

Trace fossils at the Arenig – Llanvirn boundary (Ordovician, Czech Republic)

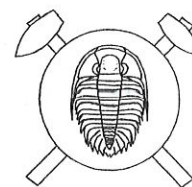
Ichnofosilie z hranice arenig – llanvirn (ordovik, Česká republika) (Czech summary)

(2 text-fig., 4 plates)

RADEK MIKULÁŠ

Geologický ústav Akademie věd ČR, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6

Submitted August 3, 1993



Changes of ichnological content at the Klabava Fm./Šárka Fm. boundary (= near the Arenig/Llanvirn boundary) consist namely in decrease of diversity of ichnotaxa and in diminution of ichnofabric indices, joined with volcanic activity and consequent sedimentation of Fe-oolites. Trace fossil assemblages in clay shales of uppermost part of Klabava Formation, compared with those from lower part of Šárka Fm., do not differ much both in ethological spectrum of traces and in occurrence of identical or similar ichnotaxa. Overall intensity of bioturbation (ichnofabric index) is somewhat smaller in lower part of Šárka Fm. than in uppermost layers of Klabava Fm. Ichnotaxa *Chondrites* div. ichnosp., *Planolites* ichnosp., *Glockerichnus glockeri*, *Phycodes* ichnosp., *Helminthopsis* ichnosp., *Rhizocorallium* ichnosp., *Zoophycos* ichnosp., a.o., are represented in these ichnoassemblages.

Introduction

At present, enhanced attention is paid to a stage division of the Ordovician in the Prague basin (Barrandian area). The Ordovician of this area should serve as a stratigraphical standard for the Mediterranean region, using the stages suggested by Havlíček and Marek (1973). It should help to solve the existing problems with establishing of the boundaries of Ordovician chronostratigraphical units. A detailed biostratigraphical research of the Arenig/Llanvirn boundary at the locality Drahouš, carried out by J. and P. Kraft in 1990–1991, was motivated, a.o., also by this aim. The results of this research were preliminary published (J. Kraft and P. Kraft 1993). The purpose of the present paper is to give a report on ichnological conditions of the sequence studied by the above-mentioned authors.

The outcrops at Drahouš are partly natural, partly temporary, originated during the building of a speedway; the temporary ones are almost inaccessible at present (see J. and P. Kraft 1993).

The Klabava Formation at Drahouš is composed of clay shales greyish-green, yellowish-green or yellowish-brown in colour. The shales pass to overlying, 1.9 m thick sequence of tuffitic shales and tuffites. The upper surface of this sequence is identical with the Klabava Fm./Šárka Fm. boundary. 1.1 m thick layer of oolitical Fe-ore is developed at the base of the Šárka Fm. This layer is sharply bordered from the overlying greyish clay, in places micaceous shales. This succession is disrupted by a fault after 3.3 m. Above the fault, ca. 20 m of further succession of grey clay shales is exposed (J. and P. Kraft

1993). As concerns the finds of fossils and biostratigraphical position of respective strata, see Fig. 2 and the above-quoted paper.

Ichnology of the studied sequence

Ichnological content is schematically given in Tab. I. It was possible to distinguish six layers (resp. seven, if we consider also the tuffitic layer at the top of the Klabava Fm., from which I did not obtain any trace fossil. J. and P. Kraft quoted rare finds of *Bergaueria* ichnosp.). These layers in the context to results of the research made by J. and P. Kraft are shown in Fig. 2.

Layer I. Lowermost layers of the Drahouš locality (about 4 m under the base of the Šárka Fm.) – yellowish-brown and yellowish-green clay shales. They are rather strongly bioturbated; ichnofabric index (after Bottjer and Droser 1991) reaches 2 to 3, locally 4 to 5 (see Tab. I). Ichnotaxa *Chondrites* div. ichnosp. (“thin forms” – roughly up to 2 mm of tunnel diameter, and “large forms” – wider than “thin forms”, usually 5 – 10 mm), *Planolites* ichnosp., *Phycodes* ichnosp., *Helminthopsis* ichnosp. share in the bioturbation.

Layer II. Mostly greyish-green clay shales with ichnofabric index 2 to 3. *Chondrites* div. ichnosp. (namely “thin forms”), *Helminthopsis* ichnosp., *Planolites* ichnosp., *Glockerichnus glockeri* are prevailing.

Layer III. Fe-oolite with small content of Fe and substantial share of clay material. Bioturbation is weak, only *Planolites* ichnosp. rarely occurs.

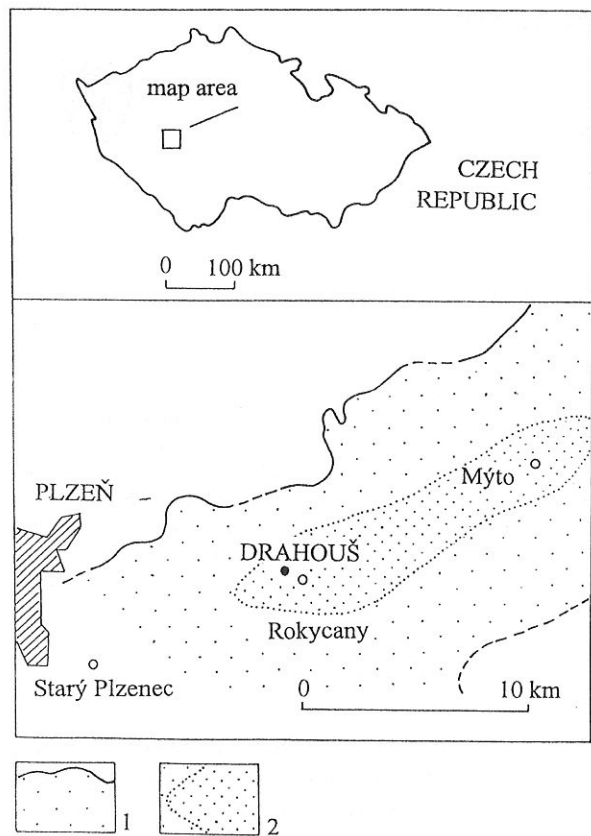


Fig. 1. Geographical and geological position of the Drahouš locality
 1 - presumed extent of the Prague Basin in Arenig; 2 - presumed central depression of the basin in Arenig; after V. Havlíček (1981)

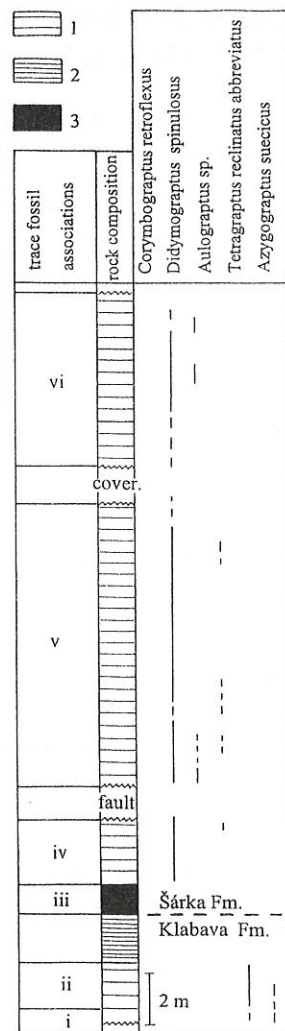
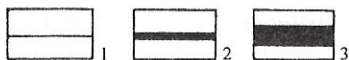


Fig. 2. Section of the exposed part of the Klabava and Šárka Fm. at the locality Drahouš
 1 - clay shales; 2 - volcanoclastic rocks; 3 - Fe-ores. Rock composition and extent of important biotaxa after J. and P. Kraft (1993). Layers i-vi correspond to those described in the text and in Tab. 1

ICHNOTAXA	i	ii	iii	iv	v	vi
<i>Chondrites</i> "thin form"						
<i>Chondrites</i> "large form"						
<i>Planolites</i> ichnosp.						
<i>Glockerichnus glockeri</i>						
<i>Teichichnus rectus</i>						
<i>Phycodes</i> ichnosp.						
<i>Helmithopsis</i> ichnosp.						
<i>Rhizocorallium</i> ichnosp.						
? <i>Zoophycos</i> ichnosp.						
<i>Diplocraterion</i> ichnosp.						
? <i>Cochlichnus</i> cf. <i>C. anguineus</i>						
<i>Megagraptus irregularis</i>						
<i>Spirophycus</i> ichnosp.						
<i>Curvolithus</i> ichnosp.						
? <i>Bifungites</i> ichnosp.						
ICHNOFABRIC INDICES	5 4 3 2 1					

Table 1
 Occurrence of individual ichnotaxa and ichnofabric indices according to the relative scale of D. J. Bottjer and M. L. Droser (1991)
 Numbers i-vi correspond to the layers depicted in Fig. 2 and described in the text. 1 - sporadic occurrence; 2 - abundant occurrence; 3 - mass occurrence



Layer IV. Grey to greyish-green clay shales overlying the Fe-ore. Bioturbation is weak, only sole finds of *?Cochlichnus* cf. *C. anguineus* and *Megagraption irregulare* were collected.

Layer V. Grey clay shales, moderately bioturbated by the following ichnotaxa: *Chondrites* "thin form", *Planolites* ichnosp., *Teichichnus rectus*, *Rhizocorallium* ichnosp., *?Zoophycos* ichnosp.

Layer VI. Grey clay shales, moderately bioturbated by *Chondrites* "thin form" and "large form", *Planolites* ichnosp., *Glockerichnus glockeri*, *Rhizocorallium* ichnosp., *?Zoophycos* ichnosp., a.o.

All the ichnotaxa, found in Drahouš, have already been described by the author from the Ordovician of the Prague Basin (however, not all of them were known from the Šárka or Klabava Fm.). Thus their systematic description would be superfluous. I refer to the paper of Mikuláš (1993), in which detailed references are given.

As the ichnofacial appurtenance of the trace fossil at Drahouš is concerned, I refer to the paper of Mikuláš (1994). Both the assemblages from the uppermost layers of the Klabava Fm., and those from the lower layers of the Šárka Fm. contain the elements of the Cruziana Ichnofacies (*Teichichnus*, *Phycodes*) and Zoophycos Ichnofacies (*?Zoophycos*). High predominance of fodinichnia may point to somewhat reduced O₂

in water and in sediment (Ekdale and Mason 1988).

Conclusions

Changes of ichnological content near the Arenig/Llanvirn boundary at Drahouš consist namely in the decrease of ichnotaxa and intensity of bioturbation, joined with the volcanoclastic sedimentation and subsequent origin of Fe-oolites. Assemblages of ichnofossils from clay shales of uppermost part of Klabava Fm. (Layers I to II) are very similar to those from lower part of Šárka Fm. (Layers V to VI) both by ethological spectrum of traces, and by occurrence of identical or similar ichnotaxa. Overall intensity of bioturbation (ichnofabric index) is smaller in Šárka Fm. compared to Klabava Fm.

Therefore, the ichnological characteristics of the locality Drahouš shows, that the sedimentary environment of the lower part of the Šárka Fm. (Llanvirn), after termination of the volcanic activity and its effects, turned to a condition close to the environment existing in the Uppermost Arenig (Klabava Fm.). In this part of the Prague Basin, the Arenig/Llanvirn boundary did not represent a substantial change of ichnoassemblages, and neither did it therefore probably represent a substantial change of the sedimentary environment.

Translated by the author

References

- Bottjer, D. J. – Droser, M. L. (1991): Ichnofabric and basin analysis. – *Palaios*, 6, 189–195. Tulsa.
- Ekdale, A. A. – Mason, T. R. (1988): Characteristic trace-fossil associations in oxygen-poor sedimentary environments. – *Geology*, 16, 720–723. Boulder.
- Havlíček, V. (1981): Development of a linear sedimentary depression exemplified by the Prague Basin (Ordovician – Middle Devonian; Barrandian area – central Bohemia). – *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 35, 7–48. Praha.
- Havlíček, V. – Marek, L. (1973): Bohemian Ordovician and its international correlation. – *Čas. Mineral. Geol.*, 18, 225–232. Praha.
- Kraft, J. – Kraft, P. (1993): The Arenig/Llanvirn boundary (Ordovician) in the Prague Basin (Bohemia). – *Journ. Czech Geol. Soc.*, 38, 3–4, 189–192. Praha.
- Mikuláš, R. (1993): Trace fossils and ichnofacies of the Ordovician of the Prague Basin (central Bohemia, Czech Republic). – *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 88, 1–4, 99–112. Madrid.
- (1994): Trace fossils from the Klabava Formation (Early Ordovician), Czechoslovakia. – *Acta Univ. Carol. – Geol.*, 1992, 1–2. Praha.

Ichnofosilie z hranice arenig–llanvirn (ordovik, Česká republika)

Změny ichnologického spektra na hranici klabavského souvrství (= poblíž hranice arenig–llanvirn) spočívají především v úbytku ichnotaxonů a intenzity bioturbace spojeném s vulkanosedimentární sedimentací a následným vznikem polohy oolitické Fe-rudy. Společenstva ichnofosilií z jílových břidlic nejvyšší části klabavského souvrství a ze spodní části šáreckého souvrství jsou si velmi blízká jak zastoupením shodných etologických skupin stop, tak i výskytem totožných nebo podobných ichnotaxonů. Celková intenzita bioturbace (ichnofabric index) je ve spodní části šáreckého souvrství poněkud menší, než v nejvyšší části souvrství klabavského. V popsaných ichnospolečenstvech jsou zastoupeny *Chondrites* div. ichnosp., *Planolites* ichnosp., *Glockerichnus glockeri*, *Phycodes* ichnosp., *Helminthopsis* ichnosp., *Rhizocorallium* ichnosp., *?Zoophycos* ichnosp. aj.

RECENZE

Chugh: High technology in drilling and exploration.
– 788 str., cena 75,- US dolarů, nakl. A. A. Balkema, P. O.
Box 1675. Rotterdam, 1992.

Autorem této neobyčejně obsažné encyklopedie zeměvrtné technologie a průzkumných vrtných prací je indický inženýr (v současné době profesor vysoké školy), který získal bohaté praktické zkušenosti převážně při vrtných pracích v Indii. Zpracování daného tématu představuje celosvětovou úroveň současných poznatků v tomto oboru. Kniha poskytne rozsáhlé a cenné informace, od průzkumných vrtů pro zakládání staveb až po vrtání pro těžbu ropy, jak zkušeným praktikům, tak i začínajícím technikům ovládajícím angličtinu nebo disponujícím odborným překladem.

Značný rozsah publikace vyplňuje pouze čtyři hlavní kapitoly. Prvé tři pojednávají zevrubně o zakládání zeměvrtných technologií – rotační, jádrové a příklepné, a to od základní definice až po podrobné zhodnocení jednotlivých parametrů, které danou metodu ovlivňují po stránce technické i ekonomické. Poslední, čtvrtá kapitola obsahuje stati z různých oborů, které vrtání do zemského povrchu nějak doplňují nebo zvyšují.

První nejrozsáhlejší kapitola věnovaná rotačnímu vrtání (rotary drilling), má jednotlivé stati zaměřené na tato specifika: typy rotačního vrtání, jeho využití v praxi, vrtná soutyčí, vrtné korunky, druhy výplachu a jeho hydraulika, zakřivení vrtu, rychlost postupu vrtání, ovládání směru při vrtání, hloubení termálních vrtů a vrtných studní, velkoprofilové vrtání šachet a další.

Druhá kapitola je zaměřena na vrtání jádrové (diamond drilling). Nejprve se autor podrobně věnuje vlastním diamantům, používaným pro osazování do vrtných korunek, pak způsobům jádrového vrtání v tvrdých horninách, dále prospekci ložisek nerostných surovin a odběru orientovaných vzorků z jádrových vrtů. Poslední dvě stati poskytují přehled současného vývoje vrtných souprav pro tento způsob vrtání a příslušných mezinárodních norem.

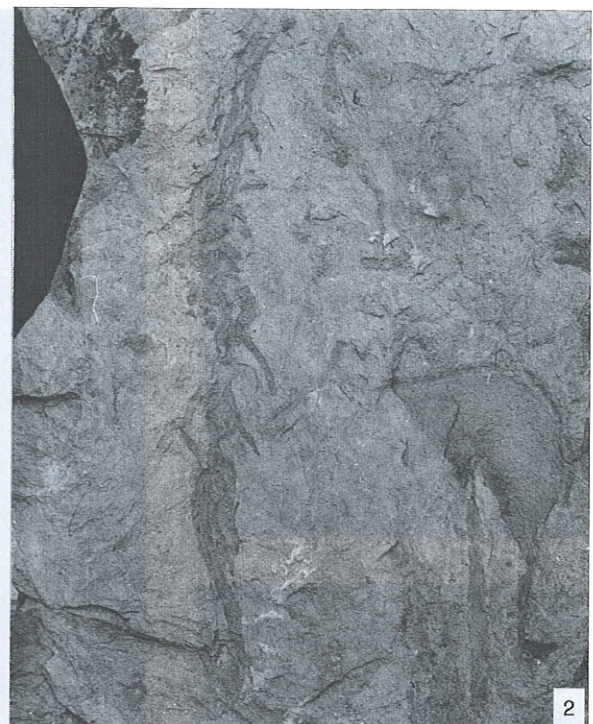
Třetí kapitola soustřeďuje pozornost na vrtání příklepné (percussive drilling). Sleduje je z hlediska způsobu vrtání, přenosu úderné síly na horninu, výplachu a odklonu od přímého směru vrtání. Poslední stat' se týká ponorných kladiv.

Čtvrtá kapitola obsahuje tyto doplňující stati: přehled geologie pro vrtné techniky, pohonné hydraulické systémy pro vrtání, laboratorní vrtný průzkum a jeho výsledky, vrtný průzkum a realizace podzemních kaveren pro skladování ropy, průběh a kontrola injekčních prací v sáňkových vrtech, zmáhání havarovaných vrtů, výhled a úkoly vrtné techniky v budoucnu, nabídka průzkumných prací, vrty pro geotechnické zkoušky in situ a odběr neporušených vzorků zemin, měření původní napjatosti a propustnosti hornin ve vrtech a další. Jedna ze statí popisuje též, jak bylo poprvé v roce 1989 použito velkoprofilového vrtu k záchraně horníků za závalem.

Publikace končí bohatým přehledem odborné literatury a indexem odborných názvů.

Josef Zajíc

R. Mikuláš: Trace fossils at the Arenig – Llanvirn boundary (Ordovician, Czech Republic) (Pl. I)

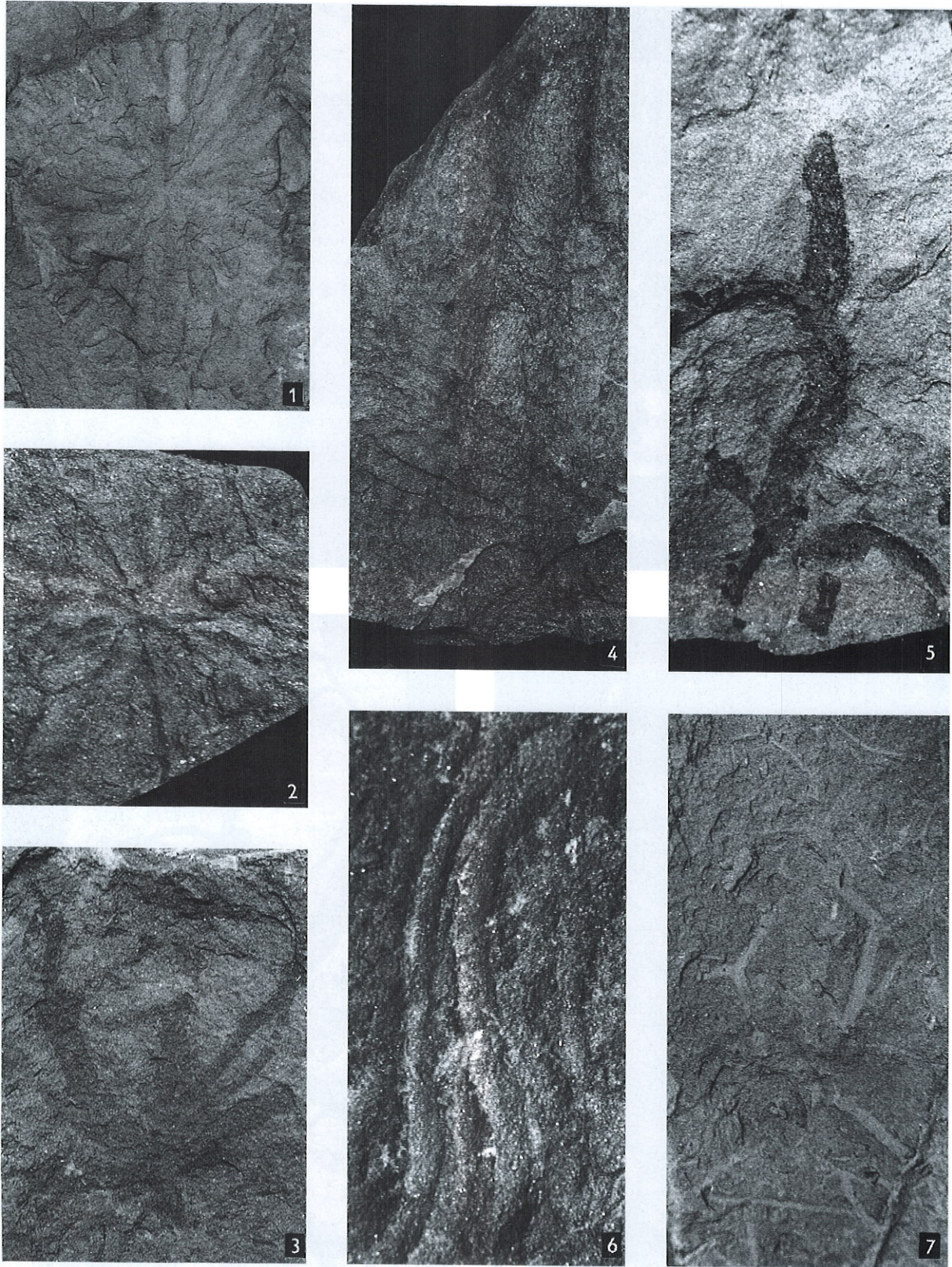


1: Intensive bioturbation (mostly *Helminthopsis* ichnosp.); I; x 0.4; I 175. 2: *Chondrites* "large form"; I; x 0.6; I 176. 3: *Helminthopsis* ichnosp.; II; x 0.35; I 177. 4: Bioturbation (*Chondrites*, *Planolites*, *Helminthopsis*); I; x 0.65; I 178

"T" before the inventory number = collection of ichnofossils in the Museum of B. Horák, Rokycany. All the finds come from the locality Drahouš (Arenig /Llanvirn). I – VI = numbers of layers corresponding to those in the text.

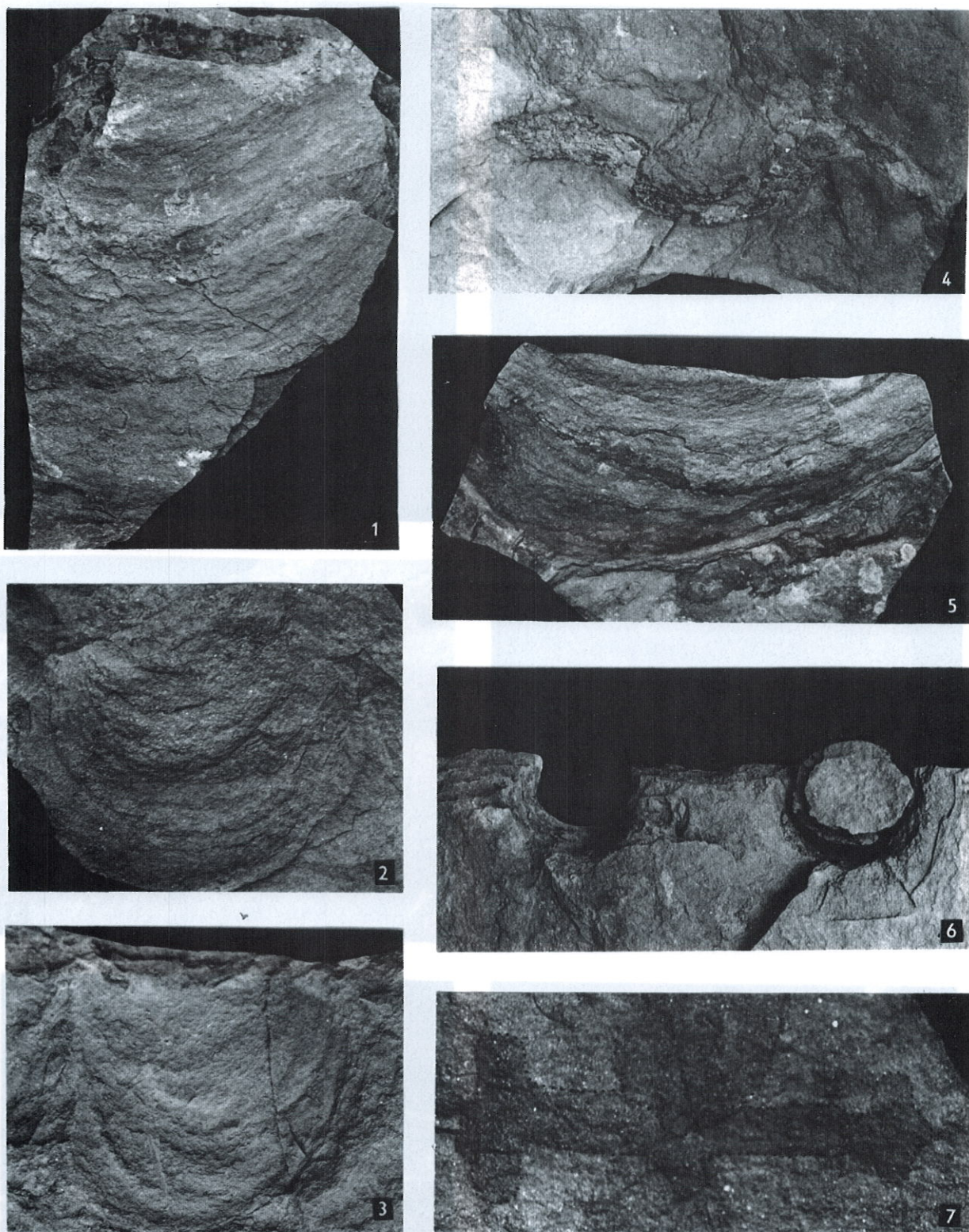
Photos by the author

R. Mikuláš: Trace fossils at the Arenig – Llanvirn boundary (Ordovician, Czech Republic) (Pl. II)



1: *Glockerichnus glockeri* (Ksiazkiewicz, 1968); II; x 0.8; I 179. 2: *Glockerichnus glockeri* (Ksiazkiewicz, 1968); IV; x 2.0; I 180. 3: *Phycodes* ichnosp.; I; x 1.3; I 181. 4: *Teichichnus rectus* Seilacher, 1955; VI; x 1.4; I 182. 5: *Chondrites* "large form"; I; x 2.2; I 183. 6: *Curvolithus* ichnosp.; VI; x 2.2; I 184. 7: *Megagraption irregulare* Ksiazkiewicz, 1968; I; x 2.3; I 185

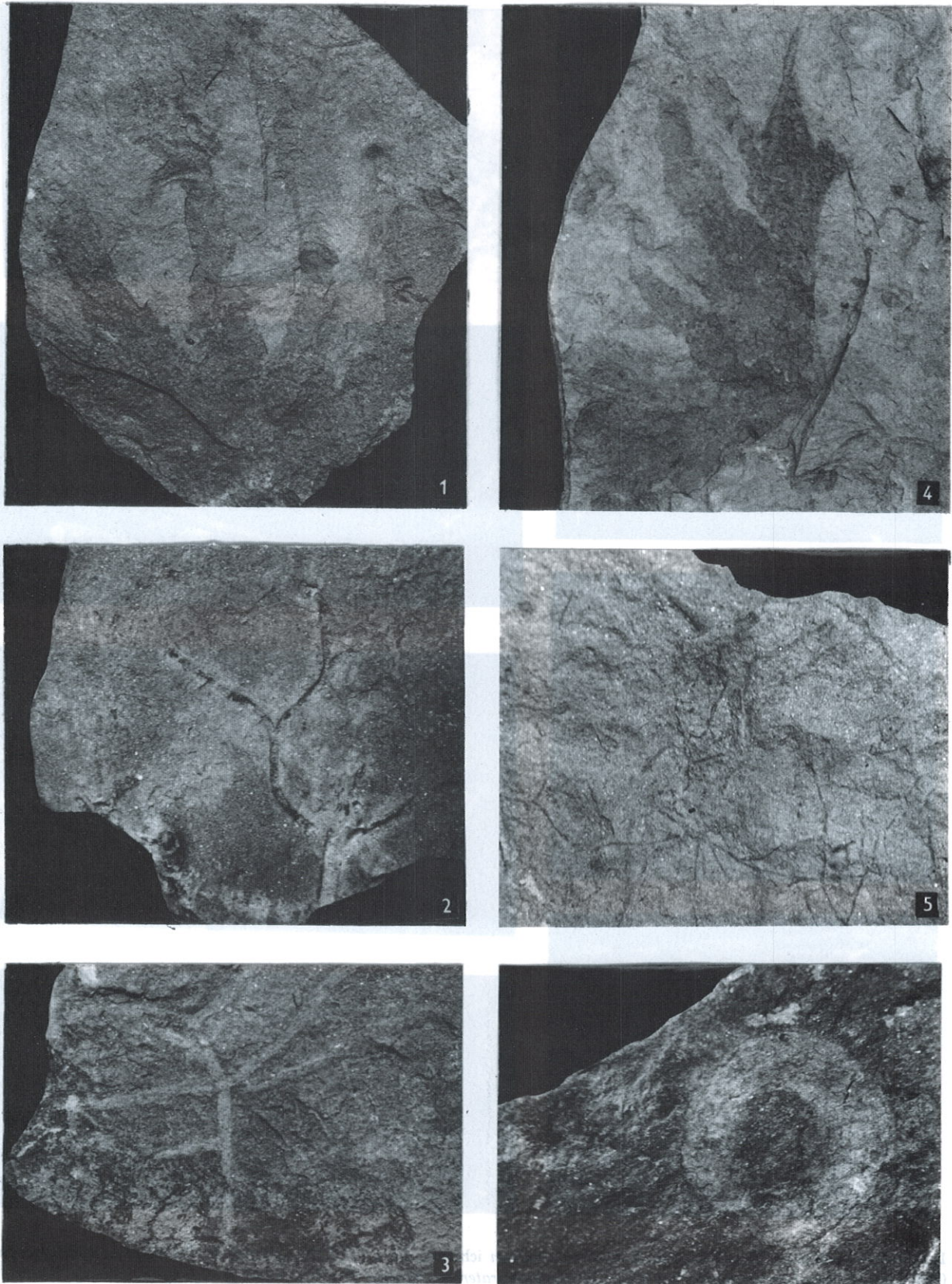
R. Mikuláš: Trace fossils at the Arenig – Llanvirn boundary (Ordovician, Czech Republic) (Pl. III)



1: *?Zoophycos* ichnosp.; VI; x 1.0; I 186. 2, 3: *Rhizocorallium* ichnosp.; VI; x 1.0; I 187 and 188. 4: *?Cochlichnus* ichnosp.; V; x 0.65; I 189. 5: *?Zoophycos* ichnosp.; V; x 0.75; I 190. 6: *Diplocraterion* ichnosp.; VI; x 0.85; I 191. 7: *?Bifungites* ichnosp.; I; x 2.6; I 192

1 - Zoophycos ichnosp.; I; x 0.75; I 186. 2: *Rhizocorallium* ichnosp.; VI; x 2.8; I 187. 3: *Rhizocorallium* ichnosp.; VI; x 1.2; I 188. 4: *?Cochlichnus* ichnosp.; V; x 0.85; I 189. 5: *Zoophycos* ichnosp.; V; x 2.3; I 190. 6: *Diplocraterion* ichnosp.; VI; x 2.3; I 191. 7: *Bifungites* ichnosp.; I; x 2.6; I 192.

R. Mikuláš: Trace fossils at the Arenig – Llanvirn boundary (Ordovician, Czech Republic) (Pl. IV)



1: *Phycodes* ichnosp.; I; x 0.75; I 193. 2: *Chondrites* "thin form"; VI; x 2.8; I 194. 3: *Chondrites* "thin form"; VI; x 1.2; I 195. 4: *Phycodes* ichnosp.; I; x 0.85; I 196. 5: *Chondrites* "thin form"; II; x 2.1; I 197. 6: ?*Spirophycus* ichnosp.; VI; x 2.2; I 198