

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

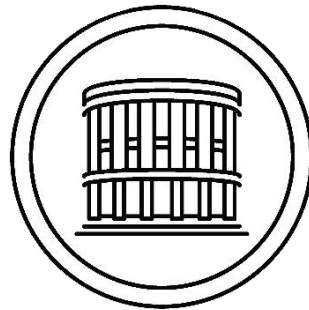
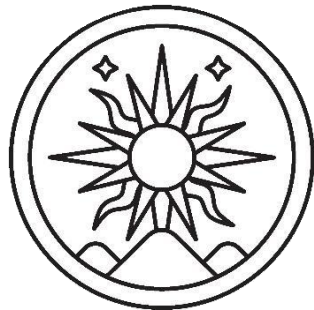


ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ KONFERENCIA PriF UK 2024

ZBORNÍK RECENZOVANÝCH PRÍSPEVKOV

ŠVK
PRIF UK
2024

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA



ŠTUDENTSKÁ VEDECKÁ
KONFERENCIA PriF UK 2024

Zborník recenzovaných príspevkov

25. apríl 2024
Bratislava, Slovenská republika
Univerzita Komenského v Bratislave
ISBN 978-80-223-5822-4 (online)

PREDESDA ŠVK PriF UK

RNDr. Mária Chovancová, PhD.

ODBORNÝ VÝBOR

prof. Mgr. Radovan Šebesta, DrSc.
prof. RNDr. Hana Drahovská, CSc.
prof. RNDr. Michal Galamboš, PhD.
prof. RNDr. Daniela Reháková, CSc.
doc. Mgr. Renáta Švubová, PhD.
doc. Mgr. Andrej Ficek, PhD.
doc. RNDr. Peter Kabát, CSc.
doc. RNDr. Nora Tóth Hervay, PhD.
doc. RNDr. Tomáš Derka, PhD.
doc. Peter Mikulíček, PhD
doc. Mgr. Ľuboš Molčan, PhD.
doc. RNDr. Igor Matečný, PhD.
doc. Mgr. Marcel Horňák, PhD.
doc. RNDr. Monika Jerigová, PhD.
doc. RNDr. Andrea Vojs Staňová, PhD.
doc. RNDr. Marianna Molnárová, PhD.
doc. RNDr. Katarína Pavličková, CSc.
doc. Mgr. Tomáš Lánczos, PhD.
doc. Mgr. Peter Uhlík, PhD.
doc. RNDr. Jana Fridrichová, PhD.
doc. RNDr. Renáta Fláková PhD.
RNDr. Petra Švábová, PhD.
Mgr. Dominik Kostoláni, PhD.
RNDr. Regina Sepšiová, PhD.
RNDr. Katarína Stebelová, PhD.
Mgr. Lenka Šikulíncová, PhD.
RNDr. Henrieta Mázorová, PhD.
RNDr. Malvína Čierniková, PhD.
RNDr. Tatiana Durmeková, PhD.

PODPREDESDA ŠVK PriF UK

Mgr. Táňa Sebechlebská, PhD.
Mgr. Dominik Kostoláni, PhD.
RNDr. Dominik Juračka

ORGANIZAČNÝ VÝBOR

RNDr. Kamila Koči, PhD.
Mgr. Ivana Kyzeková, PhD.
RNDr. Dominik Juračka
Mgr. Dominik Šmida
Mgr. Benediková Beáta
Mgr. Martin Matejka
Mgr. Michaela Kardohelyová
Mgr. Michal Soták
Mgr. Zuzana Kozáková
Mgr. Kristína Huszárová
Mgr. Alexander Kmet'
Mgr. Lukáš Vizváry
Mgr. Pavel Hvožd'ara
Mgr. Mária Bielich
Mgr. Klára Stankovianska
Mgr. David Pavel Královič
Mgr. Barbara Rózsová
Mgr. Iryna Beikun
Bc. Alica Drobná
Bc. Matej Choreň
Bc. Martina Smetanová
Bc. Martina Bugriová
Bc. Alexandra Chrenová

Modelovanie rozšírenia hadov na Slovensku

Martin Raffaj, Daniel Jablonski

*Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra zoológie, Mlynská dolina,
Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika; raffaj5@uniba.sk*

Abstract

Distribution modelling of snakes in Slovakia

Knowledge about the distribution of snakes in Slovakia is primarily based on data that are more than 50 years old. Recently, little attention has been paid to the species distribution within this group of vertebrates in Slovakia. Five species of snakes are present in Slovakia, namely *Coronella austriaca*, *Zamenis longissimus*, *Natrix natrix*, *Natrix tessellata* and *Vipera berus*. To determine the potential distribution of snakes using real data, we employed MaxEnt and selected bioclimatic models. The modeled distribution unveiled potential areas of occurrences and concurrently validated the data acquired from actual distribution. The models also pinpointed diversity coldspots (primarily in the western and eastern lowlands of the country) and hotspots (hilly and mountainous areas, such as the Malé Karpaty Mountains, Vihorlat Mountains, and mountain ranges in central Slovakia). These areas harbor at least four species of snakes, indicating that snakes may favor more diverse environment in terms of topography and microclimate.

Keywords: Slovakia; snakes; distribution; maps, distribution modelling; ecological variables

Úvod a formulácia cieľa

História herpetológie Slovenska má dlhú tradíciu. Doposiaľ však chýba ucelený prehľad histórie batrachologického a herpetologického výskumu. To napravil Uhrin *et al.* (2019) [1], ktorí dali dohromady prehľad literatúry týkajúcej sa územia Slovenska a položili tak moderný základ pre ďalší herpetologický výskum. Prvé oficiálne záznamy druhov obojživelníkov a plazov pochádzajú väčšinou z 19. storočia. V priebehu 20. a 21. storočia vychádzalo veľa prác zameraných na distribúciu. K revízii starších prác došlo v 60. rokoch 20. storočia, kedy Lác vydal dve významné práce [2,3], prezentujúce nové i publikované dáta. Tieto práce však boli posledné, ktoré sa venovali systematicky distribúcii obojživelníkov a plazov na tomto území. Vďaka tomu máme v súčasnosti skreslený a nekompletný pohľad na distribúciu obojživelníkov a plazov Slovenska, predovšetkým hadov.

Preto sme sa rozhodli vytvoriť databázu distribučných údajov, ktoré by mohli byť podkladom pre revidovaný pohľad na reálnu a modelovanú distribúciu všetkých druhov hadov Slovenska a environmentálnych faktorov, ktoré ich rozšírenie určujú. Tieto poznatky nám umožnia bližšie poznať ekológiu a rozšírenie skúmaných druhov a zároveň faktory, ktoré môžu hady ohrozovať.

Materiál a metódy

Distribučné dáta boli získané z publikovaných a nepublikovaných zdrojov. Nepublikované údaje boli získavané z online zdrojov (biomonitoring.sk, iNaturalist.org, GBIF), z terénu a revidované v databáze vytvorenej pre tento projekt (Herpetofaunistic Records Slovakia, verzia: Marec 2024). Za vhodné distribučné dáta považujeme tie, ktoré majú uvedenú lokalitu pozorovania, geografické súradnice, dátum pozorovania a sú ideálne doplnené fotografiami umožňujúcimi determináciu druhu. Dáta, ktoré nemali presnú lokalitu, napríklad je pri nich uvedený len názov mesta, boli georeferencované za použitia aplikácie GoogleEarth. Publikované záznamy sú v databáze označené referenciou alebo zdrojom. Potrebné bioklimatické dáta sú dostupné v databáze worldclim.org. Celkový počet použitých premenných je 19, využili sme však aj faktor „elevation“ [4] a „slope“ (zo stránky http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php). Premenná „evaporation“ bola získaná zo stránky <https://cgiarcsi.community/2019/01/24/global-aridity-index-and-potential-evapotranspiration-climate-database-v2/>. Environmentálne premenné boli získané zo stránky <https://www.earthenv.org/texture.html>.

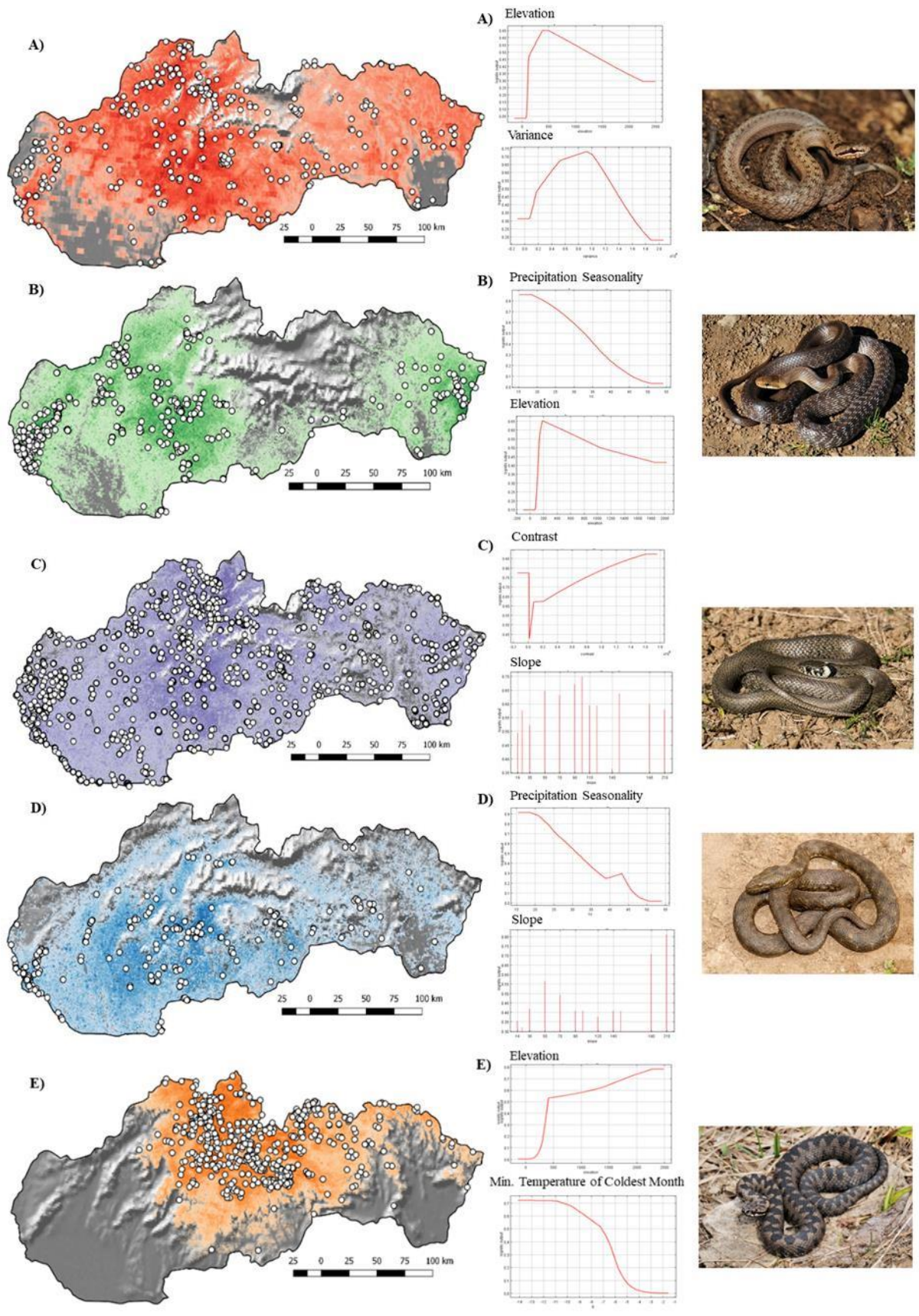
Pred tým než sa premenné použili v MaxEnte [5] bolo potrebné dáta korelovať. Na koreláciu bol použitý program ENMTools [6]. Program ENMTools funguje na základe Pearsonovej korelácie. Po jej dokončení sa zo všetkých premenných vybrali len tie, ktoré mali hodnotu korelácie nad 0,7. Vstupné distribučné dáta sa pripravili pomocou spThin v programovacom jazyku RStudio. Balík spThin slúži na vhodné rozloženie počtu distribučných dát v priestore.

Po príprave vstupných dát v predchádzajúcich krokoch, sme použili MaxEnt na vytvorenie samotného distribučného modelu. Princíp MaxEntu je v tom, že počíta gain, čo je proces vyhotovenia modelu. Gain začína na 0 a počas počítania vhodnosti sa zvyšuje. Následne MaxEnt generuje pravdepodobnú distribúciu. Tento proces prebieha výpočtom a porovnávaním premenných pomocou pixelov na podklade. Týmto sa zobrazí prvotný obrázok modelu, ktorý využíva na indikovanie predikcie distribúcie farebnú škálu. Spektrum farieb je od červenej po modrú. Červené spektrum zobrazuje najvhodnejšie podmienky distribúcie, zelené spektrum zobrazuje optimálne a modré spektrum zobrazuje nevhodné podmienky distribúcie. Popri vytváraní modelu MaxEnt sleduje, ktoré premenné najviac prispeli k výsledkom modelu. Na konci tvorby modelu, dostaneme tabuľku Analýzy variabilných príspevkov. Okrem tabuľky MaxEnt vytvorí aj grafy AUC (average are under the curve). V týchto grafoch nesmie byť modrá krivka vyššie ako červená krivka a hodnota AUC musí byť nad hodnotou 0,8, aby mal model výpovednú hodnotu. Pri hodnote menšej ako 0,8 je model nepresný a pri hodnote nad

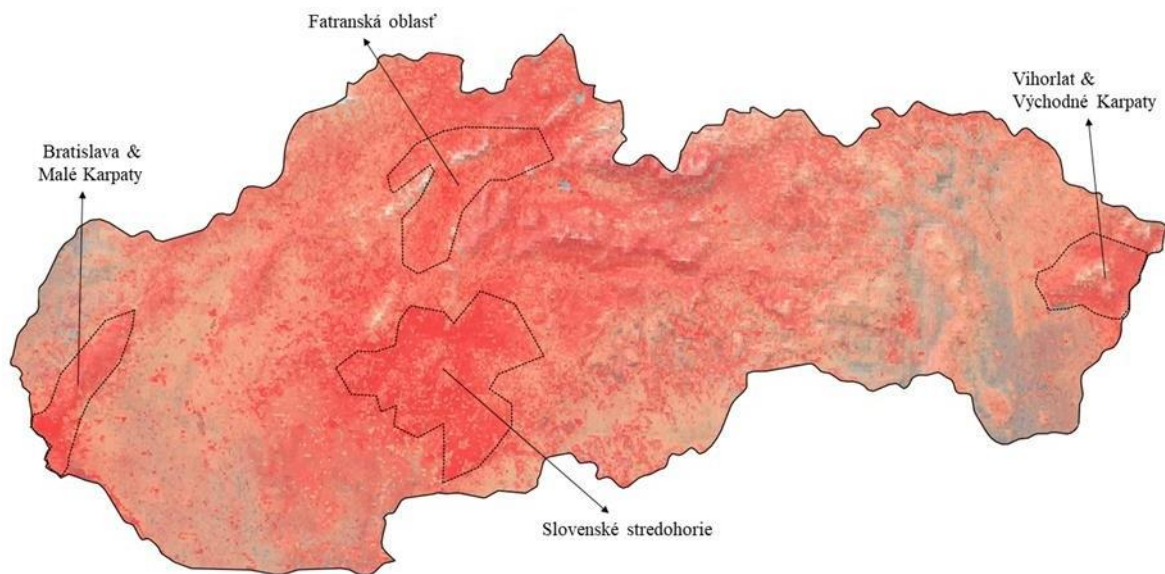
0,9 je veľmi presný. Uložený výsledok vo formáte .asc následne upravíme v QGIS, kde sa upraví jeho farebná škála a doplnia sa distribučné záznamy modelovaného druhu. Modely okrem druhov môžeme pripraviť aj pre zobrazenie hotspotov rozšírenia našich druhov hadov preložením vrstiev modelov v programe QGIS a následným upravením ich prehľadnosti.

Výsledky a diskusia

Na Slovensku máme päť druhov hadov, patriacich do troch čeľadí: Colubridae (*Coronella austriaca*, *Zamenis longissimus*), Natricidae (*Natrix natrix*, *N. tessellata*) a Viperidae (*Vipera berus*) [7]. Všetky distribučné modely hadov ukazujú kontinuálne rozšírenie pre všetky druhy. Takéto kontinuálne rozšírenie je možné vidieť aj pri druhu *C. austriaca*, ktorý sa vyskytuje na väčšine územia Slovenska okrem vysokohorských oblastí a nížin. Výnimkou je Borská nížina, na ktorej by sa podľa modelu druh nachádzať nemal, avšak reálne sa tam vyskytuje. To sa dá vysvetliť tým, že model berie do ohľadu len environmentálne faktory a ostatné faktory (napr. dostupnosť vhodnej potravy) nie sú hodnotené. Distribúcia *Z. longissimus* sa koncentruje na tri hlavné oblasti. Prvou z nich sú Malé Karpaty, ďalšou oblasť medzi Trenčínom až Lučencom a poslednou je Vihorlat. Oddelená populácia sa vyskytuje aj na severe Turčianskej kotliny, ktorá podľa modelu môže prechádzať až na Kysuce. Tento predpoklad je podložený záznamom z okolia Horného Vadičova. Najväčší areál distribúcie má druh *N. natrix*, čo je spôsobené veľkou ekologickou valenciou druhu [8]. Čo sa týka modelu distribúcie druhu *N. tessellata*, reálna distribúcia je koncentrovaná na okolie veľkých vodných tokov, zatiaľ čo modelovaná distribúcia zobrazuje možný výskyt na väčšine južnej časti Slovenska aj v okolí menších vodných tokov. Najmenší areál rozšírenia má *V. berus*, ktorý je koncentrovaný na horské a podhorské oblasti primárne v strede a na severe Slovenska. Modely okrem podloženia reálnej distribúcie zobrazujú potencionálne oblasti, v ktorých sa druhy môžu nachádzať. V týchto oblastiach ešte v súčasnosti nie je reálna distribúcia dokázaná. Terénny výskum nám však môže potvrdiť hypotetické rozšírenie druhov zobrazené modelmi.



Obr. 1. Distribučné modely a grafy najvýznamnejších premenných pre: A) *Coronella austriaca*, B) *Zamenis longissimus*, C) *Natrix natrix* D) *Natrix tessellata* E) *Vipera berus* (autor fotografií: D. Jablonski).



Obr. 2. Kombinácia modelov zobrazujúca hotspoty výskytu hadov na Slovensku.

Kombinácia modelov (Obr. 2.) zobrazuje, že na Slovensku sa nachádzajú štyri oblasti, v ktorých sa dajú nájsť buď štyri druhy, alebo všetkých päť druhov hadov. Prvou z týchto oblastí sa nachádza na západe Slovenska a zahŕňa Bratislavu a Malé Karpaty. Tu je možné stretnúť druhy *C. austriaca*, *Z. longissimus*, *N. natrix*, *N. tessellata*. V druhej oblasti, Vihorlat a Východné Karpaty, nachádzajúcej sa na východnom Slovensku je možné stretnúť podľa modelov všetky druhy hadov. Reálna dáta však ešte nepotvrdili distribúciu *N. tessellata*. Poslednými dvomi oblasťami sú Fatranská oblasť a Slovenské stredohorie. Model a reálna distribúcia ukazujú, že na severe Fatranskej oblasti (juh Kysúc) sa dá stretnúť len s tromi druhmi hadov (*Z. longissimus* a *N. tessellata* nie sú prítomné). Postupne smerom na juh počet druhov stúpa na päť (Turčianska kotlina, avšak predtým spomenuté druhy tu ešte majú sporadické zastúpenie) a tento stav sa udržuje po oblasť Banskej Bystrice, nachádzajúcej sa v Slovenskom stredohorí. Na juh od nej sa následne stretávame so štyrmi druhmi hadov (v druhovej skladbe chýba *V. berus*). Naopak s najmenej druhmi, aspoň podľa modelového zobrazenia, sa môžeme stretnúť na Podunajskej a Východoslovenskej nížine a na severe východného Slovenska, aj keď tento záver je predbežný, kvôli malému počtu distribučných dát.

Záver

Modelovaná distribúcia hadov do veľkej miery korešponduje s ich reálnou distribúciou. Lokálnou výnimkou je *C. austriaca*, kde výskyt na Borskej nížine pravdepodobne korešponduje s jej potravnými nárokmi. Modely taktiež znázorňujú hotspoty a coldspoty v rámci distribúcie

hadov na Slovensku. Rovnako nám ukazujú, ktoré bioklimatické premenné sú dôležité pri ich súčasnej distribúcii a ktoré sú limitujúcimi faktormi pri ich ďalšom šírení. Najväčšiu váhu majú premenné: Slope, Elevation a BIO 15 Precipitation Seasonality, čo odráža topológiu Slovenska, ktorá ovplyvňuje druhovú distribúciu. Vďaka modelom môžeme predikovať, v ktorých doposiaľ nezmapovaných oblastiach sa jednotlivé druhy môžu nachádzať. Ďalej vďaka modelom vieme predpokladať, do ktorých oblastí sa tieto druhy v blízkej budúcnosti môžu dostať. Tieto poznatky nám nielen prehlbujú naše doterajšie poznanie, ale zároveň nám pomôžu zamerať sa na dôslednejšiu ochranu prostredia týchto živočíchov. Štúdia ukazuje dôležitosť zberu distribučných dát a ich využiteľnosti pre výskum ekológie a ochrany živočíchov.

PodĎakovanie

Táto štúdia bola podporená grantom od Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaM SR a SAV (VEGA) 1/024/21.

Zoznam použitej literatúry

- [1] Uhrin M., Jandzik D., Čerňanský A., et al. (2019) Bibliography of the amphibian and reptile research in Slovakia between 1971 and 2017. Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Faculty of Science, Košice, SR, p. 1
- [2] Lác J. (1963) Biologické práce 9, p. 1
- [3] Lác J., Lechovič A. (1964) Přírodní vedy 10, p. 124
- [4] Fick S. E., Hijmans R. J. (2017) Int. J. of Climatol. 37(12), p. 4302
- [5] Phillips S. J., Anderson R. P., Schapire R. E. (2006) Ecol. Model. 190(3-4), p. 231
- [6] Warren D. L., Matzke N., Cardillo M., et al. (2019) ENMTools (Software Package)
[Citované: 20. marec 2024]
<<https://github.com/danlwarren/ENMTools>.doi10.5281/zenodo.3268814>
- [7] Speybroeck J., Beukema W., Dufresnes C., et al. (2020) Amphibia-Reptilia 41(2), p. 139
- [8] Dvořák L., Bufka L., Pykal J. (2005) Silva Gabreta 11, p. 105

Študentská vedecká konferencia 2024
Zborník recenzovaných príspevkov

Dátum a miesto konania:	25. apríl 2024 Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta
Editori:	RNDr. Mária Chovancová, PhD. Mgr. Táňa Sebechlebská, PhD. Mgr. Dominik Kostoláni, PhD. RNDr. Dominik Juračka Mgr. Dominik Šmida
Recenzenti:	Všetky príspevky prešli anonymným recenzným konaním.
Grafická úprava:	Mgr. Dominik Kostoláni, PhD. Mgr. Dominik Šmida
Vydanie:	prvé
Náklad:	online
Rozsah strán:	1027
Vydavateľ:	Univerzita Komenského v Bratislave
ISBN:	978-80-223-5822-4 (online)



Publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 (vyžaduje sa: povinnosť uvádzať pôvodného autora, len nekomerčné použitie, nezasahovať do diela). Viac informácií o licencií a použití diela: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



https://stella.uniba.sk/texty/PRIF_SVK_2024.pdf



ŠVK
PRIF UK
2024

ISBN 978-80-223-5822-4