

Biodiverzita očima taxonomů

KDYŽ NÁZOR PŘEDSTAVUJE PROBLÉM

Pokud chceme chránit biodiverzitu, musíme ji nejprve popsat. Popisu forem života se věnuje biologická taxonomie, která organismy zároveň klasifikuje. Platnost nových druhů je však často založena pouze na důvěře ve správnost autorových tvrzení. A v tom tkví problém: pozorování může být snadno zkresleno psychologijí pozorovatele a rozdíly, které mezi taxony vidí, mohou existovat jen v jeho mysli.

text **JEFFREY C. NEKOLA, BARBORA WINTEROVÁ**
a **MICHAL HORSÁK**

TAXONOMIE se snaží nalezené jedince zařadit do známých taxonů (skupin druhů, čeledí atd.) a v případě nezařaditelného nálezu popsat taxon nový. Svět živé přírody tak poznáváme skrze práci taxonomů, která

že kategorizace živé přírody je z velké, ne-li většinové části založena „jen“ na názorech expertů, které však nebyly ověřeny exaktním testováním. Tento problém může nastat v jakékoli vědecké disciplíně, v níž

„Nevíme, zda měříme a chráníme skutečné biologické entity, nebo psychologické projekce taxonomů.“

sahá až do raného období vědecké revoluce. Z toho plyne, že základy pravidel pojmenování života byly položeny již před více než 250 lety, tedy před rozvojem moderních analytických a statistických metod. Pro oprávněné zavedení nově navrhovaných taxonů, typicky druhů, tedy není ani dnes vyžadováno exaktní testování zjištěných odlišností od již existujících druhů (taxonů).

Úvahami o subjektivitě taxonomie vstupujeme na pole epistemologie, oboru filozofie zabývajícího se podmínkami, které musí splnit nepodložený názor, aby se stal uznávaným poznatkem. V případě taxonomie musíme přijmout skutečnost,

pozorování jednotlivce nemohou být nezávisle ověřena.

Abychom si ukázali, jak k tomu může dojít, začneme (pro nás) nekontroverzním příkladem z astronomie. Ten dobře ilustruje, jak psychologie jedince zkreslí „objektivní“ pozorování, pokud nelze provést opakovaná měření. Poté představíme podobnou situaci z taxonomie suchozemských plžů a ukážeme, že za oběma případy stojí stejné psychologické fenomény. Na závěr na konkrétním příkladu popíšeme, jak rigidním postupem revidovaná klasifikace druhů změnila naše vnímání biodiverzity a ekologických zákonitostí přes různé prostorové

škály, od jednotlivých států až po celou severní polokouli.

PERCIVAL LOWELL A KANÁLY NA MARSU

Percival Lowell vystudoval v roce 1876 s vyznamenáním matematiku na Harvardu. Díky rodinnému bohatství mohl zbytek života zasvětit astronomii a žít na volné noze. Fascinoval jej Mars. Když na něj upřel svůj 24palcový teleskop, viděl mnoho podivných útvarů, včetně „jednoduchých a dvojitých kanálů“ a „oáz“ v místech, kde se kanály protínaly. Došel k závěru, že je vytvořila zoufalá civilizace Martanů ve snaze rozvést po pouštní planetě vodu z polárního ledu.

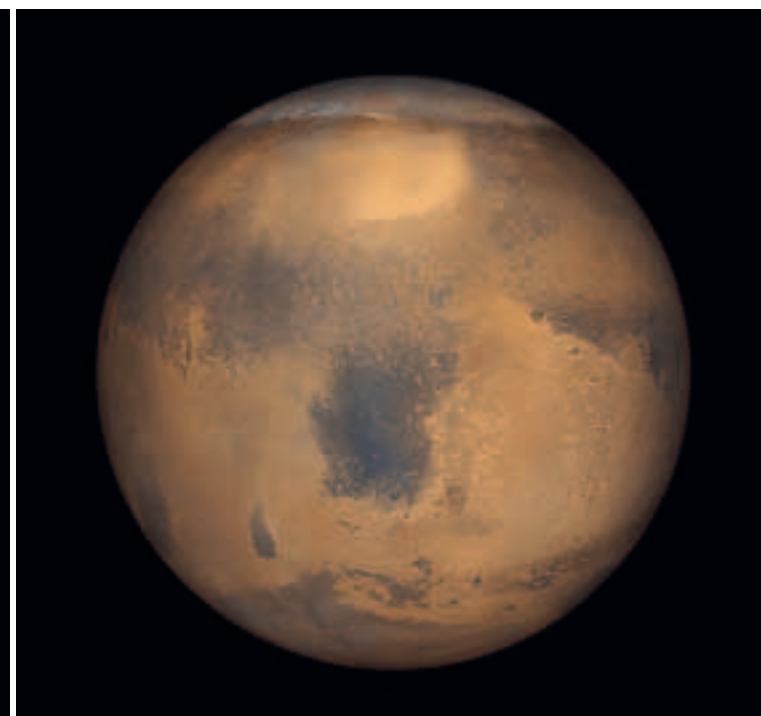
Zdaleka ne všichni astronomové kanály na Marsu viděli. Ale před érou astronomických fotografií nebylo možné určit, zda tyto útvary existují jen v Lowellově mysli, nebo ostatní nevidí něco, co dokáže pozorovat pouze on. Jelikož neexistovala nezávislá a kvalitativně lepší data, která by tuto debatu usměrnila, považoval Lowell veškeré hlasy proti svému názoru za osobní útoky [1]. A tak byly tyto struktury zakresleny na většině map Marsu až do šedesátých let minulého století, kdy vesmírné sondy jednoznačně prokázaly, že na třetí planetě Sluneční soustavy umělé kanály jakékoli velikosti nejsou (obr. 1).

Jak mohl tak zkušený a vzdělaný astronom jako Lowell vidět věci, které

Doc. JEFFREY CLARK NEKOLA, Ph.D., (*1964) vystudoval ekologii na Univerzitě Severní Karolíny. Nyní působí v Ústavu botaniky a zoologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Věnuje se výzkumu biodiverzity, ke kterému využívá různé přístupy od molekulární genetiky po makroekologii či všeobecnou teorii.

Mgr. BARBORA WINTEROVÁ (*1993) vystudovala zoologii na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. Na téže fakultě se jako doktorandka zabývá výzkumem ekologie na velkých prostorových škálách, přičemž jako modelový systém používá společenstva ryb korálových útesů.

Prof. RNDr. MICHAL HORSÁK, Ph.D., (*1975) vystudoval systematickou zoologii a ekologii na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity. V současnosti se v Ústavu botaniky a zoologie téže univerzity věnuje zejména výzkumu kontinentálních měkkýšů mírného pásu, ekologii společenstev a kvartérní paleoekologii.



1. POROVNÁNÍ ručně malované mapy Marsu od Percivala Lowella z roku 1905 (vlevo) a telemetrického obrazu z roku 2003, který pořídila sonda Mars Global Surveyor (vpravo) z přibližně stejné perspektivy zaměřené na Syrtis Major.

neexistovaly? Odpověď tkví v kombinaci několika psychologických fenoménů, včetně osobní historie. Část jeho rodinného bohatství pocházela z kanálů Nové Anglie, navíc byla právě dokončena ohromná inženýrská díla, Suezský a Panamský průplav. Druhým fenoménem, který zde zapůsobil, je vznik psychických konstruktů: soubor samostatných a skutečných prvků je vnímán jako jedna umělá jednotka. Třetí fenomén, kognitivní disonance, patří do skupiny sociokognitivních faktorů. Vede k tomu, že zastánci chybných názorů svá tvrzení obhajují i za

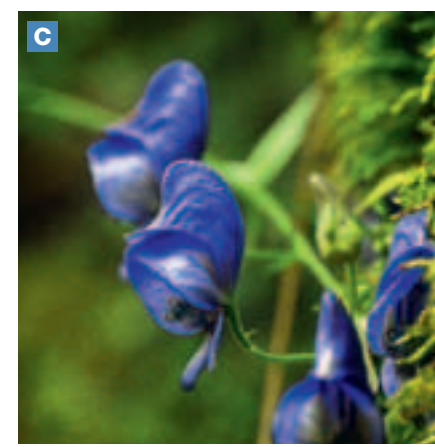
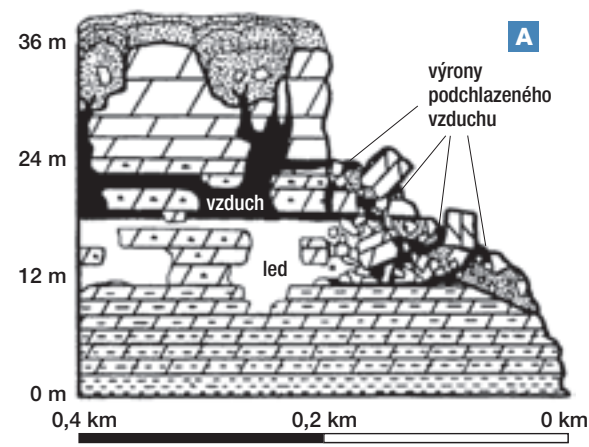
cenu vytváření stále nesmyslnějších argumentů. Ne však s cílem uškodit. Čistě proto, že již vložili do argumentace příliš mnoho úsilí a emocí [2].

TERRY FREST A ENDEMIČTÍ PLŽI

Terrence Frest obhájil roku 1983 na Univerzitě v Iowě svou disertační práci, zaměřenou na paleontologii silurských ostnokožců. Svě zkušenosti začal brzy uplatňovat na současných bezobratlých a stal se místním expertem na tenkrát málo známou faunu suchozemských

2. A. Schéma vnitřní morfologie podchlazené droliny; **B.** vrásenka *Discus macclintocki* vázaná na prostředí s chladnou vztlínající mlhou, jaké je například v jeskynní průrvě na lokalitě Elk Creek East v Delaware County (Iowa); **C.** oměje *Aconitum noveboracense* je rovněž typický druh podchlazených drolin.

Kresba A převzata z [3]; snímky vrásenky (B) Michal Horsák; snímek oměje Dale Bonk

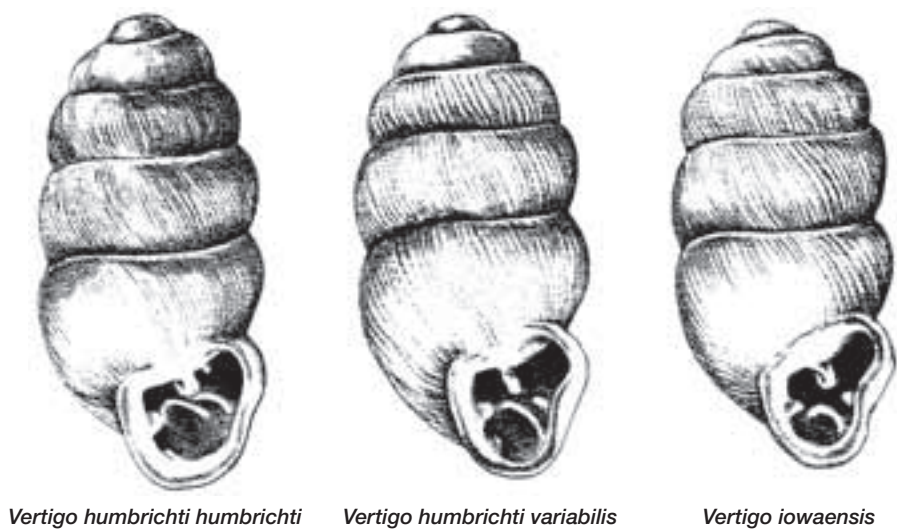


Terry Frest k nově popsaným plžům předložil velmi detailní popisy a ilustrace (obr. 3) [4]. Problém nastal, když se jeho nálezy pokusili zopakovat jiní. Existenci ani jednoho z těchto druhů se nepodařilo ověřit ani na mnohem větším souboru lokalit a nalezených ulit. Navíc se zdálo, že diagnostické znaky, které stanovil, opomíjejí skutečnost, že mezi nově objevenými druhy existují postupné tvarové přechody, což pro dobré taxony není typické. Je tedy možné, že tito noví plži existovali pouze v jeho mysli? Bylo jasné, že bude třeba nezávislého posouzení. A když je první autor tohoto článku po Terryho smrti provedl za pomoci molekulárních metod [5], bylo zřejmé, že tyto endemické taxony jsou pouze chybně zařazenými jedinci různých tvarových forem jediného a již dávno předtím známého druhu vrkoče *Vertigo arthuri* (obr. 3).

Nechce se věřit, že by se Terry takto mýlil. Jak mohl popsat a ilustrovat rozdíly, které nikdo jiný nenašel? Stejně jako u Percivala Lowella nabízejí odpověď jevy z oblasti psychologie. Jeho akademické znalosti byly ukotveny v paleontologii, kde „druhy“ nutně nereprezentují samostatné biologické entity, ale spíše fyzické kategorie. A i když byl typ stanoviště, který objevil, jedním z nejcharismatictějších a neohroženějších v Severní Americe, jeho ochrana bylo dosaženo až „umělým“ zvýšením počtu zde přítomných ohrožených druhů. Vytvořený psychologický konstrukt vysoké míry endemismu těchto stanovišť logicky vedl k předpokladu existence nových druhů. K odstranění variability, která propojovala hraniční body tvarového kontinua, pak opět pomohla kognitivní disonance. A jelikož byl jediným expertem na tuto skupinu v regionu, trvalo patnáct let, než se jeho názory někdo odvážil zpochybnit.

ODOLAT AUTORITĚ...

Je jisté, že mysl člověka může „vidět“ i to, co objektivně neexistuje. Kde ale potom najít pevný základ, na kterém lze vystavět diskusi a pokrok v poznání? Jak můžeme vědět, že určité skutečnosti opravdu existují, a nejsou jen vyjádřením osobní psychiky? Tomuto dilematu čelili již antičtí filozofové. Jedním z řešení se ukázalo používání dat měřených či získaných za jasných, opakovatelných podmínek, což také snížilo míru emočního vkladu. Tato měření mohla být zpochybněna, aniž by byl osobně napadán jejich autor. A jelikož zároveň umožňovala nezávislá pozorování několika různými badateli, odstranila taková data mnohé chyby vzniklé předpojatostí pozorovatele. Konfrontace domněnek s daty získanými několika badateli podle standardizovaného protokolu se stala jedním ze základních kamenů moderní vědy. To vystihuje motto britské Královské společnosti, nejstarší vědecké společnosti na světě, *Nullius in verba*, tedy ve volném



Vertigo humbrichti humbrichti *Vertigo humbrichti variabilis* *Vertigo iowaensis*



Vertigo arthuri

3. NAHOŘE: Frestovy ilustrace tří domnělých endemických druhů podchlazených drolin. **DOLE:** Mikrofotografie čtyř hlavních forem ulit vrkoče druhu *Vertigo arthuri*, zleva doprava pod druhovými jmény *V. arthuri*, *V. basidens*, *V. paradoxa* a *V. hubrichti*. Kresba Terrence Frest, snímek Jeffrey Nekola

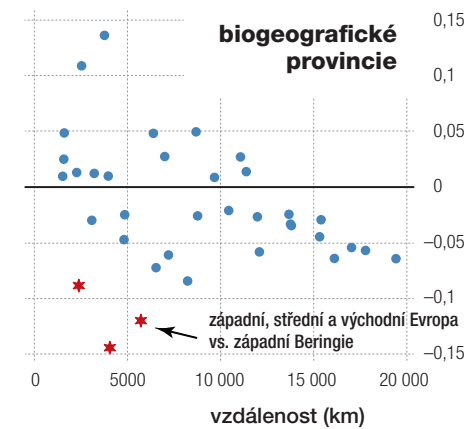
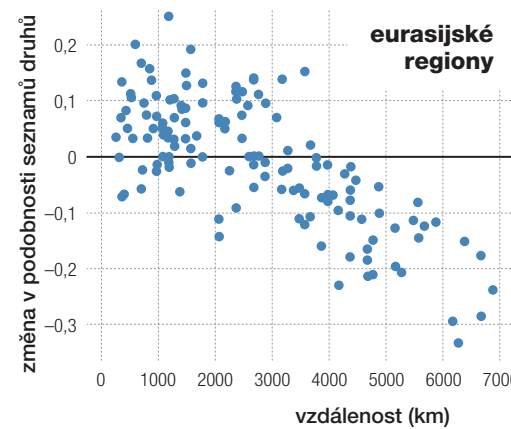
překladu „na ničí slova nelze přísahat“. Bez ohledu na uznávanost osoby vyslovující tvrzení by toto tvrzení mělo být přijato, pouze pokud je lze doložit daty.

Zatímco většina vědeckých disciplín si tento přístup přisvojila, některé zůstaly pozadu. Bohužel včetně taxonomie, zatížené dlouhou historickou kontinuitou. Nejde jen o existenci druhů pojmenovaných před staletími, ale také o stále velmi mírné podmínky, které umožňují popis druhů nových. Exaktní testování za pomoci opakovatelných měření není vyžadováno. Stačí, aby autor prohlásil, že mezi druhy vidí rozdíly. Narážíme zde na problém nepřesně popsané

diverzity, ale v protikladu k tomu také na technickou zvládnutelnost dokumentace stále velké části formálně nepopsané diverzity. A tak nepopsaných druhů mizí víc, než jsou taxonomové i při nynějších mírných pravidlech schopni zdokumentovat. I přesto je dobré si nepřesnosti vzniklé přílišnou otevřeností taxonomie uvědomovat a ptát se, jaký je jejich dopad v oborech, které taxonomická data využívají s plnou důvěrou v jejich správnost. Jelikož je na testování taxonomických hypotéz pomoci dat kladen důraz až od poloviny 20. století, většina druhů v mnoha skupinách nebyla nikdy podrobena exaktnímu testování. Zvláště

	celkem	Evropa	Beringie	Severní Amerika
špatné diagnostické znaky (chyba 1)	33	9	23	22
mylně rozděleny (chyba 2)	34	4	14	22
mylně sloučeny (chyba 3)	15	1	6	10
beze změny	57	10	23	36

Tab. I. ZMĚNY V KLASIFIKACI holarktických suchozemských plžů po provedené integrativní taxonomické revizi. Čísla udávají počty druhů nebo poddruhů.



4. ZMĚNY v pozorované Jaccardově podobnosti (míře podobnosti mezi dvěma množinami, v tomto případě seznamy druhů v rámci dvojice lokalit nebo regionů) v závislosti na vzdálenosti mezi 17 eurasijskými regiony a devíti holarktickými biogeografickými provinciemi, založené na rozdílech mezi hodnotami vypočítanými z tradičních a kriticky revidovaných seznamů taxonů. Pozitivní hodnoty znamenají, že tradiční taxonomická pojetí skutečnou podobnost podhodnotila, negativní, že ji přecenila. Grafy převzaty z [7]

patrné je to u bezobratlých, kteří tvoří většinu druhové biodiverzity naší planety.

Jak tedy může být existence taxonomických jednotek rigorózně ověřena? Odpověď staví na předpokladu, že dobré biologické druhy reprezentují značně nezávislé evoluční jednotky, které byly v minulosti vystaveny rozdílným selekčním tlakům a náhodným evolučním procesům. Legitimní taxony by pak měly vykazovat jedinečnost ověřitelnou statistickými testy pomocí nezávislých datových zdrojů. Astronomové, kteří ověřují hypotézy pomocí gravitačních vln, neutronů a kosmického záření zároveň, označují proces svého bádání jako „multi-messenger“ astronomii [6]. Analogii nacházíme v tzv. integrativní taxonomii, ve které je hypotéza na úrovni druhu testována pomocí několika empirických zdrojů dat a přijata pouze tehdy, pokud se druh jeví rozlišitelným na základě shody v těchto datech. Tento přístup jsme použili, abychom testovali a pevně ukotvili taxonomii několika skupin suchozemských plžů.

CHYBNÉ ZÁVĚRY Z CHYBNÉ TAXONOMIE

Taxony, které neprošly exaktními testy, se mohou od biologické reality lišit třemi způsoby: (1) byly definovány neplatnými diagnostickými znaky, (2) nejsou platné (odlišné) a byly mylně vyčleněny z již dříve pojmenovaných druhů, a naopak (3) jsou platné (odlišné), ale byly chybně zahrnuty do dříve popsaných druhů.

Abychom poznali, jak často se tyto chyby dějí, provedli jsme integrativní taxonomickou revizi 124 taxonů holarktických suchozemských plžů napříč třemi rody: kuželík (*Euconulus*), trnovka (*Pupilla*) a vrkoč (*Vertigo*) [7]. Ačkoli tyto skupiny disponují stabilní a podle všeho dobře známou taxonomií, po naší revizi jsme shledali, že u více

než poloviny byla původní klasifikace chybná. Stejně často se objevovalo špatné určení taxonů (chyba 1) i jejich přílišné rozdělování (chyba 2). Navíc asi polovina špatně stanovených taxonomických jednotek obsahovala druhy platné, které byly ale chybně sloučeny do jednoho taxonu (chyba 3). Míra chybivosti se napříč severní polokoulí statisticky nelišila, což znamená, že taxonomové z Evropy, Asie a Severní Ameriky chybovali podobně často (tab. I).

Abychom určili, jak tyto chyby ovlivňují přesnost popisu ekologických vzorců a biodiverzity, porovnali jsme původní taxonomické koncepty s těmi, které vznikly po naší revizi. Celkem šlo o soubor z 2500 lokalit, 42 regionů a 9 biogeografických provincií napříč celou severní polokoulí severně od 40° severní šířky [7]. Seznamy taxonů nebyly ve shodě u téměř 40 % lokalit. U jednotlivých regionů dosahovala chybovost až 90 % a u biogeografických provincií dokonce 100 %. Zatímco nesprávný počet taxonů se vyskytoval pouze u 1 % lokalit eurasijských, chybné hodnoty existovaly u 10 % lokalit Severní Ameriky, přičemž počet druhů byl v 95 % případů nadhodnocený. Při porovnání podobnosti mezi lokalitami byly rozdíly přítomny u 10-15 % párů lokalit, u regionů se zvyšovaly na 80 % a u biogeografických provincií dosáhly až 100 %. Míra chybivosti byla u hodnot vzniklých bez integrativního ověření značně ovlivněna vzdáleností lokalit. Podobnost na základě nerevidovaných seznamů druhů byla u blízkých párů značně nižší a u vzdálených dvojic naopak značně vyšší ve srovnání s hodnotami podobnosti počítanými na základě revidované klasifikace (obr. 4).

Z toho plyne, že rigorózními testy neověřená taxonomie často vede k značným chybám v datech tvořících podklady pro měření biodiverzity a testování ekologických

hypotéz. Kromě vytváření mylných seznamů taxonů tyto chyby běžně nadhodnocují diverzitu lokalit či regionů, ale jejich vnímanou rozdílnost snižují. Alespoň za některé z těchto chyb je jisté zodpovědná psychika pozorovatelů. Dokonce to vypadá, že taxonomové jsou na lokální škále ochotnější taxony rozdělovat, neboť nejspíš věří, že místní faunu a prostředí dobře znají a že rozdíly, které vidí, jsou podloženy různou ekologií a evolucí. Tváří v tvář velkým vzdálenostem pak věří svým znalostem méně a spíše usoudí, že jedinci, se kterými pracují, představují dříve nepozorované přechodné formy již existujících druhů.

DŮLEŽITOST EPISTEMOLOGIE

Jak jsme si ukázali, epistemologie je nesmírně důležitá, zejména pokud je více než polovina taxonů nepodložena nezávislými posouzeními. Výsledky disciplín, které s takovými daty pracují, proto mohou být spíše odrazem psychiky výzkumníků než biologickou skutečností. To samozřejmě negativně ovlivňuje naši schopnost správně popisovat a chránit rozmanitost života na Zemi. Pokud se tomu chceme alespoň částečně vyhnout, musíme odmítnout používání konceptů, které nebyly konfrontovány s nezávislými daty. Než se to stane, nemůžeme nikdy vědět, zda měříme a chráníme skutečné biologické entity, nebo pouze psychologické projekce jednotlivých výzkumníků. ●

K dalšímu čtení...

- [1] Sharps M. J.: Percival Lowell and the canals of Mars. *Skeptical Inquirer* 42, 41–46, 2018.
- [2] Festinger L.: *A Theory of Cognitive Dissonance*. Evanston, IL: Row, Peterson 1957.
- [3] Nekola J. C.: Paleorefugia and neorefugia: the influence of colonization history on community pattern and process. *Ecology* 80, 2459–2473, 1999, DOI: 10.2307/177232.
- [4] Frest T. J.: Summary status reports on eight species of candidate land snails from the driftless area (Paleozoic Plateau), Upper Midwest. Final Report, Contract #30181-01366, U.S. Fish & Wildlife Service Region 3, Ft. Snelling, Minnesota 1991.
- [5] Nekola J. C., Coles B. F., Bergthorsson U.: Evolutionary pattern and process in the *Vertigo gouldii* (Mollusca: Pulmonata, Pupillidae) group of minute North American land snails. *Mol. Phylogenet. Evol.* 53, 1010–1024, 2009, DOI: 10.1016/j.ympev.2009.09.012.
- [6] Branchesi M.: Multi-messenger astronomy: gravitational waves, neutrinos, photons, and cosmic rays. *J. Phys.: Conf. Ser.* 718, 022004, 2016, DOI: 10.1088/1742-6596/718/2/022004.
- [7] Nekola J. C., Horsák M.: The impact of empirically unverified taxonomic concepts on ecological assemblage patterns across multiple spatial scales. *Ecography* e06063, 2022, DOI: 10.1111/ecog.06063.