

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Bc. Vladimír Vála

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Ústav geologie a paleontologie

Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka

(Morava; Oligocén; "menilitové souvrství")



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Vladimír Vala

Vedoucí práce: RNDr. Tomáš Přikryl, PhD.

Praha 2015

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval svému školiteli RNDr. Tomáši Přikrylovi, PhD. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací s názvem „Analýza vybraných rybích koprofitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén; "menilitové souvrství")“ vypracoval samostatně s využitím odborné literatury, kterou uvádím v příloženém seznamu.

V Praze dne

.....

Bc. Vladimír Vala

Abstrakt

Předložená diplomová práce se zabývá analýzou vybraných rybích koprolitů nalezených na lokalitě Loučka (Morava; menilitové souvrství). Bylo vybráno 11 kusů (označených I–XI), z nichž dva byly macerovány (I a II). Zbýlých 9 koprolitů bylo studováno na povrchu vrstevních ploch. Rozpoznatelné elementy byly zařazeny k těmto taxonům: *Keasius parvus*, *Alopias exigua*, *Squalus* cf. *alsaticus*, *Sardinella sardinites*, *Anenichelum glarisianum*, *Palimphytes* sp., *Palaeogadus* sp., Gonostomatidae (gen. et sp. indet.), Perciformes (gen. et sp. indet.) a Teleostei (gen. et sp. indet.). Při studiu stavebních komponent jednotlivých koprolitů bylo zjištěno, že pravděpodobnými původci koprolitů I, II a IV byli žraloci druhů *Alopias exigua* nebo *Squalus* cf. *alsaticus*. Koprolity číslo V, VIII, X a XI byly vyprodukovány blíže neurčenými typy dravých ryb (pravděpodobně rybožravými predátory). U koprolitů III, VI, VII a IX producenta nelze určit.

Klíčová slova: mikrovertebráti, paleoekologie, ryby, žraloci, koprolity

Abstract

The submitted thesis deals with the analysis of selected fish coprolites found in the Loučka site (Moravia; Menilite Fm.). Eleven specimens was selected (provisionally numbered I–XI) of which two were macerated (specimens I and II). The remaining nine specimens were examined at the surface of the sedimentary layers. Recognizable elements were classified to the following taxa: *Keasius parvus*, *Alopias exigua*, *Squalus* cf. *alsaticus*, *Sardinella sardinites*, *Anenichelum glarisianum*, *Palimphytes* sp., *Palaeogadus* sp., Gonostomatidae (gen. et sp. indet.), Perciformes (gen. et sp. indet.), and Teleostei (gen. et sp. indet.). Composition of the studied coprolites I, II and IV suggest that these were produced by shark species *Alopias exigua* and *Squalus* cf. *alsaticus*. Studied coprolites V, VIII, X and XI were produced by some type of undetermined predatory fish (probably piscivore predator). For coprolites III, VI, VII and IX producer can not be determined.

Keywords: microvertebrates, palaeoecology, fish, sharks, coprolites

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Koproility	3
2.1 Stručná historie studia koproilitů	3
2.2 Koproility obratlovců a jejich distribuce v geologické minulosti	5
3. Materiál a metodika	7
4. Geologie.....	9
4.1. Regionální vymezení	9
4.2. Menilitové souvrství	10
4.2.1 Lokalita Loučka	13
5. Systematická část a popis	17
6. Diskuze.....	31
7. Závěry	40
8. Seznam příloh	41
9. Použitá literatura	42

1. Úvod

V období spodního oligocénu (rupelu) byla jižní část Moravy zatopena Paratethydou, na jejímž dně v depresích sedimentovalo menilitové souvrství. V těchto místech panovaly dysoxické až anoxické podmínky, které dopomohly k výjimečnému zachování fosilií. Lokality s výjimečným zachováním, mezi které se menilitové souvrství řadí, se nazývají Lagerstätte. Na lokalitách menilitového souvrství jsou nalézány kosti a otisky těl ryb a žraloků, ale také rybí koprolity, které byly dlouhou dobu opomíjeny a jsou předmětem zadané diplomové práce.

V rámci diplomové práce bude stručně popsána geologie menilitového souvrství a blíže geologie lokality Loučka, v další části budou taxonomicky klasifikovány identifikovatelné partikule koprolitů a poté budou popsány studované vybrané rybí a žraločí koprolity z lokality Loučka, a to jak na vrstevních plochách, tak jako macerací rozvolněné elementy.

Cílem práce je popis vnější morfologie koprolitu a detailní popis jejich skeletálních obsahů se snahou o určení a případnou paleoekologickou interpretaci. Důležité části budou v diplomové práci vyobrazeny.

Menilitové souvrství na Moravě má bohatou fosilní faunu, jejíž studium sahá až do poloviny devatenáctého století, kdy byly publikovány první práce zabývající se rybí faunou. Heckel ve své práci z roku 1850 zmiňuje mimo jiné druhy *Meletta longimana* (později synonymizována se *Sardinella sardinites*) a *Lepidopides leptospondylus* (později synonymizován s *Anenchelum glarisianum*; Kalabis 1975a, Gregorová 2013). Dále se výzkumem v menilitovém souvrství zabýval Rzehak, který dosavadní výčet druhů ryb doplnil o nové (Rzehak 1881a, b, c). K výzkumu přispěli i Kramberger (1880) a Pauča (1931). Kramberger studoval moravský materiál uložený ve sbírkách Bavorského geologického muzea v Mnichově (Gregorová 2013) a Pauča zpracoval materiál z Nikolčic ve vídeňském přírodovědném muzeu (Kalabis 1975a). Kalabis jako první rozpoznal světelné orgány u ryb menilitového souvrství a také identifikoval zástupce čeledí Myctophidae a Gonostomatidae a své výsledky shrnul ve dvou pracích z let 1938 až 1940 a 1948 (Kalabis 1975a, Gregorová 2013). Další jeho práce se zabývaly například výzkumem

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koproliťů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

fauny z lokalit Špičky u Hranic na Moravě a Kelče (1975a, b). S Kalabísem spolupracovali Schultz (1974) nebo Brzobohatý (1970, 1978). Sám Brzobohatý přispěl velkou měrou k poznání fosilní fauny menilitového souvrství. Ve svém výzkumu se zabýval studiem rybích zbytků, zejména otolitů (např. 1967, 1981, 1982, 1983). V posledních letech se studiu fosilní fauny menilitového souvrství intenzivně věnují Gregorová (např. 1989, 1993, 1997, 2000, 2003, 2004, 2010, 2011, 2013), Gregorová a Požár (2003), Bubík et al. (2006) a Přikryl (např. 2012b, 2013).

2. Koprolity

Koprolity jsou charakterizovány jako fosilizované exkrementy a jsou tradičně řazeny mezi ichnofosílie, které poukazují na určité aspekty chování živočichů (zpracování potravy od její konzumace až k finálnímu vyloučení). Ve fosilním záznamu převažují koprolity karnivorů nad koprolity herbivorů (Chin 2002). Koprolity predátorů lze snadno rozpoznat díky časté přítomnosti kosterního materiálu a také jsou většinou fosfatizované. Obecně jsou koprolity méně častým fosilním materiálem než kosti nebo zuby, ale jsou důležitým zdrojem informací o predačních vztazích (trofické interakce jinak nepopsatelné z fosilního záznamu; pro detailní informace viz zejména Chin 2002). Určení původce koprolitu je obecně velice obtížné, někdy prakticky nemožné, protože neznáme celkové složení paleoekosystému, ale koprolity mohou poskytovat informace o výběru kořisti, efektivitě zažívacího traktu nebo také mohou naznačit výskyt dříve nepopsaných taxonů ve studovaném paleoekosystému. Morfologie u koprolitů není příliš směrodatná, protože exkrementy mnoha živočichů jsou si navzájem velice podobné. Další informace poskytuje i velikost koprolitu, protože ta je spjatá s velikostí původce. K zachování koprolitů dopomáhá rychlé pohřbení v sedimentu, proto jsou koprolity akvatických živočichů relativně běžné, naproti tomu v suchozemském prostředí jsou nesrovnatelně vzácnější (Chin 2002).

Koprolitům nebyla v minulosti věnována stejná pozornost jako například kosternímu materiálu. Důvodem je pravděpodobně fakt, že koprolity mají menší výpovědní hodnotu. S tím je také spjat fakt, kdy jen zřídka lze s jistotou určit původce koprolitu. Z toho plynou také limity pro interpretace koprolitů (Hunt et al. 2012). Ke zkoumání jejich obsahu mohou být použity destruktivní i nedestruktivní metody (Chin 2002).

2.1 Stručná historie studia koprolitů

Koprolity byly poprvé popsány v roce 1678 Listerem, který je ale neuměl zařadit (El-Baz 1968). V roce 1822 Gideon Mantell jako první odhadl jejich živočišný původ (Mantell 1822). Několik exemplářů koprolitů bylo již dříve odebráno z lokalit anglické

křídly, ale ty byly interpretovány jako šišky modřínů. Mantell poukázal na několik faktů, zejména: přítomnost rybích šupin, spirální stavbu, dutinu na jednom konci vyplněnou slínem a složení koprolitu, které je stejného charakteru jako kosterní materiál (Mantell 1822). Až v roce 1829 je William Buckland pojmenoval jako koprolity a rozpoznal je jako fekální pelety (Buckland 1829). V jeho publikaci byly nejvíce zastoupeny koprolity se spirální formou, které připomínaly spinální řasu žraloků a rejnoků. Původci těchto koprolitů byli podle Bucklanda ichtyosauri. K ichtyosaurům byly řazeny i koprolity, které byly nalezeny v Německu (lokality Holzmaden a Bad Boll; Abel 1935). Tato interpretace přetrvávala až do roku 1917, kdy Smith Woodward materiál revidoval (Woodward 1917, Williams 1972). Poukázal na fakt, kdy tyto koprolity nebyly nacházeny v blízkosti nebo přímo uvnitř těla těchto mořských plazů, jednalo by se tedy o coprolity. Naproti tomu byly hojně nacházeny v těsné blízkosti žraločích pozůstatků (rody *Acrodus* a *Hybodus*). Spirální koprolity byly tedy později přeřazeny ke žralokům jako jejich původcům. Neumayer se zabýval koprolity permského stáří z lokalit texasu a rozlišil dva typy koprolitů – A, B. Typ A nazval heteropolární a je charakterizován relativně velkým a variabilním množstvím spirál, které jsou v těsné blízkosti, umístěných na jednom konci koprolitu. Typ B nazval amphipolární a ten je charakterizován relativně malým počtem širokých spirál, které koprolit prodlužují. Tyto koprolity byly přiřazeny ke stegocefalům. Větší heteropolární koprolity byly přiřazeny k rodu *Eryops*, menší amphipolární k rodu *Diplocaulus* (Neumayer 1904). Toto rozdělení bylo využito i na dalších lokalitách ve světě a používá se v mírně modifikovaných formách dodnes. Například Price (1927) zkoumal bohatý materiál svrchního Pennsylvanu Západní Virginie, kde se vyskytovaly oba typy koprolitů (Price 1927). Menší, svojí stavbou jednodušší a také častější amphipolární koprolity podle něho byly produktem paleoniscidních ryb, zatímco větší heteropolární koprolity patřily žralokům. Nejvýznamnějšími pracemi z období mezi roky 1910 až 1950 jsou jedny z nejstarších studií fosilizovaných lidských fekálních pelet (Loud a Harrington 1929, Wakefield a Dellinger 1936). Mezi roky 1950 až 1990 se výzkum zaměřoval převážně na pleistocénní zvířecí a lidské koprolity, které sloužily jako indikátor jejich producentů, klima ve kterém producenti žili, popřípadě přítomnost jejich parazitů (Bryant a Dean 2006, Bryant a Reinhard 2012). Po roce 1990 se zvýšil zájem o studium koprolitů i mimo pleistocénní období (např. koprolity dinosaurů – Chin et al. 1998; permské a triasové koprolity – Hunt a Lucas 2005, Hunt et al. 2012).

2.2 Koprolity obratlovců a jejich distribuce v geologické minulosti

Nejstarší známí obratlovci rodu *Haikouichthys* pochází ze spodního kambria z lokality Chengjiang (Shu 2008), odkud bylo popsáno velké množství koprolitů, ze kterých je převážná většina řazena k bezobratlým (Chen et al. 2007). Na druhou stranu, Conway Morris a Robison (1988) nevylučují, že některé z větších koprolitů by mohly patřit raným formám obratlovců (Conway Morris a Robison 1988). Lokalita Soom Shale (svrchní ordovik jižní Afriky) je také bohatá na koprolity, ale opět nelze s jistotou dokázat jejich příslušnost k obratlovcům (Aldridge et al. 2006).

V siluru a devonu jsou nálezy koprolitů spíše vzácné a jejich studium probíhalo na několika málo vybraných vzorcích, např. ze svrchnosilurských vrstev Skotska a Irsko (bohatých na rybí fosílie) jsou známy koprolity přiřazované obratlovcům – patrně rybám rodů *Birkenia* nebo *Loganellia* (Gilmore 1992); koprolity devonského stáří byly studovány v Kanadě (McAllister 1996), USA (Williams 1990), Skotsku (Trewin a Davidson 1995), Německu (Wagner a Boyce 2006), Polsku (Zatoń a Rakociński 2014) a Brazílii (Maisey a Melo 2005).

Karbonské koprolity jsou již hojnější, hlavně na lokalitách v Evropě a Severní Americe (např. Turner 1999). Ze spodního karbonu byly studovány koprolity z Nového Skotska (např. Mansky et al. 2012), ze Skotska (např. Buckland 1836, Pollard 1985) a z Montany (např. Hunt et al. 2012). Výzkum svrchnokarbonských koprolitů probíhal v Novém Mexiku (Hunt et al. 2012), Kansasu (McAllister 1988), Colorada a Západní Virginie (Price 1927), Anglie, Skotska, Belgie, Německa a Španělska (např. Bayer 1934, Soler-Gijón 1995, Hunt et al. 2012).

Permské koprolity mají zejména formu spirál a jejich studium nebylo příliš intenzivní. Naleziště leží mimo jiné v USA (např. Neumayer 1904, Williams 1972, Hunt et al. 2012) a Evropě (např. Augusta 1936, Eichler a Werneburg 2010).

Z území ČR studoval permokarbonské koprolity a jejich složení zejména Zajíc (např. 1988, 1989, 2007, 2012, 2014).

Hojné a dobře prostudované jsou koprolity triasu Severní Ameriky, Indie a Anglie (Hunt et al. 2007). Spodnotriasové koprolity se vyskytují v Austrálii (např. Northwood 2005) a Arizoně (např. Benz 1980). Středotriasové pak v Rusku a Kazachstánu (např. Ochev 1974), Argentině (Mancuso et al. 2004), Brazílii (Souto 2001), Indii (Jain 1983), na jihozápadě USA (např. Benz 1980) a v Německu (Hunt a Lucas 2010). Svrchnotriasové koprolity byly studovány na jihozápadě USA (např. Hunt et al. 1998), Argentině (např. Contreras 1995), Indii (např. Jain 1983).

Jurské koprolity nejsou obecně dobře prostudované s výjimkou spodnojurských koprolitů Anglie (Duffin 2010) a Německa (Hauff 1921). Ze svrchní jury jsou známé například koprolity herbivorních dinosaurů z USA (Chin a Kirkland 1998) nebo koprolity oxfordských jíílů Anglie (Hunt et al. 2007).

Výzkum křídových koprolitů se zabýval převážně studiem suchozemských koprolitů, hlavně dinosaurů z USA a Kanady (např. Chin et al. 1998). Marinní a terestrické koprolity lze nalézt také v Brazílii (např. Souto 2010), Mexiku (Rodriguez de la Rosa et al. 1998) a Evropě (např. Fischer 1856, Longbottom a Patterson 2002).

Nejlépe popsané koprolity obratlovců terciárního stáří pocházejí ze souvrství Green River (eocén) a z White River (eocén/oligocén) Severní Ameriky (např. Hunt a Lucas 2007). Dále se terciární koprolity nalézají například v Brazílii (např. Castro et al. 1988), Argentině (např. Tauber et al. 2007), Číně (např. Young 1964), České republice (např. Mikuláš a Dvořák 2010), Německu (např. Richter a Baszio 2001) a Velké Británii (např. Rayner et al. 2009).

Kvartérní koprolity jsou předmětem výzkumu paleontologů i archeologů, kteří se zaměřují zejména na studium jeskynních sedimentů. Tyto výzkumy probíhají hlavně v Severní Americe a Evropě (např. Buckland 1822, 1824, Martin et al. 1961, Mead et al. 1986).

Přestože nelze považovat předložený výčet ani zdaleka za úplný, naznačuje dobré zastoupení koprolitů obratlovců v průběhu celého fanerozoika.

3. Materiál a metodika

Studovaný materiál doposud není uložen ve sbírkotvorné instituci (z důvodu pokračujícího studia tohoto materiálu školitelem diplomové práce). Před případným předložením výsledků do tisku bude materiál uložen do sbírek Národního Muzea. Exempláře koprolitů byly provizorně číslovány římskými číslicemi, zatímco jednotlivé elementy tvořící obsah vlastních koprolitů (pokud byly komentovány) byly označovány číslicemi arabskými (pro snazší identifikaci v průběhu práce a přípravy textu DP).

Studované koprolity byly získány z lokality Loučka mezi roky 2011 a 2014. Z většího množství exemplářů bylo vybráno celkově jedenáct koprolitů, reprezentující různé typy na lokalitě. Koprolity obecně jsou nacházeny převážně ve formě kulovitých nodulí či mírně zploštělých útvarů, někdy se zachovalou spirální strukturou. Vzorky z lokality Loučka tuto strukturu zachovanou nemají a jsou silně zploštělé nebo jsou v menší či větší míře rozplavené a tudíž jejich původní tvar není vůbec zachován.

Po odebrání vzorků v terénu byly tyto řádně upraveny a připraveny na prostudování. Prvním krokem úpravy bylo odstranění okolní horniny koprolitu. Vzorky byly velikostně formátovány tak, aby byla odstraněna přebytečná okolní hornina a jejich velikost co možná nejmenší, ale zároveň aby byly koprolity zachovány pokud možno kompletní (tento krok byl u většiny vzorků proveden již v terénu). Poté byly vyčleněny vzorky: a) které svým způsobem zachování naznačovaly možnost macerace se zachováním kosterních zbytků v reziduu (v rámci diplomové práce byly takto zpracovány dva vzorky, tedy koprolity číslo I a II); b) koprolity mírně rozplavené s rozprostřením jednotlivých stavebních partikulí koprolitu do jedné plochy (koprolity III až XI). Vzorky z první skupiny byly podrobeny následující maceraci:

- 1) Ponoření do dostatečného množství 15% roztoku kyseliny octové tak, aby byly vzorky zcela ponořeny. Macerace byla průběžně sledována a trvala maximálně dva dny.
- 2) Po dvou dnech byla vymacerována většina tmelu koprolitu, byl vyjmut nerozpuštěný zbytek horniny a veškeré reziduum bylo promýváno mírným proudem vody (po dobu několika hodin).

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

3) Nakonec se reziduum neutralizovalo pomocí nasyceného roztoku jedlé sody, opět propláchno a nechalo usušit na skleněné laboratorní misce.

Ušchlé reziduum bylo studováno pomocí binokulárního mikroskopu a prostřednictvím entomologických pinzet byly vybírány později determinované kosterní elementy. Vybraný materiál byl nalepen na aluminiové terčíky, které byly usazeny do komory rastrovacího skenovacího mikroskopu JEOL JSM - 6380LV a byly pořízeny detailní snímky, ze kterých byly sestaveny tabule v příloze práce.

Synonymika v systematické části je omezena na oblasti západní a centrální (zejména Polsko a Morava) Paratethydy.

4. Geologie

4.1. Regionální vymezení

Menilitové souvrství je významnou jednotkou v rámci vnějších Karpat, které jsou také nazývány jako Flyšové Karpaty. Jsou součástí komplexu Alpsko–Karpatské soustavy. Jedná se o pásemné pohoří, které se táhne z Rakouska přes Českou republiku, Slovensko, Maďarsko, Polsko, Rumunsko a Srbsko, dále na východ na ně navazují Balkanidy.

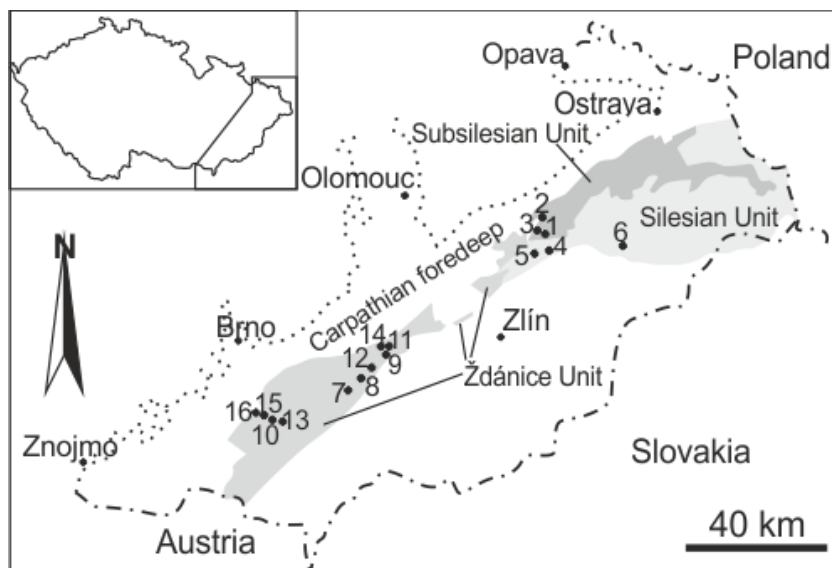
Karpaty lze rozdělit na Západní, Východní a Jižní části, přičemž na území České republiky jsou zastoupeny pouze vnější Západní Karpaty. Ty se skládají ze dvou velkých skupin příkrovů. První je vnější, nazývaná Krosněnská (někdy také označovaná jako Menilito - Krosněnská) jednotka. V jejím rámci lze vymezit pozdřanskou, žďánickou, podslezskou, slezskou a předmagurskou jednotku. Druhá skupina příkrovů je vnitřní, označovaná jako Magurská skupina příkrovů, v níž lze vyčlenit račanskou, bystrickou, krynickou a bělokarpatskou jednotku. Magurská skupina příkrovů je nasunuta na skupinu Krosněnskou (Golonka a Pícha 2006). Ve vnitřní skupině příkrovů sedimentace skončila ve středním až svrchním eocénu, jako důsledek pyrenejské orogeneze, zatímco sedimentace ve vnější skupině příkrovů pokračovala až do spodního miocénu (pro další detaily viz např. Chlupáč 2001).

Během svrchního eocénu až spodního oligocénu, docházelo k izolaci Paratethydního prostoru, kterou završila kolize Indické desky s asijským kratonem. Izolovaná Paratethyda byla minimálně ovlivňována jinými geografickými oblastmi, přičemž docházelo ke vzniku specifických podmínek (např. snižování salinity, pokles obsahu kyslíku ve vodě apod.). V tu dobu byly Vnější Karpaty transformovány z pozůstatku oceánské pánve na předpolní pánev. To vyústilo změnami sedimentačních podmínek – z hlubokovodních turbiditních proudů na pelagické globigerinové slínovce a později na organikou bohaté menilitové břidlice, které se ukládaly v období relativního tektonického klidu, což lze vypočítat ze sedimentárního záznamu (Oszczypko 2004).

4.2. Menilitové souvrství

Menilitové souvrství sedimentovalo v uzavřených depresích dna v oblasti Paratethydy, kde docházelo k minimálnímu proudění vody a panovaly zde dysoxické až anoxické podmínky. Přínos terigenního materiálu byl minimální (Roth 1981, Golonka a Pícha 2006). Hloubka sedimentace menilitového souvrství se určuje podle nálezů fosílií ryb (i se světélkujícími orgány) a tradičně je interpretováno jako mesopelagiál, tedy mezi 200 až 1000 metry (Brzobohatý 1981). Období tektonického klidu končilo v době, kdy se ukládala klastika z turbiditních proudů, úlomkotoků šitbořických vrstev a nadložních vrstev krosněnské litofacie. Tyto sedimenty lze charakterizovat jako produkty zvedání magurské jednotky a vyvrásnění bělokarpatského, krynického a bystrického příkrovu (Roth 1981, Golonka a Pícha 2006).

Menilitové souvrství je pestrou litostratigrafickou jednotku, která hojně vybíhá v ostrůvcích Žďánické, Podslézské a Slezské jednotky. Dále vybíhá na Slovensku, v Maďarsku, Rumunsku, Polsku a na Ukrajině, přičemž analogické sedimenty nalezneme také v Rakousku či Francii. Název „menilit“ byl prvně použit E. F. Glockerem v roce 1843, pro sedimenty z oblasti dnešní moravy, které mu připomínaly křemičité sedimenty z okolí Paříže (např. z lokality Ménilmontant, odtud jméno menilit). První poznatky k těmto sedimentům se však objevují již u Delaméthierera (1797) či Bouého (1829; pro detailní přehled historie výzkumu viz. Roth 1981).



Obr. 1: Přehled rozsahu Ždánické, Podslézské a Slézské jednotky na území České republiky s vyznačenými hlavními lokalitami nálezů rybí fauny menilitového souvrství. Podslézská jednotka: 1 – Kelč, 2 – Špičky, 3 – Horní Těšice; Slézská jednotka: 4 – Loučka, 5 – Osíčko, 6 – Rožnov pod Radhoštěm; Ždánická jednotka: 7 – Bohuslavice, 8 – Jestřabice, 9 – Kožušice, 10 – Křepice, 11 – Litenčice, 12 – Mouchnice, 13 – Nikolčice, 14 – Nítkovice, 15 – Nosislav, 16 – Židlochovice.

Převzato z Příkryla (2013).

Menilitové souvrství dodnes není formálně definováno a rovněž není stanovena typová lokalita. Pokud hovoříme o menilitovém souvrství, pak jej chápeme jako nehomogenní sled vrstev hnědošedého vrstevnatého opálu, který vznikl při diagenetických procesech koncentrací SiO_2 ze schránek mořských řas – rozsivek (Chlupáč 2001). Jedná se tedy o bituminózní pelity s častými silifikacemi. Ve východních Alpách a směrem na západ jsou nalézány ekvivalenty menilitových vrstev, ale tyto horniny jsou méně, nebo vůbec silicifikované. Ty pak nazýváme bituminózní rybí břidlice, neboli "Fischshiefer" (Roth 1981).

Menilitová facie může být obecně charakterizována jako (Kotlarczyk et al. 2006):

- 1) přítomnost tmavě hnědé až černé břidlice, diagenetické rohovce, pískovce s velkým obsahem organického materiálu;

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

- 2) světlé, bílé, krémové, žlutavé nebo béžové zbarvení většiny pískovců, slínů, deskovitých vápenců, diatomitů a tufů;
- 3) karbonáty se v břidlicích skoro nevyskytují (nebo jen málo), pískovce jsou slabě cementovány;
- 4) pelitické horniny převládají nad psamitickými;
- 5) silicifikace různých typů hornin způsobená oxidem křemičitým, který pochází z diatomitů nebo spikul spongií.

Vrstevní sled menilitového souvrství lze rozdělit do čtyř částí, které se výrazně liší svým složením: podrohovcové vrstvy, rohovcové vrstvy, dynowské slínovce a šitbořické vrstvy. Celková mocnost souvrství většinou nepřesahuje hranici sta metrů (Chlupáč 2001), maximální mocnost souvrství je asi 200 metrů (Roth 1981).

Podloží menilitů tvoří takzvané podmenilitové souvrství, respektive Rožnovské souvrství v Slezské jednotce, Frýdlantské souvrství v Podslézské jednotce a Němčické souvrství ve Žďánické jednotce (Golonka a Pícha 2006). Nejvyššími polohami podmenilitového souvrství jsou šešorské slíny, dříve označované jako globigerinové, díky velkému množství foraminifer rodu *Globigerina* v nich obsažených (Hanzlíková 1981). Jejich mocnost je maximálně 39 metrů (Stráník 1981). Podmenilitové souvrství je datováno na období od svrchní křídy (campan – maastricht) po nejsvrchnější eocén (priabon) nebo až po nejspodnější oligocén (rupel; Golonka a Pícha 2006). Šešorské slíny tvoří světle až tmavě hnědé, hnědošedé, okrové nebo také zelenavé slíny a slínovce a zelenavé a tmavošedé vápence (Stráník 1981). Na ně pozvolně nasedají **podrohovcové vrstvy**, což jsou světle hnědé slíny a jílovce o mocnosti do deseti metrů (Golonka a Pícha 2006). Následuje celkem ostrý přechod do nadložních **rohovcových vrstev**, kde se střídají vrstevnaté laminované silicity a tmavé hnědošedé jílovce (Stráník 1981). Tyto vrstvy mají mocnost kolem čtyř metrů a jsou velice bohaté na fosílie ryb a paryb. **Dynowské slínovce** ležící v nadloží rohovcových vrstev jsou pelagické světle hnědé slínovce se slabými proužky rohovců a s několika vložkami vápenců (Stráník 1981). Jedná se o nejvíce fosiliferní část menilitového souvrství (Gregorová 2011). **Šitbořické vrstvy** jsou

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

reprezentovány v nejspodnějších polohách skluzovými parakonglomeráty, ve svrchnějších pak tmavošedými laminovanými písčitymi jílovci, vápenci s jílovou příměsí, dolomitickými vápenci s jílovou příměsí a zelenavými vápnitými jílovci až slínovci (Stráník 1981).

4.2.1 Lokalita Loučka

Lokalita Loučka se nachází ve Zlínském kraji v okrese Vsetín, mezi obcemi Loučka a Police (do jejíhož katastru místně lokalita spadá). Výchoz v podobě strmé stěny vybíhá v bezprostřední blízkosti potoka Loučka (49° 26' 38.8" N, 17° 51' 44.0" E). Podle Presla (1990) je celková mocnost menilitového souvrství na lokalitě kolem devíti metrů, mocnost podmenilitového souvrství je o málo menší, zhruba sedm metrů. Litologie studovaného materiálu silně připomíná litologii dynowských slínovců. Na druhé straně, podle terénních zkušeností konfrontovaných s nepublikovaným profilem lokality (Presl et al. 1990) byly vzorky sbírány v nižší části souvrství (rohovcové nebo dokonce podrohovcové členy souvrství). Celý profil je dnes zasucen a vzájemný vztah členů souvrství na lokalitě není jasný a měl by být v budoucnu dořešen.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")



Obr. 2: Mapy znázorňující pozici lokality Loučka. Výchoz, ze kterého byly odebrány vzorky, je zvýrazněn černým bodem. Převzato z Google Maps.

Podrobná charakteristika lokality Loučka podle Presla et al. (1990):

podmenilitové souvrství:

0 – 100 cm zelenavěšedé prachově písčité vápnité jílovce

100 – 300 cm střídání tmavě hnědých vápnnitých jílovců až slínovců s vložkami (1 – 4 cm) zelenavěšedých vápnnitých jílovců až slínovců kusových, proměnlivě písčitých a jemnozrnných rezavých písků (až 1 cm)

300 – 330 cm tmavošedé měkké jílovce drobně střípkovité se sádrovcem

330 – 460 cm vykliňující poloha pelitů s obzorem červených slínovců (globigerinový horizont)

460 – 725 cm tmavé hnědošedé tabulkovitě až lístkovitě dělitelné slínovce, místy až jílovité vápence

menilitové souvrství - podrohovcové vrstvy:

725 – 800 cm hnědošedé až černošedé vápnité jílovce střepovitého až kouskovitého rozpadu

800 – 835 cm tmavošedé rezavě skvrnitě nevápnité jílovce s laminami písku a prachu se síranovými žlutými povlaky

835 – 875 cm hnědošedé lupenité nevápnité jílovce se šupinami ryb a žlutými síranovými povlaky

875 – 898 cm modravěšedé laminované tabulkovitě dělitelné vápnité břidlice až vápence

rohovcové vrstvy:

898 – 1048 cm lávky (1 – 6 cm) tmavošedých rohovců s ojedinělými vložkami (až 5 cm) lupenitých až střípkovitých hnědých jílovců až břidlic

1048 – 1233 cm tmavě hnědošedé nevápnité lupenité břidlice; směrem do nadloží jsou poněkud světlejší a obsahují ojedinělé laminy rezavých písků

dynowské slínovce:

1233 – 1633 cm hnědavé lávkovitě zvrstvené, béžově laminované jílovité vápence až slínovce tabulkovitě až střeovitě dělitelné; střídání pevnějších a měkčích typů.

Na nejsvrchnější část profilu nasedá kvartérní suť a zemina.



Obr. 3: Horní část výchozu na lokalitě Loučka (reprezentující Dynowské slínovce) představující místo, ze kterého byly odebírány vzorky.

5. Systematická část a popis

V následující části jsou taxonomicky klasifikovány identifikovatelné partikule jednotlivých koprolitů.

Třída **Chondrichthyes HUXLEY, 1880**

Řád **Lamniformes BERG, 1958**

Čeleď **Cetorhinidae GILL, 1862**

Rod ***Keasius* WELTON, 2013**

Druh ***Keasius parvus* (LERICHE, 1908)**

Obrázek 4, Tabule 2, 3, 5, 6

1908 *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908, p. 878.

1910 *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1910, p. 294, text figs. 91–94.

1974 *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908, KALABIS a SCHULTZ, p. 185–186, pl. 1, fig. 1.

1982 *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908, SCHULTZ, p. 51–52, pl. 1, fig. 1.

2003 *Cetorhinus parvus* LERICHE, 1908, GREGOROVÁ a POŽÁR, p. 194, text fig. 2.

2013 *Keasius parvus* (LERICHE), WELTON, p. 39

Výskyt ve vzorcích: I, II, IV, V, VI, VIII, X, XI

Popis materiálu: Studované exempláře jsou z drtivé většiny představovány žaberními násadci (někdy označované jako branchiospiny). V proximální části je vyvinuta laterálně zploštělá sekyrkovitá báze, ze které vybíhá (pod typickým úhlem asi 30°) protažený úzký trnový výběžek (jako celek se zachovává zřídka). Druhým typem, výrazně vzácnějším, jsou čelistní zuby (malé velikosti v řádu prvních mm). Korunka je přímá, poměrně nízká a mohutná, je lehce ohnutá směrem dozadu nebo silně linguálně ukloněna. Linguální a labiální strana jsou konvexní. Sklovina je hladká nebo granulární. Kousací hrany jsou často omezeny pouze na vrchní část korunky. Kořen je mohutný, zhruba stejně vysoký jako korunka a tvoří dvě ramena. S jistou mírou nejistoty je do této skupiny zařazeno také drobné, asi 12 mm v průměru velké obratlové centrum bez výrazných neurálních či hemálních oblouků.



Obr. 4: Branchiospin druhu *Keasius parvus* (LERICHE, 1908): exemplář číslo I-5.

Poznámky: Tento druh žraloka je v menilitovém souvrství nejrozšířenější (ve formě branchiospinů); jeho pozůstatky jsou hojné také v koprolitech na lokalitě Loučka. Branchiospiny se původně nacházely na vnitřní straně žaberních oblouků, kde zachytávaly planktonickou potravu. Drobné čelistní zuby připomínají mladé (nebo silně laterálně uložené) zuby žraloka rodu *Alopias*, který je ze stejného souvrství taktéž uváděn. Dentice rodu *Keasius* je homodontní, velice početná a liší se od svého recentního příbuzného (Cappetta 1987, Welton 2013a). Vzácně jsou nalézána také centra obratlů, mezi která byl zařazen také jeden exemplář z koprolitu II. Tato obratlová centra mají okrouhlý až oválný tvar a velikost nalezených exemplářů z moravských lokalit dosahuje 11 – 12 milimetrů v průměru (pro více informací viz Gregorová 2011), zatímco exempláře z jiných částí Evropy (např. Německa) či světa (Severní Amerika) mohou dosahovat až 42 mm (Hovestadt a Hovestadt-Euler 2012, Welton 2013a). Moravské exempláře svojí malou velikostí obratlových center a absencí výrazných přírůstkových zón naznačují, že by nalezené pozůstatky mohly patřit spíše juvenilním jedincům (Gregorová 2011). Recentní zástupci jsou charakterističtí srpkovitou ocasní ploutví a velkými a podlouhlými žaberními štěrbinami (poslední žaberní štěrbinu je těsně před nasedáním prsní ploutve na tělo). Na základě analogie s recentem lze předpokládat, že *Keasius parvus* byl pelagický typ žraloka

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

a podobně jako jeho recentní příbuzný to byl filtrátor, který obýval mírné (někdy také chladné) vodní prostředí (Cappetta 1987). Nejstarší fosilní záznam této čeledi pochází z eocénu Severní Ameriky, Ruska a Antarktidy (Cappetta 1987, Welton 2013b).

Čeled' *Squalidae* BONAPARTE, 1834

Rod *Squalus* LINNAEUS, 1758

Druh *Squalus* cf. *alsaticus* (ANDREAE, 1892)

Obrázek 5, Tabule 6 (F1, F2, G)

1892 *Acanthias alsaticus* ANDREAE, p. 108, figs. 2a, b.

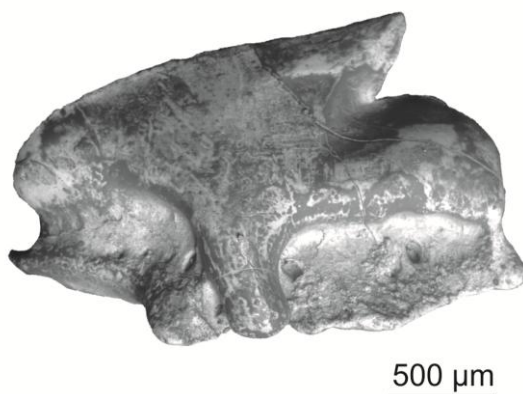
1928 *Squalus alsaticus* (ANDREAE, 1892), WEILER, p. 13, pl. 2, fig. 10.

1963 *Squalus alsaticus* (ANDREAE, 1892), WEILER, p. 12, text – figs. 19–20.

1970 *Squalus alsaticus* (ANDREAE, 1892), BRZOBOHATÝ a KALABIS, p. 42, pl. 1, figs. 1a, b.

Výskyt ve vzorcích: I, II

Popis materiálu: Studovaný materiál je reprezentován zuby, které jsou mírně labio – linguálně stlačený, s širokým, trojúhelníkovitým hrotem, silně ohnutým do strany. Distální okraj korunky je krátký, ale vysoký. Mesiální kousací hrana je hladká, chybí zoubkování na hranách, na zubu je vyvinuta medio – linguální uvula. Kořenová část je stlačená a není vysoká, ale tělo kořene není zachováno kompletně.



Obr. 5: Zub žraloka druhu *Squalus* cf. *alsaticus* (ANDREAE, 1892): exemplář I-13.

Poznámky: Tento druh žraloka je ve fosilním záznamu zachován pouze v podobě izolovaných zubů nebo ploutevnických trnů. Recentní zástupci mají dvě hřbetní ploutve, ve kterých může být trn. Mají pět žaberních štěrbin, krátké čelisti, centra obratlů jsou dobře kalcifikována. Chybí jim řitní ploutev. Mají dobře vyvinuté rostrum lžícovitého tvaru (Cappetta 1987). Jsou bentopelagičtí, žijí většinou v hloubce pod 200 metrů (Cappetta 1987, Froese a Pauly 2011). Zuby v obou čelistech jsou téměř totožné, avšak zuby v horní čelisti jsou menší, hroty jsou štíhlejší a vzpřímenější.

Čeleď *Alopiidae* BONAPARTE, 1838

Rod *Alopias* RAFINESQUE, 1810

Druh *Alopias exigua* (PROBST, 1879)

Obrázek 6, Tabule 2

1879 *Oxyrhina exigua* PROBST, p. 135, pl. 2, figs. 20–25.

1971 *Alopias exigua* (PROBST, 1879), BRZOBOHATÝ a SCHULTZ, P. 731.

1982 *Alopias exigua* (PROBST, 1879), SCHULTZ, p. 52, pl. 1, fig. 3.

Výskyt ve vzorcích: IV

Popis materiálu: Jediný zachovalý zub je asi jeden centimetr vysoký, má vysoký a štíhlý hrot (zuby v přední části čelisti mohou postrádat kousací hrany u báze korunky). Kořen zubu je příčně protažen a jeho ramena tvoří zhruba tvar půlkruhu. Tento popis odpovídá definici mimo jiné dle Cappetty (1987).



Obr. 6: Zub žraloka druhu *Alopias exigua* (PROBST, 1879). Relativní velikost viz Tabule 2.

Poznámky: Recentní druhy mají nápadně protažený horní lalok ocasní ploutve, který může dosáhnout poloviny celkové délky žraloka. Mají relativně malý ústní otvor, velké oči, krátké žaberní štěrbinu, dlouhé a rovné prsní ploutve. Poslední dva žaberní oblouky jsou umístěny nad bází prsních ploutví. Jsou to pelagičtí predátoři známí už ze svrchní křídly (Cappetta 1987).

Infratřída **Teleostei sensu PATTERSON AND ROSEN, 1977**

Řád **Clupeiformes BLEEKER, 1859**

Čeleď **Clupeidae BONAPARTE, 1831**

Rod ***Sardinella* VALENCIENNES, 1847**

Druh ***Sardinella sardinites* (HECKEL, 1850)**

Obrázek 7, Tabule 4 (C3)

1850 *Meletta sardinites* HECKEL, 1850, p. 227, pls. 23–24.

1958 *Clupea sardinites* (HECKEL, 1850); JONET, p. 37, pl. 4, figs 4–5, 10, pl. 8, fig. 8.

1968 *Clupea sardinites* (HECKEL, 1850); JERZMANSKA, p. 390, text – fig. 2.

1978 *Clupea sardinites* (HECKEL, 1850), SZYMCZYK, p. 394, text - figs. 4, 5, pl. 58, figs. 1–3, 5.

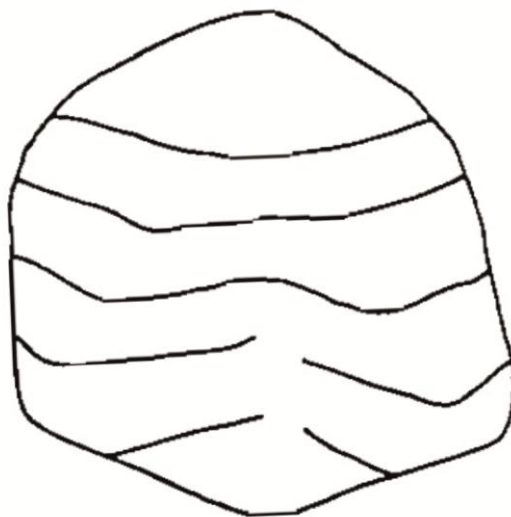
1991 *Clupea sardinites* (HECKEL, 1850), PHARISAT, 27, figs. 13–15.

2003 *Clupea sardinites* (HECKEL, 1850), GREGOROVÁ a POŽÁR, p. 195, fig. 3, photo 3.

2006 *Sardinella sardinites* (HECKEL, 1850), CARNEVALE et al., p. 686, fig. 4.

Výskyt ve vzorcích: X, XI

Popis materiálu: V koprolitech byly identifikovány pouze izolované šupiny tohoto taxonu. Jsou okrouhlého tvaru a jsou částečně rozrušené s dobře viditelnými podélnými rýhami. Je pravděpodobné, že některé izolované kosterní elementy patří také do této skupiny, ale vzhledem ke stavu zachování a vysokému stupni koroze materiálu nelze tento předpoklad definitivně potvrdit.



Obr. 7: Šupina druhu *Sardinella sardinites* (HECKEL, 1850). Převzato ze Szymczykové (1978).

Poznámky: *Sardinella sardinites* patří do čeledi sledřovitých ryb (Clupeidae), což jsou celosvětově rozšířené ryby, které převážně preferují tropické oblasti. V drtivé míře jsou marinní, ale mohou být také brakické či sladkovodní (okolo 57 druhů). Některé druhy jsou anadromní. Jejich ústa jsou umístěna na terminální straně, zoubky jsou malé nebo chybí (Nelson 2006). Spodní čelist je krátká, hluboká a trojúhelníkovitá. Mají 5 až 10 branchiostegálních paprsků, které podírají žaberní membránu, která uzavírá žaberní dutinu na ventrální straně hlavy (Whitehead 1985). Počet obratlů se pohybuje v rozmezí 37 až 59. Řitní ploutev má 12 až 29 paprsků. Tyto ryby mohou být tvarem zploštělé až zaoblené (Nelson 2006). Šupiny jsou v podélných sériích a v jedné linii jich bývá 40 až 50

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

(Nelson 2006). Šupiny druhu *Sardinella sardinites* jsou podle Szymczykové (1978) složeny ze dvou vrstev – vnitřní lamelární a vnější hyalodontinní (u moderních zástupců je tato vrstva tenčí). Na vnější hyalodontinní vrstvě jsou viditelné rýhy, brázdy a anuly (přirůstkové linie). Rýhy se vyskytují na anteriorní části šupiny, která byla kryta předchozí šupinou. Jsou uspořádány ve vertikálním směru, rovné nebo mírně zaoblené. Brázdy se vyskytují v kryté i v exponované části šupiny. Tvarově jsou variabilní v exponované části, v kryté části vystupují jako krátké nebo dlouhé horizontální linie. Anuly jsou pouze v kryté části šupiny a většinou nejsou zřetelné (Szymczyk 1978). Na ventrální straně těla mezi hlavou a břišními ploutvemi se vyskytují štítky v počtu okolo 13 (Jerzmańska 1968).

Řád *Stomiiformes sensu* HAROLD A WEITZMAN, 1996

Čeleď *Gonostomatidae* GILL, 1893

Gen. et sp. indet.

Tabule 4 (A1)

Výskyt ve vzorcích: VIII, X

Popis materiálu: Lze identifikovat dentale, které nese typické ozubení se střídajícími se velkými zuby (tesákovitými) a drobnými (mnohem četnějšími) zuby, které jsou vkládány mezi větší. Stejnou dentici nese také zachovaná maxilla v koprolitu X.

Poznámky: Uvedená dentice je jedním z charakteristických znaků pro zástupce gonostomatidních ryb, které se často vyskytují v menilitovém souvrství na moravských lokalitách (Gregorová 2013). Mezi další typické znaky řádu *Stomiiformes* (podle Nelsona 2006) patří: fotofory (luminiscenční orgány); zuby přítomny na premaxille i maxille; ústa široká a dlouhá a jsou protažena až za úroveň očníce; 5 – 24 branchiostegálních paprsků; některé druhy mají vyvinut bradový vousek; šupiny jsou cykloidní a snadno vypadávají. U některých zástupců může chybět prsní, břišní nebo tuková ploutev. Pokud jsou vyvinuty břišní ploutve, tak mají většinou 4 – 9 paprsků. Recentní zástupci obývají velké hloubky tropického až mírného pásma. Čeleď *Gonostomatidae*, ke které jsou nálezy z lokality Loučka přiřazovány, je pak charakterizována (podle Harolda 2003 a Nelsona 2006):

štíhlým a protaženým tělem, které nebývá výrazně zploštělé. Oči jsou relativně velké, nozdry jsou posazeny vysoko na čenichu. Zuby na premaxille jsou jednořadé, zuby na dentale blízko symfýzy jsou dvouřadé. Bradový vousek není vyvinut. Tuková ploutvička může nebo nemusí být vyvinuta, dorzální tuková ploutvička může být vyvinuta, ventrální nikoliv. Mají 12 – 16 branchiostegálních paprsků, 4 – 6 na epihyále. Mají 8 – 16 fotoforů v oblasti okolo branchiostegálních paprsků. Počet obratlů se pohybuje mezi 29 až 40. Hřbetní ploutev má 10 až 20 paprsků, prsní 8 až 16 paprsků, břišní 5 až 9 paprsků a řitní ploutve obsahují 16 až 31 paprsků. Ocasní ploutev je vidličnatě rozeklaná. Bohužel, žádné z těchto znaků nelze na kosterních disartikulovaných elementech, které jsou charakteristické pro obsahy koprolitů, identifikovat a proto lze klasifikaci těchto zbytků považovat za předběžnou (ale velmi pravděpodobnou).

Řád Perciformes BLEEKER, 1859

Podřád Scombroidei BLEEKER, 1859

Čeleď Trichiuridae RAFINESQUE, 1810

Rod *Anachelum* BLAINVILLE, 1818

Druh *Anachelum glarisianum* BLAINVILLE, 1818

Obrázek 8, Tabule 1, 7, 8, 9

1818 *Anachelum glarisianum* BLAINVILLE; p. 314 (non vidi, fide WETTSTEIN, 1886).

1850 *Lepidopides leptospondylus* HECKEL, p. 239.

1886 *Lepidopus glaronensis* (BLAINVILLE, 1818), WETTSTEIN, p. 42, pl. 5, figs. 1, 3, 5, 10, pl. 6, figs. 1, 3, 5, 6, 7, 8.

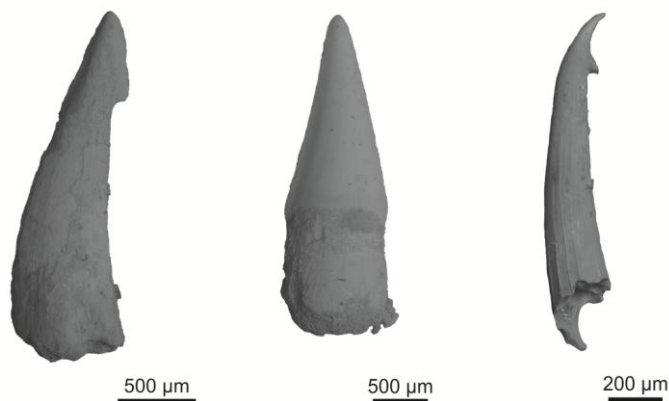
1973 *Lepidopus glarisianus* (BLAINVILLE, 1818), KALABIS, 10, fig. 5.

2003 *Anachelum glarisianum* (BLAINVILLE, 1818), GREGOROVÁ, p. 141, figs. 1–11.

Výskyt ve vzorcích: I, III, VI, VIII, IX, XI

Popis materiálu: Do tohoto druhu jsou řazeny celkem tři typy zoubků. Prvním typem jsou trhákovité zuby, které jsou velké, mírně prohnuté, na průřezu jsou oválné. Na posteriorní

straně hrotu zubu je vyvinut zpětný háček (tento nemusí být vždy zachován). Druhým typem je protažený, plus mínus trojúhelníkovitý, mírně zploštělý zub. Na některých exemplářích lze vymezit dobře definovaný hrot korunky, nikdy ale není vyvinut zpětný háček. Tento je obecně menší než typ první. Třetí typ zoubků je nejmenší a proporcčně výrazně subtilnější. Jsou však výrazněji prohnuty, zvláště v oblasti špičky. Nesou výraznou podélnou striaci a v hrotové části je téměř vždy vyvinut drobný zpětný háček.



Obr. 8: Zuby druhu *Anenichelum glarisianum* (BLAINVILLE, 1818). Zleva doprava: typ I (exemplář I-33), typ II (exemplář I-18), typ III (exemplář I-36).

Poznámky: První typ zubů (trhákovitě se zpětným háčkem) je umístěn v páru v přední části čelistí (Gregorová 2010). Druhý typ (mírně zploštělé bez zpětného háčku) reprezentují ostatní čelistní zuby (Přikryl ústní sdělení). Třetí typ (subtilní, prohnuté s drobným zpětným háčkem) je k této skupině kladen s jistou mírou nejistoty. Obecně lze říci, že přítomnost zpětného háčku na těchto zubech může naznačovat jejich vztah k dané skupině, ale svým tvarem a obecnou stavbou připomínají zuby nalézající se v žaberní oblasti a takto jsou zde také interpretovány. Rod *Anenichelum* má protažené a laterálně zploštělé tělo, kdy jen lebka měří sedminu celkové délky ryby. Počet obratlů se pohybuje v rozmezí od 76 do 119 (Bannikov a Parin 1995). Hřbetní ploutev je složena z tvrdé (35 paprsků) a měkké části (75 paprsků), které jsou odděleny zářezem. Tvrdá část ploutve začíná hned za operkulární sérií (Gregorová 2010). Prsní ploutve obsahují 11 paprsků, břišní ploutev je zredukovaná na jediný tvrdý paprsek (Monsch a Bannikov 2012). Trichiuridae obecně jako skupina redukovali břišní ploutve (Gago 1998). Řitní ploutev se skládá z 68 měkkých paprsků, které se směrem k ocasní ploutvi prodlužují (Gregorová

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

2010). Ocasní ploutev je malá, vidličnatá a skládá se zhruba z 30 paprsků (Monsch a Bannikov 2012). V recentu se jedná o bentopelagické živočichy, kteří žijí převážně v hloubkách mezi 200 až 1700 metry. Fosilní pozůstatky druhu *Anachelum glarisianum* patří mezi nejhojnější nálezy menilitového souvrství (Gregorová 2010).

Čeleď **Euzaphlegidae DANILCHENKO, 1960**

Rod ***Palimphyes* AGASSIZ, 1844**

Druh ***Palimphyes* sp.**

Obrázek 9, Tabule 2

Výskyt ve vzorcích: IV, VI

Popis materiálu: Charakteristické cykloidní šupiny okrouhlého tvaru (délka šupiny je dvakrát větší než její šířka) s výraznou granulací na povrchu (pokud je tento zachován). Na kaudální straně šupiny jsou vyvinuty četné radiální rýhy.



Obr. 9: Šupina druhu *Palimphyes* sp. Převzato z Jerzmaňské (1968).

Poznámky: Zachovalé šupiny lze jednoznačně přiřadit k morfotypu popsanému pro rod *Palimphyes* (viz Arambourg 1967: obrázek 44 jako *Dipterichthys*, což je mladší synonymum rodu *Palimphyes*; Jerzmańska 1968: tabule 2 obrázek 2). Celá čeleď Euzaphlegidae je podle Monsche (2000) pravděpodobně polyfyletická skupina vzdáleně příbuzná Trichiuridům. Podle Bannikova (2008) se dají charakterizovat jako ryby s protaženým tělem a mírně hlubokým kaudálním násadcem. Mají relativně velká ústa, spodní čelist vybíhá vpřed a často přečnívá před horní čelist. Zuby na čelistech jsou jednořadé, s anteriorní a posteriorní kousací hranou. Mandibulární zuby jsou někdy větší než premaxilární. Trháky se jen občas vyskytují na horní čelisti. Počet obratlů se pohybuje mezi 29 až 53. Mají dvě hřbetní ploutve s jednou až osmi volnými meziploutvemi (bezpraprsčité pterygiofory) mezi nimi. První hřbetní ploutev je relativně nízká, obsahuje 6 až 12 štíhlých paprsků. Druhá hřbetní ploutev je vyšší a delší. Skládá se z tvrdého paprsku a na něj navazujících 14 až 26 měkkých paprsků. Řitní ploutev obsahuje 16 až 27 paprsků, přední dva jsou většinou trnovité. Tyto ryby neměly ploutvičky (finlety). Břišní ploutve jsou situovány pod nebo za prsními a skládají se z tvrdého paprsku a pěti měkkých paprsků. Ocasní ploutev je vidličnatá, bez silné hypurostegie. Šupiny jsou velké a cykloidní. Hlava rodu *Palimphyes* je velká (zaujímá až třetinu celkové délky) a zúžená s velkými očními, které mají v průměru kolem čtvrtiny délky lebky. Zuby jsou jednořadé, ve spodní čelisti jsou větší. Na konci horní čelisti jsou vyvinuty trhákovité zuby se zpětnými háčky (Gregorová 2011). Spodní čelist vybíhá před horní (Monsch a Bannikov 2012). Mají tenké branchiostegální paprsky. Preoperkulum je široké, radiálně zoubkované a lehce zaoblené. Operkulum je zploštělé. Suboperkulum je zhruba trojúhelníkovitého tvaru (Gregorová 2011). Počet obratlů se pohybuje od 32 do 39 (Monsch a Bannikov 2012). Na centra obratlů nejsou připojeny parapofýzy. Žebra jsou krátká a tenká. Mají dvě hřbetní ploutve. První je nižší s 8 až 9 paprsky, druhá je vyšší, je prodloužená a obsahuje jeden trnovitý paprsek, který následuje 20 měkkých paprsků. Prsní ploutve jsou dlouhé, přímé, obsahují kolem 12 paprsků a zasahují až k počátku druhé hřbetní ploutve (Gregorová 2011, Monsch a Bannikov 2012). Řitní ploutev je podobně velká jako druhá hřbetní ploutev, jsou v ní 2 krátké tvrdé paprsky a 20 měkkých paprsků. Ocasní ploutev má 17 paprsků. Přestože šupiny byly interpretovány Gregorovou (2011) jako ktenoidní, náš materiál nedovoluje tuto hypotézu potvrdit a byly klasifikovány jako šupiny cykloidní v souladu s názory Bannikova (2008).

Řád **Perciformes BLEEKER, 1859**

Gen. et sp. indet.

Tabule 3 (D3)

Výskyt ve vzorcích: VII

Popis materiálu: Jediná šupina téměř čtvercovitého tvaru se zaoblenými hranami a výraznými radiálními rýhami na kraniální části šupiny. Na kaudální části šupiny lze vymezit úzké, ale vysoké ktenoidní políčko. Vlastní ktenii nejsou dobře zachovány (jen ve formě vtisku), ale zdají se být drobné, uspořádány v pravidelných sloupcích.

Poznámky: Přestože nelze v současné době jednoznačně taxonomicky určit původce dané šupiny, její výrazný čtverečný tvar a ktenoidní typ je použit jako indicie pro předběžné zařazení do skupiny Perciformes. Jakékoliv detailnější taxonomické ambice by nutně vedly ke zvýšení míry chybovosti.

Řád **Gadiformes GOODRICH, 1909**

Čeleď **Merlucciidae GILL, 1884**

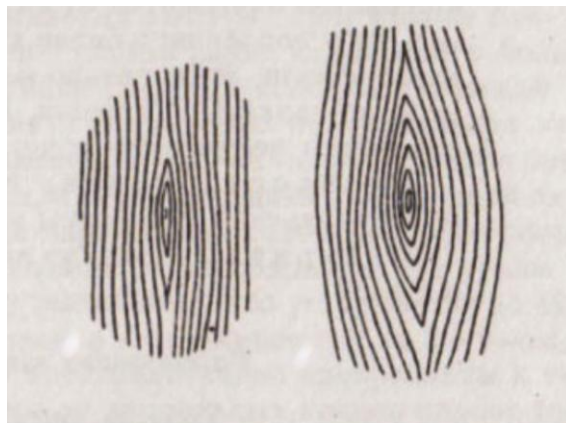
Rod ***Palaeogadus* von RATH, 1859**

Druh ***Palaeogadus* sp.**

Obrázek 10

Výskyt ve vzorcích: VIII

Popis materiálu: Jediná okrouhlá cykloidní šupina s výraznými cirkuli, které se v kaudální části stýkají pod úhlem asi 30 – 45°. Velikost šupiny je v řádu prvních milimetrů a její šířka je rovna asi jedné polovině její délky.



Obr. 10: Morfotyp šupiny druhu *Palaeogadus simionescui* (DANILCHENKO, 1950). Převzato z Fedotova (1967).

Poznámky: Typická gadidní šupina z koprolitu VIII je srovnatelná s gadidními šupinami nalézajícími se na mnoha moravských lokalitách. Příslušný morfotyp byl vyobrazen v mnoha publikacích, zejména autorů studujících fosilní gadidy v oblasti Kavkazu (např. Fedotov 1967: obrázek 11). Obecně lze říci, že gadidi jsou charakterizováni (podle Nelsona 2006): břišní ploutve u řádu Gadiformes vůbec nemusí být vyvinuty; pokud jsou břišní ploutve vyvinuty, jejich pozice je před nebo pod prsními ploutvemi a mají maximálně 11 paprsků; v ploutvích nejsou vyvinuty žádné pravé trny; většina druhů má dlouhé hřbetní a řitní ploutve; šupiny jsou většinou cykloidní, vzácně ktenoidní; premaxilla tvoří kousací část horní čelisti; ectopterygoid je bez zubů; orbitosfenoid a bazisfenoid chybí; počet branchiostegálních paprsků se pohybuje mezi 6 a 8. Čeleď Merlucciidae (kam patří také rod *Palaeogadus*) je typická dlouhým štíhlým tělem, mírně laterálně zploštělým; relativně velká hlava je ztlačená; na svrchní straně lebky je hřeben ve tvaru V; trnový výběžek prvního obratle je pevně připojen k supraoccipitale lebky (Cohen et al. 1990); na ventrální straně tělních obratlů jsou parapofýzy, na které se připojují žebra (Gregorová 2013); ústa jsou velká, přičemž spodní čelist lehce vybíhá dopředu před horní čelist; konec horní čelisti dosahuje až pod střed orbity; oči jsou velké, jejich průměr dosahuje velikosti srovnatelné s jednou pětinou až jednou polovinou délky lebky; čelisti nesou silné špičaté zuby, které v horní čelisti mohou být v jedné nebo ve dvou řadách; zuby mohou být i na vomerech, avšak nejsou na palatinech; 7 branchiostegálních paprsků (Cohen et al. 1990, Nelson 2006); dvě hřbetní ploutve, první je vyšší a trojúhelníková s 8 až 13 paprsky (první paprsek je tvrdý), druhá s 34 až 46 paprsky je delší a je od ní oddělena zářezem (Nelson

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

2006); prsní ploutve jsou dlouhé a jsou posazeny vysoko na stranách těla; břišní ploutve obsahují 7 až 10 paprsků (Cohen et al. 1990) a jsou mírně protažené (Teletchea et al. 2006); ocasní ploutev je zkrácená; tělo je kryto malými cykloidními šupinami (Cohen et al. 1990). Recentní zástupci čeledi Merluccidae jsou bentopelagičtí, žijí poblíž šelfu a ve vyšších částech kontinentálního svahu. Obývají příbřežní vody nebo i hloubky kolem 1000 metrů. Většina druhů v noci vertikálně migruje za potravou (Iwamoto a Cohen 2002). Vlastní rod *Palaeogadus* je charakterizován následujícími znaky: přední část lebky (až k zadní hraně orbity) je delší než zadní část lebky; prekaudální část těla tvoří jen asi 45% celkové délky ryby; dvě hřbetní ploutve, první je krátká trojúhelníková a je oddělena zářezem od druhé, která sahá až k ocasní ploutvi (Jerzmańska 1968). Tento rod je na moravských lokalitách reprezentován druhem *Palaeogadus simionescui* a patří spíše k vzácnějším (Gregorová a Požár 2003).

Infratřída **Teleostei sensu PATTERSON AND ROSEN, 1977**

Gen. et sp. indet.

Výskyt ve vzorcích: I – XI

Popis materiálu: Do této skupiny jsou řazeny všechny neidentifikovatelné kosterní elementy všech studovaných koprolitů. U některých koprolitů se dá uvažovat o druhové či rodové příslušnosti některých kostí či zubů, ale nelze to s jistotou potvrdit.

6. Diskuze

Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, byl studován materiál 11 koprolitů (dva z nich byly macerovány a reziduum bylo studováno ve formě izolovaných elementů). Veškeré taxonomicky identifikovatelné typy odpovídají typům ryb známých buď přímo z lokality Loučka (Přikryl ústní sdělení) nebo popsáných z ostatních lokalit Moravy. Následující krátké shrnutí determinovatelných elementů a charakteristických rysů jednotlivých koprolitů (viz též Tabulka 1) umožňuje jejich následnou paleoekologickou (v trofickém slova smyslu) interpretaci.

Koprolit I: Vzorek byl zpracován chemickou macerací (nebyl fotograficky dokumentován), přičemž svou vnější stavbou a tvarem připomínal koprolit V (Tabule 3B). Reziduum obsahovalo četný izolovaný kosterní materiál (pravděpodobně nejbohatší ze všech studovaných koprolitů). Byly dokumentovány branchiospiny (většinou bez distálně protažených elementů, nebo jen ve zlomcích) a zuby druhu *Keasius parvus*, jeden zub žraloka druhu *Squalus* cf. *alsaticus*, velké množství dvou typů zubů (drobných zoubků a větších zubů se zpětnými háčky) druhu *Anenchelum glarisianum* a velké množství neidentifikovatelných kosterních elementů klasifikovaných jako Teleostei indet.

Koprolit II (Tabule 3A): Velký koprolit (zhruba 10 cm v průměru) béžové až světle nebo tmavě šedé barvy s hrubší frakcí a okolním béžovým až šedým sedimentem s dominancí jílovité složky. Vzorek byl zpracován chemickou macerací podle uvedené metodiky výše. Reziduum obsahovalo branchiospiny a zuby druhu *Keasius parvus*, zub druhu *Squalus* cf. *alsaticus*, dva obratle a značné množství neidentifikovatelných kosterních elementů determinovaných jako Teleostei indet.

Koprolit III (Tabule 1): Relativně velký (o průměru asi 4 cm), kulovitý až oválný koprolit s vnitřní hrubozrnnou písčitou částí a vnějším bituminózním halo, které neobsahuje hrubozrnnou složku. V koprolitu byly nalezeny zuby a relativně velký a silně porušený obratel (jedná se pravděpodobně o skupinu Trichiuridae), skapula rodu ?*Anenchelum*, malé zoubky a jejich úlomky, případně neidentifikované části kostí Teleostei indet.

Koprolit IV (Tabule 2): Jedná se o velký a protažený koprolit se zřetelně definovanou vnější jemnozrnnější částí (béžové barvy) a vnitřní hrubozrnnější částí. Je mírně rozplaven.

V koprolitu se nachází velký zub žraloka druhu *Alopias exigua*. V koprolitu byly dokumentovány také drobné zoubky (jeden s odhalenou pulpální dutinou) a zbytky kostí klasifikovány jako Teleostei indet., branchiospiny (i se zachovalou bází, popřípadě jen jejím otiskem), čelistní zub žraloka druhu *Keasius parvus*, a jeden zbytek šupiny rodu *Palimphyes*.

Koprolit V (Tabule 3B): Malý kulovitý koprolit (2 cm v průměru) s podobnou formou zachování jako koprolit I. Je tvořen malým množstvím písčitého materiálu, stmelen je vápnitým tmelem. Ve vzorku lze pozorovat izolované kosterní elementy společně s fragmenty zubů bez zpětných háčků (Teleostei indet.) i zuby se zpětnými háčky (*Anenchelum glarisianum*), branchiospiny druhu *Keasius parvus* a také schránku bezobratlého živočicha (pravděpodobně z třídy Ostracoda).

Koprolit VI (Tabule 3C): Koprolit je tvořen písčitou matrix a je částečně překryt sedimentem (mechanická preparace nebyla možná). Jeho barva přechází z béžové do hnědavé. V koprolitu jsou přítomny branchiospiny druhu *Keasius parvus* (i se zachovalou bází), šupina rodu *Palimphyes*, zuby druhu *Anenchelum glarisianum* (druhého a třetího typu). Lze pozorovat také 2 obratle (podle struktury a velikosti snad druhu *Anenchelum glarisianum*, Přikryl ústní sdělení) a neidentifikovatelné úlomky kostí (Teleostei indet.).

Koprolit VII (Tabule 3D1, D2): Koprolit šedé barvy, výrazně rozplavený (míra rozplavení je největší ze všech studovaných koprolitů). Místy se vyskytuje hrubozrnnější písčité frakce, která je na několika místech patrně překrytá jemnějším jílovitým sedimentem. Samotná nerozplavená hrubozrnná složka obsahuje jen malé množství kosterních zbytků, které jsou rozprostřeny do plochy. Od ostatních koprolitů se liší typem výrazně nižšího zastoupení kosterních elementů. Ve vzorku se nachází jedna ktenoidní šupina (řazená k ?Perciformes), málo početné drobné zoubky a malé množství kosterních fragmentů a drobných obratlů klasifikovaných jako Teleostei indet.

Koprolit VIII (Tabule 4A): Vnitřní hrubozrnná část má šedou a žlutou barvu, vnější část je jemnozrnnější a má hnědavou až šedou barvu. Vzorek obsahuje četné izolované kosterní elementy, klasifikované jako šupina rodu *Palaeogadus*, nespecifikovatelné protažené kosterní elementy Teleostei indet., branchiospiny druhu *Keasius parvus*, obratel druhu *Anenchelum glarisianum* a čelist řazená do čeledi Gonostomatidae.

Koprolit IX (Tabule 4B1, B2): Nejmenší studovaný koprolit šedivé barvy, tvořen převážně hrubozrnnou písčitou frakcí. Ve vzorku jsou zastoupeny pouze zuby řazené ke druhu *Anenchelum glarisianum*, fragment jedné šupiny Teleostei indet. a špatně zachovalý otolit Teleostei indet.

Koprolit X (Tabule 4C1, C2): Barva koprolitu přechází ze světle hnědé do šedé až bělavé. Jeho jádro je tvořeno hrubozrnnějším materiálem, vnější část je světlejší a jemnější. Z koprolitu je dokumentována šupina druhu *Sardinella sardinites*, obratel Teleostei indet. a část čelisti, která je řazena do čeledi Gonostomatidae. Lze také identifikovat izolované zuby a úlomky kostí (Teleostei indet.) a také jeden branchiospin druhu *Keasius parvus*.

Koprolit XI (Tabule 4D): Koprolit je tvořen pouze jemnozrnným materiálem, je částečně rozplavený a má bílou až šedivou barvu. V koprolitu se nacházejí branchiospiny druhu *Keasius parvus* a zuby druhu *Anenchelum glarisianum*. Lze také identifikovat kosterní destičku nesoucí drobné zoubky a pravděpodobně část čelisti (oboje klasifikováno jako Teleostei indet). V koprolitu je rozpoznatelná také část šupiny druhu *Sardinella sardinites* a řada neidentifikovatelných izolovaných kosterních elementů (Teleostei indet.).

	<i>Keasius</i> branchiospiny	<i>Keasius</i> zuby	<i>Squalus</i> zuby	<i>Alopias</i> zuby	<i>Sardinella</i>	Gonostomataidae	<i>Anenchelum</i>	<i>Palimphyes</i>	<i>Palaeogadus</i>	?Perciformes indet.	Teleostei indet. kosterní elementy
Koproliť I	++	+	+	-	-	-	++	-	-	-	++
Koproliť II	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	++
Koproliť III	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	++
Koproliť IV	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	++
Koproliť V	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Koproliť VI	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+
Koproliť VII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Koproliť VIII	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	++
Koproliť IX	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Koproliť X	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
Koproliť XI	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+

Tab. 1 Znázornění zastoupení elementů všech rodů a skupin nalezených v koproliťech I až XI. — - element není zastoupen, + - element je zastoupen, ++ - element je zastoupen ve větší míře (empiricky vzato).

Jak již bylo zmíněno v úvodu, identifikace původce koprolitů je obtížná a v mnoha případech nemožná. Následuje pokus o rekonstrukci přiřazení studovaných koprolitů.

U několika koprolitů (**I, II, IV**) lze v obsahu jednoho koprolitu identifikovat dva typy žraločích zbytků. První taxonomický typ je reprezentován filtrátorem (druh *Keasius parvus* – jak zuby, tak branchiospiny), zatímco druhý je typický predátor (*Squalus cf. alsaticus* nebo *Alopias exigua* – a to vždy jako čelistní zuby). V těchto koprolitech byly identifikované také elementy přiřazované k druhu *Anenchelum glarisianum* (nalezeny pouze v koprolitu I) nebo neidentifikovatelné rybí kosterní elementy (identifikovány ve všech koprolitech). Veškeré tyto nestrávené potravní partikule naznačují, že koprolity **I, II** a **IV** byly vyprodukovány piscivorními typy predátorů.

Z recentu je známo, že žraloci mohou při přijímání potravy spolknout také vlastní zuby. Tato situace byla dokumentována přinejmenším pro rod *Isistius* (Strasburg 1963) a v populární literatuře a na internetu je taktéž uváděna pro druh *Carcharodon carcharias* (např. Berman 2009). Ve stejném světle jsou také interpretovány tyto tři vybrané koprolity (**I, II, IV**). Zuby žraločích predátorů (*Squalus cf. alsaticus*, *Alopias exigua*) jsou pak chápány jako identifikátor původce koprolitu. Zuby byly spolykány společně s ostatními potravními partikulami a dostaly se až do materiálu fekální pelety, která byla následně fosilizována. Dané koprolity tak navíc přímo dokládají predaci žraloků druhů *Squalus cf. alsaticus* a *Alopias exigua* na jiných žralocích, tentokrát filtrátorech druhu *Keasius parvus*. Co se týče otázky, zda predace probíhala na živých jedincích nebo mršinách, lze uvažovat toto: v koprolitu **II** lze nalézt také izolované obratlové centrum (provizorně klasifikováno jako *Keasius parvus* – viz výše), která bývají uložena pod mohutnou vrstvou svaloviny a nejsou predátorům obecně dobře přístupná. To naznačuje, společně s čelistními zuby druhu *Keasius parvus*, že predace probíhala spíše na materiálu mršin nebo výrazně oslabených jedincích (a tedy neschopných účinné obrany). Lze tedy konstatovat, že koprolity **I** a **II** byly velmi pravděpodobně vyprodukovány druhem *Squalus cf. alsaticus* (jak dokládá přítomnost zubů tohoto taxonu v obou koprolitech), zatímco koprolit **IV** byl vyprodukován druhem *Alopias exigua* (opět doloženo zuby v materiálu koprolitu).

Žádný ze studovaných koprolitů nelze přiřadit ke žralokům druhu *Keasius parvus*, z důvodu jejich potravní specializace jako filtrátorů. Takové koprolity by obsahovaly

množství drobného (pravděpodobně chitinózního) materiálu, který by naznačoval filtraci původního planktonu. Ani jeden ze studovaných koprolitů nelze takto klasifikovat. Je možné, že i další studované koprolity byly vyprodukovány piscivorními typy žraloků, ale jejich zuby nebyly v materiálu koprolitu nalezeny.

Z koprolitu **III** známe pouze kosti a zuby druhu *Anencheilum glarisianum* a hojné množství kosterních elementů charakterizovaných jako Teleostei indet. Koprolit byl tedy vyprodukován blíže neurčitelným piscivorním predátorem.

Jak už bylo zmiňováno výše, koprolit **V** je svojí vnější stavbou a tvarem podobný koprolitu **I**, avšak nelze říci, jestli jsou produktem stejného typu predátora, nebo je jejich podoba pouze náhodná. V obou koprolitech lze nalézt branchiospiny druhu *Keasius parvus* a kosterní zbytky Teleostei indet., avšak na vrstevní ploše koprolitu **V** nelze pozorovat jakékoliv elementy patřící žraločím nebo rybím predátorům. Zajímavým nálezem v tomto koprolitu je ale schránka bezobratlého, patřícího patrně do třídy Ostracoda. Původce tedy pravděpodobně nebyl úzce specializovaný piscivorní predátor. Z recentu je známá jedna skupina ostrakodů (Myodocopida), která bývá nacházena v žaludcích hlubokovodních žraloků rodu *Mitsukurina* (Martin 2013), jehož pozůstatky bývají vzácně nacházeny ve fosilním materiálu menilitového souvrství (Bieńkowska-Wasiluk a Radwański 2009, Gregorová 2013), avšak na lokalitě Loučka nebyl nalezen. Tento žralok se mimo jiné živí rybami, hlavonožci a korýši. Hypoteticky by tak mohl být původcem koprolitu **V** žralok rodu *Mitsukurina*. Přítomnost branchiospinů by se dala vysvětlit požíváním mršiny druhu *Keasius parvus* původcem koprolitu. Jasný závěr ale v tomto případě nelze vyslovit.

V koprolitu **VI** jsou přítomny branchiospiny, zuby a obratle rodu *Anencheilum*, jedna šupina rodu *Palimphyes* a neidentifikovatelné kosterní elementy Teleostei indet. Recentní příbuzní rodů *Anencheilum* a *Palimphyes* obývají bentopelagiál (Nakamura a Parin 1993, Gregorová 2010). Predátorem, jenž vyprodukoval tento koprolit a zcela určitě požíral žraloka druhu *Keasius parvus*, byl nějaký typ piscivorního predátora, kterého z materiálu koprolitu nelze zcela určit.

Koprolit **VII** je těžce interpretovatelný. Svým zachováním se nepochybně neliší od žádného dalšího studovaného koprolitu. Je velmi rozplavený s kosterními elementy rozestými po

celé ploše. Zde vyvstává také otázka, které elementy byly součástí koprolitu před jeho rozplavením a které pochází z jiných zdrojů (a došlo pouze k jejich sedimentaci poblíž koprolitu). Za předpokladu, že všechny sledované elementy byly součástí koprolitu před jeho rozplavením, stejně nelze identifikovat jeho původce. Dle typu materiálu lze usuzovat, že se jedná o piscivorního predátora, ale jakékoli bližší zařazení je takřka nemožné.

Z koprolitů **VIII** a **X** jsou dokumentovány pozůstatky ryb z čeledi Gonostomatidae (jedná se pravděpodobně o druh *Scopeloides glarisianum*, Příkryl ústní sdělení), což jsou ryby se světelnými orgány obývající větší hloubky. V obou koprolitech jsou obsaženy v menší míře i branchiospiny. V koprolitu **VIII** jsou navíc zbytky rodu *Anenchelum*, šupiny rodu *Palaeogadus* a větší množství kosterních elementů (Teleostei indet.). Rody *Anenchelum* a *Palaeogadus* jsou bentopelagické. Producentem koprolitu **VIII**, byl tedy typ predátora, jenž také žije bentopelagickým způsobem života a je schopen i lovu ve větších hloubkách, což by vysvětlovalo přítomnost zbytků čeledi Gonostomatidae ve fekálních peletách. V koprolitu **X** je jediná šupina druhu *Sardinella sardinites*. Dnešní sardinky žijí při hladině oceánu (Nelson 2006). Přítomnost ryb žijících při hladině a ryb obývajících hlubiny opět poukazuje na typ predátora, který vertikálně migruje za potravou nebo obývá širší rozpětí hloubek. Takové chování je dnes pozorováno u široké plejády taxonů dravých ryb, ale také obou výše identifikovaných rodů žraloků, tedy *Squalus* a *Alopias* (Megalofonou a Chatzisprou 2006, Preti et al. 2008).

V koprolitu **IX** lze identifikovat pouze zuby druhu *Anenchelum glarisianum*. Dalšími elementy v koprolitu jsou fragment šupiny (Teleostei indet.) a špatně zachovalý otolit. Koprolit patří piscivornímu predátorovi, ale nelze s určitostí říci, jestli se jedná o žraloka nebo o rybu.

Složení koprolitu **XI** napovídá, že by se mohlo jednat o piscivorního žraloka rodu *Squalus* nebo *Alopias*. Dle nalezených branchiospinů v koprolitu lze s určitostí říci, že původce koprolitu okusoval žraloka *Keasius parvus* (pravděpodobně jeho mršinu – viz výše). Dokumentovaná je také část sledovité šupiny (Clupeidae), která může poukazovat na nepříliš hluboké vody. V recentu žijí sledi a sardinky v blízkosti vodní hladiny a tvoří

podstatnou část jídelníčku žraloků rodu *Alopias*. Nelze tedy vyloučit, že tento koprolit patří právě jemu, jasný závěr ale nelze vyslovit.

Lze tedy říci, že funkci vrcholového predátora plnily druhy *Squalus cf. alsaticus* a *Alopias exigua* (jiný, případně větší predátor na této lokalitě není ve fosilním záznamu zachycen). Trofické interakce mezi všemi členy společenstva lokality tedy nelze odvodit jen z materiálu koprolitů. Trofické interakce mezi vymřelými živočichy jsou obecně zkoumány nepřímo. Ke studiu se používají například otisky zubů způsobených predátory či mrchožrouty, zkoumá se morfologie zubů a koprolity. Obsahy střev nebo zachování měkkých tkání je velice vzácné (Richter a Baszio 2001, Přikryl et al. 2012a, b) a jen zřídka napojitelné na výslednou fekální peletu.

Dokladů o útocích či hodování žraloků na dalších organismech je relativně velké množství. Mezi nejčastější doklady útoků žraloků patří otisky zubů na schránkách bezobratlých živočichů nebo na kostech obratlovců. Mezi vzácnější nálezy patří nálezy žraločích zubů v těsné blízkosti skeletů případné kořisti nebo také zuby zasazené přímo v kostech obětí. Nacházené kosti s důlky nebo rýhami po ohlodávání je relativně těžké interpretovat, protože se nedá s jistotou říci, jestli k těmto strukturám došlo během života oběti (důkazy o predaci) nebo až po jeho smrti (důkazy o konzumaci mršiny).

Nejstarší takto dokumentované případy pochází z Mississippi z Arkansasu, kde byly studovány otvory na schránkách goniatitů, přičemž u některých byly nalezeny i známky po hojení, způsobených s největší pravděpodobností žraloky (Bond a Saunders 1989). Mapes et al. (1995) také dokumentovali otvory na schránkách goniatitů a předpokládali, že původci jsou žraloci patřící do řádu Symmoriida (Mapes et al. 1995). Křídových nálezů je podstatně více. Nejčastěji dokumentované nálezy útoků žraloků jsou řazeny podle studia dentice k rodům *Squalicorax* a *Cretoxyrhina*. Z Nizozemí je znám mosasaurus, jehož kosti nesou známky po ohlodání, pravděpodobně postmortem (Dortangs et al. 2002). Důkazů o útoků rodu *Squalicorax* je velké množství. Potvrzeny jsou útoky nebo ohlodávání mršin jiných žraloků, kostnatých ryb (rod *Ichthyodectes*), želv, mosasaurů, plesiosaurů a dinosaura (Schwimmer et al. 1997, Everhart 2005a, Everhart 2005b). Dokázány byly i útoky rodu *Cretoxyrhina* na mosasaury, protostegidní želvy, ryby z čeledi Ichthyodectidae (kam patří například rod *Xiphactinus*) a plesiosaury (Everhart

2005a, Shimada 1997, Shimada et al. 2002). Martin a Rothschild (1989) dokumentovali pozůstatky mosasaura, který byl napaden rodem *Cretoxyrhina* (Martin a Rothschild 1989). Zub tohoto žraloka je zasazen v kosti mosasaura, který útok přežil (viditelné známky po hojení a pravděpodobná následná infekce). Vzácné jsou dinosauří kosti, které nesou známky po ohlodávání. Takové případy dokumentovali například Everhart a Hamm (2005) nebo Fejfar et al. (2005). Z Washingtonu z miocénu pochází kosti ploutvonožce rodu *Allodesmus*, na kterých jsou otisky zubů a kolem kterých je velké množství zubů squaloidního žraloka (Bigelow 1994). Dalšími miocénními nálezy jsou zuby žraloků přidružené ke kostře kosticovce (Nomura et al. 1991) nebo mořského savce z řádu Desmostylia (Repenning a Packard 1990) a zub nalezený v obratlovém centru delfína (pravděpodobná konzumace mršiny; Dawson a Gottfried 2002). Kostry kosticovců z oblasti od Marylandu až po Floridu miocénního až pliocénního stáří svědčí o predaci nebo konzumaci mršin druhem *Carcharocles megalodon* (Morgan 1994). Cigala-Fulgosi (1990) dokumentoval kanálkovité jizvy na kostech delfína skákavého způsobené pravděpodobně žralokem bílým. Dalšími dokumentovanými případy jsou otisky zubů na kostech tučňáků z pliocénu Nového Zélandu (McKee 1987), zuby zasazené v kostech kytovců a otisky zubů na kostech kytovců nebo sirén z pliocénu Venezuely (Aguilera et al. 2008) a pozůstatky velryby šedé ohlodané žraloky z pozdního pleistocénu (Barnes a McLeod 1984). Z uvedeného vyplývá, že doklady o predaci žraloků na různých skupinách (zejména ale větších mořských plazech a savcích) jsou známy z různých stratigrafických úrovní a geografických oblastí. Předložený výčet jistě není kompletní, ale ukazuje doposud dokumentovanou trofickou vazbu žraloku v geologické minulosti spíše na větší organismy, zatímco predace na rybách je zmiňována jen okrajově, pokud vůbec.

7. Závěry

Na základě 11 studovaných koprolitů z lokality Loučka lze říci, že doložená část ekosystému je poměrně monotónní. S velkou pravděpodobností je zachycena pouze jeho malá část, některé zde nalezené druhy mohly migrovat.

Funkce vrcholových predátorů byla doložena třemi koprolity (I, II a IV) náležející pravděpodobně k původcům *Alopias exigua* a *Squalus* cf. *alsaticus* (výskyt většího predátora ve formě body fosílií není na lokalitě doposud zachycen – nepublikovaná data školitele).

Predace probíhala na společenstvu menších a středně velkých typů ryb a také na velkých typech žraloků (druh *Keasius parvus*). U těchto velkých typů pasivní obrana (= velikost) nebyla funkční, nebo predace probíhala na jejich mršinách. Takovýto predáčnický vztah je doložen koprolity I a II, které s největší pravděpodobností vyprodukoval druh *Squalus* cf. *alsaticus* (toto tvrzení lze podložit nálezem zubů tohoto žraloka v materiálu koprolitu), a koprolit IV, který byl pravděpodobně vyprodukován druhem *Alopias exigua* (opět doloženo nálezem zubu v koprolitu).

U ostatních koprolitů je interpretace složitější. U vzorků V, VIII, X a XI lze na základě několika vodítek odhadovat pravděpodobného producenta koprolitu, ale nelze to potvrdit například přítomností zubů vrcholového predátora v koprolitu.

Koprolity III, VI, VII, VIII, IX, X, XI jsou produktem nějakého piscivorního predátora.

Metoda macerace koprolitů za účelem získání kosterních zbytků obratlovců je použita vůbec poprvé na materiál menilitového souvrství.

8. Seznam příloh

Tabule 1: Koproliť III a vyobrazení elementů v koproliťu

Tabule 2: Koproliť IV a vyobrazení elementů v koproliťu

Tabule 3: Koproliťy II, V, VI, VII a jejich detaily

Tabule 4: Koproliťy VIII až XI a jejich detaily

Tabule 5: Branchiospiny druhu *Keasius parvus*

Tabule 6: Zuby druhů *Keasius parvus* a *Squalus cf. alsaticus*

Tabule 7: Zuby druhu *Anenchelum glarisianum*

Tabule 8: Zuby druhu *Anenchelum glarisianum*

Tabule 9: Zuby a zuby přichycené ke kosti druhu *Anenchelum glarisianum*

Tabule 10: Identifikovatelné kosterní elementy Teleostei indet.

9. Použitá literatura:

Abel, O. (1935): Vorzeitliche Lebenspuren. - Gustav Fischer, Jena, 644 pp.

Agassiz, L. (1833–1844): Recherches sur les poissons fossiles. – Petitpierre, Neuchâtel, 1420 pp.

Aguilera, O. A., Garcia, L., Cozzuol, M. A. (2008): Gianttoothed white sharks and cetacean trophic interaction from the Pliocene Caribbean Paraguana Formation. – Paläontologisches Zeitschrift, 82(2): 204–208.

Aldridge, R. J., Gabbott, S. E., Siveter, L. J., Theron, J. N. (2006): Bromalites from the Soom Shale Lagerstätte (Upper Ordovician) of South Africa: Palaeoecological and Palaeobiological implications. – Palaeontology, 49(4): 857–871.

Andreae, A. (1892): Weitere Beiträge zur Kenntniss des Oligozäns im Elsaß. – Mitteilungen der Geologischen Landesanstalt von Elsass - Lothringen, 3: 105–122.

Arambourg, C. (1967): Résultats scientifiques de la mission C. Arambourg en Syrie et en Iran (1938 - 1939). II – Les Poissons oligocène de l'Iran. – Notes et Mémoires sur le Moyen - Orient, 8: 11–210.

Augusta, J. (1936): Ein Stegocephalen - Koprolith aus dem mährischen Perm. – Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Abtheilung B, 8: 334–337.

Bannikov, A. F. (2008): A new genus and species of putative euzaphlegid fish from the Eocene of Bolca in Northern Italy (Perciformes, Trichiuroidea). – Miscellanea Paleontologica, Studi e Ricerche sui Giacimenti Terziari di Bolca (Museo Civico di Storia Naturale di Verona), 12(9): 99–107.

Bannikov, A. F., Parin, N. N. (1995): Description of a new species of scabbardfish (Aphanopinae: Trichiuridae) from the Middle Eocene of the Northern Caucasus with restoration of the validity of the fossil genus *Anenchelum*. – Journal of Ichthyology 35(9): 183–192.

Barnes, L. G., McLeod, S. A. (1984): The fossil record and phyletic relationships of gray whales. – The Gray Whale *Eschrichtius robustus*: 3–32.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Bayer, B. (1934): Koprolity z kounovských vrstev na Plzeňsku. - Příroda, 27: 21–22.

Benz, S. (1980): The stratigraphy and paleoenvironment of the Triassic Moenkopi Formation at Radar Mesa, Arizona [M. S. thesis]. – Flagstaff, Northern Arizona University, 43 pp.

Berg, L. S. (1958): System der rezenten und fossilen Fischartigen und Fische. – Hochschulbücher für Biologie, Berlin, 310 pp.

Berman, R. (2009): Sharks. – Lerner Publications, 48 pp.

Bieńkowska - Wasiluk, M., Radwański, A. (2009): A new occurrence of sharks in the Menilite Formation (Lower Oligocene) from the Outer (Flysch) Carpathians of Poland. – Acta Geologica Polonica, 59(2): 235-243.

Bigelow, P. K. (1994): Occurrence of a squaloid shark (Chondrichthyes: Squaliformes) with the pinniped *Allodesmus* from the Upper Miocene of Washington. – Journal of Paleontology, 68(3): 680-684.

Blainville, H. M. de (1816): Prodrome d'une nouvelle distribution systematique du regne animal. – Bulletin des Sciences, par la Société Philomatique, Paris, 105–124.

Blainville, H. M. de (1818): Sur les ichthyolites ou les poissons fossiles. – In: Nouveau Dictionnaire d'Histoire Naturelle, applique aux Arts, a l' Agriculture, a l' Economie Rurale et Domestique, a la Medicine 27, Paris, Deterville, 310–395.

Bleeker, P. E. (1859): Enumeratio Specierum Piscium hucusque in Archipelago Indico observatarum, adjectis habitationibus citationibusque, ubi descriptions earum recentiores reperiuntur, nec non speciebus Musei Bleekeriani Bengalensibus, Naponicis, Capensibus, Tasmanisque. – Acta Societatis Regiae Scientiarum Indo-Neerlandicae, 6: 1–276.

Bonaparte, C. L. (1831): Saggio d'una distribuzione metodica degli animali vertebrati. Prospetto del sistema d'Ittiologia generale. – Giornale Arcadico di Scienze, 52: 167–190.

Bonaparte, C. L. (1834): Iconografia della fauna italica per le quattro classi degli animali vertebrati. - Tomo III, Pesci, Roma, 556 pp.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Bonaparte, C. L. (1838): Selachorum tabula analytica, Systema Ichthyologicum. – Memoires de la Societe Neuchateloise des Sciences Naturelles, 2: 1–16.

Bond, P. N., Saunders, W. B. (1989): Sublethal injury and shell repair in Upper Mississippian ammonoids. – Paleobiology, 15(4): 414–428.

Bryant, V. M., Dean, G. W. (2006): Archaeological coprolite science: The legacy of Eric O. Callen (1912 - 1970). – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 237(1): 51–66.

Bryant, V. M., Reinhard, K. J. (2012): Coprolites and archaeology: The missing links in understanding human health. – in A. Hunt (Ed.): Vertebrate Coprolites, New Mexico Museum of Natural History and Science, Albuquerque, Bulletin, 57: 379.

Brzobohatý, R. (1967): Die Fischotolithen aus den Pouzdrany Schichten. – Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturale, 52: 121–168.

Brzobohatý, R. (1981): Izolované rybí zbytky z menilitových vrstev Žďánické jednotky na Moravě [Isolated fish remains of the Menilitic Formation in the Žďánice unit at the Moravia]. – Zemní plyn a nafta, 26(1): 79–87.

Brzobohatý, R. (1982): Die bisher älteste Tertiäre Otolithenfauna (Teleostei) der Westkarpaten. – Acta universitatis Carolinae – Geologica, 4: 341–355.

Brzobohatý, R. (1983): Fish otoliths from the West Carpathian Tertiary and their biostratigraphical significance. – Knihovnička zemního plynu a nafty, Miscellanea micropaleontologica, 4: 247–266.

Brzobohatý, R., Kalabis, V. (1970): Die Fischzähne aus den Pouzdrany-Schichten. – Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturale, 55: 41–50.

Brzobohatý, R., Kalabis, V. (1978): Biostratigrafické korelace v paleogénu a neogénu na základě ichyofauny. – Zemní Plyn a Nafta, 22(4a): 533–542.

Brzobohatý, R., Schultz, O. (1971): Die Fischfauna der Eggenburger Schichtengruppe und ihr Stratotypus. - In: Steininger, F., Senew, J.: M 1 Eggenburgien. Die Eggenburger

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koproliťů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Schichtengruppe und ihr Stratotypus. – Chronostratigraphie und Neostatotypen, 2: 827 pp.

Bubík, M., Gregorová, R., Švábenická, L. (2006): Mikropaleontologie a rybí fauna podrohovcových vrstev u Litenčic. – Geologické výzkumy Moravy a Slezska v roce 2005, 30–31.

Buckland, W. (1822): Account of an assemblage of fossil teeth and bones of elephant, rhinoceros, hippopotamus, bear, tiger and hyaena, and sixteen other animals; discovered in a cave at Kirkdale, Yorkshire, in the year 1821; with comparative view on five similar caverns in various parts of England, and others on the continent. – Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 112: 171–236.

Buckland, W. (1824): Reliquiae diluvianae; or, observations on the organic remains contained in caves, fissures, and diluvial gravel, and on other geological phenomena, attesting the action of an universal deluge. – London, John Murray, 303 pp.

Buckland, W. (1829): On the Discovery of Coprolites, or Fossil Faeces in the Lias at Lyme Regis, and in other Formations. – Transactions of the Geological Society of London, 1: 223–236.

Buckland, W. (1836): Geology and mineralogy considered with reference to natural theology. – London, Pickering, 2 volumes, 599 pp. and 128 pp.

Cappetta, H. (1987): Handbook of Paleichthyology. – Volume 3B: Chondrichthyes II Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, 193 pp.

Carnevale, G., Bannikov, A. F., Landini, W., Sorbini, C. (2006): Volhynian (Early Sarmatian Sensu Lato) Fishes from Tsurevsky, North Caucasus, Russia. – Journal of Paleontology, 80(4): 684–699.

Castro, A. C. J., Fernandes, A. C. S., Carvalho, I. S. (1988): Coprólitos de aves da Bacia de Taubaté, SP. – Congresso Brasileiro De Geologia, Belém, Anais, 35(6): 2358–2370.

Cigala-Fulgosi, F. (1990): Predation (or possible scavenging) by a great white shark on an extinct species of bottlenosed dolphin in the Italian Pliocene. – Tertiary Research, 12(1): 17–36.

Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T., Scialabba, N. (1990): Gadiform Fishes of the World (Order Gadiformes). FAO Species Catalogue. An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. – FAO Fisheries Synopsis, 125 (10): 442 pp.

Contreras, V. H. (1995): Datos preliminares de estructuras biodepositivas (coprólites) de La Formación Ischigualasto (Triásico superior, Temprano), en su Localidad tipo (Ischigualasto, San Juan, Argentina). – 2 Reunión Argentina de Icnología, San Juan, 7–8.

Conway Morris, S., Robison, R. A. (1988): More soft bodied animals and algae from the Middle Cambrian of Utah and British Columbia. – University of Kansas, Paleontological Contributions, 122: 1–48.

Danilchenko, P. G. (1950): Rod Palaeogadus a jevo razvitije. – Trudy Paleontologičeskogo Instituta Akademii Nauk SSSR, 25: 1–25.

Danilchenko, P. G. (1960): Bony fishes of the Maikop deposits of the Caucasus [in Russian]. – Trudy Paleontologičeskogo Instituta Akademii Nauk SSSR, 78: 3–207.

Dawson, S. D., Gottfried, M. D. (2002): Paleopathology in a Miocene kentriodontid dolphin (Cetacea: Odontoceti). – Smithsonian Contributions to Paleobiology, 93: 263–270.

Dortangs, R. W., Schulp, A. S., Mulder, E. W. A., Jagt, J. W. M., Peeters, H. H. G., de Graaf, D. T. (2002): A large new mosasaur from the Upper Cretaceous of the Netherlands. – Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw, 81(1): 1–8.

Duffin, C. J. (2010): Coprolites. – in: Lord, A. R., Davis, P. G. (Eds.): Fossils from the Lower Lias of the Dorset Coast. – Palaeontological Association, Field Guides to Fossils, 13: 395–400.

Eichler, B., Werneburg, R. (2010): Neufunde von Branchiosauriern aus dem Rotliegend von Frietal bei Dresden im UV – Licht. – Geologica Saxonica, 56(2): 137–157.

El-Baz, F. (1968): Coprolites vs. fecal pellets. – American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, 52(3): 526.

Everhart, M. J. (2005a): Bite marks on an elasmosaur (Sauropterygia; Plesiosauria) paddle from the Niobrara Chalk (Upper Cretaceous) as probable evidence of feeding by the lamniform shark, *Cretoxyrhina mantelli*. – PalArch Vertebrate Palaeontology Series, 2(2): 14–24.

Everhart, M. J. (2005b): Earliest record of the genus *Tylosaurus* (Squamata; Mosasauridae) from the Fort Hays Limestone (Lower Coniacian) of western Kansas. – Transactions of the Kansas Academy of Science, 108(3): 149–155.

Everhart, M. J., Hamm, S. (2005): A new nodosaur specimen (Dinosauria: Nodosauridae) from the Smoky Hill Chalk (Upper Cretaceous) of western Kansas. – Transactions of the Kansas Academy of Science, 108(1/2): 15–21.

Fedotov, V. F. (1976): Treskovye paleogen - neogenovyh otlozenij SSSR. – Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR, 157: 1–83.

Fejfar, O., Košťák, M., Kvaček, J., Mazuch, M., Moučka, M. (2005): First Cenomanian dinosaur from Central Europe (Czech Republic). – Acta Palaeontologica Polonica, 50(2): 257–262.

Fischer, C. E. (1856): Die Fischreste aus den Plänerschichten von Plauen, Strehlen, Weinböhla und Gross - Sedlitz. – Allgemeine deutsche naturhistorische Zeitung, 2: 134–145.

Froese, R., Pauly, D. (Eds.; 2011): FishBase. – World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org, version (06/2011).

Gago, F. J. (1998): Osteology and phylogeny of cutlassfishes (Scombroidei: Trichiuridae). – Contributions in Science, Natural History Museum of Los Angeles County, 476: 1–79.

Gill, T. N. (1862): Analytical Synopsis of the Order of Squali; and Revision of the Nomenclature of the Genera. – Annals of the Lyceum of Natural History of New York, 7(1): 367–408.

Gill, T. N. (1884): On the anacanthine fishes. – Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 36: 167–183.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Gill, T. N. (1893): Families and Subfamilies of Fishes. – Memoirs of the National Academy of Sciences Washington, 6: 127–138.

Gilmore, B. (1992): Scroll coprolites from the Silurian of Ireland and the feeding of early vertebrates. – Palaeontology, 35: 319–333.

Golonka, J., Pícha, F. J. (2006): The Carpathians and Their Foreland: Geology and Hydrocarbon Resources. – AAPG Memoir 84, 600 pp.

Goodrich, E. S. (1909): Vertebrata Craniata. – In: Lankester, E. R., (ed.): A treatise on zoology. Part 9 – Adam & Charles Black, London, 546 pp.

Gregorová, R. (1989): Families Gonostomatidae and Phosichthyidae (Stomiiformes, Teleostei) from the Tertiary of the Ždánice - Subsilesian Unit (Moravia). – Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturale, 74(1–2): 87–96.

Gregorová, R. (1993): Sur la Présence d'*Argyropelecus cosmovicii* Cosmovici et Pauca, 1943 (Poisson téléostéen, Sternoptychidae) dans l'Oligocène des couches à ménilite en Moravie. – Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturale, 78: 39–46.

Gregorová, R. (1997): Ostéologie de l'espèce oligocène *Scopeloides glarisianus* (Teleostei, famille de Gonostomatidae). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 82: 123 - 136.

Gregorová, R. (2000): Analyse morphologique et ostéologique de *Vinciguerria obscura* Danilchenko, 1946 (Teleostei, famille de Phosichthyidae) d'Oligocène des Carpathes (Républic Tchèque). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 85: 151–161.

Gregorová, R. (2003): The Oligocene shark fauna at the Litence and Bystrice/Olsi localities of the Carpathian flysh in Moravia (Czech Republic). – 1st Annual Meeting of the EAVP, Basel, Switzerland, 15–19.

Gregorová, R. (2004): A new Oligocene genus of lanternfish (family Myctophidae) from the Carpathian Mountains. – Revue de Paléobiologie, 9: 81–97.

Gregorová, R. (2010): Osteological and morphological analysis of the scabbardfish *Anenchelum glarisianum* BLAINVILLE, 1818 (Trichiuridae) from the Menilitic Formation of

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

the Moravian part of West Carpathians (Oligocene, Rupelian). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 95(1): 141–149.

Gregorová, R. (2011): Fossil fish fauna (Teleostei, Selachii) from the Dynów marlstone (Rupelian, NP 23) of the Menilitic Formation at the locality of Litenčice (Czech Republic). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 96(2): 3–33.

Gregorová, R. (2013): Tajemné moře v Karpatech. – Moravské zemské muzeum, Brno, 159 pp.

Gregorová, R., Požár, M. (2003): Rybí fauna menilitového souvrství (střední oligocén) na nové lokalitě Rysova hora (Rožnov pod Radhoštěm) [Fish fauna of the Menilitic Formation (Middle Oligocene) from the new locality Rysova hora (Rožnov pod Radhoštěm)]. – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 88: 191–206.

Hanzlíková, E. (1981): Biostratigrafie a ekologie menilitových vrstev na Moravě [Biostratigraphy and the ecology of the Menilitic Formation from Moravia]. – *Zemní plyn a nafta*, 26(1): 29–43.

Harold, A. S. (2003): Gonostomatidae. Bristlemouths. – In: Carpenter, K. E. (Ed.): The living marine resources of the Western Central Atlantic, Vol. 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). – *FAO species identification guide for fishery purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*, 881–884.

Harold, A. S., Weitzman, S. H. (1996): Interrelationships of stomiiform Fishes. – In: Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R., Johnson, G. D. (Eds.): *Interrelationships of fishes*. – Academic Press San Diego, 333–335.

Hauff, B. (1921): Untersuchung der Fossilfundstätten in Posidonienschiefer des oberen Lias Württemberg. – *Palaeontographica*, 64: 1–42.

Heckel, J. J. (1850): Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische Oesterreichs. - *Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch – Naturwissenschaftliche Classe*, 1: 201–242.

Hovestadt, D. C., Hovestadt-Euler, M. (2012): A partial skeleton of *Cetorhinus parvus* Leriche, 1910 (Chondrichthyes, Cetorhinidae) from the Oligocene of Germany. – Paläontologische Zeitschrift, 86(1): 71–83.

Hunt, A. P., Lucas, S. G. (2005): A nonmarine vertebrate coprolite acme zone in the Permo-Triassic. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 30: 123–124.

Hunt, A. P., Lucas, S. G. (2007): Cenozoic vertebrate trace fossils of North America: Ichnofaunas, ichnofacies and biochronology. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 42: 17–41.

Hunt, A. P., Lucas, S. G. (2010): Crocodylian coprolites and the identification of the producers of coprolites. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 51: 219–226.

Hunt, A. P., Lucas, S. G., Lockley, M. G. (1998): Taxonomy and stratigraphic and facies significance of vertebrate coprolites of the Upper Triassic Chinle Group, western United States. – Ichnos, 5(3): 225–234.

Hunt, A. P., Lucas, S. G., Milán, J., Spielmann, J. A. (2012): Vertebrate coprolite studies: status and prospectus. – Vertebrate coprolites, New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 57: 5–24.

Hunt, A. P., Lucas, S. G., Spielmann, J. A., Lerner, A. J. (2007): A review of vertebrate coprolite of the Triassic with descriptions of new Mesozoic ichnotaxa. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 41: 88–107.

Hunt, A. P., Lucas, S. G., Spielmann, J. A., Lockley, M. G. (2012): Bromalites from the Mississippian Bear Gulch Lagerstätte of central Montana, USA. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 57: 171–174.

Huxley, T. H. (1880): On the application of the laws of evolution to the arrangement of the Vertebrata, and more particularly of the Mammalia. – Proceedings of the Zoological Society of London, 43: 649–662.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Chen, J., Waloszek, D., Maas, A., Braun, A., Huang, D., Wang, X., Stein, M. (2007): Early Cambrian Yangtze Plate Maotianshan Shale macrofauna biodiversity and the evolution of predation. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 254(1): 250–272.

Chin, K. (2002): Analyses of coprolites produced by carnivorous vertebrates. – *Paleontological Society Papers*, 8: 43–50.

Chin, K., Kirkland, J. I. (1998): Probable herbivore coprolites from the Upper Jurassic Mygatt-Moore Quarry, western Colorado. – *Modern Geology*, 23: 249–275.

Chin, K., Tokaryk, T. T., Erickson, G. M., Calk, L. C. (1998): A kingsized theropod coprolite. – *Nature*, 393(6686): 680–682.

Chlupáč, I. a kol. (2001): Geologická minulost České republiky. – Academia, Praha, 436pp.

Iwamoto, T., Cohen, D. M. (2002): Merlucciidae. Merlucciid hakes. – In: Carpenter, K. E. (Ed.): *The living marine resources of the Western Central Atlantic*. – FAO of the United Nations, 2: 1017–1021.

Jain, S. L. (1983): Spirally coiled "coprolites" from the Upper Triassic Maleri Formation, India. – *Paleontology*, 26(4): 816–829.

Jerzmańska, A. (1968): Ichtyofaune des couches a menilite (flysch des Karpathes). – *Acta Palaeontologica Polonica*, 13(3): 379–487.

Jonet, S. (1958): Contributions a l'étude des schistes disodiques oligocenes de Roumanie. – *La fauna ichthyologique de Homorâciu District de Prahova*, Sociedade Tipografica, Lisboa, 112 pp.

Kalabis, V. (1938 - 40): Ryby se světelnými orgány z menilitových břidlic moravských a způsob života jejich recentních forem ve Středozezemním moři. – *Věstník Přírodovědeckého klubu v Prostějově*, 26: 28–73.

Kalabis, V. (1948): Ryby se světelnými orgány z moravského paleogénu (menilitových břidlic). – *Časopis Zemského musea v Brně*, 32: 131–175.

Kalabis, V. (1973): Ichtyofauna menilitových vrstev lokality Kelč u Hranic na Moravě – mapa M-33-96-D-al Geofond.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Kalabis, V. (1975a): Makropaleontologické zhodnocení menilitových vrstev se zvláštním zřetelem k ichtyofauně lokalit Špiček u Hranic na Moravě a Kelče. Část 1, Špičky. – Zprávy Vlastivědného ústavu v Olomouci, 173: 1–11.

Kalabis, V. (1975b): Makropaleontologické zhodnocení menilitových vrstev se zvláštním zřetelem k ichtyofauně lokalit Špiček u Hranic na Moravě a Kelče. Část 2, Kelč. – Zprávy Vlastivědného ústavu v Olomouci, 175: 1–9.

Kalabis, V., Schultz, O. (1974): Die Fischfauna der paläogenen Menilitschichten von Speitsch in Mähren, CSSR. – Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 78: 183–192.

Kotlarczyk, J., Jerzmańska, A., Świdnicka, E., Wiszniowska, T. (2006): A framework of ichthyofaunal ecostratigraphy of the Oligocene – Early Miocene strata of the Polish Outer Carpathian Basin. – Annales Societatis Geologorum Poloniae, 76: 1–111.

Kramberger, G. D. (1880): Ein fossiler Vertreter der Familie Ophidoidei aus Nikolschitz (Mähren). Anhang in Die fossilen Fische von Wurzenegg bei Prassberg in Steiermark. – Jahrbuch der Kaiserlich Königlich Geologischen Reichsanstalt, 30: 570–572.

Leriche, M. (1908): Sur un appareil fanonculaire de Cetorhinus trouvé a l'état fossile dans le Pliocène d'Anvers. – Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, 146: 875–878.

Leriche, M. (1910): Les poissons tertiaires de la Belgique. III Les poissons oligocènes. – Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique, 5(2): 229–363.

Linnaeus, C. (1758): Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. – Laurentii Salvii, Holmiae, 824 pp.

Longbottom, A. E., Patterson, C. (2002): Fishes. – in: Smith, A. B., Batten, D. J. (Eds.): Fossils of the Chalk, Second Edition. – Palaeontological Association, Field Guides to Fossils, 2: 296–324.

Loud, L. L., Harrington, M. R. (1929): Lovelock Cave. – University of California Publications in American Archaeology and Ethnology, 25(1): 183 pp.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koproliťů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Maisey, J. G., Melo, J. H. G. (2005): Some Middle Devonian (Eifelian - Givetian) fossil fish remains from the Pimenteira Formation of the Pamaíba Basin, northeast Brazil. – Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 63(3): 495–505.

Mancuso, A. C., Marsicano, C., Palma, R. (2004): Vertebrate coprolites from the Triassic of Argentina (Cuyana Basin). – Ameghiniana, 41(3): 347–354.

Mansky, C. F., Lucas, S. G., Spielmann, J. A., Hunt, A. P. (2012): Mississippian bromalites from Blue Beach, Nova Scotia, Canada. – In: Hunt, A. P., Milàn, J., Lucas, S. G., Spielmann, J. A. (Eds): Vertebrate Coprolites. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 57: 161–170.

Mantell, G. A., (1822): The Fossils of the South Downs, or: Illustrations of the Geology of Sussex. – Lupton Relfe, 322 pp.

Mapes, R. H., Sims, M. S., Boardman II, D. R. (1995): Predation on the Pennsylvanian ammonoid *Gonioloboceras* and its implications for allochthonous vs. autochthonous accumulations of goniatites and other ammonoids. – Journal of Paleontology, 69(3): 441–446.

Martin, L. D., Rothschild, B. M. (1989): Paleopathology and diving mosasaurs. – American Scientist, 77: 460–467.

Martin, P. S., Sables, B. E., Shutler, D. (1961): Rampart Cave coprolites and ecology of the Shasta ground sloth. – American Journal of Science, 259(2): 102–127.

Martin, R. A. (2013): Deep Sea: Goblin Shark. – ReefQuest Centre for Shark Research. (<http://www.elasmo-research.org/education/ecology/deepsea-goblin.htm>)

McAllister, J. A. (1988): Preliminary description of the coprolitic remains from Hamilton quarry, Kansas. – In: Mapes and Mapes (Eds.): Regional geology and paleontology of Upper Paleozoic Hamilton quarry area. – Kansas Geological Survey Guidebook, 6: 195–202.

McAllister, J. A. (1996): Coprolites. – In: Schultze, H. P. and Cloutier, R. (Eds.): Devonian fishes and plants of Miguasha, Quebec, Canada. – München Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 328–347.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

McKee, J. W. A. (1987): The occurrence of the Pliocene penguin *Tereingaomis moisleyi* (Sphenisciformes; Spheniscidae) at Hawera, Taranaki, New Zealand. – New Zealand Journal of Zoology, 14(4): 557–561.

Mead, J. I, O'Rourke, M. K, Foppe, T. M. (1986): Dung and diet of the extinct Harrington's mountain goat (*Oreamnos harringtoni*). – Journal of Mammalogy, 67(2): 284–293.

Megalofonou, P., Chatzisyrou, A. (2006): Sexual maturity and feeding of the gulper shark, *Centrophorus granulosus*, from the eastern Mediterranean Sea. – Cybium, 30(4): 67–74.

Mikuláš, R., Dvořák, Z. (2010): Possible crocodylian bite traces, Miocene of the Most Basin (Czech Republic). – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 51: 191–194.

Monsch, K. A. (2000): The phylogeny of the scombroid fishes. – Unpublished PhD Thesis, University of Bristol, UK.

Monsch, K. A., Bannikov, A. F. (2012): New taxonomic synopses and revision of the scombroid fishes (Scombroidei, Perciformes), including billfishes, from the Cenozoic of territories of the former USSR. – Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 102(4): 253–300.

Morgan, G. S. (1994): Whither the giant white shark? – American Paleontologist, 2(3): 1–2.

Nakamura, I., Parin, N. V. (1993): Snake mackerels and cutlassfishes of the world (families Gempylidae and Trichiuridae). FAO Species Catalogue. An annotated and illustrated catalogue of the snake mackerels, snoeks, escolars, gemfishes, sackfishes, domine, oilfish, cutlassfishes, scabbardfishes, hairtails, and frostfishes known to date. – FAO Fisheries Synopsis, 125(15): 136 pp.

Nelson, J. S. (2006): Fishes of the world. 4th edition. – New York: John Wiley and son, Inc., 624 pp.

Neumayer, L. (1904): Die Koprolithen des Perm von Texas. – Palaeontographica, 51: 121–128.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koproliťů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Nomura, M., Hatanaka, O., Nishimoto, H., Karasawa, H., Nanao Nojiriko Group. (1991): *Megasqualus serriculus* Jordan and Hannibal (Squalidae: Squaliformes: Elasmobranchii) from the Middle Miocene Nanao Calcareous Sandstone, Nanao City, Noto Peninsula, Central Japan. – Bulletin of the Mizunami Fossil Museum, 18: 33–45.

Northwood, C. (2005): Early Triassic coprolites from Australia and their palaeobiological significance. – Palaeontology, 48(1): 49–68.

Ochev, V. G. (1974): Some remarks on coprolites of Triassic vertebrates. – Paleontological Journal, 253–255.

Oszczypko, N. (2004): The structural position and tectonosedimentary evolution of the Polish Outer Carpathians. – Przegląd Geologiczny, 52(8/2): 780–791.

Patterson, C., D. Rosen (1977): Review of the ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. – Bulletin of the American Museum of Natural History, 158: 81–172.

Paucă, M. (1931): Zwei Fischfaunen aus den oligozänen Menilitschiefern von Mähren. – Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 46: 147–152.

Pharisat, A. (1991): La paleoichthyofaune du Rupelian marin de Froidefontaine. – Annales de la Société Université de Franche-Comté Besançon, Geologie, 4(11): 13–97.

Pollard, J. E. (1985): Coprolites and ostracods from the Dinantian of Foulden, Berwickshire, Scotland. – Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, 76(1): 49–51.

Presl, V. et al. (1990): Základní geologická mapa 1 : 25 000 list 25-144 Jablůnka a vysvětlující text. – MS ČGÚ Praha.

Preti, A., Kohin, S., Dewar, H., Ramon, D. (2008): Feeding habits of the bigeye thresher shark (*Alopias superciliosus*) sampled from the California-based drift gillnet fishery. – California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 49: 202–211.

Price, P. H. (1927): The coprolite horizon of the Conemaugh Series in and around Morgantown, West Virginia. – Annals of the Carnegie Museum, 17: 211–254.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Probst, J. (1879): Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. Haifische. – Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde Würtemberg, Stuttgart, 34: 113–153.

Přikryl, T., Košťák, M., Mazuch, M., Mikuláš, R. (2012a): Evidence for fish predation on a coleoid cephalopod from the Lower Jurassic Posidonia Shale of Germany. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen, 263(1): 25–33.

Přikryl, T., Prokofiev, A. M., Krzemiński, W. (2012b): Feeding habits of the Oligocene bristlemouth fish *Scopeloides glarisianus* (Teleostei: Stomiiformes: Gonostomatidae). – Geobios, 45(4): 377–386.

Přikryl, T. (2013): An annotated list of the Oligocene fish fauna from the Osíčko locality (Menilitic Fm.; Moravia, the Czech Republic). – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis, 69 (3–4): 195–203.

Rafinesque, C. S. (1810): Indice d'ittiologia siciliana; ossia, catalogo metodico dei nomi latini, italiani, e siciliani dei pesci, che si rinvencono in Sicilia disposti secondo un metodo naturale e seguito da un'appendice che contiene la descrizione de alcuni nuovi pesci siciliani. – Giovanni del Nobolo, Messina, 70 pp.

Rayner, D., Mitchell, T., Rayner, M., Clouter, F. (2009): London Clay fossils of Kent and Essex. – Sevenoaks, Caxton and Holmesdale Press and Medway Fossil and Mineral Society, 228 pp.

Repenning, C. A., Packard, E. I. (1990): Locomotion of a desmostylian and evidence of ancient shark predation. – Evolutionary Paleobiology of Behavior and Coevolution, 199–203.

Richter, G., Baszio, S. (2001): Traces of limnic food web in the Eocene Lake Messel – a preliminary report based on fish coprolite analyses. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 166(3): 345–368.

Rodriguez De La Rosa, R. A., Cevallos - Ferriz, S. R., Silva - Pineda, A. (1998): Paleobiological implications of Campanian coprolites. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 142(3): 231–254.

Roth, Z. (1981): Menilitové souvrství Karpat a jeho paleogeografické postavení [Menilitic Formation of Carpathians and its palaeogeographic position]. – *Zemní plyn a nafta*, 26(1): 3–7.

Rzehak, A. (1881a): Neue fossile Fische aus Mähren. - Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, 14: 20–22.

Rzehak, A. (1881b): Ueber das Vorkommen und die geologische Bedeutung der Clupeiden Gattung *Meletta* Valenc in den österreichisches Tertiärschichten. – Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, 19: 61–82.

Rzehak, A. (1881c): Ueber die Gliederung und Verbreitung des Oligozän in der Gegend südöstlich von Gr. Seelowitz in Mähren. – Verhandlungen der Geologische Reichsanstalt, 211–216.

Shimada, K. (1997): Paleoecological relationships of the Late Cretaceous lamniform shark *Cretoxyrhinus mantelli* (Agassiz). – *Journal of Paleontology*, 71: 926–933.

Shimada, K., Everhart, M. J., Hooks, G. E. (2002): Ichthyodectid fish and protostegid turtle bitten by the Late Cretaceous lamniform shark, *Cretoxyrhinus mantelli*. – *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22(3, Suppl.), 106A.

Shu, D. (2008): Cambrian explosion: Birth of tree of animals. – *Gondwana Research*, 14(1): 219–240.

Schultz, O. (1982): Die Fischzähne aus dem Mittel-Oligozän von Nikolčice und Umgebung (Mähren, CSSR). – *Acta Musei Moraviae, Scientiae Naturales*, 67: 51–55.

Schwimmer, D. R., Stewart, J. D., Williams, G. D. (1997): Scavenging by sharks of the genus *Squalicorax* in the Late Cretaceous of North America. – *Palaios*, 12: 71–83.

Soler-Gijón, R. (1995): Evidence of predator - prey relationship in xenacanth sharks of the Upper Carboniferous (Stephanian C) from Puertollano: Spain. – *Geobios*, 28: 151–156.

Souto, P. R. F. (2001): Tetrapod coprolites from the Middle Triassic of Southern Brazil. – *GAIA*, 16: 51–57.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Souto, P. R. F. (2010): Crocodylomorph coprolites from the Bauru basin, Upper Cretaceous, Brazil. – New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 51: 201–208.

Stráník, Z. (1981): Litofaciální vývoj a korelace menilitových vrstev ve flyšovém pásmu Karpat na Moravě [Lithofacial development and correlation of Menilitic Formation in the Carpathian Flysch Belt of the Moravia]. – Zemní plyn a nafta, 26(1): 9–18.

Strasburg, D. W. (1963): The Diet and Dentition of *Isistius brasiliensis*, with Remarks on Tooth Replacement in Other Sharks. – Copeia, 1963(1): 33–40.

Szymczyk, W. (1978): Clupeid scales from the Menilite Beds (Palaeogene) of the Carpathians. – Acta Palaeontologica Polonica, 23(3): 387–407.

Tauber, A. A., Palacios, M. E., Cardozo, S. A. (2007): Coprólitos da Formación Santa Cruz (Mioceno Inferior-Medio), Patagonia, Republica Argentina. – Congreso Argentino De paleontologia y Bioestratigrafia 9, Resúmenes, 294 pp.

Teletchea, F., Laudet, V., Hänni, C. (2006): Phylogeny of the Gadidae (sensu Svetovidov, 1948) based on their morphology and two mitochondrial genes. – Molecular phylogenetics and evolution, 38(1): 189–199.

Trewin, N. H., Davidson, R. G. (1995): An Early Devonian lake and its associated biota in the Midland Valley of Scotland. – Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences, 86(4): 233–246.

Turner, S. (1999): The importance of coprolite events. – Ichthyolith Issues, 20: 37–38.

Valenciennes, A. (1847): Histoire Naturelle des Poissons. Vol. 20, 472 pp.

von Rath, G. (1859): Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische des Plattenberges im Canton Glarus. – Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, 11: 108–132.

Wagner, T., Boyce, A. J. (2006): Pyrite metamorphism in the Devonian Hunsrück Slate of Germany: Insights from laser microprobe sulfur isotope analysis and thermodynamic modeling. – American Journal of Science, 306(7): 525–552.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koproliťů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Wakefield, E. F., Dellinger, S. C. (1936): Diet of the Bluff Dwellers of the Ozark Mountains and its skeletal effects. – *Annals of Internal Medicine*, 9(10): 1412–1418.

Weiler, W. (1928): Beiträge zur Kenntnis der Tertiären Fische des Mainzer Beckens. III. Die Fische des Septarientons. – *Abhandlungen der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt*, 8: 1–63.

Weiler, W. (1963): Die Fischfauna des Tertiärs im oberrheinischen Graben, des Mainzer Beckens, des unteren Maintals und der Wetterau, unter besonderer Berücksichtigung des Untermiozäns. – *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 504: 1–69.

Welton, B. J. (2013a): A New Archaic Basking Shark (Lamniformes: Cetorhinidae) from the Late Eocene of Western Oregon, U.S.A., and Description of the Dentition, Gill Rakers and Vertebrae of the Recent Basking Shark *Cetorhinus maximus* (Gunnerus). – *New Mexico museum of natural history and science bulletin*, 58: 1 - 48.

Welton, B. J. (2013b): *Cetorhinus* cf. *C. maximus* (Gunnerus)(Lamniformes: Cetorhinidae), A Basking Shark from the Late Miocene Empire Formation, Coos Bay, Oregon. – *Bulletin of Southern California Academy of Sciences*, 112(2): 74–92.

Wettstein, A. (1886): Über die Fischfauna des Tertiären Glarnerschiefers. – *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 13: 1–103.

Whitehead, J. P. (1985): Clupeoid fishes of the World. FAO species catalogue. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. – *FAO Fisheries Synopsis*. 125(7): 303 pp.

Williams, M. E. (1972): The origin of "spiral coprolites". – *University of Kansas, Palaeontological Contributions*, 59: 1–19.

Williams, M. E. (1990): Feeding behaviour in Cleveland Shale fishes. – In: Boucot, A. J. (Ed.): *Evolutionary biology of behaviour and coevolution*. – Amsterdam, Elsevier, 287–303.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

Woodward, A. S. (1917): The so-called coprolites of ichthyosaurs and labyrinthodonts. – Geological Magazine, 6(4): 540–542.

Young, C. C. (1964): New fossil crocodiles from China. – Vertebrata Palasiatica, 5: 190–208.

Zajíc, J. (1988): Vertebrates from boreholes in Permo-Carboniferous limnic basins of the Bohemian Massif. – In H. Kiersnowski (ed.): Rotliegendes Lacustrine Basins Workshop, 2 pp.

Zajíc, J. (1989): Zoopaleontologie permokarbonu. – In: Závěrečná zpráva akce Mělník-Benátky, Geoindustria, 1–11.

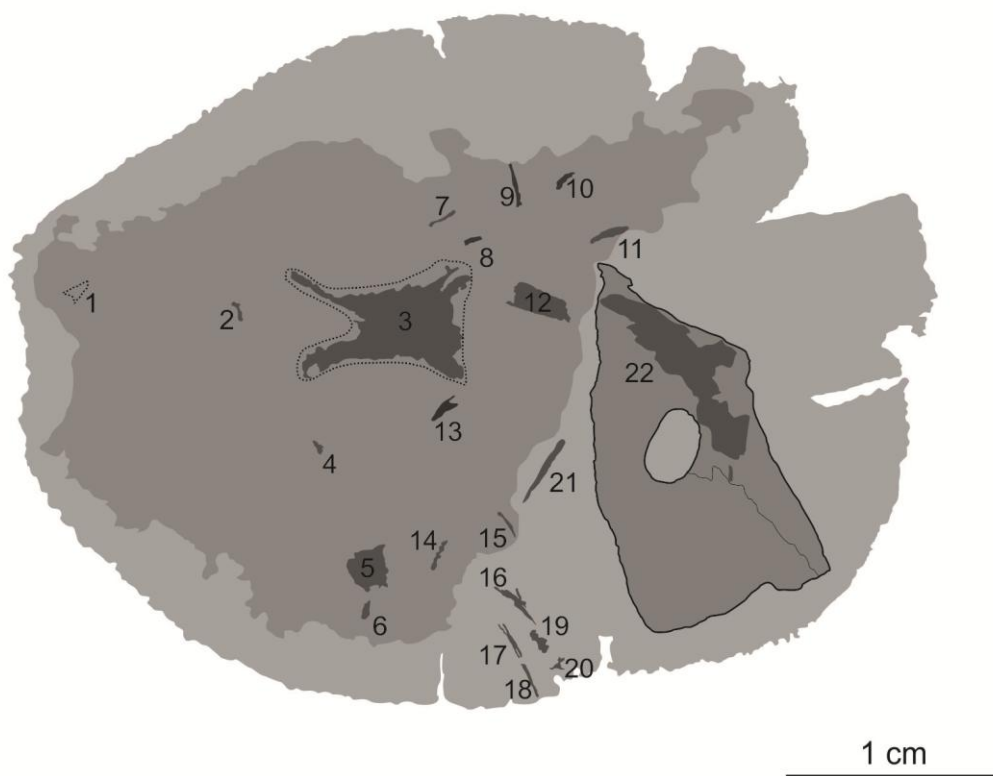
Zajíc, J. (2007): Carboniferous Fauna of the Krkonoše Piedmont Basin. – Acta Musei Reginaehradecensis, 32: 11–16.

Zajíc, J. (2012): Zoopaleontologie a ichnologie permokarbonu pro vysvětlivky ke geologické mapě list Nová Paka (03-432). Závěrečná zpráva. – Nепublikovaná výzkumná zpráva, Geologický ústav AV ČR, v. v. i., 1–11.

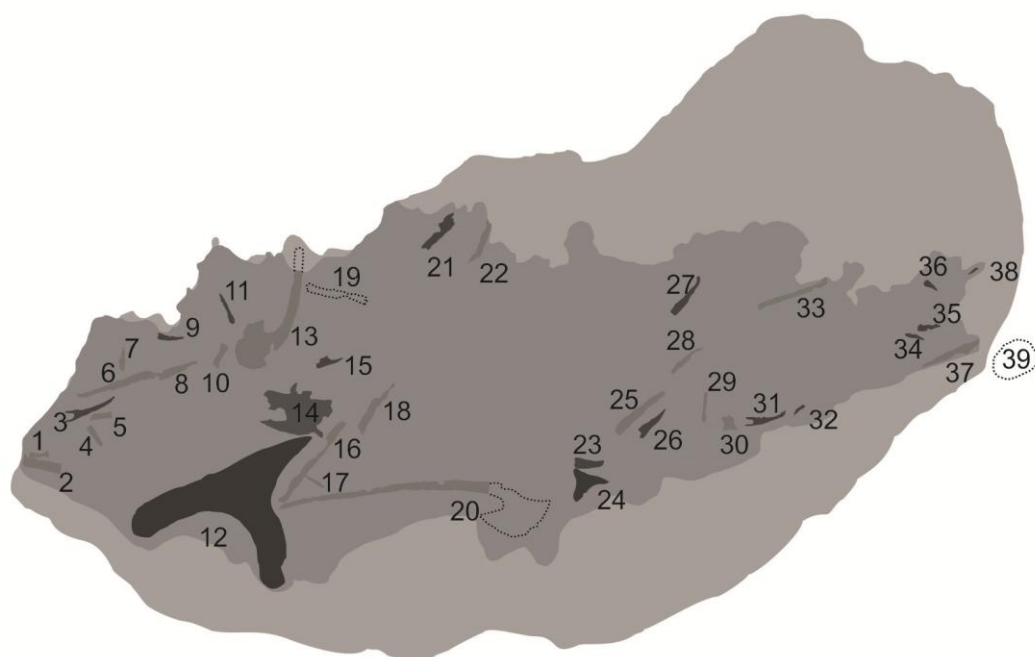
Zajíc, J. (2014): Zoopaleontologie a ichnologie permokarbonu pro vysvětlivky ke geologické mapě list Vrchlabí (03-414). Závěrečná zpráva. – Nепublikovaná výzkumná zpráva, Geologický ústav AV ČR, v. v. i., 1–17.

Zatoń, M., Rakociński, M. (2014): Coprolite evidence for carnivorous predation in a Late Devonian pelagic environment of southern Laurussia. - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 394: 1–11.

Tabule 1. Fotografie a interpretace koproliťů III. 1 – otisk zubu (Teleostei indet.); 2 – neidentifikovaný fragment kosti (Teleostei indet.); 3 – mírně korodovaný obratel (pravděpodobně náležející do čeledi Trichiuridae); 4 – 21 – fragment kosti (Teleostei indet.); 9, 13 – úlomek zubu; 22 – skapula rodu ?*Anenchelum*. Různé odstíny šedé u těla koproliťů značí: světlá šedá – halo na povrchu sedimentu značící ovlivnění okolního sedimentu materiálem koproliťů; tmavší šedá – hrubozrnnější (písčítá) složka sedimentu s inkorporovanými kosterními elementy.



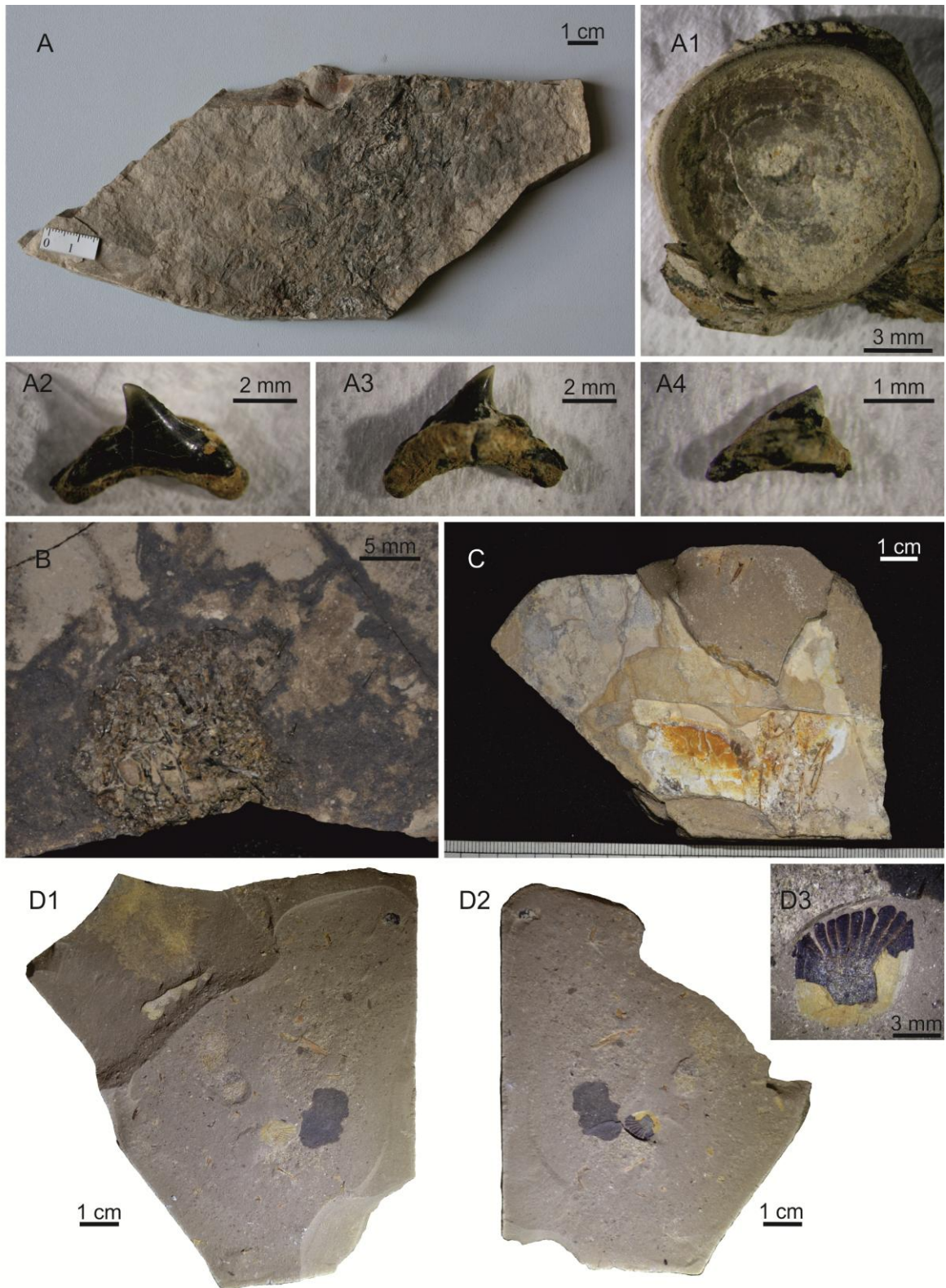
Tabule 2. Fotografie a interpretace koproliťů IV. 1, 2, 4, 5, 11, 14, 21, 28-30, 32-38 – úlomek kosti; 3 – otisk zubu s odhalenou pulpální dutinou (Teleostei indet.); 6-8, 10 – úlomek branchiospinu; 9, 23, 25-27, 31 – zub Teleostei indet.; 12 - zub žraloka druhu *Alopias exigua*; 13, 16-18, 22 – branchiospin; 15 – úlomek zubu; 19 – otisk branchiospinu; 20 – branchiospin s otisknutou bází; 24 – čelistní zub žraloka druhu *Keasius parvus*; 39 – fragment (částečně otisk) šupiny rodu *Palimphyes*.



1 cm

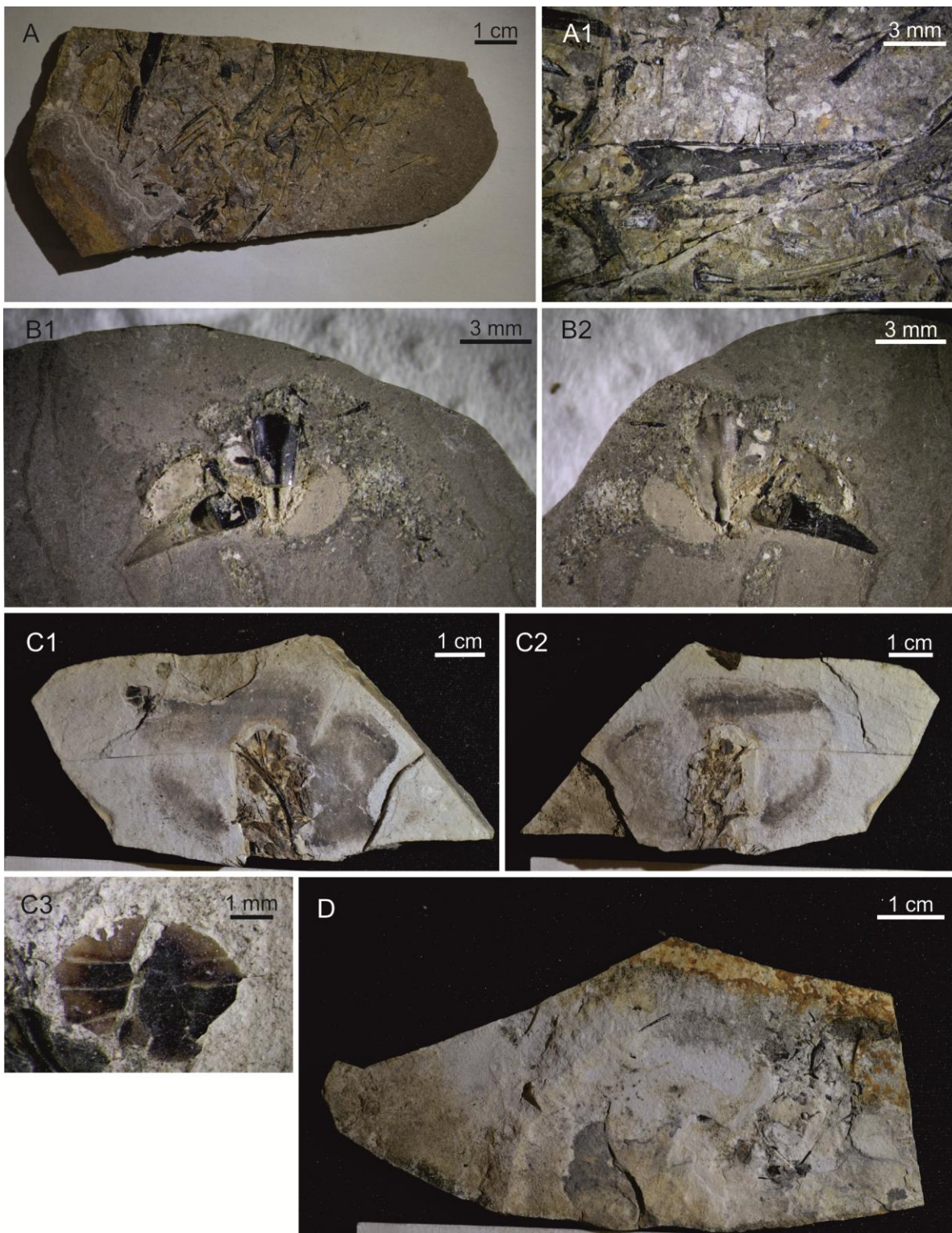
Tabule 3. A – koproliť II: A1 – obratel; A2 – zub žraloka druhu *Keasius parvus* (linguální pohled); A3 – zub žraloka druhu *Keasius parvus* (labiální pohled); A4 – zub žraloka druhu *Keasius parvus* (labiální pohled). B – koproliť V. C – koproliť VI. D1 – D3 koproliť VII, různé pohledy a detail: D1 – koproliť VII – otisk; D2 – koproliť VII – protiotisk; D3 – ktenoidní šupina (?Perciformes).

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")



Tabule 4. A - koproliť VIII: A1 – čelist (Gonostomatidae). B1 – koproliť IX – otisk; B2 – koproliť IX - protiotisk. C1 – koproliť X – otisk; C2 - koproliť X – protiotisk; C3 – šupina druhu *Sardinella sardinites*. D – koproliť XI.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")



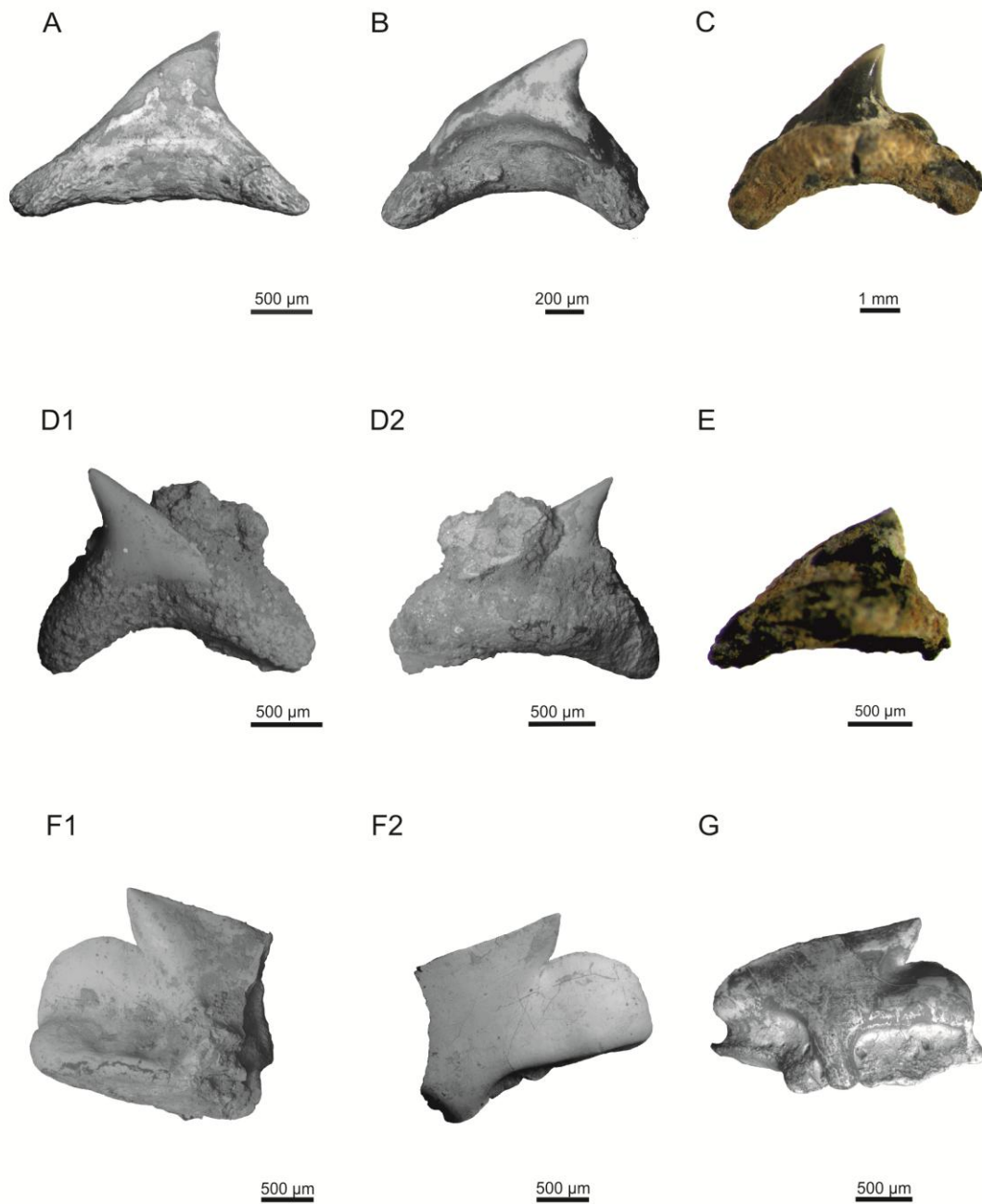
Tabule 5. Různé zachování branchiospinů druhu *Keasius parvus* z koproliťů I (A–J) a II (K).
A – exemplář I-1; B – exemplář I-2; C – exemplář I-3; D – exemplář I-4; E – exemplář I-5; F -
exemplář I-6; G – exemplář I-7; H – exemplář I-8; I – exemplář I-9; J – exemplář I-10; K –
exemplář II-1.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")



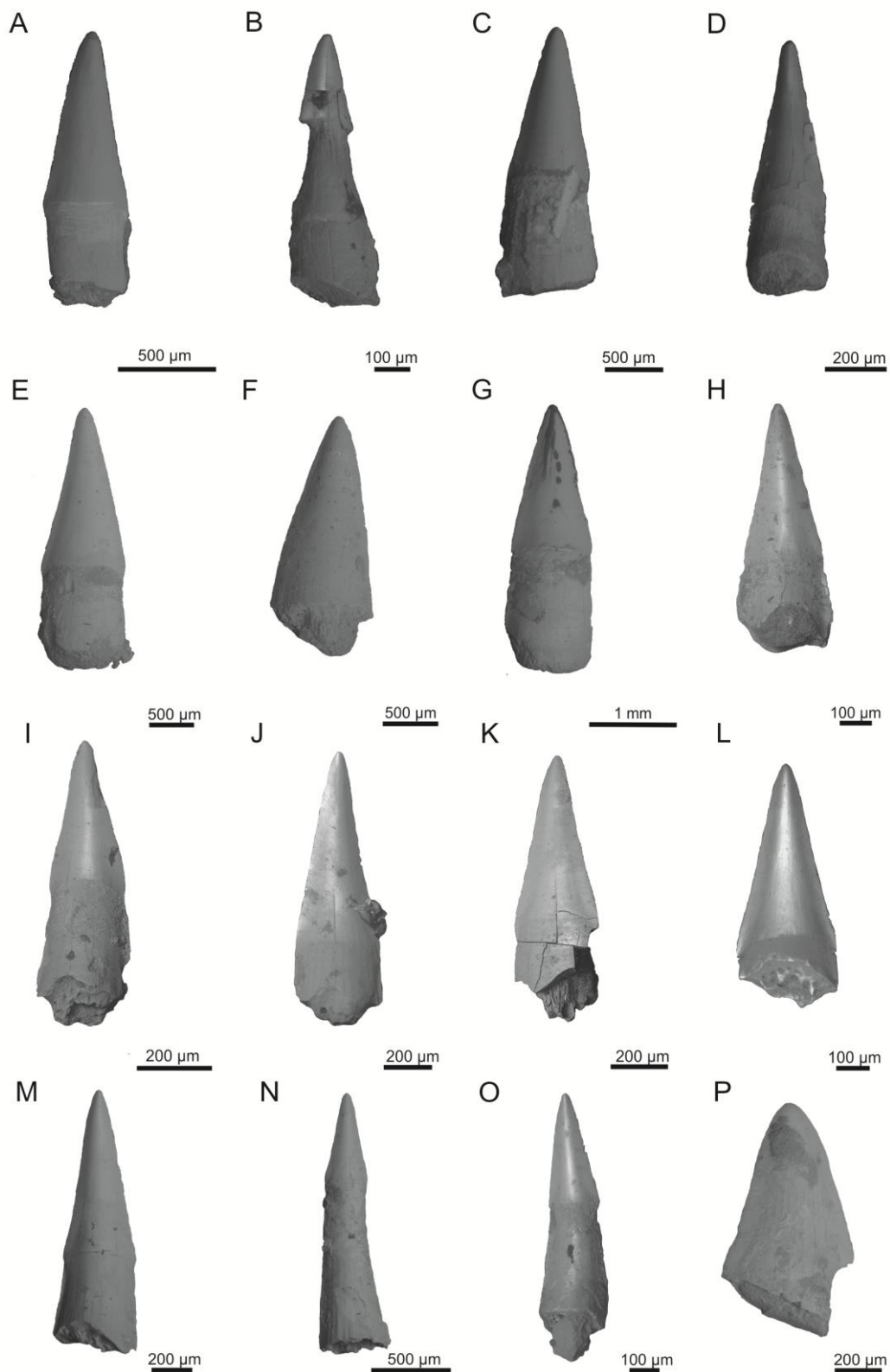
Tabule 6. Zuby žraloků z macerovaných koproliťů. Zuby žraloka druhu *Keasius parvus*: A – exemplář I-11; B – exemplář I-12; C – exemplář II-4; D1 – exemplář II-2 (linguální pohled); D2 – exemplář II-2 (labiální pohled); E – exemplář II-3. Zuby žraloka druhu *Squalus cf. alsaticus*: F1 – exemplář II-5 (linguální pohled); F2 – exemplář II-5 (labiální pohled); G – exemplář I-13.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích kopolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

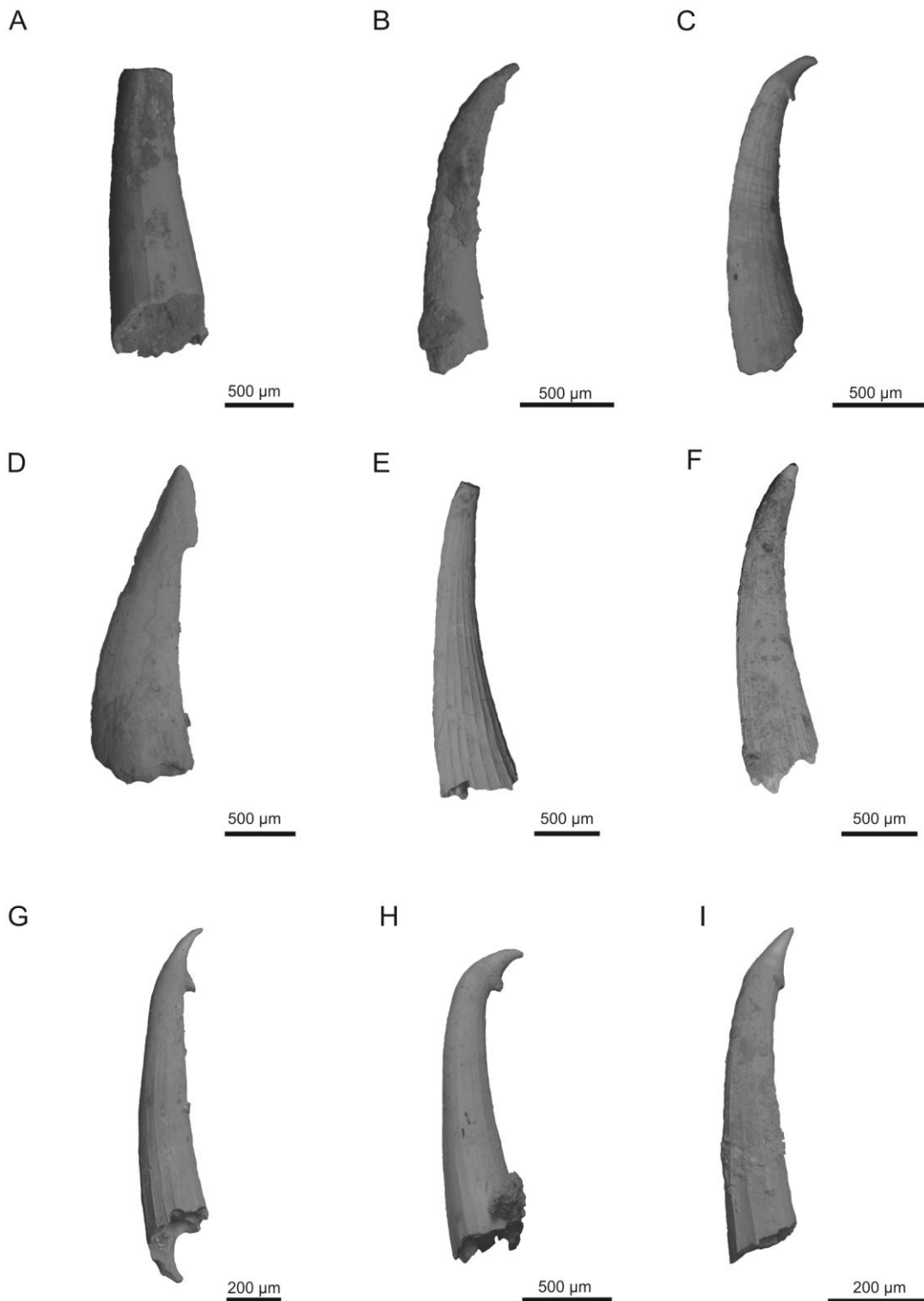


Tabule 7. Zub typu I (P) nebo II (A–O) druhu *Anencheilum glarisianum*: A – exemplář I-14; B – exemplář I-15; C – exemplář I-16; D – exemplář I-17; E – exemplář I-18; F – exemplář I-19; G – exemplář I-20; H – exemplář I-21; I – exemplář I-22; J – exemplář I-23; K – exemplář I-24; L – exemplář I-25; M – exemplář I-26; N – exemplář I-27; O – exemplář I-28; P – exemplář I-29.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")



Tabule 8. Zub typu I (D) nebo III (A–I) druhu *Anencheilum glarisianum*: A – exemplář I-30; B – exemplář I-31; C – exemplář I-32; D – exemplář I-33; E – exemplář I-34; F – exemplář I-35; G – exemplář I-36; H – exemplář I-37; I – exemplář I-38.



Tabule 9. Zub druhu *Anencheilum glarisianum*: A – exemplář I-39; B – exemplář I-40; C –
exemplář I-41. Zub přichycený k úlomku kosti: D – exemplář I-42; E – exemplář I-43; F –
exemplář I-44; G – exemplář I-45.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

A



200 μm

B



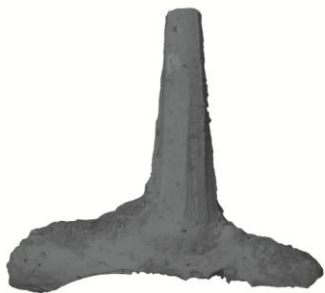
200 μm

C



100 μm

D



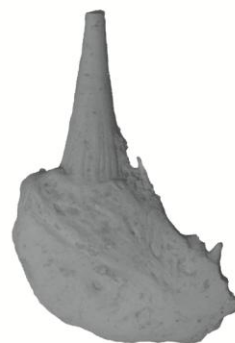
500 μm

E



500 μm

F



500 μm

G



500 μm

Tabule 10. Identifikovatelné kosterní elementy (Teleostei indet.): A–C Elementy žaberních oblouků: A – exemplář I-46; B – exemplář I-47; C – exemplář I-48. Fragmenty čelistí: D – exemplář I-49; E – exemplář I-50. Fragment velkého zubu: F – exemplář II-6. Obratel typu I: G1 – exemplář II-7; G2 – exemplář II-7. Obratel typu II: H1 – exemplář II-8; H2 – exemplář II-8.

Vladimír Vala: Analýza vybraných rybích koprolitů na lokalitě Loučka (Morava; Oligocén, "menilitové souvrství")

