

7. Nomenklatura fosilních stop

Fosilní stopy byly označovány různým způsobem. Bylo používáno popisných názvů (např. povrchové klikaté stopy), genetických názvů (stopy červů; *vestigia invertebratorum*), nebo označení symbolických – např. Faul (1951) vytvořil pro stopy kódy definující jejich morfologii (např. B. 1. 5.). Takovéto názvosloví má neoficiální charakter a z literatury se již prakticky vytratilo.

Nejužívanějším označováním fosilních stop, zejména paleontology, však bylo užívání klasické binomické nomenklatury, jak je užívána ve smyslu ICZN. Aplikace binomické nomenklatury na ichnofosilie byla předmětem řady návrhů a studií (Osgood 1970, Sarjeant a Kennedy 1972, Häntzschel 1975, Häntzschel a Kraus 1979, Basan 1979 aj.).

Mezinárodní kód zoologické nomenklatury ve svém posledním znění z r. 1985 přinesl konečně závazná pravidla pro pojmenování stop. O významu a použití těchto pravidel obsáhleji referuje Rindsberg (1990). Kód ICZN 1985 obsahuje následujících šest ustanovení:

1. *Biologické taxony nenáleží do synonymiky ichnotaxonů; biologické a ichnologické taxony navzájem nesoutěží o prioritu.* Toto ustanovení odráží skutečnost, že jeden ichnotaxon může mít řadu biologických původců, a naopak jeden živoch může produkovat svými různými životními činnostmi různé ichnofosilie.

2. *Není přípustná homonymie mezi jmény biotaxonů a ichnotaxonů.* Např. jméno ichnofosilie *Eione* Tate, 1859 je neplatné jakožto mladší

homonymum jména biologického taxonu *Eione* Rafinesque, 1814. Naopak je neplatné jméno trilobita *Granularia* Poletaeva, 1951, protože je mladším homonymem ichnorodu *Granularia* Pomel, 1849.

3. *Ichnotaxony mohou být převedeny mezi biotaxony, aniž ztrácejí validitu. Ichnotaxony, popsané dříve jako biotaxony, jsou validní, pokud způsob jejich popisu jinak neodporuje pravidlům.*

4. *Ichnorody nemusejí být stanoveny na základě typového ichnodruhu. Z tohoto důvodu je nutno se vrátit k používání některých ichnorodových názvů, které byly právě z důvodu absence typového ichnodruhu odmítány.*

5. *Ichnotaxony jsou platné pro fosilní stopy životní činnosti organismů, nikoliv pro recentní. Toto pravidlo má mimo jiné zabránit překotnému popisování ojedinělých, neobvyklých a náhodných recentních stop.*

6. *Validní jsou tři kategorie ichnotaxonů: ichnočeledi, ichnorody a ichnodruhy. Poslední dvě úrovně jsou obecně používány. Jiné úrovně, jako ichnosubgenus apod., nejsou závazné.*

Řadu komentářů k ichnologickým i dalším ustanovením pravidel (kódu) zoologické nomenklatury přináší české vydání z r. 1988 (Houša a Štys 1988).

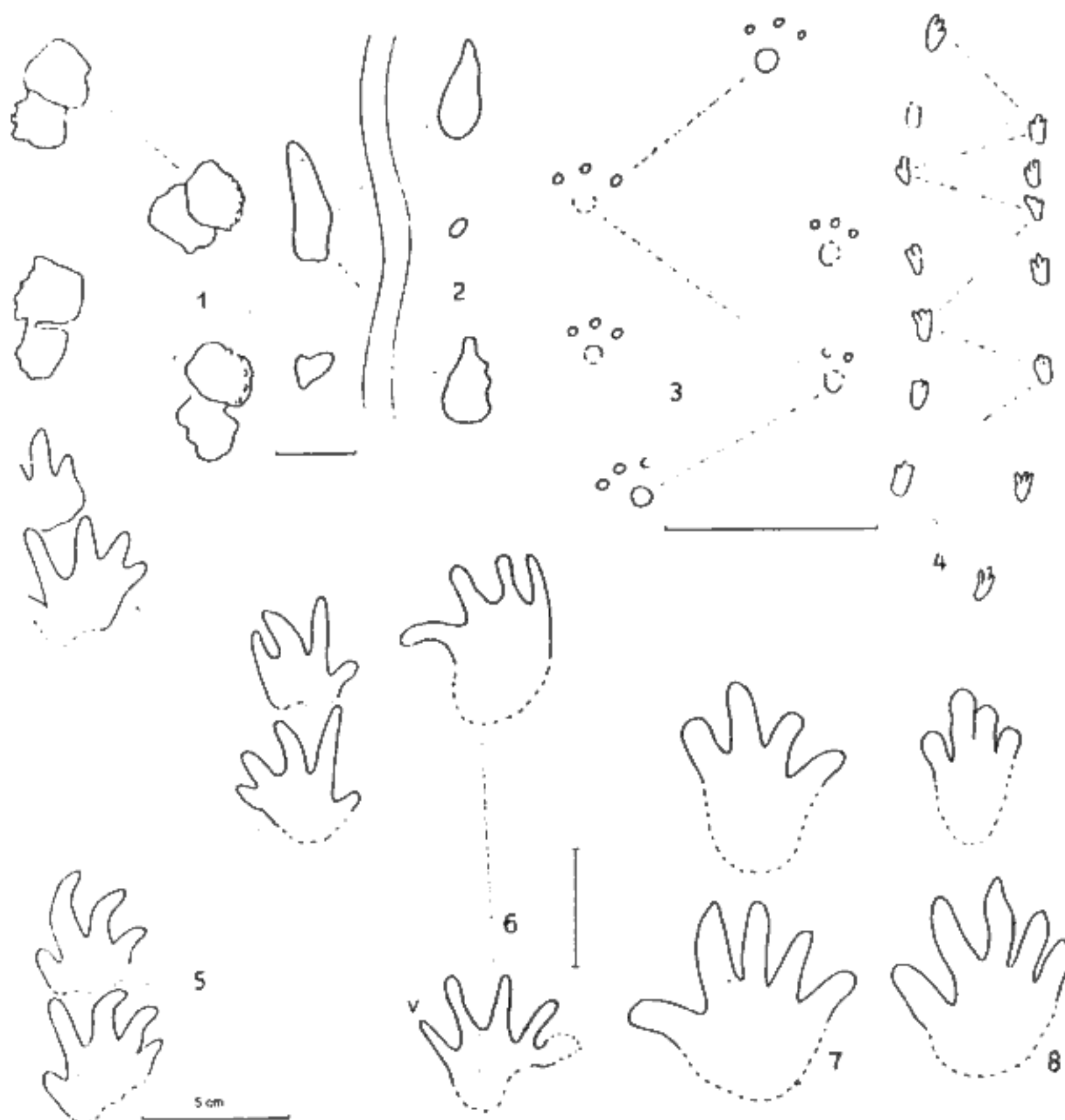
Budoucí kódy ICZN musí vyřešit ještě řadu dílčích problémů, z nichž je možno uvést status fosilních vajec, rostlinných ichnofosilií (stopy kořenových systémů) a užívání nadichnorodových systematických jednotek.

8. Stopy fosilních obratlovců

Stopy po pohybu a činnosti obratlovců nepatří v sedimentech České republiky k hojným ichnofosiliím. Vyskytují se v limnických svrchnokarbonských a permských sedimentech; popisoval je Frič (1864, 1887, 1901), Geinitz (1861), Hochstetter (1868), nověji Augusta a Pokorný (1950), Holub a Kozur (1981), Haubold (1970), Walter (1983), Turek (1988), Zajíc a Štamberg (1986) – viz kap. 9.1.2.

V jiných oblastech světa jsou však stopy po činnosti obratlovců významnější. Vyskytují se v limnických, bažinných, estuariových, deltových, plážových i mořských uloženinách. Jedná se především o fosilní šlépěje, zachované jako negativní epireliéfy nebo jako konvexní hyporeliéfy ("odlitky" patrné na spodních vrstevních plochách).

Nejstarší prokazatelné stopy suchozemských obratlovců, popsané jako *Thinopus antiquus* (Marsh, 1896), pocházejí z devonu Pennsylvánie. Stejněho stáří jsou nálezy z jižní Austrálie (Warren a Wakefield 1972). V obou případech se jedná o stopy po pohybu tetrapodů, patrně příslušníků skupiny *Ichthyostegalia*. Hojné jsou stopy z karbonských sedimentů, kde se vyskytují šlépěje a stopy po plavání ryb, stegocefalů a plazů, např. v mississippianu a pennsylvanianu států Kansas, Montana, Pennsylvánie, odkud byly popsány ichnorody *Nanopus*, *Limnopus*, *Dromopus*, *Allopus* aj. Stopy obojživelníků a plazů se vyskytují též v permokarbonu západní Evropy (Francie, Belgie, Německo), Afriky (formace Eccadwyka), Asie (Čína), Antarktidy atd. (viz obr. 21).



Obr. 21. Stopy obojživelníků a plazů ze svrchního devonu a svrchního karbonu. 1, 2 – *Ichthyostegalia* (svrch. devon); 3 – *Platytherium psammobates* (svrch. karbon); 4 – *Tridactylosaurus sander-soni* (svrch. karbon); 5 – *Hylopus hardingi* (mississippian, namur A); 6 – *Megapezia pineoi* (mississippian, namur A); 8 – *Palaeosauropus* sp. (mississippian, namur A). Podle Haubolda (1974).

V triasu jsou význačné stopy plazů označované jako *Chirotherium*. Jsou známy z Británie, Francie, Německa. Ze severoamerického triasu jsou uváděny početné šlépěje bipédních dinosaurů – vyskytují se v Coloradu ("atlantosaurové vrstvy") a v Dakotě. V Evropě patří ke klasickým nálezům stopy trpasličího dinosaura druhu *Compsognathus longipes*, jehož šlépěje byly nalezeny u Eichstättu v malmských vápencích a popsány jako *Ichnium lithographicum*.

Atraktivní stopy velkých dinosaurů jsou uváděny z jury a křídý Kanady, USA a ze západní Evropy, viz obr. 22.

Ichnologický výzkum přinesl řadu nových poznatků o ekologii, etologii, biomotorice a anatomii těchto zvířat (ze stop lze rekonstruovat chybějící osteologický materiál). Podle vyhodnocení stop považují někteří autoři (např. Ostrom a Quarryer 1972) některé dinosaury za zvířata organizovaná ve stádech; ze stop objevených v Texasu se dá usuzovat na organizaci

takového stáda. Mladí jedinci jsou uvnitř skupiny, dospělí je obklopují ze stran. Stopy patří asi třiceti jedincům. V Kanadě byly nalezeny stopy velkého býložravého sauropoda, které jsou překrývány stopami dravého teropoda, který jej patrně sledoval. Z individuálně se vyskytujících stop dravých teropodů (*Tyrannosaurus*) se dá usuzovat, že lovili nebo vyhledávali kořist jednotlivě nebo pouze v páru. Stopy dospělých jedinců okolo hnízd s vejci nebo mláďaty mohou svědčit o péči rodičů o své potomstvo. Někteří moderní autoři poukazují na schopnosti suchozemských ještěrů i plavat (Lockley a Rice 1990).

Ze stop lze usuzovat na hmotnost jejich původců, heterogenní zatížení končetin, styl chůze, rychlost pohybu, polohu ocasu při pohybu atd. U velkých sauropodů se podle výsledků ichnologického výzkumu předpokládá, že zadní končetiny nesly asi 60–70 % celkové hmotnosti těla. Rozchod levé a pravé končetiny byl poměrně úzký, kolébavá chůze připomínala chůzi dnešních slonů. Zajímavé je, že mezi stopami

Obr. 22. Stopy dinosaurů ze spodní křídý. 1 – 3: *Iguanodon*; 4 – *Bückerburgichnus maximus*; 5 – *Metatetrapodus valdensis*. Podle Haubolda (1974).

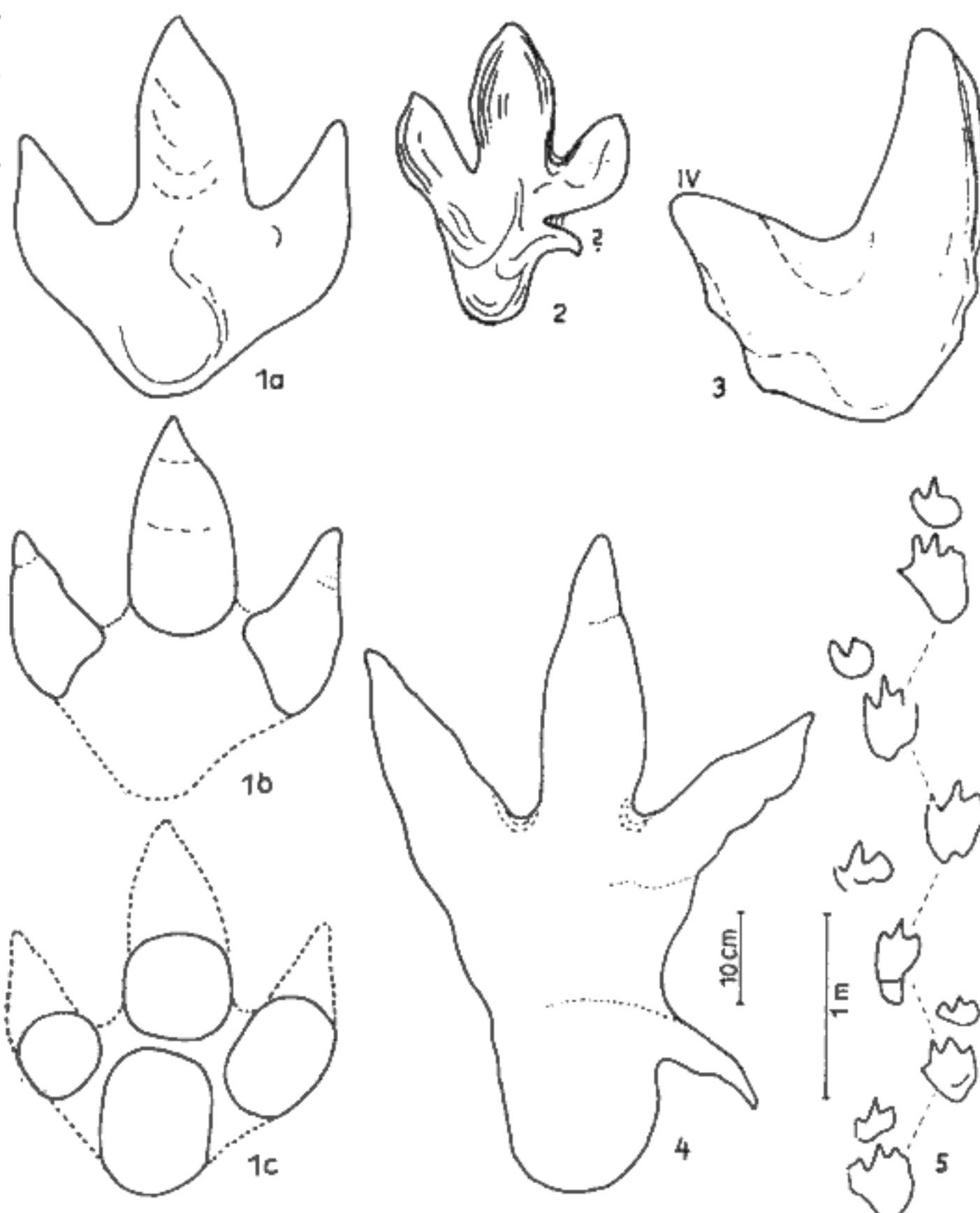
končetin většinou chybí stopy po vlečeném ocasu (obr. 23 a 24). Lze tedy usuzovat, že ocas byl za pohybu nesen nad zemí, které se dotýkal pouze v době mimo pohyb, např. při přijímání potravy, v obranném postavení – dokazují to např. polokruhově rozmístěné stopy triceratopsů a proti nim šlépěje dravého veleještěra, které se potom obracejí, aniž by došlo k útoku.

Z hloubky stop (spolu s mechanickými vlastnostmi substrátu) lze rekonstruovat hmotnost i blíže neznámého původce (např. *Chirotherium*). U velkých sauropodů vychází hmotnost na 20 000–40 000 kg (ichnologické výpočty jsou v tomto případě v korelaci s výpočtem anatomickým). Stopy pomáhají určit i rychlost pohybu jejich producentů – u exemplářů o hmotnosti kolem 20 000 kg vychází rychlost chůze na 3 km/h, rychlost jedinců s vyšší hmotností byla patrně vyšší (dáno větší délkou kroků).

Z dalších skupin plazů byly nalezeny stopy želv – jedná se o unikátní nálezy ze svrchní křídý Colorada (ichnorod *Walteria*), známé jsou též stopy krokodýlů, ještěrek, varanů, snad i hadů.

V křídových sedimentech se poprvé objevují stopy ptáků – avipedia. Stopy křídových ptáků známe ze svrchní křídý Kansasu a Colorada – ichnorody *Ignotornis*, *Ichthyornichnus*. Ptačí stopy jsou však nejhojnější v terciéru – zejména v Evropě (Francie, Itálie, Španělsko, Maďarsko, viz Abel 1935, Kordos 1983 aj.).

Nejstarší stopy savců pocházejí z paleogénu. Nejvýznamnější jsou ale savčí stopy z neogénu, zejména z miocénu. Abel (1935), Kordos (1983) uvádějí příklad velké koncentrace stop savců (ale i ptáků) z limnických spodnomiocenních pískovců od Ipolytarnócu v Maďarsku (obr. 25–27). K břehům miocenního jezera se přicházelo napájet množství zvířat, která zde v jílovito-písčících horninách zanechala velké množství dokonale zachovalých stop. Jedná se



o šlépěje ptáků, chobotnatců, nosorožců, kopytnatců, šelem (*Avipedia*, *Carnivoripedia*, *Perrissodactipedia*, *Megapecoripedia* apod.). Stopy neogenních savců jsou popisovány z mnoha dalších oblastí celého světa.

Stopy kvartérních obratlovců, zejména savců, pocházejí z jeskynních sedimentů. V Rakousku byly nalezeny šlépěje jeskynních medvědů, hyen apod. (např. Zapfe 1939). Z Francie jsou uváděny stopy medvědů, jeskynního lva.

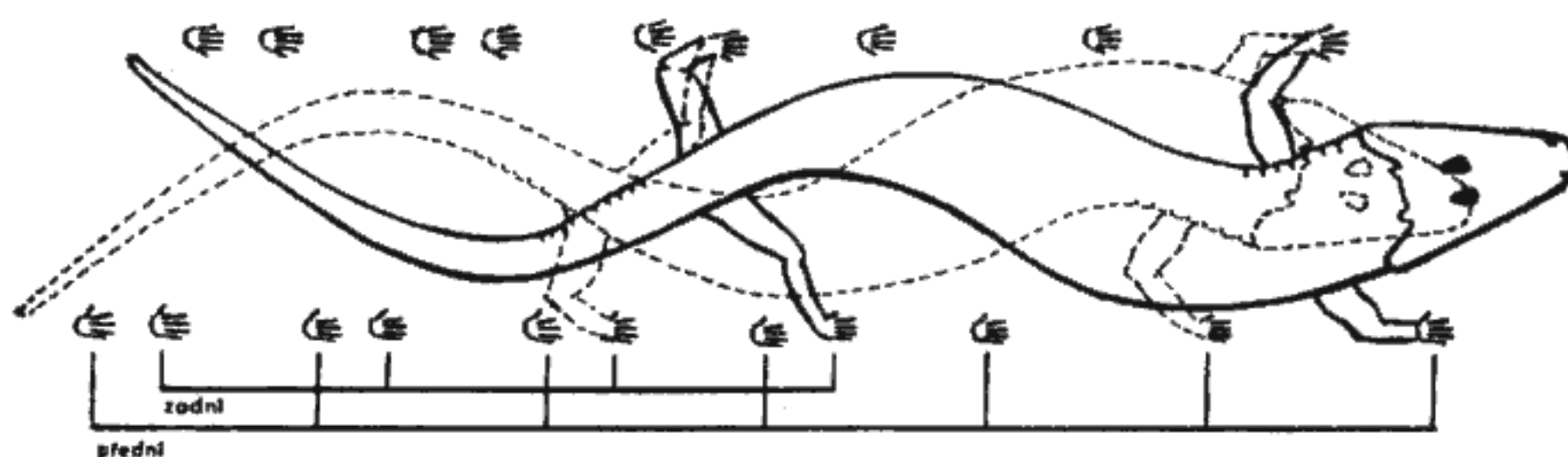
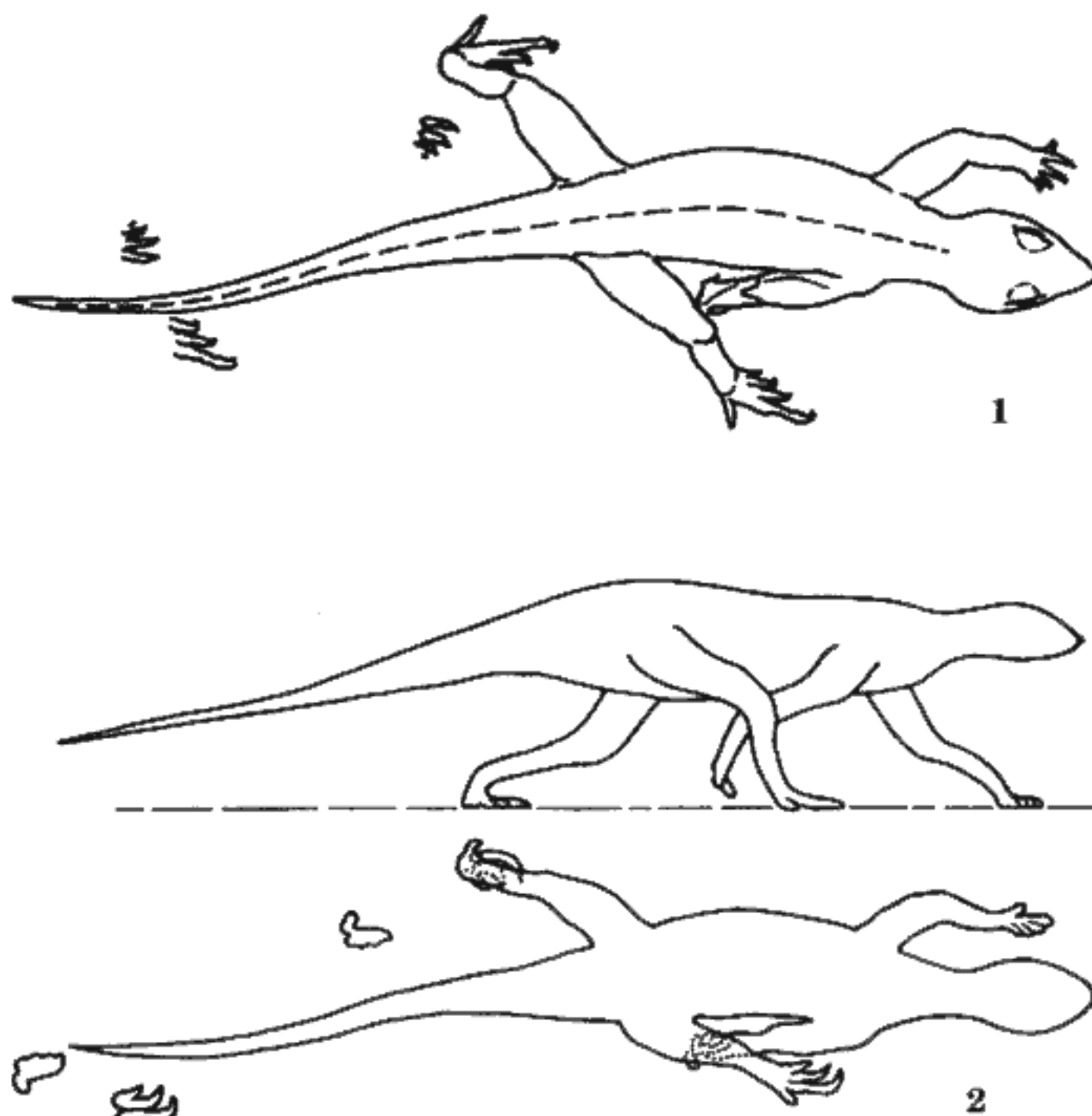
Fosilní stopy předků člověka byly nalezeny ve východní Africe (Laetoli, stáří okolo 3 mil. let, Thurzo 1995). Jedná se o stopy australopitéků. Dokonale zachovalé otisky chodidla neandertálce (würm) pocházejí z jeskyně Grotta di Basura v severní Itálii (Jelínek 1972). Z paleolitických nalezišť ve Francii (jeskyně Combraret, Pech-Merle, magdalénien, 15 000 – 10 000 let př.n.l.) jsou popsány překrásně zachovalé otisky lidských rukou a nohou, zachované i s papilárními liniemi.

Obr. 23. Rekonstrukce plaza podle šlépějí.
1. *Rhynchosauroides hyperbates* (svrch. trias); 2 – *Rhynchosauroides bornemanni* (sp. trias). Podle Haubolda (1974).

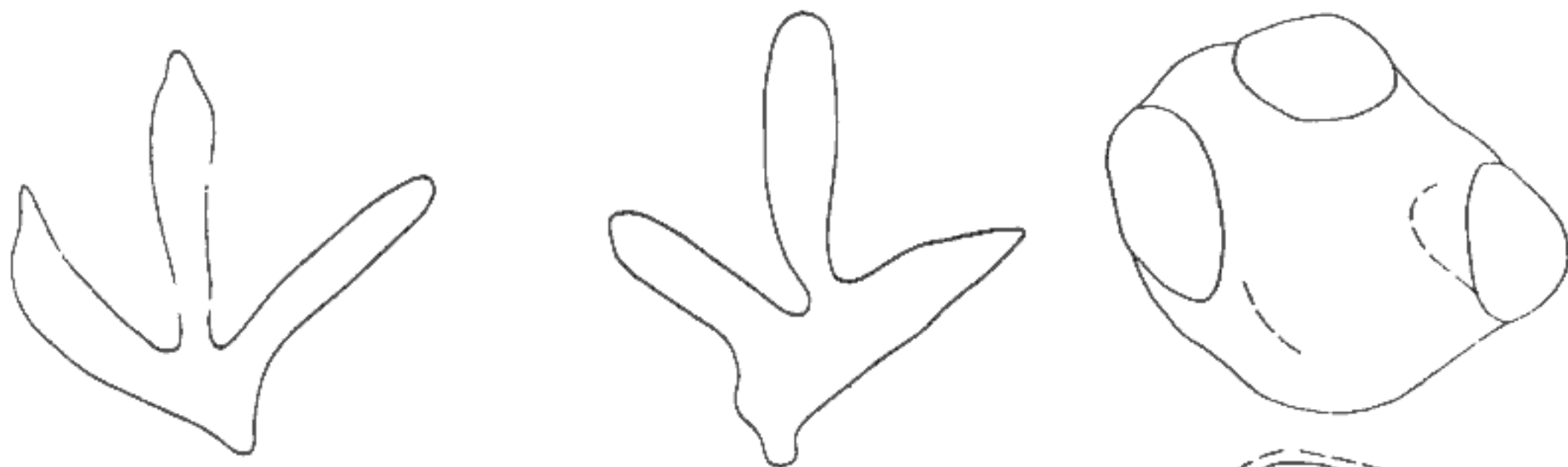
Kromě šlépějí jsou významnou skupinou stop obratlovců stopy po plavání (natichnia). Mezi nejznámější patří stopy ryb a želv(?) ze svrchnojurských (malm-ských) vápnitých břidlic od Solnhofenu a Eichstättu v Německu. Vynikajícím příkladem jsou též stopy ryb a obojživelníků z lokality Ovčín u Radnic v českém limnickém karbonu (Turek 1988). Mechanismus vzniku těchto stop je takový, že jsou vytvořeny buď přímým kontaktem zvířete (ploutví, končetin) s povrchem dna, nebo je nekoherentní sediment zvířem trubulencí, vyvolanou pohybem zvířete těsně nad povrchem dna.

Zajímavé stopy ryb popsal Plička (1982) jako *Belonidopsis-ichnium carpathicum* z eocénu magurského flyše vnějších Karpat. Jedná se o okrouhlé vpichy do původně písčitého dna, způsobené snad zobákovitými čelistmi ryb z čeledi *Belonidae* (obr. 28). Je-li Pličkova interpretace správná, jednalo by se o potravní stopy (fodinichnia).

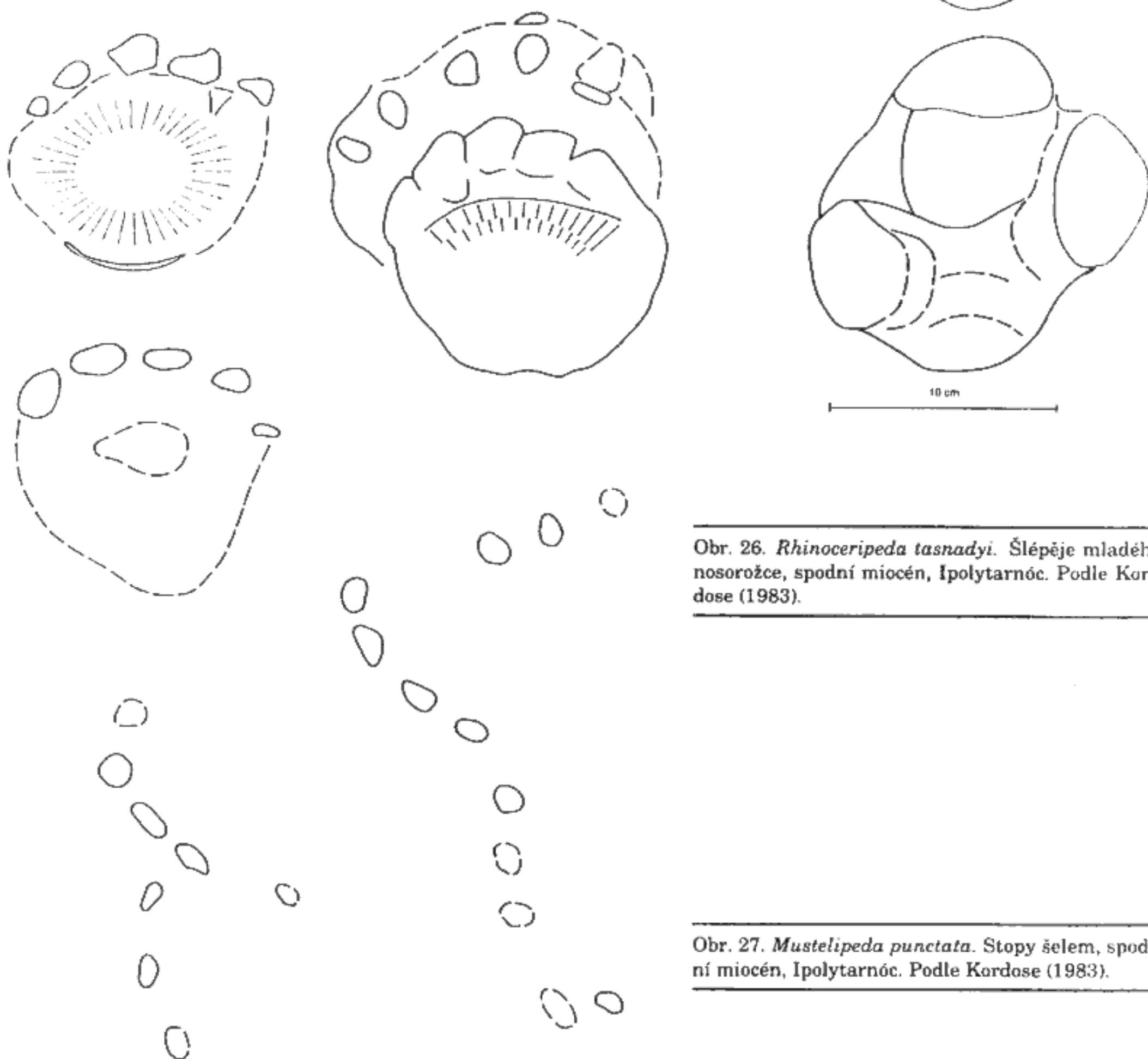
Za samostatnou zmínku stojí i nálezy fosilních doupat, analogická norám dnešních drobných obratlovců. Četné příklady z miocénu a pliocénu USA uvádí Voorhies (1975), viz obr. 29.



Obr. 24. Podle tvaru a rozmístění šlépějí lze přibližně rekonstruovat tvar jejich původce a způsob jeho pohybu. Stopy plaza z plážových sedimentů německého spodního triasu. Podle Pauka a Boučka 1973.

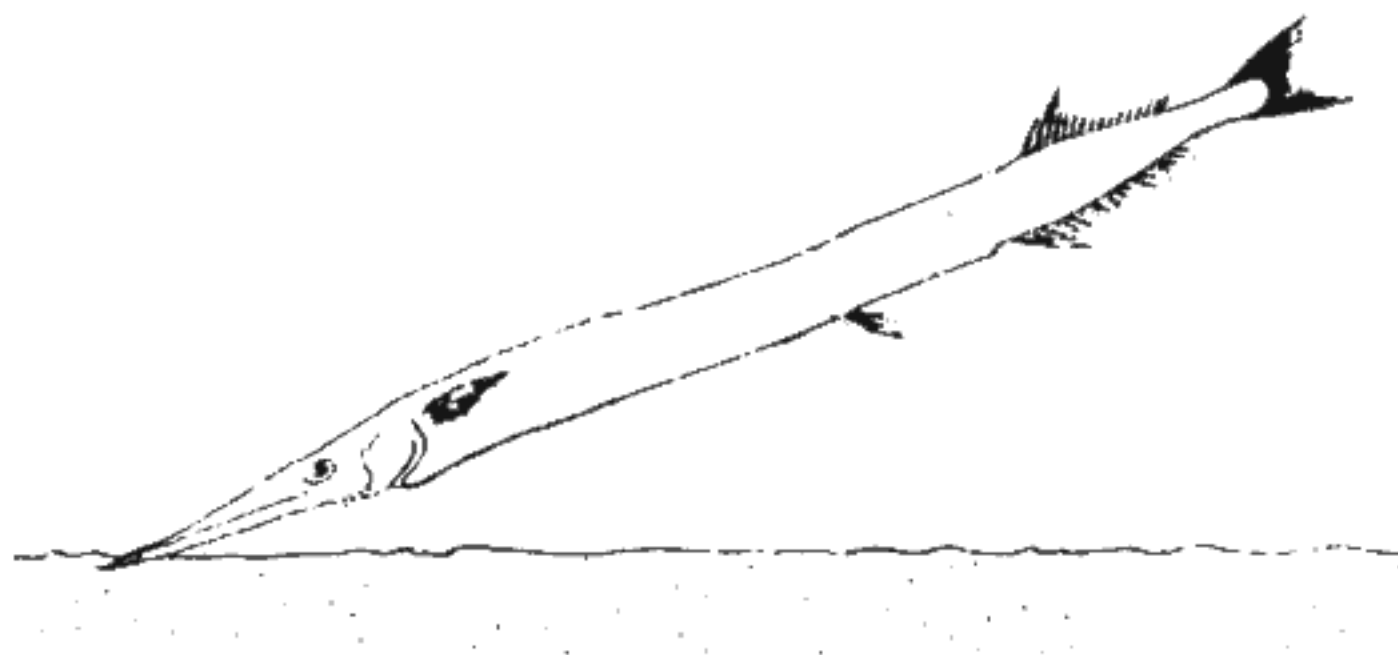


Obr. 25. *Tetraornithopedia tasnadii*. Stopy ptáků, miocén, Ipolytarnóc. Podle Kordose (1983).

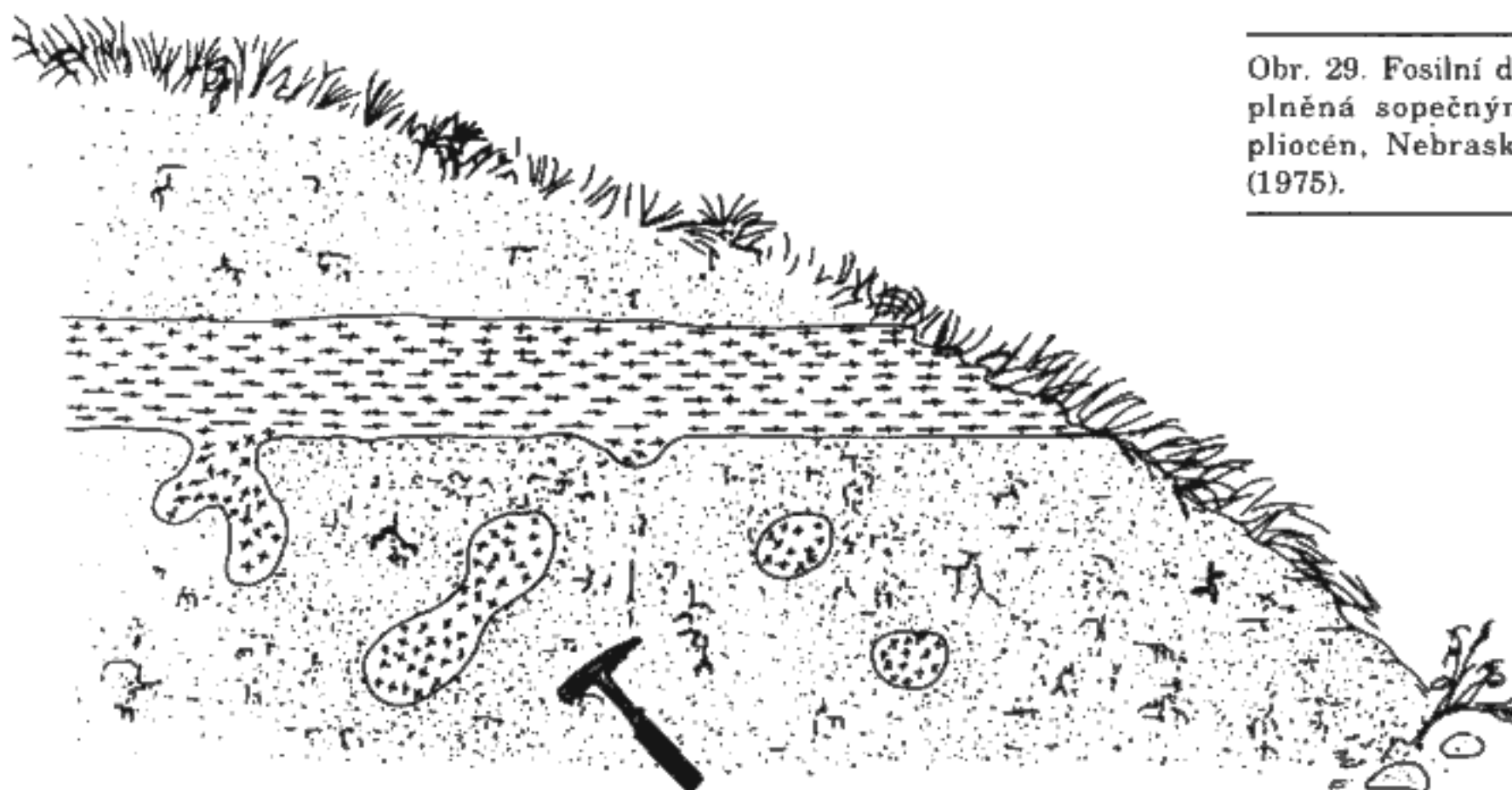


Obr. 26. *Rhinoceripeda tasnadyi*. Šlápěje mladého nosorožce, spodní miocén, Ipolytarnóc. Podle Kordose (1983).

Obr. 27. *Mustelipeda punctata*. Stopy šelem, spodní miocén, Ipolytarnóc. Podle Kordose (1983).



Obr. 28. *Belonidopsisichnium carpathicum* – okrouhlé vpichy do písčitého dna (eocén magurského flyše) mohly být způsobeny zobákovitým čelistmi ryb z čeledi *Belonidae*. Podle Pličky (1982).



Obr. 29. Fosilní doupata hlodavců vyplněná sopečným popelem. Spodní pliocén, Nebraska. Podle Voorhies (1975).

8.1. Systematika stop obratlovců

Na rozdíl od stop bezobratlých se u stop obratlovců uplatnila klasifikace založená na systematické příslušnosti původce, v úplnosti publikovaná Vjalovem (1966) a převzatá např. Sarjeantem (1975). Její schéma je následující:

Amphibipedia

Řád (ichnoorder) *Labyrinthopieda*

Řád *Caudipieda*

Podřád (subichnoorder) *Salamandripedoidei*

Reptilipedia

Nadřád (superichnoorder) *Theromorphipedi*

Řád *Therapsidipieda*

Nadřád *Cotylosauripedi*

Řád *Procolophonipieda*

Nadřád *Chelonomorphipedi*

Řád *Testudipieda*

Nadřád *Lepidosauripedi*

Řád *Rhynchocephalipieda*

Řád *Lacertipieda*

Řád *Sauropterygipieda*

Řád *Pterosauripieda*

Řád *Saurischipieda*

Podřád (subichnoorder) *Coelurosauripedoidei*

Řád *Ornithischipieda*

Podřád *Ornithopedoidei*

Řád *Thecodontipieda*

Podřád *Pseudosuchipedoidei*

Podřád *Parasuchipedoidei*

Mammalipieda

Řád *Carnivoripieda*

Řád *Perissodactipieda*

Řád *Artiodactipieda*

Podřád *Pecoripedoidei*

Avipedia