ISSN 1211–8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
CVII (2022): 2, 255–267, 2022

VÝJIMEČNÝ FOSILNÍ ZÁZNAM STŘEDNOMIOCENNÍCH SAVCŮ Z LOKALITY CZUJANOVA PÍSKOVNA (MIKULOV, ČESKÁ REPUBLIKA)

EXCEPTIONAL FOSSIL RECORD OF THE MIDDLE MIOCENE MAMMALS FROM THE CZUJAN'S SANDPIT (MIKULOV, CZECH REPUBLIC)

JAKUB BŘEZINA

Abstract

Březina, J., 2022: Výjimečný fosilní záznam střednomiocenních savců z lokality Czujanova pískovna (Mikulov, Česká republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 107, 2, 255–267 (with English summary).

Exceptional fossil record of the middle miocene mammals from the Czujan's sandpit (Mikulov, Czech Republic)

Czujan's sandpit (Mikulov=Nikolsburg, Czech Republic) was an important fossil site of middle Miocene mammals and reptiles, whose remains were found in several sedimentary infills throughout the whole existence of the sandpit. The fossil record from Czujan's sandpit is unique in particular due to the abundance of rare species – i.e. the mammutid *Zygolophodon turicensis* and the bovid *Tethytragus stehlini*. The high-quality preservation allows the study of bones in great anatomical detail, but due to the absence of field documentation, the number and completeness of the skeletons were still unknown. In this work, 397 remains found in 1930s–1970s, stored in several scientific institutions and one private collection, were studied. By comparing of the date of finding, the identical type of fossilization, and the corresponding morphology and size, at least 61 individuals of mammals were recognized. The most complete species is *Zygolophodon turicensis* (30 %), represented by at least 24 individuals of different ages and sexes (recognized 7 females and 3 males by the epiphyseal fusion vs. size). It is followed by *Brachypotherium brachypus* (21 %) with at least 6 adult individuals, *Tethytragus stehlini* (15 %) with a minimum of 14 adult individuals, and then *Hoploaceratherium* sp. (12 %), *Gomphotherium angustidens* (7 %), Palaeomerycidae indet. (7 %) and *Heteroprox larteti* (3 %) each with MNI = 3. Conversely, the taxa *Anchitherium* sp., *Amphicyon* cf. *major*, *Prodeinotherium* cf. *bavaricum*, cf. *Retroporcus matritensis* with only 1–3 skeletal elements represent at least one individual for each of them. These results represent the first comprehensive overview on the quality of the fossil record of the middle Miocene mammals from the Czujan's sandpit site, which will be especially important for subsequent studies focused on individual species. The relatively high anatomical completeness (30 %) of *Z. turicensis* (including almost complete permanent and deciduous dentition, tusks, and a large part of the postcranial skeleton), which represents the skeletons of several males and females of different ages, shifts Czujan's sandpit among the most important localities of this species worldwide.

Key words: Czujan's sandpit, Mikulov, Nikolsburg, Miocene, *Mammutidae, Zygolophodon, Tethytragus.*

Jakub Březina, Department of Geology and Paleontology, Moravian Museum, Zelný trh 6, 659 37 Brno, Czech Republic; e-mail: jbrezina@mzm.cz

1. ÚVOD

Czujanova pískovna představuje významné naleziště střednomiocenních savců a plazů ve vídeňské pánvi. Tato dnes již zaniklá pískovna byla přístupná po dobu přibližně 40 let, kdy poskytla stovky kostí a zubů desítek jedinců suchozemských obratlovců, které byly nacházeny ve štěrkovitých písících, jež představují sedimenty v rámci divočící delty (Březina *et al.* 2021). Všechny zde nalezené pozůstatky patří zástupcům skupin Proboscidea, Rhinocerotidae, Chalicotheriidae, Equidae, Palaeomerycidae, Cervidae, Bovidae, Suidae, Amphicyonidae a Testudines (Jüttner 1938, Thenius 1951, Holec 1985, Seitl 1985, Březina *et al.* 2021). Fosilní záznam této lokality je unikátní zejména výskytem jinde vzácných druhů jako je cf. *Retroporcus matritensis* (Suidae), *Testudo kalkburgensis* (Testudines), *Tethytragus stehlini* (Bovidae) a *Zygolophodon turicensis* (Mammutidae), přičemž pozůstatky druhů *Z. turicensis* a *T. stehlini* jsou zde dokonce výrazně četnější než pozůstatky ostatních druhů (Březina *et al.* 2021).

Díky dobrému zachování (mineralizaci) kostí s minimálním opotřebením před depozicí je možné studovat kosti ve značných anatomických detailech, což zvyšuje význam materiálu pro paleontologické studium. Nicméně výpovědní hodnota osteologického materiálu je vyšší, pokud pochází z celých skeletů nebo jejich částí. Dosud byl minimální počet jedinců počítaný podle jednotlivých kosterních elementů, bez ohledu na jejich možnou vzájemnou vazbu k jedné kostře (jednomu jedinci). Bohužel se nedochovala žádná terénní dokumentace ze sporadických výzkumů (na lokalitě probíhaly v 50. letech 20. století), která by objasňovala, jaké elementy patří jednomu skeletu. V případě Czujanovy pískovny jsme tak omezeni pouze na samotný materiál a dodatečné informace (datum nálezu, výjimečně další okolnosti nálezu), které jsou často uvedeny přímo na kostech. Právě komplexní porovnání kostí se stejným datem, stejnou fosilizací a odpovídající velikostí v rámci jednotlivých druhů umožnilo vyčlenit soubory kostí odpovídající jednotlivým jedincům. Tyto výsledky dovolily odhalit individuální a celkovou kompletnost jednotlivých druhů nalezených v pískovně a četnost jejich nálezů v průběhu těžby a jsou tak důležitým podkladem pro navazující studie zaměřené na zpracování vybraných druhů.

2. GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉ LOKALITY A JEJÍ STÁŘÍ

Czujanova pískovna (také zmiňována jako Furstenälle, Fürstenwegfeld, Teichäcker nebo Na Rybníkách), ležela 2 km východně od města Mikulov (obr. 1). Pískovna existovala od 30. do 70. let 20. století a od 80. let je zavezena odpadem, zarovnána, revitalizována a dnes na jejím místě stojí vinice (Březina 2019).

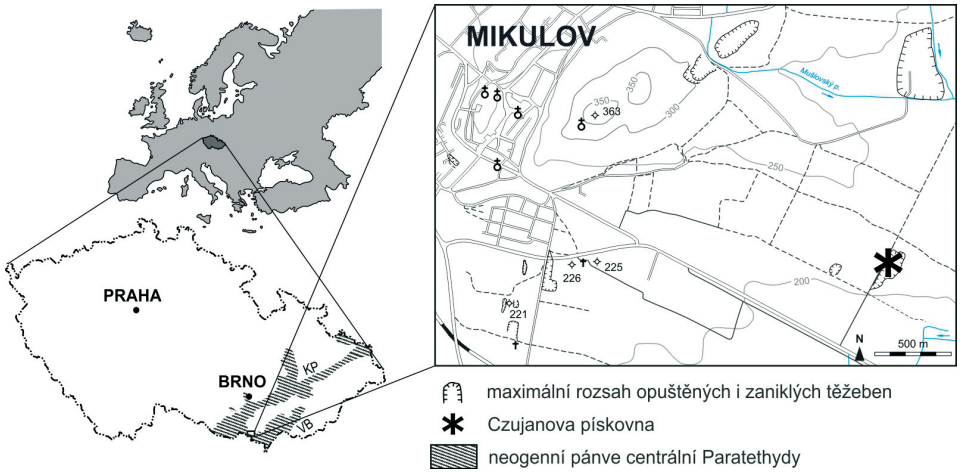
Geologicky je naleziště situováno v severozápadním okraji vídeňské pánve v těsné blízkosti jihovýchodní části karpatské předhlubně. Nejstarší neogenní uloženiny v oblasti Mikulova jsou spodnobadenské mořské jíly (lanžhotské vrstvy), které leží na mesozoickém a paleogenním flyšovém podloží ždánické jednotky (Stráník *et al.* 1999). Na konci spodního badenu však vlivem badenské salinitní krize (see Hohenegger *et al.* 2014) skončila sedimentace v jižní části karpatské předhlubně na Moravě. Badenská sedimentace pokračovala pouze ve vídeňské pánvi, kde ji reprezentují svrchnobadenské mořské jíly, písky a vápence hrušeckého souvrství (Stráník *et al.* 1999). Na badenské jíly a flyšové podloží jižně od Mikulova pak nasedají svrchnomiocenní sedimenty. Jedná se o silty a písky odpovídající bzeneckému souvrství (spodní – střední pannon), často diskordantně překryté mladšími valtickými štěrky a písky (nejvyšší pannon – pont), které definitivně ukončují neogenní sedimentaci v okolí Mikulova (Čtyroký 1989, 1999; Čtyroký *et al.* 1990; Březina 2019).

Svrchnomiocenní sedimenty jižně od Mikulova jsou známé nálezy fosilních savců již od 19. století (e.g. Hörnes 1848, Alth 1850, Abel, 1910, Jüttner 1938, Jüttner 1939, Čtyroký, 1989; Čtyroký *et al.*, 1990). Fosiliferní písky a štěrky Czujanovy pískovny jsou

však starší a odpovídají nejvyšší (střednomiocenní, svrchnobadenské) části hrušeckého souvrství (Březina 2019, Březina *et al.* 2021). Petrograficky se jedná o bílé až světle šedé nebo žluté až rezavé písky a štěrky tvořené hlavně křemenem, kvarcitem a živcem, vzácněji pak granitem, rohovcem, slídou, slepencem a jíly s častými valouny o velikosti kolem 1 cm a místy s eolizovanými křemeny do 5 cm (Jüttner 1939, Patočková 1966, Seitl 1985). Tyto 10–20 m mocné šikmo zvrstvené štěrkovité písky byly interpretovány jako výplně distribučních kanálů nebo úsťových valů divočící delty, která proudila z karpatské předhlubně do vídeňské pánve (Březina *et al.* 2021).

Dekády těžby v Czujanově pískovně poskytly poměrně bohaté a relativně diverzifikované společenstvo terestrických obratlovců, jejichž pozůstatky byly vertikálně roztroušené v profilech (Jüttner 1938, Thenius 1951, Holec 1985, Seitl 1985, Březina *et al.* 2021). Jedná se o dobře zachované zuby, kraniální a postkraniální elementy většinou patřící chobotnatcům, nosorožcům, bovidům a želvám, spíše ojedinělé jsou pozůstatky palaeomerycidů, cervidů, prasatovitých, chalikotérií, koňovitých a šelem (pro více informací viz Březina *et al.* 2021).

Řada autorů (např. Musil 1956, Thenius 1951, 1959, Seitl 1985) přejala sarmatské stáří pro sedimenty odkryté v Czujanově pískovně od Jüttnera (1939), který však toto stáří odhadl pouze na základě petrografické podobnosti s písky obsahujícími sarmatské měkkýše na vrchu Chrastiny nedaleko Valtic. Později, během geologického mapování oblasti byly na základě foraminifer tyto šikmě zvrstvené štěrkovité písky interpretovány jako starší, svrchnobadenské (Buday *et al.* 1964). Toto stáří bylo později potvrzeno srovnáním nadmořské pozice Czujanovy pískovny s pozicí svrchnobadenských sedimentů v blízkém hlubinném vrtu Nové Mlýny 2, které ve stejné nadmořské úrovni spadají do tzv. rotaliové zóny svrchního badenu (Čtyroký 1989; Čtyroký *et al.*, 1990; Fejfar 1990; Březina *et al.* 2021). Svrchnobadenskému stáří také odpovídá složení savčího společenstva. V souladu s posledním výskytem druhu *Prodeinotherium bavaricum* ve střední Evropě bylo stáří fauny korelováno s horní hranicí savčí zóny MN6 a začátkem MN7+8 (Březina *et al.* 2021).



Obr. 1. Lokace Czujanovy pískovny (KP – karpatská předhlubeň, VB – vídeňská pánev).
Fig. 1. Location of Czujan's sandpit (KP – Carpathian Foredeep Basin, VB – Vienna Basin).

3. MATERIÁL A METODIKA

Studovaný materiál z lokality Czujanova pískovna je uložen v Moravském zemském muzeu (MZM), Regionálním muzeu v Mikulově (RMM), Paleontologických sbírkách Ústavu geologických věd Masarykovy univerzity (ÚGVMU) a Paleontologických sbírkách Vídeňské univerzity (IPUW). Největší množství materiálu je uloženo v MZM, kde byly fosilní pozůstatky roztříděny, determinovány, restaurovány a lepeny autorem práce v letech 2012–2014. V této práci bylo studováno 397 ks, z tohoto 367 ks je uloženo v MZM, 23 ks v IPUW, 5 ks v RMM, 1 ks v ÚGVMU a 1 ks pochází ze soukromé sbírky Václava Šálka.

Minimální počet jedinců (MNI) je součtem hypotetických jedinců, které reprezentují buď více či méně ojedinělé kosterní elementy, nebo neúplné kostry. Elementy postkraniálního skeletu byly hypotetickému jedinci přiřazeny podle odpovídajícího data nálezu (obvykle napsaný přímo na kosti), typu fosilizace, odpovídající velikosti a morfologie. V případě elefantimorfních chobotnatců (*Zygolophodon turicensis* a *Gomphotherium angustidens*) byla aplikována metodika skousání zubů, která umožňuje poměrně přesně určit věk zvířete pomocí jedinečného horizontálního způsobu výměny zubů u všech elefantimorfů (Tassy 1996, 2013). V případě elefantimorfních chobotnatců byl také zohledněn srůst epifýz. Věkové kategorie jsou pak odvozeny od současných slonů afrických, podle nástupu v pořadí stejného zubu do funkce (viz Haynes 2017). Jelikož srůst epifýz je u samců slonů výrazně zpožděn oproti samicím (Haynes 2017), bylo možné u řady hypotetických jedinců určit i pohlaví. Zároveň také sloužil srůst epifýz a věk podle stupně skousání zubů k ověření správnosti zařazení souboru kosterních elementů k jednomu jedinci.

Výpočet procentuální kompletnosti je v této práci vyjádřen jako kompletnost kostry z hlediska anatomických znaků daného druhu (tzn. párové kosti a zuby jsou počítány jako jeden element). Tato anatomická kompletnost byla řešena jednak jednotlivě u všech hypotetických jedinců daného druhu (tab. 1) a jednak jako celková kompletnost druhu daná přítomností různých kosterních elementů, z nichž určité kosti a zuby byly přítomny jen u jednoho z jedinců. Ke zjištění rozsahu těžby v Czujanově pískovně byly využity archivní letecké snímky z let 1938, 1953, 1957, 1963 a 1968 (ČÚZK 2022).

4. VÝSLEDKY

Zachování kostí

Zachování kostí a zubů z Czujanovy pískovny je v porovnání s jinými neogenními lokalitami poměrně specifické (Březina 2019). Pro všechny kosti platí zbarvení od šedé do tmavě hnědé, velmi silná mineralizace (což kostem dodává velkou tvrdost a zároveň křehkost, kde do spongiózy většinou není možno rýpat nehtem), zvětrávání kompakty probíhá odlupováním po vrstvách, povrch kompakty i kloubních hlavic je vždy světlejší než vnitřní část kosti, někdy s drobnými rezavohnědými skvrnami a vzácně se vyskytujícími dendrity (obvykle v rozměrech do 1 mm). Sklovina všech zubů z lokality Czujanova pískovna je obvykle zelenavá nebo hnědá a vždy je tmavší než dentin. V rámci této obecné charakteristiky je však možné sledovat i dílčí typy, které v některých případech přecházejí jeden do druhého v rámci jedné kosti.

Celkově bylo identifikováno 7 dílčích typů zachování (obr. 2): I) Vyskytuje se u nálezů z meziválečné doby (30. a 40. léta 20. století) a je charakteristický silně mineralizovanými, šedě zbarvenými kostmi, které jsou na povrchu často pokryty bílými a vzácněji rezavými skvrnami; II) Je nejčastější typ, najdeme ho zejména u nálezů z druhé poloviny 50. let a první poloviny 60. let; Typ II je charakteristický pevnými kostmi hnědé až béžové barvy s povrchem, vylouženým do běla, béžova nebo s nádechem do zelena; III) Je podobný typu II, je ale vzácnější (z 50. až 60. let) a liší se zelenavým povrchem kostí, který je téměř vždy pokryt tenkou vrstvou černých minerálů nebo dendrity. Kosti typu III jsou pevnější, méně mineralizované a nejsou proto tak křehké; IV) Je charakteristický silně mineralizovanými, tmavě hnědými kostmi, které mají hladký povrch, ale jsou vždy deformované praskli-

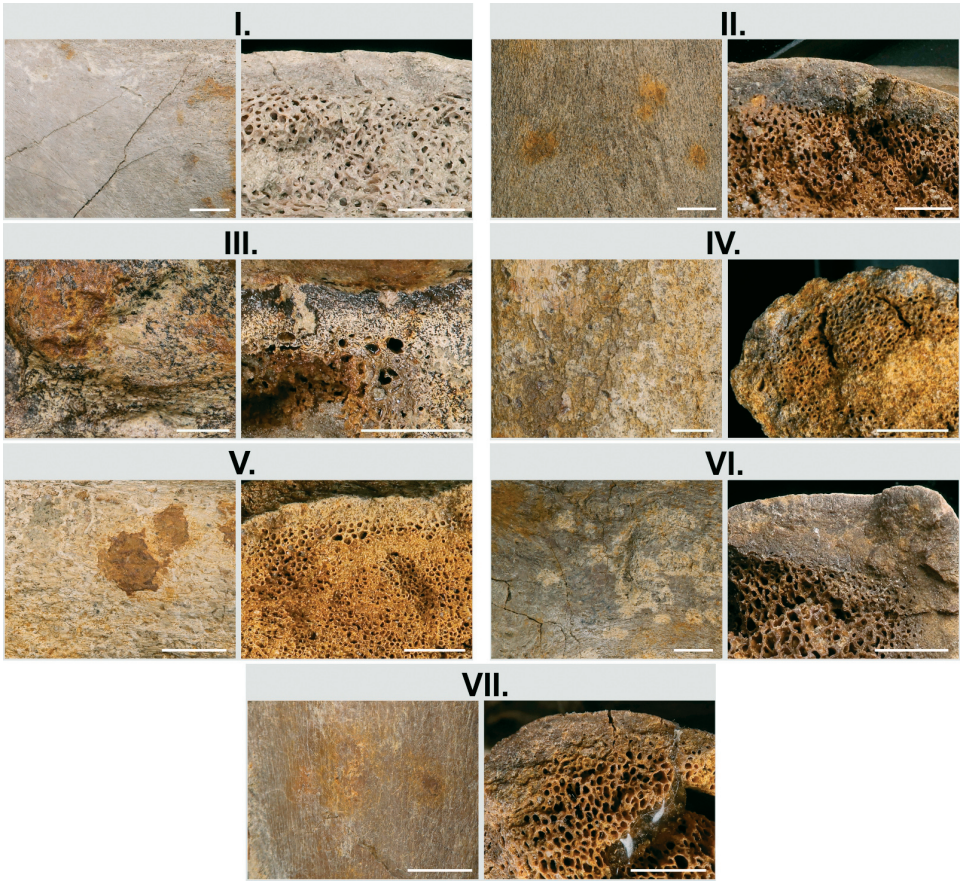
Tabulka 1. Minimální počet a kompletnost hypotetických jedinců určených podle souborů kostí se stejným nebo podobným datem nálezu, stejným typem zachování (I–VII) a stejnými rozměry a morfologií. Kompletnost je anatomická – tzn.: vyjádřena jako množství jednotek kostry, kde párové elementy jsou počítány jako jedna jednotka. Zkratky: S – soukromá sbírka, C – odlitek holotypu, * – jeden až tři elementy.

Table 1. Minimal number and completeness of hypothetical individuals recognized by groups of bones and teeth with the same or similar date of finding, same type of preservation (I-VII), and same dimensions and morphology. Completeness (in %) is anatomical – ie: expressed as a number of skeletal units, where left and right elements are counted as one unit. Abbreviations: S – private collection, C – holotype cast, * – one to three elements.

taxon	označení jedince	rok nálezu	kompletnost	typ zachování	sbírky
Zygolophodon turicensis	1.	1931	14%	I–II.	MZM
Zygolophodon turicensis	2.	1959	10%	II.	MZM
Zygolophodon turicensis	3.	1936–1949	10%	I.	MZM+RMM
Zygolophodon turicensis	4.	1958–1965	8%	I–II.	MZM
Zygolophodon turicensis	5.	1936–9	7%	I–II.	MZM+RMM+IPUW
Zygolophodon turicensis	6.	1962	6%	VI.	MZM
Zygolophodon turicensis	7.	1958–9	5%	V.	MZM
Zygolophodon turicensis	8.	1956	4%	II.	MZM
Zygolophodon turicensis	9.	1956–8	4%	V.	MZM
Zygolophodon turicensis	10.	1965	4%	VI.	MZM
Zygolophodon turicensis	11.	1973–4	3%	IV.	MZM
Zygolophodon turicensis	12.	1949	3%	I–II.	MZM
Zygolophodon turicensis	13.	1949	3%	I–II.	MZM
Zygolophodon turicensis	14.	1960–2	2%	VII.	MZM
Zygolophodon turicensis	15.	1973–4	2%	II.	MZM
Zygolophodon turicensis	16.	1960–1971	1%	VII.	MZM
Zygolophodon turicensis	17.	–	1%	I.	MZM
Zygolophodon turicensis	18.	–	1%	II.	MZM
Zygolophodon turicensis	19.	1969	1%	VI.	V. Šálek (S)
Zygolophodon turicensis	20.	1958	1%	II./V.	MZM
Zygolophodon turicensis	21.	1949	*	V.	MZM
Zygolophodon turicensis	22.	–	*	I.	MZM
Zygolophodon turicensis	23.	–	*	II.	MZM
Zygolophodon turicensis	24.	1967	*	VII.	MZM
Brachypotherium brachypus	1.	1961–2	11%	II./VII.	MZM
Brachypotherium brachypus	2.	1936	6%	II./VII.	MZM+IPUW
Brachypotherium brachypus	3.	1958–9	5%	V./VI.	MZM
Brachypotherium brachypus	4.	1958	3%	II./VII.	MZM
Brachypotherium brachypus	5.	1975	2%	V./VII.	MZM
Brachypotherium brachypus	6.	1958	humerus	II./VI.	MZM
Tethytragus stehlini	1.	1955	10%	I.	MZM
Tethytragus stehlini	2.	1955	7%	IV.	MZM
Tethytragus stehlini	3.	–	6%	V.	MZM
Tethytragus stehlini	4.	–	6%	I./VII.	MZM
Tethytragus stehlini	5.	1940	2%	I./V.	MZM+IPUW
Tethytragus stehlini	6.	1949	1%	VII.	MZM
Tethytragus stehlini	7.	–	*	V.	MZM
Tethytragus stehlini	8.	1949	*	V.	MZM
Tethytragus stehlini	9.	? – 1951	*	?	IPUW (C)
Tethytragus stehlini	10.	1958	*	V.	MZM
Tethytragus stehlini	11.	1959	*	V.	MZM
Tethytragus stehlini	12.	–	*	I./V.	MZM
Tethytragus stehlini	13.	–	*	V.	MZM
Tethytragus stehlini	14.	–	*	V.	MZM
Hoploaceratherium sp.	1.	1965–7	8%	VII.	MZM
Hoploaceratherium sp.	2.	1940–1959	4%	V.	MZM
Hoploaceratherium sp.	3.	1958–1961	3%	II./VII.	MZM
Gomphotherium angustidens	1.	1958–1967	6%	IV.	MZM
Gomphotherium angustidens	2.	1968	*	VII.	MZM
Gomphotherium angustidens	3.	1958	M2	V.	MZM
Palaeomerycidae *indet.*	1.	1958–9	5%	I./III.	MZM
Palaeomerycidae *indet.*	2.	1974	2%	V./VI.	MZM
Palaeomerycidae *indet.*	3.	1960	*	V.	MZM
Heteroprox larteti	1.	1958	2%	VI.	MZM
Heteroprox larteti	2.	--	2%	V.	MZM
Heteroprox larteti	3.	1967	*	III.	MZM
Anchitherium sp.	1.	1958	*	III./V.	MZM
cf. *Retroporcus matritensis*	1.	1953	*	II.	RMM
Anisodon grande	1.	1958	*	IV.	MZM
Amphicyon cf. *major*	1.	–	*	II.	MZM
Prodeinotherium cf. *bavaricum*	1.	–	*	II.	MZM

nami a na povrchu mají často stopy vtisků po klastech. Typ IV se nevyskytuje často a byl nacházen od přelomu 50. a 60. let do 70. let 20. století; V) Kosti se vyznačují žlutavým až okrovým zbarvením, vysokou pevností, slabou mineralizací (budí dojem vyloužení), kosti dále bývají podélně popraskané, často s rezavými skvrnami a občasnými drobnými dendrity na povrchu. Tento typ je relativně častý a vyskytuje se u nálezů z přelomu 50. a 60. let; VI) Je poměrně vzácný (30. a 60. léta) a představuje těžké, velmi silně mineralizované, béžové až světle hnědé kosti s výraznými bledě žlutými redukčními skvrnami okrouhlého tvaru na povrchu kostí; VII) Vyznačuje se silně mineralizovanými kostmi rezavohnědé barvy, s povrchem hladkým, ale většinou drobně popraskaným, občas s černými dendrity pod 1 mm. Kosti tohoto typu zachování byly nacházeny zejména v 60. letech, ale také na přelomu 40. a 50. let.

Podle zbytků sedimentu na kostech lze vyčlenit několik petrografických typů klastických sedimentů, které se od sebe nápadně liší: 1) Jemnozrnný písek až silt zelenavé barvy s klasty ostrohranného křemene do cca 5 mm (typ zachování I–III, IV a VI); 2) Šedý jemně slídnatý silt až jíl a písek s ostrohrannými klasty průsvitného křemene do 2 mm (typ zachování VII); 3) Šedobílý hrubozrnný písek s různě zaoblenými klasty křemene do 10 mm (typ zachování IV); 4) žlutavý jemnozrnný písek až silt s různě zaoblenými klasty do cca 15 mm (typ zachování II, V, VII).

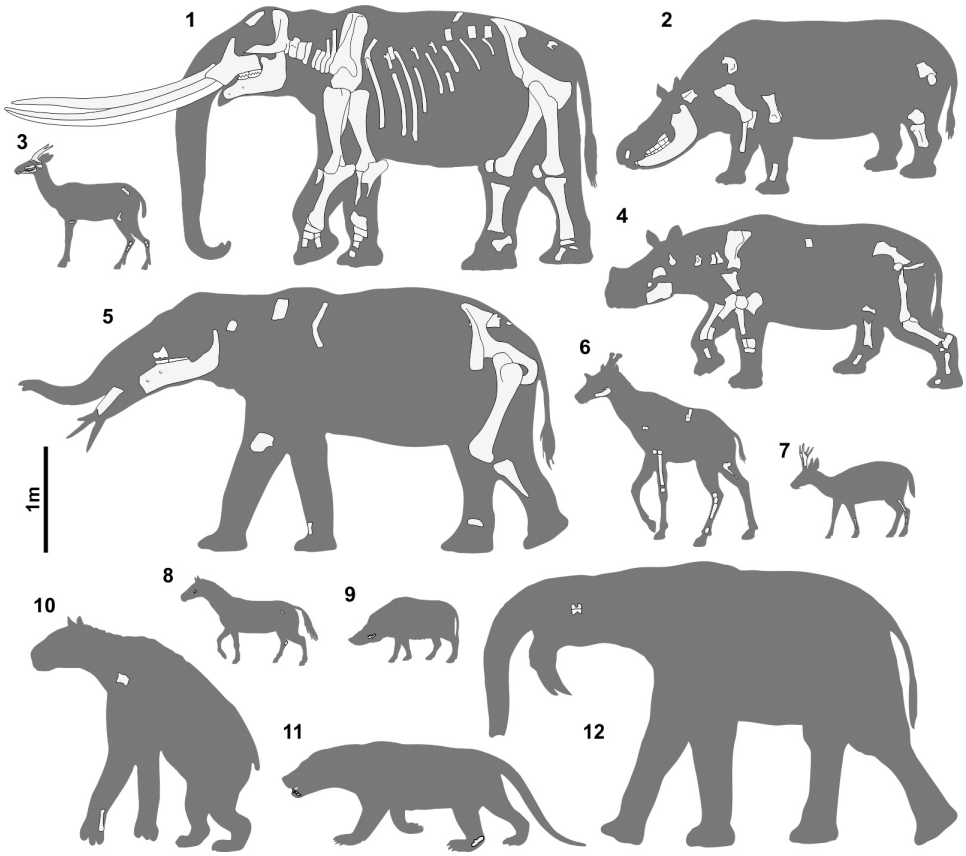


Obr. 2. Typy zachování kostí z Czujanovy pískovny. Povrch kosti vlevo, vnitřní část kosti vpravo (měřítko 1 cm).
Fig. 2. Types of bone preservation from Czujan's sandpit. Bone surface in the left, inner bone in the right (scale bar 1 cm).

Kompletnost a četnost nálezů jednotlivých druhů

Pouze 1/3 druhů (*Prodeinotherium* cf. *bavaricum*, *Anchitherium* sp., *Amphicyon* cf. *major* a cf. *Retroporcus matritensis*) je zastoupena třemi a méně kosterními elementy, zatímco zbývající 2/3 druhů jsou zastoupené více než třemi elementy (obr. 3). Nejkompletnějším druhem je *Zygolophodon turicensis* (30 %). Po něm následují *Brachypotherium brachypus* (21 %), *Tethytragus stehlini* (15 %), *Hoploaceratherium* sp. (12 %), *Gomphotherium angustidens* (7 %), Palaeomerycidae *indet.* (7 %) a *Heteroprox larteti* (3 %).

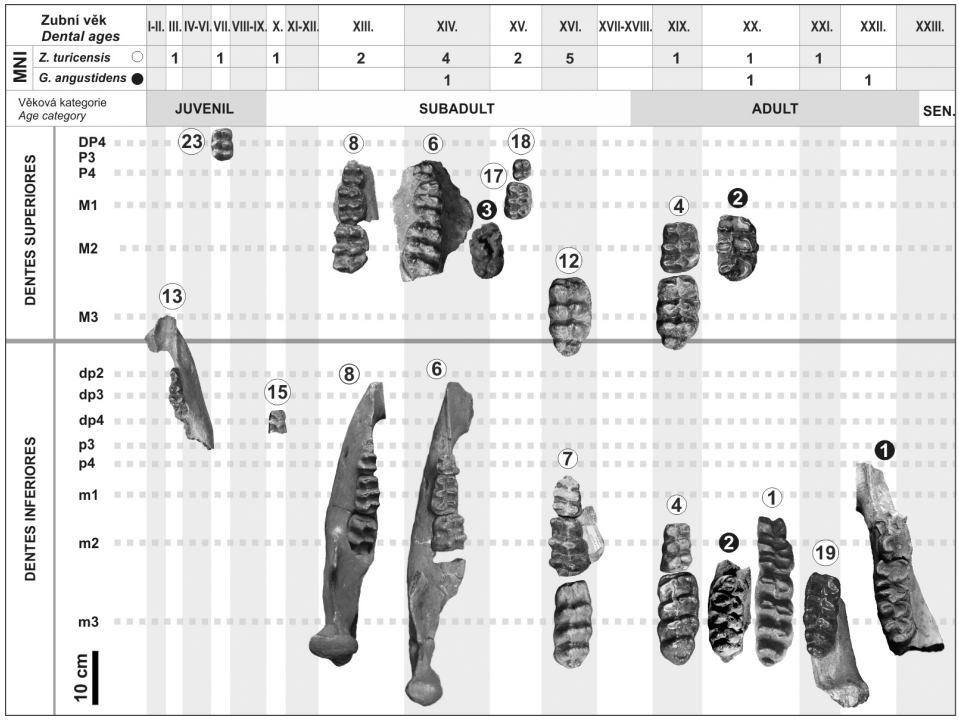
Detailní osteologické srovnání kosterních elementů jednotlivých druhů s ohledem na jejich zachování a rok nálezu odhalilo minimálně 61 jedinců savců, z nichž u 48 známe alespoň přibližné datum nálezu (tab. 1). Nejvyšší MNI bylo zjištěno u druhu *Z. turicensis* (24), následuje *T. stehlini* (14), *B. brachypus* (6) a zbývající druhy se vyskytují v MNI s maximálně 3 jedinci (Tab. 1).



Obr. 3. Kompletnost skeletů savců z Czujanovy pískovny: 1) *Zygolophodon turicensis* (30 %), 2) *Brachypotherium brachypus* (21 %), 3) *Tethytragus stehlini* (15 %), 4) *Hoploaceratherium* sp. (12 %), 5) *Gomphotherium angustidens* (7 %), 6) Palaeomerycidae *indet.* (7 %), 7) *Heteroprox larteti* (3 %), 8) *Anchitherium* sp., 9) cf. *Retroporcus matritensis,* 10) *Anisodon grande,* 11) *Amphicyon* cf. *major,* 12) *Prodeinotherium* cf. *bavaricum*. Siluety podle rekonstrukcí Petra Modlitby.

Fig. 3. Skeletal completeness of mammals from Czujan's sandpit: 1) *Zygolophodon turicensis* (30 %), 2) *Brachypotherium brachypus* (21 %), 3) *Tethytragus stehlini* (15 %), 4) *Hoploaceratherium* sp. (12 %), 5) *Gomphotherium angustidens* (7 %), 6) Palaeomerycidae *indet.* (7 %), 7) *Heteroprox larteti* (3 %) , 8) *Anchitherium* sp., 9) cf. *Retroporcus matritensis,* 10) *Anisodon grande,* 11) *Amphicyon* cf. *major,* 12) *Prodeinotherium* cf. *bavaricum.* Silhouettes based on paleoart of Petr Modlitba.

Kompletnost u hypotetických jedinců druhu *T. stehlini* (max. 15 %) a *B. brachypus* (max. 21 %) zvyšuje skutečnost, že vedle několika postkraniálních elementů, které jsou u bovidů v počtu redukovány, byl nalezen téměř kompletní chrup (tab. 1, obr. 3). Naproti tomu četní jedinci druhu *Z. turicensis* jsou reprezentováni podstatně kompletnějším postkraniálním skeletem, jehož počet elementů je u chobotnatců vyšší (tab. 1, obr. 3). Stupeň skousání zubů u řady hypotetických jedinců elefantiformních chobotnatců (*G. angustidens* a *Z. turicensis*) také odhalil jedince různého věku od několikaročních mláďat po senilní jedince (obr. 4). To znamená, že různá generace zubů u jedinců *Z. turicensis* reprezentuje téměř kompletní trvalý i mléčný chrup. Srostlé epifýzy a trvalý, částečně skousaný chrup dokládají, že všichni ostatní savci představovali dospělé jedince.



Obr. 4. Věkový profil studovanými chobotnatci (*Zygolophodon turicensis* a *Gomphotherium angustidens*) z Czujanovy pískovny. Zubní věk podle Tassy (1996, 2013) a věkové kategorie podle Haynes (2017). Zuby jednoho hypotetického jedince jsou označeny stejným číslem (viz tab. 1).

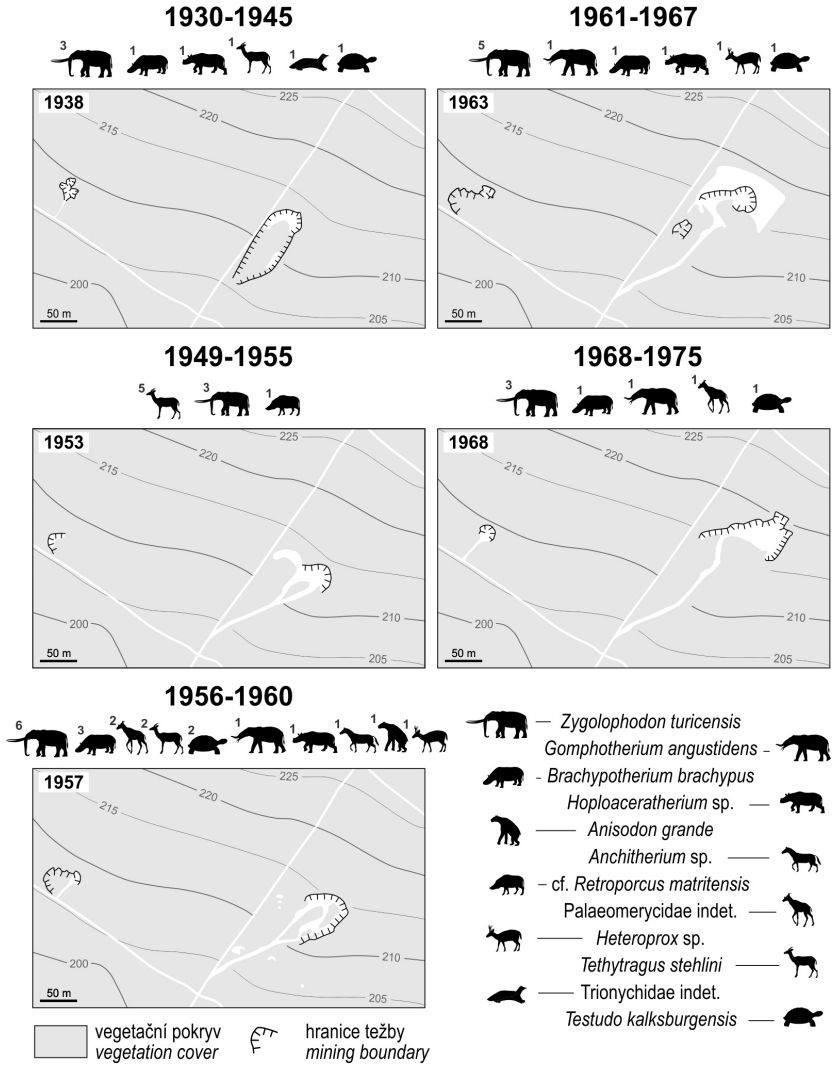
Fig. 4. Age profile of the studied proboscideans (*Zygolophodon turicensis* and *Gomphotherium angustidens*) from Czujan's sandpit. Dental ages follow Tassy (1996, 2013) and age categories follow Haynes (2017). The teeth of one hypothetical individual are marked with the same number (see tab. 1).

5. INTERPRETACE A DISKUZE

Tafonomická interpretace zachování kostí

Už jen určitá kompletnost materiálu s odpovídajícím typem zachování podporují předpoklad Březiny *et al.* (2021), že některé kosterní elementy mohly být artikulovány *in situ* v jedné sedimentární výplni. Dobře tomu odpovídá i skutečnost, že soubory kostí jednoho hypotetického jedince mají stejné zachování, přičemž kosti různých typů zachování spadají datem nálezu do různých částí pískovny, patrně podle toho, kde probí-

hala těžba [pozn. jak již odhalil Březina (2019), postup těžby v Czujanově pískovně probíhal směrem na sever až severovýchod, zatímco vytěžené části byly patrně opuštěny a zaváženy odpadem]. Dobrým příkladem je typ I, který pochází pouze z doby, kdy těžba probíhala v jz. části pískovny a patrně již od přelomu 30. a 40. let byla tato část pískovny opuštěna (obr 5.). Na přelomu 50. a 60. let byla těžba oživena a výrazně plošně rozšířena (obr 5.), čemuž dobře odpovídá zvyšující se různorodost zachování kostí právě v 50. letech.



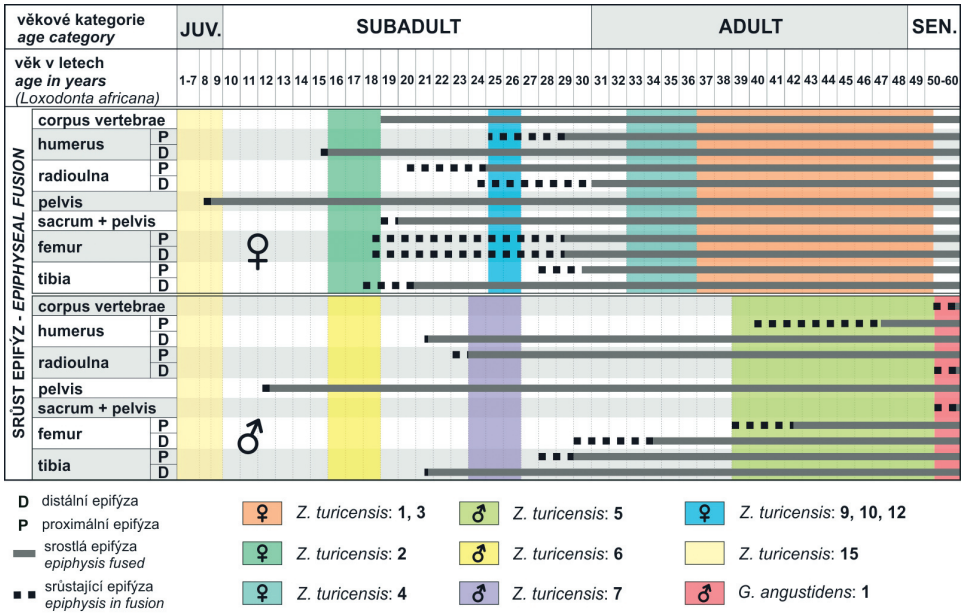
Obr. 5. Postup těžby v Czujanově pískovně a četnost nálezů jednotlivých druhů v čase. Čísla horního indexu ukazují minimální množství jedinců nalezených v daném časovém úseku. Rozsah těžby podle ČÚZK (2022). Siluety podle rekonstrukcí Petra Modlitby, nejsou v měřítku.

Fig. 5. Progress of mining in Czujan's sandpit and frequency of finds of individual species in time. Number of upper index show minimal number of individuals found in the time interval. Extend of mining is based on ČÚZK (2022). Silhouettes based on paleoart of Petr Modlitba, not in scale.

Pozůstatky většiny druhů obratlovců byly v pískovně nacházeny po celou dobu těžby (obr. 5) v různých petrograficky odlišných sedimentech, jejichž zbytky je stále možné pozorovat i vně a uvnitř některých kostí a zubů (tj.: silt, písek a štěrk různé zrnitosti a barvy s jílovitou až písčitou matrix). To naznačuje, že pozůstatky zvířat byly nahromaděny a pohřbeny v několika sedimentárních výplních různého petrografického složení. Přítomnost jedné „bone bed“ vrstvy nebo sedimentární výplně, kde mohly být pozůstatky nahromaděny je proto na lokalitě Czujanova pískovna zcela vyloučená.

Interpretace stavu kompletnosti materiálu a četnosti nálezů

Analýza MNI u všech druhů, kterou provedli Březina (2014) a Březina *et al.* (2021), představovala 50 jedinců, z nichž *Z. turicensis* představoval pouhých 16 jedinců. Oproti výsledkům Březiny (2014) a Březiny *et al.* (2021), byl u *Z. turicensis* zjištěn celkově vyšší počet jedinců (MNI: 24; tab. 1), protože byly vedle několika nových exemplářů zohledněny další faktory, jako je fosilizace, datum nálezu, pravděpodobný věk zvířete, morfologie a odpovídající rozměry. Dostatek vhodných kostí také umožnil u několika hypotetických jedinců chobotnatců identifikovat jejich věk a pohlaví podle srůstu epifýz (obr. 6). O určení pohlaví podle srůstu epifýz na materiálu *Z. turicensis* ze sbírek MZM se pokusil již Březina (2014), ale v rámci diplomové práce neměl prostor hypotetické jedince přesněji rozpoznat. Revidované výsledky ukazují, že senilní jedinec č. 1 druhu *G. angustidens* (obr. 6) s některými patologickými rysy na kostech může odpovídat samci, jak na základě morfometrie mandibuly předpokládal již Březina (2014). U druhu *Z. turicensis* byl zjištěn jeden mladý jedinec (jedinec č. 15) s neurčitelným pohlavím, dále 7 samic a 2 samci, k nimž byl započítán také 1 samec (jedinec č. 6) bez postkraniálního skeletu kvůli specifické morfo-



Obr. 6. Určení pohlaví kompletnějších hypotetických skeletů (čísla hypotetických jedinců jsou uvedena v tabulce 1) na základě odlišného věku srůstu epifýz u samic a samců slona afrického (podle Haynes 2017).

Fig. 6. Determination of sex in more complete hypothetical skeletons (minimal number of hypothetical individuals are given in table 1) based on different age of epiphyseal fusion in males and females of *L. africana* (based on Haynes 2017).

metrii mandibuly (viz Březina 2014), kterou lze srovnat s jedincem č. 5 (tab. 1), jehož pohlaví bylo určeno podle srůstu epifýz jako samčí (obr. 6).

Žádný z dosud předložených výsledků u druhu *Z. turicensis* se ani nepřibližuje 60 jedincům, jak u tohoto druhu z Czujanovy pískovny odhadoval Seitl (1985). Je však velmi pravděpodobné, že počet jedinců a zejména jejich kompletnost byla původně větší. Kvůli absenci jakékoliv terénní dokumentace je možné se domnívat, že výkopové práce neprobíhaly systematicky, ale příležitostně. Pro nepříliš odborné nebo „uspěchané" vyzvednutí z horniny svědčí zejména stav dobře zachovaného osteologického materiálu, který byl před slepením neroztříděný a značně fragmentární. Po kompletaci těchto fragmentů se ukázalo, že mnohé neúplné kosti byly ve skutečnosti rozlomené až při nebo po vyjmutí ze sedimentu – tzn. s ostrými hranami bez jakékoliv abraze a netknutou spongiózou (při fragmetarizaci před depozicí je spongióza obvykle abradována transportem a alespoň částečně vyplněna sedimentem). Je proto jisté, že celé kosti mnohdy nebyly vyzvednuty vcelku, ale rozlámané a nelze vyloučit, že některé části nebyly vyjmuty ze sedimentu nebo se před kompletací ztratily. Nicméně velké množství různým způsobem sběratelsky neatraktivních fosilií (oválené kosti, neurčitelné fragmenty různých velikostí, rozpadavá dřeva atd.) ve studované kolekci MZM spíše minimalizuje jakoukoliv zaujatost při sběru fosilií v Czujanově pískovně jak již avizovali Březina *et al.* (2021). Je však třeba počítat s tím, že značně rozpadavé kosti, které bylo obtížné ze sedimentu vyjmout, mohly být mnohem častější. Přítomnost rozpadavých kostí dokládá Jüttner (1938: str. 216), který upozornil, že dobře zachované lebky se při vyzvedávání z písku rozpadaly a obvykle byly zachráněny jen zuby. Ojedinělé případy kostí a klů s deformovanými a rozpadavými koncovými částmi sbírkách MZM ukazují, že se takové zachování nevyskytovalo jen u lebek.

Dále je potřeba zohlednit skutečnost, že při strojní těžbě docházelo k fragmentarizaci fosilních pozůstatků, jak zmínil Seitl (1985) a lokalitu jistě navštěvovali také soukromí sběratelé, kteří části koster odnášeli. Není tedy překvapením, že nejkompletnější kostry patrně pocházejí z doby před strojní těžbou, která podle starých snímků začala minimálně od počátku 60. let. Během strojní těžby mohlo podmíněně docházet k přehlížení menších fosilií a mohlo by se zdát, že nejnápadnější a nejodolnější kosti a zuby velkých zvířat jsou proto v materiálu z Czujanovy pískovny nejčetnější (jen chobotnatci jsou zde celkově reprezentováni 259 ks z 397 ks). Nicméně vzhledem k tomu, že od počátků těžby po její ukončení byly nacházeny pozůstatky stejné fauny a to jak velkých (chobotnatci, nosorožci), tak menších (sudokopytníci, bovidi) savců i ještě menších želv (obr. 5), je zřejmé, že vliv jakékoliv zaujatosti při sběru na nalezišti na výsledné interpretace je minimální a absenci drobných obratlovců lze spíše vysvětlit obecně špatnými předpoklady pro zachování jejich pozůstatků ve štěrkovitých píscích. S ohledem na přítomnost různě velkých savců a přítomnost stejně kompletních subadultních (např.: jedinec č. 2 s 10% kompletností) i mnohem větších, adultních jedinců (např.: jedinec č. 3 s 10% kompletností) *Z. turicensis* je nepravděpodobné, že by výsledná kompletnost byla ovlivněna tafonomickou selekcí větších jedinců.

6. ZÁVĚR

Během existence Czujanovy pískovny bylo nalezeno minimálně 61 jedinců celkem dvanácti druhů savců, z nichž nejčastější jsou chobotnatci. Studované sbírky obsahují faunu, která má různou kvalitou zachování fosilních pozůstatků a většina taxonů byla nacházena po celou dobu existence lokality, což dokládá, že celkový obsah studovaných sbírek je jakoukoliv zaujatostí při sběru fosilního materiálu ovlivněn minimálně. Nalezení savci jsou vedle druhů známých jen z několika kosterních elementů reprezentováni různě kompletními kostrami mnoha jedinců chobotnatců *Zygolophodon turicensis* (30 %), *Gomphotherium angustidens* (7 %), nosorožců *Brachypotherium brachypus* (21 %), *Hoploaceratherium* sp. (12 %) a bovidů *Tethytragus stehlini* (15 %). Zatímco pozůstatky několika druhů *T. stehlini*

jsou reprezentovány zejména kraniálním materiálem se zuby u minimálně 4 jedinců (s kompletností 6–10 %), pozůstatky druhu *Z. turicensis* se vyznačují minimálně 7 jedinci s vyšší kompletností (5–14 %) kraniálního i postkraniálního skeletu. Důkladná analýza pozůstatků druhu *G. angustidens* odhalila minimálně 3 jedince, z nichž jeden s největší pravděpodobností představuje samce, zatímco u *Z. turicensis* odhalila minimálně 24 jedinců různých ontogenetických stáří, z nichž bylo rozpoznáno 7 samic a 3 samci. Tato nebývale vysoká početnost jedinců druhu *Z. turicensis* a jejich relativně vysoká anatomická kompletnost zařadila Czujanovu pískovnu mezi nejvýznamnější lokality tohoto druhu mamutida na světě.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří Doris Nagel (IPUW), Karlu Rauscherovi (IPUW), Petru Macháčkovi (RMM) a Martině Roblíčkové (MZM – Anthropos) za přístup ke kolekcím a za laskavé umožnění studia materiálu. Za důležité připomínky k manuskriptu děkuji recenzentům Martinovi Ivanovovi (PřF MU, Brno) a Martinovi Sabolovi (PrF UK, Bratislava). Práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Moravské zemské muzeum (DKRVO, MK000094862).

LITERATURA

Abel, O., 1910: Erläuterungen zur Geologischen Karte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder Öster.–ungarn. Monarchie. NW–Gruppe Nr. 85, Auspitz und Nikolsburg. – Verlag der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien, 37 s.

Alth, A., 1850: *Dinotherium giganteum* von Nikolsburg. – Berichte über die Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, 4, 7.

Březina, J., 2014: Osteologické zpracování savců z lokality Czujanova pískovna (Mikulov) se zvláštním zaměřením na stadium chobotnatců. – MS, diplomová práce, Ústav geologických věd, Přírodovědecká fakulta MU, Brno, 64 s.

Březina, J., 2019: Neogenní savci z okolí Mikulova. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 104, 2, 217–239.

Březina, J., Alba, D., Ivanov, M., Hanáček, M., Luján, Á. H., 2021: A middle Miocene vertebrate assemblage from the Czech part of the Vienna Basin: Implications for the paleoenvironments of the Central Paratethys. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 575, 110473, 1–17.

Buday, T., Cicha, I., Čtyroký, P., Fejfar, O., 1964: Die Stellung des Neogens der Westkarpaten in der Paratethys. – Cursillos y Conferencias del Instituto Lucas Mallada IX, 109–116.

Čtyroký, P., 1989: Pannonian and ?Pontian at the SW margin of the Vienna Basin near Mikulov (Moravia, Czechoslovakia). – Věstník Ústředního ústavu geologického, 64, 5, 257–265.

Čtyroký, P., 1999: Geologická mapa 1:500 000 moravské části vídeňské pánve. – Zprávy o geologických výzkumech v Roce 1998, 88–91.

Čtyroký, P., Adámek, J., Brunnerová, Z., Čekan, V., Čtyroká, J., Dudek, A., Eliáš, M., et al., 1990: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 34–141 Mikulov. Ústřední ústav geologický, Praha, 86 s.

Fejfar, O., 1990: The Neogene vertebrate paleontology sites of Czechoslovakia: A contribution to the Neogene terrestric biostratigraphy of Europe based on rodents, 211–236. In: Lindsay, E. H., Fahlbusch, V., Mein, P., (eds.) Proceedings of a NATO Advances Research workshop on European Neogene mammal chronology. Plenum Press, New York.

Haynes, G., 2017: Finding meaning in mammoth age profiles. – Quaternary International, 443A, 65–78.

Hohenegger, J., Ćorić, S., Wagreich, M., 2014: Timing of the Middle Miocene Badenian Stage of the Central Paratethys. — Geologica Carpathica, 65, 1, 55–66.

Holec, P., 1985: Finds of mastodon (Proboscidea, Mammalia) relics in Neogene and Quaternary sediments of Slovakia (ČSSR). — Západné Karpaty, sér. Paleontológia 10, 13–53.

Hörnes, M., 1848: *Dinotherium* von Nikolsburg. – Berichte über die Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, 3, 160–161.

Jüttner, K., 1938: Das Neogen des unteren Thayalandes. – Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 11–12, 201–224.

JÜTTNER, K., 1939: Aufschlüsse als geologische Dokumente im unteren Thayalande. – Jahrbuch Reichsanstalt für Bodenforschung, Zweigstelle Wien, 89, B, 3–4, 377–411.

MUSIL, R., 1956: Nález lebky Deinotheria na jižní Moravě. — Acta Musei Moraviae, Scieniae naturales, 41, 65–86.

PATOČKOVÁ, V., 1966: Užití vybraných základních statistických metod pro běžnou paleontologickou praxi. – MS, diplomová práce, Katedra geologie a paleontologie, Přírodovědecká fakulta UJEP, Brno.

SEITL, L., 1985: Fauna mastodontů (Proboscidea, Mammalia) moravské části vídeňské pánve. – Časopis Moravského muzea, 70, 71–94.

STRÁNÍK, Z., ČTYROKÝ, P., HAVLÍČEK, P., 1999: Geologická minulost Pavlovských vrchů. – Sborník geologických věd, Geologie, 49, 5–32.

TASSY, P., 1996: Growth and sexual dimorphism among Miocene elephantoids: the example of *Gomphotherium angustidens*. – In: Shoshani, J., Tassy, P., (Eds.), The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford University Press, Oxford, pp. 92–100.

TASSY, P., 2013: L'anatomie cranio-mandibulaire de *Gomphotherium angustidens* (Cuvier, 1817) (Proboscidea, Mammalia): données issues du gisement d'En Péjouan (Miocène moyen du Gers, France). – Geodiversitas 35, 377–445.

THENIUS, E., 1951: *Gazella* cf. *deperdita* aus dem mitteleuropaischen Vindobonien und das Auftreten der Hipparionfauna. – Eclogae Geologicae Helvetiae, 44, 381–394.

THENIUS, E., 1959: Wirbeltierfaunen. Tertiär 2. Teil. Handbuch der Stratigraphischen Geologie III/2, – Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 328 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE

ČÚZK 2022: Národní archiv leteckých měřických snímků. Dostupné na https:// https://lms.cuzk.cz/lms/, 21.9.2022.