů pozorovaných přímo v terénu.

**Popis:** Trubicovité stopy vertikálního průběhu a tvaru subtilního písmene „U“. Typická je přítomnost spreiten-struktur mezi oběma rameny. Tyto struktury ovšem mohou v jesenickém materiálu velmi často chybět. Důvodem je špatné zachování a působení kliváže, která tyto jemné příčky mezi rameny trubic stírá. Trubice jsou obvykle vyplněny jiným materiálem, než je okolní hornina. Nejčastější výplň představuje v okolních prachovcích až jílovcích jemnozrná droba.

Příčný průřez stopou je obvykle kruhovitý, méně často eliptický. Průměr trubic se pohybuje v intervalu od 3 do 15mm, délka trubic je různá (nejdelší zjištěný rozměr v terénu je 780 mm). Vzdálenost mezi rameny se pohybuje mezi 15-45mm.



Obr. 19.: *Diplocraterion parallelum* s vyznačenými protruzivními spreite-strukturami.  
Podle Fürsicha (1974).

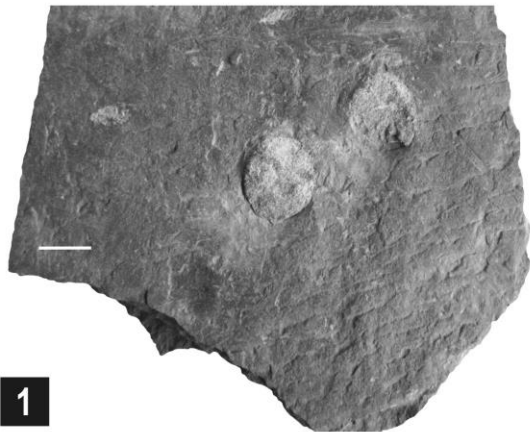
**Poznámky:** Doupata ve tvaru písmene „U“ představují ve spodnokarbonských sedimentech kulmské facie Nízkého Jeseníku poměrně známý taxonomický problém. V zásadě mohou tyto stopy náležet k rodům *Diplocraterion*, *Arenicolites*, *Rhizocorallium* a *Furculosus*. Zatímco rod *Diplocraterion* má vertikální trubice se spreiten-strukturami, rod *Arenicolites* s vertikálními trubicemi spreiten-struktury postrádá. Podobné rozdíly mají i další stopy tvaru „U“ s horizontálním až subhorizontálním průběhem. Rod *Rhizocorallium* má přítomny spreiten-struktury, rod *Furculosus* naopak. V moravickém souvrství vykazují stopy tvaru písmene „U“ podobné rozměry, proto je nasnadě domnívat se, že původce stopy je s největší pravděpodobností tentýž a přítomnost/nepřítomnost spreiten-struktur se dá poměrně jednoduše zdůvodnit nestálými sedimentačními poměry a postdepozičními procesy.

Pek (1986) uvádí, že kruhovitý průřez trubic je typický pro vertikální stopy, naopak eliptický pro stopy ukloněné vůči vrstevnatosti. Tento „obecný“ znak nebyl na mnou studovaném materiálu pozorován.

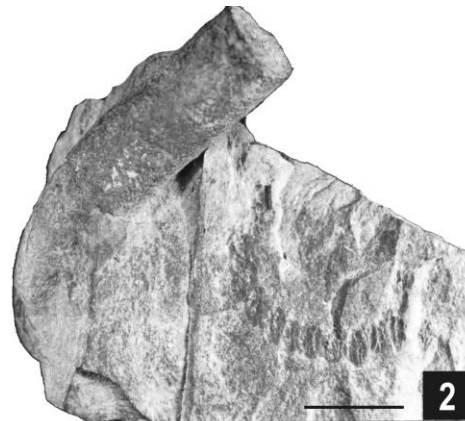
*Diplocraterion* je interpretován jako permanentní obytná struktura (domichnion), kterou mohou produkovat požírači suspenze nebo bentózní predátoři (Bromley, 1996; Fürsich, 1975). Stopa je také řazena dle etologické klasifikace mezi tzv. *equilibrichnia* – tedy „vyrovnávací“ struktury, reagující na sedimentaci a erozi mořského dna (D’Alessandro a Bromley, 1986).

**Výskyt:** Hrabůvka, Klokočov, Lhotka, Nejdek, Nové Těchanovice, Olšovec.

**TAB. III.**



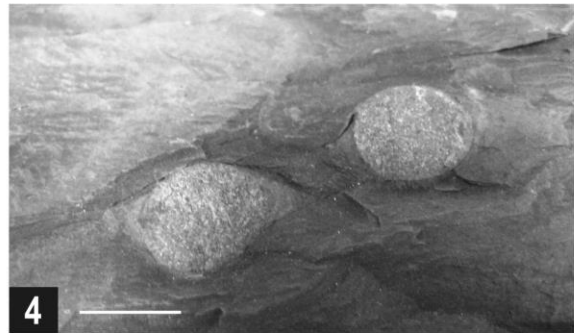
**1**



**2**



**3**



**4**



**5**



**6**

**Tab. III.:**

- 1 - *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870, Hrabůvka, KGE bez inv. č.
- 2 - *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870, báze stopy, Olšovec, KGE bez inv. č.
- 3 - *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870, řez trubicemi, Nové Těchanovice, KGE 633.
- 4 - *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870, Olšovec, KGE bez inv. č.
- 5 - *Diplocraterion paralellum* TORELL, 1870, obnažená plocha prachovců s jedinci druhu, Hrabůvka.
- 6 - *Furculosus* isp., Hrabůvka, KGE bez inv. č.

### *Falcichnites* STEPANEK&GEYER, 1989

**Typický ichnodruh:** *Falcichnites lophoctenoides* STEPANEK&GEYER, 1989.

**Diagnóza:** Jedná se o horizontální potravní stopu, pro kterou jsou typické na zakřivené straně ve stejné vzdálenosti poloměsíčitě větve přibližně stejné délky, obvykle orientované šikmo k místu přijímané potravy.

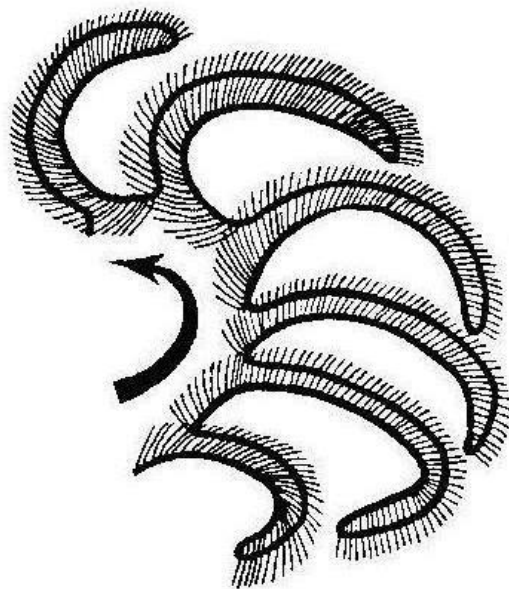
**Stratigrafické rozpětí:** Karbon.

### *Falcichnites lophoctenoides* STEPANEK&GEYER, 1989

Tab. IV, obr. 3; text. obr. 20.

- \* 1989 *Falcichnites lophoctenoides*. - Stepanek&Geyer: str. 19-20, obr. 5, tab. 2, obr. 9, tab. 3, obr. 17, 18.
- v 2002 *Falcichnites lophoctenoides* STEPANEK&GEYER. - Lehotský: str. 8, tab. 1, obr. 1.
- v 2004 *Falcichnites lophoctenoides* STEPANEK&GEYER. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 85, tab. 5, obr. 1.

**Materiál:** 1ks v jílové břidlici.



Obr. 20.: Rekonstrukce průběhu stopy druhu *Falcichnites lophoctenoides*.  
Podle Stepanek a Geyer (1989).



**Popis:** Pět řad mělkých a krátkých trubic v semireliéfu zachovaných v jílové břidlici. Trubičky jsou obvykle orientovány kose k průběhu řad. Jsou dlouhé 3-5mm a široké do 2mm. Řady mají délku 20-30mm, jejich průběh je těsný, subparalelní, mírně se otáčející. Výplň trubiček je jemnější a tmavší než u okolního sedimentu.

**Poznámky:** Tento ichnotaxon popsáný Stepankovou a Geyerem (1989) byl doposud znám pouze z německého kulmu. Holotyp inv. číslo: PIW 89125a je v této práci vyobrazen (obr. 20). Typovou lokalitou je břidlicový lom severozápadně od Dürrenwaiderhammer v Německu, kde je také ve spodnokarbonských dürrenwaiderských břidlicích stanoven typový horizont. Stopa může být považována za přechodnou formu mezi grafoglyptidními formami a druhy se spreiten-strukturami. Pro bližší interpretaci odkazují na výše zmiňovanou práci.

**Výskyt:** Domašov nad Bystřicí – bývalý železniční lom.

### **Furculosus RONIEWICZ&PIEŃKOWSKI, 1977**

**Typový ichnodruh:** *Furculosus carpathicus* RONIEWICZ&PIEŃKOWSKI, 1977.

**Diagnóza:** Válcovité stopy propojené obloukem s paralelními nebo rozbíhavými rameny (podle Roniewicz&Pieńkowski, 1977).

**Stratigrafické rozpětí:** Ordovik - jura.

***Furculosus isp.***

Tab. II, obr. 6.

v 2004 *Furculosus isp.* - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86, tab. X, obr. 2-4.

**Materiál:** 5 kusů v plném reliéfu.

**Popis:** Horizontální až subhorizontální stopy tvaru písmene „U“, které mezi oběma trubicemi nemají spreiten-struktury. Rozměry stop v moravickém souvrství jsou prakticky totožné s rozměry zástupců druhu *Diplocraterion parallelum* (viz výše) a *Rhizocorallium isp.* (viz

dále). Obvykle jsou trubice v příčném řezu kruhové nebo eliptické o průměru do 15mm. Průměrná vzdálenost mezi rameny činí 25-50mm.

**Poznámky:** Stopa je Roniewiczem a Pieńkowskim (1977) řazena mezi pascichnia – potravní stopy. Pro další poznámky a odlišení od ostatních stop tvaru písmene „U“ viz poznámky u druhu *Diplocraterion parallelum*. Stopa je známa jak z mělkovodních, tak i hlubokomořských sedimentů. Morfologicky podobná s popisovaným druhem je *Gordia arcuata* KSIĄŻKIEWICZ, 1977. *Furculosus* se odlišuje pouze menším průměrem trubic v ramenech a větším středním obloukem.

**Výskyt:** Olšovec.

### **Gordia EMMONS, 1844**

**Typový ichnodruh:** *Gordia marina* EMMONS, 1844.

**Diagnóza:** Vermiformní, relativně dlouhá a štíhlá stopa. Má v celé délce shodnou šířku, je obvykle bezstrukturní, nepravidelně vinutá a zakřivená. Může vytvářet smyčky, být překřížená, s nepravidelnými meandry (Häntzschel, 1975).

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

### ***Gordia isp.***

Tab. IV, obr. 1, 2.

**Materiál:** 74 kusů zachovaných na plochách jílových břidlic a mnoho pozorování přímo v terénu.

**Popis:** Jedná se o povrchové hladké, nevětvené, zakřivené, bezstrukturní stopy. Někdy je přítomno překřížení i charakteristický smyčkovitý průběh stopy. Uprostřed stopy bývá zachována středová linie (fekální páska?). Stopy jsou široké do 5mm při různé délce, nikdy pravidelně nemeandrují.

**Poznámky:** Detailně se stopou zabývá ve své práci Fillion a Pickerill (1990), Pickerill a Peel (1991) nebo Uchman (1998). Zde je uvedena také kompletní synonymika i detailní popis. Pro moravskoslezský kulm má velký význam přeřazení většiny kosmorafidních stop právě do druhů rodu *Gordia*. Uchman (opus cit.) takto vyčlenil z ichnorodu *Cosmorhappe* druhy známé, popřípadě i nově popsané z našeho kulmu. Jmenovitě se jedná o *C. timida* PFEIFFER, *C. kettneri* PEK A ZAPLETAL a *C. dvoraki* LANG, PEK A ZAPLETAL. Ve shodě a po osobní konzultaci (Uchman, ústní sdělení) je možno druhy takto přeřadit. K obdobným závěrům dospěli i Kováček (2015) a Kováček a Lehotský (2014; 2015). Druh je hojný především ve vyšších částech moravického souvrství. Naše vzorky se nejvíce přibližují druhu *G. marina* EMMONS, 1844.

Jistou podobnost díky náhodně vytvářeným překřížením stopy jeví studované vzorky s rodem *Helminthoidichnites*. Obdobnou afinitu mají k rodu *Helminthopsis* HEER, 1877.

**Výskyt:** Boňkov, Čermná, Hrabůvka, Klokočov, Lhotka, Nové Těchanovice, Olšovec, Zálužné.

### **Laevicyclus QUENSTEDT, 1881**

**Typový ichnodruh:** *Laevicyclus mongraensis* VERMA, 1970.

**Diagnóza:** Stopy přibližně cylindrického tvaru, ležící vždy kolmo k vrstevnatosti. Průměr stop je druhově odlišný, ve střední části leží centrální kanál. Na vrstevních plochách se projevují jako pravidelné kruhovitě až subcirkulární struktury s průměrem do několika prvních centimetrů (podle Häntzschela, 1975). Rod *Laevicyclus* je znám od prekambria (Crimes, 1987) do miocénu (Uchman, 1995). Stepanek a Geyer (1989) však uvádějí jeho výskyt až do recentu.

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – miocén (recent).

***Laevicyclus isp.***

Tab. IV, obr. 4, 5; text. obr. 21.

|        |      |  |
|--------|------|--|
|        | 1881 | <i>Laevicyclus</i> . - Quenstedt: str. 577, tab. 164, obr. 35.                   |
|        | 1934 | <i>Cyclozoon</i> . - Schmidt: str. 5, obr. 5, 9, 10, 12.; partim obr. 7, 8.      |
|        | 1953 | <i>Laevicyclus</i> . - Seilacher: str. 430, obr. 5.                              |
| partim | 1962 | <i>Laevicyclus</i> . - Häntzschel: str. W201, obr. 123/3b (non 3a).              |
| ?      | 1964 | Entgasungskrater? - Häntzschel: str. tab. 3, obr. 1.                             |
|        | 1969 | <i>Laevicyclus</i> sp. - Pfeiffer: str. 684, Tab. 7, obr. 1, 2; text. obr. 3/14. |
| *      | 1970 | <i>Laevicyclus mongraensis</i> . - Verma: str. 38, tab. 1, obr. 6.               |
|        | 1970 | <i>Laevicyclus</i> sp. - Frey: str. 15, obr. 3, F, tab. 4, obr. 2-3.             |
| partim | 1975 | <i>Cyclozoon philippi</i> WURM. - Alpert&Moore: str. 229.                        |
|        | 1989 | <i>Laevicyclus</i> sp. - Stepanek&Geyer: str. 20, tab. 4, obr. 31-33.            |
| v      | 1990 | <i>Laevicyclus</i> ichnosp. - Zapletal&Pek: str. 54, tab. 1, obr. 1.             |

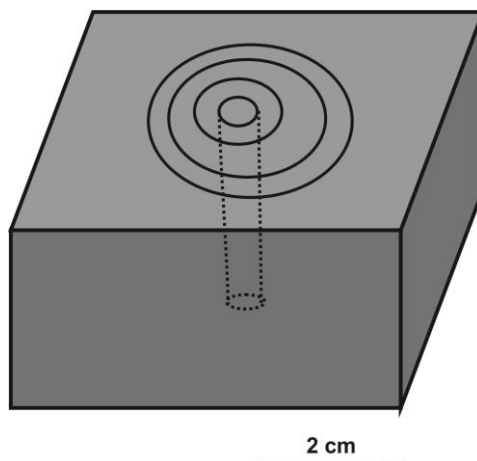
**Materiál:** 12 kusů zachovaných na plochách jílových břidlic.

**Popis:** Kruhovitě méně často eliptické stopy na povrchu vrstevních ploch jílovců. Maximální průměr kruhu je 1,5 cm. Uvnitř jsou patrné další soustředné kruhy (o průměru 5-7mm) obvykle v počtu jednoho až dvou. Zajímavá je pravidelná soustřednost jednotlivých kruhů. Centrální část o průměru 1 – 1,2mm má většinou mírně vystupující reliéf. Hloubka šachty nemohla být z důvodu nepříznivého zachování stop zjištěna. Pravděpodobně ale byla poměrně mělká. Výplň stop je stejná jako okolní hornina.

**Poznámky:** Rod *Laevicyclus* byl v minulosti velmi variabilně interpretován. Od korálnatce přes organismus nejistého postavení a příbuznosti, jako anorganická struktura a samozřejmě i jako fosilní stopa (Häntzschel, 1962). Frey (1970) připouští možnost anorganického původu, ale vzhledem k dostupným vzorkům ponechává tuto otázku otevřenou. Sám Quenstedt (1881) popsal rod jako problematikum. První zprávu o výskytu druhu *Laevicyclus* isp. v jesenickém kulmu podávají Zapletal a Pek (1990). V moravickém souvrství je druh znám pouze z jeho báze (tedy bělských a bohdanovických vrstev). Na lokalitě Svobodné Heřmanice je nacházen v břidlicích s poměrně vysokým výskytem pyritu, který tvoří krychličky o délce hrany 1-2mm.

Alpert a Moore (1975) popisují a interpretují stopu jako vertikální, cylindrickou vyhrabanou strukturu (burrow) s koncentrickými znaky nebo cirkulárními strukturami na svrchních vrstevních plochách. Jedná se podle nich o obytnou strukturu (doupě) červů s přívěsky či chapadélky, kteří se pohybují v kruhu po povrchu vrstvy. Naše exempláře vykazují téměř úplnou shodu se stopami vyobrazenými Pfeifferem (1969) z Německa (Durynsko) a Stepankovou a Geyerem (1989).

**Výskyt:** Malý Rabštýn, Svobodné Heřmanice.



Obr. 21.: Rekonstrukce stopy rodu *Laevicyclus* (podle Freye, 1970).

### **Lophothenium RICHTER, 1850**

**Typový ichnodruh:** *Lophothenium comosum* RICHTER, 1850.

**Diagnóza:** Stopa setává z jedné nebo více větví ohnutých směrem dovnitř, jejichž spojením vzniká hlavní osa (Häntzschel, 1975).

**Stratigrafické rozpětí:** Ordovik – miocén.

### ***Lophothenium isp.***

Tab. IV, obr. 6.

- 1999 *Lophothenium isp.* - Uchman: str. 122, tab. 16, obr. 1-2.
- v 2007 *Lophothenium isp.* - Lehotský&Zapletal: str. 18.

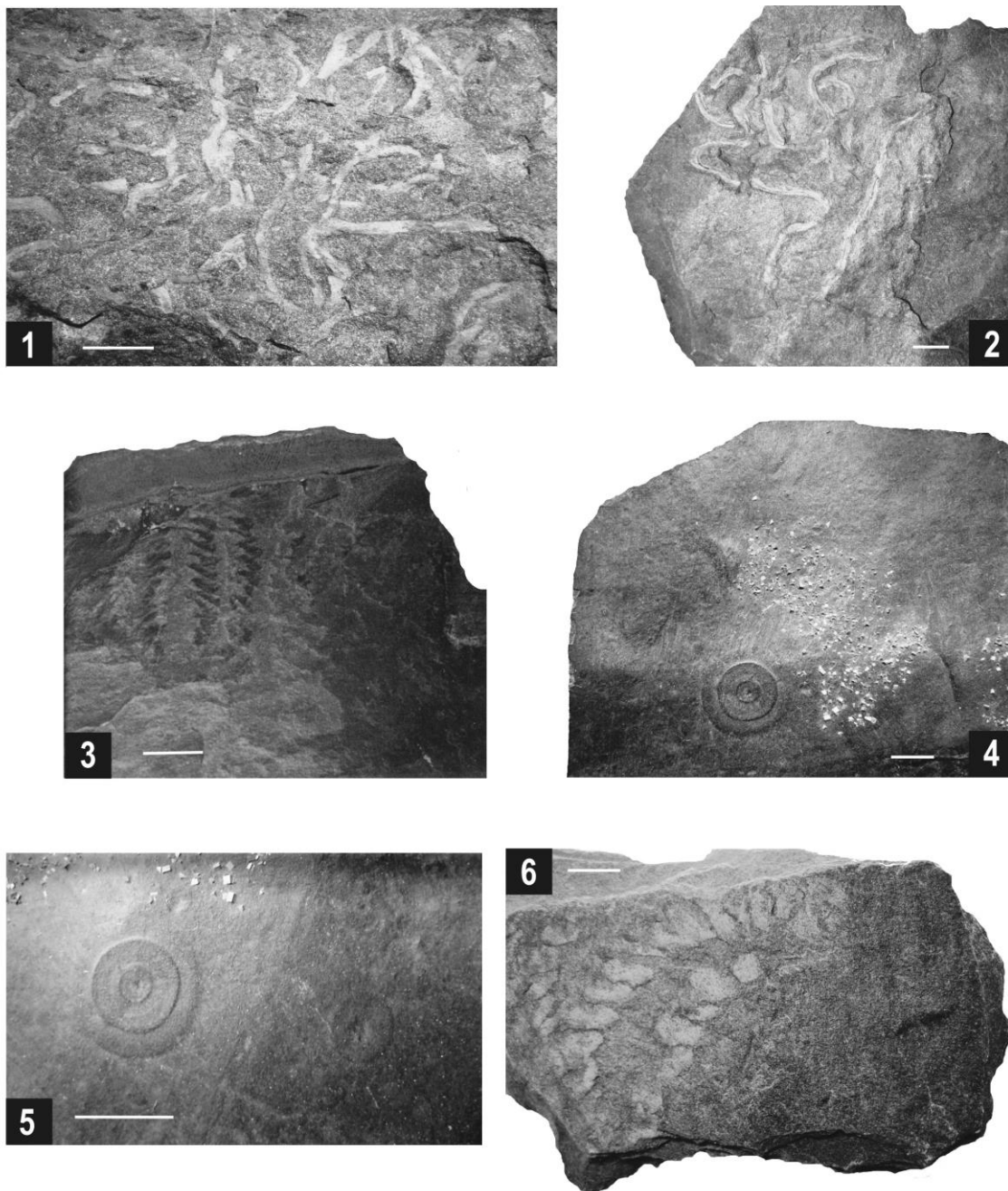
**Materiál:** 2 kusy zachované na vrstevních plochách jílových břidlic.

**Popis:** Struktura tvořená těsně k sobě přiléhajícími fragmenty jednotlivých (tří) srpkovitě prohnutých větví.

**Poznámky:** Zapletal a Pek (1987) uvádějí výskyty rodu *Lophothenium* (druh *L. hartungi*) z báze moravického souvrství (z Velké Střelné), což odpovídá i mým sběrům.

**Výskyt:** Těšíkov, Velká Střelná.

TAB. IV.



**Tab. IV.:**

- 1 - *Gordia* isp., charakteristická překřížení a smyčky stopy; Olšovec, KGE bez inv. č.
- 2 - *Gordia* isp., smyčky a zákruty, Nové Těchanovice, KGE bez inv. č.
- 3 - *Falcichnites lophoctenoides*, Domašov nad Bystřicí, bývalý železniční lom, KGE 856.
- 4 - *Laevicyclus* isp. s hojnými krystalky horninového pyritu, Svobodné Heřmanice, VMO 8720.
- 5 - *Laevicyclus* isp., detail předešlého vzorku, Svobodné Heřmanice, VMO 8720.
- 6 - *Lophoctenium* isp., Těšikov, KGE bez inv. č.

## **Megagraption KSIĄŻKIEWICZ, 1968**

**Typový ichnodruh:** *Megagraption irregulare* KSIĄŻKIEWICZ, 1968.

**Diagnóza:** Fosilní stopy velmi často zachované jako nepravidelné sítě, hypichnia (Uchmanem, 1998 emendovaná diagnóza Książkiewiczze, 1961).

**Stratigrafické rozpětí:** kambrium – eocén.

### ***Megagraption isp.***

Tab. V, obr. 1, 2.

- v 1999 cf. *Megagraption isp.* - Uchman: str. 138, obr. 12.
- non 2004 *Protopaleodictyon isp.* - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. tab. 5, obr. 2, 3 (= *Megagraption isp.*)
- 2007 *Megagraption isp.* - Vaziri&Fürsich: str. 261, tab. 2, obr. 7; tab. 4, obr. 5.

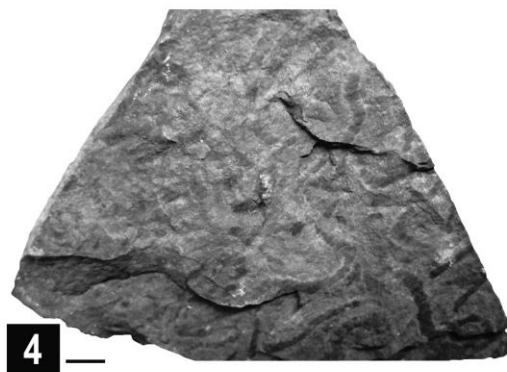
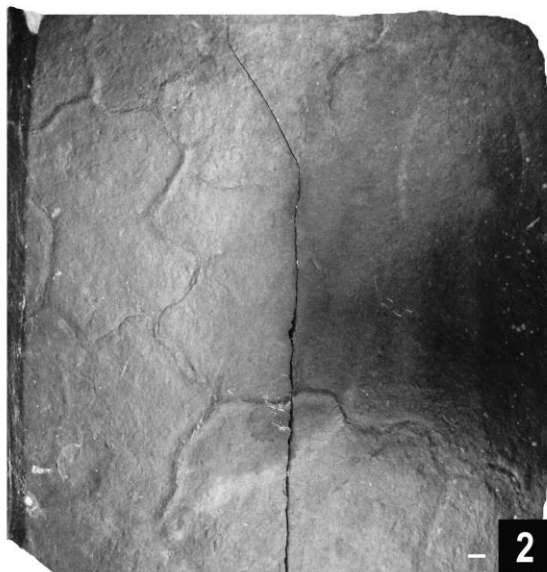
**Materiál:** 2 kusy v jílové břidlici.

**Popis:** Stopy tvořící sítě s nepravidelně ohraničenými buňkami a tedy i nestejně velkými políčky. Stopa je zachována v semireliéfu a s největší pravděpodobností sít' nepravidelných polygonů formují přímé nebo mírně zvlněné chodbičky, jejichž transverzální průměr se pohybuje od 5 do 10 mm.

**Poznámky:** Neúplné zachování stop znemožňuje bližší determinaci, ačkoli se vzorky pocházející z bazálních poloh moravického souvrství morfologicky nejvíce přibližují druhu *M. irregulare* KSIĄŻKIEWICZ, 1968.

**Výskyt:** Malý Rabštýn, Jívová.

**TAB. V.**



**TAB. V.:**

- 1 - *Megagraption* isp., Jívová, KGE 154.
- 2 - *Megagraption* isp., Jívová, KGE bez inv. č.
- 3 - *Nereites missouriensis* (WELLER, 1889), Olšovec, KGE bez inv. č.
- 4 - *Nereites missouriensis* (WELLER, 1889), Olšovec, KGE bez inv. č.
- 5 - *Nereites missouriensis* (WELLER, 1889), Olšovec, KGE 876.



## *Nereites* MACLEAY, 1839

**Typový ichnodruh:** *Nereites cambriensis* MACLEAY, 1839, *Scalartituba missouriensis* WELLER, 1889

**Diagnóza:** Složitá endichnia, sestávající ze střední mnohočetně segmentované části a laterálních obloukovitých až poloměsíčitých partií (podle Peka 1986). Obvykle selektivně zachovaná vinutá až pravidelně meandrující víceméně horizontální stopa (podle Uchman 1995).

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

### *Nereites missouriensis* (WELLER, 1889)

Tab. V, obr. 3-5; text. obr. 22, 23, 24.

Pro detailní synonymiku odkazují na práci Uchmana (1995).

- 1844 *Nereites Jacksoni*. - EMMONS: str. 25, tab. 3, obr. 1
- 1864 *Phyllodocites jacksoni* EMMONS. - Geinitz: str. 2, tab. 1, obr. 1, 2.
- 1929 Kriechspur. - Patteisky: str. 206, tab. 24, obr. 9.
- 1959 *Nereites loomisi* EMMONS. - Pfeiffer: str. -, tab. 3, obr. 9.
- 1968 *Cosmorhapse* sp. - Pfeiffer: str. 669, tab. 2, obr. 2 /pro parte/.
- 1969 *Phyllodocites jacksoni* (EMMONS). - Pfeiffer: str. 686, tab. 8, obr. 1-5, text. obr. 3/18.
- v 1978 *Phyllodocites jacksoni* (EMMONS). - Pek, Zapletal&Lang: str. 259, tab. 2, obr. 1-4.
- v 1979 *Phyllodocites jacksoni* (EMMONS). - Lang, Pek&Zapletal: str. 65, obr. 2, tab. 8, obr. 1.
- v 1987 *Phyllodocites jacksoni* (EMMONS). - Zapletal&Pek: str. 51.
- 1989 *Scalartituba* aff. *missouriensis* (WELLER). - Stepanek&Geyer: str. 28, tab. 7, obr. 53, 54.
- v 1995 *Nereites missouriensis* (WELLER). - Uchman: str. 28, tab. 8, obr. 9-10, tab. 9, obr. 1-2.
- v 1998 *Nereites missouriensis* (WELLER). - Głuszec: str. 534, obr. 13A, B.
- v 2004 *Nereites missouriensis* (WELLER). - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 85, tab. VII, obr. 1,3,4.
- v 2005 *Nereites missouriensis* (WELLER). - Lehotský&Zapletal: str. 199.

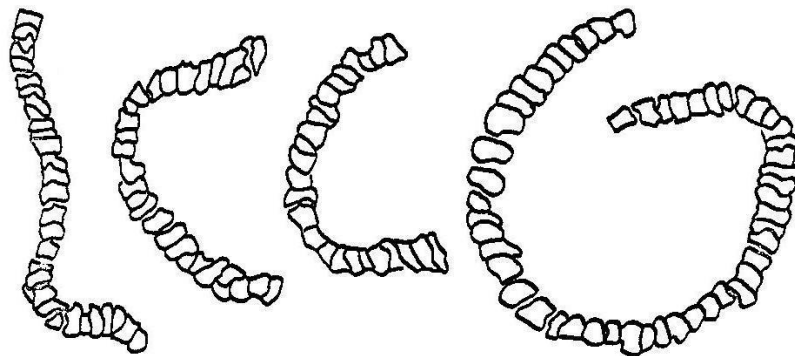
**Materiál:** 68 kusů v prachovcích a jílových břidlicích, stovky kusů pozorovaných přímo v terénu.

**Popis:** Horizontální biogenní struktury, obvykle nepravidelně zakřivené, mírně meandrující nebo přímé, méně často tvaru písmene „J“ i nepravidelně spirálně vinuté. Jedná se o řady hrbolků – někdy biseriální s přítomnou sagitální linií (centrální fekální páskou) – častěji se jedná o zřetěžené segmenty (obr. 22) nepravidelného tvaru (subtertragonální až poloměsíčité). Šířka celé struktury se pohybuje v rozmezí 15-65 mm, délka celé stopy může mít až 250mm.

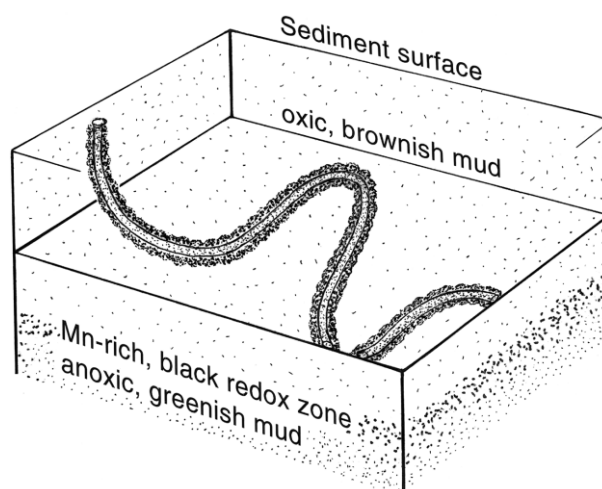
**Poznámky:** Jedná se o potravní stopy epifaunních bentických organismů (Fillion a Pickerill, 1990). Předchozími autory byli jedinci stejné morfologie řazeni k druhu *Neonereites biserialis*, Pek (1986) je však přiřazuje k formě *Phyllodocites jacksoni* (EMMONS, 1844) a se Zapletalem a Langem stanovuje z lokality Olšovec a Nové Těchanovice i nový druh *P. chorizi* PEK, ZAPLETAL&LANG, 1978. Dle Uchmana (1995) je rod *Phyllodocites* formou rodu *Nereites* (viz obr. 24). *N. missouriensis* se od mladšího paleozoika stává typickým hlubokomořským elementem (Frey a Pemberton, 1984), naopak v kambriu je prvkem mělkovodním (Fillion a Pickerill, 1990).

Stratigrafické rozpětí ichnodruhu je prekambrium (Crimes, 1987) až miocén (D'Alessandro, 1980; Uchman 1995), ovšem recentní vznik stop rodu *Nereites* (obr. 23) v hlubokovodních sedimentech Jihočínského moře popsal Wetzel (2002).

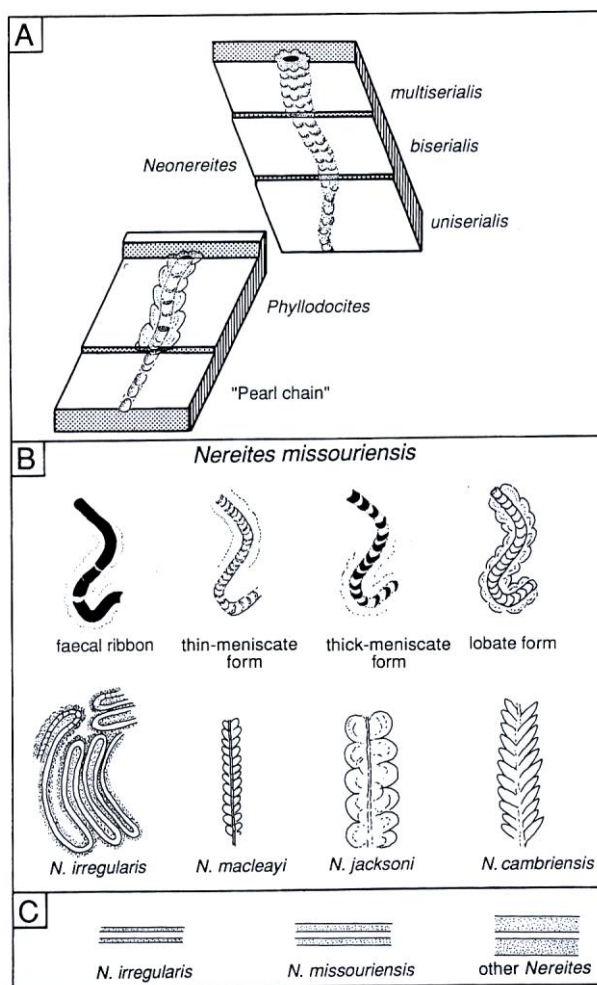
**Výskyt:** Boňkov, Hrabůvka, Klokočov, Kružberk, Nejdek, Nové Těchanovice, Olšovec, Zálužné.



Obr. 22.: *Nereites missouriensis* (WELLER, 1889). Morfologické typy stopy: přímé, tvaru písmene „J“ až spirálně vinuté. Lokalita Olšovec. Podle Peka (1986).



Obr. 23.: Schematický nákres rodu *Nereites* pozorovaného v sedimentech Jihočínského moře. Recent. (Wetzel, 2002).



Obr. 24.: Varianty zachování nereitů. A – *Neonereites* a přechod mezi *Neonereites* a *Phyllodocites/Nereites*; B – Vybrané příklady nereitů s fekální páskou, menisky a laloky; C – proporce centrálního tunelu a přepracované zóny. Podle Uchmana (1995).

### *Palaeophycus* (HALL, 1847)

**Typový ichnodruh:** *Palaeophycus tubularis* HALL, 1847.

**Diagnóza:** Horizontální vyhrabané stopy (burrows) s přímým průběhem, mohou být rozvětvené. Válcovité s kruhovitým průřezem a proměnlivým průměrem. Bývají vyplněny bezstrukturním sedimentem často stejným jako okolní hornina. Stěny hladké. Původci jsou různí bezobratlí živočichové.

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

### ***Palaeophycus* isp.**

Tab. VII, obr. 5.

v 2016 *Palaeophycus* isp. - Lehotský et al.: str. 17.

**Materiál:** 1ks v jílové břidlici.

**Popis:** Přímé, pravděpodobně až sekundárně zploštělé tunely s horizontálním průběhem. Stopy jsou až 30 cm dlouhé a 1-1,5 cm široké. Stěny jsou hladké.

**Poznámky:** Tunely rodu *Palaeophycus* jsou interpretovány jako kombinované potravní a obytné struktury predátorů nebo požíračů suspenze. V případě nálezů z lomu Hrabůvka se jedná s největší pravděpodobností o vermiformní organismus. Mnou popisovaný druh je prvním nálezem tohoto druhu v kulmu Nízkého Jeseníku (Lehotský et al., 2016).

**Výskyt:** Hrabůvka.

### ***Paleodictyon* MENEGHINI, 1850**

**Typový ichnodruh:** *Paleodictyon strozzii* Peruzzi, 1881.

**Diagnóza:** Trojrozměrná síťovitá stopa sestávající z horizontálních pravidelných nebo nepravidelných šestibokých buněk (políček) a svislých výstupních trubic. Přednostně se zachovává horizontální síť (podle Uchmana, 1995).

**Stratigrafické rozpětí:** prekambrium - ?eocén.

### ***Paleodictyon (Glenodictyum) strozzii* MENEGHINI, 1850**

Text. obr. 25A, B.

- 1850 *Paleodictyon strozzii*. - Meneghini In: Savi&Meneghini: str. 484.
- \* 1880 *Paleodictyon strozzii* MENEGHINI. - Peruzzi: str. 7, tab. 1, obr. 8.
- 1965 *Paleodictyon (Paleodictyon) strozzii* MENEGHINI. - Vialov&Golev: str. 95, tab. I, obr. 1.
- v 1970 *Paleodictyon intermedium*. - Książkiewicz: str. 306, obr. 4g.

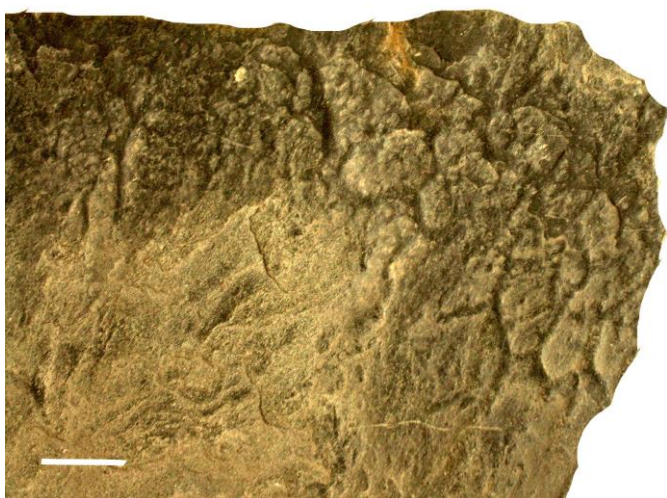
- partim 1977 *Paleodictyon (Paleodictyon) strozzii* PERUZZI - Vialov&Golev: str. 256, tab. 55, obr. 1.  
 1977 *Paleodictyon tellini* SACCO. - Książkiewicz: str. 197, tab. 28, obr. 3.  
 1977 *Paleodictyon strozzii* MENEGHINI - Książkiewicz: str. 193, tab. 27, obr. 20, tab. 28, obr. 1, 2.  
 1986 *Paleodictyon (Paleodictyon) strozzii* PERUZZI - Pek (mscr.): str. 136, text. obr. 24/4.  
 2004 *Paleodictyon (Glenodictyum) strozzii* MENEGHINI - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 85.

**Materiál:** 2 kusy v jílovci a prachovci, zachované na vrstevní ploše.

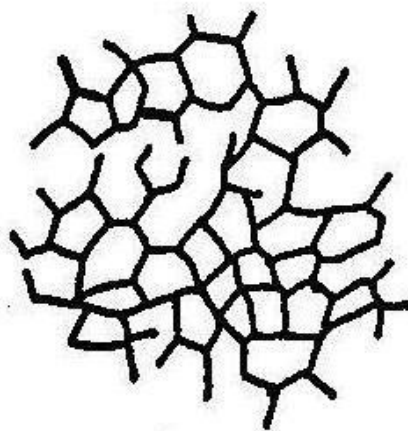
**Popis:** Nepravidelné drobné polygonální buňky vytvářející síť. Velikost polygonů je 2,5-5,5 mm (obr. 25A, B).

**Poznámky:** Jedná se o velmi vzácnou stopu, známou pouze z nejvyšších poloh moravického souvrství.

**Výskyt:** Olšovec.



A



B

Obr. 25.: *Paleodictyon (Glenodictyum) strozzii* MENEGHINI, 1850. B - podle Peka (1986).

Lokalita Olšovec.

## *Phycosiphon* FISCHER-OOSTER, 1858

**Typový ichnodruh:** *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858.

**Diagnóza:** Poměrně drobná stopa s vyvinutými spreiten-strukturami je tvořena úzkými, opakujícími se trubicemi tvaru písmene „U“. Laloky jsou protruzivní, často paralelní s vrstevnatostí (podle Uchmana, 1995).

**Stratigrafické rozpětí:** ?ordovik – ?recent.

**Poznámky:** Jedná se o jednodruhový rod se zástupcem *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, který je svým výskytem vázán na špatně větraná prostředí. Ichnodruh se vyskytuje od ?ordoviku (Häntzschel, 1975) do ?recentu (Rindsberg, 1987).

## *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858

Tab. VI, obr. 1-4.

- \* 1858 *Phycosiphon incertum*. - Fischer-Ooster: str. 59, tab. 15, obr. 4.
- 1955 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Seilacher: str. obr. 5.
- 1962 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Häntzschel: str. 208, obr. 129/6a,b.
- 1964 *Phycosiphon sp.* - Volk: str. 171, obr. 11.
- 1969 *Phycosiphon sp.* - Pfeiffer: str. 675, obr. 4, tab. IV, obr. 1, 3-5.
- 1969 *Cosmorhaphé timida* - Pfeiffer: str. 667, 669, obr. 3.1, tab. II, obr. 1, 2.
- 1971 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Chamberlain: str. 238, tab. 30, obr. 10, 13, 15, tab. 31, obr. 11.
- 1973 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Chamberlain&Clark: str. 679, obr. 5, tab. 1, obr. 6.
- 1975 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Häntzschel: str. 95, obr. 59/3.
- v 1977 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Książkiewicz: str. 106, obr. 14.
- v 1979 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Lang, Pek&Zapletal: str. 68, obr. 4, tab. V, obr. 1.
- v 1986 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Pek (mscr.): str. 33, obr. 19/1, tab. 2, obr. 1-2,
- v 1987 *Cosmorhaphé timida*. - Zapletal&Pek: str. 55.
- 1989 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Stepanek&Geyer: str. 27, tab. 6, obr. 43-47 (zde další synonymika).
- 1994 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Wetzel&Bromley: str. 1396, obr. 1-6.
- v 1995 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Uchman: str. 25, tab. 8, obr. 7, 8.
- v 1998 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Uchman: str. 149, obr. 52, 63.
- v 1998 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Głuszek: str. 536, obr. 14, 11C, 4A, 12B.
- v 1999 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Uchman: str. 118, tab. 15, obr. 6-7.
- v 2004 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 85, tab. VI, obr. 1, 3.
- 2005 *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER. - Carvalho et al.: str. 192, obr. 6.

**Materiál:** 14 ks v jílové břidlici.

**Popis:** Jedná se o poměrně drobné stopy zachované pouze v jemnozrnných členech vrstevních sledů. Morfologicky odpovídají naši jedinci Fischer-Oosterem (1858) vyobrazenému holotypu. Stopy jsou horizontálně orientované, meandrující, případně ve tvaru písmene „U“ nebo „J“. Nepravidelné spreiten-struktury lze pozorovat jen velmi obtížně, u většiny jedinců nejsou vlivem špatných tafonomických podmínek zachovány. Dobře jsou viditelné protruzivní laloky, naopak jemnozrnné „halo“ v těsném okolí tubic laloků nebylo zjištěno.

Jednotlivé trubice mají transverzální rozměr v intervalu mezi 0,5 až 1mm. Pokud jsou přítomny spreiten-struktury, dá se určit i smysl směru prozíraní sedimentu - svou konkávní stranou jsou orientovány ve směru pohybu (Pek, 1986).

**Poznámky:** Zástupci druhu z moravického souvrství Nízkého Jeseníku se velmi podobají holotypu, vyobrazeném Fischer-Oosterem (1858) v tab. 15, obr. 4. a Wetzelem a Broomleym (1994) na str. 1396, obr. 3. Pro druh jsou typické spreiten-struktury. Wetzel a Bromley (1994) však uvádějí, že pouze u 10% jedinců z celkového počtu jedinců na typové lokalitě, jsou spreiten-struktury viditelné. Původní Fischer-Oosterův (1858) popis se zakládal na domněnce, že se jedná o zbytek řasy s cylindrickým hlavním vláknem. Fischer a Paulus (1969) již stopu řadí k požíračům substrátu.

Obširně se stopou zabývají ve své revizi Wetzel a Bromley (opus cit.), kde je také doplněna synonymika druhu podaná Shaoping Fu (1991). Ichnodruh *Anconichnus horizontalis* KERN, 1978 je zde vyhodnocen jako mladší synonymum druhu *Phycosiphon incertum*. Stepanek a Geyer (1989) uvádějí jako mladší synonymum druh *Cosmorhappe timida* PFEIFFER, 1969. S tímto názorem souhlasí i Mikuláš, Lehotský a Bábek (2004) /partim/. Touto interpretací by se výskyt stopy v moravickém souvrství posunul až k jeho stropu.

Původcem stopy je eurybalyální požírač substrátu. Výskyt druhu je nejhojnější v jemnozrnných členech profilů, méně často ve vložkách břidlic mezi vrstvami drob.

**Výskyt:** Bělkovice, Čermná, Domašov nad Bystřicí – lůmek při modré turistické cestě, Jívová, Malý Rabštýn, Velká Střelná, Zálužné.

## **Pilichnus UCHMAN, 1999**

**Typový ichnodruh:** *Pilichnus dichotomus* UCHMAN, 1999.

**Diagnóza:** Horizontální systém přímých, zakřivených nebo nepravidelně zvlňených chodeb, velmi tenkých submilimetrových průměrů, obvykle s dichotomickým větvením (Uchman 1999).

**Stratigrafické rozpětí:** prekambrium – recent.

### ***Pilichnus* isp.**

Tab. VI, obr. 5, 6.

- v 1999 *Pilichnus dichotomus*. - Uchman: str. 98, tab. 6, obr. 6, 8; tab. 8, obr. 1-6; text. obr. 7.
- v 2004 *Pilichnus* isp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86.

**Materiál:** 6 kusů na ploše jílové břidlice.

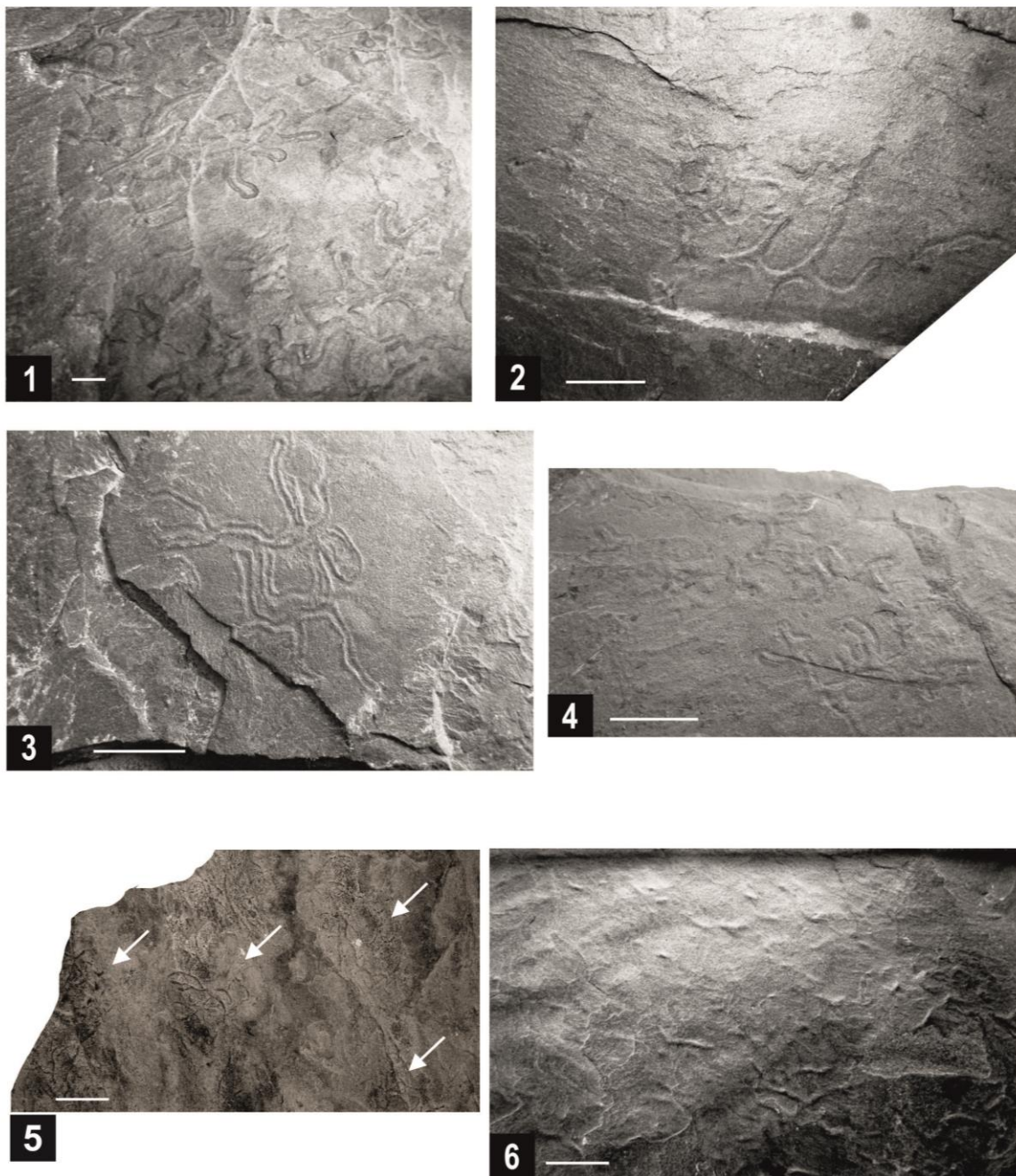
**Popis:** Ve shodě s diagnózou ichnorodu se jedná o velmi drobné, řídké a nepravidelně větvené struktury, které jsou mírně zakřivené až nepravidelně zvlňené. Transverzální průměr chodbiček vykazuje hodnoty od 0,3 do 0,6mm. Často je patrné dichotomické větvení.

**Poznámky:** Ichnorod *Pilichnus* byl dříve přiřazován k ichnorodu *Chondrites*. Po revizi rodu *Chondrites* provedenou Shaoping Fu (1991) byl Uchmanem (1999) vyčleněn nový rod v rámci nepravidelných stop připomínajících rod *Chondrites* (*Chondrites*-like traces). Na jeho systematické řešení tohoto taxonomického problému již přistoupili Mikuláš, Lehotský a Bábek (2004). Rod je popisován především z báze moravického souvrství.

**Výskyt:** Boňkov, Domašov nad Bystřicí – bývalý železniční lom, Malý Rabštýn, Svobodné Heřmanice.



TAB VI.



**Tab. VI.**

- 1 - *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858, Malý Rabštýn, KGE bez inv. č.
- 2 - *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858, Malý Rabštýn, KGE bez inv. č.
- 3 - *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858, Malý Rabštýn, KGE 3/9
- 4 - *Phycosiphon incertum* FISCHER-OOSTER, 1858, Bělkovice, KGE bez inv. č.
- 5 - *Pilichnus* isp., Bořkov, KGE bez inv. č.
- 6 - *Pilichnus* isp., Svobodné Heřmanice, VMO 25148.

### **Planolites NICHOLSON, 1873**

**Typový ichnodruh:** *Planolites vulgaris* NICHOLSON&HINDE, 1875 (= *Palaeophycus beverleyensis* BILLINGS, 1862).

**Diagnóza:** Bezstrukturní, vzácně větvená, přímá až zakřivená s hladkou nebo nepravidelnou stěnou, vodorovná nebo mírně ukloněná stopa, na příčném řezu kruhovitá až eliptická, s variabilními rozměry a konfigurací. Výplň stop odlišná od okolní horniny (podle Fillion a Pickerill, 1990).

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

### **Planolites beverleyensis (BILLINGS, 1862)**

Tab. VII, obr.1-4, 6, text. obr. 26.

- \* 1862 *Palaeophycus beverleyensis*. - Billings: str. 97, obr. 86.
- 1873 *Planolites vulgaris*. - Nicholson: str. 290. /nomen nudum/.
- 1875 *Planolites vulgaris* NICHOLSON. - Nicholson&Hinde: str. 139.
- 1875 *Planolites vulgaris* NICHOLSON. - Nicholson: str. 42, obr. 18.
- 1962 *Planolites* sp. - Gekker&Ušakov: str. 71, tab. I, obr. 3.
- 1975 *Planolites vulgaris* NICHOLSON. - Häntzschel: str. 95.
- ? 1975 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Alpert: str. 513, tab. I. obr. 15, tab. 3, obr. 1, 7, 8.
- v 1977 *Sabularia ramosa*. - Książkiewicz: str. 71, obr. 8,9a-d.
- v 1978 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Plička: str. 163, obr. 1-6.
- v 1979 *Planolites* sp. - Lang, Pek&Zapletal: str. 65.
- 1982 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Pemberton&Frey: str. 866, tab. 1, obr. 7, tab. 2, obr. 5, 8, 9, tab. 3, obr. 1, 2, 7, 8, tab. 5, obr. 1, 2. /zde uvedeny další synonymické údaje/.
- v 1986 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Pek (mscr.): str. 53: obr. 8, tab. 2, obr. 3, 4, tab. 6, obr. 1-6
- v 1987 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Zapletal&Pek: str. 48.
- v 1990 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Zapletal&Pek: 55, tab. 2, obr. 2; text. obr. 2.
- v 1995 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Uchman: str. 134, tab. 3, obr. 2, 8.
- v 1998 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Uchman: str. 121, obr. 16.
- v 2002 *Planolites isp.* - Lehotský: str. 8, 10, tab. 2, obr. 4.
- v 2004 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86, tab. VI, obr. 4, tab. VII, obr. 2.
- 2004 *Planolites beverleyensis*(BILLINGS). - Blisset&Pickerill: str. 354, tab. 3, obr. B; tab. 4, obr. A; tab. 8, obr. A; tab. 11, obr. B.
- v 2005 *Planolites beverleyensis* (BILLINGS). - Lehotský&Zapletal: str. 196, tab. 2, obr. A.

**Materiál:** 64 ks v jílové břidlici, stovky pozorování přímo v terénu.

**Popis:** Trubicovité stopy s nepravidelným průběhem. Chodby se obvykle příliš nevětví, hloubkové poměry vůči vrstevní ploše oscilují, obvykle jsou horizontální, často mohou na

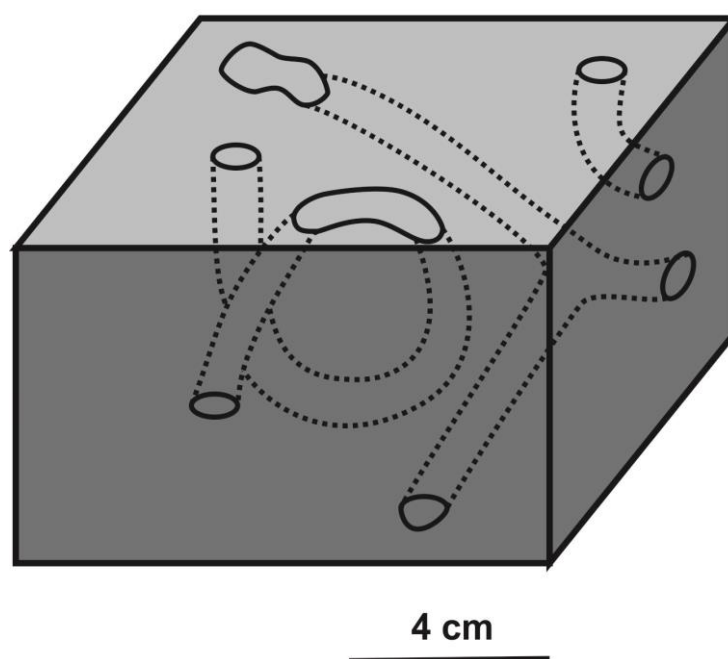
krátké vzdálenosti změnit orientaci na kolmou k vrstevnatosti. Bývají přímé nebo mírně zakřivené. Chodby se velmi často protínají, příp. se k sobě přibližují a opět vzdalují. Pozorovatelné úseky chodeb jsou 1-100mm dlouhé, šířka chodby kolísá v intervalu 2-15mm. Příčný průřez chodbou je nejčastěji eliptický, ale může být i kruhový. Stěny chodeb jsou obvykle bez struktur, někdy mohou být na povrchu drobná žebírka a ztenčeniny. Výplň chodeb je stejná jako okolní hornina (nejčastěji prachovce a jílovce).

Chodbičky se mohou vyskytovat soliterně, častěji vytvářejí nepravidelné, zkroucené shluky chodeb, které se překrývají (obr. 26) a pod různými úhly kříží.

Velmi často bývají vyčleňováni zástupci větších rozměrů, souborně označovaní jako tzv. „large“ *Planolites*. Tyto druhy se vzácně vyskytují i v Nížkém Jeseníku. Známý jsou z výzkumu Mikuláše, Lehotského a Bábka (2004) např. z lokality Jakubčovice. Tyto větší formy planolitů se tedy vyskytují při stropu moravického souvrství a bázi hradeckých drob.

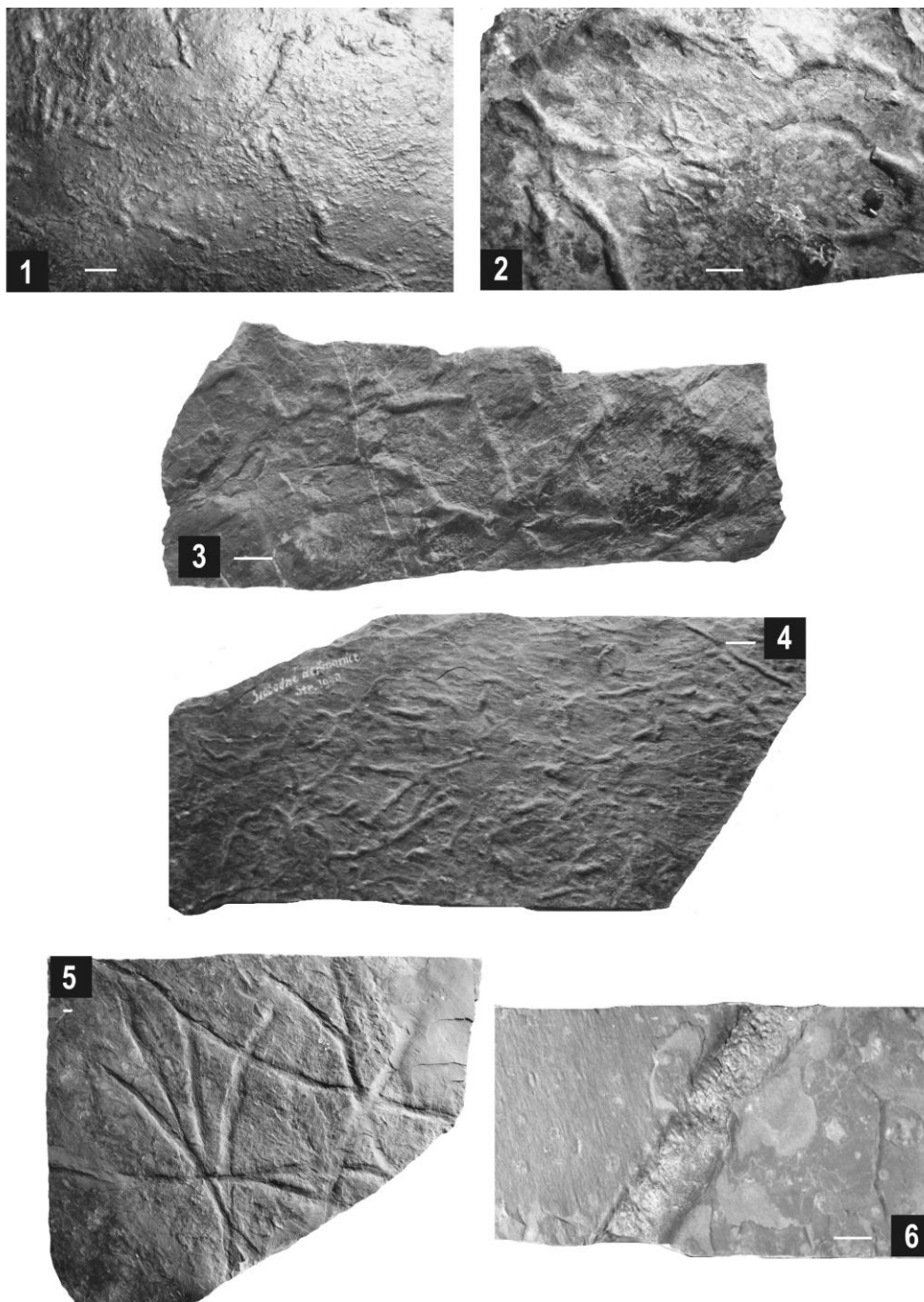
**Poznámky:** Ichnodruh je eurybatyální, známý od proterozoika po recent.

**Výskyt:** Bělkovice, Čermná, Domašov nad Bystřicí – lůmek při modré turistické cestě, Hrabůvka, Jívová, Klokočov, Lhotka, Malý Rabštýn, Nejdek, Svobodné Heřmanice, Těšíkov, Skoky Zálužné.



Obr. 26.: Rekonstrukce průběhu stopy rodu *Planolites* (podle Freye, 1970).

TAB. VII.



**Tab. VII.:**

- 1 - *Planolites beverleyensis* (BILLINGS, 1862), Jívová, KGE bez inv. č.
- 2 - *Planolites beverleyensis* (BILLINGS, 1862), Malý Rabštýn, KGE bez inv. č.
- 3 - *Planolites beverleyensis* (BILLINGS, 1862), Hrabůvka, KGE bez inv. č.
- 4 - *Planolites beverleyensis* (BILLINGS, 1862), Svobodné Heřmanice, VMO 8674.
- 5 - *Palaeophycus* isp., Hrabůvka; KGE bez inv. č.
- 6 - „Large“ *Planolites*, Jakubčovice, KGE 893.

## *Protopaleodictyon* KSIĄŻKIEWICZ, 1958

**Typický ichnodruh:** *Protopaleodictyon incompositum* KSIĄŻKIEWICZ, 1970.

**Diagnóza:** Jednovětevné nebo dvouvětevné grafoglyptidní stopy skládající se z širokých meandrů prvního řádu a meandrů druhého řádu se sinusoidálním průběhem. Vlny druhého řádu mají obvykle stejné rozestupy (Seilacher, 1977).

**Stratigrafické rozpětí:** kambrium - eocén.

### *Protopaleodictyon* isp.

Tab. VIII, obr. 1-3.

- 1960 *Protopaleodictyon* (n. f.). - Książkiewicz: str. 737, tab. 1, obr. 5; obr. 1, text. obr. 1.
- ? 1986 *Protopaleodictyon submontanum* (AZPEITIA). - Pek (mscr.): str. 138, text. obr. 23/2.
- v 1986 *Protopaleodictyon palaeodictyoniformis* ichnosp. n. - Pek (mscr.): str. 141, tab. 23, obr. 3-4; tab. 25, obr. 1-3; tab. 26, obr. 1; text. obr. 23/1, 24/1-3, 25.
- v 2004 *Protopaleodictyon* isp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86, tab. 5, obr. 2,3, tab. 8, obr. 1-4.

**Materiál:** 35 kusů, několik desítek pozorování přímo v terénu.

**Popis:** Poměrně velká stopa, řazená ke grafoglyptidům. Trubice druhu jsou nepravidelné, případně svírají podobné úhly, meandrují. Tvoří uzavřené nebo často i otevřené sítě. Šířka trubic se pohybuje od 1 do 4 mm. Pokud jsou přítomny, pak jsou patrné pouze nepravidelné meandry prvního řádu.

**Poznámky:** Książkiewicz (1960) popisuje novou formu druhu s víceméně nepravidelnými meandry jednotlivých trubic, které vytvářejí nepravidelné a nekompletní sítě. Z výskytu stopy na hranici jílovce a pískovce usuzuje, že nepravidelnosti a celková otevřenost jednotlivých buněk souvisí se získáváním potravy vermiformních organismů. Ty se posouvaly při získávání potravy v tunelech, až na jejich dráze vznikla překážka v podobě pískové polohy. Organismus se vrátil zpět do svého tunelu a následně vytvořil meandr, kterým minul neúživné místo. Książkiewicz připouští i značnou podobnost s rodem *Cosmorhappe*, nicméně odlišnost je právě v přítomnosti větvení, které u rodu *Cosmorhappe* chybí.

**Výskyt:** Boňkov, Klokočov, Hrabůvka, Nové Těchanovice, Olšovec.

## *Rhizocorallium* ZENKER, 1836

**Typický ichnodruh:** *Rhizocorallium jenense* ZENKER, 1836.

**Diagnóza:** stopy tvaru písmene U se spreiten-strukturami, paralelní nebo šikmé k vrstevnatosti. Zřetelná ramena trubic jsou víceméně paralelní, průměr trubic : průměru spreite >1:5 (podle Fürsich 1974).

**Stratigrafické rozpětí:** Kambrium – recent.

### ***Rhizocorallium* isp.**

Tab. VIII, obr. 4-6, text. obr. 27, 28.

- v 1977 *Rhizocorallium* - Książkiewicz: str. 314
- v 1979 *Rhizocorallium* sp. - Lang, Pek&Zapletal: str. 72, obr. 7, tab. IV, obr. 1-2.
- v 1992 *Rhizocorallium* ichnosp. - Uchman: str. 57-59, obr. 2, 3.
- v 2004 *Rhizocorallium* sp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86, tab. 9, obr. 3,4.
- non 2004 *?Urohelminthoida* isp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 86, tab. 9, obr.1. /=*Rhizocorallium* isp./.
- non 2004 *Furculosus* isp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 85, tab. 10, obr. 2-4 /=*Rhizocorallium* isp., partim/.
- 2005 *Rhizocorallium* ichnosp. - Carvalho et al.: str. 193, obr. 7.

**Materiál:** 8ks v plném reliéfu, zachovaných v prachovcích a jílových břidlicích.

**Popis:** Trubice tvaru písmene „U“ s horizontálním až subhorizontálním průběhem vůči vrstevnatosti. Mezi rameny trubic lze u některých vzorků pozorovat protruzivní spreiten-struktury (ve smyslu Goldringa, 1962). Na průřezu mají trubice oválný, suboválný až kruhovitý průřez. Maximální příčný průměr trubic je 1,5cm, výplň je obvykle drobová nebo prachovitá, bezstrukturní. Ústí trubic je jednoduché. Vzdálenost mezi rameny se pohybuje mezi 3-6 cm. Podle Fürsicha (1974) je poměr mezi průměrem trubice a délkou spreiten-struktur > 1:5. Pek (1986) popisuje i vyztužení stěn trubic.

**Poznámky:** Bližší popis rodu je uveden v práci Fürsicha (1974). V moravickém souvrství je tento druh zastoupen podstatně méně než *Diplocraterion paralellum*. Výskytem je však vázán na stejné lokality. Není vyloučeno, že původce stopy v jesenickém kulmu byl tentýž.

V práci Mikuláše, Lehotského a Bábka (2004) jsou někteří zástupci rizokoralií mylně určeny jako *?Urohelminthoida* isp.

Rod *Rhizocorallium* je znám především z mělkovodních mořských sedimentů (Fürsich 1974; 1981), naopak z hlubokovodních usazenin polského karpatského flyše jeho výskyty uvádí Książkiewicz (1977) a Uchman (1992). Stratigrafické rozpětí: kambrium – recent. Monograficky se rodu věnoval Knaust (2013), který navrhl novou klasifikaci druhů *R. jenense* a *R. commune* (obr. 28).

Rod je kosmopolitní, jeho producenty mohou být organismy různého taxonomického zařazení - organismů cylindrického tvaru s parapodii (Basan a Scott, 1979), korýši (Seilacher, 1967c; Fürsich, 1974), anelidních červů (Basan a Scott, 1979) nebo zástupců empheropter (Fürsich a Mayr, 1981) - které obývají různá prostředí i batymetrické zóny. Producenty se také kriticky zabývá Knaust (2013). Obvykle je tedy rod interpretován jako struktura produkovaná požírači suspenze nebo požírači substrátu. V kulmu Nízkého Jeseníku můžeme s největší pravděpodobností vyloučit jako původce stopy korýše (nejsou zachovány jejich fosilie), ale lze téměř s jistotou tvrdit, že producenty byli v našich podmínkách červovité organismy.



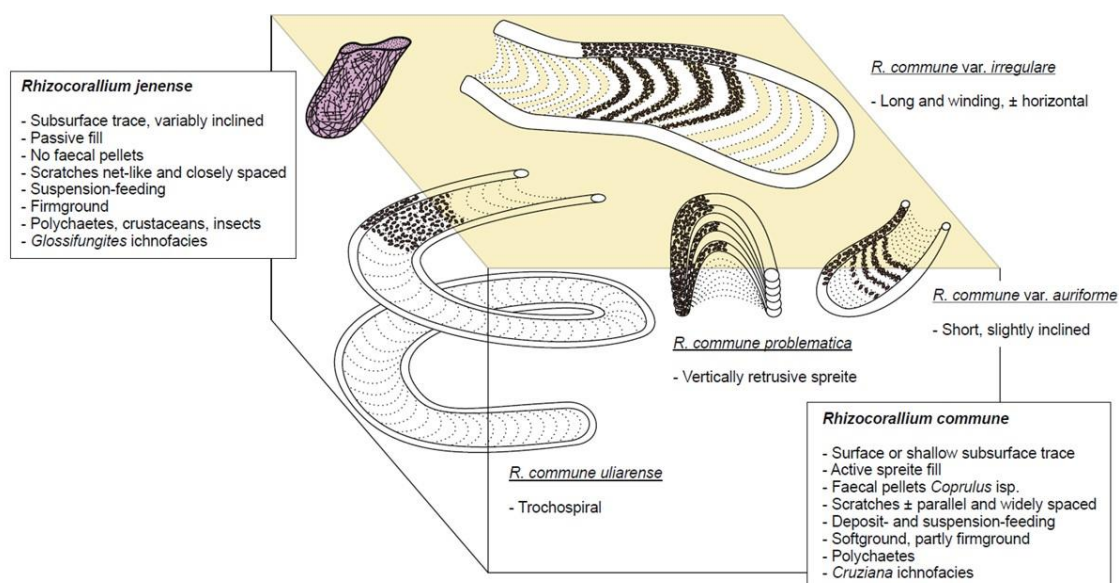
Obr. 27.: Vzácný nález téměř kompletního jedince druhu *Rhizocorallium* isp. (vpravo) společně se zástupcem druhu *Diplocraterion parallelum*. Olšovec. KGE bez inv. č., měřítko 1cm.

*Rhizocorallium* se vyskytuje v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku v zoofykové (společně s rody *Dictyodora*, *Planolites*, *Zoophycos*, *Phycosiphon* ad.) a nereitové ichnofacii (s rody *Nereites*, *Paleodictyon*, *Diplocraterion*, *Cosmorhapse* ad.), což nekoresponduje se Seilacherem (1967c) publikovaným batymetrickým schématu distribuce

fosilních stop. Podle Crimese et al. (1981) jsou tyto stopy omezeny ve flyšových sedimentech na sedimenty střední části podmořských výnosových kuželů. Uchman (1992) podotýká, že se může objevit i ve vnějších architektonických částech výnosových kuželů. Pro určení paleobatymetrických podmínek tak rod ztrácí své využití. Obvykle je vznik stopy vázán na periodu bez depozice sedimentu – tedy na období před až po začátek následující depozice (Uchman, 2000; Singh et al., 2008).

Stopa je známa z kambrických (Seilacher, 1955; Jensen, 1997), spodnokarbonských (Mikuláš, Lehotský a Bábek, 2004), triasových (Carvalho et al., 2005), miocénních (Fürsich a Mayr, 1981, Uchman et al. 2000) i pleistocénních (Hong, 1997) sedimentů. Recentní vznik stopy v hlubokovodních sedimentech jižní části Žlutého moře popisuje Wetzel (2008).

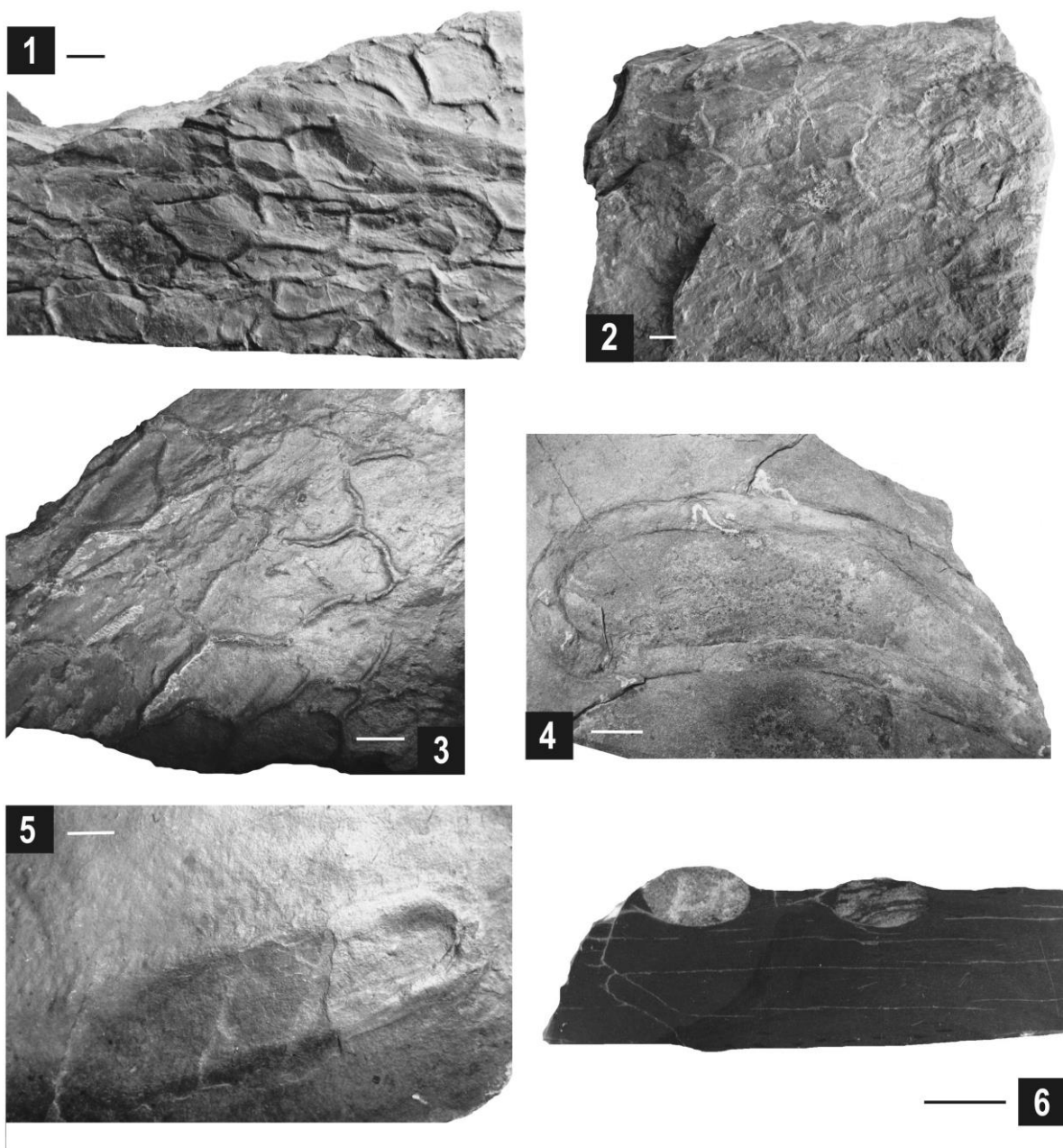
**Výskyt:** Boňkov, Hrabůvka, Klokočov, Malý Rabštýn, Nové Těchanovice, Olšovec, Velká Střelná.



Obr. 28.: Knaustem (2013) nově navrhovaná klasifikace rodu *Rhizocorallium*.



TAB. VIII.



**Tab. VIII.:**

- 1 - *Protopaleodictyon* isp., Nové Těchanovice, KGE bez inv. č.
- 2 - *Protopaleodictyon* isp., Hrabůvka, KGE bez inv. č.
- 3 - *Protopaleodictyon* isp., Olšovec, KGE bez inv. č.
- 4 - *Rhizocorallium* isp., Nové Těchanovice, KGE bez inv. č.
- 5 - *Rhizocorallium* isp., Malý Rabštýn, KGE bez inv. č.
- 6 - *Rhizocorallium* isp., příčný řez, Olšovec, KGE bez inv. č.

### *Spirodesmos* ANDRÉE, 1920

**Typický ichnodruh:** *Spirodesmos interruptus* ANDRÉE, 1920.

**Diagnóza:** Jednoduše vinuté spirální stopy. Obvykle s 1 – 1,5 závitem, bez centrální smyčky. Často zachován v konvexním epireliéfu, chodby jsou na průřezu kruhové nebo eliptické.

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – ? terciér.

### *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE, 1952

Text. obr. 29.

- \* 1952 *Spirodesmos archimedeus*. - Huckriede: str. 175, obr. 1, 2.
- 1962 *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE. - Häntzschel: str. 215, obr. 134/6.
- non 1971 *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE. - Zapletal&Pek: str. 286 (ex parte), tab. I, obr. 1 (= *S. spiralis*).
- v 1971 *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE. - Zapletal&Pek: str. 286, tab. I, obr. 2; tab. II, obr. 1, 2.
- 1975 *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE. - Häntzschel: str. 108, obr. 64/6b.
- v 1986 *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE. - Pek (mscr.): str. 123, tab. 20, obr. 2-4, text. obr. 20.

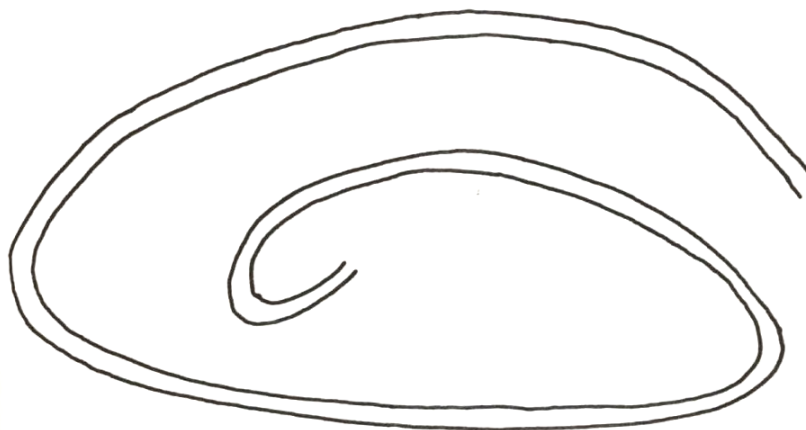
**Materiál:** 11 ks v prachovcích a jemnozrnných drobách. Několik pozorování přímo v terénu a břidličných podlahách barokních památek v Olomouci.

**Popis:** Stopy bez zřetelných vnitřních struktur, tvořené spirálně vinutou chodbičkou poměrně velkých rozměrů. Počet závitů kolísá v intervalu 1-3. šířka chodby je v celém úseku vinutí spirály konstantní (3-5mm). Maximální rozměr celé stopy (měřeno příčně v nejdelším rozměru) je 52cm.

**Poznámky:** Typová lokalita stopy je stanovena Huckriedem (1952) v Biedenkopfu v Rýnském břidličném pohoří. Zapletal a Pek (1971) a Pek (1986) zkoumali smysl vinutí (tj. levotočivost a pravotočivost spirál). Jejich závěrem bylo, že neexistuje statisticky podložený přednostní smysl vinutí.

Původci stopy mohou být blíže nespecifikovaní gastropodi (Huckriede, 1952). Zapletal a Pek (opus cit.) uvádějí jako původce stopy červy.

**Výskyt:** Brumovice, Bělkovice.



Obr. 29.: *Spirodesmos archimedeus* HUCKRIEDE, 1952 (podle Peka, 1986).

***Spirodesmos spiralis* (GEINITZ, 1867)**

Tab. IX, obr. 1.

- 1867b *Palaeochorda spiralis*. - Geinitz: str. 15, tab. VI, obr. 1.
- 1910 *Palaeochorda spiralis* GEINITZ. - Zimmermann: str. 40.
- 1969 *Spirodesmos spiralis* (GEINITZ). - Pfeiffer: str. 673, tab. III, obr. 6; tab. VII, obr. 1; text. obr. 3/7.
- v 1971 *Spirodesmos spiralis* (GEINITZ). - Zapletal&Pek: str. 286, tab. I, obr. 1.
- v 1978 *Spirodesmos spiralis* (GEINITZ). - Pek, Zapletal&Lang: str. 260, tab. III, obr. 2.
- 1982 *Spirodesmos archimedeus* (GEINITZ). - Mason, Stanistreet&Tavener-Smith: str. 242, obr. 2-5.
- 1986 *Spirodesmos spiralis* (GEINITZ). - Pek (mscr.): str. 121, tab. 20, obr. 1, 5.

**Materiál:** 5ks na vrstevních plochách prachovců a jemnozrnných drob.

**Popis:** Spirálně se stáječící bezstrukturní stopy. Obvykle je spirála eliptického obrysu. Počet závitů je maximálně 2. Jednotlivé závitů mohou být mírně zvlněné. Pek (1986) popisuje i nepatrné kolísání zahloubení stopy do sedimentu.

Šířka stopy se pohybuje v intervalu 1-4mm, délka osy spirály, ve směru protažení, vykazuje hodnoty 20-60mm.

**Poznámky:** stopa se odlišuje od *S. archimedeus* HUCKRIEDE celkově menšími rozměry (i několikanásobně), menším počtem závitů ve spirále a užším transverzálním průměrem chodbiček spirály. Souvislým průběhem závitů se odlišuje od druhu *S. interruptus* ANDRÉE. V Nížkém Jeseníku je vázán především na hraniční polohu hornobenešovského a moravického souvrství.

**Výskyt:** Bělkovice, Velká Střelná.

### ***Spirodesmos cf. spiralis***

v 2002 *Spirodesmos sp.* - Lehotský: str. 8, tab. I, obr. 4.

**Materiál:** 2 ks na vrstevních plochách prachovců a jemnozrnných drob.

**Popis:** Bezstrukturní fragmenty spirální stopy zachované v hyporeliéfu. Velikost spirály semieliptického půdorysu je 25mm, šířka chodbičky 3mm. Počátek spirály je mírně hákovitý, dále je pozorovatelné široké vinutí v otevřené spirále.

**Poznámky:** Stopa svými rozměry i morfologií jeví nejbližší příbuznost s druhem *Spirodesmos spiralis*. Z důvodu fragmentárního zachování, ponechávám její zařazení v otevřené nomenklatuře.

**Výskyt:** Domašov nad Bystřicí - bývalý železniční lom.

### ***Spirodesmos isp.***

Tab. IX, obr. 2.

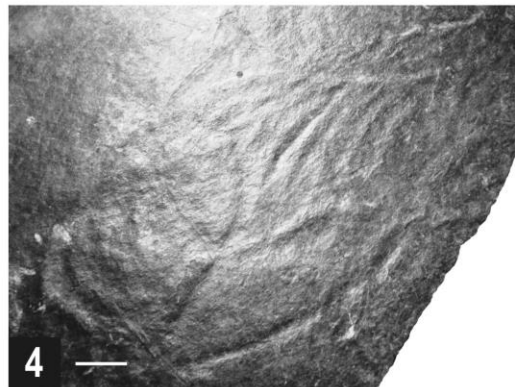
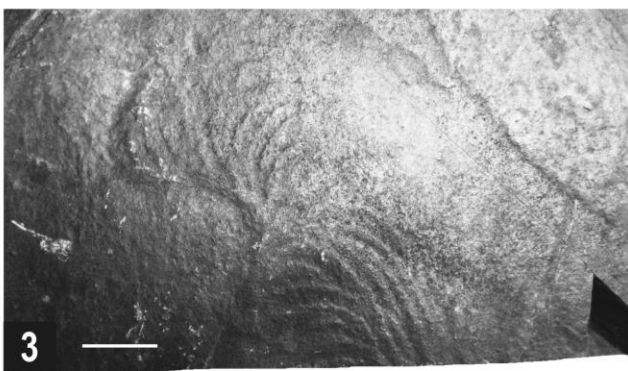
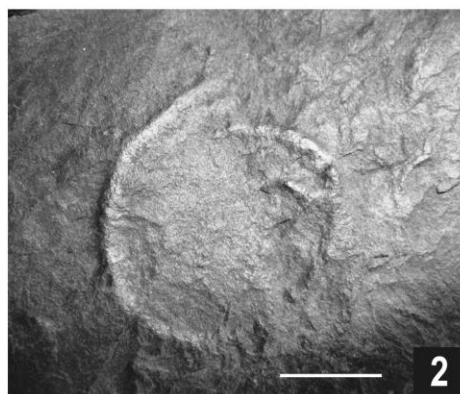
**Materiál:** 3ks na vrstevních plochách prachovců a jemnozrnných drob. Dalších 5 kusů pozorovaných v terénu.

**Popis:** Fragmenty spirálních stop v široké otevřené spirále. Stopy jsou intenzivně postiženy kliváží. Delší rozměr stopy: 120 mm, šířka chodbičky 8mm. Stopa je ve směru průběhu transversálně zvlněná. Její hloubka mírně kolísá.

**Poznámky:** Všechny nálezy pocházejí z opuštěného lomu v Budišově nad Budišovkou, který v současnosti slouží jako cvičná střelnice. Výskyt spirálních stop v Nízkém Jeseníku je podle Zapletala a Peka (1971) vázán pouze na hraniční polohy hornobenešovského a moravického souvrství, později je jejich vertikální výskyt rozšířen na bázi moravického souvrství srv. Pek, Zapletal a Lang (1978), Pek (1986). Popisování jedinci by tak prozatím mohli náležet ke stratigraficky nejvýše se vyskytujícím zástupcům spirálních bioglyfů v moravickém souvrství. Jejich přesnější určení však bude záležet na dalších průkaznějších nálezech.

**Výskyt:** Domašov nad Bystřicí – bývalý železniční lom, Budišov nad Budišovkou.

**TAB. IX.**



**Tab. IX.:**

- 1 – *Spirodesmos spiralis*, Velká Střelná, KGE 444.
- 2 – *Spirodesmos* isp., Domašov nad Bystřicí, KGE 865.
- 3 – *Zophycos* isp., Jívová, KGE 329
- 4 – *Zophycos* isp., Jívová, KGE bez inv. č.
- 5 – *Zophycos* isp., Jívová, KGE bez inv. č.

## Zoophycos MASSALONGO, 1855

**Typický ichnodruh:** *Zoophycos brianteus* Massalongo, 1855.

**Diagnóza:** Stopa se spreiten-strukturami, víceméně ve tvaru písmene „U“ nebo „J“, protruzivní s variabilní délkou a orientací. Je uspořádána v helikoidální spirále s kruhovým, eliptickým nebo laločnatým okrajem. Může být přítomen centrální vertikální tunel nebo hlavní šachta (podle Frey, 1970; Häntzschel, 1975; Wetzel a Werner, 1981; Fillion a Pickerill, 1984).

**Stratigrafické rozpětí:** Prekambrium – recent.

### **Zoophycos isp.**

Tab. IX, obr. 3-5.

- v 1986 *Zoophycos* sp. - Pek (mscr.): str. 94, text. obr. 15/2.
- 1995 *Zoophycos* isp. - Uchman: str. 24, tab. 7, obr. 4.
- v 1996 *Zoophycos* ichnosp. – Dvořák&Pek: str. 1, obr. 2.
- v 2004 *Zoophycos* isp. - Mikuláš, Lehotský&Bábek: str. 87, tab. IX, obr. 2.
- 2004 *Zoophycos* isp. - Pervesler&Uchman: str. 106: obr. 5.17.
- v 2005 *Zoophycos* isp. - Lehotský&Zapletal: str. 199, tab. 2, obr. B.
- 2009 *Zoophycos* isp. - Muszer&Haydukiewicz: str. 57, obr. 3A-F, obr. 4A-D, obr. 5A,B.
- 2010 *Zoophycos* isp. - Muszer&Haydukiewicz: str. 382, obr. 3.

**Materiál:** 5ks v jílové břidlici.

**Popis:** Stopa s dobře patrnými spreiten-strukturami, které sestávají z drobnějších protruzivních chodbiček tvaru písmene „J“. Celkový tvar stopy je laločnatý až eliptický. Centrální tunel celé stavby není zachován. Rozměry laloků se pohybují v intervalu 10-25cm. Stopa se vyskytuje na vrstevních plochách, v řezech není možno identifikovat prostorovou stavbu (což je způsobeno nepříznivými tafonomickými poměry a poměrně silně vyvinutou kliváží). Obvykle je zachována hlavní okrajová lamina (marginal tube), ze které vybíhají další laminy měsíčkovitého průřezu.

**Poznámky:** Stopa se může vyskytovat v mělko- i hlubokovodních sedimentech. Původcem stopy mohou být polychétní červi (Ekdale a Lewis, 1991), s čímž souhlasí ve svých

poznámkách i Wetzel (1992). Obvykle je její výskyt vázán na prostředí s nízkou hladinou fyzikální energie a velmi často s panujícími anoxickými podmínkami (Olivero, 2003). Rod *Zoophycos* je víceméně charakteristický pro nízkoenergetická prostředí, což dokládají horniny, ve kterých se v moravickém souvrství vyskytuje (tence laminární jílové břidlice). Podle Olivera (1994) dával původce stopy přednost již částečně zpevněným substrátům (tzv. firm-grounds). Složitá stavba stopy souvisí s komplexní potravní strategií spočívající v prožírání substrátu, ale i jakémsi uchovávání potravy získané filtrací, případně sběrem na mořském dně. Takové případy jsou doloženy několikanásobným přepracováním vnitřní textury lamin (spreite). Toto přepracování lze v několika případech doložit i na vzorcích z moravického souvrství (viz. např. Zapletal a Pek, 1997, str. 22, obr. 7).

**Výskyt:** Jívová, Malý Rabštýn.

## **Problematika**

*Guilielmites* GEINITZ, 1858

**Typický ichnodruh:** Nestanoven.

**Diagnóza:** Kruhovitě, dvojdílné útvary s patrnou centrální kruhovitou nebo bodovitou částí (Pek, 1986).

***Guilielmites isp.***

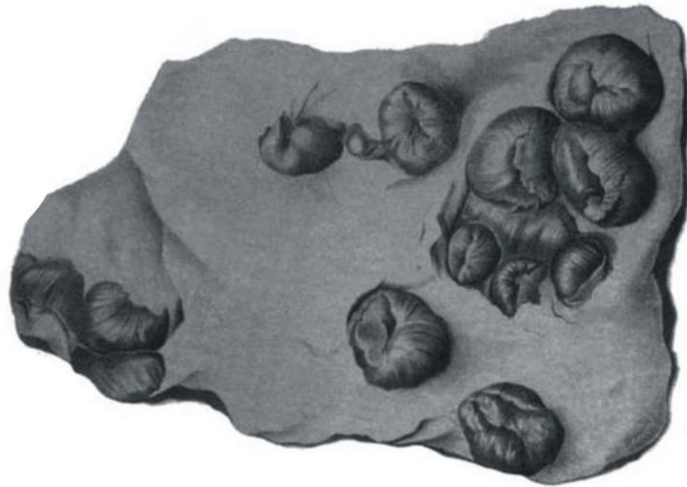
Text. obr. 30, 31.

- 1858 *Guilielmites* sp. - Geinitz: str. 32.
- 1975 *Guilielmites* sp. - Häntzschel: str. 175.
- v 1986 *Guilielmites* sp. - Pek (mscr.): str. 158, tab. 34, obr. 3-4; text. obr. 27.

**Materiál:** 32ks v jílové břidlici.

**Popis:** Stopa s dobře patrnými spreiten-strukturami, které sestávají z drobnějších protruzivních chodbiček tvaru písmene „J“. Celkový tvar stopy je laločnatý až eliptický. Centrální tunel celé stavby není zachován. Rozměry laloků se pohybují v intervalu 10-25cm. Stopa se vyskytuje na vrstevních plochách, v řezech není možno identifikovat prostorovou

stavbu (což je způsobeno nepříznivými tafonomickými poměry a poměrně silně vyvinutou kliváží).



Obr. 30: *Guilielmites permianus* GEINITZ, 1858; vyobrazený v téže práci tab. 2, obr. 6.

**Poznámky:** Stopa se může vyskytovat v mělko- i hlubokovodních sedimentech. Původcem stopy mohou být polychétní červi (Ekdale a Lewis, 1991), s čímž souhlasí ve svých poznámkách i Wetzel (1992). Obvykle je její výskyt vázán na prostředí s nízkou hladinou fyzikální energie a velmi často s panujícími anoxickými podmínkami (Olivero, 2003).

**Výskyt:** Jívová, Domašov nad Bystřicí – lom při modré turistické cestě, Malý Rabštýn, Velká Střelná.



Obr. 31.: *Guilielmites* isp., Domašov nad Bystřicí, lom při modré turistické cestě.

V moravickém souvrství se dle manuskriptu Zapletala a Peka (1980) a Pekovy kandidátské disertační práce (1986) vyskytuje i několik dalších druhů fosilních stop. Mnohdy jsou



stanoveny rody i druhy nové. Část z nich řadí výše jmenovaní autoři do nově vytvořené skupiny „incertichnia“ – tedy stop nejistého původu a etologie. Problémem je však i to, že jména taxonů nebyla publikována v odborném tisku a tudíž ztrácejí svoji relevantnost. Dalším problémem je typový materiál, který se mi doposud nepodařilo dohledat. Zčásti je to způsobeno katastrofálními povodněmi z roku 1997, které poškodily rozsáhlou sbírku fosilních stop budovanou Zapletalem, Pekem a nově doplňovanou Lehotským, zčásti pak stěhováním pracoviště do nové budovy. Z těchto důvodů se k mnoha jménům nyní nelze kriticky vyjádřit. Důležitým krokem bude i kompletní revize této sbírky. Níže tedy uvádím pouze poznámky k taxonům stanoveným Zapletalem a Pekem (1980), Pekem (1986) a prakticky jediným publikovaným zdrojem (Lang, Pek a Zapletal, 1979).

*Granularia drahana* LANG, PEK&ZAPLETAL, 1979.

Druh je popsán z myslějovického souvrství drahanského kulmu. Jeho holotyp je vyobrazen v práci Langa, Peka a Zapletala, (1979) v tab. 7, obr. 2. V současnosti je uložen v paleontologické sbírce Vlastivědného muzea v Olomouci. Zapletal a Pek (1987) uvádějí výskyt druhu v Nížkém Jeseníku z lokality Dolní Povelice. Po revizi fosilních stop Langovy sbírky, kterou provedl Kováček (2015) je možno druh zařadit do rodu *Alcyonidiopsis*.

*Cervion penetrans* PEK, 1986.

V manuskriptu Peka (1986) je druh vyobrazen pouze jako pérovka – text. obr. 9/4. Dle zde uvedeného popisu se s největší pravděpodobností jedná o jedince náležejícího k rodu *Pilichnus*. Holotyp pocházející z lokality Stará Voda se nepodařilo dohledat.

*Lophoctenium abraxas* PEK, 1986.

Druh je vyobrazen pouze jako pérovka - text. obr. 15/1. Holotyp vzorku pocházející z lokality Velká Střelná se nepodařilo dohledat. Bližší vyjádření se k druhu je prozatím problematické.

*Palaeospira stellata* Zapletal&PEK, 1980

Fosilní stopa hvězdicovitého tvaru. Holotyp je vyobrazen Zapletalem a Pekem (1980) v tab. 16, obr. 2 a Pekem (1986) v tab. 17, obr. 2, dále jako text. obr. 16. Holotyp vzorku se nepodařilo dohledat. U těchto struktur však předpokládám anorganický původ. Autor uvádí výskyt omezený pouze na lokality Mladecko a Staré Oldřůvky.

*Reticuloglyphus irregularis* ZAPLETAL&PEK, 1980

Nepravidelně se větvičí stopa tvořící síťovité struktury. Holotyp, který se nepodařilo dohledat je vyobrazený Zapletalem a Pekem (1980) v tab. 20, obr. 3 a Pekem (1986) jako pérovka - text. obr. 22/3. Druh lze nejspíše přiřadit k obdobným strukturám rodu *Protopaleodictyon* příp. *Megagraption*. Autoři uvádějí výskyt druhu vzácně z lokality Olšovec.

*Protopaleodictyon palaeodictyoniformis* ZAPLETAL&PEK, 1980

Síťovitá stopa vytvářející nepravidelné uzavřené i otevřené buňky. Holotyp je vyobrazen v práci Zapletala a Peka (1980) v tab. 22, obr. 1 a dále v práci Peka (1986) v tab. 26, obr. 1. Autoři uvádějí výskyt stopy z lokalit Olšovec a Nové Těchanovice. Tento druh prozatím ponechávám v otevřené nomenklatuře jako *Protopaleodictyon* isp.

*Ophthalmichnium zonatum* ZAPLETAL&PEK, 1980

Holotyp druhu nebyl v původní práci Zapletala a Peka (1980) vyobrazen, v manuskriptu Peka (1986) je vyobrazen pouze jako pérovka – text. obr. 9/3. Svým popisem nejlépe odpovídá druhu *Laevicyclus* isp. Autoři uvádějí výskyt druhu pouze z lokality Jívová.

*Kauffmannia parabolica* ZAPLETAL&PEK, 1980

Autoři stanovili pro tuto eliptickou stopu vázanou pouze na lokalitu Bělkovice nový rod. Holotyp se však nepodařilo dohledat. V současnosti je problematické se k druhu vyjádřit.

*Strobilorhappe lobata* ZAPLETAL&PEK, 1980

Holotyp je vyobrazen pouze jako pérovka text. obr. 21. Vzorek se však nepodařilo dohledat. Rod vymezil Książkiewicz (1968) a revidoval jej Uchman (1998). Autoři uvádějí výskyt druhu vzácně z lokality Čermná.

*Otilia rara* ZAPLETAL&PEK, 1980

Nový rod definovali Zapletal a Pek (1980) na základě jednoho vzorku z lokality Úvalno. Dle popisu se jedná o lineárně sestavené eliptické až pyriformní (hruškovité) útvary. Holotyp vzorku se mi však nepodařilo dohledat, proto je nesnadné se k němu kriticky vyjádřit.

Další ichnofosilie, které uvádějí ve svých opusech Zapletal a Pek – tedy: *Scolicia* isp., *Spinorhappe rubra*, *Lophoctenium hartungi*, *Helminthopsis* isp., *Cosmorhappe timida*, *C. dvoraki*, *C. kettneri*, *Phyllocytes chorizi* jsou diskutovány přímo v systematické části rigorózní práce. Vzorek druhu *Agrichnium fimbriatum* z lokality Velká Střelná se prozatím nepodařilo dohledat.




## 9. Etologická charakteristika společenstev fosilních stop

Jedním z cílů paleoichnologie je determinovat behaviorální aktivitu organismů reprezentovanou zachovanými fosilními stopami. Většina z producentů obvykle vykazuje komplexní chování a produkují tak více stop. V praxi se využívá etologické klasifikace fosilních stop (viz kap. 5), nicméně relativní obtížnosti s přiřazením ichnofosilie do konkrétní etologické kategorie souvisí i s kompletností morfologie dané struktury (Pickerill a Keighley, 1995). Potrava je základní potřebou všech organismů a ty si během evoluce vytvořily různé strategie a mechanismy, pomocí kterých získávají živiny z okolního prostředí. Mezi archetypální strategie náležejí tzv. grazing structures, kdy se předpokládá, že organismus se při získávání potravy zároveň pohyboval.

Tab. 1.: Behaviorální charakteristiky vybraných fosilních stop, které jsou doloženy i z moravického souvrství Nížkého Jeseníku. Upraveno podle Gingras et al. (2007).

|   | Ichnogenera           | Domicile | Sediment stabilization | Filter-feeding | Carnivory or scavenging | Interface deposit-feeding | Shallow-tier deposit-feeding | Deep-tier deposit-feeding | Spatial-optimised deposit-feeding | Intraburrow waste storage | Readjustment | Agrichnia |
|---|-----------------------|----------|------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
| A | <i>Diplocraterion</i> |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
| B | <i>Palaeophycus</i>   |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
| C | <i>Planolites</i>     |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Cosmorhapha</i>    |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Chondrites</i>     |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Rhizocorallium</i> |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Zoophycos</i>      |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Paleodictyon</i>   |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |
|   | <i>Phycosiphon</i>    |          |                        |                |                         |                           |                              |                           |                                   |                           |              |           |

|   |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
|  | very strongly associated behavior | A - Suspension-feeding                      |
|  | commonly associated behavior      | B - Suspension-feeding and predation        |
|  | rarely associated behavior        | C - Deposit-feeding increasingly systematic |

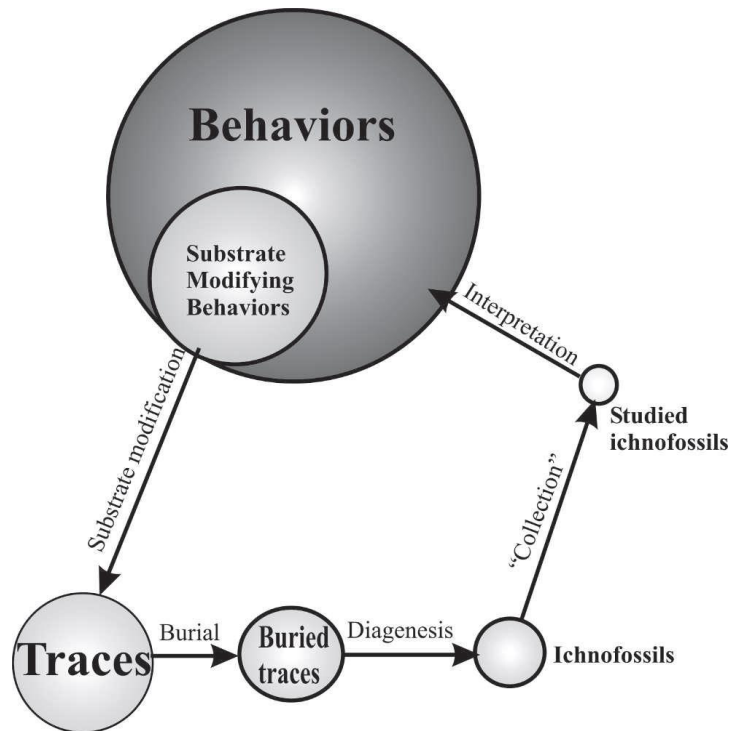
V moravickém souvrství Nížkého Jeseníku převažují fosilní stopy, které primárně souvisejí se získáváním potravy z kategorií pascichnia, fodinichnia a agrichnia. Podružně se setkáváme s repichnií a domicichnií (viz tab. 2). V potravních strategiích se organismy specializovaly na požíraní/prožíraní substrátu, požíraní detritu na hranici voda/sediment a také na požíraní suspenze. Specializovanou skupinu stop tvoří grafoglyptidi, kteří představují

komplexní „vzorované“ struktury na hranici sediment-voda s velmi efektivní potravní strategií sloužící k pomalému ukládání potravy. Často se jedná o složité stopy vykazující chemosymbiontní vztahy producenta s mikroorganismy (cf. Seilacher, 1964).

Tab. 2.: Etologické charakteristiky a potravní strategie vybraných fosilních stop moravického souvrství.

| <b>Ichnospecie</b>                 | <b>Etologie</b>          | <b>Potravní strategie</b>            |                   |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| <i>Planolites beverleyensis</i>    | Fodinichnia/Pascichnia   | požírač substrátu                    | Grazing structure |
| <i>Planolites</i> isp.             | Fodinichnia/Pascichnia   | požírač substrátu                    | Grazing structure |
| <i>Diplocraterion parallelum</i>   | Domichnia/Equilibrichnia | požírač suspenze<br>požírač detritu  |                   |
| <i>Rhizocorallium</i> isp.         | Fodinichnia/Domichnia    | požírač suspenze<br>požírač detritu  |                   |
| <i>Furculosus</i> isp.             | Fodinichnia/Domichnia    | požírač suspenze<br>požírač detritu  |                   |
| <i>Zoophycos</i> isp.              | Fodinichnia              | požírač substrátu                    |                   |
| <i>Nereites missouriensis</i>      | Pascichnia               | požírač substrátu<br>požírač detritu | Grazing structure |
| <i>Spirodesmos archimedeus</i>     | Repichnia/Agrichnia      | požírač substrátu<br>požírač detritu | Grazing structure |
| <i>Spirodesmos spiralis</i>        | Repichnia/Agrichnia      | požírač substrátu<br>požírač detritu | Grazing structure |
| <i>Falcichnites lophoctenoides</i> | Fodinichnia              | požírač detritu                      |                   |
| <i>Phycosiphon incertum</i>        | Pascichnia/Fodinichnia   | požírač substrátu                    | Grazing structure |
| <i>Chondrites intricatus</i>       | Fodinichnia/Chemichnia   | požírač detritu                      |                   |
| <i>Chondrites targionii</i>        | Fodinichnia/Chemichnia   | požírač detritu                      |                   |
| <i>Laevicyclus</i> isp.            | Fodinichnia              | ?požírač detritu                     |                   |
| <i>Paleodictyon strozii</i>        | Agrichnia                | požírač detritu                      | Grazing structure |
| <i>Megagraption</i> isp.           | Agrichnia                | požírač detritu                      | Grazing structure |
| <i>Protopaleodictyon</i> isp.      | Agrichnia                | požírač detritu                      | Grazing structure |
| <i>Dictyodora liebeana</i>         | Fodinichnia/Pascichnia   | Požírač substrátu                    | Grazing structure |
| <i>Pilichnus</i> isp.              | Fodinichnia              | požírač detritu                      |                   |

Doposud byla v ichnologické literatuře týkající se jesenického kulmu zcela opomíjena problematika horizontálních vztahů mezi jednotlivými ichnofosiliemi. Na vzorcích pocházejících z moravického souvrství lze pozorovat několik základních fenoménů: (i) fosilní stopy si udržují svou individualitu a neutralitu – tzn. i vztahy původců byly patrně neutrální. Ichnofosilie jsou velmi dobře vyvinuty a zaujímají určitý omezený prostor. Tyto neutrální vztahy je možno pozorovat zvláště při bázi souvrství. (ii) Stopy se různě kříží a překrývají. Velmi časté je přepracování grafoglyptidních stop. Dobře jsou tyto vztahy zdokumentovány z lokality Olšovec, kde jsou hojně porušovány stopy rodu *Protopaleodictyon* zástupci rodu *Gordia*. (iii) Relativně běžným jevem, zvláště na lokalitách ve vyšší části souvrství, je druhotné přepracování domichnií. Typickým příkladem jsou zástupci rodu *Diplocraterion*, v jejichž trubicích lze na podélných řezech pozorovat projevy další bioturbace.



Obr. 32.: Tafonomie chování, ukazující směr od biologického signálu chování k jeho ichnologické interpretaci (Plotnick, 2012).

Behaviorální biologii fosilních stop se hlouběji zabýval Plotnick (2012). Ten přiznává, že potenciál pro poznání evoluce chování organismů, který fosilní stopy nabízejí, nebyl doposud plně využit. Podle něj je to ve výzkumu způsobeno především absencí koncepce, metod a také relevantní literatury. Ale již dříve vymezuje Miller (2003) na vybraných rodech fosilních stop čtyři styly komplexního chování, které jsou zaznamenány v ichnologickém materiálu: (i) Složitě naprogramované chování, které je zaznamenáno v různých fosilních stopách /jeden producent - jeden typ chování - jeden komplex fosilních stop/. (ii) Chování, které je složeno z několika jednoduchých činností prováděných jedním organismem, a které se projevuje přechodem z jedné stopy do druhé /jeden producent – více jednoduchých stylů chování – několik jednoduchých stop/. (iii) Chování, při kterém organismus konstruuje jednoduché nebo složitější struktury /jeden producent – jednoduché i složitější chování – jednoduché i složitější fosilní stopy/. (iiii) Dva stupně chování, odrážející se v mnoha jedincích jedné fosilní stopy, projevující se v produkci výrazných a velkých struktur /jeden producent – stálé dvousložkové chování – hierarchie fosilních stop v jednotné struktuře/.

Materiál pocházející z moravického souvrství Nízkého Jeseníku je možno zařadit z tohoto pohledu do sofistikovaných behaviorálních stylů všech kategorií, s převahou kategorie 1 a 3.

## 10. Diskuze

V rámci kapitoly jsou řešeny dílčí problémy studia fosilních stop. Poznámky a diskuze týkající se systematiky jsou uvedeny v příslušné kapitole č. 8.

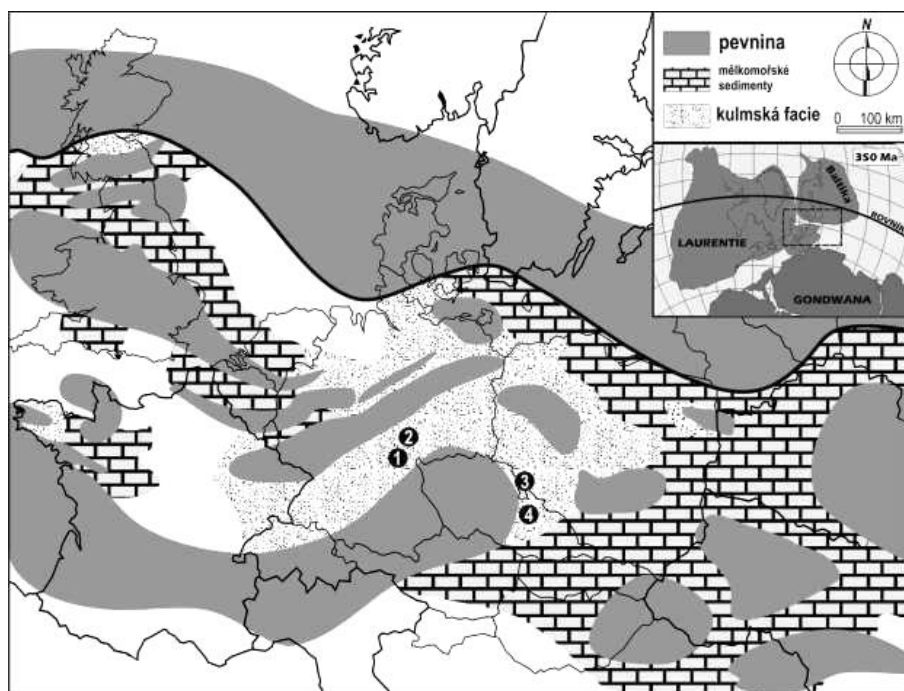
### **10.1. Srovnání společenstev fosilních stop s evropskými lokalitami**

Horniny paleozoika východní části Českého masivu jsou dílčí jednotkou rhenohercynské zóny variského orogenetického pásma (např. Franke, 1995). Výskyty ichnofauny lze v Evropě relativně dobře srovnávat právě v rámci tohoto prostoru. Kulmskými sledy hornin Durynska se systematicky věnovali Pfeiffer (1969) a Benton (1982). Především z Rýnského břidličného pohoří popisují rozvinuté společenstvo fosilních stop, které zahrnuje následující druhy: *Nereites cambrensis*, *N. tenuissimus*, *N. macleayi*, *N. jacksoni*, *N. isp.*, *Neonereites biserialis*, *Dictyodora liebeana*, *Lophoctenium globulare*, *L. comosum*, *L. hartungi*, *Chondrites antiquus*, *Ch. glomeratus*, *Ch. filifalx*, *Ch. isp.*, *Cylindrichnus isp.*, *Phycosiphon isp.*, *Minichnium wurzbachensis*, *Phyllocytes thuringicus*, *P. geinitzi*, *Taenidium precarbonicum*, *Scolicia sp.*, *Palmichnium culmicum*, *Protovirgularia nereitarum*, *P. dichotoma*, *Cosmorhaphé timida*, *Agrichnium fimbriatum*, *Spirodesmos spiralis*, *Megagraptón hartungi*, *Protopaleodictyon spinanata*, *Spirorhaphé rubra*, *Laevicyclus isp.*, *Volkichnium volki*, *V. minutum*, cf. *Lorenzina*, *Ophtatmichnium heerwegeni*, *Paleodictyon isp.* Z výše uvedeného výčtu druhů fosilních stop je však patrné, že bude nutné provést revizi popsáných taxonů z německého spodního karbonu. Stepanek a Geyer (1989) popisují z oblasti Franckého lesa (Frankenwaldu) tyto zástupce: *Chondrites antiquus*, *Chondrites isp.*, *Dictyodora liebeana*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Lophoctenium comosum*, *L. cf. hartungi*, *Nereites isp.*, *Phycosiphon incertum*, *Scalarituba aff. missouriensis*, *Taenidium meandriiformis*, *Taenidium sp.*, *Taxichnites wurmi*, *Agrichnium fimbriatum*, *Laevicyclus isp.*, *Megagraptón angulare*, *?Paleodictyon isp.*, *Spirodesmos spiralis* a *Squamodictyon isp.*

Spodnokarbonské sledy hornin se vyskytují i v Polsku. Nejčastěji jsou vyvinuty v kulmské facii, méně pak ve facii uhelného vápence. Nejznámější výskyty známe z oblasti Svatokřížských hor, na západním předpolí Volyňského masivu, dále v okolí Dębника a západním okraji hornoslezské pánve. V okolí Gałęzic se objevují i mocné čočky korálovo-krinoidových vápenců (Książkiewicz a Samsonowicz, 1952). Z Polské republiky jsou paleoichnologická data dostupná pouze z paprotnického souvrství (bardská jednotka). Muszer

a Haydukiewicz (2009, 2010) odtud uvádějí nálezy stop rodu *Zoophycos*. Biostratigraficky zdejší sedimenty náležejí do zóny *Goniatites crenistria* (Goα). Spektrum fosilních stop je zde však poměrně značně odlišné od téže úrovně při bázi moravického souvrství Nízkého Jeseníku. Je reprezentováno druhy: *Zoophycos* isp., *Chondrites* isp., *Palaeophycus* isp., *Lockeia* isp., *Nereites missouriensis*, *Planolites* isp., *Altichnus* isp., cf. *Thalassinoides* isp. a druh *Paleobuprestis sudeticus* isp., který je vrtbou na stonku typické viséské přesličky rodu *Archaeocalamites* (Muszer a Uglík, 2013).

Kulmské sledy na ostrově Menorca detailně studovali Orr (1994), Orr et al. (1996) a Llompart a Wiczorek (1997). Autoři odtud popsali ichnodruhy *Dictyodora liebeana*, *Lophoctenium commosum*, *L. haudimineri*, *L. isp.*, *Nereites delpeyi*, *N. isp.*, *Neonereites biserialis*, *Callictenium* isp., *Arthropycus minorcensis*, *A. isp.*, *Laevicyclus* isp., *Monocraterion* isp., *Paleodictyon* isp., *Phycosiphon incertum*, *P. isp.*, *Syncoprulus pharmaceus*. Gilbert (2007) uvádí ve své předběžné zprávě z katalánských Pyrenejí druhy *Dictyodora liebeana*, *Phycosiphon* isp., *Lophoctenium* isp., *Nereites* isp., *Paleodictyon* isp., *Zoophycos* isp., *Chondrites* isp., *Spirophycus?* isp., *Falcichnites lophoctenoides*.



Obr. 33.: Faciální rozmístění spodnokarbonských sedimentů v Evropě. Čísly vyznačeny diskutované lokality: 1 - Frankenwald, 2 – Rheinisches Schiefergebirge, 3 - Polské sudety, 4 - Nížký Jeseník a Dražanská vrchovina. Upraveno podle Amlera (1998), McKerrowa et al. (2000) a Paprotha (1969).

Uchman (2004) usuzuje, že hlubokomořská ichnofauna je během časového intervalu ordovik-karbon prakticky shodná ve svém druhovém složení. Obvyklým prvkem společenstev je rod *Dictyodora*, zástupci rodů *Nereites* a *Megagraption*.

## 10.2. Srovnání společenstev fosilních stop s lokalitami České republiky

V rámci České republiky se přímo nabízí srovnání s kulmskými sedimenty Drahanské vrchoviny, přesněji myselejovického souvrství drahanského kulmu. Spodnokarbonské sedimenty drahanského kulmu jsou tradičně děleny do tří souvrství – protivanovského, rozstáňského a myselejovického. Nálezy fosilních stop pocházejí ojedinele ze studnických břidlic myselejovického souvrství, kde byl publikován Lehotským et al. (2012) nález chudé asociace *Dictyodora-Planolites* přímo od Studnic. Mnohem bohatší je však souvrství myselejovické. Ačkoli nejstarší zmínky o výskytu stop uvádí již Meisel (1938), jejich zpracování stále zůstávalo spíše okrajovou záležitostí. A tak byl ichnologický materiál analyzován až na sklonku 70. let Pekem, Zapletalem a Langem (1978) a Langem, Pekem a Zapletalem (1979). Autoři odtud popsali následující druhy: *Arenicolites* isp., *Cosmoraphe dvoraki*, *Crossopodia moravica*, *Dictyodora sudetica*, *Granularia drahana*, *Chondrites* isp., *Chondrites goepperti*, *Nemertites silesicus*, *Nereites jacki*, *Phycosiphon incertum*, *Phyllodocites jacksoni*, *Planolites* isp., *Rhizocorallium* isp., později i nové druhy jako např. *Cosmorhaphe dvoraki*, *Granularia drahana* nebo *Amanitichnus* isp.

Nejnověji provedl v rámci diplomového úkolu revizi fosilních stop myselejovického souvrství Kováček (2015), který identifikoval celkem 13 druhů, a to: *Alcyonidiopsis* isp., *Cosmorhaphe* isp., *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Gordia* isp., *Chondrites* cf. *intricatus*, *Chondrites* isp., *Nereites missouriensis*, *Nereites* isp., *Phycosiphon incertum*, *Planolites beverleyensis*, *Planolites* isp. a *Rhizocorallium* isp. Drahanský kulum se ve světle těchto výzkumů jeví jako ochuzený o některé významné zástupce fosilních stop, které se relativně často objevují v moravickém souvrství Nízkého Jeseníku. Zajímavá je celková absence síťovitých stop (rody *Palaeodictyon*, *Protopaleodictyon*, *Megagraption*), obdobně i stop rodu *Zoophycos* nebo *Spirodesmos* – což s největší pravděpodobností souvisí s absencí jejich původců. V myselejovickém souvrství lze pozorovat ve vertikálním směru ostrý přechod od unifikovaného společenstva k relativně rozrůzněné asociaci fosilních stop. V moravickém souvrství se zdá, že tento přechod je přeci jen pozvolnější od již relativně diverzifikované báze s přítomnou zoofykovou ichnofácií, přes střední část s novým sedimentačním cyklem



(zhruba v pozici Kružberka) až po rozrůzněné společenstvo u stropu souvrství s ichnofacií nereitovou.

Poněkud odlišně se jeví sedimenty mírovského paleozoika, které jsou neobyčejně chudé na jakékoli organické zbytky. Spodnokarbonské horniny mohelnického souvrství jsou dle Zapletala (2003) tvořeny sekvencemi metasedimentů – tedy přeměněných drob, prachovců a jílovců s podřízenými vložkami slepenců. Nejvíce jsou zachovány fosilní stopy, které odtud jako první uvádí Kettner (1937), dále Pek a Zapletal (1975), Janoška et al. (1998) a nově Lehotský a Zapletal (2011). Dosud byli identifikováni tito zástupci: *Dictyodora liebeana*, *Nereites* isp., *Chondrites* cf. *intricatus*. Společenstvo ichnofosilií je velmi chudé a uniformní s naprostou převahou diktyodor, což odpovídá nejnižším polohám moravického souvrství.

V rámci Nízkého Jeseníku je společenstvo fosilních stop nejvíce rozvinuto právě v moravickém souvrství. Formace na západ od šternbersko-hornobenešovského pruhu, reprezentující uložení zbytkové pánve, obsahují poměrně uniformní málo rozvinutá společenstva. Ta jsou zastoupena pouze druhy *Dictyodora liebeana*, *Planolites beverleyensis*, *Spirodesmos spiralis* a *S. archimedeus*. Tyto sporadické nálezy pocházejí z lokalit Dětrichovice – Veikův lom, Karlovice, Pocheň a Malá Štáhle (Pek, Zapletal a Lang, 1978; Pek, 1986; Lehotský 2004). Obdobně hornobenešovské souvrství jeví podobný trend ve své bazální části (vrstvách laryšovských). Hojnější ichnologický materiál pochází z brantických a dalovských vrstev. Zastoupeny jsou druhy *Dictyodora liebeana*, *Spirodesmos archimedeus*, *S. spiralis* a *Planolites beverleyensis* (Pek, Zapletal a Lang, 1978; Pek, 1986). Oproti studovanému moravickému souvrství je patrný úbytek fosilních stop i v jeho nadloží, tedy hradecko-kyjovickém souvrství. Asociace stop tvoří většinou zástupci *Nereites missouriensis*, *Diplocraterion parallelum*, *Gordia* sp., *Cosmorhaphe* isp. a podřízeně *Dictyodora liebeana* (Pek, Zapletal a Lang, 1978).

### 10.3. Úloha substrátu na distribuci fosilních stop

V současnosti se významně projevuje posun v chápání role substrátu jako jednoho z hlavních environmentálních faktorů ovlivňujících bentická společenstva organismů a tím i vznik asociací fosilních stop. Na existenci vhodných substrátů je vázán i tradiční koncept ichnofacií. Klasické schéma Adolfa Seilachera posloupnosti ichnofacií z roku 1967, bylo postupem času modifikováno (např. Bromley a Asgaard, 1991; Buatois a Mángano, 2011). Upustilo se

především od batymetrického modelu rekurentních ichnofacií a přešlo se k tzv. substrátem kontrolovaným ichnofaciím, což odpovídá více reálnému prostředí.

Fosilní stopy jsou v moravickém souvrství vázány vždy na jemnozrnné členy (jílové břidlice, prachovce) vykazující klidné prostředí. Jejich výskyty jsou však většinou v blízkosti větších těles slepenců (gravelitů) a poloh masivních drob. Výplň stop je většinou shodná s okolní horninou. Výjimku tvoří skupina domichnií (rody *Diplocraterion*, *Rhizocorallium*, *Furculosus*), u kterých jsou trubice vyplněny jemnozrnnou drobou. Sedimenty jsou zpravidla chudé na texturní prvky (převládá laminární a gradační zvrstvení) i na mechanické nerovnosti na vrstevních plochách. Ichnofosilie se zpravidla zachovávají v semireliéfu, případně v plném reliéfu jako postdepoziční struktury (viz tab. 3).

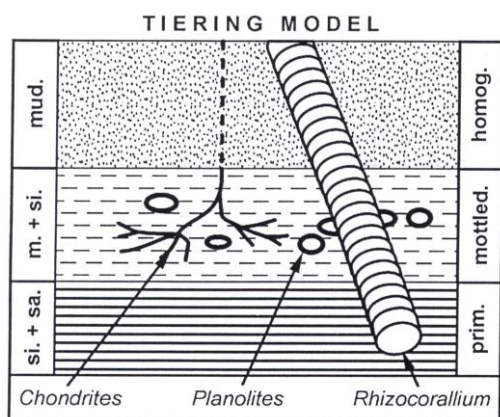
V Nížkém Jeseníku bylo stanoveno několik rekurentních ichnofacií (Zapletal a Pek, 1997; 1999), patřících do skupiny tzv. marine softground ichnofacies. Jedná se o zoofykovou, kruzianovou a nereitovou ichnofacii. Studované moravické souvrství je charakteristické postupným vývojem od zoofykové ichnofacie při jeho bázi, přes zoofykovou ichnofacii s prvky nereitové ichnofacie ve střední části formace k nereitové a kruzianové ichnofacii.

Zoofyková ichnofacie je reprezentována zástupci *Dictyodora liebeana*, *Planolites beverleyensis*, *Zoophycos* isp, *Falcichnites lophoctenoides*, *Pilichnus* isp., *Chondrites* isp., *Laevicyclus* isp. V moravickém souvrství ji můžeme ztotožnit s bělskými vrstvami. Jisté obohacení zoofykové ichnofacie o prvky nereitové lze vysledovat v bohdanovických vrstvách. Lokality Malý Rabštýn nebo Velká Střelná obohacují společenstvo stop rody *Rhizocorallium* a *Phycosiphon*. Nereitová ichnofacie je vyvinuta především ve střední části moravického souvrství, odkud je známa řada klasických paleontologických lokalit (Nové Těchanovice, Zálužné, Čermná ad.). V jemnozrnných členech vrstevních sledů se ve společenstvech fosilních stop objevují rody *Dictyodora*, *Planolites*, *Phycosiphon*, *Nereites*, *Gordia*, *Chondrites*, *Diplocraterion* a *Protopaleodictyon*. Kruzianová ichnofacie je vyvinuta v pruhu lemujícím strop moravického souvrství v oblasti Oderských vrchů a údolí Odry. Ve spektru fosilních stop dominují rody *Diplocraterion*, *Rhizocorallium*, *Nereites* a *Protopaleodictyon*.

Vztahu ichnofacií a sedimentačního prostředí moravskoslezské pánve se věnovali Zapletal a Pek (1997). Oba autoři dospěli k názoru, že rozhodující význam pro distribuci fosilních stop mají centra rozptylu siliciklastického materiálu do pánve s variabilním režimem turbiditních proudů. Nejnověji se otázkou sedimentačního prostředí moravického souvrství zabývali Lehotský et al. (2002), kteří vztahují asociace ichnofosilií ke dvěma sedimentačním událostem (megacyklům). V podstatě je možno ztotožnit zoofykovou ichnofacii a zoofykovou ichnofacii s prvky nereitové ichnofacie s bazálním megacyklem, druhý cyklus pak



stanoveny indexy ichnostavby. Obecně lze uvést, že index ichnostavby se v rámci moravskoslezského kulmu pohybuje v intervalu hodnot 1-2. Pravděpodobně z důvodu většího prokysličení někdejšího mořského dna a relativním sedimentačním klidu byla umožněna organismům kolonizace prostředí ve větší míře. To se projevilo i na jejich intenzivnější bioturbační aktivitě. Model tieringu pro sedimenty kulmské facie je na obr. 35.



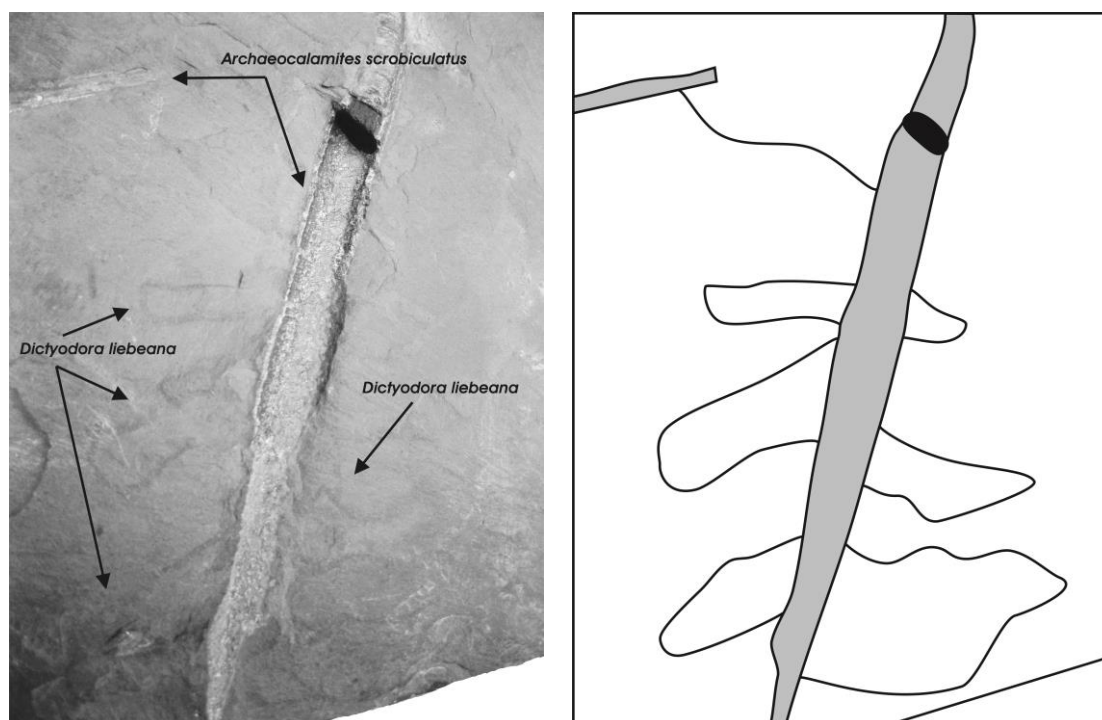
Obr. 35.: Tiering model pro kulmskou facii dle výzkumů Mikuláše, Lehotského a Bábka (2002). Vysvětlivky zkratk: mud. – jílovce; m.+ si. – jílovce + prachovce; si. + sa. – prachovce + pískovce, (droby); prim. – primární laminace; homog. – homogenní.

Podle Ekdalea a Masona (1988) zahrnuje typický sedimentologický záznam prostředí chudého na kyslík fosilní stopy produkované požírači substrátu (fodinichnia). V jejich kyslíkem kontrolovaném modelu přecházejí s větší prokysličeností vody asociace stop od dominujících fodinichnií přes pascichnia až k převažujícím množství domichnií. Obdobnou posloupnost je možno (s mírnými výhradami) vysledovat i v moravickém souvrství.

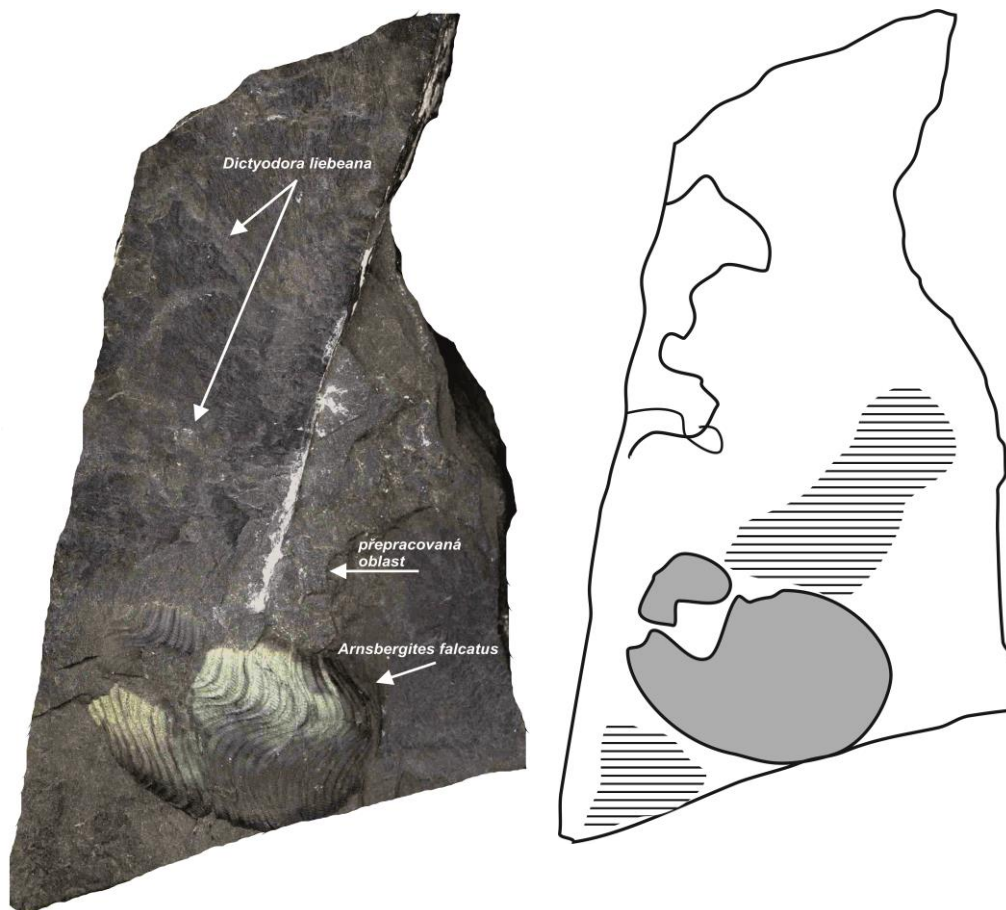
Tab. 3: Toponomická klasifikace fosilních stop zjištěných v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku (hy – hypichnium, ep – epichnium, en – endichnium, ex – exichnium); a klasifikace ve vztahu k predepozičnímu a postdepozičnímu charakteru vzniku těchto stop. \* - označeny grafoglyptidní stopy (dle různých autorů, upraveno).

| Ichnospecie                        | Toponomická klasifikace | Pre-/Postdepoziční struktury | grafoglyptidi |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------|
| <i>Planolites beverleyensis</i>    | hy, ep, en, ex          | postdepoziční                |               |
| <i>Planolites isp.</i>             | hy, ep, en, ex          | postdepoziční                |               |
| <i>Diplocraterion parallelum</i>   | en                      | postdepoziční                |               |
| <i>Rhizocorallium isp.</i>         | en                      | postdepoziční                |               |
| <i>Zoophycos isp.</i>              | en                      | postdepoziční                |               |
| <i>Nereites missouriensis</i>      | ep                      | postdepoziční                |               |
| <i>Spirodesmos archimedeus</i>     | hy, ep                  | postdepoziční                |               |
| <i>Spirodesmos spiralis</i>        | ep                      | postdepoziční                |               |
| <i>Falcichmites lophoctenoides</i> | ep                      | postdepoziční                |               |
| <i>Phycosiphon incertum</i>        | en, ep                  | postdepoziční                |               |
| <i>Chondrites intricatus</i>       | en, ep                  | postdepoziční                |               |
| <i>Chondrites targionii</i>        | en, ep                  | postdepoziční                |               |
| <i>Laevicyclus isp.</i>            | ep                      | postdepoziční                |               |
| <i>Paleodictyon strozii</i>        | hy, ep                  | postdepoziční                | *             |
| <i>Megagraption isp.</i>           | hy, ep                  | postdepoziční                | *             |

Jako velmi zajímavé se jeví asociace fosilních stop vázaných na přítomnost „body fossils“. V moravickém souvrství a obecně kulmských sedimentech Nízkého Jeseníku se jen velmi vzácně nacházejí fosilní stopy společně s makrofosiliemi, které by dokládaly zájem původců stop o odumřelé jedince. Ti mohli představovat přechodné a lokální zvýšení přínosu živin. Na mnoha lokalitách v moravickém souvrství se v břidlicích nacházejí zkameněliny bez známek jakékoli bioturbace (vrtavá činnost prozatím nebyla pozorována vůbec) i přes to, že by se mohly stát rychlým a snadným zdrojem potravy pro různé dekompozitory. To může poukazovat na přenos již prázdných schránek mořskými proudy. Prostou nepřítomnost původců stop však jednoznačně vylučují. Naopak na některých vzorcích je viditelná cílená interakce fosilních stop a fosilií, směřující k maximální exploataci uhynulého organismu. Jako příklad uvádím jílovou břidlici se zbytkem lodyhy přesličkovité rostliny rodu *Archaeocalamites*, která leží prakticky v ose prstovité meandrující stopy *Dictyodora liebeana* (obr. 36). Stejnou stopu a kompletně bioturbovanou oblast jsem našel v blízkosti schránky goniatita druhu *Arnsbergites falcatus* (obr. 37). Tyto interakce nebyly doposud z kulmských sedimentů Nízkého Jeseníku popsány a další studium těchto jevů by mohlo přinést mnoho zajímavých výsledků.



Obr. 36. Fosilie a ichnofosilie. Fosilie typické spodnokarbonské přesličkovité rostliny rodu *Archaeocalamites* a prstovité meandry stopy *Dictyodora liebeana*. Lokalita Svobodné Heřmanice, VMO 27895. Lehotský (orig.).



Obr. 37. Fosilie a ichnofosilie. Fragment schránky stratigraficky významného goniatita druhu *Arnsbergites falcatus* a fosilní stopa druhu *Dictyodora liebeana*. V těsné blízkosti goniatita je kompletně bioturbovaná oblast. Lokalita Nové Těchanovice, VMO 28793; Lehotský (orig.).

#### 10.4. Mikrobiální povlaky

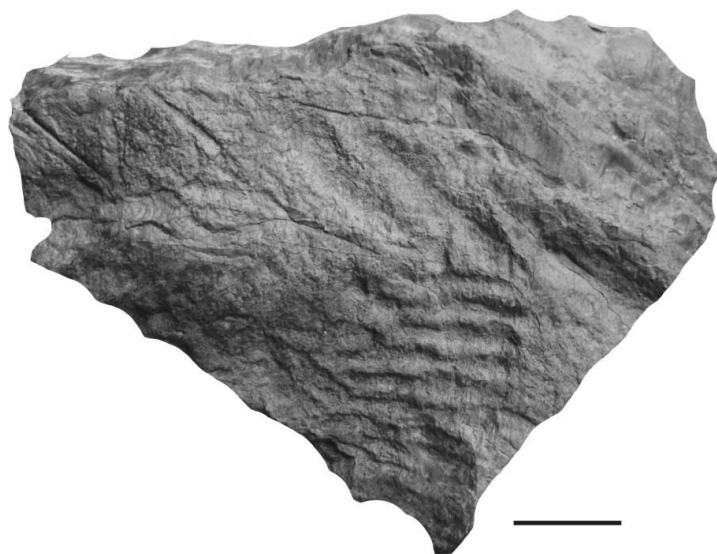
V paleoichnologické literatuře je hojně diskutována otázka kolonizace hlubokomořského prostředí (např. Crimes, 1974; Orr, 2001; Uchman 2003; 2004). Zvláště posledně citovaný autor se pokusil o rozsáhlou analýzu hlubokomořských stop během fanerozoika. Došel i k několika obecným závěrům: 1) složité vzorce chování se nejprve vyvinuly u mělkovodních organismů a později došlo k migraci do hlubokovodního prostředí, 2) posléze došlo k nárůstu komplexity a diverzity fosilních stop během fanerozoika.

Zotavení ekosystému po eventové události – v našem případě náhlé sedimentaci z turbiditního proudu, kdy začíná vzrůstat jak diverzita, tak i produktivita - je spojeno s primární kolonizací mořského dna mikroorganismy. Bakterie představují v podstatě nejúspěšnější formu existence života na Zemi. Mohou žít buď ve vodním sloupci volně, nebo v asociacích, které vytvářejí tenkou vrstvu na pevných tělesech – tzv. mikrobiální povlak

(biofilm, microbial mat). Biofilmy se obvykle skládají ze svrchní prokysličené vrstvy a spodní bezkyslíkaté vrstvy. Jejich mocnost kolísá v závislosti na dostupnosti živin a druhovém složení. Obvykle mají i složitou architekturu.

Otázka mikrobiálních povlaků a jejich vlivu na společenstvo fosilií/fosilních stop je v naší literatuře doposud relativně opomíjena. Většinou z důvodu chybějících paleontologických či sedimentologických důkazů. Nicméně z pozorování recentních biofilmů můžeme přiznat jejich významnou úlohu v kolonizaci mořského dna (viz např. Noffke a Chafetz, 2010). Interakce organismů a tzv. matgroundu jsou dobře známy během geologického vývoje Země již od proterozoika po recent (Buatois a Mángano, 2010). Projevy existence mikrobiálních povlaků v pískovcích a jílovcích se zabývá i J. Schieber (2004), jehož schéma související s růstem, metabolickými efekty, destrukcí a diagenézí uvádím na obr. 39.

V moravickém souvrství jsou k dispozici pouze nepřímé důkazy závislosti makroorganismů na bakteriálních povlacích. Je však možné, že některé nerovnosti, vyskytující se na vrstevních plochách jílovců a prachovců byly interpretovány nesprávně a mohou patřit (na základě shodnosti morfologie) právě k mikrobiálním povlakům (obr. 38). Další studium tzv. microbially induced sedimentary structures (MISS) by mohlo přispět k vyřešení několika dílčích problémů moravskoslezského kulmu. Tyto textury v sobě zahrnují např. ostře ohraničené vrásčité povrchy vrstev, drobné vyvýšeniny, vypukliny a nejrůznější typy biolaminace (cf. Noffke, 2010). Navíc činnost bakterií velmi často přispívá i ke stabilizaci sedimentu (např. Gerdes et al., 2000).

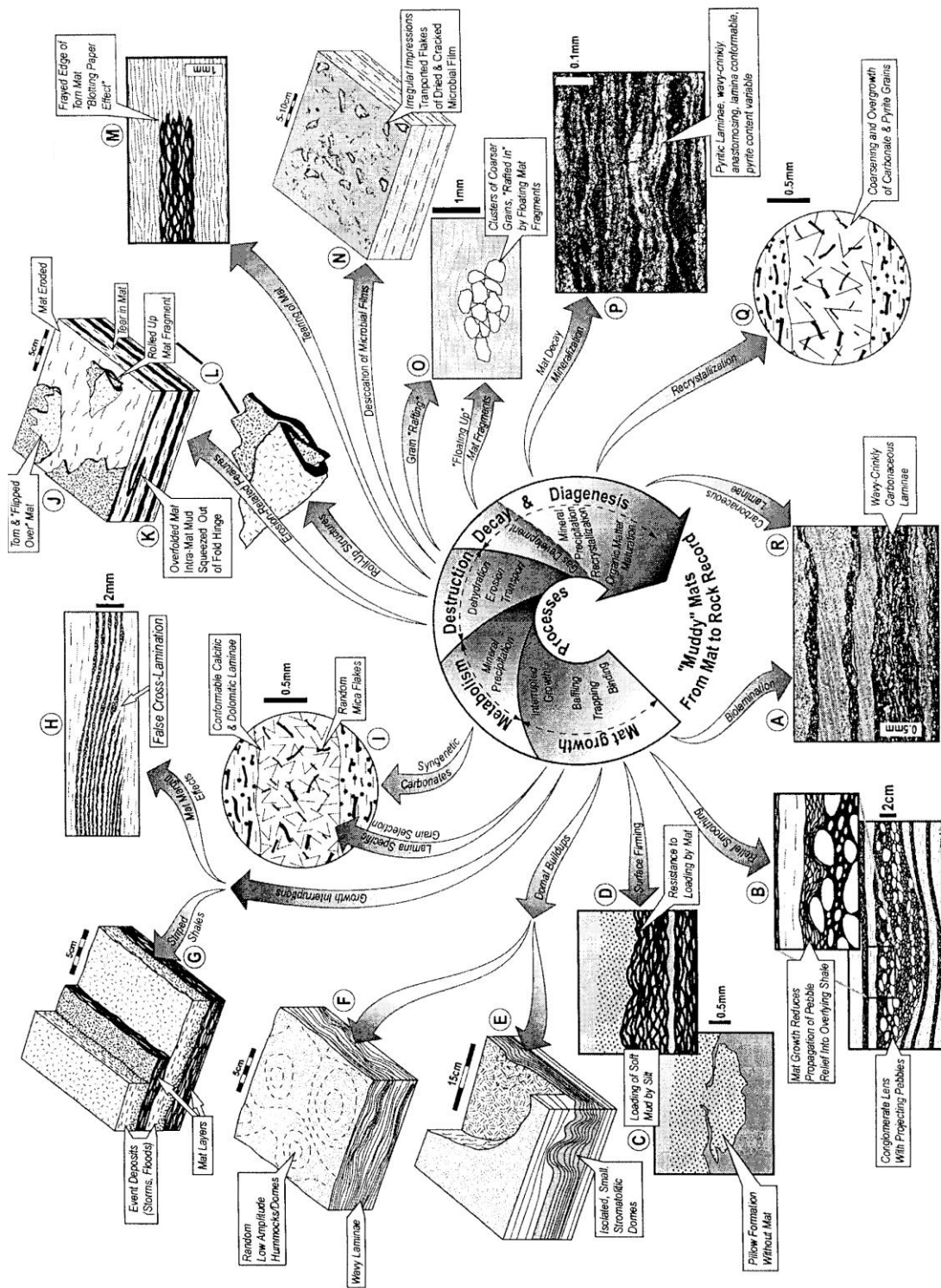


Obr. 38. Možný fosilní důkaz existence mikrobiálního povlaku. Jílová břidlice, Nové Těchanovice.  
Měřítko 1cm.

Jedním z důležitých vodítek jsou především potravní strategie organismů (Tab. 1, 2). V repertoáru potravních strategií se v moravickém souvrství setkáváme se stopami po organismech požírajících/prožírajících substrát příp. detrit nebo suspenzi, které mohou reflektovat exploataci mikrobiálních povlaků (ve smyslu Buatois a Mángano, 2011). Obdobně se nad touto problematikou pozastavuje Miller III (1998; 2003; 2007), který dělí stopy na „deliberate (záměrné)“ a „inidental (náhodné)“ struktury. První skupinu charakterizuje komplexností, několikanásobnou funkcí, bohatostí na behaviorální znaky, delším osídlením a větší složitostí pro zařazení do Seilacherovského klasifikačního schématu. Jako příklad udává grafoglyptidní stopy a zvláště rody *Zoophycos* a *Paleodictyon*. Druhou skupinu tvoří jednoduché struktury s jednou hlavní funkcí, záznamem jednoduchého chování a příslušností k jedné kategorii Seilacherovské klasifikace. Jako příklad uvádí rody *Skolithos*, *Planolites* nebo různé únikové struktury. Častou interpretací speciálně u těchto hlubokovodních stop je právě souvislost s mikrobiálními povlaky a cílenou kultivací mikroorganismů. Grafoglyptidi tak měli využívat jako zdroj potravy kultur symbiotických mikroorganismů, které pěstovali ve svých chodbičkách. Tento vztah založený na interakci producenta fosilní stopy a bakterií se vyvinul jako adaptace k životu v málo úživných prostředích (Seilacher, 1977; Miller III, 2003). Obdobné strategie je možno na základě přítomností grafoglyptidních stop doložit i v moravickém souvrství.

Vzhledem k tafonomickým poměrům moravického souvrství, které představovalo tzv. food-poor environment, tak předpokládám jako jeden z hlavních zdrojů potravy někdejších bentických živočichů právě požíraní mikroorganismů, ať již na povrchu někdejšího mořského dna nebo uvnitř sedimentu. Z výše uvedeného mimo jiné vyplývá, že původci komplexních stop (např. *Zoophycos*, *Protopleodictyon*, *Paleodictyon*) se nespolehali pouze na prosté vyhledávání úživnějších substrátů jako oportunističtí původci stop jednoduchých (např. *Planolites*, *Nereites*, ale i *Dictyodora*).



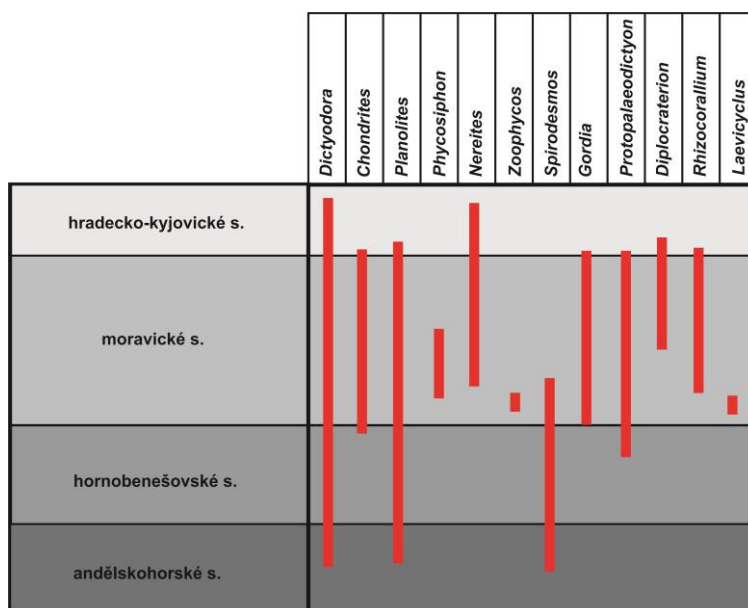


Obr. 39.: Projevy mikrobiálních povlaků v jílovcích. Procesy produkující tyto projevy jsou seřazeny kontinuálně ve směru hodinových ručiček od aktivního růstu po destrukci během diagenese. (Schieber, 2004).

## 10.5. Stratigrafie fosilních stop moravického souvrství

O využití fosilních stop k lokálním stratigrafickým účelům se pokusili Zapletal a Peka (1971) v souvislosti s nálezem stop rodu *Spirodesmos*. Udávají, že výskyt rodu je vázán na stratigraficky nejvyšší partie hornobenešovského souvrství. Tato skutečnost je citována i ve stratigrafické klasifikaci kulmu Nížkého Jeseníku (Zapletal, Dvořák a Kumpera, 1989). V současnosti je však znám výskyt tohoto rodu i v moravickém souvrství.

Stratigrafická distribuce fosilních stop v moravickém souvrství odráží vývoj fauny, tedy svých původců. Faunistickými společenstvy se komplexně zabýval Kumpera (1967, 1971, 1983), který v Nížkém Jeseníku striktně rozlišuje zbytkovou flyšovou a forelandovou pánev. Diverzita faunistických společenstev se v Nížkém Jeseníku zvyšuje od západu k východu (tedy od stratigraficky nejnižších členů po nejvyšší). Fosilní stopy však tento trend zcela nesledují. Jejich největší diverzitu zaznamenáváme ve střední a vyšší část moravického souvrství. Stratigrafická distribuce jednotlivých druhů fosilních stop moravického souvrství je znázorněna v tabulce 4 a obr. 40.



Obr. 40.: Vertikální distribuce vybraných rodů fosilních stop.  
Podle Zapletala a Peka (1987) upravil Lehotský (2016).

Ze studia vertikální distribuce fosilních stop vyplývá několik skutečností. Kromě „průběžných“ rodů, kterými jsou *Dictyodora*, *Chondrites*, *Planolites* a *Gordia*, se v moravickém souvrství vyskytují i rody, které mají pouze omezený stratigrafický rozsah. Jedná se o rody typické spíše pro bázi souvrství, které nepřekračují strop bohdanovických vrstev – *Zoophycos*, *Laevicyclus* a *Spirodesmos*. U posledně jmenovaného je ještě jeden

problematický nález v Budišově nad Budišovkou. Poněkud větší rozšíření má rod *Phycosiphon*. Pro svrchní polohy moravického souvrství je pak typickým rodem *Diplocraterion*. Výskyt fosilních stop tak může sloužit jako přibližný ukazatel ve vertikální orientaci v poměrně složitém terénu, především v místech bez výskytu prokazatelné stratigraficky významné fauny.

Zapletal a Pek (1987) vymezují v moravickém souvrství několik oblastí, ve kterých se hojněji vyskytují fosilní stopy. Jedná se o pruh:

- Bělkovické údolí
- Jívová – Domašov nad Bystřicí
- Svobodné Heřmanice – Hořejší Kunčice
- Velká Střelná – Stará Voda
- Staré Oldřůvky – Čermná
- Kružberk a okolí
- Zálužné – Nové Těchanovice
- Okolí Klokočova
- Brumovice – Úvalno
- Okolí Hranic

Toto členění nemá z paleoichnologického hlediska příliš velký význam. Spíše představuje litologické sledování výskytů jílových břidlic v moravickém souvrství, které však nereflektuje stratigrafickou pozici jednotlivých lokalit doloženou goniatotovou faunou (Kumpera, 1983; Lehotský, 2008). Dle mých dlouholetých terénních výzkumů a sběrů fosilních stop je vhodnější členit formaci dle mapovací praxe Dvořáka (1994) na tzv. spodní a svrchní oddíl moravického souvrství. Jako významná hranice se jeví slepencová poloha v okolí Kružberka. To odpovídá i sedimentologickým výzkumům Bábka et al. (2004), kteří vymezují v rámci souvrství dva sedimentační megacykly. Změny ve složení asociace ichnofosilií – báze společenstva s dominujícími rody *Dictyodora* a *Planolites*, svrchní polohy s dominujícími rody *Nereites* a *Diplocraterion* - toto zjištění podporují.

Některé závěry lze vyvodit i v konfrontaci s vývojem fauny doloženým studii Patteiského (1929), Kumpery (1971; 1983) nebo Lehotského (2008). Zbytky fauny nejsou v kulmských sedimentech rozmístěny rovnoměrně. Fosilní fauna je vázána pouze na forelandovou pánev (ve smyslu Kumpery, 1996). Redukovaná společenstva ichnofosilií se naopak vyskytují i ve zbytkové pánvi, reprezentované andělskohorským a hornobenešovským

souvrstvím. Obdobné asociace jsou charakteristické i pro nejspodnější část souvrství moravického (!). Zjištěná faunistická společenstva odpovídají pouze svrchnímu visé. Fossilní stopy však vykazují výrazně širší stratigrafická rozpětí. Fauna viséského flyše forelandové pánve má obdobné složení a ekologickou valenci – převládají nektonní organismy (goniatiti, ortokonní nautiloidi) a pseudoplanktonní nebo vagilně bentičtí mlži. Zcela podružnou se jeví bentičká složka fossilních společenstev, kterou představovaly s největší pravděpodobností převážně měkkotělné organismy.

Tab. 4. Výskyt jednotlivých druhů fossilních stop na lokalitách v moravickém souvrství Nížkého Jeseníku.

|                      | <i>Chondrites intricatus</i> | <i>Chondrites cf. intricatus</i> | <i>Chondrites targionii</i> | <i>Chondrites isp.</i> | <i>Cosmorhapha isp.</i> | <i>Dictyodora liebeana</i> | <i>Diplocraterion parallelum</i> | <i>Falcichmites lophoctenoides</i> | <i>Furculosus isp.</i> | <i>Gordia isp.</i> | <i>Laevicyclus isp.</i> | <i>Lophoctenium isp.</i> | <i>Megagraption isp.</i> | <i>Nereites missouriensis</i> | <i>Palaeophycus isp.</i> | <i>Paleodictyon (G.) strozzii.</i> | <i>Phycosiphon incertum</i> | <i>Pilichnus isp.</i> | <i>Planolites beverleyensis</i> | <i>Protopalaeodictyon isp.</i> | <i>Rhizocoralium isp.</i> | <i>Spirodesmos spiralis</i> | <i>Spirodesmos archimedeus</i> | <i>Spirodesmos isp.</i> | <i>Zoophycos isp.</i> | GONIATITOVÉ ZÓNY     |
|----------------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| Nejdek               |                              |                                  |                             | ♦                      |                         | ♦                          | ♦                                |                                    |                        |                    |                         |                          |                          | ♦                             |                          |                                    |                             |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\beta$           |
| Olšovec              | ♦                            |                                  | ♦                           | ♦                      | ♦                       | ♦                          | ♦                                |                                    | ♦                      | ♦                  |                         |                          |                          |                               | ♦                        | ♦                                  |                             |                       |                                 | ♦                              | ♦                         |                             |                                |                         |                       | Go $\beta_{el-mu}$   |
| Boňkov               | ♦                            |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          | ♦                             |                          |                                    |                             | ♦                     |                                 | ♦                              | ♦                         |                             |                                |                         |                       | Go $\beta$           |
| Hrabůvka             |                              |                                  |                             | ♦                      | ♦                       | ♦                          | ♦                                |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          | ♦                             | ♦                        |                                    |                             |                       | ♦                               | ♦                              | ♦                         |                             |                                |                         |                       | Go $\beta_{fa}$      |
| Skoky                |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\beta$           |
| Klokočov             |                              |                                  | ♦                           | ♦                      | ♦                       | ♦                          | ♦                                |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       | ♦                               | ♦                              |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\beta_{mu-spi}$  |
| Zálužné              |                              |                                  | ♦                           | ♦                      | ♦                       | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          | ♦                             |                          |                                    | ♦                           |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_4$        |
| Svatoňovice          |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{3-4}$    |
| St. Oldřůvky         |                              |                                  |                             |                        | ♦                       | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_4$        |
| N. Těchanovice       | ♦                            |                                  |                             |                        | ♦                       | ♦                          | ♦                                |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          | ♦                             |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                | ♦                         | ♦                           |                                |                         |                       | Go $\beta_{fa-stri}$ |
| Lhotka               |                              |                                  |                             |                        | ♦                       | ♦                          | ♦                                |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\beta_{fa-el}$   |
| Čermná               |                              |                                  | ♦                           | ♦                      | ♦                       | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          |                               |                          |                                    | ♦                           |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{3-4}$    |
| Kružberk             |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          | ♦                             |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{3-4}$    |
| Brumovice            |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                | ♦                       |                       | Go $\alpha_4$        |
| Velká Střelná        | ♦                            |                                  | ♦                           | ♦                      | ♦                       | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    | ♦                       |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           | ♦                           | ♦                              |                         |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Jívová               |                              |                                  |                             | ♦                      |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         | ♦                        |                          |                               |                          |                                    | ♦                           |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                |                         | ♦                     | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Hrubá Voda           |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Domašov n. B., ž.lom |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          | ♦                                |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             | ♦                     |                                 |                                |                           |                             |                                | ♦                       |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Domašov n. B.,lůmek  |                              | ♦                                |                             | ♦                      |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    | ♦                           |                       | ♦                               |                                |                           |                             |                                | ♦                       |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Malý Rabštýn         | ♦                            | ♦                                |                             | ♦                      |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         | ♦                        |                          |                               |                          |                                    | ♦                           | ♦                     | ♦                               |                                | ♦                         |                             |                                |                         | ♦                     | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Sv. Heřmanice        |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        | ♦                  |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       | ♦                               | ♦                              |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Jakartovice          |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Bohdanovice          |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 |                                |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha_{2-3}$    |
| Těšíkov              |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    | ♦                       |                          |                          |                               |                          |                                    |                             |                       |                                 | ♦                              |                           |                             |                                |                         |                       | Go $\alpha$          |
| Bělkovice            |                              |                                  |                             |                        |                         | ♦                          |                                  |                                    |                        |                    |                         |                          |                          |                               |                          |                                    | ♦                           |                       | ♦                               |                                |                           | ♦                           | ♦                              |                         |                       | Go $\alpha$          |

## 11. Závěr

Předložená rigorózní práce plynule navazuje na předešlé výzkumy, které byly prováděny v oblasti výskytu spodnokarbonských sedimentů kulmské facie v Nížkém Jeseníku. Cílem rigorózní práce byla taxonomická a etologická analýza fosilních stop moravického souvrství Nížkého Jeseníku. Dalším dílčím cílem bylo zhodnocení paleoekologických poměrů někdejšího sedimentačního prostoru a srovnání našich výskytů kulmských hornin s ostatními oblastmi v Evropě.

Během revize byly prostudovány rozsáhlé sbírkové fondy katedry geologie PřF UP v Olomouci, Vlastivědného muzea v Olomouci a dalších muzejních institucí. V rámci terénního výzkumu byla popsána zcela nová lokalita s výskytem fosilních stop při bázi souvrství u Těšíkova. V moravickém souvrství byli zjištěny následující druhy fosilních stop: *Chondrites intricatus*, *Ch. cf. intricatus*, *Ch. targionii*, *Ch. sp.*, *Cosmorhapse isp.*, *Dictyodora liebeana*, *Diplocraterion parallelum*, *Falcichnites lophoctenoides*, *Furculosus isp.*, *Gordia isp.*, *Laevicyclus isp.*, *Lophoctenium isp.*, *Megagraption isp.*, *Nereites missouriensis*, *Palaeophycus isp.*, *Paleodictyon (Glenodictyum) strozzii*, *Phycosiphon incertum*, *Pilichnus isp.*, *Planolites beverleyensis*, *Protopaleodictyon isp.*, *Rhizocorallium isp.*, *Spirodesmos archimedeus*, *S. spiralis*, *S. cf. spiralis*, *S. isp.* a *Zoophycos isp.*

Doloženy jsou výskyty substrate controlled ichnofacies – tedy jmenovitě ichnofacie (subichnofacie) zoofyková, zoofyková obohacená o prvky nereitové a kruzianová. Ve struktuře společenstev ichnofosilií se při bázi souvrství projevuje naprostá dominance oportunistických rodů *Dictyodora* a *Planolites*. Naopak pro strop souvrství je typické specializovanější společenstvo s dominujícími rody *Diplocraterion* a *Nereites*. Podružně jsou v celém vertikálním rozsahu moravického souvrství přítomny grafoglyptidní stopy (nejhojněji rod *Protopaleodictyon*).

Ichnofauna se prakticky zcela vždy vyskytuje ve svrchních částech jednotlivých cyklů turbiditní sedimentace a je vázána na rytmy tvořené jemnozrnnými drobami a prachovci s jílovými břidlicemi (dále Bábek et al. 2004).

V práci jsou poprvé sledovány vztahy mezi ichnofosiliemi navzájem a ichnofosiliemi a tzv. „body fossils“. Navíc je důraz kladen na substrát, jako jeden z hlavních faktorů ovlivňujících horizontální distribuci fosilních stop. S charakterem substrátu souvisí i chování producentů fosilních stop. Z hlediska etologického je možno zařadit ichnofosilie do kategorií pascichnií, fodinichnií, domichnií a repichnií se všemi konsekvencemi, které z toho vyplývají. Obecně i při nízké hladině bioturbace v kulmských sedimentech moravskoslezské pánve (cf.

Mikuláš, Lehotský a Bábek, 2002) je možno vysledovat změny potravních strategií ve společenstvech fosilních stop. V moravickém souvrství se setkáváme s požírači substrátu, požírači detritu a požírači suspenze. Jako jeden z možných hlavních zdrojů potravy byly v máloúživných substrátech označeny mikrobiální povlaky.

Moravické souvrství je paleontologicky nejbohatším členem kulmu Nízkého Jeseníku. Ve fosilním záznamu však naprosto převažují zkameněliny nektonních (goniatiti, nautiloidi) a planktonních organismů (někteří zástupci mlžů) nad bentickými druhy. Fosilní stopy do jisté míry odrážejí zvyšování druhové pestrosti fosilií směrem do nadloží. Obecně u fauny roste směrem od západu k východu v předpolní pánvi množství nálezů zkamenělin a zvyšuje se i jejich druhová diverzita. U fosilních stop je zaznamenáno první zvýšení druhové pestrosti při bázi moravického souvrství, dále v jeho střední části (oblast slepencové polohy u Kružberku) a dále v okolí Hranic.

Fosilní fauna vykazuje pouze viséské stáří. U ichnofauny je několik průběžných rodů. Ke stratigrafickým účelům je její využití nevhodné. Asociace fosilních stop jsou (až na několik výjimek) velmi podobná společenstvům ichnofosilií v Polsku či Německu a svědčí tak o relativně podobných paleoenvironmentálních podmínkách a komunikaci jednotlivých spodnokarbonských pánví v oblasti rhenohercynika. Ve srovnání se společenstvy ichnofosilií na Dražanské vrchovině (v myslejovickém souvrství) se jedná o rozvinutější ichnocenózu s přítomností grafoglyptidních stop.

## 12. Literatura

- Alpert, S., P.** (1975): *Planolites* and *Skolithos* from the Upper Precambrian – Lower Cambrian White-Inyo Mountains. – *Journal of Paleontology*, 49, 508-521. Tulsa.
- Alpert, S., P. – Moore, J., N.** (1975): Lower Cambrian trace fossil evidence for predation on trilobites. – *Lethaia* 8, 3, 223-230. Oslo.
- Amler, M., R., W.** (1998): Early Carboniferous Bivalves of the Central European Culm Facies. – *In: Johnston, P., A. – Haggart, J., W.* (eds.): *Bivalves: An eon of evolution – paleobiological studies honoring Norman D. Newell*, 51-67. Calgary.
- Andrée, K.** (1920): Über einige fossile Problematika. I. Ein Problematikum aus dem Paläozoikum von Blattenberg an der Eder und dasselbe beherbergende Gestein. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 1, 55-88. Stuttgart.
- Azpeitia Moros, F.** (1933): Datos para el estudio paleontológico del flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España. - *Inst. Geol. Min. España, Bol.*, 53, 1-65. Madrid.
- Bábek, O. – Mikuláš, R. – Zapletal, J. – Lehotský, T. – Pluskalová, J.** (2001): Litofacie a fosilní stopy jemnozrného turbiditního systému v jižní části moravického souvrství jesenického kulmu, Český masiv. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 2000*, 38-41. Masarykova univerzita, Brno.
- Bábek, O. – Mikuláš, R. – Zapletal, J. – Lehotský, T.** (2004): Combined tectonic-sediment supply-driven cycles in a Lower Carboniferous deep-marine foreland basin, Moravice Formation, Czech Republic. – *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 93, 241-261. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg.
- Barth, V. – Zita, F.** (1961): Nález goniatitů v kulmských břidlicích jižně od Domašova nad Bystřicí. - *Přírodovědný časopis Slezského muzea*, 22, 184. Opava.
- Basan, P., B. – Scott, R., W.** (1979): Morphology of *Rhizocorallium* and associated traces from the Lower Cretaceous Purgatoire Formation, Colorado. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 28, 5, 5-23. Amsterdam.
- Benton, M., J.** (1982): *Dictyodora* and associated trace fossils from the palaeozoic of Thuringia. – *Lethaia* 15, 2, 115-132. Oslo.
- Benton, M., J. – Trewin, H.** (1980): *Dictyodora* from the Silurian of Peeblesshire, Scotland. - *Palaeontology*, 23, 3, 501-513.
- Billings, E.** (1862): New species of fossils from different parts of the Lower Middle and Upper Silurian rocks of Canada. – *In: Palaeozoic Fossils, Volume I (1861-1865)*, Geological Survey of Canada, 96-168. Montreal.
- Blissett, D., J. – Pickerill, R., K.** (2004): Soft-sediment ichnotaxa from the Cenozoic White Limestone Group, Jamaica, West Indies. - *Scripta Geologica*, 127, 341-378. Leiden.
- Bromley, R., G.** (1996): *Trace Fossils, Biology, Taphonomy and Applications*. Second edition. - Chapman & Hall, 361s.
- Bromley, R., G. – Asgaard, U.** (1991): Ichnofacies: a mixture of taphofacies and biofacies. – *Lethaia*, 24, 153-163. Oslo.
- Brongniart, A., T.** (1823): *Observations sur les Fucoides*. – *Société de l'Histoire Naturelle Paris, Memoires*, 1, 301-320. Paris.
- Brongniart, A., T.** (1828): *Histoire des végétaux fossiles ou recherches botaniques et géologiques sur le végétaux renfermés dans les diverses couches du globe*. – G. Dufour & E. d'Ocagne. 1-136. Paris.
- Buatois, L., A. – Mángano, G., M.** (2010): The trace-fossils record of organism-matground interactions in space and time. – *Society for Sedimentary geology Field Conference Abstracts, Microbial Mats in Siliciclastic Deposits (Archean to Today)*. 14, 15-28. Denver.

- Buatois, L., A. – Mángano, G., M.** (2011): *Ichnology. Organism – Substrate Interactions in Space and Time.* – Cambridge University Press. Cambridge. 358s.
- Carvalho, I., S. – Fernandes, A., C., S. – Andreis, R., R. – Paciullo, F., V., P. – Ribeiro, A. – Trouw, R., A., J.** (2005): The Ichnofossils of the Triassic Hope Bay Formation, Trinity Peninsula Group, Antarctic Peninsula. – *Ichnos* 12, 191-200. Yverdon.
- Crimes, T., P.** (1974): Colonization of the early ocean floor. – *Nature*, 248, 328-330.
- Crimes, T., P.** (1987): Trace fossils and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata. – *Geological Magazine*, 124, 97-119. London.
- Crimes, T., P. – Goldring, R. – Homewood, P. – Stuijvenberg, J. V. – Winkler, W.** (1981): Trace Fossils assemblages of deep-sea fan deposits, Gurnigel and Schlieren flysch (Cretaceous-Eocene), Switzerland. – *Eclogae Geologicae Helveticae*, 74, 953-995. Basel.
- D'Alessandro, A.** (1980): Prime osservazioni sulla ichtnofauna miocenica della „Formazione di Gorgolione“ (Castelmezzano, Potenza). – *Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 86, 357-398. Roma.
- D'Alessandro, A. - Bromley, R., G.** (1986): Trace fossils in Pleistocene sandy deposits from Gravina area, southern Italy. - *Rivista Italiana Paleontologica e Stratigrafia*, 92, 1, 67–102, Università degli Studi di Milano. Milano.
- Delgado, J., F., N.** (1910): Terrains paléozoïques du Portugal. Études sur les fossiles des schistes à néréites de San Domingos et des schistes à néréite et à graptolites de Barrancos. - *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 56, 68. Lisabon.
- Dvořák, J.** (1972): Nález mělkovodních červů v kulmských sedimentech Nížkého Jeseníku. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 47, 2, 101-103. Praha.
- Dvořák, J.** (1994): Variský flyšový vývoj v Nížkém Jeseníku na Moravě a ve Slezsku. - *Práce Českého geologického ústavu*, 3, 1-77. Praha.
- Dvořák, J. - Freyer, G. – Slezák, V.** (1959): Další paleontologický důkaz devonského stáří andělskohorských vrstev. - *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 34, 457 – 458. Praha.
- Dvořák, J. – Maštera, L.** (1970): Vysvětlivky k základní geologické mapě 1:50000 Budišov nad Budišovkou. – MS Geofond. Praha.
- Dvořák, J. – Pek, I.** (1996): Nález ichtnofosilie *Zoophycos* ichnosp. V ponikevském souvrství (svrchní frasn, jižní Morava). *Časopis Slezského muzea*, A, 45, 1-3. Opava.
- Ekdale, A., A. – Lamond, R., E.** (2003): Behavioral cladistics of trace fossils: evolution of derived trace-making skills. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 192, 335-343. Elsevier. Amsterdam.
- Ekdale, A., A. – Lewis, D., W.** (1991): The New Zealand *Zoophycos* revisited: morphology, ethology, and paleoecology. *Ichnos*, 1, 183-194. Yverdon.
- Ekdale, A., A. – Mason, T., R.** (1988): Characteristic trace-fossils associations in oxygen-poor sedimentary environments. – *Geology*, 16, 720-723.
- Emmons, E.** (1844): The Taconic System based on observation on New York, Massachusetts, Maine, Vermont and Rhode-Island. – Carroll and Cook, Albany. 65s.
- Ettingshausen, C.** (1865): Die fossile Flora des mährisch-schlesischen Dachschiefers: Von Constantin von Ettingshausen. Mit 7 lithogr. Tafeln u. 15. in den Text gedruckten Zinkographien. - *Denkschriften Österreichische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 21, 25, 1-57. Vienna.
- Fillion, D. – Pickerill, R., K.** (1990): Ichnology of the Upper Cambrian to Lower Ordovician Bell Islands and Wabana groups of eastern Newfoundland, Canada. – *Palaeontographica Canadiana*, 7, 1-119. Ottawa.
- Fischer-Ooster, C.** (1858): Die fossilen Fucoiden der Schweizer Alpen, nebst Erörterungen über deren geologischen Alter. Huber, 1-72. Bern.



- Fischer, P. - Paulus, B.** (1969): Spurenfossilien aus den oberen Nohn-Schichten der Blanckenheimer Mulde (Eifelium, Eifel). – *Senckenbergiana Lethaea*, 50, 81-101. Frankfurt am Main.
- Franke, W.** (1995): Rhenohercynian foldbelt: Autochton and non metamorphic nappe units: stratigraphy. *In: Dallmeyer, R., D. – Franke, W. – Weber, K.* (eds.): Pre-Permian geology of central and eastern Europe. – Springer, 33-49. Berlin, Heidelberg, New York.
- Frey, R., W.** (1970): Trace Fossils of Fort Hays Limestone member of Niobrara chalk (Upper Cretaceous), West-central Kansas. – *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 53, 2, 1-41. Kansas.
- Frey, R., W.** (1971): Ichnology: the study of recent and fossil Lebensspuren. *In: Perkins, B., F.* (ed.): Trace Fossils: a field guide to selected localities in Pennsylvanian, Permian, Cretaceous and Tertiary rocks of Texas and related papers. – School of Geosciences Louisiana State University, Miscellanea Publication, 71, 1, 91-125.
- Frey, R., W. – Pemberton, S., G.** (1984): Trace fossils facies models. *In: Walker, B., G.* (ed.): Facies models. – Geoscience Canada, 189-207. Ottawa.
- Fu, S.** (1991): Funktion, Verhalten und Einteilung fucoider und lophocteniider Lebensspuren. – *Courier Forschungsinstitut senckenberg*, 135, 1-79. Frankfurt am Main.
- Fürsich, F., T.** (1974): Ichnogenus *Rhizocorallium*. – *Paläontologische Zeitschrift*, 48, 1/2, 16-28. Stuttgart.
- Fürsich, F., T.** (1975): Trace fossils as environmental indicators in the Corallian of England and Normandy. – *Lethaia*, 8, 151–172. Oslo.
- Fürsich, F., T.** (1981): Invertebrate trace fossils from the Upper Jurassic of Portugal. – *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 67, 153-168. Lisabon.
- Fürsich, F., T. – Mayr, H.** (1981): Non-marine *Rhizocorallium* (trace fossil) from the Upper Freshwater Molasse (Upper Miocene of south Germany). – *Neues Jahrbuch für die Geologie und Paläontologie*, 321-333. Stuttgart.
- Geinitz, H., B.** (1858): Die Leitpflanzen des Rotliegenden und des Zechsteingebirges oder der permischen formation in Sachsen. - Osterprogramm der Königl. polytechnischen Schule zu Dresden, Leipzig. 27s.
- Geinitz, H., B.** (1864): Über organische Überreste in dem Dachschiefer von Wurzbach bei Lobenstein. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 1-9. Stuttgart.
- Geinitz, H., B.** (1867a): Beiträge zur älteren Flora und Fauna. – *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie*, 273-290. Stuttgart.
- Geinitz, H., B.** (1867b): Die organischen Überreste im Dachshiefer von Wurzbach bei Lobenstein. – *In: Geinitz, H., B. – Liebe, K., T.*: Über ein Äquivalent der takonischen Schiefer Nordamerikas in Deutschland und dessen geologische Stellung. – *Nova Acta Academiae Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum*. 33, 3, 1-24. Dresden.
- Gekker, R., F. – Ušakov, B., V.** (1980): Vermes. *In: Sokolov, B., S.* (ed.): Osnovy paleontologii. Gubki, archeocyaty, kišečnopolostnyje, červi. – Izdatelstvo Akademii Nauk SSSR. Moskva.
- Gerdes, G. – Klenke, T. – Noffke, N.** (2000): Microbial signatures in peritidal siliciclastics sediments: A catalogue. *Sedimentology*, 47, 279-308.
- Gingras, M., K. – Bann, K., L. – Mac Eachern, J., A. – Pemberton, S., G.** (2007): A conceptual Framework for the application of trace fossils. *In: Mac Eachern, J., A. – Bann, K., L. – Gingras, M., K. – Pemberton, S., G.* (eds.): Applied Ichnology. SEPM Short Course Notes 52, 1-26.

- Gluszek, A.** (1998): Trace fossils from Late Carboniferous storm deposits, Upper Silesia Coal Basin, Poland. – *Acta Palaeontologica Polonica*, 43, 3, 517-546. Warszawa.
- Goldring, R.** (1962): The trace fossils of the Baggy Beds (Upper Devonian) of North Devon, England. – *Paläontologische Zeitschrift*, 36, 232-251. Stuttgart.
- Hall, J.** (1847): Paleontology of New York. Volume 1. – Albany (C. van Benthuyzen). 1-362.
- Häntzschel, W.** (1962): Trace fossils and Problematica. – *In: Moore, R., C.* (ed.): Treatise on invertebrate Palaeontology. Part W, Miscellanea, W177-W245, Lawrence, Kansas, New York.
- Häntzschel, W.** (1965): Vestigia Invertebratorum et Problematica. – *Fossilium Catalogus I., Animalia*, W. Junk's Gravenhage. 140s.
- Häntzschel, W.** (1975): Trace fossils and Problematica. – *In: Teichert, C.* (ed.): Treatise on invertebrate Palaeontology. Part W, Miscellanea, Supplement 1, Lawrence, Kansas, New York. 296s.
- Homola, V.** (1951): Přerovský devon. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 26, 5, 249-257. Praha.
- Hong, E.** (1997): Evolution of Pliocene to Pleistocene sedimentary environments in an arc-continent collision zone: evidence from the analyses of lithofacies and ichnofacies in the southwestern foothills of Taiwan. – *Journal of Asian Earth Sciences* 15, 4-5, 381-392. Elsevier. Amsterdam.
- Hromada, K.** (1948): Kulmské zkameněliny z okolí Nemojan a Opatovic na jv. Okraji Dražanské plošiny / Fossils remains of the Kulm in the vicinity of Nemojany and Opatovice, Moravia. – *Rozpravy Československé Akademie věd*, 58, 6, 1-11. Praha.
- Huckriede, R.** (1952): Eine spiralförmige Lebensspur aus dem Kulmkieselschiefer von Biedenkopf an der Lahn (*Spirodesmos archimedeus* n. sp.). – *Paläontologische Zeitschrift*, 26, 3/4, 175-180. Stuttgart.
- Cháb, J. – Stránil, Z. – Eliáš, M.** (2007): Geologická mapa České republiky 1:500000. – Česká geologická služba. Praha.
- Chamberlain, C., K.** (1977): Ordovician and Devonian Trace Fossils from Nevada. – Nevada Bureau of Mine & Geology. Reno.
- Chlupáč, I. – Koverdynský, B.** (1964): Geologické mapování paleozoika v jižním okolí Bruntálu v Nížkém Jeseníku. – *Zprávy o geologických výzkumech*, 1, 139-141. Praha.
- Chlupáč, I. – Koverdynský, B. – Trtílek, O.** (1966): Vysvětlivky ke geologické mapě list Bruntál (M-33-83-B) 1:50000. – MS Geofond Praha.
- Janoška, M. – Pek, I. – Zapletal, J.** (1998): Význam ichnofosilií v mírovském „kulmu“. – *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1997*, 52-55. Brno.
- Jensen, S.** (1997): Trace Fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. – *Fossils and Strata*, 42, 1-112. Wiley-Blackwell.
- Kapler, O.** (1975): Kulmské odkryvy ve Slavkovském háji u Opavy. – *Časopis Slezského muzea*, A, 24, 85-88. Opava.
- Kern, J., P.** (1978): Paleoenvironment of new trace fossils from the Eocene Mission Valley Formation, California. – *Journal of Paleontology*, 52, 186-194. Lawrence.
- Kettner, R.** (1937): Geologické poměry mezi Bouzovem, Městečkem Trnávku a Studenou Loučkou na Dražanské vysočině. – *Časopis vlasteneckého spolku musejního v Olomouci*, 50, 30-39. Olomouc.
- Knaust, D.** (2013): The ichnogenus *Rhizocorallium*: Classification, trace makers, palaeoenvironments and evolution. – *Earth-Science Reviews*, 126, 1-47. Elsevier. Amsterdam.
- Kováček, M.** (2015): Ichnofosilie myslějovického souvrství dražanského kulmu (spodní karbon, moravskoslezská jednotka Českého masivu). – MS, diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci.

- Kováček, M. – Lehotský, T.** (2014): Lithofacies and trace fossils: a case study on selected profiles of the Myslejovice Formation (Drahany culm basin). – Central European meeting of sedimentary geology. – Abstracts, 42-43. Olomouc.
- Kováček, M. – Lehotský, T.** (2015): Life strategies of benthic, endobenthic and semibenthic fossil organisms of the Drahany Culm Basin (Lower Carboniferous sediments of the Myslejovice Formation, Moravosilesian Unit of the Bohemian Massif). – 16th Czech-Slovak-Polish Palaeontological Conference & 10th Polish Micropalaeontological Workshop. Abstract Book and Excursion Guide. – Grzybowski Foundation Special Publication, 21, 50-52. Kraków – New York.
- Králík, J. – Fojtík, Z.** (1967): Železité konkrce v moravickém souvrství kulmu Nížkého Jeseníku. – Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské, řada hornicko-geologická, 3, 3, 311-321. Ostrava.
- Książkiewicz, M.** (1958): Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie Średnim. – Biuletyn Instytutu Geologicznego, 135, 43-96. Warszawa.
- Książkiewicz, M.** (1960): O niektórych problematikách z fliszu Karpat Polskich (Częć I). - Rocznik Polskiego towarzystwa geologicznego, 4, 3, 735-748. Warszawa.
- Książkiewicz, M.** (1968): O niektórych problematikách z fliszu Karpat Polskich (Częć III). - Rocznik Polskiego towarzystwa geologicznego, 38, 1, 3-17. Warszawa.
- Książkiewicz, M.** (1970): Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. *In*: Crimes, T., P. – Harper, J., C.: Trace fossils. Geol. J. Spec. Issue., 3, 283-322.
- Książkiewicz, M.** (1977): Trace fossils in the Flysch of the Polish Carpathians. – Palaeontologica Polonica, 36, 1-208. Warszawa-Kraków.
- Kumpera, O.** (1966a): Stratigraphische, lithologische und tektonische Probleme des Devons und Kulms am Nordrande der Šternberk-Horní Benešov-Zone. – Freiburger Forschung, C204, 1-106. Leipzig.
- Kumpera, O.** (1966b): Geologie devonu a kulmu na severním okraji šternbersko-hornobenešovského pruhu. – MS, habilitační práce, Vysoká škola báňská. Ostrava.
- Kumpera, O.** (1971): Faunistické lokality a přehled fauny moravického souvrství (svrchní visé). – Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské v Ostravě, řada hornicko-geologická, 17, 1, 107-124. Ostrava.
- Kumpera, O.** (1973): Nové faunistické nálezy ve svrchním visé moravskoslezské oblasti a jejich biostratigrafický význam. - Časopis Slezského muzea, A, 22, 55-65. Opava.
- Kumpera, O.** (1976): Stratigrafie spodního karbonu jeseníckého bloku (2. část: kulmská souvrství a jejich stratigrafické ekvivalenty) moravické souvrství. – Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské v Ostravě, 22, 1, 141-163. Ostrava.
- Kumpera, O.** (1983): Geologie spodního karbonu jeseníckého bloku. – Knihovna Ústředního ústavu geologického, 59, Praha. 172s.
- Kumpera, O.** (1996): Viséská faunistická společenstva a jejich význam pro poznání vývoje flyšových pánví ve středoevropských variscidách (Český masív). – Seminář k 75. výročí narození Prof. RNDr. Bohuslava Růžičky, CSc., Institut geologického inženýrství Vysoké školy báňské, technické univerzity, 12-13. Ostrava.
- Kumpera, O. – Martinec, P.** (1995): The development of the Carboniferous accretionary wedge in the Moravian-Silesian Paleozoic Basin. – Journal of the Czech Geological Society, 40, 47-64. Praha.
- Lang, V.** (1973): Zkameněliny v kulmských břidlicích jihovýchodní části Dražanské vrchoviny. – Muzeum Vyškovska. Vyškov. 22s.
- Lang, V. – Pek, I. – Zapletal, J.** (1979): Ichnofosilie kulmu jihovýchodní části Dražanské vrchoviny. – Sborník prací Univerzity Palackého v Olomouci, Geografie – Geologie, 62, 57-96. Praha.

- Lehotský, T.** (2001): Litofaciální analýza báze moravického souvrství v okolí Domašova nad Bystřicí (Nízký Jeseník). – MS, diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci.
- Lehotský, T.** (2002): Nové lokality výskytu ichnofauny v moravickém souvrství kulmu Nízkého Jeseníku a Oderských vrchů (sp. karbon, Český masiv). – Přírodovědné studie Muzea Prostějovska, 5, 7-12. Prostějov.
- Lehotský, T.** (2004): Další nálezy fauny v andělskohorském souvrství Nízkého Jeseníku (moravskoslezská jednotka, Český masiv). – 5. paleontologická konference, Sborník abstraktů. 64. Bratislava.
- Lehotský, T.** (2006): Palacký University Olomouc Trace Fossil Collection. *In: Mikuláš, R.* (ed.): Trace fossils in the collections of the Czech Republic. – A special publication for the Workshop on Ichnotaxonomy – III, 58-120. Praha.
- Lehotský, T.** (2008): Taxonomie goniatitové fauny, biostratigrafie a paleoekologie drahanského a jeseníckého kulmu. – MS dizertační práce, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně, 131s. Brno.
- Lehotský, T.** (2017 in print): Nová lokalita s výskytem fosilních stop u Pohořan. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 313. Olomouc.
- Lehotský, T. – Krausová, L.** (2012): Ichnofosilie *Chondrites cf. intricatus* z Chabičova. - Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 303, 110-112. Olomouc.
- Lehotský, T. – Zapletal, J.** (2005): Paleontologické lokality ve spodní části moravického souvrství (Nízký Jeseník, moravskoslezská oblast Českého masivu). – Časopis Slezského muzea Opava, A, 54, 3, 193-201. Opava.
- Lehotský, T. – Zapletal, J.** (2007): Fosilní stopy v barokních břidličných podlahách vybraných olomouckých památek. – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 289-291, 14-24. Olomouc.
- Lehotský, T. – Zapletal, J.** (2011): Další nález ichnofosilie *Dictyodora liebeana* (GEINITZ, 1867) z masivu Plánivé (mohelnické souvrství mírovského paleozoika, západosudetská oblast Českého masivu). – Přírodovědné studie Muzea Prostějovska v Prostějově, 12-13, 23-30. Prostějov.
- Lehotský, T. – Jašková, V. – Plaček, J.** (2012): Nález fosilních stop od Studnic na Drahanské vrchovině (spodní karbon, moravskoslezská jednotka Českého masivu). – Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci, 303, 107-109. Olomouc.
- Lehotský, T. – Bábek, O. – Mikuláš, R. – Zapletal, J.** (2002): Trace Fossils as Indicators of Depositional Sequence Boundaries in Lower Carboniferous Deep-sea Fan Environment, Moravice Formation, Czech Republic. – Geolines, 14, 59-60. Praha.
- Lehotský, T. – Dolníček, Z. – Kropáč, K. – Kapusta, J.** (2016): Spodnokarbonské fosilie z lomu Hrabůvka. – Moravskoslezské paleozoikum 2016, 17-18. Olomouc.
- Lessertisseur, J.** (1955): Traces fossiles d'activité animale et leur signification paléobiologique. – Mémoires de la Société Géologique de France, nouvelle Série, 74, 1, 1-150. Paris.
- MacLeay, W., S.** (1839): Note on the Annelida. *In: Murchison, R., I.*: The Slurian System. Part II. Organic Remains. – J. Murray, 699-701. London.
- Martinsson, A.** (1965): Aspects of a Middle Cambrian thanatotope on Öland. - Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, 87, 2, 181-230. Stockholm.
- Martinsson, A.** (1970): Toponomy of trace fossils. *In: Crimes, T., P. - Harper, J., C.* (eds.): Trace fossils. Geological Journal, Special Issue 3, 323-330.
- Massalongo, A.** (1855): *Zoophycos*, novum genus plantarum fossilium. – Studi Paleontologici, 5, 1-43. Verona.
- Mason, T., R. – Stanistreet, I., G. – Tavener-Smith, R.** (1982): Spiral trace fossils from the permian Ecca Group of Zululand. – Lethaia, 16, 241-247. Oslo.

- McKerrow, W., S. – MacNiocaill, C. – Ahlberg, P., E. – Clayton, G. – Cleal, C., J. – Eagar, R., M., C.** (2000): The Late Paleozoic relations between Gondwana and Laurussia. – In: **Franke, W. – Haar, V., ncken, O. – Tanner, D.**: Orogenic processes: quantification and modelling in the Variscan Belt, 9-20, Geological Society Special Publication, 179, London.
- Meisel, F.** (1938): Geologické poměry severovýchodní části Dražanské plošiny. – Časopis vlasteneckého spolku musejního v Olomouci, 51, 127-137. Olomouc.
- Mikuláš, R. – Lehotský, T. – Bábek, O.** (2002): Lower Carboniferous ichnofabrics of the Culm Facies: A case study of the Moravice Formation (Moravia and Silesia, Czech Republic). – *Geologica Carpathica*, 53, 3, 141-148. Bratislava.
- Mikuláš, R. – Lehotský, T. – Bábek, O.** (2004): Trace fossils of the Moravice Formation from the southern Nížký Jeseník Mts. (Lower Carboniferous, Culm facies; Moravia, Czech Republic). – *Bulletin of Geosciences*, 79, 2, 81-98. Praha.
- Miller III, W.** (1998): Complex marine trace fossils. – *Lethaia*, 31, 29-32. Oslo.
- Miller III, W.** (2003): Paleobiology of complex trace fossils. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 192, 3-14. Elsevier. Amsterdam.
- Miller III, W.** (2007 ed.): Trace Fossils – concepts, problems, prospects. – Elsevier. Amsterdam. 611s.
- Miller, M., F.** (2003): Styles of behavioral complexity recorded by selected trace fossils. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 192, 33-43. Elsevier. Amsterdam.
- Mísař, Z.** (1983): Regionální geologie ČSSR I. Český masiv. – SPN Praha. 333s.
- Muszer, J. – Haydukiewicz, J.** (2009): Occurrence of the trace fossil *Zoophycos* from the Upper Viséan Paprotnia Beds of the Bardo Structural Unit (Sudetes, SW Poland). – *Geologica Sudetica*, 41, 57-66.
- Muszer, J. – Haydukiewicz, J.** (2010): First Paleozoic *Zoophycos* trace fossil from the Sudetes the Bardo Unit). – *Geological Quarterly*, 54, 3, 381-384.
- Muszer, J. – Ugliński, M.** (2013): Palaeoenvironmental reconstruction of the Upper Viséan Paprotnia Beds (Bardo Unit, Polish Sudetes) using ichnological and palaeontological data. – *Geological Quarterly*, 57, 3, 365-384. Warszawa.
- Mutti, E. - Paraea, G., C. - Ricci-Lucchi, F. - Sagri, M. - Zanzucchi, G. - Ghibaudo, G. - Iaccarino, S.** (1975): Examples of Turbidite Facies and Facies Associations from Selected Formations of the Northern Apennines. - IX. International Congress of Sedimentology, Field Trip Guide – Field Trip A11, 21-37. Nice.
- Müller, A., H.** (1982): Zur genaueren Kenntnis der Ichnocoenose des Nereitesquartzits (Unterdevon) von Thüringen. Teil 2. – *Freiburg. Forschung*, C 375, 7-25. Leipzig.
- Nicholson, H., A.** (1873): Contributions to the study of the errant annelids of the older Palaeozoic rock. – *Proceedings of the Royal Society of London*, 21, 288-290. London.
- Nicholson, H., A.** (1875): Report upon Paleontology of the province Ontario. Part 2. 1-96. Toronto.
- Nicholson, H., A. – Hinde, G., J.** (1875): Notes on the fossils of the Clinton, Niagara and Gulph Formations of the Ontario, with descriptions of new species. - *The Canadian naturalist and quarterly journal of science*, 2, 14, 137-160. Ottawa.
- Noffke, N.** (2010): *Geobiology: Microbial Mats in Sandy Deposits from the Archaean Era to Today.* – Springer Verlag. Berlin. 194s.
- Noffke, N. – Chafetz, H.** (2010): *Microbial Mats in Siliciclastics depositional System.* – SEPM Special Publication, 101, 1-191.
- Novák, A.** (2011): Revize paleontologických lokalit v moravickém souvrství Nížkého Jeseníku (spodní karbon, moravskoslezská jednotka českého masivu). – MS diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc.

- Novák, A. – Lehotský, T.** (2014): Litofaciální analýza báze hradecko-kyjovického souvrství (Nízký Jeseník, moravskoslezská jednotka Českého masivu). – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 1, 57-61. Brno.
- Olivero, D.** (1994): La trace fossile Zoophycos dans le Jurassique du Sud-Est de la France, Signification Paléoenvironnementale. – Documents des Laboratoires de Géologie Lyon, 129, 329. Lyon.
- Olivero, D.** (2003): Early Jurassic to Late Cretaceous evolution of *Zoophycos* in the French Subalpine Basin (southeastern France). – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 192, 59-78.
- Orr, P., J.** (1994): Trace Fossil Tiering within Event Beds and Preservation of Frozen Profiles: An Example from the Lower Carboniferous of Menorca. – Palaios, 9, 2, 202-210.
- Orr, P., J.** (2001): Colonization of the deep-marine environment during the early Phanerozoic. The ichnofaunal record. – Geological Journal, 36, 265-278.
- Orr, P., J. - Benton, M. - Trewin, N., H.** (1996): Deep marine trace fossil assemblages from the Lower Carboniferous of Menorca, Balearic Islands, western Mediterranean. - Geological Journal, 31, 235-258.
- Osgood, R., G.** (1970): Trace fossils of the Cincinnati area. – Paleontographica Americana, 6, 41, 281-444. New York.
- Otava, J. – Hladil, J. – Galle, A.** (1994): Stáří andělskohorského souvrství: nová fakta a jejich možná interpretace. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1993, 1, 52-56. Brno.
- Paproth, E.** (1969): Die Parallelisierung von Kohlenkalk und Kulm. – 6. Congrès International de la Stratigraphie et de la Géologie, 1, 279-292. Maastricht.
- Patteisky, K.** (1929): Die Geologie und Fossilführung der Mährisch-schlesischen Dachschiefer- und Grauwackenformation. Troppau. 354s.
- Pek, I.** (1981): Fossilní stopy moravsko-slezského kulmu. – Práce Krajského vlastivědného ústavu v Olomouci, 33, 15-16. Olomouc.
- Pek, I.** (1986): Ichnofosilie moravskoslezského kulmu. – MS, kandidátská disertační práce, Přírodovědecká fakulta UP Olomouc.
- Pek, I. – Mikuláš, R.** (1996): Úvod do studia fosilních stop. – Práce Českého geologického ústavu, 6, 1-56. Praha.
- Pek, I. – Zapletal, J.** (1975): *Cosmorhapha kettneri* sp. n. (Lebensspur) aus dem Kulm von Městečko Trnávka. – Časopis Slezského muzea, A, 34, 55-58. Opava.
- Pek, I. – Zapletal, J.** (1977): Ichnofosilie moravského spodního karbonu. In: Průvodce ke geologickým exkurzím a abstrakta referátů 21. celostátní konference ČSMG a SGS v Olomouci. Olomouc.
- Pek, I. – Zapletal, J.** (1988): Další nález hadic v kulmských sedimentech severní Moravy. - Časopis Slezského muzea, A, 37, 191 – 192. Opava.
- Pek, I. – Zapletal, J.** (1990): The importance of ichnology for the geology of the Lower Carboniferous eastern edge of the Bohemian Massif. – Ichnos, 1, 2. Yverdon.
- Pek, I. – Zapletal, J. – Lang, V.** (1978): Trace fossils from the Lower Carboniferous of Moravia. – Časopis pro mineralogii a geologii, 23, 3, 255-263. Praha.
- Pek, I. – Otava, J. – Maštera, L.** (1994): Ichnofosilie *Dictyodora liebeana* (Geinitz, 1867) z masívu Plánivy (mírovský vývoj předpermského paleozoika severně od Nectavy). - Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1993, 57-58. Brno.
- Pemberton, S., G. – Frey, R., W.** (1982): Trace fossils nomenclature and *Planolites* – *Palaeophycus* dilemma. – Journal of Palaeontology, 56, 4, 843-881. Lawrence.

- Peruzzi, D., G.** (1880): Osservazioni sui generi *Paleodictyon* e *Paleomeandron* dei terreni Cretacei ed Eocenici dell'Appennino Settentrionale e Centrale. - Atti Società Toscana Scienze Naturali Memorie 5, 1, 3-8. Pisa.
- Pervesler, P. – Uchman, A.** (2004): Ichnofossils from the type area of the Grund Formation (Miocene, Lower Badenian) in northern Lower Austria (Molasse Basin). – *Geologica Carpathica*, 55, 2, 103-110. Bratislava.
- Pfeiffer, H.** (1954): Der Bohlen bei Saalfeld. – *Geologie*, 11, 1-105. Berlin.
- Pfeiffer, H.** (1959): Über *Dictyodora liebeana* (Weiss). – *Geologie*, 8, 4, 425-439. Berlin.
- Pfeiffer, H.** (1960): Über Lebensspuren im Allgemeinen und aus dem Ostthüringer Schiefergebirge im Besonderen. – *Aufschluß* 11, 33-42. Heidelberg.
- Pfeiffer, H.** (1969): Die Spurenfossilien des Kulms (Dinants) und Devons der Frankenwälder Querzone (Thüringen). - *Jahrbuch für Geologie*, 2, 651-717. Berlin.
- Pickerill, R., K. – Keighley, D., G.** (1995): Fossil explained 14: Trace fossils 2. – *Geology Today*, 155-157. Blackwerll Science Ltd.
- Pickerill, R., K. – Peel, J., S.** (1991): Trace fossils from the Lower Cambrian Bastion Formation of North-East Greenland. – *GrønlandsGeologiske Undersøgelse, Rapport*, 147, 5-43. Copenhagen.
- Pickering, K., T. - Hiscott, R., N. - Hein, F., J.** (1989): Deep marine environments. Clastic sedimentation and tectonics. Unwin Hyman, London, 416.
- Plotnick, R., E.** (2012): Behavioral biology of trace fossils. – *Paleobiology*, 38, 3, 459-473. Cambridge.
- Pluskalová, J.** (2001): Litofaciální vývoj moravického souvrství v okolí Hranic na Moravě (Nízký Jeseník). - MS, diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci.
- Potonié, H.** (1899): Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie. – Borntraeger. Berlin. 402s.
- Prokop, R.** (1966): Geologické mapování v kulmu Nížkého Jeseníku na SZ od Velké Bystřice (M-33-95-B). – *Zprávy o geologických výzkumech*, 1, 153-155. Praha.
- Prokop, R. – Pek, I.** (1998): *Cyclocaudiculus edwardi* sp. n. (Crinoidea, col.) in the Lower Carboniferous of Moravia (Czech Republic). – *Věstník Českého geologického ústavu*, 73, 3, 201-203. Praha.
- Přichystal, A.** (1987): Izotopové stáří zirkonu z tufové polohy v kulmských sedimentech nedaleko Krnova. Sborník referátů z jednání KRB pro rozvoj rudního geofyzikálního průzkumu v Jeseníkách (Loučná nad Desnou). 153-161. Brno.
- Purkyňová, E.** (1977): Karbonská flóra z Děřichovic u Andělské Hory. - *Časopis Slezského muzea*, A, 26, 137 – 138. Opava.
- Purkyňová, E.** (2003): Fosilní makroflóra z lomu Kobylí v Krásných Loučkách u Krnova (hornobenešovské souvrství, jesenícký kulm, spodní karbon). - *Časopis Slezského muzea Opava*, A, 52, 97-102. Opava.
- Quenstedt, F., A.** (1881): Petrefactenkunde Deutschlands. 1 Abth., 6.1 Korallen (Röhren und Steinkorallen). 1093s. Leipzig (L.F. Fues).
- Richter, R.** (1850): Aus der Thüringischen Grauwacke. – *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 2, 198-206. Hannover.
- Richter, R.** (1924): Flachseebeobachtungen zur Paläontologie und Geologie. 9. Zur Deutung rezenter und fossiler Mäander-Figuren. – *Senckenbergiana Lethaea*, 6, 141-157. Frankfurt am Main.
- Rindsberg, A.** (1987): Marine soil formation and burrow preservation in the deep-sea. *In: Barron, J., A. - Blueford, J., R.* (eds.): Fourth International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy. Berkeley, California, 90-92.
- Roemer, F.** (1870): *Geologie von Oberschlesien*. 1-572. Breslau.

- Roniewicz, P. – Pienkowski, G.** (1977): Trace fossils of the Podhale flysch Basin. *In: Crimes T., P. - Harper, J., C.* (eds.): Trace Fossils 2, 273–288, Seel House Press, Liverpool.
- Rzehak, E.** (1897): Zur fossilen Fauna und Flora der mährischen-schlesischen Paläozoikum. – Mitteilungen naturwissenschaftlichen Verein, 3, 90-93. Troppau.
- Řehoř, F. – Řehořová, M. – Vašíček, Z.** (1978): Za zkamenělinami severní Moravy. – Ostravské muzeum. Ostrava. 279s.
- Savi, P. – Meneghini, G., G.** (1850): Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche concernenti la geologia della Toscana e dei paesi limitrofi. *In: Murchison, R. I.*: Memoria sulla struttura geologica delle Alpi, degli Apennini e dei Carpazi. – Stemparia granucale, 246-528. Firenze.
- Seilacher, A.** (1953): Studien zur Palichnologie I. Über die Methoden der Palichnologie. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 28, 421-452.
- Seilacher, A.** (1955): Spuren und Fazies im Unterkambrium. *In: Schindewolf, O., H. – Seilacher, A.* (eds.): Beiträge zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). – Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, 10, 373-399, Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Mainz.
- Seilacher, A.** (1964): Sedimentological classification and nomenclature of trace fossils. – Sedimentology, 3, 253-256.
- Seilacher, A.** (1967a): Fossil behavior. – Scientific American Reprint, 217, 2, 72-80.
- Seilacher, A.** (1967b): Vorzeitliche Mäanderspuren. - *In: Heidiger, H.* (ed.): Die Straßen der Tiere. - Die Wissenschaft. Sammlung von Einzeldarstellungen aus allen Gebieten der Naturwissenschaft, 125, 294-306, Braunschweig.
- Seilacher, A.** (1967c): Bathymetry of trace fossils. – Marine Geology, 5, 413-426. Amsterdam.
- Seilacher, A.** (1977): Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils. – *In: Crimes, T., P – Harper, J., C.* (eds.): Trace fossils 2. – Geological Journal, Special Issue 9, 289-334. Liverpool.
- Schieber, J.** (2004): Microbial Mats in the Siliciclastic Rock Record: A Summary of Diagnostic Features. *In: Eriksson, D., N. – Mueller, W., U. – Catuneanu, O. – Strand, K.* (eds.): The Precambrian Earth: Tempos and Events, Developments in Precambrian Geology. – Elsevier, 663-672, Amsterdam.
- Schmidt, H.** (1927): Stratigraphische Beobachtungen im ostsudetischen Paläozoikum. - Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-Physikalische Klasse 1927, 347-362. Göttingen.
- Schmidt, M.** (1934): *Cyclozoon philippi* und verwandte Gebilde. - Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, 6 1-31. Heidelberg.
- Singh, R., H. – Rodríguez-Tovar, F., J. – Ibotombi, S.** (2008): Trace fossils of the Upper Eocene-Lower Oligocene Transition of the Manipur, Indo-Maynmar Ranges (Northeast India). – Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 821-834. Ankara.
- Stepanek, J. – Geyer, G.** (1989): Spurenfossilien aus dem Kulm (Unterkarbon) des Frankenwaldes. – Beringeria 1, 1-55. Würzburg.
- Sternberg, G., K.** (1833): Versuch einer geognostisch – botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. IV Heft. – C. E. Brenck, 1-48. Regensburg.
- Stur, D.** (1875): Die Culm-Flora des Mährisch-Schlesischen Dachschiefers. – Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, VIII, 1. Wien. 1-103.
- Stur, D.** (1877): Die Culmflora der Ostrauer und Waldenburger Schichten. – Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt, VIII, 1. Wien. 107-472s.



- Šimo, V. – Olšavský, M.** (2007): *Diplocraterion parallelum* Torell, 1870, and other trace fossils from the Lower Triassic succession of the Drienok Nappe in the Western Carpathians, Slovakia. – Bulletin of Geosciences, 82, 2, 165-173. Praha
- Šusta, V.** (1928): Stratigrafie ostravsko-karvinské kamenouhelné oblasti ve světle paleontologie. - In: Kamenouhelné doly ostravsko-karvinského revíru, 341–429. Monografie OKR, Moravská Ostrava.
- Torell, O., M.** (1870): Petrifacta Suecana Formationis Cambricae. - Lunds Universitet, Tidskrift 6, 1-14. Lund.
- Uchman, A.** (1992): Ichnogenus *Rhizocorallium* in the paleogene flysch (outer western Carpathians, Poland). – Geologica Carpathica, 43, 1, 57-59. Bratislava.
- Uchman, A.** (1995): Taxonomy and paleoecology of flysch trace-fossils: The Marnoso-Arenacea Formation and associated facies (Northern Appenines, Italy). - Beringeria 15, 1-115. Würzburg.
- Uchman, A.** (1998): Taxonomy and paleoecology of flysch trace-fossils: Revision of the Marian Książkiewicz collection and studies of complementary material. - Annales Societatis Geologorum Poloniae, 68, 2-3, 105-218. Warszawa.
- Uchman, A.** (1999): Ichnology of the Rhenodanubian Flysch (Lower Cretaceous-Eocene) in Austria and Germany. – Beringeria, 25, 67-173. Würzburg.
- Uchman, A.** (2003): Trends in diversity, frequency and complexity of graphoglyptid trace fossils: Evolutionary and palaeoenvironmental aspects. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 192, 123-142.
- Uchman, A.** (2004): Phanerozoic history of deep-sea trace fossils. In: **McIlroy, D.** (ed.): The Application of Ichnology to Palaeoenvironmental and Stratigraphic Analysis. – Geological Society Special Publication, 228, 125-139.
- Uchman, A. – Bubniak, I. – Bubniak, A.** (2000): *Glossifungites* ichnofacies in the area of its nomenclatural archetype, Lviv, Ukraine. – Ichnos, 7, 3, 183-193. Taylor&Francis Inc. Yverdon.
- Uchman, A. – Caruso, C. – Sonnino, M.** (2012): Taxonomic review of *Chondrites affinis* (Sternberg, 1833) from Cretaceous-Neogene offshore-deep-sea Tethyan sediments and recommendation for its further use. - Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 118, 2, 313-324. Milano.
- Unrug, R.** (1964): Turbidites and fluxoturbidites in the Moravia-Silesia Culm zone. - Bulletin of the Polish Academy of Sciences, 12, 3, 187-197. Warszawa.
- Vaziri, S., H. - Fürsich, F., T.** (2007): Middle to Upper Triassic Deep-Water trace Fossils from the Ashin Formation, Nakhlak Area, Central Iran. - Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 18, 3, 253-268. University of Tehran.
- Verma, K., K.** (1970): Occurrence of trace fossils in the Bagh Beds of Amba Dongar Area, Gujarat State. – Indian Geoscience association journal, 12, 37-40. Hyderabad.
- Vialov, O., S.** (1972): Principy klassifikacii sledov žizni. – Paleontologičeskij sbornik, 9, 60-66. Lvov.
- Vialov, O., S. – Golev, B., T.** (1965): Krytyczny przegląd nowych albo malo znanych form Paleodictyonidae. – Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego, 36, 2, 11-14. Kraków.
- Vialov, O., S. – Golev, B., T.** (1977): Paleodictyonidae from Czechoslovakia. – Západné Karpaty, séria paleontológia, 2-3, 249-264. Bratislava.
- Volk, M.** (1964): Über *Chondrites* aus dem Devon und Kulm am Schwarzburger Sattel. – Senckenbergiana Lethaea, 45, 285-293. Frankfurt am Main.
- Walter, R.** (1903): Über *Nemertites Sudeticus* Roem., sein Vorkommen und seine Entstehung. – Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, 76-78. Stuttgart.

- Weiss, E.** (1884): Beitrag zur Culm-Flora Thüringens. – Jahrbuch Preuss. Geol. Landesanstalt, 4, 81-100. Berlin.
- Weller, S.** (1899): Kinderhook faunal studies I. The fauna of the vermicular sandstone at Northview Webster County, Missouri. – Transactions of the Academy of Science of St. Louis, 9, 9-51. St. Louis.
- Wetzel, A.** (1992): The New Zealand Zoophycos revisited: morphology, ethology, and paleoecology – some notes for clarification. – *Ichnos*, 2, 91-92. Yverdon.
- Wetzel, A.** (2002): Modern *Nereites* in the South China Sea – Ecological Association with Redox Condition in the Sediment. – *Palaios*, 17, 507-515.
- Wetzel, A.** (2008): Recent bioturbation in the deep south China Sea: A uniformitarian ichnologic approach. – *Palaios* 23, 601-615.
- Wetzel, A. – Bromley, R., G.** (1994): *Phycosiphon incertum* revisited: *Anconichnus horizontalis* is its junior subjective synonym. - *Journal of Palaeontology*, 68, 6, 1396-1402. Cambridge.
- Wetzel, A. – Werner, F.** (1981): Morphology and ecological significance of *Zoophycos* in deep-sea sediments off NW Africa. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 32, 185-212. Amsterdam.
- Zapletal, J.** (1966): Litostratigraficko-faciální vývoj kulmské sedimentace v centrální části Nízkého Jeseníku. – Sborník prací Přírodovědecké fakulty University Palackého v Olomouci, *Geographica-Geologica*, 38, 143-194. Praha.
- Zapletal, J.** (1977): Příspěvek k litologické korelaci kulmu na východním okraji šternbersko-hornobenešovského pruhu. – *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas rerum naturalium, Geographica-Geologica*, 12, 63-75. Praha.
- Zapletal, J.** (1983): Možnosti litologické korelace kulmu v severní části Nízkého Jeseníku. – Sborník Prací Univerzity Palackého v Olomouci, *Geographica-Geologica*, 22, 63-75. Praha.
- Zapletal, J.** (1991): Geologický výzkum drobných výskytů kulmu v okolí Městečka Trnávky. – Zprávy o geologických výzkumech v r. 1989, 184-185. Praha.
- Zapletal, J.** (1994): Vývoj mohelnického souvrství mezi Městečkem Trnávkou a Mírovem. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v roce 1993, 67-68. Brno.
- Zapletal, J.** (2003): Remarks to the geology and stratigraphy of the Mírov palaeozoic unit, Bohemium (Saxothuringian zone), Bohemian Massif. – *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum naturalium, Geologica*, 38, 33-37. Olomouc.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1971): Nález spirálních bioglyfů v kulmu Nízkého Jeseníku. – *Časopis pro mineralogii a geologii*, 16, 3, 285-289. Praha.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1980): Výzkum bioglyfů moravskoslezského kulmu. – MS Geofond. Praha.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1987): Trace fossil assemblages and their occurrence in Lower Carboniferous of the Nízký Jeseník Mts. – *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Geographica-Geologica*, 26, 47-64. Olomouc.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1989): Stopy po životě v pokrývačských břidlicích v Jeseníkách. – *Vlastivědné listy*, 15, 2. Opava.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1990): Fossilní stopy z lokality Svobodné Heřmanice (spodní karbon, Morava, ČSR). – *Časopis Slezského zemského muzea v Opavě*, A, 39, 53-57. Opava.
- Zapletal, J. – Pěk, I.** (1999): Ichnofacies of the Lower Carboniferous in the Jeseník Culm (Moravo-Silesian region, Bohemian Massif, Czech Republic). – *Věstník Českého geologického ústavu*, 74, 3, 343-346. Praha.
- Zapletal, J. – Dvořák, J. – Kumpers, O.** (1989): Stratigrafická klasifikace kulmu Nízkého Jeseníku. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 64, 4, 243-250. Praha.

- Zenker, J., C.** (1836): Historisch-topographisches Taschenbuch von Jena und seiner Umgebung besonders in naturwissenschaftlicher und medicinischer Beziehung. – 338. Jena.
- Zimmermann, E.** (1892): *Dictyodora liebeana* (Weiss) und ihre Beziehungen zu *Vexillum* (Rouault), *Palaeochorda marina* (Geinitz) und *Crossopodia henrici* (Geinitz). - Jahresbericht der Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaft in Gera, 32-35, 28-63. Gera.
- Zimmermann, E.** (1893): *Dictyodora liebeana* (Weiss), eine räthselhafte Versteinerung. - Naturwissenschaftliche Wochenschrift, 8, 16, 153-158. Berlin.
- Zimmermann, E.** (1910): Erläuterungen zur Geologische Spezialkarte von Preußen. – Blatt Lehesten. Berlin.