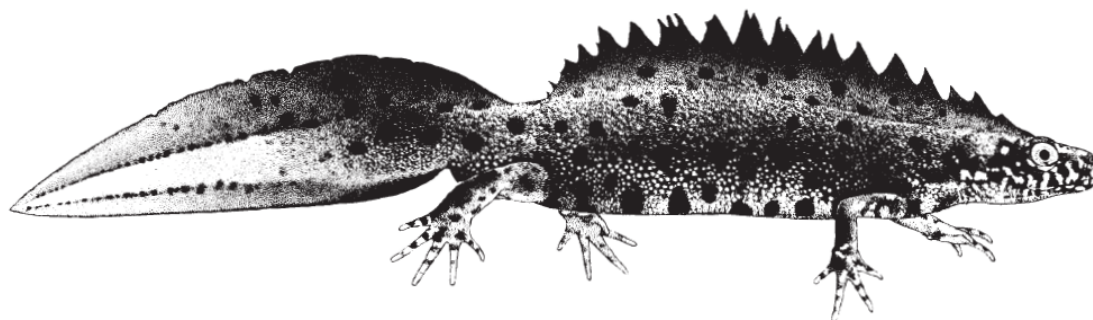


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Problematika skupiny *Triturus cristatus* superspecies v České republice

Zdeněk MAČÁT



DOKTORSKÁ DISERTAČNÍ PRÁCE

předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavku na získání titulu Ph.D. v oboru
Ekologie

školitel: doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.

Olomouc 2019

© Mačát Zdeněk, 2019

úvodní perokresba *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) © Ed Wade

Bibliografická identifikace:

Mačát Z. (2019): Problematika skupiny *Triturus cristatus* superspecies v České republice. [doktorská disertační práce]., Univerzita Palackého, Olomouc, 33 s., 5 příloh, v češtině.

Abstrakt:

Skupina čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies) je na území střední Evropy reprezentována třemi druhy, čolkem velkým, dravým a dunajským. Poslední dva druhy jsou na území České republiky na hranici areálu výskytu. V místech, kde se jednotlivé populace setkávají (jižní Morava) dochází k hybridizaci a tvoří se geografická hybridní zóna. Jedinci čolka dravého v této oblasti nesou mitochondriální DNA čolka dunajského, což je považováno za artefakt vzniklý introgresí během postglaciálního šíření. V hybridní zóně neexistuje přímá spojitost jedinců s typickým biotopem a není možné jedince odlišovat pomocí morfologických znaků, které jsou pro daný druh typické. Na základě aktuálních poznatků víme, že populace z Národního parku Podyjí a velmi blízké okolní oblasti patří k druhu čolka dravého, severně od hranice NP se pak rozkládá přibližně 5 km široká hybridní zóna, která přechází v populace čolka velkého. U jedinců z této hybridní oblasti byla prokázána relativně zvýšená prevalence (2,9 %) výskytu morfologických abnormalit (malformací), která však nepřesahuje limitní hodnoty uváděné v literatuře. Výskyt zranění způsobených predátorem byl pozorován u přibližně 22 % zkoumaných jedinců. Ve většině případů se jednalo o povrchové zranění ocasu dospělých samců. Minimum zranění bylo pozorováno u juvenilních jedinců. V rámci různých typů zranění a obranných reakcí předcházejících predaci bylo u čolka, ze skupiny velkých, pozorována a doložena autotomie části ocasu.

Klíčová slova:

Obojživelníci, Caudata, hybridní zóna, habitat, morfologie, mtDNA, mikrosatelity, rozšíření, malformace, zranění, autotomie

Bibliographical identification:

Mačát Z. (2019): Issue of group *Triturus cristatus* superspecies in the Czech Republic. [Doctoral dissertation]. Palacký University, Olomouc, 33 pp., 5 appendices, in Czech.

Abstract:

Species diversity of crested newt in the Central Europe obtained three well separated species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex* and *T. dobrogicus*). Last two mentioned species are at the edge of the distribution area in south part of the Czech Republic (Moravia). Here is known a hybrid zone among these species. Individuals of *T. carnifex* from this area carried a mtDNA haplotyp of *T. dobrogicus*, which is a probably the remnant of postglacial introgression during expansion to the new areas. No evidence about relationship between habitat preferences and species was found in study area. Unfortunately, also no evidence between morphological characteristics and species was statistically significant. *T. carnifex* occur the area of Podyjí National park and close surrounding, on the north follows geographically modeled hybrid zone, about 5 km width and further to north is occurred by *T. cristatus*. Morphological malformations were found in 2.9 % of individuals in the study area. Injuries were recorded on 22 % of newts, were the proportions of tail crest injury was significantly higher in males than females. A less number of injuries were observed in juveniles. We also documented an autotomy defensive reaction on adult newt from this species group.

Keywords:

Amphibia, Caudata, hybrid zone, mtDNA, microsatellites, habitat preferences, morphology, distribution, malformations, injuries, autotomy

OBSAH

Seznam originálních publikací	vi
Poděkování	vii
„Velcí čolci“ - současný stav poznání	8
Hybridní zóny a hybridizace.....	8
Genetická variabilita velkých čolků a hybridizace na JZ Moravě.....	9
Nároky na prostředí a typologie habitatů velkých čolků.....	11
Problematika morfologie velkých čolků	13
Velcí čolci v České republice se zaměřením na Znojensko	15
Morfologické abnormality.....	17
Predátoři jako původci zranění čolků.....	18
Reakce na predátora a obranné chování čolků	19
Závěr	21
Literatura	23
Přílohy.....	33

SEZNAM ORIGINÁLNÍCH PUBLIKACÍ

Předkládaná disertační práce je založena na níže uvedených publikacích, které jsou označeny a citovány jako Přílohy I–IV.

Příloha I: Mačát Z., Rulík M., Jablonski D., Reiter A., Jeřábková L., Rada S. & Mikulíček P. (2019): Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* × *T. carnifex*). Submitted to *Ecology and Evolution*.

Příloha II: Mačát Z., Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). *Acta Herpetologica* 10: 135-141.

Příloha III: Reiter A., Mačát Z. & Jeřábková L. (2016): Rozšíření obojživelníků na Znojemsku - ocasatí (Caudata). *Thayensia* 13: 137-179.

Příloha IV: Mačát Z., Mizsei E. & Jablonski D. (2015): *Triturus macedonicus* (Macedonian Crested Newt). Tail autotomy. *Herpetological Review* 46: 71-72.

Autor se podílel na designu experimentu (I, II, III), na sběru dat (I, II, III), analýze dat a interpretaci výsledků (I, II, III, IV), psaní manuskriptu (I, II, III, IV), revizích a korekturách textu (I, II, III, IV) a na recenzním řízení a komunikaci s redakcí časopisu (I, II, IV). Prohlášení spoluautorů o autorském podílu uchazeče na publikacích jsou v Příloze V.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych zde poděkoval všem, kteří jakoukoli měrou přispěli ke vzniku této disertační práce a zároveň všem, kteří mi během studia předávali informace a názory.

Velký dík patří mému školiteli Martinu Rulíkovi, přestože se studiu čolků věnoval ve svých začátcích a téma již dávno opustil, nebál se vstoupit podruhé do stejné řeky a vedl mě ke zdárnému dokončení disertace, tak mi nechal velkou volnost věnovat se herpetologii hlouběji.

Velmi si vážím a děkuji kolegům a hlavně kamarádům z Bratislavy, Peteru Mikulíčkovi a Danieli Jablonski, kteří mě zasvětili do tajů molekulárních analýz, byli mi vždy nápomocní s konzultacemi a radami zkušenějších herpetologů. Děkuji oběma za příjemné chvíle strávené s nimi ať už v laboratoři, terénu či hospůdce.

Poděkovat také musím Tondovi Reiterovi a Lence Jeřábkové, kteří mi pomáhali se sběrem vzorků a bez kterých by tahle práce také nikdy nevznikla. Utvořilo se mezi námi silné pouto a jsem rád, že drží i nadále.

Nejde zapomenout na úžasnou partu, kterou jsme si během studií a doktorátu vytvořili na katedře. Moc děkuji chlapcům za tvůrčí prostředí, společný čas a hlavně za kopec zábavy, který nás provázel celé studium. Díky Filipe, Radime, Adame, Stando a Ondro! Byl to jeden z nejlepších časů mého života, na který budu rád vzpomínat.

Děkuji své ženě Zuzance, že mi nepřestala věřit a podporovala mě až do konce studia, děkuji malé Jindřišce, za to, že mě každý den vítá doma a naplňuje mě energií, děkuji také svým rodičům za podporu během studií.

Velké díky všem, bez vás bych to nezvládl.

„VELCÍ ČOLCI“ - SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Hybridní zóny a hybridizace

Přírodní hybridizace je považována za důležitý evoluční jev, který může dát vzniknout izolovaným druhům nebo se může přímo podílet na vzniku nových evolučních linií. Hybridizace může vést ke vzniku přirozených hybridních taxonů se sexualním nebo asexualním rozmnožováním, k introgesi genetických znaků nebo k formování přechodných hybridních zón (Arnold 1997, Allendorf et al. 2001). Hybridizaci a toku genů mezi druhy v přírodním prostředí mohou zabraňovat izolační bariéry (Coyne a Orr 2004), ty mohou působit před samotným rozmnožováním (tzv. prezygotické bariéry) nebo bariéry působící až po páření (tzv. postzygotické bariéry). Prezygotické bariéry jsou tvořeny převážně geograficky (odlišné prostředí druhů) nebo biologicky a ekologicky (např. rozdílné období páření, specifické chování během páření, neslučitelnost pohlavních orgánů atd.). Postzygotické bariéry jsou pak tvořeny nekompatibilitou mezi genomy hybridizujících jedinců, která se projevuje zvýšenou mortalitou nebo sníženou plodností F1 a F2 generace hybridů. Jedním z přístupů, jak pochopit evoluci reprodukčních bariér je analýza introgrese a mechanismů speciace v hybridních zónách. Hybridní zóny jsou úzké oblasti, kde se setkávají dva odlišné druhy, které se zde rozmnožují a vytvářejí potomky, kteří nesou genetickou informaci obou rodičů (Hewitt 2001). Takové oblasti jsou charakteristické náhlými změnami druhově specifických znaků, ve většině případů je hranice rozdělena podél geografické linie (Barton 2001). Rozdílnost mezi hybridními zónami je značná, odlišují se například šířkou či délkou, mozaikovitostí a přežíváním různých genotypů (Arnold 1997). Nicméně zvýšená antropogenní hybridizace, tedy šíření nepůvodních druhů člověkem, může vést k zániku populací nebo způsobit degradaci genomu druhu (Arntzen a Thorpe 1999, Pierpaoli et al. 2003). Ve střední Evropě byla biodiverzita výrazně ovlivněna paleoklimatickými změnami během Pleistocenu (Hewitt 2000, 2001). Mnoho druhů mělo tak svá refugia v jižních oblastech Evropy (např. Balkán, Apeninský nebo Pyrenejský poloostrov; Hewitt 1999) a po ústupu jednotlivých cyklů zalednění začaly druhy rekolonizovat kontinent. Během tohoto šíření došlo opět, v případě některých druhů, k setkání a také velmi často k hybridizaci (sekundární hybridní zóny; Arntzen a Wallis 1991). Nejčastěji vznikaly mozaikovité nebo tenzní hybridní zóny. Model mozaikovité hybridní zóny předpokládá exogenní selekci

a nižší schopnost přežívání u hybridů (např. Arias et al. 2008, Shurtliff et al. 2013). Naopak tenzní model prezentuje hybridní zóny jako hranici různých znaků udržovaných v rovnováze mezi disperzí jedinců ke středu hybridní zóny a negativní selekcí působící proti hybridním jedincům (Barton a Hewitt 1985, Szymura a Barton 1986). Přežívání hybridů může být v takovém případě redukováno nevhodností rodičovských genomů (tzv. endogenní selekce). Klasifikace hybridních zón na unimodální, plochou a bimodální, je dalším nástrojem k pochopení procesu hybridizace (Harrison a Bogdanowicz 1997, Jiggins a Mallet 2000). Unimodální hybridní zóny jsou charakterizovány převahou rekombinovaných genotypů a jsou výsledkem sekundárního kontaktu mezi taxony, mezi kterými existují nedostatečně silné prezygotické nebo postzygotické reprodukční bariéry (Jiggins a Mallet 2000). V bimodálních zónách převládají rodičovské druhy nad těmi hybridními. V těchto zónách se snadněji zkoumají prezygotické izolační mechanismy (Jiggins a Mallet 2000). K tomuto zkoumání jsou unimodální zóny příliš složité nebo se výzkumy provádějí na ekotonech (Smadja et al. 2004).

Genetická variabilita velkých čolků a hybridizace na JZ Moravě

V současné době rozlišujeme v Evropě sedm druhů ze skupiny čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies) a dva druhy ze skupiny čolka mramorovaného (*T. marmoratus*, Wielstra et al. 2019, Wielstra 2019). Tři druhy obývají střední Evropu a Českou republiku: čolek velký – *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), čolek dravý – *T. carnifex* (Laurenti, 1768) a čolek dunajský – *T. dobrogicus* (Kiritzescu, 1903). Jejich výskyt je zde parapatrický s kontaktními zónami (Maletzky et al. 2008, Mikulíček et al. 2012, **Příloha I**). Čolek velký je druh s nejsevernější částí areálu, vyskytuje se od Britských ostrovů až k Uralu. Severní hranice areálu zasahuje až do Norska a Švédska, zatímco jižní hranice je tvořena širokou kontaktní oblastí s čolkem mramorovaným (*T. marmoratus*) ve střední Francii (Lescure a de Massary 2012). Zde byla odhalena značná ekologická separace mezi oběma druhy a nízká míra introgrese (Schoorl a Zuiderwijk 1981, Arntzen a Wallis 1991). Následný kontakt a hybridní zóna s čolkem dravým na rakousko-českém pomezí tvoří jižní hranici rozšíření čolka velkého ve střední Evropě (Maletzky et al. 2008, Mikulíček et al. 2012, **Příloha I**). Pouze o několik desítek kilometrů dále na východ na česko-slovenském pomezí a dále na celém území jižního Slovenska pak hranici tvoří kontaktní zóna s čolkem dunajským (Mikulíček et al. 2012). Druhové složení

a hranice areálů velkých čolků na Balkánském poloostrově jsou značně komplikované, nicméně recentně dobře prozkoumané (Artzen et al. 2014, Wielstra et al. 2014, Wielstra et al. 2017). Čolek dravý je druh, který obývá celý Apeninský poloostrov a Slovinsko. Jihovýchodní hranice areálu vyznívá v severním Chorvatsku, kde navazuje na areál rozšíření čolka dunajského. Jejich společná kontaktní zóna se táhne severním směrem a tvoří východní hranici areálu přibližně po hraniční ose Slovinsko-Maďarsko, Rakousko-Maďarsko. Na území Rakouska pak čolek dravý vniká do východního vnitrozemí a vyskytuje se jak v okolí Vídně, tak v oblastech Weinviertel a Waldviertel až na nejjihnější část Znojemska (Maletzky et al. 2008, Mikulíček et al. 2012, Artzen et al. 2014, Wielstra et al. 2014, Lagler 2015, **Příloha I**). Areál čolka dunajského je omezen na střední a dolní část povodí Dunaje a je rozdělen do dvou areálů, které se v rámci druhu neliší (Artzen et al. 2014, Wielstra et al. 2014, Vörös et al. 2016, Wielstra et al. 2016).

O smíšených populacích (hybridizaci) čolků na jižní Moravě spekulovalo již několik autorů pouze na základě morfologické variability jedinců (Lác 1957, Kautman a Zavadil 2001). Pomocí analýzy alozymů potvrdil tuto domněnku Horák (2000). Na základě analýzy druhově specifických RADP markerů, mikrosatelitů a mitochondriální DNA toto zjištění doplnil Mikulíček et al. (2012) a také **Příloha I**, a to jak na území ČR (*T. cristatus* × *T. carnifex*), tak Slovenska (*T. cristatus* × *T. dobrogicus*). Lagler (2015) přidává údaje z území severního Rakouska, kde dochází k hybridizaci *T. cristatus* × *T. carnifex*. **Příloha I** pak přináší ucelený vhled na tvar hybridní zóny a její vlastnosti v oblasti jihozápadní Moravy. Analýza mitochondriální DNA ukazuje poněkud překvapivé výsledky, jelikož přiřazuje mitochondriální haplotypy studovaných populací na jihozápadní Moravě k čolku dunajskému nikoli čolku dravému, jak by se dalo předpokládat (Mikulíček et al. 2012, Lagler 2015, **Příloha I**). Naopak výsledky mtDNA z oblasti severozápadního Rakouska (Salzburško), kde byla rovněž popsána hybridizace mezi *T. cristatus* a *T. carnifex*, nesou čolci mitochondriální haplotyp čolka velkého nebo čolka dravého (Maletzky et al. 2008). Z výše zmíněných informací je patrné, že hybridní zóna v oblasti jihozápadní Moravy je tvořena geograficky. Přítomnost mitochondriálního genotypu čolka dunajského, který se v této oblasti nevyskytuje, může vysvětlit několik scénářů. Jako nejpravděpodobnější, lze předpokládat kontakt mezi populacemi obou druhů v nedávné historii. Během pleistocenního zalednění

Evropy, kdy byli čolci zatlačeni, stejně jako další druhy, do refugií. Po skončení období zalednění a ustálení klimatických podmínek došlo k rekolonizaci nových území a rozšiřování druhů dále na sever. Čolek velký našel refugium v Karpatech (Wielstra et al. 2015) a tedy kolonizace jihozápadní Moravy probíhala z východu, zatímco čolek dravý přečkal dobu ledovou pravděpodobně v oblasti Jadranu (Canestrelli et al. 2011). Ke styku těchto populací došlo až na Znojemsku, kde se vytvořila sekundární hybridní zóny, která je v současné době členěna od severovýchodu k jihozápadu (Hewitt 2001, 2011, **Příloha I**). Mitochondriální DNA čolka dunajského nesou jedinci čolka dravého, je tedy zřejmé, že mezi těmito druhy muselo v minulosti dojít k významnému kontaktu. Výskyt tohoto haplotypu, který je specifický pro západní Panonskou pánev, ukazuje, že historická hybridizace mezi *T. carnifex* a *T. dobrogicus* pravděpodobně proběhla v oblasti východně od Alp, nejspíše na západním okraji Panonské pánve. Následná introgrese mtDNA spolu s šířením čolka dravého tak přivedla haplotyp čolka dunajského do oblasti dnešního Znojemska.

Nároky na prostředí a typologie habitatů velkých čolků

Charakter a typ stanovišť využívaných velkými čolky je značně rozmanitý. Zásadním pro fungování populací je kvalitní vodní i suchozemský habitat, který odpovídá nárokům druhu. Proto je zřejmé, že pochopení základních charakteristik jednotlivých typů biotopů je zásadní nejen pro ochranu populací, ale také pro nastavení vhodného managementu těchto biotopů. Výzkum vodního prostředí, tedy rozmnožovacího biotopu, je mnohem exponovanější než výzkum biotopu terestrického. Jednak je výrazně jednodušší zastihnout čolky ve vodním prostředí, a tedy hodnotit jejich nároky, zároveň je možné stanovovat relativně přesné hodnoty různých charakteristik prostředí pomocí dobře definovatelných veličin (pH, hloubka, zástin atd.). V případě terestrických biotopů žijí čolci poměrně skrytě, jejich pohybové aktivity jsou velmi omezené a celkově je jejich studium zaměřeno na migraci a úkrytové charakteristiky (např. Latham et al. 1996, Jehle a Arntzen 2000, Skei et al. 2006). Biotopové charakteristiky jednotlivých druhů velkých čolků byly převážně studovány v jádrových oblastech výskytu daného druhu (pro čolka velkého např. Oldham et al. 2000, Jehle et al. 2011, Unglab et al. 2015, pro čolka dravého Pavignano et al. 1988, 1990), jen ojediněle pak v hybridních zónách (Maletzky et al. 2007, **Příloha I**). Základním hodnotícím kritériem je typ biotopu. Jehle et al. (2011) provedl revizi

prací z celého Německa, kde byl dohromady hodnocen výskyt 4,5 tisíce jedinců, ze kterého vyplývá, že 48 % jedinců obývá stabilní nevysychavé tůně (zastoupené jak přírodními, tak uměle vytvořenými habitaty), jen 17 % jedinců se pak vyskytovalo ve vysychavých tůních, v lomech a zatopených těžebních prostorech žilo také 17 % čolků. V odvodňovacích kanálech žila 3 % jedinců, v betonových bazénech 2 % a v odstavných a slepých ramenech pouze 1 %. Za nejlépe vysvětlující veličiny pro kvalitu vodního biotopu jsou uváděny: intenzita slunečního záření (také prezentováno jako zastínění), velikost nádrže a hustota vodní a příbřežní vegetace (např. Blab a Blab 1981, Sztatecsny et al. 2004, Maletzky et al. 2007, Jehle et al. 2011). V případě zastínění, Filoda (1981) uvádí, jako limitní hranici pro výskyt dospělých jedinců 40% zástin, v případě larev pak ještě méně, přibližně 20 %. V případě hybridních populací v oblasti Salzburska pak uvádí Maletzky et al. 2007, že čolky chytali také v tůních se zástinem vyšším než 50 %. Méně zastíněné nádrže jsou z pravidla více zarostlé vodními makrofyty, což je dobrý předpoklad pro výskyt čolků. Struktura vegetace je velmi zásadním faktorem pro vývoj larev. Jednak samice klade jednotlivá vajíčka na listy vegetace, jednak je larvy využívají jako nezbytné úkryty před predátory. Přesto i volná hladina je zásadní faktor kvalitního biotopu, v ideálním případě tak musí jít o kombinaci obou faktorů. Denton (1991) uvádí jako ideální poměr 47:53 % ve prospěch volné hladiny. Oldham (1994) pak uvádí, že pobřežní vegetace by měla tvořit 25-50 % příbřežní zóny a v případě ponořené makrovegetace by mělo jít až o 50-75 % plochy tůně. Ideální rozlohu nádrže mezi 500-750 m² uvádí z Velké Británie Oldham et al. (2000). Minimální velikost pak stanovuje Arntzen (2003) na 50 m² a hloubku 50 cm. Vodíkový potenciál (pH) vhodných tůní se v ideálních případech pohybuje mezi pH 7-8, tedy neutrální až mírně zásadité, nicméně čolci zvládají mnohem větší rozpětí a to již od kyselého pH 4,7 do zásaditého pH 8,5 (Denton 1991, Skei et al. 2006, Dolmen et al. 2008). Výskyt ryb na lokalitách velkých čolků je nejčastěji hodnocen jako negativní (Maletzky et al. 2007, Jehle 2011). Zejména jde o výskyt invazních druhů, jako je střevlička východní, karas stříbřitý nebo sumeček americký. Jednak jsou to druhy, které mohou čolky a jejich larvy predovat (viz níže), jednak představují jejich potravního konkurenta, popřípadě znehodnocují biotop svým masovým výskytem. Z výše zmíněných zjištění je patrné, že jako vhodný biotop může sloužit stálá i vysychavá nádrž s hloubkou od několika málo centimetrů po několik metrů. Plocha

vodní hladiny se rovněž pohybuje od několika málo metrů čtverečních až desítky či stovky. Důležitá je přítomnost submerzních a emerzních vodních makrofyt, dostatečné prosvětlení nádrže a v ideálním případě žádná či malá rybí obsádka.

Problematika morfologie velkých čolků

Identifikace velkých čolků na základě morfologických a morfometrických znaků byla běžná a hojně využívaná metoda ještě v poměrně nedávné době (např. Wolterstorff 1923, Šova 1973, Kalezić et al. 1990, Arntzen a Wallis 1994, 1999, Piálek et al. 2000). Odlišit jednotlivé druhy v takto kryptické skupině, kterou čolci bezpochyby jsou, není vždy úplně snadné. V určitých případech je však možné použití fenotypu (zbarvení a dalších doprovodných znaků). Obecně lze říci, že čolek velký (*T. cristatus*) je středně velkým druhem s kratšíma nohama, výraznými bílými tečkami po bocích těla, oranžovým břichem a proměnlivým vzorem černých skvrn na břiše. Naproti tomu, čolek dravý je střední až velký (mohutný) druh s dlouhými končetinami, boky těla nesou minimální nebo žádné bílé tečkování, břicho je žlutooranžové s velkými kulatými hůře definovatelnými šedočernými skvrnami. Čolek dunajský je druh malého (subtilního) vzrůstu s krátkými končetinami, boky těla jsou slabě bíle tečkované, břicho je oranžovočervené (sytě vybarvené) s hnědočernými skvrnami, které často splývají.

S nástupem molekulárních metod a hlavně s postupujícím objasňováním biogeografie a fylogeneze velkých čolků (Wielstra a Arntzen 2011, 2016, Arntzen et al. 2018, Wielstra, et al. 2019) se od těchto terénních metod v místech hybridních zón postupně upustilo. Nicméně morfologická identifikace jedinců v centrech areálu rozšíření jednotlivých druhů byla spolehlivou metodou a zjišťované parametry korelovaly s hodnotami uvedenými v literatuře. Naopak situace v místech hybridních zón a styku populací jednotlivých druhů byla a je značně komplikovaná (Mačát 2012, **Příloha I**). Užitečným nástrojem se po několik generací herpetologů stal tzv. Wolterstorffův index (WI; Wolterstorff 1923). Hodnoty indexu jsou stanoveny jako poměr mezi délkou přední končetiny (Pa) násobenou stem a rozpětím předních a zadních končetin (LiE): $(100 \times Pa/LiE)$; Wolterstorff 1923, Arntzen a Wallis 1994). Index hodnotí čtyři taxony považované v té době za poddruhy (*dobrogicus*, *cristatus*, *carnifex* a *karelinii*), u kterých předpokládá jasný vzhled. Na tomto základě byly hodnoty indexu stanoveny zvlášť pro samce a samice. Pro samce *dobrogicus* 45-52 %, *cristatus* 59,80-65 %, *carnifex* 63-73 % a *karelinii* 69-82 %. Pro samice

dobrogicus 34-45 %, *cristatus* 49-54 %, *carnifex* 52,6-64 % a *karelinii* 67,5-72 % (Wolterstorff 1923). Indexové hodnoty pro jednotlivé druhy byly dlouho studovány a upravovány (např. Herre 1932, Fachbach 1974, Kalezić et al. 1990, Lanza et al. 1991, Arntzen a Wallis 1999). V některých těchto pracích jsou patrné chyby způsobené zařazením, v té době neznámých, hybridních zón do výpočtů. V 90. letech prošel index kalibrací, při které byla použita nezávislá data (tj. data jedinců, u kterých nebyla druhová příslušnost stanovena na základě kvalitativních a kvantitativních znaků, ale na základě genetické analýzy; Arntzen a Wallis 1994, 1999). V rámci této kalibrace byly hodnoty WI následovně upraveny: pro samce *T. dobrogicus* < 54 %, *T. cristatus* 54-63,69 %, *T. carnifex* 63,7-67,09 % a *T. karelinii* > 67,1. Pro samice *T. dobrogicus* < 46,2 %, *T. cristatus* 46,2-53,89 %, *T. carnifex* 53,9-59,19 % a *T. karelinii* > 59,2 % (Arntzen a Wallis 1999). Ani tato kalibrace není dostatečná, tak aby bylo možné považovat WI za důsledný a neomylný determinační nástroj pro velké čolky. Index se vyznačuje značnou chybovostí, která se v průměru pohybuje okolo 31 %, přičemž není rozdíl mezi chybnou determinací samce či samice (Arntzen a Wallis 1999, **Příloha I**). Jinou kvantitativní metodou determinace velkých čolků je určení na základě počtu presakrálních obratlů (RBV) pomocí rentgenu. Kalibraci tohoto znaku opět provedli Arntzen a Wallis (1994, 1999) a stanovili následující hodnoty: pro *T. dobrogicus* 17-18 obratlů, *T. cristatus* 16 obratlů, *T. carnifex* 15 obratlů, *T. karelinii* 14 obratlů. Počet presakrálních obratlů má opačnou tendenci než WI, tedy nejvyšší hodnoty pro *T. dobrogicus* a nejnižší pro *T. karelinii* (Arntzen a Wallis 1994, Crnobrnja-Isailović et al. 1997, Arntzen & Wallis 1999). Tato skutečnost je obecně vysvětlována jako adaptace na život ve vodním prostředí (delší a štíhlejší tělo společně s kratšími končetinami je způsob, jak si usnadnit pohyb ve vodě). Čolek dunajský je znám jako druh s nejdelší vazbou na vodní prostředí (až 6 měsíců), zatímco u ostatních jedinců se toto období pohybuje od 4 do 5 měsíců (Arntzen a Wallis 1999, Jehle et al. 2011). Z uvedených dat RBV je patrné, že nejsou pohlavně dimorfní, a proto stačí jedna hodnota pro determinaci samce i samice. Avšak i při užití tohoto determinačního kritéria může dojít k chybě. Arntzen a Wallis (1999) v tomto případě uvádějí chybovost 13,7 %, ale při kombinaci WI a RBV je patrný signifikantní rozdíl mezi jednotlivými druhy.

Velcí čolci v České republice se zaměřením na Znojensko

Na území České republiky jsou velcí čolci zastoupeni třemi druhy z druhového komplexu čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies). Ve starších literárních pramenech je z území Československa udáván výskyt čolka velkého (*T. cristatus*) v nominálním poddruhu a poddruhu *dobrogicus*, ten však pouze ze slovenské části (např. Štěpánek 1948, Lác 1968, Mikátová et al. 1989, Roček 1992). Změna v druhovém chápání čolků se poprvé v souhrnné práci objevuje v Atlase (Moravec 1994), kde je uveden nový nález tří jedinců čolka dunajského v NPR Raňšpurk z roku 1993. Nalezení jedinci byli na základě morfologických znaků a elektroforetické analýzy determinováni jako čolek dunajský (Zavadil et al. 1994). Na základě tohoto nálezu soustředili herpetologové svá bádání do oblasti lužních lesů jižní Moravy a během následujících let objevili další lokality s výskytem tohoto druhu. Poměrně intenzivní bádání a kontinuita prostředí nasměrovala výzkum také západním směrem na Znojensko. Další objev nového druhu pro českou faunu přišel v roce 1997, kdy byl v Tasovickém lomu nalezen čolek dravý. Morfologickou analýzu jedinců ze Znojemska provedl Piálek et al. (2000), biochemicky druh potvrdil Horák (2000). Nejedná se však o první informace o velkých čolcích ze zájmové oblasti. Již v počátku 20. století byly publikovány první nálezy (Adolph 1922), další nálezová data pak pocházejí z konce století (Mikátová 1989, Reiter a Hanák 2000). Po nález čolka dravého nastává relativně intenzivní období bádání na rozšíření čolků a jejich druhovém zařazení v oblasti Znojemska. Horák (2000) hodnotí populace čolků z Podmolí, Tasovic, Mašovic a Citonic jako čolky dravé pomocí metody elektroforetické analýzy alozymů. Stejnou metodou hodnotí také lokality ve Zblovicích, Únanově a Žerůtkách, které determinuje jako hybridní populace (Horák 2000). V následujícím desetiletí výzkum pokračoval monitoringem známých lokalit a postupně byla objevena i další místa výskytu velkých čolků v zájmové oblasti Znojemska. Zásadní informace poté přináší práce hodnotící hybridní zónu čolků na česko-slovensko-rakouském pomezí, která využívá moderních metod v molekulární biologii (mtDNA a jaderná DNA; Mikulíček et al. 2012). Studie vychází z dat sbíraných v rámci práce Horáka (2000) a Zavadilem (z let 1997-2008). Hodnoceny byly populace z lokalit Citonice, Hostim, Jevišovice, Mašovice, Moravský Krumlov, Podmolí, Tasovice, Únanov, Zblovice a Žerůtky. Mikulíček et al. (2012) stejně jako Horák (2000) řadí populace z Podmolí, Tasovic,

Mašovic a Citonic k čolku dravému, dále připojuje i populace z Únanova. Hybridní jedince pak zaznamenali v Žerůtkách, Jevišovicích, Zblovicích a Hostimi a vzorky z Moravského Krumlova přiřadili k druhu čolek velký (Mikulíček et al. 2012). Velmi zajímavým výsledkem v celé práci je hodnocení mitochondriálního genotypu čolků dravých, kteří na Znojemsku nesou genotyp čolka dunajského (více o příčinách a možném vzniku této genetické mozaiky je uvedeno v **Příloze I**). Studium velkých čolků na Znojemsku probíhá opět intenzivně od roku 2010 (**Příloha III**). Na základě výsledků aktuálních analýz mitochondriální a jaderné DNA (**Příloha I**) je patrné, že populace čolků v NP Podyjí a jeho ochranném pásmu patří k druhu čolek dravý. Severně a západně navazující lokality pak osidlují populace s hybridním charakterem a v severní část Znojemska je rozšířen čolek velký. Většina lokalit leží v severozápadní polovině území, tedy v jeho více zalesněné části patřící k Jevišovickému bioregionu (Culek 1996). Největší hustota nalezišť i početnost lokálních populací byla zjištěna v jižní části tohoto bioregionu, v NP Podyjí. Další oblastí s velkou hustotou nalezišť a početnými populacemi je Krumlovský les na severním okraji Znojemska. Posledním rozsáhlejším územím, kde lze hovořit o plošném rozšíření velkých čolků, je soustava rybníků a tůní v povodí Bojanovického potoka. V dalších případech jde většinou o izolované lokality či skupinky lokalit. Jediným současným nalezištěm čolků v nivě Dyje východně od Znojma je lom v Tasovicích a údolí Příčnického potoka u Božic (z druhého jmenovaného naleziště, však neexistují verifikované doklady; **Příloha III**). Jakýkoliv údaj o výskytu velkých čolků pak chybí z jižní a jihovýchodní části území, z nivy Dyje po proudu od Tasovic a také z nivy dolní Jevišovky a jejích přítoků. Žádné lokality nebyly zjištěny též v intenzivně zemědělsky využívané krajině v povodí Jihlavy, v okolí města Miroslav. Překvapující je zejména absence velkých čolků ve dvou lužních EVL na pomezí okresů Znojmo a Břeclav – Trávní dvůr a Drnholecký luh (**Příloha III**). Vzhledem ke geografické poloze těchto míst by jakákoli lokalita velkých čolků byla extrémně zajímavá z hlediska studia hybridní zóny v regionu. Geograficky jde o oblast nejbližší k známým lokalitám uváděného výskytu čolka dunajského v dolním Podyjí (např. PP Betlém). V současné době je tedy v širší oblasti Znojemska evidováno 68 lokalit s výskytem jedinců z komplexu čolka velkého (**Příloha III**), ve většině případů jde o výskyt v souvislosti s rozmnožováním (dospělí jedinci ve vodní fázi života nebo nálezy larev). Rozšíření

a druhové příslušnosti velkých čolků na rakouské straně Dyje nebylo věnováno tolik soustředěného úsilí. Nálezová data pocházejí z okolí NP Thayatal (Waringer-Löschenkohl et al. 2010, Lagler 2015) a Rakouské Dyje (Cabela et al. 1997, 2001). Ve většině dosavadních publikací jsou rakouské nálezy v blízkosti studovaného území spojovány s druhem *T. cristatus* (Grillitsch et al. 1983, Cabela et al. 1997, 2001), popřípadě nejsou druhově zařazeny (Waringer-Löschenkohl et al. 2010). Lagler (2015) hodnotí pět lokalit z oblasti Waldviertel v západních Dolních Rakousech pomocí jaderné a mitochondriální DNA a z lokality Mallersbach (ca 5 km jižně od lokality Čížov) uvádí druh *T. carnifex*, mtDNA pak odpovídá *T. dobrogicus*, stejně jako v případě znojenských populací (Mikulíček et al. 2012, Příloha I).

Morfologické abnormality

Tělesné abnormality (malformace) jsou jevem známým u většiny živočišných druhů. V literatuře jsou dokumentovány již více než 300 let, ale ve většině případů se jedná o jednoduché zprávy a popisy založené na malém počtu vzorků (viz přehled v práci Henle et al. 2012). Objektivní data o prevalenci malformací na populační úrovni byla publikována pro mnoho druhů žab, avšak v případě ocasatých obojživelníků je prací mnohem méně, přesto jsou základní informace dostupné (např. Canestrelli et al. 2006, Jarvis 2011, Henle et al. 2012, Gatti a Sannolo 2014, Laurentino et al. 2016, Romano et al. 2017, **Příloha II**). Informace o prevalenci jedné nebo více abnormalit jsou nepostradatelné pro další výzkum ekologie, biologie i zdravotního stavu jednotlivých populací. Původci těchto morfologických změn zahrnují jednak parazity a patogeny, dále také UV záření, regeneraci po traumatech (zraněních), vysoké hladiny antropogenního znečištění, vnitrodruhové nebo mezidruhové vztahy, a to často synergicky a vzájemně propojené (např. Kiesecker 2002, Blaustein a Johnson 2003, Johnson et al. 2006, Reeves et al. 2008, Ballengée & Sessions 2009, Lannoo 2009). Mezi velkými čolky bylo zaznamenáno několik typů malformací. Například polydaktylii (zvýšený počet prstů) uvádí Jarvis (2011) u tří jedinců *T. cristatus* nalezených ve Velké Británii, v případě *T. carnifex* ji u dvou jedinců uvádí z Itálie Gatti a Sannolo (2014). U stejného druhu uvádí Henle et al. (2012) také bifurkaci ocasu, která byla pozorována u samice odchycené na západním okraji Maďarska. V hybridní populaci (*T. cristatus* a *T. carnifex*) žijící na česko-rakouském pomezí je pak udávána polydaktylie, bidaktylie a syndaktylie u osmi jedinců (**Příloha II**). V případě *T. dobrogicus* poukazují Henle et al. (2012) a Mester et al. (2015) také na

duplikaci ocasu zachycenou u v oblasti centrálního Maďarska. Polymelii, neboli zvýšený počet končetin, popisují Recuero-Gil a Campos Asenjo (2002) u *T. marmoratus*. Blíže nespecifikované malformace také zaznamenali Arntzen a Wallis (1991) během sběru materiálu na studii hybridní zóny mezi *T. cristatus* a *T. marmoratus* v západní Francii. Prevalence malformací ve stabilní populaci obojživelníků by se měla pohybovat v rozmezí od 1 do 5 % (Blaustein a Johnson 2003), což v případě většiny zmíněných případů u velkých čolků odpovídá: < 1 % (Jarvis 2011), 0,59 % (Gatti a Sannolo 2014), 0,3 % (Mester et al. 2015), 2,9 % (**Příloha II**). Podobně tomu je i v případě dalších ocasatých obojživelníků, např. 1,1 % u *Lissotriton boscai* (Ortiz et al. 2006), 1,5 % u *Chioglossa lusitanica* (Sequeira et al. 1999), 3,9 % u *Calotriton arnoldi* (Martínez-Silvestre et al. 2014). Dokumentovány jsou však také případy, kdy prevalence malformací více (4,7-12 % u *Ambystoma macrodactylum*; Johnson et al. 2006) nebo extrémně (40-90 % v případě *Cryptobranchus alleganiensis*; Hiler et al. 2005, Burgmeier et al. 2011) toto rozmezí překračovaly. Původ malformací u velkých čolků může mít tedy vícero příčin. Za povšimnutí stojí také významný vliv hybridní zóny, která se v zájmové oblasti nachází (Mikulíček et al. 2012) a může přispívat ke kolapsu genetické homeostázi (Arntzen a Wallis 1991). Nasvědčuje tomu i fakt, že z oblastí mimo hybridní zóny (např. Jarvis 2011, Gatti a Sannolo 2014, Mester et al. 2015) je procento prevalence velmi nízké.

Predátoři jako původci zranění čolků

Vznik a výskyt zranění u volně žijících živočichů může mít mnoho příčin původu. Jednak jsou to zranění vzniklá v průběhu nemoci nebo intraspecifických agregací, avšak nejčastějším původcem zranění je střet s predátorem (Lima a Dill 1990). Přežití nebo vyhnutí se ataku predátora jsou dva nejzákladnější principy antipredačního chování (Seligmann et al. 2003). Dokumentovat případ přežití setkání s predátorem je ve většině případů asi nemožné. Jediným vodítkem k takovému stavu mohou být právě zranění, která jedinci způsobil predátor, ale predovaný jedinec atak přežil (Mushinsky a Miller 1993). Zranění, jako důsledek antipredačního mechanismu, je nejvíce zkoumáno na druzích, kteří mají schopnost autotomie, tedy odvrhnout část těla (nejčastěji ocas či jeho část), aby zabránili střetu s predátorem (Cooper et al. 2004, Maginnis 2006) nebo naopak u druhů, které vzniklé zranění dokážou jakkoli regenerovat (Maginnis 2006). Schopnost regenerace

pak relativně znesnadňuje zpětnou analýzu zranění po delším časovém období. V případě čolků existuje pouze několik málo analýz hodnotící zranění na larvách (Vogrin 2006), čerstvě metamorfovaných jedincích (Nemes 2002, 2005) a dospělých jedincích rodů *Lissotriton*, *Ichtyosaura* (Kopecký 2013) a *Triturus* (**Příloha II**). Početnost a diverzita predátorů určuje frekvenci způsobených zranění, zároveň se jejich početnosti mění s geografickou polohou (Placyk a Burghardt 2005), pohlavím nebo obdobím v sezóně (Kopecký 2013). Obecně jsou čolci považováni za atraktivní kořist, jednak díky svému výraznému zbarvení a morfologii v době rozmnožování, ale také pro relativně pomalý pohyb jak ve vodě, tak obzvláště na souši. Mezi nejvýznamnější predátory patří vodní ptáci, například: kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), volavky (rody *Ardea* a *Egretta*), kvakoš noční (*Nycticorax nycticorax*) nebo čápi (rod *Ciconia*), k významným plazím predátorům čolků, řadíme želvu bahenní (*Emys orbicularis*) nebo užovky rodu *Natrix* (Jehle a Arntzen 2000, Arntzen 2003, Fahrbach a Gerlach 2018). Kuzmin (2013) uvádí mezi predátory velký čolků v Rusku a přilehlých oblastech také ropuchu obecnou (*Bufo bufo*). Mezi savci jsou pak jmenováni hlavně rejsci (rod *Sorex*), tchoř tmavý (*Mustela putorius*), vydra říční (*Lutra lutra*) nebo prase divoké (*Sus scrofa*; Jehle et al. 2011). Významnou skupinu predátorů ve vodním prostředí tvoří ryby, z nichž za nejzávažnější predátory jsou považovány nepůvodní a invazní druhy jako je střevlička východní (*Pseudorasbora parva*), karas stříbřitý (*Carassius gibelio*), sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*) nebo hlavačkovec Glenův (*Percottus glenii*; Reshetnikov 2003, Fahrbach a Gerlach 2018), kteří dobře přežívají i na lokalitách, které jsou pro nativní rybí predátory neobyvatelné. Dospělci i larvy potápníků z rodu *Dytiscus* jsou taktéž významným predátorem larev čolků, v případě dospělých jedinců však mohou také způsobit významné zranění či smrt predovaných jedinců (Romero et al. 2013). Predaci larev a vajec čolků mají na svědomí převážně další vodní bezobratlí, hlavně larvy vážek, další vodní brouci, ploštice a jejich larvy, zaznamenána byla také predace pijavkami (Miaud 1993, Kinne 2004). Na larvy se zaměřují převážně menší druhy ryb (střevlička či karas), popřípadě menší druhy čolků (rod *Lissotriton* a *Ichtyosaura*). Kanibalismus není u čolků výjimkou (Burlacu et al. 2009).

Reakce na predátora a obranné chování čolků

Ocasatí obojživelníci využívají dva typy prostředí, jak suchozemský, tak vodní biotop a jejich střídání je jednou ze základních vlastností této skupiny obratlovců.

Během života v těchto prostředích čelí velkému tlaku různých typů predátorů, a proto si mnoho z nich vytvořilo nezávisle nespočet obranných mechanismů (Brodie 1977). Tyto antipredakční adaptace čolci využívají ve většině případů synergicky a zvyšují tak jejich účinek. Naopak nápadná konvergence jednotlivých typů těchto mechanismů mezi různými taxonomickými skupinami čolků, je sice velice běžná, ale nevypovídá nic o evolučních vztazích jednotlivých skupin, jelikož samotné utváření mechanismů probíhalo nezávisle (Brodie 1977). Mimo základní mechanismy jako je útěk (uplavání) či ukrytí ve vegetaci jsou u čolků popsány také formy chování, při kterých jedinci přicházejí do styku s predátorem (Brodie 1977). Ukazuje se, že zásadním pro obranu čolků je produkce kožního toxinu, který je bílé barvy, silně zapáchá a lepí (Kupfer a Tenuis 2001). Další typy reakcí jsou navázány na produkci tohoto sekretu. Velcí čolci rodu *Triturus* využívají minimálně devět mechanismů, aby odvrátili atak predátora. V případě ohrožení zaujmou typickou pozici, která umožňuje ukázat jejich výrazné zbarvení. V tento okamžik čolek zvedá ocas a narovnává zadní končetiny. Ocas stáčí do spirály a zpět jej zase narovnává. Tento pohyb čas od času opakuje. Společně s ocasem zvedá také hlavu, popřípadě ji schovává pod přední končetinu. Uplatňuje tak výrazné zbarvení spodní strany ocasu, na které nalezneme žlutavou linku, a zadní části břicha, která je rovněž výrazně zbarvená (Grillitsch 1984, Marco a Leguía 2001, Jablonski a Balej 2014). Tento typ obranného chování je nejvíce podobný reakci, kterou uplatňují v ohrožení kuňky (tzv. kunčí reflex). Výjimečně bylo zaznamenáno několik jedinců, kteří se zcela přetočili na záda a vystavují tak celé aposematicky zbarvené břicho a zároveň používají spirálovitě stočený pohybující se ocas k odstrašení predátora (Grillitsch 1984). Denton (1990) uvádí, že celý proces obranné reakce může trvat až 90 vteřin. Naproti tomu také čolci často využívají imobilitu, tedy znehybnění celého těla nebo zploštění těla a těsné přitisknutí k podkladu. Tento typ chování byl častěji pozorován u jedinců patřící do skupiny čolka mramorovaného (*T. marmoratus*; Brodie 1977, Fahrbach a Gerlach 2018). U stejného druhu bylo také dokumentováno opakované kousání, jako součást obranné reakce (Arribas a Rivera 2009). Stejně pokusy pak byly pozorovány u dalších druhů (např. čolek velký, čolek dravý; Fahrbach a Gerlach 2018, Mačát, vlastní pozorování). V rámci obranných mechanismů čolci také uplatňují zvukové projevy, které jsou produkovány jak s otevřenou, tak zavřenou tlamou, pod vodou i na souši. Zvukový projev je znám v několika formách, jednak

jde o občasné mlaskání či pištění (Maslin 1950, Wells 2007), další typem je pak jednoduché nízko až středně frekvenční kliknutí popsané u čolka obecného a čolka horského, které však pravděpodobně není spojeno s antipredačním chováním (Hubáček et al. 2019).

Nepříliš častým jevem v čeledi Salamandridae je také autotomie, popsaná pouze u dvou rodů (*Chioglossa*; Brodie 1977, Griffiths 1996; *Triturus*; **Příloha IV**). Naopak pro čelad' Plethodontidae je autotomie velmi typická a hojně využívaná obranná reakce (např. Brodie 1977, Stebbins a Cohen 1995, Maginnis 2006, Romano 2010, Marvin 2013). Nicméně, jde o velmi náročný proces pro přežití jedince. V rámci odvržení ocasu dochází ke snížení zásob energie, pro kterou je ocas místem ukládání, což může mít za následek výrazné snížení fitness a přežívání (Bateman a Fleming 2009). Zároveň je také významně ovlivněno chování (Cooper 2003), rozmnožování (Salvador et al. 1996, Fox a McCoy 2000), další únikové možnosti jedince (Kelehear a Webb 2006) a celkově lokomoce (plavání, chůze a potápění; Martin a Avery 1998) daného jedince. Energetická náročnost regenerace odvržené tkáně pak negativně ovlivňuje další přežívání jedince, ať už to jsou zvýšené nároky na příjem potravy a mnoho dalších parametrů (Maginnis 2006).

Závěr

Studium hybridizace a vznikajících hybridních zón je jedním z důležitých témat biologického výzkumu, který prohlubuje naše poznání. Přírodní hybridizace je považována za významný evoluční nástroj, který formuje populace, druhy i společenstva živočichů a rostlin. Hybridní zóny jsou úzké oblasti, kde se setkávají dva odlišné druhy, které se zde rozmnožují a vytvářejí potomky, kteří nesou genetickou informaci obou rodičů. V Evropě jde o relativně častý jev, se kterým se setkáváme nejen u živočichů, ale i rostlin. Dnešní biodiverzita Evropy byla výrazně ovlivněna paleoklimatickými změnami během pleistocénu, kdy se druhy uchýlily do refúgií, ze kterých pak proběhla nová vlna jejich šíření. Během opětovného setkávání blízkce příbuzných populačních linií (alopatricky oddělených druhů) vznikaly hybridní zóny s různými parametry. Jedna hybridní zóna mezi čolky rodu *Triturus* se také nachází v oblasti jižní Moravy. Zde je popsán parapatrický výskyt skupiny velkých čolků s kontaktními zónami, které jsou vhodné pro studium hybridizace i pochopení postglaciálního šíření čolků v Evropě. Výsledky z této oblasti ukazují na

výskyt tří druhů velkých čolků (čolka velkého, č. dravého a č. dunajského). V případě prvních dvou vzniká hybridní zóna v oblasti Znojemska. Tato hybridní zóna je geograficky dobře definovaná. Jedinci čolka dravého, kteří žijí prakticky výhradně v Národním parku Podyjí a několika přilehlých lokalitách, nesou ve své mitochondriální DNA haplotyp čolka dunajského, tedy příbuzného druhu, který se v dané oblasti nevyskytuje a je znám z míst vzdálených 40-50 km východně. Tento výsledek je pravděpodobně pozůstatkem již zmíněného postglaciálního šíření čolka dravého, jež pravděpodobně hybridizoval s čolkem dunajských během šíření někde v oblasti západní Panonie. U dobře definovaných druhů, lze předpokládat druhovou odlišnost také v typech využívaných biotopů. Tento předpoklad však pro Znojemsko neplatí. V rámci studia nebyl nalezen vhodný prvek pro jednotlivé druhy, který by dostatečně silně ukazoval jejich odlišnost. Podobných výsledků bylo také dosaženo při studiu morfologických znaků jedinců. Tyto znaky lze chápat jako vhodný terénní determinační nástroj a jejich využití by tak bylo přínosné nejen pro praktickou ochranu jedinců či populací, ale také pro další výzkumné činnosti. Bohužel se však nepodařilo určit spolehlivý morfologický znak, který by determinaci usnadnil. V rámci studia populací v hybridní oblasti byla také hodnocena prevalence jedinců na morfologické abnormality (malformace). Bylo doloženo několik případů malformací. Jejich početnost ve studovaném území vykazovala zvýšené hodnoty, které však nepřekračují hodnoty stanovené ve stabilních přírodních populacích. Zvýšené úsilí bylo také věnováno studiu zranění, která vznikají jak kontaktem s predátory, tak i během pohybu ve vodním prostředí. Ze zkoumaných jedinců bylo nalezeno více než 21 % s různým typem zranění. Ve většině případů se jednalo o povrchové zranění ocasu, který byl častěji zraněn u samců. Minimum zranění bylo pozorováno u juvenilních jedinců. Obojživelníci včetně čolků jsou také známi několika typy obranných reakcí, které by měli pomoci jedincům odvrátit atak predátora. V rámci terénních prací bylo pozorováno a doloženo použití autotomie části ocasu u jedince ze skupiny velkých čolků. Jde pravděpodobně o první doložený případ této obranné reakce u čolků rodu *Triturus*. Celá práce tak přináší ucelený pohled na problematiku velkých čolků v hybridní zóně jižní Moravy s přesahy do dalších biologických odvětví.

Literatura

- Adolph R. (1922): Beiträge zur Herpetologie Mährens. Naturwiss. Beobachter, 2–3: 1-6.
- Allendorf F.W., Leary R.F., Spruell P. & Wenburg J.K. (2001): The problems with hybrids: setting conservation guidelines. Trends in Ecology & Evolution, 16: 613-622.
- Arias C.F., Munoz A.G., Jiggins C.D., Mavarez J., Bermingham E. & Linares M. (2008): A hybrid zone provides evidence for incipient ecological speciation in *Heliconius* butterflies. Molecular Ecology, 17: 4699-4712.
- Arnold M.L. (1997): Natural hybridization and evolution. Oxford University Press, New York.
- Arntzen J.W. & Thorpe R.S. (1999): Italian crested newts (*Triturus carnifex*) in the basin of Geneva: distribution and genetic interactions with autochthonous species. Herpetologica, 55: 423-433.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1991): Restricted gene flow in moving hybrid zone of the newt *Triturus cristatus* and *T. marmoratus* on western France. Evolution 45: 805-826.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1994): The WOLTERSTORFF Index and its value to the taxonomy of the Crested Newt superspecies. Abhandlungen und Berichte des Museums für Naturkunde, Magdeburg 17: 57-66.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1999): Geographic variation and taxonomy of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies): morphological and mitochondrial DNA data. Contribution to Zoology, 68: 181-203.
- Arntzen J.W. (2003): *Triturus cristatus* Superspezies – Kammolch-Artenkreis, pp. 421-514. In Grossenbacher K. & Thiesmeier B. (Eds.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 4/IIA, Schwanzlurche (Urodela) IIA, Salamandridae II: Triturus I*, AULA-Verlag, Wiebelsheim.
- Arntzen J.W., Üzüüm N., Ajduković M.D., Ivanović A. & Wielstra B. (2018) Absence of heterosis in hybrid crested newts. PeerJ, 6: e5317.
- Arntzen J.W., Wielstra B. & Wallis G.P. (2014): The modality of nine *Triturus* newt hybrid zones assessed with nuclear, mitochondrial and morphological data. Biological Journal of the Linnean Society, 113: 604-622.
- Arribas O. & Rivera X. (2009): Longitud excepcional i comentaris sobre la conducta antipredatòria a *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologica, 18: 101-105.
- Ballengée B. & Sessions S.K. (2009): Explanation for missing limb in deformed amphibians. Journal of Experimental Zoology, 312B: 770-779.

- Barton N.H. & Hewitt G.M. (1985): Analysis of hybrid zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 113-148.
- Barton N.H. (2001): The role of hybridization in evolution. *Molecular Ecology*, 10: 551-568.
- Bateman P.W. & Fleming P.A. (2009): To cut a long tail short: a review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *Journal of Zoology*, 277: 1-14.
- Blab J. & Blab L. (1981) Quantitative Analysen zur Phänologie, Erfäßbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn. *Salamandra*, 17: 147-172.
- Blaustein A.R. & Johnson T.J. (2003): The complexity of deformed amphibians. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 87-94.
- Brodie E.D. (1977): Salamander antipredator postures. *Copeia*, 1977: 523–535.
- Burgmeier N.G, Unger S.D., Meyer J.L., Sutton T.M. & Williams R.N. (2011): Health and habitat quality assessment for the eastern hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis alleganiensis*) in Indiana, USA. *Journal of Wildlife Diseases*, 47: 836-848.
- Burlacu L., Radu C., Sahlean T. & Gavrioloaie I.-C. (2009): Inter and intra specific cannibalism and aggressiveness within the *Triturus cristatus* superspecies: hungry or crowded? *AACL Bioflux*, 2: 161-183.
- Cabela A., Grillitsch H. & Tiedemann F. (1997): Lurche und Kriechtiere (Amphibia, Reptilia), 1 Fassung 1995, Eine rote liste der in Niederösterreichgefährdeten arten. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz und Österreich Gesellschaft für Herpetologie, Wien.
- Cabela A., Grillitsch H. & Tiedemann F. (2001): Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich: Auswertung der herpetofaunistischen Datenbank der herpetologischen Sammlung des naturhistorischen Museums in Wien. Naturhistorischen Museum in Wien, Wien.
- Canestrelli D., Constantini V. & Chiacchiera F. (2006): *Triturus alpestris* (Alpine newt): Polymely. *Herpetological Bulletin*, 98: 36-37.
- Canestrelli D., Sacco F. & Nascetti G. (2011): On glacial refugia, genetic diversity, and microevolutionary processes: deep phylogeographical structure in the endemic newt *Lissotriton italicus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 42-55.
- Cooper W.E. (2003): Shifted balance of risk and cost after autotomy affects use of cover, escape, activity, and foraging in the Keeled Earless Lizard (*Holbrookia propinqua*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54:179–187.
- Cooper W.E., Pérez-Mellado V. & Vitt L.J. (2004): Ease and effectiveness of costly autotomy vary with predation intensity among lizard populations. *Journal of Zoology*, 262: 243-255.

- Coyne J.A. & Orr H.A. (2004): Speciation. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Crnobrnja-Isajlović J., Džukić G., Krstić N. & Kalezić M. L. (1997): Evolutionary and paleogeographical effects on the distribution of the *Triturus cristatus* superspecies in the central Balkans. *Amphibia-Reptilia*, 18: 321-332.
- Culek M., Buček A., Grulich V., Hartl P., Hrabica A., Kocián J., Kyjovský Š. & Lacina J. (2005): Biogeografické členění České republiky. II. díl. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha
- Denton J. (1990): Defensive reflexes in newts of the genus *Triturus*. *British Herpetological Society Bulletin*, 32: 30.
- Denton J.S. (1991): The distribution and breeding site characteristics of newt in Cumbria, England. *Herpetological Journal*, 1: 549-554.
- Dolmen D., Skei J.K. & Blakar I. (2008): Scandinavian amphibians: their aquatic habitat and tolerance to acidic water – a field study. *Fauna Norvegica*, 26/27: 15-29.
- Fahbach G. (1974): Das Serum-Eiweißbild der *Triturus cristatus*-Unterarten. *Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 12: 22-30.
- Fahrbach M. & Gerlach U. (2018): The genus *Triturus*. History, Biology, Systematics, Captive Breeding. *Frankfurter Beiträge zur Naturkunde*, 69, Edition Chimaira, Frankfurt am Main.
- Filoda H. (1981) Amphibien im östlichsten Teil Lüchow-Dannenberg – eine siedlungsbiologische Bestandsaufnahme. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens*, 34: 125-136.
- Fox S.F. & McCoy J.K. (2000): The effects of tail loss on survival, growth, reproduction, and sex ratio of offspring in the lizard *Uta stansburiana* in the field. *Oecologia*, 122: 327–334.
- Gatti F. & Sannolo M. (2014): Two cases of polydactyly in the Italian crested newt, *Triturus carnifex*. *Herpetology Notes*, 7: 477-478.
- Griffiths R. (1996): *Newts and Salamanders of Europe*. Poyser Natural History, Academic Press, Calton, Staffordshire, UK.
- Grillitsch B., Grillitsch H., Häupl M. & Tiedemann F. (1983): *Lurche und Kriechtiere Niederösterreichs*. Facultas-Verlag, Wien.
- Grillitsch H. (1984): Zum Feindabwehr-Verhalten des Kammolches, *Triturus cristatus cristatus* (LAURENTI, 1768) (Caudata, Salamandridae). *Salamandra*, 20: 61-63.
- Harrison R.G. & Bogdanowicz S.M. (1997): Patterns of variation and linkage disequilibrium in a field cricket hybrid zone. *Evolution*, 51: 493.

- Henle K., Mester B., Lengyel S. & Puky M. (2012): A review of rare type of anomaly in Amphibians, tail duplication and bifurcation, with description of three new cases in European species (*Triturus dobrogicus*, *Triturus carnifex* and *Hyla arborea*). *Journal of Herpetology*, 46: 451-455.
- Herre, W. (1932): Vergleichende Untersuchungen an der Unterarten des *Triturus cristatus* Laur. *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgesch*, 99: 1-62.
- Hewitt G.M. (1999): Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 68: 87-112.
- Hewitt G.M. (2000): The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature*, 405: 907-913.
- Hewitt G.M. (2001): Speciation, hybrid zones and phylogeography – or seeing genes in space and time. *Molecular Ecology*, 10: 537-549.
- Hewitt G.M. (2011): Quaternary phylogeography: the roots of hybrid zones. *Genetica*, 139: 617-638.
- Hiler W.R., Wheeler B.A. & Trauth S.E. (2005): Abnormalities in the Ozark hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis bishop*) in Arkansas: a comparison between two rivers with a historical perspective. *Journal of Arkansas of Academy Science*, 59: 88-94.
- Horák A. (2000): Genetická struktura *Triturus cristatus* superspecies na území bývalého Československa. [diplomová práce, ms. depon. in Jihočeská univerzita, České Budějovice].
- Hubáček J., Šugerková M. & Gvoždík L. (2019): Underwater sound production varies within not between species in sympatric newts. *PeerJ*, 7:e6649
- Jablonski D. & Balej P. (2014): *Triturus ivanbureschi* (Buresch's Crested Newt). Defensive behavior. *Herpetological Review*, 45: 302-303.
- Jarvis L.E. (2011): *Triturus cristatus* (Great crested newt): Malformation. *Herpetological Bulletin*, 117: 40-41.
- Jehle R. & Arntzen J.W. (2000): Post-breeding migrations of newts (*Triturus cristatus* and *T. marmoratus*) with contrasting ecological requirements. *Journal of Zoology*, 251: 297-306.
- Jehle R., Thiesmeier B. & Foster J. (2011): The crested newt. *Laurenti-Verlag*, Bielefeld.
- Jiggins C.D. & Mallet J. (2000): Bimodal hybrid zones and speciation. *Trends in Ecology & Evolution*, 15: 250-255.
- Johnson P.T., Preu E.R., Sutherland D.R., Romansic J.M, Han B. & Blaustein A.R. (2006): Adding infection to injury: synergistic effect of predation and parasitism on amphibian malformations. *Ecology*, 87: 2227-2235.

- Kalezić M.L., Džukić G., Stamenković S., Crnobrnja J. (1990): Morphometrics of the crested newt (*Triturus cristatus* complex) from Yugoslavia: relevance for taxonomy. *Arhiv Bioloskih Nauka*, 42: 17-37.
- Kautman J. & Zavadil V. (2001): Distribution of *Triturus cristatus* group in the Slovak Republic. *Rana*, 4: 29–40.
- Kelehear C. & Webb J.K. (2006): Effects of tail autotomy on anti-predator behavior and locomotor performance in a nocturnal gecko. *Copeia*, 2006: 803–809.
- Kiesecker J.M. (2002): Synergism between trematode infection and pesticide exposure: a link to amphibian limb deformities in nature? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99: 9900-9904.
- Kinne O. (2004): Successful re-introduction of the newts *Triturus cristatus* and *T. vulgaris*. *Endangered Species Research*, 1: 25-40.
- Kopecký O. (2013): Predation-induces injuries in wild populations of Alpine newt. *Pakistan Journal of Zoology*, 45: 417-422.
- Kupfer A. & Teunis S.F.M. (2001): Field observation of antipredator behaviours in the three species of newts (genus *Triturus*). *Herpetology Journal*, 11: 117-119.
- Kuzmin S.L. (2013): *The Amphibians of the Former Soviet Union*. Pensoft, Sofia.
- Lác J. (1957): Contribution to knowledge to geographical races of the crested newt (*Triturus cristatus* Laur.) in Slovakia with notes to their ecology. *Biológia*, Bratislava, 12: 724–745.
- Lác J. (1968): Obojživelníky – Amphibia, pp.229-312. In Oliva O., Hrabě S. & Lác J.: *Stavovce Slovenska I. Ryby, obojživelníky, plazy*. SAV, Bratislava.
- Lagler P. (2015): Species composition of crested newt populations in a contact zone of three species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex*, *T. dobrogicus*) in Waldviertel (Lower Austria). [master thesis, ms. depon. in University of Natural Resources and Life Science, Vienna, Austria].
- Lannoo M.J. (2009): Amphibian malformations, pp. 3089-3111. In Heatwole H. & Tyler M.J. (Eds.): *Amphibian Biology 8: Decline: Diseases, Parasites, Maladies, Pollution*, Surrey Beatty and Sons, Baulkham Hills, Australia.
- Lanza B., Gentile E. & Torricelli (1991): Preliminary data on the number of presacral vertebrae in *Triturus cristatus*-Artenkreis (Amphibia: Caudata: Salamandridae), pp. 531-534. In Ghiari G. (Ed.): *Selected symposia and monographs U.Z.I. 4*, Mucchi, Modena.

- Latham D.M., Oldham R.S., Stevenson M.J., Duff R., Franklin P. & Head S.M. (1996): Woodland management and the conservation of the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Aspects of Applied Ecology*, 44: 451-459.
- Laurentino, T.G., Pais M.P. & Rosa G.M. (2016): From a local observation to a European-wide phenomenon: Amphibian deformities at Serra da Estrela Natural Park, Portugal. *Basic and Applied Herpetology*, 30: 7-23.
- Lescure J. & de Massary J.-C. (2012): *Atlas des Amphibiens et Reptiles de France*. Paris: Muséum national d'Histoire naturelle.
- Lima S.L. & Dill L.M. (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation - a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, 68: 619-640.
- Mačát Z. (2012): Morfologická analýza a aktualizace rozšíření velkých čolků na Znojemsku. [diplomová práce, ms. depon. in. KEŽP, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc].
- Maginnis T.L. (2006): The cost of autotomy and regeneration in animals: a review and framework for future research. *Behavioral Ecology*, 17: 857-872.
- Maletzky A., Kyek M. & Goldschmid A. (2007): Monitoring status, habitat features and amphibian species richness of Crested newt (*Triturus cristatus* superspecies) ponds at the edge of the species range (Salzburg, Austria). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 43: 107-115.
- Maletzky A., Mikulíček P., Franzen M., Goldschmid A., Gruber H.-J., Horák A. & Kyek M. (2008): Hybridization and introgression between two species of crested newts (*Triturus cristatus* and *T. carnifex*) along contact zones in Germany and Austria: morphological and molecular data. *Herpetological Journal*, 18: 1-15.
- Marco A. & Leguía J. (2001): "Unken reflex" en el tritón ibérico, *Triturus boscai*: postura defensiva innata en hábitats terrestres. *Revista Española de Herpetologica*, 15: 5-11.
- Martin J. & Avery R.A. (1998): Effects of tail loss on the movement patterns of the lizard, *Psammotromus algirus*. *Functional Ecology* 12: 794-802.
- Martínez-Silvestre A., Amat F. & Carranza S. (2014): Natural incidence of body abnormalities in the Montseny newt, *Calotriton arnoldi* Carranza and Amat, 2005. *Herpetology Notes*, 7: 277-279.
- Marvin G.A. (2013): Critical tail autotomy for reduction of maximal swimming performance in a plethodontid Salamander (*Desmognathus quadramaculatus*). *Journal of Herpetology*, 47: 174-178.
- Maslin T.P. (1950): The production of sound in caudate Amphibia. *Series in Biology*, 1: 29-45.

- Mester B., Lengyel S. & Puky M. (2015): Low frequency of amphibian morphological anomalies in a large protected wetland and grassland complex in Hungary. *Herpetological Conservation and Biology*, 10: 679-687.
- Miaud C. (1993): Predation on newt eggs (*Triturus alpestris* and *T. helveticus*): Identification of predators and protective role of oviposition behaviour. *Journal of Zoology*, 231: 575-581.
- Mikátová B., Pellantová J. & Vlašín M. (1989): Amphibia and Reptilia in South Moravian region. *Sborník Národního muzea, Praha*, 45B: 121-180.
- Mikulíček P., Horák A., Zavadil V., Kautman J. & Piálek J. (2012): Hybridization between three crested newt species (*Triturus cristatus* superspecies) in the Czech Republic and Slovakia: comparison of nuclear markers and mitochondrial DNA. *Folia Zoologica*, 61: 202-218.
- Mushinsky H.R. & Miller D.E. (1993): Predation on water snakes: ontogenetic and interspecific considerations. *Copeia*, 1993: 660-665.
- Nemes S. (2002): Morphometry of metamorphosed smooth newts *Triturus vulgaris* (Amphibia: Salamandridae) with notes on limb, toe and tail injury frequency. *Biologia, Bratislava*, 57: 615-619.
- Nemes S. (2005): Comparative morphometric analysis of injured and uninjured newly metamorphosed smooth newts (*Triturus vulgaris*). *North-Western Journal of Zoology*, 1: 61-63.
- Oldham R.S. (1994) Habitat assessment and population ecology, pp. 45-68. In Gent T. & Bray R. (Eds): *Conservation and Management of Great Crested Newts*. English Nature, Peterborough.
- Oldham R.S., Keeble J., Swan M.J.S. & Jeffcote M. (2000): Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal*, 10: 143-155.
- Otiz M.E., Fernández M.J. Lizana M. & Alarcos G. (2006): Un caso de polimelia en *Lissotriton bosca* (Lataste, 1879). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 17: 42-43.
- Pavignano I. (1988): A multivariate analysis of habitat determinants for *Triturus vulgaris* and *Triturus carnifex* in north western Italy. *Alytes*, 7: 105-112.
- Pavignano I., Giacoma C. & Castellano S. (1990): A multivariate analysis of amphibian habitat determinants in north-western Italy. *Amphibia-Reptilia*, 11: 311-324.
- Piálek J., Zavadil V. & Valíčková R. (2000): Morphological evidence for the presence of *Triturus carnifex* in the Czech Republic. *Folia Zoologica*, 49: 33-40.
- Pierpaoli M., Birò Z.S., Herrmann M., Hupe K., Fernandes M., Ragni B., Szemethy L. & Randi E. (2003): Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridization with domestic cats in Hungary. *Molecular Ecology*, 12: 2585-2598.

- Placyk J.S. & Burghardt G.M. (2005): Geographic variation in the frequency of scarring and tail stubs in eastern gartersnakes (*Thamnophis s. sirtalis*) from Michigan, USA. *Amphibia-Reptilia*, 26: 353-358.
- Recuero-Gil E. & Campos Asenjo O. (2002): *Triturus marmoratus* (Marable Newt): Polymely. *Herpetological Bulletin*, 82: 31-32.
- Reeves M.K., Dolph C.L., Zimmer H. Tjeerdema R.S. & Trust K.A. (2008): Road proximity increases risk of skeletal abnormalities in wood frogs from National Wildlife Refuges in Alaska. *Environmental Health Perspectives*, 116: 1009-1015.
- Reiter A. & Hanák V. (2000): Oboživelníci Národního parku Podyjí. *Thayensia*, 3: 75-146.
- Reshetnikov A.N. (2003): The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish). *Hydrobiologia*, 510: 83-90.
- Roček Z. (1992): *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768) – čolek velký, pp. 115-122. In Baruš V., Oliva O. (Eds.): Oboživelníci – Amphibia. Fauna ČSFR, sv. 25, Academia, Praha.
- Romano A., Amat F., Rivera X., Sotgiu G. & Carranza S. (2010): Evidence of tail autotomy in the European plethodontid *Hydromantes (Atylodes) genei* (Temmick and Schlegel, 1838) (Amphibia: Urodela: Plethodontidae). *Acta Herpetologica*, 5: 199-205.
- Romano A., Avella I. & Roger D.S. (2017): Body malformations in a forest-dwelling salamander, *Salamandrina perispicillata* (Savi, 1821). *Herpetological Conservation and Biology*, 12: 16-23.
- Romero D., Duarte J., Farfán M. & Real R. (2013): Daños producido a ejemplares *Triturus pygmaeus* por escarabajos buceadores (*Dytiscus* spp.). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 24: 35-37.
- Salvador A., Martin J., Lopezand P. & Veiga J.P. (1996): Long-term effect of tail loss on home range size and access to females in male lizards (*Psammodromus algirus*). *Copeia*, 1996: 208-209.
- Seligmann H., Beiles A. & Werner Y.L. (2003): Avoiding injury and surviving injury: two coexisting evolutionary strategies in lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, 78: 307-324.
- Sequeira F., Goncalves H., Meneses C. & Mouta-Faria M. (1999): Morphological abnormalities in a population of *Chioglossa lusitanica*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 10: 35-36.
- Shurtliff Q.R., Murphy P.J. & Matocq M.D. (2013): Ecological segregation in a small mammal hybrid zone: habitat-specific mating opportunities and selection against hybrids restrict gene flow on a fine spatial scale. *Evolution*, 68: 729-742.
- Schoorl J. & Zuiderwijk A. (1981): Ecological isolation in *Triturus cristatus* and *Triturus marmoratus* (Amphibia: Salamandridae). *Amphibia-Reptilia*, 3/4: 235-252.

- Skei J.K., Dolmen D., Ronning L. & Ringsby T.H. (2006): Habitat use during the aquatic phase of newts *Triturus vulgaris* (L.) and *T. cristatus* (Laurenti) in central Norway: proposition for a conservation and monitoring area. *Amphibia-Reptilia*, 27: 309-324.
- Smadja C.M., Catalan J. & Ganem G. (2004): Strong premating divergence in a unimodal hybrid zone between two subspecies of the house mouse. *Journal of Evolutionary Biology*, 17:165-176
- Șova C. (1973): Morphometric researches in the genus *Triturus* from Rumania (Sereth River Basin). *Studii Comunicări, Muzeul Științele Naturii Bacău*, 6: 85-286.
- Stebbins R.C. & Cohen N.W. (1995): *A natural history of Amphibians*, Princeton University Press.
- Sztatecsny M., Jehle R., Schmidt B.R. & Arntzen J.W. (2004) The abundance of premetamorphic newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*) as a function of habitat determinants: an a priori model selection approach. *Herpetological Journal*, 14: 89-97.
- Szymura J.M. & Barton N.H. (1986): Genetic analysis of a hybrid zone between the Fire-bellied toads, *Bombina bombina* and *B. variegata*, near Cracow in Southern Poland. *Evolution*, 40: 1141-1159.
- Štěpánek O. (1949): Oboživelníci a plazi zemí českých se zřetelem k fauně střední Evropy. *Archiv pro přírodní výzkum Čech*, 1: 1-125.
- Unglaub B., Steinfartz S., Drechsler A. & Schmidt B.R. (2015): Linking habitat suitability to demography in a pond-breeding amphibian. *Frontiers in Zoology*, 12: 9.
- Vogrin M. (2006): Micro-habitat use within a guild of newt larvae (Trituridae) in an Alpine lake. *Biologia, Bratislava*, 61: 579-584.
- Vörös J., Mikulíček P., Major A., Recuero E., & Arntzen J.W. (2016): Phylogeographic analysis reveals northerly refugia for the riverine amphibian *Triturus dobrogicus* (Caudata: Salamandridae). *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 119: 974-991.
- Waringer-Löschenkohl A., Ruzek S. & Werba F. (2010): Amphibien im Nationalpark Thayatal. *Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum*, 21: 361-384.
- Wells K.D. (2007): *The ecology and behavior of amphibians*. Chicago: Chicago University Press.
- Wielstra B. & Arntzen J.W. (2011): Unraveling the rapid radiation of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies) using complete mitogenomic sequences. *BMC Evolutionary Biology*, 11: 62.
- Wielstra B. & Arntzen J.W. (2016): Description of a new species of crested newt, previously subsumed in *Triturus ivanbureschi* (Amphibia: Caudata: Salamandridae). *Zootaxa*, 4109: 73-80.
- Wielstra B. (2019): *Triturus* newts. *Current Biology*, 29: R110-R111.

Wielstra B., Babik W. & Arntzen J.W. (2015): The crested newt *Triturus cristatus* recolonized temperate Eurasia from an extra-Mediterranean glacial refugium. *Biological Journal of the Linnean Society*, 114: 574-587.

Wielstra B., Burke T., Butlin R.K. & Arntzen, J.W. (2017): A crested newt enclave predicts species replacement. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 284: 20172014.

Wielstra B., McCartney-Melstad E., Arntzen J.W., Butlin R.K. & Shaffer H.B. (2019): Phylogenomics of the adaptive radiation of *Triturus* newts supports gradual ecological niche expansion towards an incrementally aquatic lifestyle. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 133: 120-127.

Wielstra B., Sillero N., Vörös J. & Arntzen J.W. (2014): The distribution of the crested and marbled newt species (Amphibia: Salamandridae: *Triturus*) – an addition to the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, 35: 376-381.

Wielstra B., Vörös J. & Arntzen J.W. (2016): Is the Danube crested newt *Triturus dobrogicus* polytypic? A review and new nuclear DNA data. *Amphibia-Reptilia*, 37: 167-177.

Wolterstorff W. (1923): Uebersicht der Unterarten und Formen des *Triton cristatus* Laur. *Blätter für Aquarien und Terrarienkunde*, Stuttgart, 34: 120-126.

Zavadil V., Piálek J. & Klepsch L. (1994): Extension of the known range of *Triturus dobrogicus*: electrophoretic and morphological evidence for presence in the Czech Republic. *Amphibia-Reptilia*, 15: 329-335.

PŘÍLOHY

Příloha I:

Mačát Z., Rulík M., Jablonski D., Reiter A., Jeřábková L., Rada S. & Mikulíček P. (2019): Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* × *T. carnifex*). Submitted to *Ecology and Evolution* (ECE-2019-06-00690).

Příloha II:

Mačát Z., Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). *Acta Herpetologica* 10: 135-141.

Příloha III:

Reiter A., Mačát Z. & Jeřábková L. (2016): Rozšíření obojživelníků na Znojemsku - ocasatí (Caudata). *Thayensia* 13: 137-179.

Příloha IV:

Mačát Z., Mizsei E. & Jablonski D. (2015): *Triturus macedonicus* (Macedonian Crested Newt). Tail autotomy. *Herpetological Review* 46: 71-72.

Příloha I

Zdeněk Mačát, Martin Rulík, Daniel Jablonski, Antonín Reiter, Lenka Jeřábková, Stanislav Rada & Peter Mikulíček (2019): Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* x *T. carnifex*). Submitted to *Ecology and Evolution* (ECE-2019-06-00690).

Scientometrie časopisu dle Web of Science:

Ecology and Evolution

IF (2017) = **2,340**

Kategorie a kvartil (2017): Ecology, **Q2**; Evolutionary Biology, **Q3**

Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* x *T. carnifex*)

Zdeněk Mačát^{1*}, Martin Rulík¹, Daniel Jablonski², Antonín Reiter³, Lenka Jeřábková⁴, Stanislav Rada¹ & Peter Mikulíček²

¹ Department of Ecology and Environmental Sciences, Palacky University, Olomouc, Czech Republic

² Department of Zoology, Comenius University, Bratislava, Slovakia

³ South Moravian Museum in Znojmo, Znojmo, Czech Republic

⁴ Nature Conservation Agency of the Czech Republic, Praha, Czech Republic

* Email: zdenek.macat@gmail.com

Abstract

Reproductive isolation barriers maintain the integrity of the species by preventing interspecific gene flow. They involve temporal, habitat or behavioural isolation acting before fertilization, and post-zygotic isolation manifested as hybrid mortality or sterility. One of the approaches how to study reproductive isolation barriers is through the analysis of hybrid zones. In this paper we describe the structure of the hybrid zone between two crested newt species (*Triturus cristatus* and *T. carnifex*) in the southern part of the Czech Republic using morphological, microsatellite and mitochondrial (mtDNA) markers. Specifically, we tested the hypothesis that the structure of the hybrid zone is maintained by species-specific habitat preferences. Contrary to our expectations, we found that the hybrid zone was structured only geographically but not ecologically, with *T. cristatus*-like populations occurring in the north-east and *T. carnifex*-like populations in the south-west. Despite *T. cristatus* tended to occur in deeper ponds and *T. carnifex* on localities with more shading, the ecological differences between the species were not conspicuous. Next, we corroborated that *T. carnifex* individuals and some hybrids possess mtDNA of *T. dobrogicus*, which nuclear background was never detected in the studied hybrid zone. Hybridization between *T. carnifex* and *T. dobrogicus* (resulted to unidirectional mtDNA introgression) had to predate subsequent formation of the hybrid zone between *T. cristatus* and *T. carnifex*. Populations of crested newts in the southern part of the Czech Republic thus represent a genetic mosaic of nuclear and mitochondrial genomes of three species.

Key words

Salamandridae, Amphibia, microsatellites, mtDNA, reproductive isolation barrier, hybridization

1. Introduction

Reproductive isolation barriers prevent hybridization and gene flow between the biological species (e.g. Coyne & Orr, 2004). They act either before (pre-zygotic) or after (post-zygotic) fertilization. Pre-zygotic barriers include temporal and habitat isolation when species reproduce at another time or in another preferred habitat. Species may also exhibit species-specific mating behaviour, incompatibility of their reproductive organs or gametes. Post-zygotic isolation is associated with incompatibilities between genomes of hybridizing taxa that is manifested by increased mortality or reduced fertility of first and subsequent generation of hybrids. The study of pre-zygotic and post-zygotic barriers is therefore crucial to understanding the origin and maintenance of species in nature.

One of the approaches on how to understand the evolution of reproductive isolation barriers, interspecific gene flow (introgression) and mechanisms of speciation is through the analysis of hybrid zones. These transition zones are relatively narrow regions of admixed genotypes originating when two diverged populations (species) come into contact, mate and produce hybrid progeny (Hewitt, 2001). They are characterized by abrupt changes in species-specific traits (alleles in the case of genetic markers) along a geographic transect or cline (Barton, 1983; 2001). The width of the cline increases with dispersal rate of the parental genotypes and decreases with selection against intrinsically incompatible hybrid genotypes (endogenous selection). The dispersal of parental genotypes into the hybrid zone centre is the main source of non-random associations among loci (linkage disequilibrium). Linkage disequilibrium

generates interactions among selected loci that increase the effective selection of any one locus. When hybrid zones occur in ecotones, where both parental species are adapted to different habitats, the steepness of the cline and its width might be, moreover, influenced by selection against genotypes in the alternative habitat (exogenous selection) (Barton & Gale, 1993; Yanchukov et al., 2006; Arias et al., 2008; Shurtliff, Murphy, & Matocq 2013). Habitat isolation between the parental species may thus limit interspecific gene flow and determine the nature of species boundaries. In this study, we focused on hybridization between newt species belonging to the *Triturus cristatus* superspecies group in order to determine whether habitat preferences shape the structure of the hybrid zone and thus can be involved in species isolation. We tested whether there is an association between the genotypic composition of populations and the type of aquatic habitats which newts use for reproduction.

The *Triturus cristatus* superspecies group includes seven currently recognized closely related species widespread in Europe, Asia Minor, and Caucasian-Caspian region (Wielstra & Arntzen, 2011; 2016; Arntzen, Ūzüm, Ajduković, Ivanović, & Wielstra, 2018; Wielstra, McCartney-Melstad, Arntzen, Butlin, & Shaffer, 2019). Three species are found in Central Europe - *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), *T. dobrogicus* (Kiritzescu, 1903) and *T. carnifex* (Laurenti, 1768). While *T. cristatus* is widely distributed from the British Isles to the Ural Mountains, *T. dobrogicus* is restricted to lowlands of the middle and lower Danube. *Triturus carnifex* occurs in the Apennine Peninsula and a north Adriatic part of the Balkans, from where it spreads its range to central Europe (Arntzen, 2003; Wielstra & Arntzen, 2011).

Triturus cristatus, *T. dobrogicus* and *T. carnifex* were recorded in southern Moravia, the historical part of the Czech Republic, where their hybridization was later documented (Zavadil, Piálek, & Klepsch, 1994; Piálek, Zavadil, & Valířková, 2000; Reiter & Hanák, 2000; Mikulířek, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012). The most complex population structure was observed in the Znojmo region where *T. cristatus* comes into contact with *T. carnifex*. Majority of *T. carnifex* individuals and their hybrids with *T. cristatus* possess an introgressed mitochondrial genome of *T. dobrogicus* (Mikulířek, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012), the nearest populations of which are, however, located

from the Znojmo transect of 40 kilometres to the east. The hybrid zone in southern Moravia is several kilometres wide (the shortest straight geographic distance between *T. cristatus* and *T. carnifex* populations is ca 15 km), but the mechanisms preventing hybridization between the species and maintaining the width of the zone are unknown.

In the present study, we focus on species-specific habitat preferences between *T. cristatus* and *T. carnifex* in a hybrid zone situated in southern Moravia. Specifically, we aim i) to describe the structure of the hybrid zone based on morphological, microsatellite and mitochondrial markers using more extensive sampling than in a previous study (Mikulířek, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012), and ii) to find out whether there is an association between genotypic composition of populations and aquatic (reproductive) habitat of newts.

2. Material and Methods

2.1 Sampling

In this study we focused on the region of southern Moravia (Czech Republic), where a contact zone between three crested newt species was documented (Mikulířek, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012). Individuals (n=300) were caught on 38 sampling sites during the breeding season between the years 2010-2015 (Table 1). The funnel collapsible nylon traps with baits (chicken livers) were used for catching, following methodology of Bock, Hennig, & Steinfartz, (2009). A toe clip was removed and stored in 96% ethanol. This sampling procedure did not affect survival of the captured animals.

2.2 DNA markers and laboratory techniques

Population-genetic structure and the rate of hybridization between the crested newts were inferred by two types of genetic markers: biparentally inherited nuclear microsatellites and maternally inherited mtDNA. Both types of markers reveal different mode of inheritance and evolutionary history.

Sixty-six individuals from the Moravian hybrid zone were analysed for mtDNA. We amplified >1400 bp-long portion of mtDNA comprising the complete *ND2* gene, five subsequent transfer RNA (tRNAs) genes and the light-strand replication origin using

Table 1: Sampling sites, their abbreviations, Structure ID, coordinates and number of crested newts analysed for mtDNA (n_{mtDNA}) and nuclear markers - microsatellites (n_{msats}).

Locality name	Acronym	Structure ID	Lat.	Long.	Altitude m a.s.l.	n_{mtDNA}	n_{msats}
Popice	POP	12	48.819°N	16.007°E	318	3	14
Tasovice	TAS	11	48.820°N	16.153°E	205	3	12
Podmolí - Pustý ryb.	POPR	23	48.843°N	15.935°E	420	3	5
Podmolí - tůně	POTU	25	48.843°N	15.937°E	424	3	5
Podmolí - strouha	POST	7	48.847°N	15.943°E	409	1	2
Mašovice - stělnice	MAST	13	48.847°N	15.977°E	387	1	1
Mašovice - lom	MALO	14	48.857°N	15.987°E	358	0	18
Hradiště	HRKA	36	48.860°N	16.006°E	351	1	1
Červený rybníček	CERY	37	48.861°N	16.025°E	327	0	1
Lukov	LUK	28	48.866°N	15.892°E	443	3	11
Čížov - Malý ryb.	CIMR	27	48.874°N	15.869°E	413	3	8
Citonice	CIT	41	48.876°N	15.961°E	367	3	3
Braitava	BRAJ	16	48.885°N	15.794°E	444	2	9
Vranov	VRSL	34	48.885°N	15.841°E	317	1	2
Čížov - tůně	CIZT	10	48.885°N	15.884°E	412	2	19
Únanov	UNAN	43	48.889°N	16.051°E	311	0	8
Čížov - Lesní ryb.	CILE	6	48.890°N	15.877°E	411	3	23
Onšov	ONS	15	48.906°N	15.847°E	464	1	5
Žerůtky	ZER	5	48.908°N	15.968°E	374	1	9
Čekál	CEK	4	48.935°N	15.949°E	372	1	16
Chvalatice	CHVA	35	48.936°N	15.744°E	443	2	2
Hostěradice	HOST	18	48.949°N	16.277°E	265	3	6
Bojanovice - Veský ryb.	BOVR	38	48.950°N	15.979°E	349	2	2
Bojanovice - U Huberta - tůň	UHTU	33	48.953°N	15.997°E	356	2	12
Mikulovice	MIKU	9	48.956°N	16.117°E	351	0	13
Šanderka	SAN	17	48.960°N	15.727°E	486	1	1
Vevčice	VEV	8	48.960°N	16.026°E	334	2	9
Zblovice	ZBLO	42	48.965°N	15.707°E	482	0	9
Jevišovice	JEV	24	48.979°N	15.964°E	390	2	6
Trstěnice	TRST	29	49.000°N	16.175°E	325	1	5
Čermákovice	CERM	32	49.024°N	16.198°E	371	2	17
Horní Kounice - cihelna	HKCI	30	49.025°N	16.137°E	369	3	6
Hostim - u Kyničky	HOKY	26	49.028°N	15.926°E	429	2	6
Mor. Krumlov - Sáňkova louka	MKSL	22	49.028°N	16.353°E	346	1	4
Horní Kounice - Valovo j.	HKVJ	31	49.035°N	16.155°E	347	1	7
Mor. Krumlov- tůně u Kulutého p.	MKKP	20	49.039°N	16.390°E	310	0	20
Moravský Krumlov - Polesí	MKPO	19	49.042°N	16.360°E	390	2	5
Jamolice	JAM	21	49.079°N	16.227°E	386	2	7
Horní Slatina	HOSL	44	49.097°N	15.558°E	524	0	5
Třebětice	TREB	40	49.048°N	15.532°E	481	0	6
Nová Říše	NORI	39	49.145°N	15.567°E	531	0	10
Řečice	RECI	3	49.141°N	15.371°E	545	0	3
Plachta	PLA	2	50.031°N	14.727°E	370	3	10
Matena	MATE	1	45.971°N	14.498°E	295	2	15

primers (L3780, H5018) and protocol following (Krupa et al., 2002). The final analysed stretch contained a 619 bp-long fragment of *ND2*. The sequencing was performed by Macrogen Inc. (Seoul, South Korea or Amsterdam, Netherlands; <http://www.macrogen.com>). The novel sequences were deposited in GenBank under accession numbers: XXX-XXX. The *ND2* fragment was aligned using Clustal W algorithm (Thompson, Ling, Grustein, 1994) as is implemented in BioEdit (Hall, 1999). Alignments were checked by eye and low-quality ends were trimmed. Ambiguously aligned regions/gaps were ignored for the subsequent analysis. No stop codons were detected when the sequences were translated using the vertebrate

mitochondrial genetic code in the program DnaSP 5.10. We used a network approach (Posada & Crandall, 2001) to infer inter-individual/species relationships. A haplotype network for three species of *Triturus* was constructed using PopArt 1.7 (<http://popart.otago.ac.nz>; French et al., 2014) and the implemented median-joining algorithm.

Seven microsatellite loci (Krupa et al., 2002) were amplified in all sampled individuals. Additionally, reference (allopatric) populations from Slovenia (*T. carnifex*, $n=15$), southern part of Slovakia (*T. dobrogicus*, $n=20$) and the northern part of the Czech Republic (*T. cristatus*, $n=25$) were analysed to

establish allele frequencies of microsatellite loci in the parental species.

Microsatellites were amplified in two multiplex PCRs (multiplex 1: *Tcri13*, *Tcri 29*, *Tcri 36*, *Tcri 46*; multiplex 2: *Tcri 27*, *Tcri 35*, *Tcri 43*) using primers labeled with fluorochromes NED, PET, VIC and FAM, and Qiagen multiplex PCR kit (Qiagen, Hilden, Germany). Thermal profiles for both multiplex amplifications consisted of 15 min initial denaturation at 95°C followed by 35 cycles of 30 s at 94 °C, 90 s at 60°C, 60 s at 72 °C, 30 min at 60°C.

Two model-based methods were used to estimate the proportion of admixture from multilocus genotype data applying a Bayesian approach implemented in the programs Structure 2.3.3 (Pritchard, Stephens, & Donnelly 2000) and Geneland 3.1.4 (Guillot, Estoup, Mortier, & Cosson, 2005; Guillot, Mortier, & Estoup, 2005). These programs assign individuals into the K clusters with minimized Hardy–Weinberg and linkage disequilibria. In a first procedure in Structure, all individuals were assigned to the inferred clusters without any *prior* population information. In a second procedure, *prior* population information for individuals from reference populations was used. Individuals from populations in or close to a presumable contact zone were assigned to the clusters without using any *prior* information. From the previous study (Mikuliček, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012) we knew that the nuclear genome of newts living in southern Moravia might be assigned to the species *T. cristatus* or *T. carnifex*, or are a mixture between these two species. Therefore, the nuclear ancestry of newts was investigated assuming that each genotype belongs to one or two inferred clusters ($K=2$), corresponding to the hybridizing parental species *T. cristatus* and *T. carnifex* (c.f. Randi & Lucchini, 2002, Pierpaoli et al., 2003, Gay et al., 2007). For each individual we calculated the q values which define the proportion of individual's genome that originated from the *T. cristatus* and *T. carnifex* genome, respectively. An admixture and uncorrelated allele model was applied. All Structure analyses were based on runs of 10^6 iterations, following a burn-in period of 10^4 iterations. In Geneland, we analysed only samples from a presumable contact zone (southern part of the Czech Republic). First, we ran analyses with K free to vary, to infer the optimal value of this parameter. We ran the analysis 10 times to verify the consistency of the results, with the following parameters: 500,000 MCMC iterations, maximum

rate of Poisson process fixed to 100, zero uncertainty of coordinates, minimum and maximum K 1 to 10, maximum number of nuclei in the Poisson–Voronoi tessellation fixed to 300, and null allele and uncorrelated allele models. All 10 replicates revealed the maximum posteriori estimate of $K=2$. Then we ran the MCMC 10 times with K fixed to 2 and the same parameter settings. The run with the highest log probability was chosen for post-process analyses. The posterior probability of population membership for each pixel of the spatial domain and for each individual was then computed with 500 pixels along the X and Y. The modal population of each individual, maps of population membership, and maps of probability of population membership were finally computed.

To estimate the level of genetic diversity, we applied the program GenAIEx 6.5 (Peakall & Smouse, 2012) for calculation of the number of alleles, coefficient of inbreeding (F_{IS}), observed (H_O) and expected (H_E) heterozygosity. These parameters were calculated for each population under study and then for three groups in a contact zone, i.e. "pure" populations of *T. cristatus*, "pure" populations of *T. carnifex* and hybrid populations. Assignment of populations to these groups was based on admixture proportion of each individual (parameter q according to Pritchard et al. 2000, i.e. proportion of individual's genome that originates from *T. cristatus* and *T. carnifex* cluster) averaged for a population. Populations were considered as hybrid when they possessed more than 20% of introgressed microsatellite alleles (i.e. average population q value was ≤ 0.8).

2.3 Morphological characters and comparison with microsatellite markers

Morphological differences between *T. cristatus* and *T. carnifex* are conspicuous. They differ in the body habitus, and the relative length of the trunk and legs (Arntzen & Wallis, 1999). These differences might be expressed as the so-called Wolterstorff index, WI (Wolterstorff, 1923) which is defined as the ratio between forelimb length (Pa) and interlimb distance (LiE) ($WI=100\times Pa/LiE$). The values of WI increases from *T. cristatus* to *T. carnifex*.

Morphological characters were obtained from anesthetized newts (0.8% solution of 2-phenoxyethanol) using a dial-caliper (with accuracy 0.5 mm). We measured the following characters: L – body length, Lcd – tail length, Ltot – total body

length, Lc1 – jaw length, Lc2 – head length, Ltc – head width, Pa – front limb (on both sides of the body), Pp – hind limb (on both sides of the body), LiE – inter-limb distance (on both sides of the body). All 12 characters were measured by the same caliper and same person.

We used RDA (Redundancy analysis) to find out which morphological characters discriminate between the both newts species. RDA model were constructed in Canoco 5 (TerBraak & Šmilauer, 2012). The q values calculated in Structure based on microsatellite loci entered the analysis as response variables (log transformed), morphological characteristics as explanatory variables, weight and sex as covariables. Two characters, i.e. inter-limb distances measured on both sides of the body, were removed from the RDA analysis because of their collinearity (mutual and with some other variables). Statistical significance of the model, first axis and individual morphological factors was tested by Monte Carlo permutation (999 repetitions).

Then we tested if Wolterstorff index (WI) discriminates between *T. cristatus* and *T. carnifex* and thus is a reliable morphological marker for species delimitation in a studied hybrid zone. Males and females were analysed separately. First, we carried out Spearman correlation between the q values from Structure which define the proportion of individual's genome that originated from the *T. cristatus* and *T. carnifex* genome, respectively, and WI values. Spearman correlation was calculated using the SPSS program (IBM Corp., 2015). Second, we estimated the percentage of individuals which were misclassified using the WI. Again, we used the q values from Structure to assign individuals to a particular species. An individual was assigned to *T. cristatus* or *T. carnifex* when proportion of its genome (the q value) originating from *T. cristatus* or *T. carnifex* cluster was equal or higher than 0.8.

2.4 Association between genotypic composition of populations and habitat characteristics

In order to test preferences of particular species to specific habitats, we compared genotypic composition of populations with environmental

variables. For each population we calculated average q values from Structure, which entered (after the log transformation) to the analysis as response variables.

Seven habitat characteristics of ponds where crested newts reproduced, plus geographic coordinates (latitude and longitude), were recorded in April 2014. Specifically, we measured pond area (m²), maximum depth in three classes (< 30 cm, 30-100 cm, > 100 cm), fish presence or absence, origin of pond (natural or artificial), and presence or absence of human use. We also estimated density of submerged vegetation (in 25 %-classes) and proportion of shade (in 25 %-classes). These characteristics were tested to collinearity and then entered to the analysis as explanatory variables.

The RDA (Redundancy analysis) model was constructed in Canoco 5 (TerBraak & Šmilauer, 2012). Statistical significance of the model, first axis and individual habitat preference factors was tested by Monte Carlo permutation (999 repetitions).

3. Results

3.1 Mitochondrial DNA

Out of 66 newts from the Moravian hybrid zone sequenced for ND2 fragment, 24 individuals possessed one *T. cristatus*-specific haplotype and 42 possessed two *T. dobrogicus*-specific haplotypes. *Triturus cristatus*- and *T. dobrogicus*-specific haplotypes occurred in the northern and southern part of the hybrid zone, respectively (Figure 1).

In order to find out the origin of *T. dobrogicus* mtDNA, we compared haplotypes from the Znojmo region with haplotypes from the whole range of *T. dobrogicus* (Vörös, Mikulíček, Major, Recuero, & Arntzen, 2016). Haplotypes of *T. dobrogicus* from the study area clustered with haplotypes vastly distributed in western Pannonian Basin, including northwestern Austria, southeastern Czech Republic and western Slovakia, i.e. the nearest areas where *T. dobrogicus* is distributed (Figure 1). One haplotype of *T. dobrogicus* was unique for the study area but was diverged just by two mutation steps from the vastly distributed haplotype.

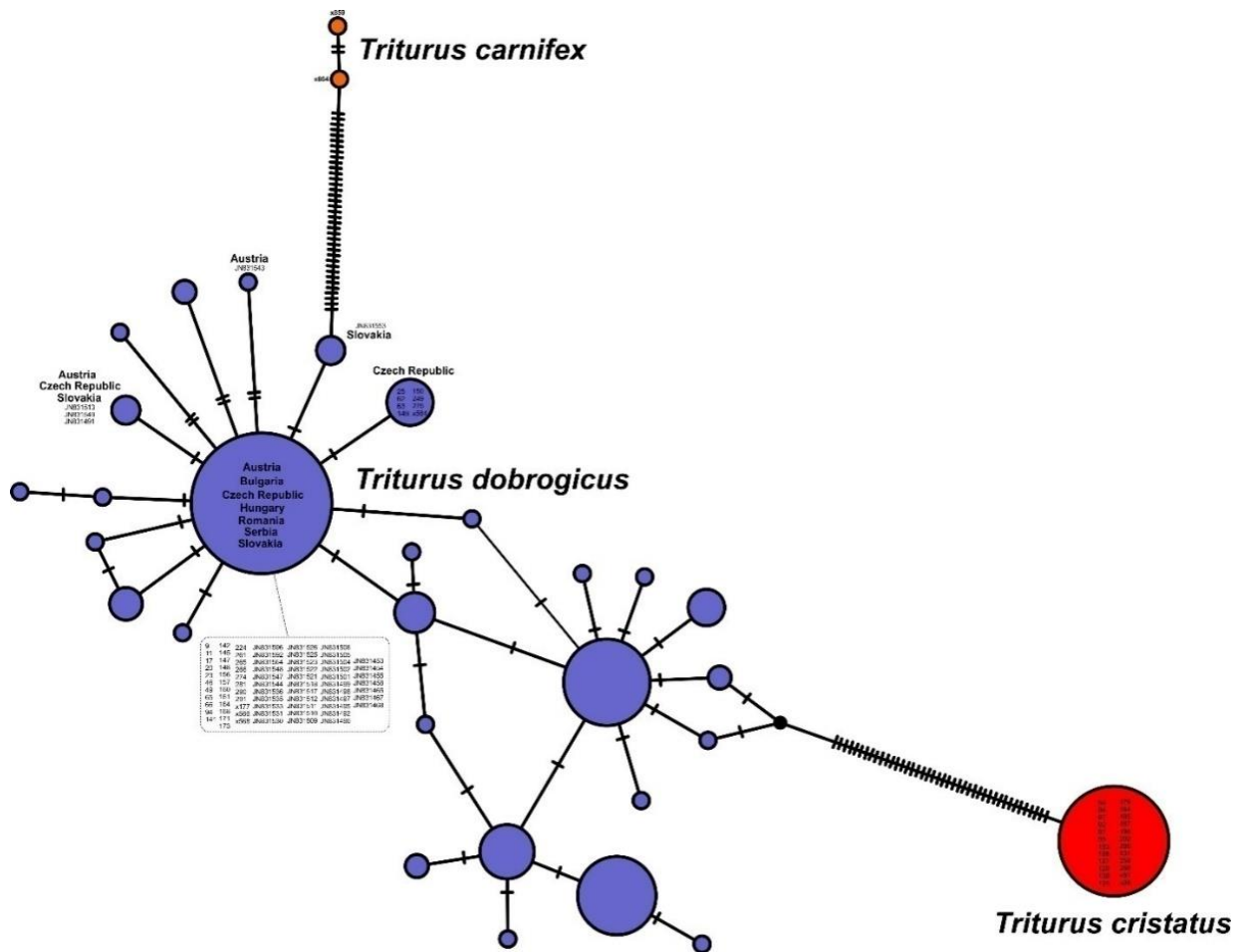


Figure 1: Phylogenetic haplotype network in crested newts from the Moravian hybrid zone sequenced for ND2 fragment. The size of the symbols is proportional to the observed haplotype frequency in *Triturus cristatus* (red), *T. dobrogicus* (purple) and *T. carnifex* (orange).

3.2 Microsatellite markers

Out of the seven microsatellite loci, two (*Tcri29* and *Tcri35*) revealed many missing genotypes and difficult-to-interpret patterns in a fragmentary analysis. Therefore, these loci were excluded from population genetic analyses. Newts from reference populations were assigned to the correct Structure clusters (corresponding to the parental species) with an average probability $q = 0.978$ for *T. carnifex* (the

only reference locality Matena) and $q = 0.837 - 0.986$ for *T. cristatus* populations (Table 2). Specimens originating from the contact zone were either assigned to the parental species or showed mixed ancestry between *T. cristatus* × *T. carnifex* (Table 2, Figure 2). A hybrid zone shows obvious geographic location in the transect with *T. cristatus*-like populations located in the north-east and *T. carnifex*-like populations in the south-west.

Table 2: Summary of population genetic variation of crested newts base on microsatellites. * - localities out of study region, N - average number of analyzed individuals, H_o – observed heterozygosity; H_E – expected heterozygosity; q_{-cri} , q_{-car} – probability of each individual to belong to one of the two inferred clusters corresponding to the parental species *T. cristatus* and *T. carnifex* (mean q values per population).

Site	N (±SE)	H_o (±SE)	H_E (±SE)	q_{-cri}	q_{-car}
MATE*	14.4 (± 0.4)	0.573 (± 0.156)	0.595 (± 0.143)	0.021	0.978
CERY	1.0 (± 0.0)	0.600 (± 0.245)	0.600 (± 0.245)	0.017	0.983
VRSL	1.8 (± 0.2)	0.300 (± 0.200)	0.433 (± 0.194)	0.018	0.981
CITO	1.8 (± 0.49)	0.800 (± 0.200)	0.667 (± 0.184)	0.019	0.981
MAST	0.8 (± 0.2)	0.400 (± 0.245)	0.400 (± 0.245)	0.021	0.979
POP	11.4 (± 1.86)	0.332 (± 0.088)	0.503 (± 0.078)	0.021	0.978
CIMR	6.6 (± 0.245)	0.571 (± 0.092)	0.611 (± 0.051)	0.023	0.976

BRAJ	8.0 (± 0.775)	0.491 (± 0.084)	0.561 (± 0.103)	0.027	0.972
MALO	15.2 (± 2.154)	0.431 (± 0.063)	0.591 (± 0.130)	0.030	0.969
POTU	4.4 (± 0.6)	0.400 (± 0.141)	0.516 (± 0.113)	0.033	0.967
CIZT	17.2 (± 0.86)	0.542 (± 0.092)	0.623 (± 0.053)	0.039	0.960
CLES	20.0 (± 1.643)	0.425 (± 0.083)	0.569 (± 0.083)	0.043	0.956
TAS	11.2 (± 0.8)	0.358 (± 0.139)	0.472 (± 0.134)	0.044	0.955
ONS	4.2 (± 0.8)	0.480 (± 0.150)	0.462 (± 0.127)	0.052	0.947
LUK	9.2 (± 0.663)	0.432 (± 0.116)	0.504 (± 0.089)	0.053	0.946
POST	2.0 (± 0.0)	0.400 (± 0.100)	0.467 (± 0.133)	0.059	0.941
POPR	4.8 (± 0.2)	0.450 (± 0.112)	0.604 (± 0.088)	0.097	0.903
UNAN	6.4 (± 0.245)	0.762 (± 0.095)	0.604 (± 0.065)	0.292	0.707
ZER	6.8 (± 0.735)	0.596 (± 0.085)	0.677 (± 0.061)	0.307	0.692
HRKA	0.8 (± 0.2)	0.600 (± 0.245)	0.600 (± 0.245)	0.406	0.594
CEKL	15.2 (± 0.374)	0.537 (± 0.037)	0.698 (± 0.061)	0.420	0.579
JEV	6.0 (± 0.0)	0.767 (± 0.125)	0.815 (± 0.017)	0.539	0.460
CHVA	2.0 (± 0.0)	0.700 (± 0.122)	0.733 (± 0.100)	0.546	0.453
BOVE	2.0 (± 0.0)	0.800 (± 0.122)	0.800 (± 0.082)	0.611	0.389
SAND	0.8 (± 0.2)	0.600 (± 0.245)	0.600 (± 0.245)	0.630	0.370
UHTU	11.4 (± 0.245)	0.662 (± 0.064)	0.752 (± 0.040)	0.687	0.312
VEV	7.6 (± 0.6)	0.670 (± 0.103)	0.709 (± 0.038)	0.713	0.286
ZBLO	8.4 (± 0.245)	0.500 (± 0.018)	0.692 (± 0.032)	0.832	0.167
HOKY	4.6 (± 0.4)	0.720 (± 0.102)	0.729 (± 0.057)	0.835	0.164
MIKU	10.4 (± 1.077)	0.457 (± 0.093)	0.598 (± 0.105)	0.884	0.115
HKCI	5.2 (± 0.374)	0.653 (± 0.160)	0.633 (± 0.076)	0.927	0.073
TRS	4.4 (± 0.245)	0.400 (± 0.113)	0.633 (± 0.076)	0.935	0.064
CERM	16.0 (± 0.548)	0.593 (± 0.088)	0.654 (± 0.068)	0.954	0.045
HKVJ	7.0 (± 0.0)	0.600 (± 0.079)	0.666 (± 0.034)	0.964	0.035
HOST	6.0 (± 0.0)	0.500 (± 0.118)	0.521 (± 0.123)	0.966	0.033
JAM	6.4 (± 0.6)	0.421 (± 0.130)	0.582 (± 0.115)	0.977	0.022
MKPO	5.0 (± 0.0)	0.480 (± 0.136)	0.440 (± 0.130)	0.978	0.021
MKKP	19.4 (± 0.245)	0.629 (± 0.084)	0.577 (± 0.075)	0.979	0.020
MKSL	4.0 (± 0.0)	0.500 (± 0.079)	0.586 (± 0.069)	0.984	0.015
HOSL*	4.6 (± 0.245)	0.610 (± 0.040)	0.705 (± 0.089)	0.837	0.162
TREB*	6.0 (± 0.0)	0.767 (± 0.113)	0.715 (± 0.105)	0.889	0.110
NORI*	9.0 (± 0.316)	0.641 (± 0.084)	0.606 (± 0.030)	0.944	0.056
RECT*	3.0 (± 0.0)	0.800 (± 0.082)	0.720 (± 0.080)	0.967	0.033
PLA*	10.0 (± 0.0)	0.580 (± 0.174)	0.488 (± 0.094)	0.986	0.013

Geneland corroborated results from Structure and revealed two clusters corresponding to the hybridizing parental species (Table 2). Cluster 1 and cluster 2 corresponded to *T. carnifex*-like and *T. cristatus*-like populations, respectively (Figure 3). Transition of genotypes from one cluster into the other is abrupt, showing that a contact zone between both species is a narrow region where species hybridize.

Parameters of genetic diversity for each population are summarized in Table 2 "Pure" populations of the parental species and hybrid populations from a contact zone revealed comparable level of genetic diversity (Table 1).

3.3 Morphological characters and their comparison with microsatellite markers

Partial RDA analysis explained 28.60 % of variation in samples, first axis explained 28.39 % of

variability, second axis 0.21 % and third axis explained 65.38% of variation. Test on the first axis (pseudo-F=94.4, $P=0.001$), and on all axes (pseudo-F=10.6, $P=0.001$) confirmed statistical significance of the RDA model. Simple term effects of individual morphological variables (Table 3) suggest which of them discriminate between the species. Out of ten morphological characters only two (Ltc and L) did not significantly discriminate between *T. cristatus* and *carnifex*. Comparison between morphological index (WI) and microsatellite genotypes was used for designation of reliability of WI for species determination. Correlation between the q values from Structure which define the proportion of individual's genome that originated from the *T. cristatus* and *T. carnifex* genome, respectively and WI values was significant in both males and females (Spearman correlation; males, $r = 0.310$, $P = 0.001$; females, $r = 0.254$, $P = 0.004$). Nevertheless, the percentage of misclassification based on the WI was high. Out of 89 males assigned to *T. cristatus*

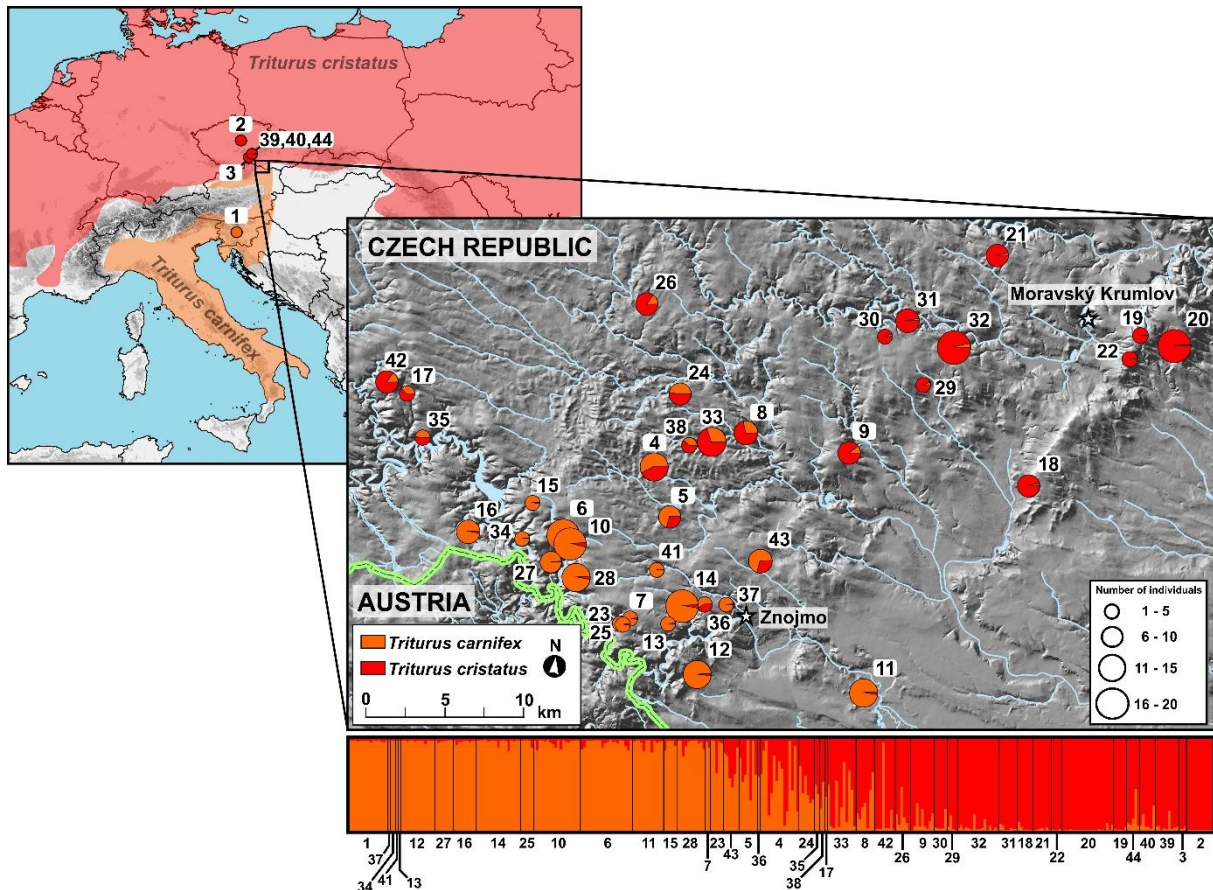


Figure 2: Geographical distribution and proportion of admixture (parameter q according to Structure) between *T. cristatus* (red) and *T. carnifex* (orange) in south Moravia, Czech Republic estimated on the basis of microsatellite data.

on the basis of the WI ($WI < 64$), only 40 were assigned to this species according to microsatellite markers ($q \geq 0.8$). Out of 32 males assigned to *T. carnifex* on the basis of the WI ($WI > 64$), 22 were assigned to this species according to microsatellites. Similarly, out of 96 females assigned to *T. cristatus* on the basis of the WI ($WI < 54$), only 40 were assigned to this species using microsatellites. Out of 33 females assigned to *T. carnifex* on the basis of the WI ($WI > 54$), 22 were assigned to this species genetically. It means that 55.1 % and 58.3 % of *T. cristatus* males and females were misclassified using WI. In *T. carnifex* the percentage of misclassification in males and females was 31.3 % and 33.3 %, respectively.

3.4 Association between genotypic composition of populations and habitat characteristics

Genotypic composition of populations based on microsatellites (q values per population in Table 2) was compared with habitat characteristics. Within all geographical and environmental variables, only

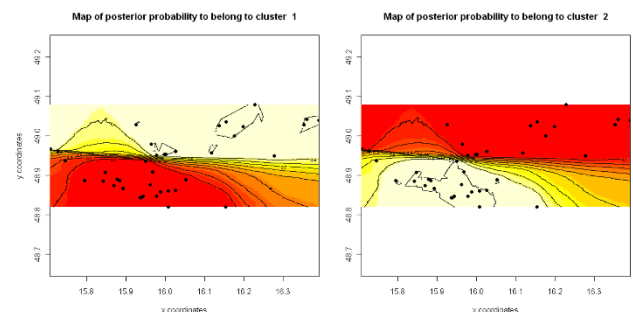


Figure 3: Maps of posterior probability of population membership using Geneland. The northerly distributed cluster 1 corresponds to *T. cristatus*, the southerly distributed cluster 2 corresponds to *T. carnifex*.

latitude, longitude, depth and shading were statistically significant and thus, were included into the final model. The model explained 82.5 % of variation in the data. The most important factor was latitude, explaining 76.2 % of variability; followed by longitude explaining 5.1 %. Effect of depth and shading was minimal but their simple term effects were statistically significant. *Triturus cristatus* tended to occur in deeper ponds, whilst *T. carnifex* occurred on localities with more shading (Figure 4).

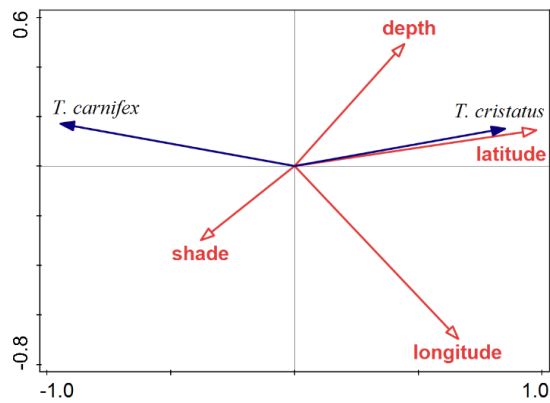


Figure 4: Ordination diagram of RDA model with genotypic composition of populations as response variables and habitat characteristics as explanatory variables. Latitude was the most important factor, explaining 76.2 % of variability.

4. Discussion

Crested newts are vastly distributed amphibians with parapatric distributions which come into contact and hybridize in central Europe and the Balkans (Maletzky et al., 2008; Arntzen, Wielstra, & Wallis, 2014; Arntzen, Üzüüm, Ajduković, Ivanović, & Wielstra, 2018; Wielstra, Burke, Butlin, & Arntzen 2017; Wielstra et al., 2017). The rate of hybridization and introgression have been studied in several transects between different crested newt species but the role of species-specific habitat preferences in the architecture of hybrid zones was not studied in details. In this paper we extended our previous study (Mikulíček, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012) and corroborated the occurrence of the hybrid zone between *T. cristatus* and *T. carnifex* in the southern part of the Czech Republic (Znojmo region). We also corroborated that *T. carnifex* and hybrid individuals in the studied zone possess mitochondrial genome of *T. dobrogicus*, the species which is distributed in lowlands of the middle and lower Danube River but was never documented in the Znojmo region. Next, we found that the Znojmo transect is structured geographically but not ecologically. *Triturus cristatus* and *T. carnifex* do not reveal marked species-specific habitat preferences and its hybrid zone is unlikely to be maintained by exogenous selection. Finally, we evaluated the use of morphological characters for species recognition and found that most of them significantly discriminated between "pure" *T. cristatus* and *carnifex* individuals. Comparison of Wolterstorff index (WI) and microsatellite genotypes, however, revealed that this index is not

reliable for species identification in a studied hybrid zone.

Table 3: Simple term effects of morphological characters entering the partial RDA model with genotypic composition of populations as response variables. L – body length, Lcd – tail length, Ltot – total body length, Lc1 – jaw length, Lc2 – head length, Ltc – head width, Pa – front limb (on both sides of the body), Pp – hind limb (on both sides of the body). Two characters (inter-limb distances on both sides of the body, LiE1 and LiE2) were removed from the RDA analysis because of their collinearity.

Name	Explains %	pseudo-F	P
Pp R (mm)	13.8	39.4	0.001
Pp L (mm)	10.2	27.8	0.001
Lc 2 (mm)	9.9	27.2	0.001
Pa R (mm)	5.5	14.4	0.001
Lc 1 (mm)	4.5	11.7	0.001
Pa L (mm)	4.2	10.7	0.002
Lcd (mm)	3.0	7.7	0.008
Ltot (mm)	2.3	5.8	0.017
Ltc (mm)	1.5	3.8	0.051
L (mm)	1.2	2.9	0.085

4.1 Reliability of morphological markers for species delimitation

Morphological variability of crested newts was thoroughly studied during the last century (Wolterstorff, 1923; Šova, 1973; Kalezić, Džukić, Stamenković, & Crnobrnja 1990; Arntzen & Wallis, 1994; 1999). Herpetologists identified morphological traits which could be used for recognition of individual crested newt species. In general, *T. cristatus* is a medium-built newt with shorter legs. Contrariwise, *T. carnifex* has a medium to heavy-built body and longer legs, while the inter-limb distance in both species is the same. Also coloration is different, whereas *T. cristatus* shows distinctive white stippling along their sides/legs, an orange belly with a variable pattern of black spots. By contrast, *T. carnifex* shows little or no white stippling, and a yellow belly with large, round, ill-defined greyish to black spots. The females often have a yellow vertebral stripe (e.g. Fahrbach & Gerlach, 2018). Hybrids are often intermediate in their phenotypic characters (Arntzen & Wallis, 1994; Brede, Thorpe, Arntzen, & Langton, 2000).

In this study we tested if morphological characters discriminate between *T. cristatus* and *T. carnifex*. Even though eight out of ten morphological traits significantly discriminated between the "pure" *T. cristatus* and *T. carnifex* individuals, Wolterstorff

index (WI), as a traditional marker used for the crested newt delimitation (Wolterstorff, 1923; Arntzen & Wallis, 1999), failed in the studied hybrid zone. More than a third and a half of *T. carnifex* and *T. cristatus* individuals, respectively was misclassified according to the WI. This finding corresponds to Arntzen & Wallis (1999) who showed 31% misclassification of newts using WI. On the contrary, Brede, Thorpe, Arntzen, & Langton, (2000), who morphologically evaluated hybrids between introduced *T. carnifex* and native *T. cristatus* in UK, were able to recognize parental species and F1 hybrids based on morphological traits. In the Czech hybrid populations, however, the existence of different hybrid categories (mainly backcross hybrids with one or another parental species and F2 hybrids) and extensive introgression (Mikulíček, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012) disabled the use of WI in species identification.

4.2 Species-specific habitat preferences

One of the characteristics that defines species in nature is their ecological differentiation involving habitat preferences. In phylogenetically closely related species ecological differentiation, however, could be very subtle. We evaluated habitat preferences of *T. cristatus* and *T. carnifex* comparing the habitat features of studied localities with the genotypic composition of newt populations.

Habitat suitability for crested newts was studied by several authors but most of the research was focused just on one species (e.g. Blab & Blab, 1981; Oldham, Keeble, Swan, & Jeffcote, 2000; Unglaub, Steinfartz, Drechsler, & Schmidt, 2015; Harper, Downie, & McNeill, 2018). For instance, Maletzky, Kyek, & Goldschmid (2007) evaluated habitat features of crested newt populations in north-western Austria where *T. cristatus* and *T. carnifex* come into contact and hybridize (Maletzky et al., 2008). The authors however did not discriminate between the hybridizing species. They found that shading and density of submerged vegetation had significant effects on pond occupancy (Maletzky, Kyek, & Goldschmid, 2007). Blab & Blab (1981), besides shading and density of submerged vegetation, identified also pond area as the relevant characteristic for the abundance of crested newts. Other authors showed also other key habitat features, including water chemistry and the structure of terrestrial habitat (Cooke, Cooke, & Sparks, 1994; Sztatecsny, Jehle, Schmidt, & Arntzen, 2004;

Harper, Downie, & McNeill, 2018). Arntzen & Thorpe (1999) pointed out habitat preferences between *T. cristatus* and *T. carnifex* in the Basin of Geneva (Switzerland and adjacent France) where *T. carnifex* was introduced. While *T. cristatus* preferred ponds containing an abundance of aquatic vegetation, *T. carnifex* thrived in disturbed quarries with little or no vegetation.

According to our observations, it is clear that both temporary and permanent water bodies with water levels from just a few centimetres to several metres and from water surface ranging from a few square meters to many hectares may provide suitable aquatic habitat. Our main aim however was to identify the differences in habitat preferences between both species. *Triturus cristatus* tended to occur in deeper ponds, whilst *T. carnifex* occurred on ponds with more shading but the effect of both characteristics was minimal. Thus, we can postulate that *T. cristatus* and *T. carnifex* do not show marked species-specific habitat preferences in the southern part of the Czech Republic.

4.3 Structure of the hybrid zone

The absence of marked species-specific habitat preferences indicates that the structure of the hybrid zone between *T. cristatus* and *T. carnifex* in Znojmo region is not shaped ecologically. The zone is structured geographically with *cristatus*-like genotypes in the north-east and *carnifex*-like genotypes in the south-west. This pattern might have been established when the two species came into contact during their recolonization of central Europe after the last glaciation. Pleistocene glaciations led to retraction of ranges of many European species which survived in refugia (i.e. regions with suitable climatic and ecological conditions) located southerly. At the end of Pleistocene, when ice-sheets retreated and climatic conditions became more hospitable, species dispersed out of refugia and colonized the newly available areas further north. In the case of the studied species, *T. cristatus* had glacial refugia in the Carpathians (Wielstra, Babik, & Arntzen, 2015) and thus had to colonize Znojmo region postglacially from the west. *Triturus carnifex* had to reach central Europe from the south, while its glacial refugia were probably located in the Adriatic region (Canestrelli et al., 2011). When two newt species came into contact they established a secondary hybrid zone which is currently

geographically structured from the north-east to the south-west (Hewitt, 2001; 2011).

This scenario is very likely also in the case of hybridizing crested newts with one remarkable note. All *T. carnifex* individuals and some hybrids with *T. cristatus* possess mtDNA of *T. dobrogicus*, the species geographically restricted to the lowlands of the middle and lower Danube, which is not currently distributed in Znojmo region. It follows that *T. carnifex* and *T. dobrogicus* had to meet and hybridize in the past, despite the present distribution of both species reveals ca 40 km gap (Zavadil, Piálek, & Klepsch, 1994; Piálek, Zavadil, & Valíčková, 2000; Reiter & Hanák, 2000). The occurrence of *T. dobrogicus* mtDNA haplotypes specific for the western Pannonian Basin in the Znojmo hybrid zone indicates that historical hybridization between *T. carnifex* and *T. dobrogicus* might have taken place east of the Alps, probably in the western edge of the Pannonian Basin. Hybridization was then followed by unidirectional mtDNA introgression and the spread of *T. carnifex* individuals possessing *dobrogicus* mtDNA to the areas of the present-day hybridization with *T. cristatus*.

When we compare our *T. cristatus* x *T. carnifex* transect with other crested newt hybrid zones, we can postulate that the transition zone in Znojmo is not shaped by ecological differentiation of the hybridizing species. Parental genotypes do not show adaptation to alternative environments where exogenous selection could play a significant role. This is in stark contrast with *T. cristatus* x *T. marmoratus* hybrid zone in south-western France where the hybridizing species are ecologically well differentiated. While *T. marmoratus* occupies mainly forested and hilly areas, *T. cristatus* is distributed in open and flat country (Schoorl & Zuiderwijk, 1980; Visser, Leeuw, Zuiderwijk, & Arntzen 2016). Both species also reveal up to twice higher genetic divergence in comparison to *T. cristatus* and *T. carnifex*, bimodal type of hybrid zone with limited hybridization and introgression caused by strong postzygotic genomic incompatibilities (Arntzen, Jehle, Bardakci, Burke, & Wallis, 2009).

Ecological differentiation can play a significant role also in zones where *T. dobrogicus* hybridizes with other crested newt species (*T. cristatus*, *T. carnifex*, *T. ivanbureschi* and *T. macedonicus*; for details see

Arntzen, Wielstra, & Wallis, 2014). While *T. dobrogicus* is restricted to lowlands, other crested newt species occur mainly in hilly areas and mountains. Moreover, *T. dobrogicus* is better adapted to a more aquatic mode of life by its slender, elongated body and shorter limbs (Arntzen, Bugter, Cogalniceanu, & Wallis, 1997; Arntzen & Wallis, 1999). It can be assumed that elevation together with relief and temperature are the most important ecological factors preventing hybridization between *T. dobrogicus* and other crested newt species (Mikulíček, Horák, Zavadil, Kautman, & Piálek, 2012, Arntzen, Wielstra, & Wallis, 2014). Such marked ecological differences however are not known between *T. cristatus* and *T. carnifex* and neither our study revealed any significant habitat preferences. The structure of the *T. cristatus* x *T. carnifex* hybrid zone in the Znojmo transect is thus probably shaped by endogenous selection associated with postzygotic genomic incompatibilities. For instance, artificial male hybrids between *T. cristatus* x *T. carnifex* are fertile and able to produce other generations of hybrids, but these hybrids reveal higher mortality, disturbed meiosis and production of dysfunctional gametes (Callan & Spurway, 1951; MacGregor et al., 1990; Arntzen, Wielstra, & Wallis, 2014 and references herein). The structure of the hybrid zone between *T. cristatus* and *T. carnifex* thus might be maintained by balance between dispersal of parental genotypes into center of the zone and selection against hybrids, i.e. two mechanisms playing an important role in a tension zone model (Key, 1968; Barton & Hewitt, 1985; Szymura & Barton, 1986; 1991; Macholán et al., 2007).

Acknowledgements: We are grateful to Lucia Rubáčová (Bratislava) for statistical support and people, which were helpful during the field survey: Lenka Reiterová (Čížov), Miroslav Maštera (Jihlava), Václav Křivan (Štěměchy) and Podyjí National Park Administration for providing important facilities. Field study was supported by IGA PšF UPOL: No. IGA_PrF_2015_008, Norway Grants: No. 76213/ENV/10, 5458/610/10 and Monitoring program of Nature Conservation Agency of the Czech Republic: No. PPKB 10/09/11. PM and DJ were supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract no. APVV-15-0147. All handling of animals was carried out under permits number 32118/ENV/11-1156/620/11-PP18 and 27586/ENV/14-1544/630/14.

References

Arias, C. F., Munoz, A. G., Jiggins, C. D., Mavarez, J., Bermingham, E., & Linares, M. (2008). A hybrid zone

- provides evidence for incipient ecological speciation in *Heliconius* butterflies. *Molecular Ecology*, *17*, 4699-4712. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.03934.x>
- Arntzen, J. W., & Wallis, G. P. (1994). The 'WOLTERSTORFF index' and its value to the taxonomy of the Crested Newt superspecies. *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*, *17*, 57-66.
- Arntzen, J. W. (2003). *Triturus cristatus* Superspezies – Kammolch-Artenkreis. In Grossenbacher, K., & Thiesmeier, B. (Eds.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 4/IIA, Schwanzlurche (Urodela) IIA, Salamandridae II: Triturus I*, (pp. 421-514). Wiebelsheim, AULA-Verlag.
- Arntzen, J. W., Bugter, R. J. F., Cogalniceanu, D., & Wallis, G. P. (1997). The distribution and conservation status of the Danube crested newt, *Triturus dobrogicus*. *Amphibia-Reptilia*, *18*, 133-142. <https://doi.org/10.1163/156853897X00026>
- Arntzen, J. W., Üzüm, N., Ajduković, M. D., Ivanović, A., & Wielstra, B. (2018). Absence of heterosis in hybrid crested newts. *PeerJ*, *6*, e5317. <https://doi.org/10.7717/peerj.5317>
- Arntzen, J. W., & Wallis, G.P. (1999). Geographic variation and taxonomy of crested newt (*Triturus cristatus* superspecies): morphological and mitochondrial DNA data. *Contribution to Zoology*, *68*, 181-203.
- Arntzen, J. W., Wielstra, B., & Wallis, G. P. (2014). The modality of nine *Triturus* newt hybrid zones assessed with nuclear, mitochondrial and morphological data. *Biological Journal of the Linnean Society*, *113*, 604-622. <https://doi.org/10.1111/bj.12358>
- Arntzen, J. W., Jehle, R., Bardakci, F., Burke, T., & Wallis, G. P. (2009). Asymmetric viability of reciprocal-cross hybrids between crested and marbled newts (*Triturus cristatus*) and *T. marmoratus*. *Evolution*, *63*, 1191-1202. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2009.00611.x>
- Barton, N. H. (2001). The role of hybridization in evolution. *Molecular Ecology*, *10*, 551-568. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2001.01216.x>
- Barton, N. H., & Gale, K. S. (1993). Genetic analysis of hybrid zones. In Harrison, R. G. (Ed.), *Hybrid zones and the evolutionary process* (pp. 13-45). New York, Oxford University Press.
- Barton, N. H. & Hewitt, G. M. (1985). Analysis of hybrid zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *16*, 113-148. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.16.110185.000553>
- Barton, N. H. (1983). Multilocus clines. *Evolution*, *37*, 454-471. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1983.tb05563.x>
- Blab, J., & Blab, L. (1981). Quantitative Analysen zur Phänologie, Erfäßbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn. *Salamandra*, *17*, 147-172.
- Bock, D., Hennig, V., & Steinfartz, S. (2009). The use of FISH funnel traps for monitoring crested newts (*Triturus cristatus*) according to the Habitats Directive. *Zeitschrift für Feldherpetologie*, *15*, 1-10.
- Brede, E. G., Thorpe, R. S., Arntzen, J. W., & Langton, T.E.S. (2000). A morphometric study of a hybrid newt population (*Triturus cristatus*/*T. carnifex*): Beam Brook Nurseries, Surrey, U.K. *Biological Journal of the Linnean Society*, *70*, 685-695. <https://doi.org/10.1006/bj.1999.0423>
- Callan, H. G. & Spurway, H. (1951). A study of meiosis in interracial hybrids of the newt, *Triturus cristatus*. *Journal of Genetics*, *50*, 235-249.
- Canestrelli, D., Sacco, F., & Nascetti, G. (2011). On glacial refugia, genetic diversity, and microevolutionary processes: deep phylogeographical structure in the endemic newt *Lissotriton italicus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, *105*, 42-55. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2011.01767.x>
- Cooke S. D., Cooke A. S., & Sparks, T. H. (1994). Effects of scrub cover on great crested newts breeding performance. In Gent, T. & Bray, R. (Eds.), *Conservation and Management of Great Crested Newts* (pp 71-74) Peterborough, English Nature.
- Coyne, J. A., & Orr, H. A. (2004). The evolutionary genetics of speciation. *Philosophical Transactions Royal Society London B Biol Sci.*, *353*, 287-305. <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0210>
- Fahrbach, M., & Gerlach U. (2018). *The Genus Triturus. History, Biology, Systematics, Captive Breeding*. Frankfurter Beiträge zur Naturkunde, *69*, Edition Chimaira.
- French, N., Yu, S., Biggs, P., Holland, B., Fearnhead, P., Binney, B., Fox, A., Grove-White, D., Leigh, J. W., Miller, W., Muellner, P., & Carter, P. (2014). Evolution of *Campylobacter* species in New Zealand. In Sheppard, S. K. & Méric, G. (Eds.), *Campylobacter Ecology and Evolution* (pp 221-240). Norfolk, England: Caister Academic Press.
- Gay, L., Neubauer, G., Zagalska-Neubauer, M., Debain, C., Pons, J.-M., David, P., & Crochet, P.-A. (2007). Molecular and morphological patterns of introgression between two large white-headed gull species in a zone of

- recent secondary contact. *Molecular Ecology*, *16*, 3215-3227. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03363.x>
- Guillot, G., Estoup, A., Mortier, F., & Cosson J. F. (2005). A spatial statistical model for landscape genetics. *Genetics*, *170*, 1261–1280. <https://doi.org/10.1534/genetics.104.033803>
- Guillot, G., Mortier, F., & Estoup, A. (2005). Geneland: a program for landscape genetics. *Molecular Ecology Notes*, *5*, 712–715. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01031.x>
- Hall, T. A. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, *41*, 95-98. <https://doi.org/10.1021/bk-1999-0734.ch008>
- Harper, L. R., Downie, J. R., & McNeill, D. C. (2018). Assessment of habitat and survey criteria for the great crested newt (*Triturus cristatus*) in Scotland: a case study on a translocated population. *Hydrobiologia*, *828*, 57-71. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3796-4>
- Hewitt, G. M. (2001). Speciation, hybrid zones and phylogeography - or seeing genes in space and time. *Molecular Ecology*, *10*, 537-549. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2001.01202.x>
- Hewitt, G. M. (2011). Quaternary phylogeography: the roots of hybrid zones. *Genetica*, *139*, 617-638. <https://doi.org/10.1007/s10709-011-9547-3>
- IBM Corp. (2015). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kalezić, M. L., Džukić, G., Stamenković, S., & Crnobrnja, J. (1990). Morphometrics of the crested newt (*Triturus cristatus* complex) from Yugoslavia: relevance for taxonomy. *Arhiv Bioloških Nauka*, *42*, 17-37.
- Key, K. H. L. (1968). The concept of stasipatric speciation. *Systematic Zoology*, *17*, 14-22.
- Krupa, A. P., Jehle, R., Dawson, D. A., Gentle, L. K., Gibbs, M., Arntzen, J. W., & Burke, T. (2002). Microsatellite loci in the crested newt (*Triturus cristatus*) and their utility in other newt taxa. *Conservation Genetics*, *3*, 87-89. <https://doi.org/10.1023/A:1014239225553>
- MacGregor, G. R., Russell, L. D., Van Beek, M. E., Hanten, G. R., Kovac, M. J., Kozak, C. A., Meistrich, M. L. & Overbeek, P.A. (1990). Symplastic spermatids (sys): a recessive insertional mutation in mice causing a defect in spermatogenesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *87*, 5016-5020.
- Macholán, M., Munclinger, P., Šugerková, M., Dufková, P., Bimová, B., Božiková, E., Zima, J., & Piálek, J. (2007). Genetic analysis of autosomal and X-linked markers across a mouse hybrid zone. *Evolution*, *61*, 746-771. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2007.00065.x>
- Maletzky, A., Kyek, M., & Goldschmid, A. (2007). Monitoring status, habitat features and amphibian species richness of crested newt (*Triturus cristatus* superspecies) ponds at the edge of the species range (Salzburg, Austria). *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, *43*, 107–115. <https://doi.org/10.1051/limn/2007017>
- Maletzky, A., Mikulíček, P., Franzen, M., Goldschmid, A., Gruber, H. J., Horák, A., & Kyek, M. (2008). Hybridization and introgression between two species of crested newts (*Triturus cristatus* and *T. carnifex*) along contact zones in Germany and Austria: morphological and molecular data. *Herpetology Journal*, *18*, 1-15.
- Mikulíček, P., Horák, A., Zavadil, V., Kautman, J., & Piálek, J. (2012). Hybridization between three crested newt species (*Triturus cristatus* superspecies) in the Czech Republic and Slovakia: comparison of nuclear markers and mitochondrial DNA. *Folia Zoologica*, *61*, 202-218. <https://doi.org/10.25225/fozo.v61.i3.a4.2012>
- Oldham, R. S., Keeble, J., Swan, M. J. S., & Jeffcote, M. (2000). Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal*, *10*, 143-155.
- Peakall, R., & Smouse, P.E. (2012). GenA1Ex 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update. *Bioinformatics*, *28*, 2537-2539. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts460>
- Piálek, J., Zavadil, V., & Valíčková, R. (2000). Morphological evidence for the presence of *Triturus carnifex* in the Czech Republic. *Folia Zoologica*, *49*, 33-40.
- Pierpaoli, M., Birò, Z. S., Herrmann, M., Hupe, K., Fernandes, M., Ragni, B., Szemethy, L., & Randi, E. (2003). Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridization with domestic cats in Hungary. *Molecular Ecology*, *12*, 2585-2598. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.01939.x>
- Posada, D., & Crandall, K. A. (2011). Intraspecific gene genealogies: trees grafting into networks. *Trends in Ecology and Evolution*, *16*, 37-45. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02026-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02026-7)
- Pritchard, J. K., Stephens, M., & Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, *155*, 945-959.
- Randi, E., & Lucchini, V. (2002). Detecting rare introgression of domestic dog genes into wild wolf (*Canis lupus*) population by Bayesian admixture analyses of

- microsatellite variation. *Conservation Genetics*, 3, 31-45. <https://doi.org/10.1023/A:1014229610646>
- Reiter, A., & Hanák, V. (2000): Obojživelníci Národního parku Podyjí. (Amphibians of the Podyjí National Park). *Thayensia*, 3, 75–146.
- Schoorl, J. & Zuiderwijk, A. (1980). Ecological Isolation in *Triturus cristatus* and *Triturus marmoratus* (Amphibia: Salamandridae). *Amphibia-Reptilia*, 1, 235-252 . <https://doi.org/10.1163/156853881X00357>
- Shurtliff, Q. R., Murphy, P. J., & Matocq, M. D. (2013). Ecological segregation in a small mammal hybrid zone: habitat-specific mating opportunities and selection against hybrids restrict gene flow on a fine spatial scale. *Evolution*, 68, 729-742. <https://doi.org/10.1111/evo.12299>
- Șova, C. (1973). Morphometric researches in the genus *Triturus* from Rumania (Sereth River Basin). *Studii Comunicări, Muzeul Științele Naturii Bacău*, 6, 85-286.
- Szymura, J. M., & Barton, N. H. (1986). Genetic analysis of a hybrid zone between the fire-bellied toads, *Bombina bombina* and *B. variegata*, near Cracow in Southern Poland. *Evolution*, 40, 1141-1159.
- Szymura, J. M., & Barton, N. H. (1991). The genetic structure of the hybrid zone between the fire-bellied toads *Bombina bombina* and *B. variegata*: Comparisons between transects and between loci. *Evolution*, 45, 237-261. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1991.tb04400.x>
- Sztatecsny, M., Jehle, R., Schmidt, B. R., & Arntzen, J. W. (2004). The abundance of premetamorphic newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*) as a function of habitat determinants: An a priori model selection approach. *Herpetological Journal*, 15, 89-97.
- TerBraak, C. J. F., & Šmilauer, P. (2012). Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- Thompson, J. S., Ling, X., & Grustein, M. (1994). Histone H3 amino terminus is required for telomeric and silent mating locus repression in yeast. *Nature*, 369, 245-247. <https://doi.org/10.1038/369245a0>
- Unglaub, B., Steinfartz, S., Drechsler, A., & Schmidt, B. R. (2015). Linking habitat suitability to demography in a pond-breeding amphibian. *Frontiers in Zoology*, 12, 9. <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0103-3>
- Visser, M., Leeuw, M., Zuiderwijk, A., & Arntzen, J. W. (2016). Stabilization of a salamander moving hybrid zone. *Ecology and Evolution*, 7, 689-696. <https://doi.org/10.1002/ece3.2676>
- Vörös, J., Mikulíček, P., Major, A., Recuero, E., & Arntzen, J. W. (2016). Phylogeographic analysis reveals northerly refugia for the riverine amphibian *Triturus dobrogicus* (Caudata: Salamandridae). *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 119, 974-991. <https://doi.org/10.1111/bij.12866>
- Vörös, J., & Arntzen, J. W. (2010). Weak population structuring in the Danube crested newt, *Triturus dobrogicus*, inferred from allozymes. *Amphibia-Reptilia*, 31, 339-346. <https://doi.org/10.1163/156853810791769518>
- Wielstra, B., McCartney-Melstad, E., Arntzen, J. W., Butlin, R. K., & Shaffer, H. B. (2019). Phylogenomics of the adaptive radiation of *Triturus* newts supports gradual ecological niche expansion towards an incrementally aquatic lifestyle. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 133, 120-127. <https://doi.org/10.1101/463752>
- Wielstra, B., & Arntzen, J. W. (2011). Unraveling the rapid radiation of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies) using complete mitogenomic sequences. *BMC Evolutionary Biology*, 11, 62. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-162>
- Wielstra, B., & Arntzen, J. W. (2016). Description of a new species of crested newt, previously subsumed in *Triturus ivanbureschi* (Amphibia: Caudata: Salamandridae). *Zootaxa*, 4109, 73-80. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.4109.1.6>
- Wielstra, B., Babik, W., & Arntzen, J. W. (2015). The crested newt *Triturus cristatus* recolonized temperate Eurasia from an extra-Mediterranean glacial refugium. *Biological Journal of the Linnean Society*, 114, 574-587. <https://doi.org/10.1111/bij.12446>
- Wielstra, B., Burke, T., Butlin, R. K., & Arntzen, J. W. (2017). A signature of dynamic biogeography: enclaves indicate past species replacement. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 284, 20172014. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2014>
- Wielstra, B., Burke, T., Butlin, R. K., Avci, A., Üzüüm, N., Bozkurt, E., Olgun, K., & Arntzen, J. W. (2017). A genomic footprint of hybrid zone movement in crested newts. *Evolution Letters*, 1, 93-101. <https://doi.org/10.1002/evl3.9>
- Wolterstorff, W. (1923). Uebersicht der Unterarten und Formen des *Triton cristatus* Laur. *Blätter für Aquarien und Terrarienkunde*, 34, 120-126.
- Yanchukov, A., Hofman, S., Szymura, J. M., Mezhzherin, S. V., Morozov-Leonov, S. Y., Barton, N. H., & Nürnberg, B. (2006). Hybridization of *Bombina bombina* and *B. variegata* (Anura, Discoglossidae) at a sharp ecotone in western Ukraine: Comparisons across

transects and over time. *Evolution*, 60, 583-600.
<https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2006.tb01139.x>

Zavadil, V., Piálek, J. & Klepsch, L. (1994). Extension of the known range of *Triturus dobrogicus*: electrophoretic and morphological evidence for presence in the Czech Republic. *Amphibia-Reptilia*, 15, 329-335.

Příloha II

Mačát Z., Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). *Acta Herpetologica* 10: 135-141.

Scientometrie časopisu dle Web of Science:

Acta Herpetologica

IF (2015) = **0,500**

Kategorie a kvartil (2015): Zoology, **Q3**

Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies)

ZDENĚK MAČÁT¹, LENKA JEŘÁBKOVÁ², ANTONÍN REITER³, MARTIN RULÍK¹, DANIEL JABLONSKI⁴

¹ Department of Ecology and Environmental Sciences, Palacký University in Olomouc, Šlechtitelů 27, 78371, Olomouc, Czech Republic. Corresponding author. E-mail: zdenek.macat@gmail.com

² Nature Conservation Agency of the Czech Republic, Kaplanova 1931/1, 14800, Praha 11 - Chodov, Czech Republic

³ South Moravian Museum in Znojmo, Přemyslovců 129/8, 66902, Znojmo, Czech Republic

⁴ Department of Zoology, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina B-1, 84215, Bratislava, Slovakia

Submitted on 2015, 12th May; revised on 2015, 6th October; accepted on 2015, 9th October

Editor: Sebastiano Salvidio

Abstract. Morphological abnormalities occur frequently in wild amphibian populations. We analysed malformation and injuries in the hybrid zone of three crested newt species, in the Czech Republic. In total, 274 individuals from 35 localities in South Moravia (Czech Republic) were examined during the period 2010-2014. Malformations were found in eight newts (2.9%) from seven localities. Injuries were recorded on 59 newts (21.5%). Proportions of tail crest injuries was significantly higher ($P < 0.1$) in males than in females and the probability of being injured was significantly higher ($P < 0.01$) for adult individuals. We discuss gene mutation, parasitism and predation as possible explanations for our observations.

Keywords. Amphibia, *Triturus cristatus*, morphology, abnormalities, polydactyly, limb damages, contact zone, Czech Republic

Pre- or post-natal malformations are regularly reported in different amphibian species (Canestrelli et al., 2006; Piha et al., 2006; Sas and Kovacs, 2006; Machado et al., 2010; Jarvis, 2011; Henle, et al. 2012; Gatti and Sannolo, 2014). In general, amphibian abnormalities include malformation and injuries, and according to Reeves et al. (2008) and Hassine et al. (2011), the most common malformations in amphibian are: i) eye abnormalities such as anophtalmia or microphtalmia, ii) skeletal injuries such as brachydactyly (short digits), ectrodactyly (missing digits) or ectromelia (partial limb formation), iii) skeletal malformations such as amelia (missing limb), polydactyly (extra digits), syndactyly (digits fused), brachygnathia (short jaw), iv) surficial abnormalities such as incomplete tail resorption or skin trauma (e.g., scars, edema). Along with colour abnormalities (e.g., leucism, albinism or axanthism) these malformations are recorded in the wild life of amphibians (Jablonski et al., 2014). Malfor-

mations could be a result of genetic mutation caused by environmental pollutants, parasites, diseases, prenatal stress, genetic predisposition or UV radiations (Blaustein and Johnson, 2003).

On the other hand, injuries in wild animals can originate from diseases, intraspecific aggression, and most of all by predation (Lima and Dill, 1990). Injuries are usually studied in animals that have the ability to autotomize a body part (Cooper et al., 2004; Maginnis, 2006) or to regenerate a missing part, which is after this process actually different from the original part (Maginnis, 2006). Frequency and types of injuries are probably connected with density and diversity of predators, with geographical differences in injury rates among population (Placyk and Burghardt, 2005) and sexes (sexual dimorphism) in the breeding season (Kopecký, 2013).

In this article, we present results of our study on morphological abnormalities found in crested newts from

their hybrid zones in the Czech Republic. Studied localities are southern parts of the Czech Republic (Znojmo region), where the ranges of three crested newt species meet: *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), *T. dobrogicus* (Kiritzescu, 1903), and *T. carnifex* (Laurenti, 1768) (Wielstra et al., 2014). Their distribution is parapatric with mixed contact zone in South Moravia, the only known among these species in the Czech Republic (Mikulíček et al., 2012). Despite malformations of amphibians are relatively well known, the following paper provides a new point of view on their causes.

During the period 2010-2014 we recorded body abnormalities and injuries at *Triturus cristatus* superspecies in Znojmo region (South Moravia, Czech Republic). During the breeding season, 274 individuals (136 males, 127 females and 11 subadults) in the water phase from 35 localities, were examined. Newts were captured by funnel collapsible nylon baited traps (Bock et al., 2009; Madden and Jehle, 2013), sexed, measured and photographed from dorsal and lateral side of the body. Each locality was visited once, in case of sufficient number of caught newts (more than 10 individuals). Otherwise these localities were repeatedly visited. Individuals from all populations were recognized by belly pattern from photographs (according to Hagström, 1973; Jehle et al., 2011). Differences between males and females and between bigger and smaller individuals were performed on tail injuries by the software STATISTICA 12 (Hill and Lewicki, 2007), using a nonparametric Mann-Whitney U test.

Malformations were recorded at seven localities (Table 1, Fig. 1). Each malformation was recorded in different locality, except two cases (locality Podmolí 2). Artificial pond was the most frequent type of habitat with morphological abnormalities (four cases); two were situated to the wood ponds and other cases represented different types of ponds. The distance between the two nearest localities was 0.2 km (Podmolí 1 and Podmolí 2) separated by road. There is no evidence about identical belly pattern between newts in these localities. The long-

est distance between two localities was 18.8 km (Bojanovice and Chvalatice). Eight out of 274 individuals (2.9%) showed malformations of three different types: bidactyly, polydactyly and syndactyly (Table 1, Fig. 2). Bidactyly was recorded five times (1.9% of all individuals) while polydactyly two times (0.7%) and syndactyly one a time (0.4%). Overall, three male individuals (average SVL: 71.9 mm) and five females (86.8 mm) were recorded with malformations.

Fifty-nine out of 274 newts (21.5%) were injured. Male individuals were injured in 28 cases (47.5%) and females in 31 cases (52.5%). Injuries could be divided into six types. The first type consisted of damage to the front limb (including arms and fingers; Fig. 3E, G, H) and the second type consisted of a damage to the hind limb (Fig. 3F). Two types of injuries were recorded on tail: damage (ragged) on the tail crest and missing the tip of the tail (Fig. 3A-D). There was some interesting differences between males and females: while males were injured on the crest of tail, females were injured on the tip of the tail. The last two injuries types were recorded on the body (trunk) and the head. The most common injury was damage to the tail (32 cases, 71.2%, Fig. 4). The second most recorded was damage to the limb (15 cases, 25.4%). Furthermore, two atypical injuries were found: one female had fresh scars on the trunk and tail (Fig. 3I) and another female had a hole in the throat (Fig. 3J). The proportion of tail crest injuries was significantly higher for males (14 cases) compared to females ($P < 0.1$). The probability of injuries was significantly higher for bigger newts (average 76.9 mm) compared to smaller ones (average 72.1 mm; $P < 0.01$).

We observed three types of malformation in the *T. cristatus* superspecies (bidactyly, polydactyly and syndactyly). Several cases of morphological malformation among the genus *Triturus* are known from available literature: bidactyly in three individuals of *T. cristatus* from the United Kingdom (Jarvis, 2011), polydactyly in two *T. carnifex* from Italy (Gatti and Sannolo, 2014), polyme-

Table 1. Malformation recorded in *Triturus cristatus* superspecies during the study (SVL - snout-to-vent length; TL - tail length).

Figure	Sex	SVL	TL	Malformation	Locality	GPS	Altitude	Pond type	Date
1A	F	78.4	52.9	bidactyly	Čížov	48.88N, 15.88E	400 m	artificial	28 April 2010
1B	F	89.9	69.8	polydactyly	Onšov	48.90N, 15.84E	460 m	natural forest	22 April 2011
1C	F	94	80.9	bidactyly	Podmolí 2	48.84N, 15.93E	406 m	artificial	25 May 2011
1D	M	75.4	56.1	bidactyly	Podmolí 2	48.84N, 15.93E	406 m	artificial	25 May 2011
1E	F	90	60.8	bidactyly	Podmolí 1	48.84N, 15.93E	412 m	fish pond	27 April 2012
1F	F	82	54	bidactyly	Lukov	48.86N, 15.89E	444 m	forest wetland	29 April 2013
1G	M	66.4	51.6	polydactyly	Bojanovice	48.94N, 16.00E	350 m	artificial	10 May 2013
1H	M	73.9	52.8	syndactyly	Chvalatice	48.93N, 15.74E	446 m	artificial	2 April 2014

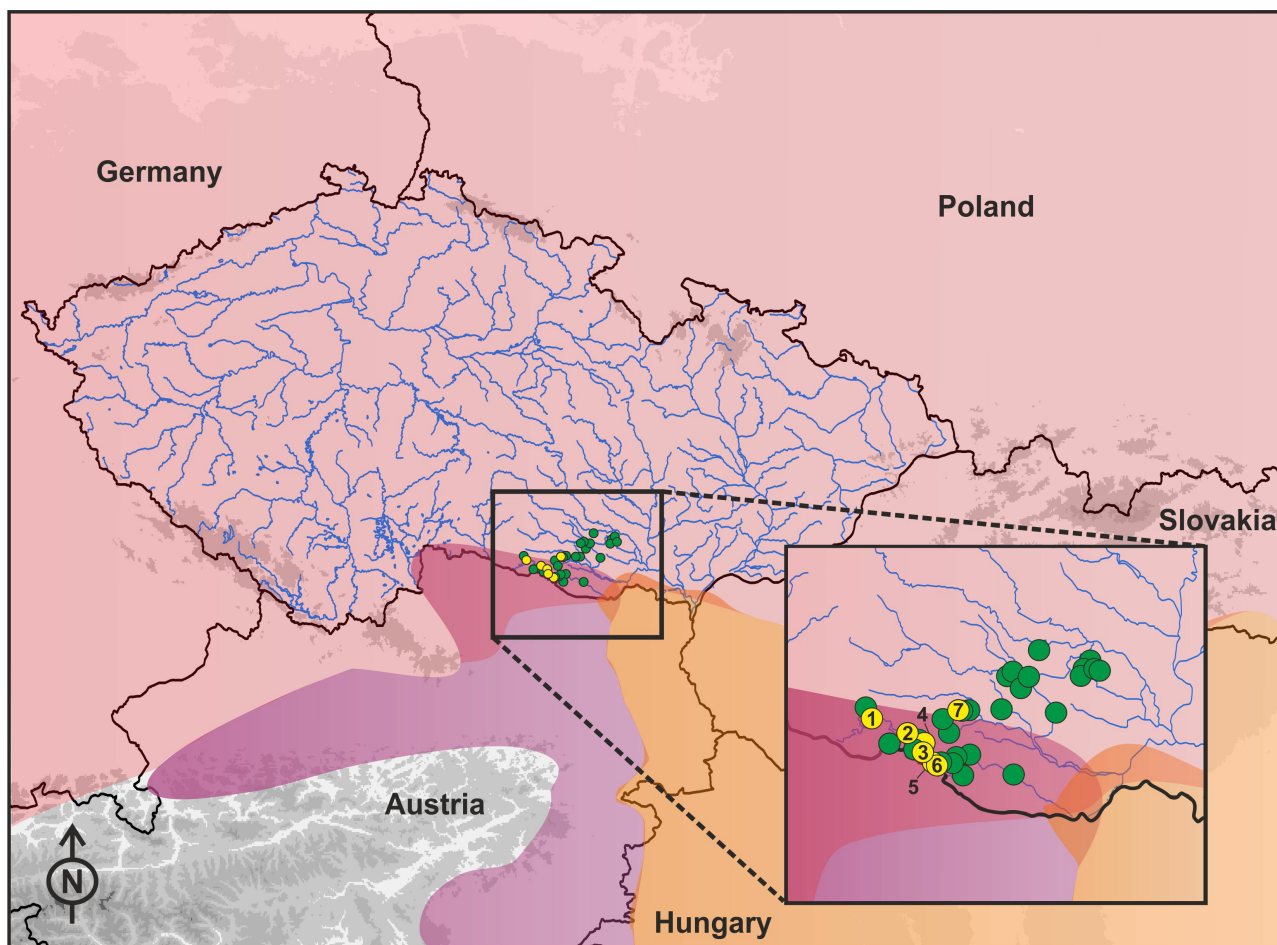


Fig. 1. Distribution map of *Triturus cristatus* superspecies (*T. cristatus* - pink, *T. carnifex* - purple, *T. dobrogicus* - orange; The colours in the overlap indicate putative contact or hybrid zones; sensu Wielstra et al., 2014) in study area and locations of localities with records of malformations (1 - Chvalatice, 2 - Onšov, 3 - Lukov, 4 - Čížov, 5 - Podmolí 2, 6 - Podmolí 1, 7 - Bojanovice; see Table 1.).

ly in *T. marmoratus* (Recuero-Gil and Campos Asenjo, 2002) and malformation of digits between hybrids of *T. cristatus* and *T. marmoratus* in western France (Arntzen and Wallis, 1991). Malformation rates in amphibians do not exceed 5% in healthy populations (Blaustein and Johnson, 2003). In comparison with other authors studying crested newts (Jarvis, 2011; Gatti and Sannolo, 2014; Mester et al., 2015), the malformation rate found in this study is relatively high. On the other hand, malformation rate shows much higher fluctuations among other species of Caudata: e.g., about 3.9% at *Calotriton arnoldi* (Martínez-Silvestre et al., 2014) or about 40-90% at *Cryptobranchus alleganiensis* (Hiler et al., 2005).

Amphibians seem particularly prone to malformation (e.g., polydactyly). The extreme sensibility to environmental changes and habitat loss are well known in amphibians, including crested newts (Beebee and Griffiths, 2005). However, we have no data to suppose that

pollution (some localities are situated into national park, where we can assume low levels of pollution) caused observed abnormalities. Five main factors could possibly cause malformations: i) hyper-regeneration after predator attempts or accidents (Eaton et al., 2004; Ballengée and Sessions, 2009), ii) exposition to high UV-B radiation (Blaustein et al., 1997; Pahkala et al., 2003), iii) chemical pollution from industry and agriculture (Kiesecker, 2002; Piha et al., 2006), iv) degradation of the environment (Houlahan et al., 2000) and v) parasite infection (e.g., *Ribeiroia* trematodes; Kiesecker, 2002; Johnson and Chase, 2004). In addition, body malformations could also be caused by hybridization. Different crested newt species cross in narrow hybrid zones (Arntzen et al., 2014). Arntzen and Wallis (1991) discussed the relatively high proportion of malformation within *Triturus* hybrid zone caused by collapsed genetic homeostasis. A much lower proportion of malformation is reported away from crest-

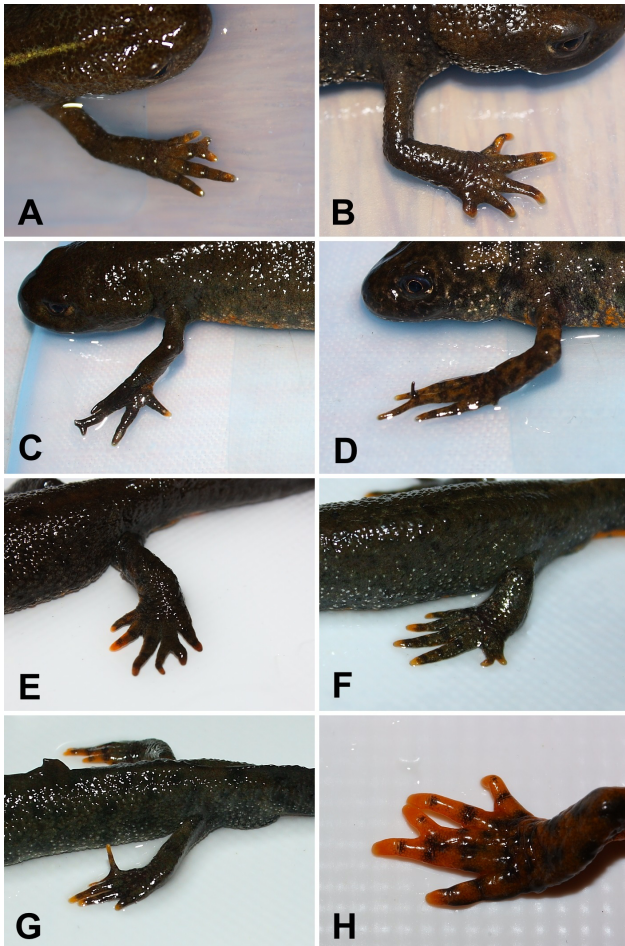


Fig. 2. Malformation recorded during the study of crested newt (for details see Table 1).

ed newt hybrid zones (Jarvis, 2011; Gatti and Sannolo, 2014; Mester et al., 2015). Therefore, hybridization could be the likely explanation for our results.

Crested newts are active swimmers, therefore, the injuries of tail or limbs could negatively affect their fitness. Under natural conditions, injured individuals are easily liable to become a prey for predators (Kopecký, 2013). The relatively high percentage of injured individuals in our study (compare with Székely and Nemes, 2003; Kopecký, 2013) could be probably caused by predators, such as water birds, small mammals or invertebrates (e.g., dragonfly nymph, Bowerman et al., 2010). Moreover, some injuries could emerge from stocking fish for fishing, such as *Carassius gibelio* (Bloch, 1782), *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) and *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) (Lusk et al., 2010).

Taking into account the syntopic occurrence of the three crested newt species, competition within species is

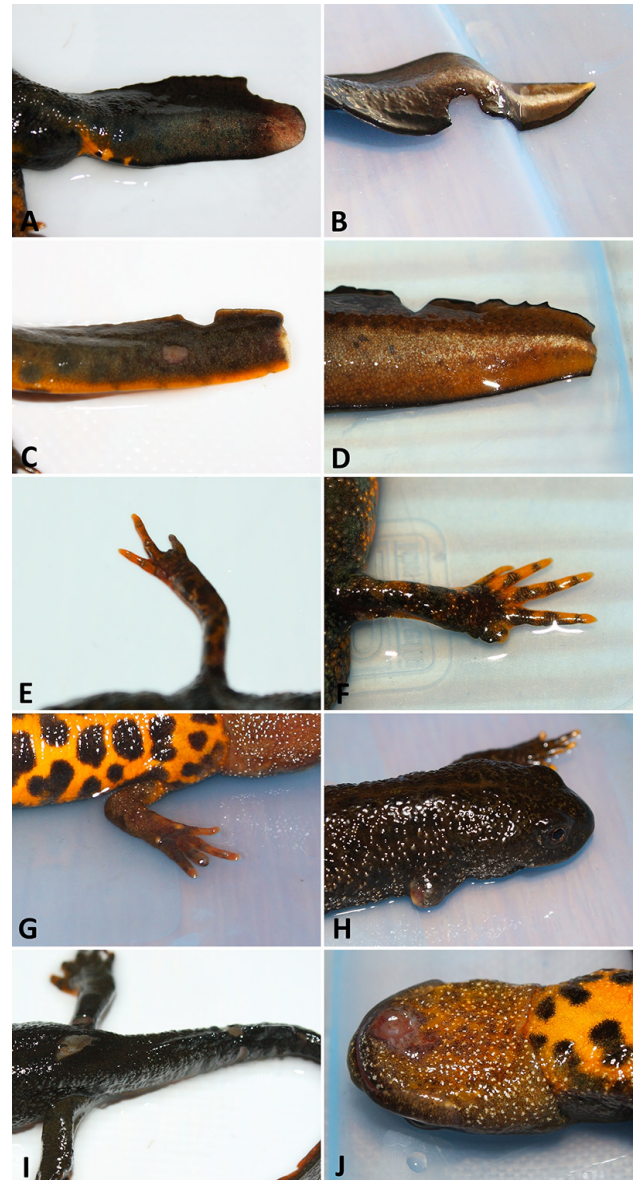


Fig. 3. Examples of injuries recorded during the study of crested newts (A-D tail damage, E-H missing toes or limb, I-J scars and tissues damage).

also possible. Considerable sexual dimorphism during breeding phase is well known, in which males are more brightly coloured than females (e.g., Griffiths, 1996; Jehle et al., 2011). Moreover, males are territorial and fights between them are known (Griffiths, 1996). Thus, we can expect that males are probably more frequently injured than females (cf. Kopecký, 2013). Our results concerning tail injuries partly support this hypothesis. As a simple explanation, we consider male tails to be more visually attractive for predators and they have different shape

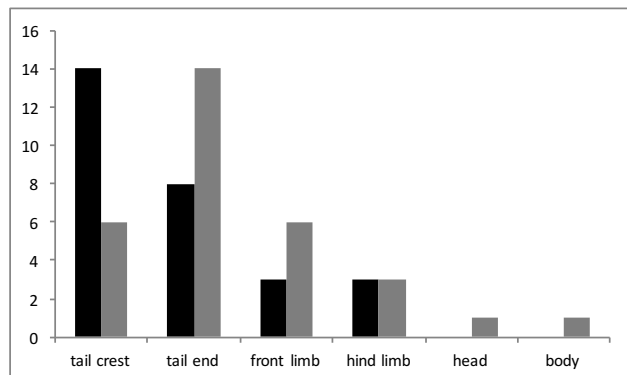


Fig. 4. Frequency of body part injuries in the crested newts (black bar - male, grey bar - female).

and dimension than female tails. Kopecký (2013) did not find any intersexual difference, although injuries at tail tip were more frequent (but not significantly) in females. Kopecký (2013) offers an explanation for mechanical damage to tail during underground movement in narrow spaces at terrestrial phase/hibernation. It is undisputed, that all types of injuries (loss of limbs, fingers or tail) can significantly impair walking, running, swimming, gliding, diving and could be a risk for disease infection (Cooper et al., 2004; Maginnis, 2006; Marvin, 2010). Our results suggest that larger (and presumably older) individuals are injured more often probably because body size at crested newts increases significantly with age (Rehák, 1983; Halliday and Verrell, 1988). Moreover, older animals will also accumulate injuries on their body. Nevertheless, these accumulations do not need to be necessarily lethal for amphibians as was found by Mott and Steffen (2013) who reported the association between body size and non-lethal injuries in amphibians.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are very grateful to Ben Wielstra (Sheffield) and two anonymous reviewers for their valuable comments, which improved previous versions of the manuscript. Also, we would like to thank Adam Bednařík (Olomouc) for technical support and people, which were helpful during the field survey: Lenka Reiterová (Čížov), Miroslav Maštera (Kostelní Myslová), Václav Křivan (Štěměchy) and Podyjí National Park Administration for providing important facilities. Field study was supported by IGA PŘF UPOL: No. IGA_PrF_2015_008, Norway Grants: No. 76213/ENV/10, 5458/610/10 and Monitoring program of Nature Conservation Agency of the Czech Republic: No. PPKB 10/09/11. All handling of animals was carried out

under permits number 32118/ENV/11-1156/620/11-PP18 and 27586/ENV/14-1544/630/14.

REFERENCES

- Arntzen, J.W., Wallis, G.P. (1991): Restricted gene flow in moving hybrid zone of the newt *Triturus cristatus* and *T. marmoratus* on western France. *Evolution* **45**: 805-826.
- Arntzen, J.W., Wielstra, B., Wallis, G.P. (2014): The modality of nine *Triturus* newt hybrid zones, assessed with nuclear, mitochondrial and morphological data. *Biol. J. Linn. Soc.* **113**: 604-622.
- Ballengée, B., Sessions, S.K. (2009): Explanation for missing limbs in deformed Amphibians. *J. Exp. Zool.* **312B**: 770-779.
- Beebee, T.J.C., Griffiths, R.A. (2005): The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology? *Biol. Conserv.* **125**: 271-285.
- Blaustein, A.R., Johnson, P.T.J. (2003): The complexity of deformed amphibians. *Front. Ecol. Environ.* **1**: 87-94.
- Blaustein, A.R., Kiesecker, M.J., Chivers, P.D., Anthony, G.R. (1997): Ambient UV-B radiation causes deformities in amphibian embryos. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **94**: 13735-13737.
- Bock, D., Hennig, V., Steinfartz, S. (2009): The use of fish funnel traps for monitoring crested newts (*Triturus cristatus*) according to the Habitats Directive. *Z. Feldherpetol.* **15**: 1-10.
- Bowerman, J., Johnson, P.T.J., Bowerman, T. (2010): Sublethal predators and their injured prey: linking aquatic predators and severe limb abnormalities in amphibians. *Ethology* **91**: 242-251.
- Canestrelli, D., Costantini, V., Chiacchiera, F. (2006): *Triturus alpestris* (Alpine newt): Polymely. *Herpetol. Bull.* **98**: 36-37.
- Cooper, W.E., Pérez-Mellado, V., Vitt, L.J. (2004): Ease and effectiveness of costly autotomy vary with predation intensity among lizard populations. *J. Zool.* **262**: 243-255.
- Eaton, B.R., Cameron, S.E., Puchniak, A., Paszkowski, C.A. (2004): Deformity levels in wild population of the wood frog (*Rana sylvatica*) in three ecoregions of western Canada. *J. Herpetol.* **38**: 283-287.
- Gatti, F., Sannolo, M. (2014): Two cases of polydactyly in the Italian crested newt, *Triturus carnifex*. *Herpetol. Notes* **7**: 477-478.
- Griffiths, R.A. (1996): *Newts and Salamanders of Europe*. T. and A. D. Poyser/Academic Press. London and San Diego.
- Halliday, T.R., Verrell, P. (1988): Body size and age in amphibians and reptiles. *J. Herpetol.* **22**: 253-265.

- Hassine, J.B., de Buffrénil, V., Nouria, S. (2011): First record of morphological abnormalities in natural population of two amphibian species in Tunisia. *J. Herpetol.* **45**: 465-471.
- Henle, K., Mester, B., Lengyel, S., Puky, M. (2012): A review of a rare type of anomaly in Amphibians, tail duplication and bifurcation, with description of three new cases in European species (*Triturus dobrogicus*, *Triturus carnifex* and *Hyla arborea*). *J. Herpetol.* **46**: 451-455.
- Hiler, W.R., Wheeler, B.A., Trauth, S.E. (2005): Abnormalities in the Ozark hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis bishop*) in Arkansas: a comparison between two rivers with a historical perspective. *J. Ark. Acad. Sci.* **59**: 88-94.
- Hill, T., Lewicki, P. (2007): STATISTICS: Methods and Applications. StatSoft, Tulsa, OK, USA.
- Hagström, T. (1973): Identification of newt specimens (Urodela, *Triturus*) by recording the belly pattern and description of photographic equipment for such registrations. *Brit. J. Herpetol.* **4**: 321-326.
- Houlahan, J.E., Findlay, C.S., Schmidt, B.R., Meyer, A.H., Kuzmin, S.L. (2000): Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature* **404**: 752-755.
- Jablonski, D., Alena, A., Vlček, P., Jandzik, D. (2014): Axanthism in amphibians: A review and the first record in the widespread toad of the *Bufo viridis* complex (Anura: Bufonidae). *Belg. J. Zool.* **144**: 93-101.
- Jarvis, L.E. (2011): *Triturus cristatus* (Great crested newt): Malformation. *Herpetol. Bull.* **117**: 40-41.
- Jehle, R., Thiesmeir, B., Foster, J. (2011): The crested newt. A dwindling pond dweller. Laurenti-Verlag, Bielefeld, Germany.
- Johnson, P.T.J., Chase, M.J. (2004): Parasites in the food web: linking amphibian malformations and aquatic eutrophication. *Ecol. Lett.* **7**: 521-526.
- Kiesecker, J.M. (2002): Synergism between trematode infection and pesticide exposure: a link to amphibian limb deformities in nature? *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* **99**: 9900-9904.
- Kopecký O. (2013): Predation-induces injuries in wild populations of Alpine newt. *Pak. J. Zool.* **45**: 417-422.
- Lima, S.L., Dill, L.M. (1990): Behavioral decisions made under the risk of predation - a review and prospectus. *Can. J. Zool.* **68**: 619-640.
- Lusk, S., Lusková, V., Hanel, L. (2010): Alien fish species in the Czech Republic and their impact on the native fish fauna. *Folia Zool.* **59**: 57-72.
- Madden, N., Jehle, R. (2013): Farewell to the bottle trap? An evaluation of aquatic funnel traps for great crested newt surveys (*Triturus cristatus*). *Herpetol. J.* **23**: 241-244.
- Machado, C., Kwet, A., Schlüter, A. (2010): Polydactyly and polymely in two populations of *Rana temporaria* and *Pelophylax esculentus* (Anura, Ranidae) in southern Germany. *Salamandra* **46**: 239-242.
- Maginnis, T.L. (2006): The cost of autotomy and regeneration in animals: a review and ramework for future research. *Behav. Ecol.* **17**: 857-872.
- Marvin, G.A. (2010): Effect of caudal autotomy on aquatic and terrestrial locomotor performance in two desmognathine salamander species. *Copeia* **2010**: 468-474.
- Martínez-Silvestre A., Amat, F., Carranza, S. (2014): Natural incidence of body abnormalities in the Montseny newt, *Calotriton arnoldi* Carranza and Amat, 2005. *Herpetol. Notes* **7**: 277-279.
- Mester, B., Lengyel, S., Puky, M. (2015): Low frequency of Amphibian morphological anomalies in a large protected wetland and grassland complex in Hungary. *Herpetol. Conserv. Biol.* **10**: 679-687.
- Mikulíček, P., Horák, A., Zavadil, V., Kautman, J., Piálek, J. (2012): Hybridization between three crested newt species (*Triturus cristatus* superspecies) in the Czech Republic and Slovakia: comparison of nuclear markers and mitochondrial DNA. *Folia Zool.* **61**: 202-218.
- Mott, C.L., Steffen, M.A. (2013): Associations between non-lethal injury, body size, and foraging ecology in an amphibian intraguild predator. *Ethology* **120**: 42-52.
- Pahkala, M., Merila, J., Ots, I., Laurila, A. (2003): Effect of ultraviolet-B radiation on metamorphic traits in common frog *Rana temporaria*. *J. Zool.* **259**: 57-62.
- Piha, H., Pekkonen, M., Merilä, J. (2006): Morphological abnormalities in amphibians in agricultural habitats: a case study of the common frog *Rana temporaria*. *Copeia* **2006**: 810-817.
- Placyk, J.S., Burghardt, G.M. (2005): Geographic variation in the frequency of scarring and tail stubs in eastern gartersnakes (*Thamnophis s. sirtalis*) from Michigan, USA. *Amphibia-Reptilia* **26**: 353-358.
- Recuero-Gil, E., Campos Asenjo, O. (2002): *Triturus mar-moratus* (Marable Newt): Polymely. *Herpetol. Bull.* **82**: 31-32.
- Reeves, M.K., Dolph, C.L., Zimmer, H., Tjeerdema, R.S., Trust, K.A. (2008): Road proximity increases risk of skeletal abnormalities in wood frogs from national wildlife refuges in Alaska. *Environ. Health Persp.* **116**: 1009-1014.
- Rehák, I. (1983): Changes in body measures during the growth of the newts *Triturus vulgaris*, *T. alpestris* and *T. cristatus* (Amphibia: Urodela). *Věst. Čs. Zool. Spol.* **47**: 51-67.
- Sas, I., Kovacs, E.H. (2006): Hexadactyly case at a *Rana* kl. *esculenta* sample from the north-western part of

Romania. An. U. O. Fasc. Biol. **13**: 52-53.

Székely, P., Nemes, S. (2003): The incidence of mutilations and malformations in population of *Pelobates fuscus*.

Russ. J. Herpetol. **10**: 145-148.

Wielstra, B., Sillero, N., Vörös, J., Arntzen, J.W. (2014):

The distribution of the crested and marbled newt species (Amphibia: Salamandridae: *Triturus*) - an addition to the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe. Amphibia-Reptilia **35**: 376-381.

Příloha III

Reiter A., Mačát Z. & Jeřábková L. (2016): Rozšíření obojživelníků na Znojemsku -
ocasatí (Caudata). *Thayensia* 13: 137-179.

Časopis je zařazen do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných
v České republice, ISSN 1212-3560

ROZŠÍŘENÍ OBOJŽIVELNÍKŮ NA ZNOJEMSKU – OCASATÍ (CAUDATA)

DISTRIBUTION OF AMPHIBIANS IN ZNOJMO REGION – CAUDATA

Antonín Reiter¹, Zdeněk Mačát² & Lenka Jeřábková³

¹ Jihomoravské muzeum ve Znojmě, Přemyslovců 129/8, CZ–669 02 Znojmo;
reiter@muzeumznojmo.cz

² Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého
v Olomouci, Šlechtitelů 241/27, CZ–783 71 Olomouc; zdenek.macat@gmail.com

³ Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Kaplanova 1931/1, CZ–148 00 Praha 11 – Chodov;
lenka.jerabkova@nature.cz

Abstract: The presented paper summarizes historical and actual information on the distribution of caudate amphibians in the Znojmo region. Until the last decade of the 20th century the faunistic data concerning the distribution of amphibians in the region were very scarce. The beginning of systematic faunistic research dates from 1992. To date, more than 1450 records of five species of caudate amphibians are at disposal from the whole region and neighbouring areas. An analysis of own faunistic findings, literature records, unpublished sources, and internet faunistic databases resulted in the following findings: (i) the Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) is the most widespread newt in the region; (ii) the occurrence of the Fire Salamander (*Salamandra salamandra*) is restricted to the Podyjí National Park (highest recorded abundance) and several other isolated areas; (iii) crested newts occur mostly in the north-western part of the Znojmo region and are represented by two species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex*) and their hybrids; (iv) the Alpine Newt (*Ichtyosaura alpestris*) was found in the westernmost part of the Znojmo region only; this finding represents the first confirmed record of the species in the region and extends the local range of the species c. 20 km to the south-east. In addition to the distributional patterns, habitat peculiarities for the individual species are also presented.

Key words: newts, fire salamander, south-western Moravia, Podyjí National Park, habitats

ÚVOD

Rozšíření jednotlivých druhů obojživelníků v České republice je obecně poměrně dobře prostudováno (viz např. BARUŠ & OLIVA 1992, MORAVEC 1994). Oblast jihozápadní Moravy a Znojemska však v tomto ohledu patří k regionům, kde až do poslední dekády 20. století byly poznatky o výskytu obojživelníků velmi kusé a nedostatečné. Komentáře k výskytu obojživelníků na Znojemsku i jednotlivé konkrétní lokality byly sice k dispozici už v první čtvrtině 20. století (PEŘINKA 1904, ADOLPH 1922), další nálezy byly ovšem až do druhé poloviny 20. století dokumentovány

jen ojedinělými muzejními dokladovými exempláři a nebyly souborně zpracovány. V polovině 80. let 20. století ANDĚRA (1984, 1985) zaměřil svoji pozornost na mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) a na základě pozorování hlášených externími spolupracovníky na zoologické pracoviště Národního muzea v Praze shrnul poznatky o jeho rozšíření pro celé tehdejší Československo. V těchto souhrnech nacházíme i první poznatky o rozšíření mloka ve studovaném území. Následně se MIKÁTOVÁ et al. (1989) soustředili již jen na území jihomoravského regionu a shromáždili tehdy známé nálezy všech druhů obojživelníků a plazů. Pro Znojemsko však ani tento souhrn nepřinesl mnoho nového. V případě mloka skvrnitého se sice přehled nálezů rozšířil na bezmála 20 lokalit, pouze čtyři nálezy čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) a dva nálezy čolka velkého (*Triturus cristatus*) ovšem svědčí o minimálních znalostech o rozšíření ocasatých obojživelníků v této oblasti. V prvním atlasu rozšíření obojživelníků v České republice (MORAVEC 1994) zůstává situace nadále stejná, ani na úrovni základního síťového mapování nebyl region pokryt. Během 90. let 20. století se postupně začínají realizovat studie, jejichž cílem je systematický průzkum regionu a získání reálné představy o rozšíření jednotlivých druhů obojživelníků na Znojemsku. Oblast Znojemska je pro účely této studie vnímána především v hranicích správního území okresu Znojmo, s nevelkým přesahem do okrajových území sousedních okresů Třebíč a Břeclav.

V jižní části Znojemska byl soustředěný sběr dat zahájen především v souvislosti se vznikem Národního parku Podyjí a jeho základním faunistickým průzkumem. Rozšíření obojživelníků v Národním parku Podyjí, v jeho ochranném pásmu i na několika lokalitách v jeho těsném sousedství shrnuli REITER & HANÁK (2000). Mezitím ve střední části území proběhl projekt podpořený Ministerstvem kultury ČR, jehož cílem bylo srovnání poznatků z území NP Podyjí s povodím severněji položených říčních údolí Jevišovky a Rokytne. Získané faunistické údaje byly sepsány do závěrečné zprávy z projektu (REITER et al. 2000) a využity ve shrnující publikaci (REITER 2001), kde však konkrétní faunistická data nebyla uvedena. Podrobný přehled faunistických údajů naopak obsahuje disertační práce A. Reitera, zaměřená na využití dat o rozšíření obratlovců v regionální biogeografii (REITER 2002). Paralelně se studiem fauny NP Podyjí a řešením zmíněného projektu došlo v roce 1997 k objevu čolka dravého (*Triturus carnifex*) na lokalitě u Tasovic (PIÁLEK et al. 1998, 2000). Toto nečekané zjištění bylo motivací pro intenzivní výzkum skupiny „velkých čolků“ – tedy čolka velkého, čolka dravého a čolka dunajského (*Triturus dobrogicus*) jak ve studované oblasti, tak i v okolních regionech. Taxonomické, faunistické a ochranné aspekty studia velkých čolků byly v té době kromě již zmíněné publikace PIÁLEK et al. (2000) zpracovány v nepublikovaných studiích (HORÁK 2000, REITER 2000) a později i publikačně zhodnoceny (MIKULÍČEK et al. 2012). Výzkum v tomto směru pokračuje i v současnosti (MAČÁT et al. 2015, in prep.), předkládaná studie využívá jeho výstupy na faunistické úrovni.

V letech 1993–1995 se v povodí Jihlavy a Rokytne uskutečnila studie hodnotící strukturu společenstva obojživelníků a plazů v oblasti energetické soustavy Dukovany – Dalešice (HOMOLKA 1998). Do studovaného území zasáhla jen velmi okrajově v jeho severní části, přesto je cenným přínosem k širšímu kontextu znalostí. Výchozí polovinu Znojemska pak v nepublikované výzkumné zprávě vyhodnotil z pohledu výskytu obojživelníků MARTIŠKO (1998). V této práci bohužel nejsou uvedeny

konkrétní faunistické údaje k jednotlivým nálezům, obsahuje pouze výčet druhů pro řadu ochránářsky významných lokalit a může tak sloužit k zajímavému srovnání se současným stavem znalostí.

Další etapa studia obojživelníků na Znojemsku nastala po roce 2002 v souvislosti s budováním soustavy evropsky chráněných území NATURA 2000. Již proces vyhlášení těchto území přinesl množství nových údajů zejména do databází ochrany přírody. Od roku 2006 Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR) organizuje každoroční celostátní monitoring vybraných taxonů, jehož účelem je podchycení dlouhodobých trendů vývoje jejich populací. Do tohoto monitoringu je zařazeno 11 lokalit druhového komplexu čolka velkého na území okresu Znojmo. V letech 2008–2015 AOPK ČR uskutečnila také plošné síťové mapování obojživelníků pro celé území ČR. V roce 2015 pak proběhl nový průzkum obojživelníků ve 14 regionálních evropsky významných lokalitách (EVL) v rámci projektu Monitoring stavu evropsky významných druhů rostlin a živočichů a druhů ptáků v soustavě Natura 2000 podpořeného EHP fondy. Výsledky tohoto rozsáhlého souboru aktivit cílených na ochranu přírody přispěly k dalšímu upřesnění znalostí ve studovaném regionu. Nálezy sebrané v rámci ochránářských aktivit se od roku 2006 shromažďují v Nálezové databázi ochrany přírody (NDOP), která se tak stala dalším cenným zdrojem využitelným pro faunistické zpracování dat.

Mimo aktivity koordinované AOPK se dále rozvíjela i dokumentační činnost Jihomoravského muzea ve Znojmě. V letech 2007–2010 proběhl další projekt podpořený Ministerstvem kultury ČR, zaměřený tentokrát na studium mokřadních biotopů Znojemska. V tomto projektu byl výzkum obojživelníků jednou z důležitých částí. Přehled výsledků byl zpracován v podobě závěrečné zprávy (REITER & NĚMEC 2011), nebyl však dosud publikován. Autoři předkládané studie pak společně pracují od roku 2010 na podrobnějším poznání populací čolků rodu *Triturus* v regionu. I tato aktivita přinesla množství nových poznatků nejen o rozšíření čolků, ale i ostatních druhů obojživelníků.

Jak je zřejmé z výše popsané historie výzkumů, od 90. let 20. století po současnost jsou obojživelníci na Znojemsku studováni poměrně intenzivně a tomu odpovídá i objem dostupných faunistických údajů. Autoři předkládané studie si dali za cíl vyhodnotit historický vývoj a současný stav poznání rozšíření obojživelníků v tomto biogeograficky zajímavém území. Už při sestavování základní databáze nálezů však bylo zřejmé, že z důvodu objemu dat i času potřebného k jejich kvalitnímu zpracování se nepodaří vyhodnotit všechny druhy současně. Pro přednostní zpracování ocasatých obojživelníků oproti žábám hovoří jak jejich systematická pozice v rámci celé skupiny, tak i relativně horší úroveň jejich poznání (zřejmý nedostatek faunistických záznamů) v doposud publikovaných faunistických pramenech.

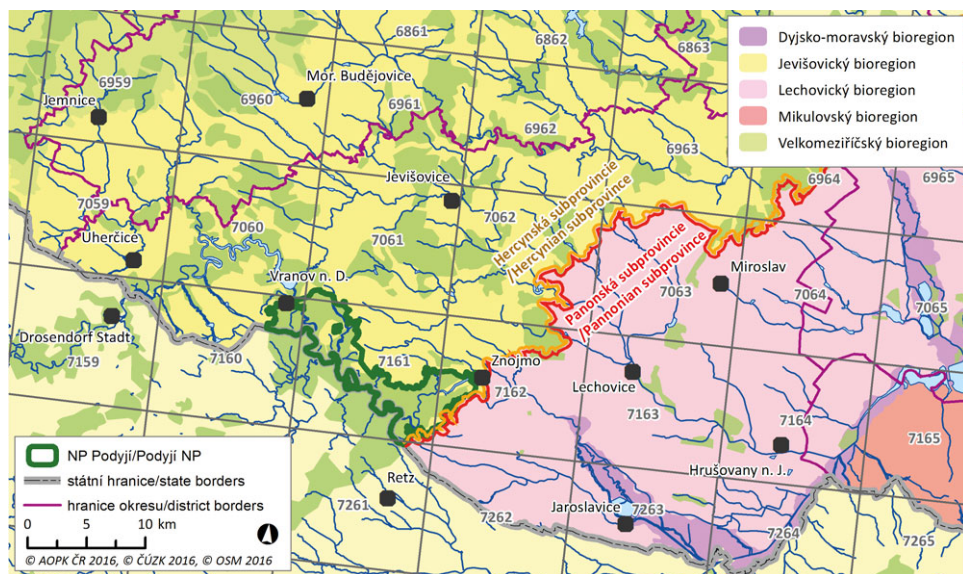
METODIKA

Studovaná území

Studovaná oblast je v názvu práce stručně charakterizována jako Znojemsko. Soustředěná pozornost byla věnována především území vymezenému administrativní hranicí okresu Znojmo. V této ploše jsme se snažili prozkoumat pokud možno celou škálu biotopů osidlovaných obojživelníky. Intenzita výzkumu nebyla po celé

ploše rovnoměrná, méně lokalit bylo prozkoumáno především ve středu východní části okresu, zatímco větší intenzita byla soustředěna na jižní, střední a západní část okresu. Tato disproporce souvisí jak s menším počtem obojživelníky osidlovaných lokalit v polní krajině východního Znojemska, tak s prostorovým zaměřením některých projektů, během nichž byla data sbírána (viz úvod). V rámci okresu a lokalit v těsné blízkosti jeho hranic byly vyhodnoceny jak naše vlastní nálezy, tak i všechny dostupné literární prameny a nálezové databáze. V přehledu dat a mapách rozšíření dále zahrnujeme vlastní údaje i z lokalit poněkud vzdálenějších od hranic okresu, nejdále po hranici základních polí síťového mapování, které do okresu zasahují (např. západní část polí 6960, 6961 a východní část pole 7164). V těchto případech uvádíme jen originální nepublikované údaje, do přehledu nálezů a mapek rozšíření nebyly pro tyto oblasti excerpovány nálezy z jiných zdrojů.

Oblast Znojemska lze geograficky, geomorfologicky a biogeograficky rozdělit na dvě výrazně odlišné části (obr. 1). Severozápadní část území se nachází na úpatí Českomoravské vrchoviny a tvoří její jižní a jihovýchodní svah zvaný Jevišovická pahorkatina. Geomorfologicky je toto území poměrně členité, velmi typickým znakem jsou hluboce zaříznutá údolí vodních toků (Dyje, Jevišovky, Rokytne a Jihlavy). Nejvyšší nadmořské výšky dosahuje na pravém břehu Dyje u Vranova nad Dyjí (Býčí hora, 536 m n. m.), na levém břehu pak na pomezí s okresem Třebíč severně od Vranovské údolní nádrže (Suchá hora, 571 m n. m.). Severněji ležící části území dosahují nadmořské výšky do 500 m n. m. Jihovýchodní část studované oblasti leží naopak v ploché krajině Dyjskosvrateckého úvalu, s nadmořskou výškou 200–300 m n. m.



Obr. 1. Mapa studovaného území s vyznačením biogeografického členění.

Fig. 1. Map of the studied area with biogeographic regions wherein.

Z hlediska vegetačního pokryvu je severozápadní část více zalesněná, zejména v údolních zářezích jsou často zachovány listnaté lesy s přirozenou skladbou dřevin, zatímco na plošinách rozvodí se vyskytují i smrkové a borové monokultury. Naproti tomu jihovýchodní část území se vyznačuje malou lesnatostí a výraznou převahou orné půdy, kolem toků Dyje, Jevišovky a některých jejích menších přítoků se vyskytují lužní lesy, a to jak s přirozenou skladbou dřevin, tak místy i přeměněné na topolové a další kultury, případně akátové porosty. Rovněž podnebí vykazuje poměrně ostrý gradient. Většina severozápadní části území patří k mírně teplé klimatické jednotce MT11, vyznačující se dlouhým, teplým a mírně suchým létem a krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou (DEMEK & NOVÁK 1992). Naproti tomu jihovýchodní část území leží převážně v teplé klimatické jednotce T4 s velmi dlouhým, velmi teplým a velmi suchým létem, a krátkou, mírně teplou a suchou až velmi suchou zimou (DEMEK & NOVÁK 1992). Výše zmíněné charakteristiky se jasně odráží i v biogeografickém členění území. Severozápadní část leží v hercynské podprovincii, řazené k provincii evropského listnatého lesa, jihovýchodní část území spadá do severopanonské podprovincie náležející k provincii evrosibiřských stepí (MARAN 1958, CULEK 1996). V podrobnějším biogeografickém členění dle CULKA (1996) tvoří severozápadní část území Jevišovický bioregion, zatímco jihovýchodní část bioregion Lechovický. Na jihovýchodním okraji podél nivy Dyje zabíhá hluboko do Lechovického bioregionu výběžek bioregionu Dyjsko-Moravského, který vymezuje pronikání prvků charakteristických pro lužní polohy dolního Podyjí.

Použité metody

V práci jsou použity jak údaje získané vlastním výzkumem, tak převzaté z literatury, dále z nepublikovaných výzkumných zpráv a nálezových databází. Převzatá data byla do přehledu nálezů a mapových výstupů zařazena tehdy, jestliže byla přesně lokalizována a bylo tedy možné je vztáhnout ke konkrétnímu bodu. Zároveň byly použity jen takové nálezy, které byly časově vymezené (datum nebo alespoň přibližné období nálezů). Ostatní publikované údaje, které nejsou přesně lokalizovány nebo postrádají časové vymezení, byly případně použity jen pro diskusi v komentáři k příslušnému druhu. U některých převzatých nálezů byl popis lokalizace upraven oproti originálnímu znění. Jednak byly lokality pro jednotlivé prostorově blízké nálezy (do vzdálenosti cca 100 m) sjednoceny, v některých případech byl popis oproti originálním pramenům i částečně zjednodušen. Upraveno bylo také řazení do katastrálního území. Pro ověření katastru byly jednotlivé lokality kontrolovány pomocí nahlížení do katastru nemovitostí (ČÚŽK 2016). Data z nálezových databází (NDOP, BioLib) byla excerpována k 31. 8. 2016.

Vlastní data byla sbírána v letech 1992–2016. Byly použity běžné metody vyhledávání ocasatých obojživelníků. Zejména to bylo přímé pozorování dospělců na vhodných lokalitách v denních i nočních hodinách, v noci za pomoci ruční svítilny. Dále to byl odchyt larev a dospělců ve vodních nádržích pomocí ruční sítěky nebo cedníku. Od roku 2010 byla v jarních měsících využívána také metoda odchytu do vnađených živolovných síťových pastí (MAČÁT et al. 2010). Především u mloka, v jednotlivých případech pak také u čolků, byly zaznamenány náhodné nálezy v terestrických stanovištích. U mloka byla významná část údajů získána i na základě hlášení od spolupracovníků ze Správy NP Podyjí, případně dalších přírodovědců aktivních v regionu.

Všechny faunistické údaje obsahující přesnou lokalizaci a časové vymezení nálezu byly sestaveny do přehledu dat k jednotlivým druhům. V případě skupiny velkých čolků jsou nálezy obou přítomných druhů, jejich hybridů i druhově nespecifikovaných populací zahrnuty do společného přehledu. Důvodem je skutečnost, že známe pouze aktuální genetickou strukturu části populací. Některé populace nebyly druhově identifikovány vůbec (nepodařilo se u nich získat materiál vhodný k analýze DNA). Většina ostatních byla determinována na základě vzorků z relativně krátkého období let 2010–2016, neznáme tedy případný vývoj jejich genetické struktury v čase a je obecně obtížné postulovat druhovou příslušnost nálezů ze staršího období. U těch lokalit, kde byla provedena determinace na základě analýzy DNA, je za specifikací lokality v závorce uvedeno číslo odkazující ke zjištěné druhové identifikaci uvedené v tabulce I.

V přehledu dat jsou jednotlivé údaje řazeny podle čísla pole síťového mapování (SLAVÍK 1971), dále abecedně podle katastru a lokality nálezu. Pokud existuje z dané lokality více nálezů, jsou seřazeny chronologicky. Za datem je v přehledu uveden počet jedinců, případně specifikace pohlaví či ontogenetického stádia. V závorce je pak uveden zdroj, ze kterého je daný údaj převzat. U muzejních dokladových exemplářů je uvedeno také identifikační číslo ve sbírce, v případě Jihomoravského muzea ve Znojmě jde o číslo inventární, v případě Moravského zemského muzea o evidenční číslo ze studijního depozitáře. Pokud závorka se zdrojem není přítomna, jedná se o dosud nepublikovaná data autorů. U nálezů učiněných autory nejsou citovány nepublikované zdroje ani náleзовé databáze, ve kterých jsou již tyto údaje případně zařazeny. Autorem dokumentačních fotografií je Antonín Reiter.

Použitá zkratky

ad – adult (dospělec); sad – subadult (nedospělý jedinec); metamorf – metamorfující nebo čerstvě metamorfovaný jedinec; lar – larva; M – samec; F – samice; ič. – identifikační číslo; lgt. – autor nálezu; coll. – sbírka; LC – délka těla; J – jih, jižní; S – sever, severní; V – východ, východní; Z – západ, západní; JV – jihovýchod, jihovýchodní; JVV – jihovýchodovýchod, jihovýchodovýchodní – analogicky další světové strany; P – pravý, pravostranný; L – levý, levostranný; PP – kategorie zvláště chráněného území, přírodní památka; PR – přírodní rezervace; NP – národní park; EVL – evropsky významná lokalita zahrnutá do soustavy NATURA 2000; ČR – Česká republika; MZM – Moravské zemské muzeum; JMM – Jihomoravské muzeum ve Znojmě; AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny; NDOP – Náleзовá databáze ochrany přírody.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Mlok skvrnitý – *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758)

Přehled nálezů:

6963: **Jamolice**, Rakouský (Hraniční) potok: 1. 4. – 31. 8. 1995 1 ad (HOMOLKA 1998). **Jamolice**, Templštejn, hrad a přilehlá rokle: před rokem 1985 (ANDĚRA 1985); 26. 9. 1987 (MIKÁTOVÁ et al. 1989); 16. 4. 1998 1 ad (J. Šmerda in litt.); 22. 6. 2010 3 lar (J. Maštera in NDOP 2016); 4. 12. 2014 5 ad (D. Hamza in ŠANDĚRA 2016b). **Jamolice**, údolí Jihlavy pod Templštejnem: 8. – 13. 6. 2009 1 ad + 20 lar (J. Maštera in NDOP 2016); 4. – 8. 6. 2012 1 sad + 10 lar (J. Maštera in NDOP 2016).

6964: **Budkovice**, Krumlovský les 2 km V obce: 1. 3. – 31. 7. 2003 (V. Martiško in NDOP 2016). **Budkovice**, Krumlovský les 900 m Z Ivančického viaduktu: 13. 6. 2012 1 ad (P. Novák in ŠANDERA 2016b).

7060: **Chvalatice**, cesta SZ od PR Růžový vrch: 5. 10. 2015 2 ad (J. Šmerda in litt.). **Chvalatice**, údolí a potok nad Chvalatickou zátokou: 3. 6. 1998 1F + více lar; 1. 7. 2015 3 lar (K. Rozínek in NDOP 2016). **Malý Dešov**, pravostranný přítok Želetavky nad Mácovým mlýnem: 13. 6. 2015 1 lar (A. Zedník in NDOP 2016). **Onšov**, cesta u štolý Silberloch: 28. 10. 2015 1 ad. **Oslnovice**, Stušice, břeh přehrady 2,2 km JV obce: 2. 10. 1983 1 ad (coll. JMM, lgt. Oulehla, ič. 3563). **Oslnovice**, údolnice ústící do přehrady proti osadě Loučky: 20. 6. 2001 2 ad; 23. 7. 2010 5 lar. **Vranov nad Dyjí**, Junácké údolí 150 m nad letním táborem: 11. 11. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 13. 6. 2010 3 ad; 9. 4. 2016 1 ad (E. Vojtěchovská in NDOP 2016). **Vranov nad Dyjí**, Junácký potok, nad brodem 1,3 km SZ kostela: 13. 6. 2000 20 lar (REITER & HANÁK 2000). **Vranov nad Dyjí**, Junácký potok, SZ okraj obce: 13. 6. 2000 66 lar (REITER & HANÁK 2000).

7061: **Jevišovice**, údolí Jevišovky pod školou: 17. 7. 2002 1 ad (J. Šmerda in litt.). **Onšov**, Hamerský potok na hraně plošiny pod Onšovem: 31. 5. 2000 10 lar (REITER & HANÁK 2000); 15. 6. 2009 2 lar. **Onšov**, silnice u konce Švýcarské zátoky: 8. 7. 1986 1F (REITER & HANÁK 2000).

7062: **Hluboké Mašůvky**, pravostranný přítok Hlubokého potoka nad Čertovou stěnou: 23. 6. 1998 1 ad + více lar (J. Šmerda in litt.). **Plaveč**, Plenkovičský potok u PP Lapikus: 19. 5. 2012 1 ad (Z. Mrlíková in NDOP 2016). **Vevčice**, Hluboký potok pod Čertovou stěnou: 21. 6. 2000 5 lar; 3. 6. 2009 10 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 20. 6. 2009 5 lar; 13. 11. 2014 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016).

7160: **Vranov nad Dyjí**, Braitava, cesta nad Felicijním údolím: 24. 4. 2010 1F. **Vranov nad Dyjí**, Braitava, les 1,3 km JJZ kaple v Zadních Hamrech: 1993 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Vranov nad Dyjí**, Braitavský potok 600 m od ústí: 17. 4. 2004 20 F. **Vranov nad Dyjí**, Braitavský potok, nad ústím: 31. 5. 2000 14 lar (REITER & HANÁK 2000); 18. 6. 2016 1 lar. **Vranov nad Dyjí**, les nad Hamerskou lávkou, P břeh, horní hrana: 30. 10. 2014 1 ad. **Vranov nad Dyjí**, potok pod zámkem: 19. 10. 1987 více ad (T. Rothrockl in NDOP 2016); 18. 6. 2006 1 ad (S. Kozdas in litt.); 2. 7. 2015 2 lar (K. Rozínek in NDOP 2016).

7161: **Čížov**, cesta Vranovská brána – Ledové sluje: 12. 10. 2013 4 ad. **Čížov**, doubrava a přítok Klaperova potoka nad Čížovským lomem: 20. 6. 2009 3 ad; 29. 5. 2010 3 ad; 27. 5. 2011 ad + lar; 28. 10. 2014 1 ad; 24. 5. 2015 19 ad + 10 lar (D. Fischer in litt.). **Čížov**, Hardecký okruh, Plačkova studánka: 29. 5. 2013 2 lar. **Čížov**, Hardecká stráž: 5. 5. 2007 1 ad (V. Křivan in litt.); 19. 4. 2013 2 ad (R. Stejskal in NDOP 2016); 17. 5. 2014 1 ad. **Čížov**, Klaperův potok, 1 km S od ústí: 14. 8. 1995 1 sad + 4 ad (REITER & HANÁK 2000); 17. 11. 2014 2 ad. **Čížov**, Klaperův potok, cca 1,5 km od ústí: 4. 8. 1995 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 11. 5. 2000 8 lar (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, Klaperův potok 1 km JV kaple v Čížově: 12. 5. 2016 1 ad (J. Macháň in ŠANDERA 2016b). **Čížov**, Klaperův potok 1,1 km JV kaple v Čížově: 11. 5. 2000 1 lar (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, Klaperův potok, 0–250 m od ústí: 23. 4. 1992 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 31. 5. 2000 40 lar (REITER & HANÁK 2000); 24. 4. 2004 2 ad (V. Křivan in litt.); 27. 5. 2006 3 ad (M. Kosová in litt.); 29. 5. 2013 5 lar. **Čížov**, Klaperův potok, 200–350 m pod býv. dráty: 31. 5. 2000 91 lar (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, Kozí stezky, horní hrana svahu: 9. 10. 2004 10 ad. **Čížov**, Ledové sluje, svah: 21. 6. 1973 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 6. 6. 1992 více ad (REITER & HANÁK 2000); 15. 5. 1993 3 ad (REITER & HANÁK 2000); 13. 5. 1995 3 ad (REITER & HANÁK 2000); 17. 5. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 3. 10. 2004 1 ad; 29. 3. 2005 1 ad (M. Mahr in litt.); 20. 9. 2012 1 ad (O. Konvička in NDOP 2016). **Čížov**, lesní porost 300 m Z Vranovské brány: 20. 5. 2000 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, pramen na horním konci malé Uhlířovy louky: 10. 1. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 11. 5. 2000 3 lar (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, Rybí louky 2,1 km JZ kaple: 24. 4. 2004 1 ad (M. Mahr in litt.). **Čížov**, studánka Pod slujemi: 16. 7. 1995 10 lar (REITER & HANÁK 2000); 5. 8. 1995 5 lar (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, údolí potoka 1,2 km SSZ Ledových slují: 5. 8. 1995 8 lar (REITER & HANÁK 2000); 1. 9. 1995 více ad (REITER & HANÁK 2000); 17. 5. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 20. 5. 2000 1 lar (REITER & HANÁK 2000); 6. 5. 2007 více ad (L. Cvak in litt.); 3. 7. 2011 1M + 1 sad + 2 metamorf. **Havraníky**, Papírna: 22. 8. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Havraníky**, U Tří lip: 8. 5. 2010 1 ad (M. Císař in litt.); 2. 11. 2015 1F (M. Vrba in ŠANDERA 2016b); 4. 11. 2016 1F. **Hnanice**, Devět mlýnů, Gruberova studánka: 22. 4. 1995 36 lar (REITER

& HANÁK 2000); 8. 5. 1995 15 lar (REITER & HANÁK 2000); 31. 7. 1995 28 lar (REITER & HANÁK 2000); 23. 8. 1995 15 lar (STUPNÁNEK 1996); 28. 4. 1996 10 lar (REITER & HANÁK 2000); 4. 5. 1996 8 lar (REITER & HANÁK 2000); 12. 5. 1996 8 lar (REITER & HANÁK 2000); 6. 7. 1996 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 7. 7. 1996 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 12. 5. 1997 5 lar (REITER & HANÁK 2000); 25. 5. 1997 6 lar (REITER & HANÁK 2000); 26. 5. 1997 1 ad + 3 lar (REITER & HANÁK 2000); 8. 6. 1997 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 14. 5. 1998 20 lar (REITER & HANÁK 2000); 16. 6. 1998 30 lar (REITER & HANÁK 2000); 27. 3. 1999 1 lar (REITER & HANÁK 2000); 19. 9. 1999 více lar (REITER & HANÁK 2000); 11. 3. 2000 21 lar (REITER & HANÁK 2000); 29. 3. 2000 11 lar (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 3 lar (REITER & HANÁK 2000); 3. 6. 2000 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 17. 12. 2000 2 lar; 29. 1. 2001 3 lar; 6. 5. 2006 10 lar (Z. Musil in litt.); 3. 6. 2010 10 lar; 26. 8. 2010 6 lar; 27. 5. 2011 více lar; 6. 10. 2012 5 lar; 23. 5. 2016 12 lar (A. Krása in NDOP 2016). **Hnanice**, Fládnická chata: 18. 10. 2003 1 ad (M. Pořízka in litt.). **Hnanice**, L přítok Daniže, cca 300 m od okraje lesa: 8. 5. 2013 1 ad. **Hnanice**, prameniště Daniže + 150 m toku: 12. 6. 2000 191 lar (REITER & HANÁK 2000); 13. 9. 2003 2 ad (J. Neuwirthová in litt.). **Hnanice**, svah pod Fládnickou chatou: 28. 10. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Hnanice**, údolí Daniže cca 300 m od státní hranice: 5. 4. 2016 2F. **Lukov**, cesta z Příček na Nový Hrádek: 27. 4. 1997 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 8. 9. 1999 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 5. 6. 2013 8 ad. **Lukov**, lesní cesta u Novohrádeckého mlýna: 3. 5. 2013 1 ad (R. Stejskal in NDOP 2016). **Lukov**, Lukovský potok, soutok dvou větví 1,5 km JZZ kostela: 31. 5. 2000 76 lar (REITER & HANÁK 2000). **Lukov**, Nový Hrádek: 30. 5. 1998 2 ad (REITER & HANÁK 2000); 9. 9. 2009 1 ad; 12. 5. 2016 1 ad (J. Macháň in ŠANDERA 2016b); 24. 5. 2016 1 ad (A. Krása in NDOP 2016). **Lukov**, potok u Faltýskova mlýna: 17. 4. 1994 více ad (REITER & HANÁK 2000); 31. 5. 2000 95 lar (REITER & HANÁK 2000); 27. 6. 2010 5 lar. **Lukov**, Příčky: 2. 5. 2004 1 ad (L. Plaček in litt.); 24. 5. 2016 5 ad (A. Krása in NDOP 2016). **Lukov**, Sloní hřbet: 9. 10. 2004 1 ad. **Lukov**, tůňka v lese 800 m SV Nového Hrádku: 9. 4. 2005 2 ad (M. Mahr in litt.); 23. 4. 2014 5 lar (K. Rozínek in NDOP 2016). **Lukov**, U včelína, lůmek na lesním okraji: 17. 7. 2013 desítky lar + metamorf. **Lukov**, ústí Lukovského potoka: 11. 10. 2013 5 ad. **Mašovice**, Mašovický potok, soutok pod lomem: 12. 6. 2000 1 lar (REITER & HANÁK 2000); 27. 6. 2010 3 lar; 23. 4. 2014 2 lar (K. Rozínek in NDOP 2016). **Podmolí**, Hajský potok 1,2 km nad ústím: 12. 6. 2000 desítky lar (REITER & HANÁK 2000). **Podmolí**, Hajský potok, ústí: 11. 9. 1994 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 25. 4. 1999 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 12. 6. 2000 stovky lar (REITER & HANÁK 2000). **Podmolí**, horní tok Hajského potoka, křížení s turistickou značkou: 6. 6. 2009 1 lar. **Podmolí**, Liščí skála: 1987 1 ad (J. Čáp in NDOP 2016), 16. 4. 2001 více ad (E. Jurmanová in litt.). **Podmolí**, opuštěný meandr u Šobesu: 29. 3. 2000 stovky lar (REITER & HANÁK 2000); 24. 4. 2013 2 lar; 26. 6. 2015 100 lar. **Podmolí**, tůňe u Lipinské cesty (Černá luža): 29. 3. 2000 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 29. 3. 2000 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 4. 4. 2001 1 lar; 7. 8. 2002 5 lar; 1. 5. 2005 4 lar; 15. 4. 2015 1 lar. **Podmolí**, Žlebský potok 650 m SV nad ústím: 25. 4. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 1. 5. – 1. 6. 2001 ad (M. Rafajová in NDOP 2016). **Podmolí**, Žlebský potok nad rybníkem: 30. 5. 2000 12 lar (REITER & HANÁK 2000). **Podmolí**, Žlebský potok nad ústím: 30. 5. 2000 7 lar (REITER & HANÁK 2000). **Podmolí**, Žlebský potok pod rybníkem: 23. 4. 2014 17 lar (K. Rozínek in NDOP 2016). **Vranov nad Dyjí**, Braitava, u Martinské vyhlídky: 22. 12. 2015 1 ad (P. Lazárek in litt.). **Vranov nad Dyjí**, Hamerský potok těsně nad obcí: 3. 10. 1991 2 ad (REITER & HANÁK 2000); 1. 7. 1993 2 ad + 4 lar (REITER & HANÁK 2000); 31. 5. 2000 35 lar (REITER & HANÁK 2000); 21. 9. 2013 2 ad (L. Tománek in ŠANDERA 2016b). **Vranov nad Dyjí**, lesní silnice 600 m SV od Zadních Hamrů: 14. 5. 1995 1 ad (REITER & HANÁK 2000), 19. 3. 2013 1 ad (J. Ponikelský in litt.). **Vranov nad Dyjí**, Zadní Hamry, Střelnice, svah údolí: 19. 4. 1992 2 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Býčí skála: 2. 10. 1968 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 23. 8. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Klinka, hrana údolí 2 km JV kostela v Mašovicích: 28. 9. 2001 5 ad (L. Cvak in litt.). **Znojmo-Hradiště**, Mašovický potok nad ústím: 1993 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 13. 6. 2000 174 lar (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Mašovický potok pod Čertovým mlýnem: 31. 7. 1995 3 lar (REITER & HANÁK 2000); 29. 3. 2000 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 12. 6. 2000 151 lar (REITER & HANÁK 2000); 10. 5. 2015 desítky lar (M. Waldhauser in NDOP 2016). **Znojmo-Hradiště**, Mašovický potok u Andělského mlýna: 26. 10. 1993 více ad (REITER & HANÁK 2000); 11. 4. 2010 1 ad (S. Poláček in litt.); 11. 5. 2011 1 lar; 23. 4. 2014 1F + lar

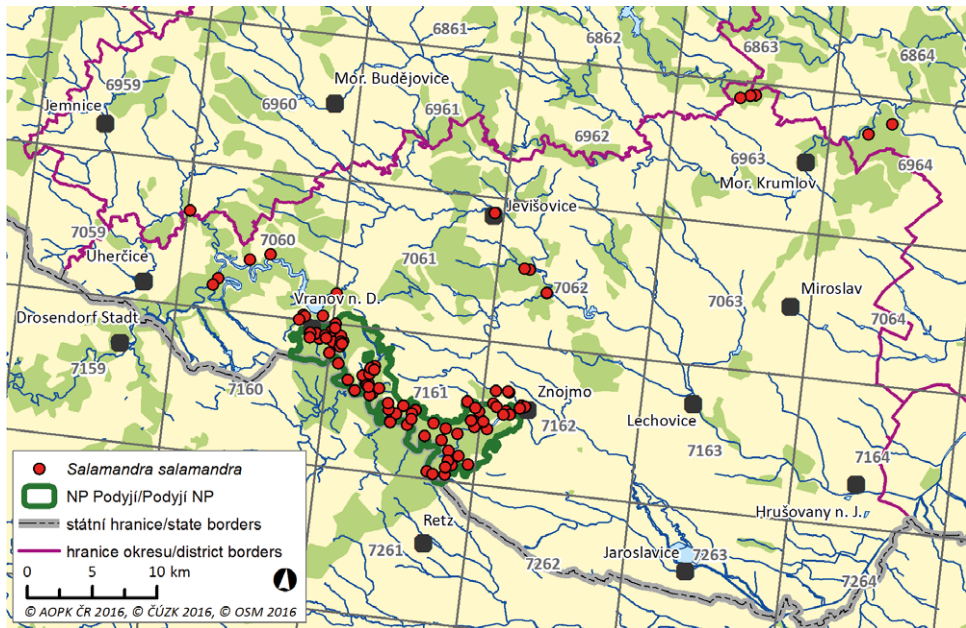
(K. Rozinek in NDOP 2016); 10. 5. 2015 desítky lar (M. Waldhauser in NDOP 2016); 5. 10. 2015 6 ad (J. Šmerda in litt.).

7162: **Konice**, Trauznické údolí: 1. 6. 1952 2 ad (REITER & HANÁK 2000); 23. 8. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 29. 10. 2005 více ad (L. Kratochvíl in litt.); 5. 5. 2009 1 ad; 28. 10. 2016 1F. **Znojmo**, Gránické údolí u začátku Křížové cesty: 4. 8. 1995 8 lar (STUPŇÁNEK 1996); 20. 8. 1995 17 lar (STUPŇÁNEK 1996); 3. 9. 1995 1 ad + 1 lar (STUPŇÁNEK 1996); 7. 4. 1998 3 ad (REITER & HANÁK 2000); 24. 9. 2008 2 ad (Kabaniová in ŠANDERA 2016b); 1. 9. 2010 1 ad (P. Přibil in ŠANDERA 2016b); 27. 4. 2011 15 lar (M. Valášek in litt.). **Znojmo**, Gránické údolí, cesta pod minoritickým klášterem: 27. 3. 1995 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 25. 9. 2012 1 ad; 6. 10. 2015 1 ad. **Znojmo**, Gránické údolí, Pivcův pramen: 10. 5. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo**, Gránické údolí, ulice Na valech: 15. 10. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo**, Gránický potok nad ústím: 4. 6. 2009 2 ad; 14. 6. 2000 34 lar (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo**, Gránický potok pod silničním mostem na Hradiště: 14. 6. 2000 50 lar (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, P přítok do Znojenské přehrady, 500 m od hráze: 2. 6. 1996 3 lar (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Gránice, u lomu Cínová hora: 10. 5. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 27. 4. 2013 3 lar (K. Rozinek in NDOP 2016). **Znojmo-Hradiště**, Hradištské terasy, V okraj, suchá stráň: 6. 11. 1997 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Králův stolec: 21. 8. 1978 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 1993 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 25. 8. 1996 více ad (REITER & HANÁK 2000); 16. 5. 2009 1 ad (L. Cvak in litt.); 24. 7. 2010 1 ad (L. Cvak in litt.). **Znojmo-Hradiště**, lom u Znojenské přehrady: 23. 10. 1993 1 ad (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, potok u zelené tur. značky 1 km JZ od kláštera: 23. 5. 1998 15 lar (REITER & HANÁK 2000). **Znojmo-Hradiště**, Vlčí jáma: 22. 5. 1999 6 ad (REITER & HANÁK 2000).

Mlok skvrnitý je ve studovaném území rozšířen nesouvisle. Obývá zde v podstatě tři vzájemně oddělené arely, a to v údolí Dyje, Jevišovky a Jihlavy (obr. 2). Celkem uvádíme 223 nálezů z 96 lokalit. Desítky dalších publikovaných nálezů (cf. ANDĚRA 1984, 1985, MIKÁTOVÁ et al. 1989, REITER & HANÁK 2000) zejména ze středního Podyjí, a také údajů z interní databáze Správy NP Podyjí, nelze přesně bodově lokalizovat, a nejsou tedy v přehledu dat zahrnuty. Na rozdíl od ostatních druhů ocasatých obojživelníků se u mloka značná část nálezů vztahuje k dospělcům mimo vodní lokality a období rozmnožování (obr. 3). Z našeho přehledu bylo rozmnožování doloženo nebo je považujeme za pravděpodobné na 49 lokalitách (tj. asi 51 %), na ostatních 47 místech jde o nálezy v terestrických biotopech bez zřejmé souvislosti s rozmnožováním.

Konkrétnější faunistické údaje o výskytu mloka ve studovaném území jsou známy až od poloviny 20. století (např. 1950 Cafourek in MIKÁTOVÁ et al. 1989). Přesto je zřejmé, že výskyt mloků byl díky nápadnosti a nezaměnitelnosti druhu znám odedávna a také literární údaje o něm jsou podstatně starší. Velmi jasně to popisuje např. PEŘINKA (1904) v souvislosti se zvířenou okolí Znojma: „Nápadno jest velké množství mloků (*Salamandra maculosa*), dle nichž Znojmu blízké romantické údolí jest pojmenováno (Salamandertal)“ – též v češtině užívané Mločí údolí kolem Mašovického potoka. Samotný název Salamandertal je ovšem ještě starší, použit je např. v jednom z prvních turistických průvodců Podyjí (FOSSEK 1871: 103). Absenci konkrétních faunistických údajů vysvětluje poznámka ze souhrnu ADOLPH (1922: 6), kde je uvedeno: „In den Wäldern Mährens fast überall“ [v lesích Moravských všude běžný]. V povodí Jevišovky poprvé zmiňuje výskyt mloka BAUER (1970), v severní části studovaného území ANDĚRA (1985).

Rozsáhlejší výčet konkrétních lokalit najdeme až v souhrnech z poslední čtvrtiny 20. století (ANDĚRA 1984, 1985; MIKÁTOVÁ et al. 1989; MORAVEC 1994). Z těchto pramenů už jasně vyplývá početný a plošně rozsáhlý výskyt mloka v oblasti středního



Obr. 2. Mapa rozšíření mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) ve studovaném území.
 Fig. 2. Distribution map of the Fire Salamander (*Salamandra salamandra*) in the studied area.

Podýjí včetně okolí Vranovské údolní nádrže (přibližně mezi Znojmem, Vranovem nad Dyjí a Podhradím nad Dyjí, severozápadně až k obcím Zblovce a Police). Dále je patrná rozsáhlejší arela v údolí Jihlavy, která lokalitami kolem Jamolice zasahuje do studovaného území a dále pokračuje na západ i sever až severovýchod, již mimo jeho hranice. Posledním územím zahrnutým v citovaných pramenech jsou dvě lokality v povodí horního toku Rokytné, konkrétně Myslibořice a Hrotovice v mapovacím poli 6961.

Námi shrnuté nálezy v podstatě potvrzují prostorové uspořádání výskytu tak, jak bylo publikováno do poloviny 90. let 20. století, jen v detailech je aktualizují a upřesňují. V povodí Dyje je zřejmý velmi hojný a v podstatě plošný výskyt mloka v zalesněné části NP Podýjí. Lokality rozmnožování v tomto území byly podrobně zpracovány v publikaci REITER & HANÁK (2000) a později už nebyly srovnatelným způsobem revidovány. Také v jižně navazujícím NP Thayatal patří mlok k hojným druhům obojživelníků a rozmnožuje se ve všech drobných potocích (WARINGER-LÖSCHENKOHL et al. 2010). Výskyt v západněji položené oblasti Vranovské údolní nádrže byl potvrzen v menším rozsahu, než jak naznačují údaje z předchozího období (ANDĚRA 1984, MIKÁTOVÁ et al. 1989, MORAVEC 1994). Mlok byl zjištěn pouze v několika údolích, většinou ústících přímo do údolní nádrže. Nejzápadnějším bodem po roce 2000 potvrzeného výskytu jsou Oslnovice, i když ústní informace od místních obyvatel svědčí o přítomnosti v ještě západněji položeném katastru Pod-

hradí nad Dyjí. K výskytu u Zblovic a Police, severozápadně od Vranovské údolní nádrže, již v povodí Želetavky, se váže jediný aktuální nález v katastru Malého Dešova (A. Zedník in NDOP 2016). Také dále na západ, v povodí Rakouské Dyje, leží již jen ojedinělé lokality ve vzdálenosti cca 20 km od studovaného území, podobně vzdálená je i další souvislejší oblast výskytu v povodí řeky Kamp ležící od něj jižně (CABELA et al. 1997, 2001).

Novými nálezy je potvrzen také výskyt v údolí Jihlavy na severním okraji studovaného území, pokračující i dále mimo jeho plochu (cf. HOMOLKA 1998, NDOP 2016). Mlok byl pozorován také ve východněji ležící oblasti Krumlovského lesa, v blízkosti soutoku Rokytné a Jihlavy (MARTIŠKO 2003, Novák in ŠANDERA 2016b). Výskyty ve výše položených částech povodí Rokytné (Hrotovice, Myslibořice, cf. MORAVEC 1994) nověji potvrzeny nebyly. Naopak v povodí Jevišovky byly ověřeny a upřesněny údaje uváděné BAUEREM (1970). I když je výskyt v této střední části území nepočtený a nálezy sporadické, zřejmě zahrnuje jak vlastní údolí Jevišovky, tak jeho pravostranných přítoků Hlubokého a Plenkovického potoka.



Obr. 3. V podzimním období jsou mloci (*Salamandra salamandra*) často nalézáni na plošinách nad hranou zaříznutých údolí. Jeden z takových nálezů dokumentovaných na fotografii pochází např. přímo z okraje města Znojma nad hranou Gránického údolí (25. 9. 2012).

Fig. 3. Fire Salamanders (*Salamandra salamandra*) are often found on the plateaux above the rim of the river canyon during the autumn migrations. One of them was found and photographed near Znojmo town above the rim of the Gránické údolí stream valley (25th September 2012).

Biotopově se nálezy mloka nijak nevymykají běžně uváděným charakteristikám (cf. MIKÁTOVÁ et al. 1989, BARUŠ & OLIVA 1992, MORAVEC 1994). Výskyt se soustřeďuje do míst porostlých listnatými lesy v zaříznutých částech říčních či potočních údolí nebo na plošinách těsně nad údolními zářezy. Biotopová vazba je také zřejmě hlavním důvodem, proč v údolí Dyje, popř. Jihlavy a Oslavy je počet lokalit i početnost populací větší než v menším a méně zachovalém údolí Jevišovky. Absence ve střední části údolí Rokytné je ovšem v tomto kontextu pochopitelná méně (cf. REITER 2001). K rozmnožování mloci využívají zejména drobné a periodicky vysychající vodní toky, kterých je v zaříznutých částech údolí poměrně mnoho. V NP Podyjí jsou tradičními místy rozmnožování také prameny (studánky). Poněkud méně obvyklé je rozmnožování ve více-méně stojatých drobných lesních nádržích. Opakovaně je dokumentováno v tůňích u Lipinské cesty v k. ú. Podmolí (Černá luža, obr. 4), kde se spolu s mlokem početně rozmnožuje skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) a čolek obecný, mimo obojživelníky je tato lokalita známa též výskytem žábbronožky sněžní (*Eubranchipus grubii*) (ZAVADIL et al. 2013). Podobně neobvyklým místem je též nádrž v lůmku u Lukova, nebo další lesní tůň nedaleko Nového Hrádku u Lukova, kde larvy nalezl K. Rozínek (in NDOP 2016).



Obr. 4. Lesní tůň u Lipinské cesty (Černá luža), místo s prokázaným rozmnožováním mloka skvrnitého (*Salamandra salamandra*) a čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) (červen 2013).
 Fig. 4. Forest pool close to Podmolí village (Lipinská cesta, Černá luža), breeding site of the Fire Salamander (*Salamandra salamandra*) and Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) (June 2013).

Čolek velký – *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), čolek dravý – *Triturus carnifex* (Laurenti, 1768) a další populace čolků rodu *Triturus*

Přehled nálezů:

6960: **Budkov**, Sedlecký rybník: 27. 4. 1999 1M + 1F; 24. 4. 2008 více ad (P. Peřínková in NDOP 2016).

6961: **Hostim**, lesní tůň 700 m ZSZ hájovny Kyničky (26): 15. 4. 1999 1M + 1F (A. Ruxová in litt.); 28. 4. 1999 1M; 29. 5. 2007 1M; 7. 5. 2008 1 sad; 5. 7. 2008 desítky lar; 23. 4. 2009 1M (P. Peřínková in NDOP 2016); 9. 6. 2009 1M; 18. 8. 2009 lar (P. Peřínková in NDOP 2016); 6. 6. 2011 lar; 27. 4. 2012 1M; 2. 4. 2014 3M + 1 sad; 26. 4. 2016 1F; 30. 6. 2016 11 lar. **Hostim**, tůňka 800 m nad rybníkem Valíšek: 12. 5. 1999 1M + 2F.

6962: **Horní Kounice**, Jezero u cihelny (17): 30. 4. 2013 4M + 2F. **Horní Kounice**, Valovo jezero (18): 22. 4. 2002 3 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 29. 6. 2006 1 lar; 12. 4. 2007 1F; 10. 7. 2008 1 sad + 20 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 30 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 23. 4. 2009 2 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 14. 8. 2009 20 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 6. 4. 2010 2 F + 1 sad; 14. 6. 2011 4 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 30. 4. 2013 3M + 4F; 4. 7. 2013 10 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 11. 7. 2013 6 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 24. 7. 2013 1F + lar (P. Koutný in NDOP 2016). **Tavíkovice**, tůň u lesa 900 m V zámku: 2. 4. 2009 více ad (P. Peřínková in NDOP 2016).

6963: **Čermákovice**, retenční nádrž (19): 27. 4. 2013 1F (A. Krása in NDOP 2016); 30. 4. 2013 13M + 22F. **Jamolice**, Hájký, tůň u vysílače (20): 9. 7. 2009 1 lar; 27. 4. 2013 1F (A. Krása in NDOP 2016); 1. 5. 2013 1M + 2F (A. Krása in NDOP 2016); 4. 5. 2013 2M + 2F; 2. 4. 2014 2M + 1F + 2 sad. **Moravský Krumlov**, Rakšické louky, V část 1. 3. – 31. 12. 2010 1M (P. Dřevojan et al. in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, Rakšické louky, Z část 1. 3. – 31. 12. 2010 1F + více lar (P. Dřevojan et al. in NDOP 2016). **Trstěnice**, Pustý zámek, dolní rybníček (21): 30. 4. 2013 5F.

6964: **Moravský Krumlov**, obora, chata 1,5 km V hájovny Hubertus, sklep: 25. 6. 2000 4 sad + 2 ad; 6. 8. 1999 1 sad. **Moravský Krumlov**, obora, lesní tůň 2,7 km V hájovny Hubertus: 10. 6. 1999 1M + 1F + 5 lar; 18. 5. 2011 1F. **Moravský Krumlov**, obora, mokřad na Dlouhé louce 1,7 km SVV hájovny Hubertus: 30. 5. 2015 1M (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, protržený rybník 2,9 km V hájovny Hubertus: 18. 5. 2011 desítky ad. **Moravský Krumlov**, obora, rybníček u hájovny Hubertus (22): 30. 5. 1998 1 ad; 16. 7. 1998 20 lar; 9. 6. 1999 1F + 15 lar; 18. 5. 2011 2M + 3F; 26. 7. 2015 3 metamorf (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 1M (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň v průseku 400 m JV od hájovny Hubertus: 15. 5. 2015 2F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň na Sáňkové louce 1,7 km JJV hájovny Hubertus (23): 19. 5. 2011 4F; 7. 6. 2011 desítky lar (A. Krása in NDOP 2016); 10. 7. 2011 1 sad + 15 lar (A. Krása in NDOP 2016); 24. 5. 2014 1 lar (A. Krása in NDOP 2016); 24. 5. 2014 2 sad (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 2M + 1F + 1 ad (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 5 lar (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň u Kulatého palouku 2,1 km V hájovny Hubertus (24): 18. 5. 2011 38M + 12F. **Moravský Krumlov**, obora, tůň v lese 700 m JV hájovny Hubertus: 12. 4. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň v S části 900 m ZSZ hájovny Stavení: 18. 5. 2011 8M + 11F + 1 sad; 31. 5. 2014 1M (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1M + 5F + 2 ad (A. Krása in NDOP 2016); 26. 7. 2015 2 lar (A. Krása in NDOP 2016).

7060: **Bitov**, restaurace Rumburak, vjezd: 16. 9. 2013 1 metamorf. **Bitov**, Vraneč, vyschlý rybník v bývalém kempu: 31. 5. 1998 2 ad. **Dešov**, Najhajzerský rybník, louže na cestě: 11. 5. 1999 1M. **Dešov**, rybník Šanderka (27): 11. 5. 1999 1F + 1 sad; 27. 5. 2010 4F + 1 sad. **Chvalatice**, lesní tůň 300 m S PR Růžový vrch (28): 16. 7. 2012 1 lar; 2. 4. 2014 2M + 1F. **Zblovce**, tůň v lomu (29): 21. 5. 1996 3 sad; 10. 4. 1997 2M + 4F + 1 sad; 29. 4. 1997 1F + 2 sad; 23. 4. 1998 7M + 5F + 1 sad.

7061: **Bojanovice**, rybník Jankovec: 29. 4. 2008 1F; 28. 4. 2009 1M. **Bojanovice**, rybník Peleš: 6. 8. 1980 1 ad (coll. JMM, lgt. Oulehla, ič. 3391); 18. 5. 2015 1F. **Bojanovice**, rybník Veský (30): 27. 4. 1983 1 ad (V. Hanák in litt.); 19. 8. 1997 1M (V. Zavadil in litt.); 14. 4. 2009 10 ad. **Čížov**, rybník Protržený: 7. 5. 2013 1M; 29. 6. 2015 1F. **Jevišovice**, tůň na okraji lesa 2,1 km JZ kostela

(31): 28. 4. 1999 1M + 1F + 1 sad; 18. 5. 1999 1F; 27. 4. 2012 1F; 5. 8. 2013 4 lar; 14. 4. 2014 1F; 15. 4. 2014 1M + 3F; 22. 6. 2016 desítky ad + lar (R. Kabelka in NDOP 2016); 27. 6. 2016 4 lar. **Lesná**, rybník Pod Lesnou: 28. 4. 2015 1M + 2F; červenec 2015 lar (BOHUSLAVOVÁ 2016); 4. 4. 2016 3M. **Olbramkostel**, PP Čekál (32): květen 1984 1 ad (MIKÁTOVÁ et al. 1989); 1. 5. 1993 1F sad (coll. MZM, lgt. Prášek, ič. 3713); 23. 4. 1998 1M; 19. 6. 2008 3 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 13 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 13 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 12. 8. 2008 5 lar; 17. 7. 2009 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 26. 4. 2010 1M; 10. 5. 2013 9F; 5. 8. 2013 1 lar; 5. 4. 2014 3F (K. Rozínek in NDOP 2016); 3. 5. 2014 2 ad (K. Rozínek in NDOP 2016); 13. 4. 2016 46 ad; 22. 4. 2016 1M; 31. 5. 2016 1F. **Onšov**, tůň pod silnicí Lesná – Vranov 800 m VSV kaple (1): 17. 8. 2000 6 lar (REITER & HANÁK 2000); 10. 6. 2005 4F; 21. 5. 2007 2M + 3F; 14. 5. 2008 1M (V. Zavadil in NDOP 2016); 28. 4. 2009 3F; 12. 8. 2009 5 lar; 28. 6. 2012 3M + 2F + 3 lar; 16. 7. 2012 1 lar; 17. 8. 2012 lar; 18. 8. 2014 1 lar; 17. 3. 2015 4M + 1 ad; 25. 3. 2015 2M; 26. 3. 2015 1M + 2F; 29. 6. 2015 1F + desítky lar; 21. 4. 2016 2M; 7. 7. 2016 11 lar; 16. 8. 2016 2 metamorf. **Žerůtky**, PP Lom u Žerůtek (33): 21. 4. 1998 7M + 8 sad; 23. 4. 1998 6M + 3F; 20. 4. 1999 10M + 6F + 5 sad (1M coll. JMM, ič. 6066); 1. 4. – 31. 6. 2008 jedinci (V. Zavadil in NDOP 2016); 11. 6. 2008 12 lar; 19. 6. 2008 1M + více lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 30 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 19. 3. 2009 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 21. 4. 2009 1M + 1F; 28. 4. 2009 2M + 1F; 9. 6. 2009 3 lar; 17. 7. 2009 19 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 14. 8. 2009 7 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 26. 4. 2010 8M + 1F; 4. 8. 2010 19 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 12. 7. 2011 7 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 10. 5. 2013 1F; 16. 4. 2015 2F; 13. 4. 2016 1F; 31. 5. 2016 4 lar; 30. 6. 2016 2 lar.

7062: **Bojanovice**, PP U Huberta: 12. 5. 1997 1F; 9. 4. 2015 1M; 10. 5. 2013 1F; 18. 5. 2013 3 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). **Hluboké Mašůvky**, lesní tůň 500 m J PP U Huberta (34): 9. 5. 2013 1F; 10. 5. 2013 9M + 3F; 5. 8. 2013 1 lar. **Mikulovice**, lesní tůň 1,7 km V kostela (35): 9. 7. 2009 1 sad + 4 lar; 27. 4. 2010 7M + 7F. **Mikulovice**, nefunkční koupaliště: 14. 4. 2014 1M. **Vevčice**, lesní tůň na Zápovědi 1,3 km Z kaple v obci (36): 11. 5. 1999 1M; 28. 4. 2009 1M + 6F; 27. 4. 2010 3M + 1F; 5. 8. 2013 5 lar.

7063: **Hostěradice**, lom, horní etáž (25): 2. 6. 2010 1F + 1 lar; 28. 6. 2010 1 sad + desítky lar; 12. 8. 2010 2 lar; 18. 5. 2011 2M + 5F; 27. 6. 2016 10 lar.

7160: **Podmyče**, rybník Jejkal dolní: 25. 4. 2015 1M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Vranov nad Dyjí**, Braitava, tůň u studny: 1. 4. 1998 1M (REITER & HANÁK 2000); 21. 4. 1998 2M (REITER & HANÁK 2000). **Vranov nad Dyjí**, lom 1 km V Podmyči (2): 2. 4. 2009 1F; 23. 4. 2009 1F; 27. 5. 2010 6M + 4F; 17. 7. 2013 1 lar; 18. 8. 2014 1F + 4 lar.

7161: **Citonice**, rybník Skalka (3): do roku 1986 (REITER & HANÁK 2000); 7. 4. 1998 7M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 8. 4. 1998 6M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 14. 4. 1998 5M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 20. 4. 1999 1F (REITER & HANÁK 2000); 25. 7. 2008 1 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 17. 7. 2009 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 4. 8. 2010 4 lar (P. Koutný in NDOP 2016). **Citonice**, tůň nad EVL Skalka: 27. 6. 2016 3 lar. **Čížov**, dvůr domu 146: 16. 5. 2014 1F; 10. 4. 2015 1M. **Čížov**, Klapertův potok pod výpustí Čížovského lesního rybníka: 30. 5. 2000 1 sad (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, Letohrádek u Lesné, betonová obruba stavby: 12. 10. 2013 1 metamorf. **Čížov**, nádrž na myslivně: 29. 4. 2013 1M. **Čížov**, rybník Čížovský lesní (4): 29. 5. 2005 10 ad; 30. 5. 2005 5M + 10F; 26. 4. 2010 7M + 6F; 2. 4. 2014 1M; 3. 4. 2014 1F; 21. 5. 2014 1F + 1 ad; 18. 8. 2014 1 lar; 28. 4. 2015 2F + 1 sad; 29. 6. 2015 10 lar; 4. 4. 2016 3M + 2F; 22. 4. 2016 4F; 24. 6. 2016 1 lar; 16. 8. 2016 1 metamorf. **Čížov**, rybník Čížovský malý (5): 26. 5. 2010 1M + 2F; 29. 4. 2013 8M; 31. 3. 2016 1M. **Čížov**, tůň u Klapertova potoka pod silnicí Čížov – Horní Břečkov (6): 2. 4. 2009 1M + 1F; 12. 8. 2009 1 lar; 26. 4. 2010 35 ad; 28. 4. 2012 3M + 4F; 28. 6. 2012 1 ad + 2 lar; 17. 8. 2012 1 lar; 30. 4. 2013 2M; 5. 8. 2013 4 lar; 7. 5. 2014 4F; 21. 5. 2014 5F + 2 ad; 18. 8. 2014 1 lar; 24. 4. 2015 1F; 20. 5. 2015 82 ad; 29. 6. 2015 1F + 1 sad + 2 lar; 21. 4. 2016 5M + 2F; 24. 5. 2016 2M + 6F + 2 sad. **Lučkov**, tůň na Pyramidě 1,7 km SZ obce (7): 29. 4. 2013 4M + 7F; 5. 8. 2013 3 lar; 28. 4. 2015 4M + 3F; 29. 6. 2015 1 lar. **Mašovice**, PP Mašovický lom, tůň (8): 7. 4. 1998 12M + 6F (REITER & HANÁK 2000); 14. 4. 1998 7M + 3F (REITER & HANÁK 2000); 4. 8. 2000 1 lar; 28. 5. 2005 1 ad; 10. 5. 2007 2F; 9. 5. 2008 2M + 2F; 5. 4. – 26. 8. 2009 více ad (V. Prášek in NDOP 2016); 7. 5. 2009 4M + 7F (V. Zavadil in NDOP 2016); 29. 4. 2010 1 ad (Z. Vaněk & M. Klímová in NDOP 2016); 21. 5.

2010 34 ad; 10. 6. 2011 ad (V. Trailin in litt.); 5. 8. 2013 desítky lar; 15. 4. 2016 1M; 24. 4. 2016 1M + 3F (P. Hataš & T. Holer in NDOP 2016); 27. 6. 2016 10 lar; 16. 8. 2016 1 lar. **Mašovice**, tůň na Mašovické střelnici (**9**): 29. 4. 2013 1M + 2F; 12. 6. 2013 1 lar; 15. 4. 2014 1 sad; 15. 4. 2015 2M + 1F; 25. 4. 2015 7M; 22. 6. 2015 12 lar; 4. 8. 2015 12 lar; 30. 3. 2016 3M + 1F; 15. 4. 2016 2M + 1F; 30. 5. 2016 1F. **Podmolí**, EVL Podmolí – strouha (**10**): 13. 4. 1999 1 sad (REITER & HANÁK 2000); 25. 4. 1999 3M + 4F (REITER & HANÁK 2000); 24. 5. 1999 1M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 27. 4. 2010 1F; 22. 4. 2016 1M + 1F. **Podmolí**, rybník Pustý (**11**): 17. 4. 1996 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 3. 5. 1998 1F (REITER & HANÁK 2000); 18. 8. 2014 1 lar; 22. 4. 2016 9M + 4F; 16. 6. 2016 1 lar. **Podmolí**, tůň u Pustého rybníku (**12**): 26. 4. 2012 1M; 27. 4. 2012 1F; 16. 7. 2012 1 lar; 17. 8. 2012 1 lar; 29. 4. 2013 4M; 17. 6. 2013 1 lar; 24. 8. 2013 více lar (P. Lazárek in litt.); 6. 4. 2014 10 ad (K. Rozínek in NDOP 2016); 23. 4. 2014 3 ad (K. Rozínek in NDOP 2016); 21. 5. 2014 1F; 18. 8. 2014 1M; 15. 4. 2015 3M + 4F; 20. 5. 2015 6M + 1F; 22. 6. 2015 1F + 10 lar; 24. 5. 2016 1M + 4F; 16. 6. 2016 1M + 1F + 1 lar. **Vranov nad Dyjí**, tůň na úpatí Ledových slují (**13**): 2. 4. 2014 1M; 3. 4. 2014 2M; 29. 8. 2014 3 lar. 7162: **Popice**, tůň JV rybníka za farou: 10. 6. 2011 3M + 3F (V. Trailin in litt.); 22. 4. 2013 2M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Popice**, tůň za Popickou kaplí (**14**): 9. 5. 2000 6M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 28. 6. 2001 8 lar; 10. 6. 2003 7 lar; 28. 4. 2005 2M + 1F; 12. 5. 2008 2 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 7. 2008 2 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 14. 4. 2009 1M; 5. 5. 2009 2M; 7. 5. 2009 3 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 5. 2010 1F; 6. 5. 2013 1M + 1F (P. Šípek in litt.); 9. 5. 2013 1M + 5F; 10. 5. 2013 3F; 17. 7. 2013 1 lar; 27. 4. 2015 1 ad; 29. 4. 2015 4M + 3F (Z. Starostová in litt.); 20. 5. 2015 3M + 3F; 15. 4. 2016 1F; 13. 5. 2016 6M (Z. Starostová in litt.); 30. 5. 2016 3 lar; 22. 6. 2016 5 lar; 16. 8. 2016 11 lar. **Přímětice**, PP Kaolínka (**37**): 3. 5. 1996 2 ad; 15. 8. 1997 1 ad; 21. 8. 1997 1 lar; 8. 4. 1998 1F; 15. 4. 1998 1 sad; 16. 6. 1998 2M + 8F (V. Zavadil in litt.); 20. 4. 1999 1M; 18. 6. 2003 1 lar; 3. 10. 2006 1 metamorf; 10. 6. 2011 ad (V. Trailin in litt.). **Tasovice**, lom, tůň (**15**): 30. 4. 1997 2M + 1F; 20. 8. 1997 8 lar (V. Zavadil in litt.); 21. 8. 1997 4 lar; 7. 4. 1998 8M + 2F + 6 sad; 15. 4. 1998 1M + 1 sad; 12. 5. 2008 1M + 2F (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 6. 2008 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 19. 6. 2008 1 lar; 19. 7. 2008 22 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 25. 7. 2008 6 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 27. 4. 2009 2M; 17. 7. 2009 1 sad + 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 20. 5. 2010 1F; 9. 5. 2013 4M + 6F; 5. 8. 2013 3 lar; 1. 5. 2015 1M. **Znojmo-Hradiště**, kaolínka u Mašovic (**38**): 23. 4. 1996 1F (REITER & HANÁK 2000); 16. 4. 1999 2M (REITER & HANÁK 2000); 14. 4. 2014 1M; 15. 4. 2014 1M. **Znojmo-Hradiště**, PP Červený rybníček, silnice J lokality (**16**): 6. 5. 2008 1M. 7163: **Božice**, Karlov – silnice: 13. 3. 2007 1 ad (B. Mikátová in NDOP 2016). **Šanov**, rybník Horní Karlov: 13. 3. 2007 1 ad (B. Mikátová in NDOP 2016).

Výskyt velkých čolků má ve studované oblasti velmi specifický charakter. Jednotlivé druhy z této skupiny se ve střední Evropě vyskytují parapatricky s hybridními zónami na hranicích areálů (WIELSTRA et al. 2014). Taková hranice s hybridní zónou prochází také studovanou oblastí Znojemska (HORÁK 2000, MIKULÍČEK et al. 2012). Na základě morfologických analýz (PIÁLEK et al. 2000) a analýz jaderné a mitochondriální DNA (MIKULÍČEK et al. 2012, MAČÁT et al. in prep.) zdejších populací bylo potvrzeno, že studovanou oblast obývají dva druhy, čolek velký a čolek dravý, a dochází zde k jejich hybridizaci. Analýzu složení současných populací velkých čolků dále komplikuje fakt, že historicky zde proběhl hybridní kontakt i s dalším příbuzným druhem, čolkem dunajským (*Triturus dobrogicus*). O tom svědčí introgrese mitochondriální DNA čolka dunajského zjištěná ve zdejších populacích (MIKULÍČEK et al. 2012, LAGLER 2015, MAČÁT et al. in prep.).

Jako první uvádí velké čolky ve studované oblasti ADOLPH (1922) s lokalizací Znaim [Znojmo]. Následují nálezy z práce MIKÁTOVÁ et al. (1989), která uvádí dvě lokality (Olbramkostel a Božice). Stěžejní faunistickou prací pro jižní část studova-

ného území je pak práce RIETER & HANÁK (2000), která komplexně hodnotí území NP Podyjí a v této malé části zkoumaného regionu udává už devět lokalit výskytu.

V roce 1993 byl na Břeclavsku nalezen nový druh čolka pro ČR – čolek dunajský (ZAVADIL et al. 1994). Tento nález motivoval výzkumníky k dalšímu pátrání po velkých čolcích na našem území. V roce 1997 tak následoval nález čolka dravého, který byl při vyhledávání potenciálních nových lokalit čolka dunajského nalezen v lomu u Tasovic jihovýchodně od Znojma (PIÁLEK et al. 2000). Koncem 90. let 20. století



Obr. 5. Samci čolka dravého (*Triturus carnifex*) ve vodní fázi života. Nahore – lom Tasovice (9. 5. 2013), dole – lom Mašovice (21. 5. 2010).

Fig. 5. Males of the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*) in the breeding season. Above – Tasovice quarry (9th May 2013), below – Mašovice quarry (21st May 2010).



Obr. 6. Samci čolka dravého (*Triturus carnifex*) ve vodní fázi života. Nahoře – NP Podyjí, Podmolí, tůň u Pustého rybníku (29. 4. 2013), dole – NP Podyjí, Lukov, tůň na Pyramidě (29. 4. 2013).
 Fig. 6. Males of the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*) in the breeding season. Above – Podyjí NP, Podmolí, tůň u Pustého rybníku pools (29th April 2013), below – Podyjí NP, Lukov, tůň na Pyramidě pools (29th April 2013).

pak následovalo období výzkumu těchto ocasatých obojživelníků v celé oblasti jižní Moravy, první výsledky ze studované oblasti byly shrnuty v diplomové práci HORÁKA (2000) a nepublikované zprávě REITERA (2000). Ve studiu genetické struktury populací na území bývalého Československa se HORÁK (2000) věnoval populacím v Podmolí, Tasovicích, Mašovicích a Citonicích, které na základě elektroforetické analýzy alozymů zařadil do druhu *T. carnifex*. Populace ze Zblovic, Únanova a Že-



Obr. 7. Larvy čolka dravého (*Triturus cristatus*). Nahore – NP Podyjí, Popice, tůň za Popickou kaplí (16. 8. 2016), dole – NP Podyjí, tůň u Onšova (17. 8. 2012).

Fig. 7. Larvae of the Italian Crested Newt (*Triturus cristatus*). Above – Podyjí NP, Popice, tůň za Popickou kaplí pools (16th August 2016), below – Podyjí NP, pools near Onšov (17th August 2012).

růtek pak charakterizoval jako hybridní populace. V následujícím desetiletí výzkum pokračoval monitoringem známých lokalit, postupně byla vyhledávána i další místa výskytu velkých čolků. Významným posunem v chápání problematiky byla práce hodnotící hybridní zónu čolků na česko-slovesko-rakouském pomezí moderními metodami v molekulární biologii (mitochondriální DNA a jaderná DNA; MIKULÍČEK et al. 2012). Tato práce vycházela ze vzorků sebraných již dříve Horákem a Zavadi-lem, byly v ní hodnoceny populace z lokalit Citonice, Hostim, Jevišovice, Mašovice,

Moravský Krumlov, Podmolí, Tasovice, Únanov, Zblovce a Žerůtky. K druhu čolek dravý řadí MIKULÍČEK et al. (2012) na základě analýzy jaderné DNA populace z Mašovic, Cítovic, Podmolí a Tasovic (v souladu s názorem HORÁKA 2000), navíc též populaci z Únanova. Vzorky ze Žerůtek, Jevišovic, Zblovic a Hostimi považují za reprezentanty složené (hybridní) populace a vzorky z Moravského Krumlova přiřadili k druhu čolek velký. Zajímavostí však je, že populace hodnocené jako čolek dravý obsahují mitochondriální genotyp čolka dunajského (MIKULÍČEK et al. 2012). Od roku 2010 pak v zájmovém území aktivně působí autoři této studie, kteří se věnují výzkumu struktury populací na vzorku 38 populací v celém okrese Znojmo. Pomocí molekulárních metod (analýzy jaderné a mitochondriální DNA) se snaží lépe pocho-



Obr. 8. Metamorfující jedinci čolka dravého (*Triturus cristatus*). Nahoře – NP Podyjí, tůň u Onšova, LC = 83 mm (16. 8. 2016), dole – NP Podyjí, Čížov, rybník Čížovský lesní, LC = 79 mm (16. 8. 2016).

Fig. 8. Metamorphosed individuals of the Italian Crested Newt (*Triturus cristatus*). Above – Podyjí NP, pools near Onšov, LC = 83 mm (16th August 2016), below – Podyjí NP, Čížov, Čížovský lesní pond, LC = 79 mm (16th August 2016).

pit průběh a charakter hybridní zóny mezi čolkem dravým a čolkem velkým, a přispět tak k poznání taxonomické situace velkých čolků na území ČR (MAČÁT et al. in prep.). Dle předběžných výsledků této studie je patrné, že populace čolků v NP Poddyjí a jeho ochranném pásmu patří k druhu čolek dravý (obr. 5–8). Severně a západně navazující lokality pak osidluje populace hybridní (obr. 9) a v severní části území je rozšířen čolek velký (viz tab. I a obr. 10). První výsledky shrnující morfologické abnormality u této skupiny v hybridní zóně hodnotí práce MAČÁT et al. (2015).

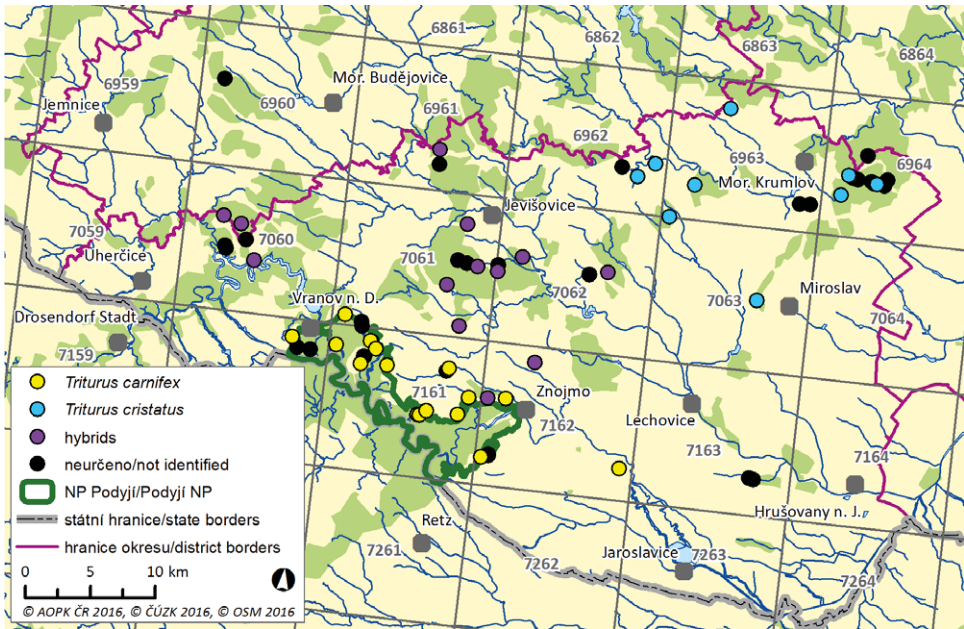
Přehled všech námi shrnutých nálezů obsahuje 345 položek ze 68 lokalit (obr. 10). Většinou se jedná o výskyt v souvislosti s rozmnožováním (dospělci ve vodní fázi života nebo nálezy larev), ojediněle jde o pozorování z terestrických biotopů.

Jak vyplývá z výše uvedených údajů, data o výskytu zástupců velkých čolků ve studované oblasti v posledních desetiletích poměrně rychle přibývala. Zatímco do roku 1994 byly publikovány informace pouze o třech lokalitách (ADOLPH 1922, MIKÁTOVÁ et al. 1989, MORAVEC 1994), v roce 2000 jich bylo známo již 26 (REITER 2000) a v posledních 16 letech se tento počet ještě více než zdvojnásobil.

Většina lokalit leží v severozápadní polovině území, tedy v jeho více zalesněné části patřící k Jevišovickému bioregionu (CULEK 1996). Největší hustota nalezišť i početnost lokálních populací byla zjištěna v jižní části tohoto bioregionu, v NP Poddyjí. Zejména v povodí Klaperova potoka či v okolí obcí Mašovice a Podmolí byli tito čolci postupně prokázáni ve většině vodních nádrží. V jednotlivých nádržích zde bylo jednorázově zaznamenáno i několik desítek dospělců – např. dvě drobné tůně u Klaperova potoka 82 dospělců v květnu 2015 (obr. 11) a tůně v Mašovickém lomu 34 dospělců v květnu 2010. Další oblastí s velkou hustotou nalezišť a početnými populacemi je Krumlovský les na severním okraji území, kde čolci využívají systému



Obr. 9. Samec z hybridní populace velkých čolků, Bojanovice, rybník Veský (14. 4. 2009).
Fig. 9. Male from a hybrid population of Crested Newts, Bojanovice, Veský fishpond (14th April 2009).



Obr. 10. Mapka rozšíření čolků rodu *Triturus*. Druhová identifikace je upravena dle MIKULÍČEK et al. (2012) a MAČÁT et al. (in prep.).
 Fig. 10. Distribution map of the occurrence of Crested Newts (*Triturus* sp.). Species determination carried out according to MIKULÍČEK et al. (2012) and MAČÁT et al. (in prep.).

drobných lesních rybníčků a napajedel pro zvěř (obr. 12). I zde byly zaznamenány vysoké početnosti – nejvíce 50 dospělců v tůňích u Kulatého palouku v květnu 2011. Posledním rozsáhlejším územím, kde lze hovořit o plošném rozšíření velkých čolků, je soustava rybníků a tůň v povodí Bojanovického potoka. V dalších případech víme už spíše o izolovaných lokalitách či skupinkách lokalit, a také početnost jednotlivých populací se jeví menší. Většinou nepřesáhla 10 pozorovaných dospělců během jedné kontroly, výjimkou je např. rybník Čekál (obr. 13), kde bylo v dubnu 2016 pozorováno 46 dospělců současně, a retenční nádrž u Čermákovic, kde bylo v dubnu 2013 současně pozorováno 35 dospělců. Je však třeba poznamenat, že množství nálezů v jednotlivých částech území i doložené velikosti populací značně závisí na intenzitě výzkumu, použité metodice a konkrétní fenologické situaci. Do značné míry se zřejmě na zjištěné početnosti podílejí i náhodné faktory ovlivňující úspěšnost odchytu či pozorování. Je zajímavé, že i přes systematickou snahu se dosud v některých rozsáhlejších lesních komplexech v území nepodařilo výskyt velkých čolků prokázat, přestože zde byly nalezeny zdánlivě vhodné lokality. Jedná se např. o oblast Syrovických lešů a Šumenského hvozdu v pramenných částech povodí Jevišovky, nebo o lesní celek Purkrábka a Ruda severovýchodně od Znojma. Na výskyt v západní části studovaného území navazují i lokality severním a západním směrem (MORAVEC et al. 1994, NDOP 2016), stejně jako jižním směrem do Rakouska. V povodí Ra-

Tab. I. – Populace čolků rodu *Triturus* druhově determinované pomocí analýzy jaderné DNA. Kvadrát = číslo pole síťového mapování ČR, lokalita – číslo označuje lokalitu v přehledu nálezů a mapě rozšíření, N = počet jedinců zařazených do analýzy, * dle MIKULÍČEK et al. (2012), ** dle MAČÁT et al. (in prep.)

Tab. I. – Populations of Crested Newts (*Triturus* sp.) identified using the nuclear DNA analysis. Square = number of particular square in grid mapping of the Czech Republic, locality – number is denoted in brackets in data survey, N = number of analyzed animals, * after MIKULÍČEK et al. (2012), ** after MAČÁT et al. (in prep.)

kvadrát square	katastr cadastre	lokalita locality	souřadnice coordinates		nadmořská výška altitude	určení determination			
			N	E		species*	N*	species**	N**
7061	Onšov	1	48°54'24"	15°50'46"	450 m			<i>carnifex</i>	5
7160	Vranov n. Dyjí	2	48°53'09"	15°47'39"	445 m			<i>carnifex</i>	9
7161	Citonice	3	48°52'40"	15°57'47"	355 m	<i>carnifex</i>	7	<i>carnifex</i>	1
7161	Čížov	4	48°53'26"	15°52'38"	400 m			<i>carnifex</i>	20
7161	Čížov	5	48°52'27"	15°52'09"	405 m			<i>carnifex</i>	7
7161	Čížov	6	48°53'09"	15°53'02"	390 m			<i>carnifex</i>	18
7161	Lukov	7	48°52'30"	15°53'50"	425 m			<i>carnifex</i>	11
7161	Mašovice	8	48°51'31"	15°59'17"	350 m	<i>carnifex</i>	14	<i>carnifex</i>	18
7161	Mašovice	9	48°50'48"	15°58'38"	395 m			<i>carnifex</i>	1
7161	Podmolí	10	48°50'50"	15°56'39"	405 m	<i>carnifex</i>	8	<i>carnifex</i>	2
7161	Podmolí	11	48°50'37"	15°56'08"	405 m			<i>carnifex</i>	5
7161	Podmolí	12	48°50'36"	15°56'17"	410 m			<i>carnifex</i>	5
7161	Vranov n. Dyjí	13	48°53'08"	15°50'30"	305 m			<i>carnifex</i>	2
7162	Popice	14	48°49'10"	16°00'25"	320 m			<i>carnifex</i>	13
7162	Tasovice	16	48°49'21"	16°09'11"	210 m	<i>carnifex</i>	12	<i>carnifex</i>	12
7162	Zn-Hradiště	15	48°51'40"	16°01'32"	325 m			<i>carnifex</i>	1
6962	Horní Kounice	17	49°01'33"	16°08'14"	370 m			<i>cristatus</i>	5
6962	Horní Kounice	18	49°02'09"	16°09'16"	345 m			<i>cristatus</i>	7
6963	Čermákovice	19	49°01'28"	16°11'56"	365 m			<i>cristatus</i>	16
6963	Jamolice	20	49°04'47"	16°13'38"	390 m			<i>cristatus</i>	7
6963	Trstěnice	21	49°00'02"	16°10'32"	320 m			<i>cristatus</i>	4
6964	Mor. Krumlov	22	49°02'33"	16°21'36"	385 m	<i>cristatus</i>	1	<i>cristatus</i>	6
6964	Mor. Krumlov	23	49°01'44"	16°21'11"	340 m			<i>cristatus</i>	4
6964	Mor. Krumlov	24	49°02'20"	16°23'26"	300 m			<i>cristatus</i>	19
7063	Hostěradice	25	48°56'58"	16°16'39"	260 m			<i>cristatus</i>	5
6961	Hostim	26	49°01'42"	15°55'34"	420 m	hybrid	1	hybrid	5
7060	Dešov	27	48°57'41"	15°43'35"	470 m			hybrid	1
7060	Chvalatice	28	48°56'13"	15°44'41"	435 m			hybrid	2
7060	Zblovice	29	48°57'56"	15°42'26"	485 m	hybrid	10	hybrid	8
7061	Bojanovice	30	48°57'02"	15°58'42"	345 m			hybrid	2
7061	Jevišovice	31	48°58'45"	15°57'52"	395 m	hybrid	3	hybrid	6
7061	Olbramkostel	32	48°56'08"	15°56'57"	370 m			hybrid	15
7061	Žerůtky	33	48°54'29"	15°58'05"	350 m	hybrid	19	hybrid	7
7062	Hlub. Mašůvky	34	48°56'56"	16°00'07"	345 m			hybrid	11
7062	Mikulovice	35	48°57'25"	16°07'04"	345 m			hybrid	9
7062	Vevčice	36	48°57'39"	16°01'34"	330 m			hybrid	8
7162	Přimětice	37	48°53'20"	16°03'07"	310 m	<i>carnifex</i>	11	hybrid	6
7162	Zn-Hradiště	38	48°51'39"	16°00'26"	350 m			hybrid	1

kouské Dyje cca 20 km od hranice studované oblasti uvádí nejbližší lokality CABELA et al. (1997, 2001), čtyři lokality v těsně sousedícím území NP Thayatal a jeho okolí zjistili WARINGER-LÖSCHENKOHL et al. (2010). Nově se studiu velkých čolků v oblasti Dolních Rakous věnovala ve své diplomové práci LAGLER (2015). Ve většině dosavadních publikací jsou rakouské nálezy v blízkosti studovaného území spojovány s druhem *T. cristatus* (GRILLICH et al. 1983, CABELA et al. 1997, 2001), popřípadě nejsou druhově zařazeny (WARINGER-LÖSCHENKOHL et al. 2010). LAGLER (2015) hodnotí pět lokalit z oblasti Waldviertel v západních Dolních Rakousích pomocí analýzy jaderné a mitochondriální DNA. Z lokality Mallersbach, vzdálené pouze 5 km jižně od nejbližší z námi studovaných lokalit v okolí obce Čížov, hodnotí populaci na základě analýzy jaderných genů jako *T. carnifex*, mitochondriální DNA pak odpovídá *T. dobrogicus*, stejně jako v případě znojemských populací (MIKULÍČEK et al. 2012). I čolci z dalších lokalit blízkých ke Znojemsku vykazují v jaderném genomu převahu znaků typických pro *T. carnifex*. Jsou to jedinci z populací v Rodingersdorfu a Klein Meisdorfu (25 km jižně od města Hardegg). Populace *T. cristatus* pak LAGLER (2015) uvádí z lokalit soustředěných více na západní okraj Dolních Rakous – lokalita Ludweis (35 km jihozápadně od města Hardegg) a lokality v jihočesko-rakouském pomezí (Hoheneich a Pürbach).



Obr. 11. Tůň u Klaperova potoka vybudovaná v roce 2000 – místo s prokázaným rozmnožováním čolka dravého (*Triturus carnifex*) a čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) (červen 2013).
Fig. 11. Pool close to Čížov, Klaperův potok, developed in 2000 – breeding site of the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*) and Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) (June 2013).

Oproti severozápadní polovině území bylo v jeho jihovýchodní části, řazené k panonské podprovincii a Lechovickému bioregionu (CULEK 1996), zjištěno pouze několik lokalit výskytu velkých čolků. Ve střední části okresu je to např. výskyt v lomu v Hostěradicích. V oblasti neostré hranice obou bioregionů severně od Znojma se nachází lokalita v kaolínovém lomu u Přímětic. Jediným potvrzeným nalezištěm v nivě Dyje východně od Znojma je lom v Tasovicích (obr. 14). Všechny tyto podle dosavadních poznatků značně izolované lokality vykazují v rámci monitorovacích kontrol výrazné kolísání početnosti populací, lokalita v kaolínce u Přímětic má např. jen tři pozitivní kontroly za posledních 15 let, negativních je naproti tomu nejméně 15 kontrol. Nejvýchodněji položenou lokalitou ve studovaném území je údolí Příčného potoka u Božic. Vzhledem ke své geografické poloze by tato lokalita byla extrémně zajímavá z hlediska studia hybridní zóny velkých čolků v regionu. Geograficky totiž leží nejbliže ke známým lokalitám uváděného výskytu čolka dunajského v dolním Podvyjí. Těmi jsou např. PP Betlém (Rozínek in NDOP 2016), nebo Klentnický potok (MIKÁTOVÁ & ŘEHÁK 2002), obě cca 15 km od východní hranice studovaného území a cca 25 km od lokality v Božicích. Nejbližší nález spolehlivě determinovaný analýzou DNA ovšem leží ještě o cca pět km dále na východ, na



Obr. 12. Tůň v severní části Krumlovského lesa – místo s prokázáním rozmnožováním čolka velkého (*Triturus cristatus*) a čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) (květen 2011).
Fig. 12. Pond in the northern part of Krumlovský les forest – breeding site of the Great Crested Newt (*Triturus cristatus*) and Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) (May 2011).



Obr. 13. Litorál rybníka Čekál – jedna z nejdéle známých lokalit výskytu velkých čolků na Znojmsku, místo s prokázáním rozmnožováním hybridní populace velkých čolků a čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) (duben 2016).

Fig. 13. Littoral area of Čekál fishpond near Olbramkostel – one of the longest known localities of Crested Newts in Znojmo region, breeding site of Crested Newts hybrids and Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) (April 2016).

lokalitě Nové Mlýny (MIKULÍČEK et al. 2012). Bohužel jsou z Božic známe pouze tři nálezy – jeden v roce 1981 (MIKÁTOVÁ et al. 1989) a poté dva až v roce 2007 (B. Mikátová in NDOP 2016). Ani jeden z jedinců nalezených na této lokalitě nebyl nijak blíže dokumentován (B. Mikátová in verb.) a o jejich taxonomické příslušnosti tedy nelze ani spekulovat. Během našeho průzkumu jsme biotopově vhodné lokality na Příčnickém potoce opakovaně prověřovali jak vizuálními kontrolami v denní i noční době, tak i odchytem do vnaďených živolovných pastí, přesto se nám zde nepodařilo výskyt velkých čolků potvrdit.

Jakýkoliv údaj o výskytu velkých čolků pak chybí z jižní a jihovýchodní části území, z nivy Dyje po proudu od Tasovic a také z nivy dolní Jevišovky a jejích přítoků (s výjimkou již zmíněných nálezů u Božic). Žádné lokality nebyly zjištěny též v intenzivně zemědělsky využívané krajině v povodí Jihlavy, v okolí města Miroslav. Překvapující je zejména absence velkých čolků ve dvou lužních EVL na pomezí okresů Znojmo a Břeclav – Trávní dvůr a Drnholecký luh. Mokřadní biotopy v EVL Trávní dvůr byly opakovaně a intenzivně prověřovány od konce 90. let 20. století až do současnosti, protože právě zde se nejspíše dal předpokládat výskyt čolka dunaj-



Obr. 14. Lom v Tasovicích byl prvním místem, kde byl v ČR rozpoznán výskyt čolka dravého (*Triturus carnifex*), rozmnožuje se zde i čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) (květen 2013).

Fig. 14. Tasovice quarry, the place where the Italian Crested Newt (*Triturus carnifex*) was first found in the Czech Republic and also known as a breeding site of the Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) (May 2013).

ského potenciálně navazující na dolní Podyjí. Kromě autorů této studie se mapování a monitoringu obojživelníků v oblasti jihovýchodního Znojemska věnovali i další odborníci (např. MARTIŠKO 1998, množství údajů různých autorů v databázi NDOP 2016), ani v těchto pramenech nejsou žádné další lokality velkých čolků zmiňovány. Žádné blízké lokality se nenacházejí ani v jižně navazujícím rakouském příhraničí (CABELA et al. 1997, 2001).

Čolek horský – *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768)

Přehled nálezů:

6960: **Budkov**, Sedlecký rybník: 27. 4. 1999 3M + 1F. **Domamil**, Partyzánský rybník: 27. 4. 1999 2F. **Domamil**, rybníček u Okrouhlíku: 27. 4. 1999 3M + 5F (1 M coll. JMM, ič. 6060).

6961: **Hostim**, lesní tůň 700 m ZSZ hájovny Kyničky: 15. 4. 1999 2M (A. Ruxová in litt.). **Hostim**, rybník Valíšek: před rokem 1997 (J. Krejčí in litt.); 18. 8. 2009 desítky lar (P. Peřínková in NDOP 2016). **Hostim**, tůňka 800 m nad rybníkem Valíšek: 12. 5. 1999 1M + 2F (2 coll. JMM, ič. 6057, 6058); později zaplaveno retenční nádrží: 9. 6. 2009 2 lar; 5. 8. 2009 2 lar.

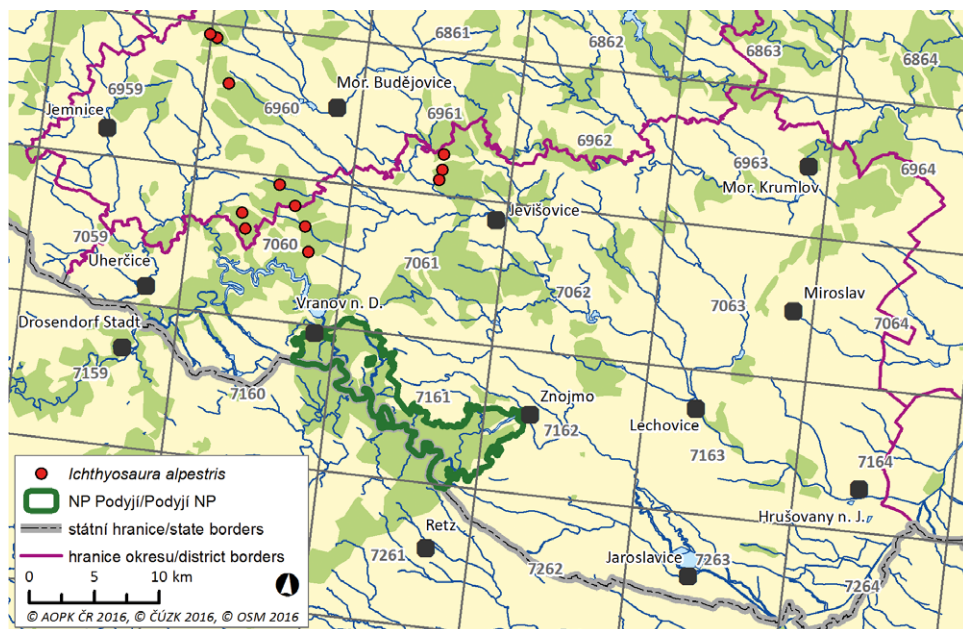
7060: **Dešov**, lesní tůň U zabitého 600 m SV vrcholu Suchá hora: 7. 6. 2014 1M + 1F; 18. 8. 2014 desítky lar; 29. 8. 2014 stovky lar + metamorf. **Dešov**, rybník Šanderka: 27. 5. 2010 1M + 4F;

18. 8. 2014 1M. **Nové Syrovice**, rybník Dědek, louže u přítoku: 4. 5. 1999 1M (coll. JMM, ič. 6059). **Nové Syrovice**, strouhy v lese cca 700 m SZ dvora Augustov: 18. 4. 2008 1M. **Zálesí**, louže v nivě Doubravky pod rybníkem Vyrazil: 8. 5. 2000 1F; 22. 4. 2010 1M + 2F. **Zálesí**, pramen s rašeliníkem 1 km V obce: 10. 4. 2007 3M + 1F; 18. 4. 2008 4F; 22. 4. 2010 1M; 3. 4. 2014 5M + 1F.

Čolek horský se ve studované oblasti vyskytuje pouze na jejím západním okraji. V přehledu uvádíme 22 nálezů na 12 lokalitách (obr. 15). Ve všech případech lze na lokalitách předpokládat rozmnožování, i když potvrzeno pozorováním larev bylo pouze na třech z nich.

Historicky nebyl tento druh z oblasti uváděn (ADOLPH 1922, MIKÁTOVÁ et al. 1989, MORAVEC 1994). Nejbližší lokality byly známy z mapovacího pole 6859, lokalita Meziříčko, severozápadně navazující na studované území (MIKÁTOVÁ et al. 1989). Na území Rakouska jsou nejbližší nálezy známy z Waldviertelu, v pramenné oblasti Rakouské Dyje západně od studovaného území a kolem přítoku řeky Kamp jihozápadně od studovaného území, ve vzdálenosti cca 25 km (CABELA et al. 1997, 2001).

První zmínka o možném výskytu čolka horského uvnitř studovaného území uvedená v nepublikované výzkumné zprávě z NP Podyjí (KOTLIK & ŠŮLOVÁ 1994) byla zpochybněna (REITER & HANÁK 2000). Přítomnost druhu v prostoru NP Podyjí nebyla ani později potvrzena a považujeme ji nadále za nepravděpodobnou. Zaznamenaný nebyl ani při podrobném průzkumu NP Thayatal a jeho blízkého okolí (WARINGER-



Obr. 15. Mapka rozšíření čolka horského (*Ichthyosaura alpestris*) ve studovaném území.
Fig. 15. Distribution map of the Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) in the studied area.



Obr. 16. Samec čolka horského (*Ichthyosaura alpestris*) z prameniště 1 km V od obce Zálesí, které leží na jihovýchodním okraji areálu výskytu na jižním úpatí Českomoravské vysočiny (3. 4. 2014).
 Fig. 16. Male of Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) from spring area 1 km east of Zálesí village, which is situated on the south-eastern edge of the known area of the species occurrence on the southern slope of the Českomoravská vrchovina highlands (3rd April 2014).



Obr. 17. Rybník Šanderka na Bítovském potoce – lokalita výskytu čolka horského (*Ichthyosaura alpestris*), čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) i hybridní populace velkých čolků (duben 2011).
 Fig. 17. Šanderka fishpond on the Bítovský potok – locality of occurrence the Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*), Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) and Crested Newts hybrids (April 2011).

-LÖSCHENKOHL et al. 2010). REITER & HANÁK (2000) bez faunistických detailů zmiňují výskyt v okolí Zálesí (obr. 16), Nových Syrovic a Hostimi. Podrobnosti k těmto nálezům poprvé uvádíme zde (viz přehled nálezů). REITER (2002) zmiňuje též nejstarší sbírkový doklad druhu ve studovaném území, který se nachází ve sbírce MZM (Rozkoš, 29. 4. 1993, lgt. Prášek, 1F, ič. 3710). O tyto nálezy se opírá REITER (2001, 2002) při hodnocení biogeografických souvislostí jihozápadní Moravy. Konstatuje výskyt čolka horského v pramenných oblastech Jevišovky a Rokytne, přičemž severněji ležící oblast zdrojnic Rokytne bezprostředně navazuje na souvislý areál výskytu směrem do centra Českomoravské vrchoviny (MIKÁTOVÁ et al. 1989, MORAVEC 1994). Výskyt v pramenné oblasti Jevišovky, v komplexu Syrovických lesů, konkrétně v PP U Lusthausu zmiňují bez podrobností k nálezům také ČECH et al. (2002). Teprve naše nálezy z let 2010 a 2014 potvrdily přítomnost druhu i v povodí Dyje, konkrétně jejího přítoku Bítovského potoka, který ústí z levého břehu do Vranovské údolní nádrže (rybník Šanderka, viz obr. 17). Nálezy v blízkosti Vranovské údolní nádrže zároveň posouvají známou hranici výskytu druhu na úpatí Českomoravské vrchoviny asi o 20 km jihovýchodním směrem od dříve publikované okrajové lokality u Meziříčka (MIKÁTOVÁ et al. 1989).



Obr. 18. Čerstvě vybudovaná tůň U zabitého v k. ú. Dešov, místo úspěšného a početného rozmnožování čolka horského (*Ichthyosaura alpestris*) (duben 2014).
Fig. 18. Newly developed pool U zabitého near Dešov village, known as a massive breeding site for the Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) (April 2014).

Z hlediska nadmořské výšky nepatří lokality zjištěné na Znojemsku k nijak extrémním (cf. MORAVEC 1994), nejnižše položený je rybník Valíšek (385 m n. m.), ostatní lokality leží v rozmezí 400 a 550 m n. m. Přestože jsou i dále na východ kolem zaříznutých údolí Rokytné, Nedveky, Jevišovky i Dyje přítomné rozsáhlejší lesní celky, čolek horský do nich dle našich zjištění neproniká. Důvodem může být relativně teplé klima Jevišovického bioregionu (CULEK 1996), které zřejmě je pro rozšíření tohoto druhu limitující (MORAVEC 1994). Z hlediska biotopů se většina námi dokumentovaných lokalit výskytu čolka horského nachází v rozsáhlejších lesních celcích s výrazným podílem jehličnatých dřevin. Čolci zde obývají jak menší rybníky (6 lokalit), tak i bezodtoké tůně (2), mokřiny v nivě potoků (3) a prameniště (1). Výjimkou je lokalita U zabitého (obr. 18), kde došlo k úspěšnému rozmnožení čolků horských v čerstvě vybudované lesní tůni obklopené porosty charakteru dubohabřin a doubrav.

Čolek obecný – *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758)

Přehled nálezů:

6960: **Budkov**, Sedlecký rybník: 27. 4. 1999 1M + 2F. **Domamil**, Partyzánský rybník: 27. 4. 1999 1F. **Domamil**, rybníček u Okrouhliku: 27. 4. 1999 1M + 1F. **Domamil**, rybník 800 m V kostela: 27. 4. 1999 1F. **Domamil**, rybník Opička: 27. 4. 1999 8M + 4F + 1sad; 19. 7. 2002 desítky lar.
 6961: **Hostim**, lesní tůň 700 m ZSZ hájovny Kyničky: 15. 4. 1999 4M + 3F (A. Ruxová in litt.); 28. 4. 1999 47M + 25F; 18. 5. 1999 2M; 10. 4. 2008 desítky ad; 7. 5. 2008 desítky ad; 30. 5. 2008 2M + 1F; 5. 7. 2008 stovky lar; 28. 4. 2009 3M + 2F; 9. 6. 2009 2F + 5 lar; 6. 6. 2011 více lar; 2. 4. 2014 24M + 6F; 26. 4. 2016 1M + 2F; 30. 6. 2016 stovky lar. **Hostim**, lesní tůň 900 m SZ hájovny Kyničky: 6. 8. 1998 2 lar; 15. 4. 1999 1F (A. Ruxová in litt.); 28. 4. 1999 2M + 3F; 3. 4. 2008 2M + 1F; 10. 4. 2008 3M + 5F; 7. 5. 2008 2F; 23. 4. 2009 desítky ad (P. Peřínková in NDOP 2016); 28. 4. 2009 1F; 18. 8. 2009 stovky lar (P. Peřínková in NDOP 2016); 26. 4. 2016 1F; 30. 6. 2016 desítky lar. **Hostim**, Lišný rybník: 5. 8. 2009 1 lar. **Hostim**, pískovna na Prášenici: 15. 4. 1999 1M (A. Ruxová in litt.); 30. 4. 1999 1F. **Hostim**, rybník Valíšek: 23. 4. 2009 desítky ad (P. Peřínková in NDOP 2016). **Hostim**, tůňka 800 m nad rybníkem Valíšek: 12. 5. 1999 6M + 1F; později zaplaveno retenční nádrží: 9. 6. 2009 10 lar; 5. 8. 2009 5 lar. **Ohrazenice**, rybník U Huberta 1,4 km SSZ hájovny Kyničky: 28. 4. 1999 1M + 4F. **Radkovic u Hrotovic**, rybník Cihelna: 4. 8. 1998 1 lar; 15. 4. 1999 4M (A. Ruxová in litt.). **Rozkoš**, rybníček na Z okraji obce: 20. 6. 2011 2 lar. **Rozkoš**, rybníček u polesí: 28. 4. 1999 1M + 1F; 23. 4. 2009 desítky ad (P. Peřínková in NDOP 2016).
 6962: **Horní Kounice**, Jezero u cihelny: 15. 4. 1998 1M + 1F; 23. 6. 2005 1F; 12. 4. 2007 1M + 1F; 30. 4. 2013 2M. **Horní Kounice**, Valovo jezero: 15. 4. 1998 2M + 1F; 21. 4. 1999 3M + 3F; 26. 4. 2001 5M + 3F; 23. 6. 2005 1F + stovky lar; 29. 6. 2006 stovky lar; 12. 4. 2007 1M + 3F; 23. 4. 2008 2M + 2F; 7. 5. 2008 5 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 10. 7. 2008 20 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 90 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 9. 4. 2009 desítky ad (P. Peřínková in NDOP 2016); 23. 4. 2009 17M + 14F (P. Koutný in NDOP 2016); 9. 7. 2009 2 lar; 14. 8. 2009 10 lar (P. Koutný, S. Koukal in NDOP 2016); 6. 4. 2010 2M + 3F; 16. 4. 2010 2M + 1F (P. Koutný in NDOP 2016); 29. 4. 2013 3F; 30. 4. 2013 10M; 4. 7. 2013 1F + 1 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 1. 7. 2015 4 lar (S. Koukal in NDOP 2016); 23. 7. 2015 3 lar (P. Koutný in NDOP 2016). **Litovany**, Kašparův mlýn, opuštěný meandr: 12. 4. 2007 1M. **Slatina**, okraj lesa cca 1,5 km JV kaple, zaplavené okopy: 23. 4. 1998 2M + 2F.
 6963: **Čermákovice**, retenční nádrž: 27. 4. 2013 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 29. 4. 2013 5M; 30. 4. 2013 7M + 2F; 1. 5. 2013 4M + 3F (A. Krása in NDOP 2016). **Džbánice**, tůň na V okraji obce: 19. 3. 2011 1M (A. Krása in NDOP 2016); 2. 5. 2011 1F (A. Krása in NDOP 2016); 27. 4. 2013 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Horní Dubňany**, rybník na Tulešickém potoce: 20. 4. 2014 1F (K. Rozinek in NDOP 2016). **Jamolice**, Hájky, tůň u vysilače: 25. 4. 2009 desítky ad; 9. 7. 2009 10 lar; 27. 4. 2013 1M + 5F (A. Krása in NDOP 2016); 1. 5. 2013 4M + 3F (A. Krása in NDOP 2016); 4. 5. 2013 1M + 4F; 2. 4. 2014 6M + 3F. **Jamolice**, Kalíšky, rybník: 1. 4. 1993

– 31. 8. 1995 jedinci (HOMOLKA 1998); 21. 4. 2014 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Lesonice**, koupaliště: 20. 4. 2014 5M + 3F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, Rakšické louky, V část: 2010 5 lar (P. Dřevojan et al. in NDOP 2016); 27. 4. 2013 6F (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 1M (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, Rakšické louky, Z část: 7. 9. 2007 desítky lar; 13. 6. 2008 desítky lar; 2010 více lar (P. Dřevojan et al. in NDOP 2016); 18. 8. 2011 1M; 20. 5. 2012 1M (A. Krása in NDOP 2016); 27. 4. 2013 6M (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Polánka**, tůň na J okraji obce: 27. 4. 2013 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Trstěnice**, Pustý zámek, dolní rybníček: 23. 4. 2009 1M + 1F (P. Koutný in NDOP 2016); 30. 4. 2013 15M + 2F. **Trstěnice**, Pustý zámek, horní rybníček: 1. 5. 2013 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016). 6964: **Loděnice**, tůň 400 m SV od obce: 6. 7. 2009 1 ad + 10 lar (A. Krása in NDOP 2016); 28. 3. 2010 2F (A. Krása in NDOP 2016); 9. 7. 2011 5 lar (A. Krása in NDOP 2016); 5. 4. 2014 1F (A. Krása in NDOP 2016); 4. 5. 2014 1F (A. Krása in NDOP 2016); 24. 5. 2014 1F (A. Krása in NDOP 2016); 13. 7. 2014 10 lar (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, lesní tůň 2,7 km V hájovny Hubertus: 10. 6. 1999 1F + více lar; 18. 5. 2011 1F; 3. 4. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, mokřad na Dlouhé louce 1,7 km SVV hájovny Hubertus: 12. 4. 2015 6M + 26F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, protržený rybník 2,9 km V hájovny Hubertus: 18. 5. 2011 desítky ad. **Moravský Krumlov**, obora, rybníček u hájovny Hubertus: 16. 7. 1998 desítky lar; 30. 5. 1998 1 ad; 9. 6. 1999 desítky lar; 13. 6. 2008 10 lar; 18. 5. 2011 3M + 2F; 12. 4. 2015 4M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 26. 7. 2015 8 metamorf (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň 750 m JJV hájovny Stavení: 28. 3. 2009 3 ad (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň 800 m SV železniční stanice Rakšice: 11. 6. 1999 2M + 1F + více lar. **Moravský Krumlov**, obora, tůň u Dlouhé louky 1,7 km SV hájovny Hubertus: 3. 4. 2015 2M (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 1M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1M + 2F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň v průseku 400 m JV od hájovny Hubertus: 3. 4. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 4M + 7F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 2M + 5F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň na Sářkově louce 1,7 km JJV hájovny Hubertus: 19. 5. 2011 15M + 3F; 7. 6. 2011 1M + 1F + více lar (A. Krása in NDOP 2016); 10. 7. 2011 20 lar (A. Krása in NDOP 2016); 6. 4. 2014 18M + 16F (A. Krása in NDOP 2016); 24. 5. 2014 10 lar (A. Krása in NDOP 2016); 3. 4. 2015 2M + 4F (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 9M + 16F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 2F + 1 lar (A. Krása in NDOP 2016); 26. 7. 2015 6 metamorf (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň u Kulatého palouku 2,1 km V hájovny Hubertus: 10. 6. 1999 1F; 11. 4. 2009 5M + 5F (A. Krása in NDOP 2016); 17. 5. 2011 2M + 4F; 12. 4. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň v lese 700m JV hájovny Hubertus: 12. 4. 2015 6M + 1F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 1F (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, obora, tůň v S části 900 m ZSZ hájovny Stavení: 18. 5. 2011 6M; 31. 5. 2014 2F (A. Krása in NDOP 2016); 3. 4. 2015 4F (A. Krása in NDOP 2016); 12. 4. 2015 5M + 9F (A. Krása in NDOP 2016); 15. 5. 2015 1M + 10F + 3 ad (A. Krása in NDOP 2016); 30. 5. 2015 2M + 3F (A. Krása in NDOP 2016); 26. 7. 2015 13 lar (A. Krása in NDOP 2016). **Moravský Krumlov**, tůň 150 m V Vlčkovy hájenky: 6. 4. 2014 1M (A. Krása in NDOP 2016). 7059: **Bačkovice**, rybník 800 m Z obce: 16. 8. 1999 2 lar (A. Ruxová in litt.). **Bačkovice**, tůň pod hrází rybníka 800 m Z obce: 15. 4. 1999 1M + 2F; 2. 5. 1999 3M + 7F. **Dančovice**, tůň v lomu 200 m V obce: 15. 4. 1999 1M. **Korolupy**, tůň nad rybníkem: 17. 6. 2009 1 lar; 1. 5. 2014 1 ad (R. Musilová et al. in NDOP 2016). **Lubnice**, slepá ramena Želetavky 700 m Z školy: 19. 4. 1999 2M; 7. 5. 2008 1M. **Police**, rybníčky SZ obce: 24. 4. 1999 20M + 13F; 16. 8. 1999 desítky lar (A. Ruxová in litt.). **Uherčice**, PP Uherčická louka: 19. 4. 1999 1M. 7060: **Ctidružice**, Horní les, zaniklý rybníček, 3 km JZ obce: 11. 5. 1999 5F. **Dešov**, Nový rybník: 30. 6. 1999 více lar (A. Ruxová in litt.); 13. 5. 2010 1F. **Dešov**, rybníček v lese 1,5 km JZ dvora Augustov: 13. 5. 2010 1M + 2F. **Dešov**, rybník Šanderka: 11. 5. 1999 2M + 15F; 22. 4. 2010 2M; 13. 5. 2010 1F; 27. 5. 2010 1F; 18. 8. 2014 1 lar. **Chvalatice**, lesní tůň 300 m S PR Růžový vrch: 16. 7. 2012 desítky lar; 2. 4. 2014 2M + 1F; 3. 4. 2014 2M. **Korolupy**, Jedliny, rybníček 3,6 km JV

kostela: 24. 4. 2015 1M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Lančov**, rybníček 600 m J Lančovského dvora: 17. 6. 2003 desítky lar; 25. 9. 2009 1 lar; 22. 4. 2010 1F; 27. 5. 2010 1M; 21. 3. 2015 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Lančov**, tůň 200 m S Lančovského dvora: 27. 5. 2010 1M; 25. 4. 2015 7M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Nové Syrovce**, pískovna v lese cca 700 m SZ dvora Augustov: 18. 4. 2008 1M. **Nové Syrovce**, rybník Dědek: 4. 5. 1999 2M + 1F; 22. 6. 2010 3 lar. **Vysočany**, lůmek v polích 800 m Z obce: 22. 4. 2010 1M + 2F. **Zálesí**, louže v nivě Doubravky pod rybníkem Vrazil: 8. 5. 2000 1M. **Zálesí**, pramen s rašelínkem 1 km V obce: 18. 4. 2008 1M, 22. 4. 2010 1M. **Zblovce**, rybník Podošná: 11. 5. 1999 1M + 1F. **Zblovce**, tůň v lomu: 21. 5. 1996 3 ad; 10. 4. 1997 10 ad; 29. 4. 1997 9M + 8F; 17. 3. 1998 1M; 23. 4. 1998 50 ad.

7061: **Bojanovice**, rybník Jankovec: 24. 7. 2005 10 lar; 29. 4. 2008 8F; 14. 4. 2009 10 ad; 28. 4. 2009 10 ad; 16. 6. 2009 stovky lar; 14. 4. 2014 1F; 24. 4. 2014 1F (K. Rozínek in NDOP 2016); 18. 5. 2015 2M + 3F; 23. 7. 2015 3 lar; 4. 8. 2015 desítky lar. **Bojanovice**, rybník Peleš: 29. 4. 2008 2M + 1F; 11. 6. 2008 3 lar; 14. 4. 2009 10 ad; 16. 6. 2009 10 lar; 16. 4. 2015 1M; 18. 5. 2015 2M + 2F; 16. 6. 2015 1M; 23. 7. 2015 5 lar. **Bojanovice**, rybník Veský: 27. 4. 1983 více ad (V. Hanák in litt.); 14. 4. 2009 10 ad. **Boskovštejn**, tůň nad rybníkem: 28. 4. 2009 1M. **Čížov**, rybník Protržený: 12. 8. 2009 5 lar; 7. 5. 2013 5M; 29. 6. 2015 5 lar. **Grešlové Mýto**, rybník Mírovec: 5. 4. 2014 2M + 5F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Jevišovice**, louže v nivě Stanůvky 200 m nad ústím: 3. 8. 2009 10 lar. **Jevišovice**, tůň na okraji lesa 2,1 km JZ kostela: 28. 4. 1999 32M + 27F; 28. 4. 1999 12M + 8F; 18. 5. 1999 28M + 35F; 30. 5. 2008 1M + 2 lar; 16. 6. 2009 10 lar; 26. 4. 2012 desítky ad; 27. 4. 2012 2M + 1F; 5. 8. 2013 desítky lar; 14. 4. 2014 1M; 15. 4. 2014 1M; 22. 6. 2016 desítky lar (R. Kabelka in NDOP 2016); 27. 6. 2016 desítky lar. **Jevišovice**, tůň v obci: 28. 4. 1999 1M + 3F; 13. 4. 2014 1F. **Kravsko**, rybníček pod vrchem Tvarůžek: 7. 7. 2016 stovky lar + metamorf. **Kravsko**, tůň nad rybníkem: 17. 6. 2009 2 lar. **Lesná**, rybník Pod Lesnou: 4. 4. 2016 2M. **Olbramkostel**, PP Čekál: 23. 4. 1998 8M + 3F; 10. 4. 2008 desítky ad; 24. 4. 2008 4F; 26. 5. 2008 2M + 5F; 11. 6. 2008 2F + desítky lar; 19. 6. 2008 více lar (P. Koutný in NDOP 2016); 24. 6. 2008 desítky lar; 25. 7. 2008 52 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 12. 8. 2008 3 lar; 17. 7. 2009 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 1 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 26. 4. 2010 6M + 1F; 27. 4. 2010 3M; 28. 4. 2012 5M + 4F; 16. 7. 2012 2 metamorf; 10. 5. 2013 7M; 5. 8. 2013 lar; 5. 4. 2014 12M + 9F (K. Rozínek in NDOP 2016); 14. 4. 2014 1M + 2F; 3. 5. 2014 3M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016); 13. 4. 2015 3M + 1F; 18. 5. 2015 10 ad; 17. 6. 2015 10 lar; 13. 4. 2016 13 ad; 22. 4. 2016 2M; 31. 5. 2016 1F. **Olbramkostel**, rybník Vlašňov: 24. 7. 2005 2 lar. **Onšov**, tůň pod silnicí Lesná – Vranov 800 m VSV kaple: 31. 3. 1998 2M (REITER & HANÁK 2000); 17. 8. 2000 desítky lar; 18. 8. 2001 5 lar; 10. 6. 2005 20F; 16. 7. 2005 desítky lar; 21. 5. 2007 1M + 1F; 18. 7. 2008 20 lar (V. Zavadil in NDOP 2016); 28. 4. 2009 10 ad; 28. 6. 2012 10 lar; 16. 7. 2012 7 lar; 17. 8. 2012 2 lar; 14. 6. 2013 desítky lar; 18. 8. 2014 4 lar; 17. 3. 2015 3M + 2 ad; 26. 3. 2015 1M + 1F; 29. 6. 2015 desítky lar; 21. 4. 2016 1M + 1F; 7. 7. 2016 desítky lar; 16. 8. 2016 10 lar + metamorf. **Pavlice**, rybník U hrušky: 30. 4. 1999 1M + 1F; 23. 4. 2009 1M + 1F. **Šumná**, Nový rybník: 5. 4. 2014 17M + 4F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Šumná**, rybník Vlčkov: 11. 6. 2008 1 lar. **Šumná**, tůň 1,8 km SV kostela: 15. 8. 2013 6 lar; 3. 4. 2014 2M + 1F. **Vranovská Ves**, Hostěrádky, rybník: 28. 4. 1999 1F. **Žerůtky**, PP Lom u Žerůtek: 31. 3. 1998 5M + 7F; 14. 4. 1998 desítky ad; 21. 4. 1998 desítky ad; 23. 4. 1998 desítky ad; 27. 5. 1998 2F; 20. 4. 1999 desítky ad; 28. 4. 2005 3M + 2F; 26. 5. 2008 2F; 11. 6. 2008 desítky lar; 19. 6. 2008 1 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 80 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 21. 4. 2009 5M + 5F; 28. 4. 2009 10 ad; 9. 6. 2009 10 lar; 17. 7. 2009 37 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 2 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 26. 4. 2010 6M + 1F; 26. 3. 2011 1F (P. Koutný in NDOP 2016); 5. 8. 2013 desítky lar; 16. 4. 2015 8M + 7F; 13. 4. 2016 1M + 4F; 31. 5. 2016 2 lar; 30. 6. 2016 stovky lar + metamorf.

7062: **Bojanovice**, PP U Huberta: 16. 4. 2007 1F; 7. 4. 2009 4M + 2F (P. Koutný in NDOP 2016); 14. 4. 2009 1M + 1F; 28. 4. 2009 2M; 9. 6. 2009 10 lar; 23. 4. 2013 4M + 7F (K. Rozínek in NDOP 2016); 9. 5. 2013 1M; 18. 5. 2013 3M + 2F (K. Rozínek in NDOP 2016); 15. 8. 2013 5 lar; 23. 7. 2015 desítky lar; 4. 8. 2015 1 lar. **Hluboké Mašůvky**, lesní tůň 500 m J PP U Huberta: 10. 5. 2013 3M + 1F; 5. 8. 2013 lar; 4. 8. 2015 desítky lar. **Hluboké Mašůvky**, tůň v lůmku 1,5 km S kostela: 9. 6. 2009 10 lar; 3. 8. 2009 10 lar; 10. 5. 2013 5M + 1F; 27. 6. 2016 desítky lar. **Kyjovice**, tůň v lese 500 m Z archeologického naleziště: 14. 5. 1997 20 ad. **Mikulovice**, lesní tůň 1,7 km V kostela:

15. 4. 1998 1M; 9. 7. 2009 100 lar; 27. 4. 2010 75M + 23F; 27. 6. 2016 desítky lar. **Mikulovice**, PP Mikulovické jezero: 22. 8. 2007 více lar; 23. 4. 2008 1F; 23. 4. 2013 2M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Tvořihráz**, les Ruda, napajedlo zvěře: 22. 4. 2008 2M + 4F. **Vevčice**, lesní tůň na Záповědi 1,3 km Z kaple v obci: 11. 5. 1999 32M + 28F; 16. 4. 2007 1M + 1F; 28. 4. 2009 100 ad; 16. 6. 2009 lar; 27. 4. 2010 25M + 13F; 9. 5. 2013 1M (P. Koutný in NDOP 2016); 5. 8. 2013 stovky lar. **Výrovice**, Jevišovka pod údolní nádrží Výrovice: 16. 4. 1993 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016).

7063: **Hostěradice**, lom, horní etáž: 16. 4. 2009 3M + 3F; 2. 6. 2010 1M; 28. 6. 2010 desítky lar; 27. 6. 2016 2 lar. **Hostěradice**, PP Oleksovická mokřina, tůň v S části: 23. 4. 1999 2F; 20. 3. 2000 1M + 4 sad; 10. 6. 2003 desítky lar; 18. 5. 2013 7M + 2F (K. Rozínek in NDOP 2016); 16. 4. 2009 2M + 2F. **Hostěradice**, Stříbrný vrch, lůmek: 16. 4. 2009 2M + 3F. **Oleksovice**, PP Oleksovická mokřina, tůň ve střední části: 8. 6. 2000 5 lar; 26. 4. 2001 2M; 2. 7. 2001 10 lar; 10. 6. 2003 stovky lar. **Trstěnice**, rybníček nad kempem: 22. 4. 2013 2F (K. Rozínek in NDOP 2016).

7064: **Miroslav**, Miroslavský rybník: 8. 5. 2008 2F.

7159: **Stálky**, lesní tůň 2,3 km SZ kostela: 29. 4. 2003 2M + 2F; 25. 4. 2008 2M + 2F.

7160: **Podmyče**, rybník Jejkal dolní: 20. 5. 2007 1 lar; 13. 5. 2010 3F; 17. 7. 2013 5 lar. **Podmyče**, rybník Jejkal horní: 17. 4. 1996 1F; 17. 4. 2004 1M + 2F; 14. 6. 2013 stovky lar; 17. 7. 2013 desítky lar; 21. 3. 2015 2M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016); 24. 4. 2015 3M + 4F (K. Rozínek in NDOP 2016); 25. 4. 2015 8M + 13F (K. Rozínek in NDOP 2016); 16. 6. 2016 10 lar. **Podmyče**, rybník na Junáckém potoce SV obce: 14. 5. 2009 3M + 1F (P. Koutný in NDOP 2016). **Starý Petřín**, rybníček na Petřinském potoce 300 m S kostela: 25. 4. 2015 2F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Šafov**, Podvesný rybník, menší rybníček: 17. 6. 2009 1 lar. **Šafov**, tůň pod Celnickým rybníkem: 21. 3. 2015 2F (K. Rozínek in NDOP 2016); 24. 5. 2015 3M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Vranov nad Dyjí**, Braitava, tůň u studny: 17. 4. 1996 1M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 28. 3. 1997 1M (REITER & HANÁK 2000); 1. 4. 1998 3M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 21. 4. 1998 10M + 8F (REITER & HANÁK 2000); 1. 5. 1998 10 ad (REITER & HANÁK 2000); 13. 4. 1999 10M + 17F (REITER & HANÁK 2000); 28. 3. 2000 2F (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 3M + 5F (REITER & HANÁK 2000); 21. 4. 2011 2M; 28. 6. 2012 5 lar; 17. 7. 2013 desítky lar; 16. 6. 2015 desítky lar. **Vranov nad Dyjí**, Braitava, tůň za rotou: 28. 3. 2000 1F + 1 sad (REITER & HANÁK 2000); 7. 5. 2013 3M + 2F; 18. 6. 2015 stovky lar; 16. 6. 2016 1 lar. **Vranov nad Dyjí**, lom 1 km V Podmyči: 2. 4. 2009 1M; 23. 4. 2009 desítky ad; 20. 6. 2009 3 lar; 24. 4. 2010 2M + 3F; 27. 5. 2010 5M + 3F; 28. 6. 2012 1F + desítky lar; 17. 8. 2012 desítky lar; 14. 6. 2013 1F + stovky lar; 17. 7. 2013 desítky lar; 18. 8. 2014 desítky lar; 24. 4. 2015 1M + 1F; 18. 6. 2015 2F; 22. 4. 2016 12M + 9F; 31. 5. 2016 1F. **Vranov nad Dyjí**, prameniště 2 km J zámku: 9. 5. 2000 5M + 3F (REITER & HANÁK 2000). **Vranov nad Dyjí**, tůň v louce pod Jejkaly: 31. 5. 2000 1M (REITER & HANÁK 2000); 29. 8. 2014 5 lar; 18. 6. 2015 5 lar.

7161: **Bezkov**, rybník Z obce: 21. 4. 2009 2 lar. **Citonice**, rybník Skalka: 19. 8. 1997 desítky lar; 7. 4. 1998 desítky ad; 8. 4. 1998 desítky ad; 14. 4. 1998 10M + 8F; 20. 4. 1999 1F; 19. 6. 2008 1 ad (S. Koukal in NDOP 2016); 25. 7. 2008 1 lar (S. Koukal in NDOP 2016); 17. 7. 2009 6 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 2 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 2010 13 ad (K. Rozínek in NDOP 2016); 6. 4. 2014 2F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Citonice**, tůň nad EVL Skalka: 13. 4. 2016 1F; 27. 6. 2016 desítky lar. **Čížov**, Klaperův potok pod výpustí Čížovského lesního rybníka: 30. 5. 2000 15 ad (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, lesní tůň 300 m Z Lusthausu: 28. 3. 2000 3M (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 3M + 2F (REITER & HANÁK 2000). **Čížov**, lesní tůň SZ Lusthausu: 14. 6. 2013 1 lar; 21. 4. 2016 1F. **Čížov**, nádrž na myslivně: 27. 5. 2007 1F; 29. 4. 2013 2M. **Čížov**, prameniště v poli 500 m Z obce: 26. 4. 2009 1F (L. Reiterová in litt.). **Čížov**, rybník Čížovský lesní: 17. 4. 2005 desítky ad; 7. 5. 2005 1M + 2F; 10. 5. 2007 více ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 4. 2008 5M + 3F; 13. 5. 2008 4 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 18. 7. 2008 6 lar (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 7. 2008 2 lar (V. Zavadil in NDOP 2016); 25. 4. 2010 5M + 6F; 27. 5. 2011 1F; 16. 4. 2013 1M; 3. 4. 2014 1M; 6. 4. 2014 7M + 12F (K. Rozínek in NDOP 2016); 7. 5. 2014 1M + 1F; 18. 8. 2014 desítky lar; 22. 4. 2015 1M; 28. 4. 2015 5M + 3F; 29. 6. 2015 stovky lar; 29. 3. 2016 1M + 1F; 31. 3. 2016 1F; 4. 4. 2016 2M; 22. 4. 2016 1M + 1F; 24. 6. 2016 2M + 1F + 5 lar; 7. 7. 2016 5 lar; 16. 8. 2016 5 metamorf. **Čížov**, rybník Čížovský malý: 17. 4. 1996 1M (REITER & HANÁK 2000); 26. 5. 2010 2M + 2F; 29. 4. 2013 1M. **Čížov**, ryb-

ník Čížovský nový (Dehták): 3. 4. 1992 6M + 14F (REITER & HANÁK 2000); 22. 4. 1993 1M (REITER & HANÁK 2000); 17. 4. 1996 2M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 23. 4. 1996 1M (REITER & HANÁK 2000); 17. 5. 1996 více ad (REITER & HANÁK 2000); 4. 4. 2005 1M. **Čížov**, silnice Horní Břečkov – Čížov v údolí Klapérova potoka: 28. 3. 2005 1M + 1F. **Čížov**, tůň pod Trávníčkovým kopcem 700 m JV obce: 20. 4. 2003 1M; 7. 5. 2013 1M. **Čížov**, tůň u Klapérova potoka pod silnicí Čížov – Horní Břečkov: 2. 4. 2009 1M + 1F; 25. 6. 2009 3 lar; 26. 4. 2010 35 ad; 28. 4. 2012 2M; 28. 6. 2012 více lar; 17. 8. 2012 2 metamorf; 14. 6. 2013 1M + 5 lar; 5. 8. 2013 10 lar; 7. 5. 2014 3M + 4F; 21. 5. 2014 5F + 2 sad; 18. 8. 2014 desítky lar; 24. 4. 2015 3M + 3F; 20. 5. 2015 1M + 3F; 29. 6. 2015 2M + 3 lar; 21. 4. 2016 1M + 4F; 24. 5. 2016 1M + 2F. **Havraníky**, mokřad U Rumcajse 2 km SZ kostela: 28. 3. 1998 6M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 18. 5. 1999 1M (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 1M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 12. 6. 2013 desítky lar; 26. 6. 2015 10 lar; 22. 6. 2016 5 lar. **Hnanice**, rybníček na Daniži 1,2 km ZSZ kostela: 20. 5. 2010 2F; 24. 4. 2013 2M + 2F; 26. 6. 2015 1 lar. **Horní Břečkov**, rybník Březinka: 12. 4. 1999 10M + 15F (REITER & HANÁK 2000). **Lukov**, koupaliště, později mokřad: 2. 5. 1996 10 ad (REITER & HANÁK 2000); 17. 6. 2013 2 lar. **Lukov**, mokřad nad silnicí do Nové Vsi: 29. 6. 2015 3 lar. **Lukov**, tůň na Pyramidě 1,7 km SZ obce: 15. 4. 2013 2M; 29. 4. 2013 25M + 18F; 5. 8. 2013 stovky lar; 18. 3. 2014 10M + 7F; 26. 4. 2014 desítky ad; 28. 4. 2015 42M + 10F; 29. 6. 2015 desítky lar; 29. 3. 2016 2F. **Mašovice**, PP Mašovický lom, tůň: 31. 3. 1998 3M (REITER & HANÁK 2000); 7. 4. 1998 100 ad (REITER & HANÁK 2000); 14. 4. 1998 100 ad (REITER & HANÁK 2000); 29. 6. 2000 4 lar (REITER & HANÁK 2000); 4. 8. 2000 10 lar; 4. 4. 2001 1F; 19. 4. 2003 2M + 3F; 10. 5. 2007 více ad. (V. Zavadil in NDOP 2016); 2. 4. 2008 1M + 1F; 2. 5. 2008 1M (S. Koukal in NDOP 2016); 9. 5. 2008 2M + 1F; 7. 5. 2009 9 ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 5. 4. 2009 – 26. 8. 2009 více ad (V. Prášek in NDOP 2016); 5. 8. 2013 3 lar; 15. 4. 2016 1M; 27. 6. 2016 10 lar; 16. 8. 2016 stovky lar + metamorf. **Mašovice**, tůň na Mašovické stělnici: 28. 3. 1998 2M (REITER & HANÁK 2000); 16. 4. 1999 1M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 13. 6. 2000 1F (REITER & HANÁK 2000); 19. 4. 2003 1M + 1F; 17. 4. 2005 1F; 28. 4. 2005 2M + 2F; 9. 5. 2008 2F; 13. 8. 2009 10 lar; 30. 4. 2010 3M + 5F; 29. 4. 2013 1M; 12. 6. 2013 stovky lar; 15. 4. 2014 2F; 15. 4. 2015 1F; 25. 4. 2015 3M + 1F; 22. 6. 2015 desítky lar; 4. 8. 2015 6 lar; 15. 4. 2016 1F; 30. 5. 2016 1F. **Milčovice**, rybníček u silnice 500 m S obce: 6. 4. 2014 1M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Podmolí**, EVL Podmolí – strouha: 13. 4. 1999 16M + 22F (REITER & HANÁK 2000); 25. 4. 1999 50 ad (REITER & HANÁK 2000); 18. 5. 1999 3M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 24. 5. 1999 10M + 5F (REITER & HANÁK 2000); 17. 4. 2005 1M + 1F; 10. 5. 2007 více ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 12. 5. 2008 více ad (V. Zavadil in NDOP 2016); 7. 5. 2009 1M (V. Zavadil in NDOP 2016); 27. 4. 2010 1M; 29. 4. 2013 12M + 3F; 17. 6. 2013 1 lar; 15. 4. 2014 1M; 15. 4. 2015 2M + 1F; 22. 4. 2016 1M. **Podmolí**, rybník Pustý: 17. 4. 1996 1M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 25. 3. 1997 1M (REITER & HANÁK 2000); 2. 4. 1998 1M (REITER & HANÁK 2000); 3. 5. 1998 5M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 16. 4. 1999 1M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 6. 6. 2009 1M; 17. 6. 2013 desítky lar; 22. 6. 2015 1F + desítky lar; 22. 4. 2016 2M + 2F; 16. 6. 2016 desítky lar. **Podmolí**, tůň nad Pustým rybníkem: 17. 4. 1996 1F (REITER & HANÁK 2000). **Podmolí**, tůň u Lipinské cesty (Černá luža): 29. 3. 2000 2M (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 2M + 2F (REITER & HANÁK 2000); 4. 4. 2001 1F; 28. 4. 2007 1F; 10. 7. 2012 2 lar; 11. 4. 2013 2M + 1F; 17. 6. 2013 1M + desítky lar; 15. 4. 2015 6M + 5F; 20. 5. 2015 desítky lar; 16. 6. 2016 1M + desítky lar. **Podmolí**, tůň u Pustého rybníku: 27. 4. 2012 3M + 1F; 16. 7. 2012 desítky lar; 29. 4. 2013 18M + 4F; 17. 6. 2013 desítky lar; 6. 4. 2014 10M + 7F (K. Rozínek in NDOP 2016); 23. 4. 2014 3M + 2F (K. Rozínek in NDOP 2016); 3. 5. 2014 5M + 2F (K. Rozínek in NDOP 2016); 21. 5. 2014 10F; 18. 8. 2014 10 metamorf; 15. 4. 2015 2M + 2F; 22. 6. 2015 desítky lar; 24. 5. 2016 1M; 16. 6. 2016 2 lar. **Vranov nad Dyjí**, tůň na úpatí Ledových slují: 20. 3. 1995 1M (REITER & HANÁK 2000); 3. 4. 1995 1F (REITER & HANÁK 2000); 2. 5. 1996 10 ad (REITER & HANÁK 2000); 14. 6. 2013 desítky lar; 3. 4. 2014 4M + 3F; 29. 8. 2014 5 lar; 18. 6. 2015 1F; 22. 4. 2016 2M; 31. 5. 2016 2F. 7162: **Havraníky**, Hovorkova tůň: 20. 8. 1997 15 lar (REITER & HANÁK 2000); 18. 5. 1999 1M (REITER & HANÁK 2000); 24. 5. 1999 2M (REITER & HANÁK 2000); 23. 3. 2000 1 sad (REITER & HANÁK 2000); 26. 6. 2000 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 28. 6. 2001 3 lar; 14. 4. 2009 1F. **Havraníky**, rybník a tůň na SZ okraji: 9. 6. 1997 1 lar (M. Šandera in NDOP 2016); 25. 4. 1999 1M (REITER & HANÁK 2000); 7. 5. 2013 1M. **Načeratice**, bývalý rybník 500 m SV kostela: 21. 4. 1998 1M. **Popice**, lesní tůň 1,7 km SZ kostela: 9. 5. 2000 2M + 1F (REITER & HANÁK 2000); 24. 4. 2013 2M.

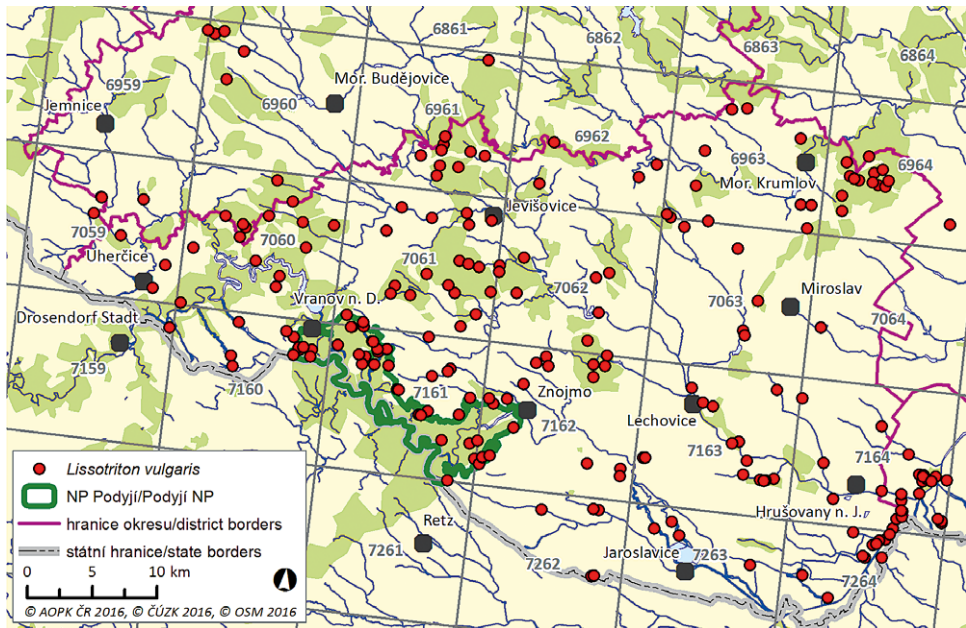
Popice, tůň JV rybníka za farou: 22. 4. 2013 4M + 2F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Popice**, tůň za Popickou kaplí: 9. 5. 2000 2M (REITER & HANÁK 2000); 10. 6. 2003 desítky lar; 5. 5. 2009 1M; 2. 5. 2013 1M; 9. 5. 2013 1M; 12. 6. 2013 5 lar; 20. 5. 2015 2F; 15. 4. 2016 2M; 13. 5. 2016 1M (Z. Starostová in litt.); 22. 6. 2016 15 lar; 16. 8. 2016 2 lar. **Přímětice**, PP Kaolínka: 3. 5. 1996 10 ad; 24. 3. 1997 desítky ad; 29. 4. 1997 9M + 8F; 21. 8. 1997 10 lar; 8. 4. 1998 10M + 3F; 15. 4. 1998 desítky ad; 20. 4. 1999 15 ad; 23. 4. 1999 30 ad; 18. 6. 2003 více lar; 22. 8. 2007 1 lar; 6. 5. 2008 3 ad; 21. 4. 2009 5M + 2F. **Sedlešovice**, lesní tůň na Kraví hoře: 29. 3. 2000 1F (REITER & HANÁK 2000); 9. 5. 2000 2M (REITER & HANÁK 2000); 27. 6. 2000 1 lar (REITER & HANÁK 2000); 14. 7. 2005 stovky lar; 12. 6. 2013 stovky lar; 29. 4. 2015 2M + 3F; 26. 6. 2015 stovky lar; 25. 4. 2016 2M + 1F; 30. 5. 2016 1F + více lar. **Suchohrdly**, tůň v lese 1,2 km SSV farmy Purkrábka: 9. 5. 2013 1M + 4F (P. Koutný in NDOP 2016); 10. 5. 2013 1M + 2F; 12. 4. 2015 desítky ad (A. Komendová in litt., foto). **Suchohrdly**, tůň v lese 500 m JJZ hráze Bohunického rybníka: 15. 4. 2014 5F; 23. 7. 2015 desítky lar. **Tasovice**, lom, tůň: 30. 4. 1997 8M + 2F; 20. 8. 1997 15 lar (V. Zavadil in litt.); 7. 4. 1998 desítky ad; 15. 4. 1998 desítky ad; 12. 5. 2008 6F (V. Zavadil in NDOP 2016); 19. 6. 2008 desítky lar; 19. 6. 2008 desítky lar (P. Koutný in NDOP 2016); 25. 7. 2008 49 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 16. 4. 2009 4M + 4F; 27. 4. 2009 25 ad; 17. 7. 2009 26 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 14. 8. 2009 2 lar (P. Koutný & S. Koukal in NDOP 2016); 4. 8. 2010 15 lar (P. Koutný in NDOP 2016); 26. 4. 2012 1M; 27. 4. 2012 1M + 1F; 5. 8. 2013 6 lar; 9. 4. 2015 5M + 8F; 1. 5. 2015 2M + 2F; 20. 5. 2015 1M + 2F; 25. 4. 2016 1M; 27. 6. 2016 2 lar. **Tasovice**, malé lůmky J lomu na Kraví hoře: 7. 4. 1998 1M (V. Zavadil in litt.); 18. 6. 2003 desítky lar; 23. 4. 2013 1M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Tvoříhráz**, břeh Únanovky, louže v louce: 21. 4. 2009 3M. **Únanov**, tůň v pískovně J obce: 10. 5. 2013 3M. **Únanov**, tůň v kaolínce J obce: 27. 3. 2007 1F; 5. 4. 2007 1M; 16. 4. 2007 1M + 3F; 24. 5. 2007 1F. **Znojmo**, tůň u židovského hřbitova: 23. 4. 2013 2M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Znojmo-Hradiště**, kaolínka u Mašovic: 23. 4. 1996 50 ad (REITER & HANÁK 2000); 24. 3. 1997 1F (REITER & HANÁK 2000); 12. 4. 1997 4 ad (REITER & HANÁK 2000); 28. 4. 1997 2M + 4F (REITER & HANÁK 2000); 19. 8. 1997 2 lar (REITER & HANÁK 2000); 8. 3. 1998 2 ad (REITER & HANÁK 2000); 14. 3. 1998 1 ad (REITER & HANÁK 2000); 8. 4. 1998 5M + 3F (REITER & HANÁK 2000); 16. 4. 1999 21M + 35F (REITER & HANÁK 2000); 24. 4. 1999 5 ad (REITER & HANÁK 2000); 19. 4. 2003 5F. **Znojmo-Hradiště**, PP Červený rybníček: 17. 4. 2005 3M + 2F; 16. 4. 2007 1M; 6. 5. 2008 1M; 20. 5. 2010 1M; 5. 4. 2013 1M; 22. 4. 2013 2M + 1F; 17. 6. 2013 desítky lar; 8. 4. 2015 1M; 26. 2. 2016 1M. **Znojmo-Hradiště**, Vlčí jáma: 22. 5. 1999 2M + 4F (REITER & HANÁK 2000).

7163: **Borotice**, lesní rybníček 700 m JV kláštera v Lechovicích: 15. 4. 2008 2M + 3F. **Božice**, Božický rybník: 22. 4. 2013 2F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Božice**, mokřad na S okraji obce: 6. 7. 2004 stovky lar; 6. 5. 2008 3M + 2F; 28. 7. 2009 1 ad (S. Koukal in NDOP 2016); 28. 4. 2010 5M + 3F; 6. 5. 2010 3M + 4F; 9. 6. 2010 desítky lar; 23. 5. 2012 10M + 12F; 22. 4. 2013 7 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). **České Křídlovce**, mokřina mezi silnicí na Borotice a Jevišovkou: 6. 4. 1998 3M + 2F; 24. 4. 2007 1M + 1F; 9. 6. 2013 8 lar (K. Rozínek in NDOP 2016). **České Křídlovce**, obora, kanály 1,5 km S kostela: 8. 7. 2009 5 lar. **Hodonice**, mokřad na JV okraji obce: 15. 4. 2009 2F (P. Koutný in NDOP 2016); 21. 4. 2009 3M + 2F; 27. 4. 2009 5 ad; 26. 6. 2009 10 lar. **Hodonice**, Panský rybníček: 30. 7. 2013 desítky lar; 13. 4. 2016 1M. **Lechovice**, větší rybník pod klášterem: 22. 4. 2013 4 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). **Mackovice**, rybník na potoku Břežanka: 22. 4. 2013 3M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Stoškovice na Louce**, polní mokřad na levém břehu Skaličky: 28. 6. 2010 5 lar. **Šanov**, rybník Dolní Karlov: 6. 4. 1998 desítky ad (V. Zavadil in litt.). **Šanov**, rybník Horní Karlov: 24. 3. 1997 3F; 29. 4. 1997 3M + 3F; 6. 4. 1998 3M + 1F; 3. 6. 2009 2 lar; 4. 8. 2009 10 lar; 28. 4. 2010 1M; 16. 4. 2015 6M + 1F. **Šanov**, rybník Prostřední Karlov: 13. 4. 1996 1F. **Šanov**, tůň na P přítoku rybníka Prostřední Karlov: 29. 4. 1997 1F; 17. 6. 2009 5 ad. 7164: **Břežany**, rybníček 1,4 km Z farmy Ležák: 25. 3. 2009 2M + 1F; 11. 4. 2012 5 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). **Drnholec**, bažantnice, kanály a rybníček: 1. 4. 2010 3M + 3F. **Drnholec**, Drnholecký luh, kanál pod rybníkem: 13. 6. 2003 desítky lar. **Drnholec**, Drnholecký luh, kanál u silnice + mokřina kolem: 13. 6. 2003 desítky lar. **Drnholec**, Drnholecký luh, kanál v JZ části území: 13. 6. 2003 5 lar. **Drnholec**, Drnholecký luh, mokřina na kraji louky: 13. 6. 2003 desítky lar. **Drnholec**, Drnholecký luh, slepé rameno Z silnice: 13. 6. 2003 desítky lar; 12. 4. 2015 3 ad (S. Lvončík in NDOP 2016). **Drnholec**, Drnholecký luh, vysychající lesní kanál: 13. 6. 2003 2 lar.

Drnholec, Drnholecký luh, zbytková louže: 13. 6. 2003 10 lar. **Hrabětice**, Trávní dvůr, rameno za konzervárnou, S část: 26. 4. 2005 4M + 2F; 15. 4. 2015 1M + 1F; 13. 6. 2015 5 lar. **Hrušovany nad Jevišovkou**, kanál cca 2,5 km SV od osady Trávní Dvůr: 23. 7. 2013 desítky lar. **Hrušovany nad Jevišovkou**, mokřad u nádraží: 4. 8. 2009 2 lar. **Hrušovany nad Jevišovkou**, Trávní dvůr, S část, jižní tůň: 19. 4. 1995 1M + 1F (P. Koutný in NDOP 2016). **Hrušovany nad Jevišovkou**, Trávní dvůr, S část, kolej v cestě: 1. 4. 2003 1F. **Hrušovany nad Jevišovkou**, Trávní dvůr, S část, severní tůň: 11. 4. 2012 9M + 5F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Jevišovka**, kanál a polní mokřad podél signálky: 20. 4. 2012 3M + 2F; 2. 5. 2012 desítky ad; 13. 5. 2013 2M; 23. 7. 2013 desítky lar (vyschlé mrtvolky vyspělých larev). **Jevišovka**, staré rameno na JV okraji obce: 6. 5. 2015 1M (P. Koutný in NDOP 2016). **Jevišovka**, tůň mezi vrbovnou a obcí: 20. 4. 2012 2M. **Jevišovka**, tůň ve vrbovně: 2. 5. 2012 3M + 2F. **Litobratřice**, rybník Litobratřický dolní: 9. 6. 2010 3 lar; 11. 4. 2012 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Novosedly**, tůň v PR Slanisko Novosedly: 9. 4. 2008 1M + 1F; 6. 5. 2008 2M + 3F; 5. 6. 2008 stovky lar. **Nový Přerov**, slanisko, menší požární nádrž na J okraji: 20. 6. 2012 100 lar; 11. 7. 2012 desítky lar + metamorf. **Nový Přerov**, slanisko, požární nádrž: 20. 4. 2012 1M + 1F. **Nový Přerov**, slanisko, zatopená plocha ostřic v lesíku: 14. 6. 2012 1 sad. **Nový Přerov**, strouha pod rybníkem na S okraji obce: 11. 4. 2012 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Praovice**, rybníček na JV okraji obce: 11. 4. 2012 1 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). 7262: **Chvalovice**, zbytek požární nádrže: 9. 4. 2008 1M; 22. 4. 2013 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Vrbovec**, Ječmeniště, bývalá požární nádrž 400 m V roty: 24. 3. 2000 1M + 1F. **Vrbovec**, Ječmeniště, kanály 550 m V roty: 19. 6. 2008 lar. **Vrbovec**, louže na poli a louce nad Vrboveckým rybníkem: 21. 6. 2006 stovky lar. **Vrbovec**, Vrbovecký rybník: 13. 4. 1996 12M + 15F + 80 ad; 26. 4. 1996 10 ad (P. Červenka in ŠANDERA 2016a); 28. 4. 1997 15M + 31F + 8 sad; 29. 4. 1997 2M + 9F; 10. 6. 1997 1F (M. Šandera in NDOP 2016); 5. 4. 1998 1M + 1F; 16. 6. 1998 2 lar; 4. 5. 1999 4M + 7F; 21. 9. 2004 desítky metamorf; 8. 7. 2005 stovky lar; 7. 9. 2005 3 lar; 31. 3. 2008 5M + 8F + 5 sad; 9. 4. 2008 4M + 10F; 1. 5. 2008 10 ad; 22. 4. 2013 2 ad (K. Rozínek in NDOP 2016). 7263: **Dyjákovice**, rybník J obce: 18. 5. 2013 2M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Oleksovičky**, Meandry Dyje, slepé rameno: 12. 6. 2008 desítky lar. **Slup**, rybník na Z okraji obce: 22. 4. 2013 1M (K. Rozínek in NDOP 2016). **Valtrovice**, tůň v nivě Dyje u brodu: 25. 5. 2000 1F. 7264: **Hevlín**, PP Hevlínské jezero: 28. 4. 1997 1F; 17. 5. 1999 2M + 1F; 22. 4. 2013 5M + 3F (K. Rozínek in NDOP 2016); 23. 4. 2013 1M; 18. 5. 2013 2M + 1F (K. Rozínek in NDOP 2016); 3. 4. 2015 desítky ad (M. Vlašín in NDOP 2016). **Hevlín**, tůň pod koupalištěm: 28. 4. 1997 5M + 26F + 3 sad; 20. 8. 1997 desítky lar (V. Zavadil in litt.); 21. 4. 1998 desítky lar; 12. 6. 2008 5 lar; 18. 5. 2013 1F (K. Rozínek in NDOP 2016). **Hrabětice**, Palachové louky, tůň a kanálý 1 km JV osady Trávní Dvůr: 25. 3. 1997 9M + 3F; 1. 4. 2003 1M + 1F; 26. 4. 2005 1M; 29. 4. 2005 1F + 1 lar; 6. 5. 2008 1M + 2F; 18. 6. 2013 desítky lar. **Hrabětice**, Trávní dvůr – kanál a tůň u státní hranice: 27. 4. 1995 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016); 4. 5. 1995 1 ad (P. Koutný in NDOP 2016). **Hrabětice**, Trávní dvůr, malý hliník: 25. 3. 1997 1F; 24. 3. 2015 1F; 16. 4. 2015 4M + 3F; 13. 6. 2015 10 lar; 5. 8. 2015 4 lar. **Hrabětice**, Trávní dvůr, mokřiny 200 m J konzervárny: 25. 3. 1997 1F. **Hrabětice**, Trávní dvůr, ramena 500 m JVV konzervárny: 1. 4. 2003 2M. **Hrabětice**, Trávní dvůr, ramena 800 m SVV konzervárny: 21. 4. 1998 8M + 2F; 19. 4. 2005 2M + 4F; 9. 4. 2008 3M + 5F; 12. 6. 2008 desítky lar; 13. 4. 2009 4M + 4F (P. Koutný in NDOP 2016); 24. 3. 2015 1M + 1F; 15. 4. 2015 1F; 16. 4. 2015 3M + 3F; 13. 6. 2015 desítky lar. **Hrabětice**, Trávní dvůr, rameno 600 m J od budov: 25. 3. 1997 3M + 1F. **Hrabětice**, Trávní dvůr, velký hliník: 22. 4. 2013 2M (K. Rozínek in NDOP 2016); 16. 4. 2015 1M + 1F. **Hrabětice**, tůň na J okraji obce: 23. 4. 2003 1M + 1F.

Čolek obecný je jako jediný ocasatý obojživelník rozšířen prakticky plošně po celém studovaném území. Přehled nálezů obsahuje více než 860 položek z 222 lokalit (obr. 19). Většinou se jedná o pozorování z míst rozmnožování (dospělci ve vodní fázi života nebo nálezy larev), jen zcela ojediněle jde o údaje z terestrických biotopů (např. migrace přes silnici v údolí Klapérova potoka či jedinci spadlí do tzv. Vlčí jámy u Hradiště).

Historicky tento druh z oblasti uvádí ADOLPH (1922) pro Znaim [Znojmo]. MIKÁTOVÁ et al. (1989) stejně jako MORAVEC (1994) zmiňují výskyt v polích síťového ma-



Obr. 19. Mapa rozšíření čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) ve studovaném území.
 Fig. 19. Distribution map of the Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) in the studied area.

pování 6962 (severně od studovaného území), přímo v území pak po jednom nálezů z polí 7061, 7062, 7162 a 7163. Tato zdánlivá vzácnost čolka obecného byla však jednoznačně způsobena pouze malou prostudovaností území, v případě atlasu rozšíření (MORAVEC 1994) i metodickým přístupem, kdy byl uváděn vždy pouze jeden nález druhu pro každé mapovací pole. V 90. letech 20. století byl již v souvislosti s výzkumem NP Podyjí sebrán mnohem reprezentativnější materiál z jižní části území (REITER & HANÁK 2000). Vlastní data poprvé uváděná v tomto souhrnu doplněná o množství údajů z ochranných databází pak dokresluje charakter výskytu i v dalších částech regionu.

Jak je patrné z mapky rozšíření, relativně více lokalit, a také jejich rovnoměrnější distribuci, nacházíme v severozápadní části regionu. Hlavním důvodem je zřejmě větší počet vodních nádrží a dalších mokřadních biotopů v tomto více zalesněném území a v pramenných oblastech lokálních toků (obr. 20). V jihovýchodní panonské části je výskyt soustředěn především do nivy Dyje, Jevišovky a případně jejich drobnějších přítoků. V okolní intenzivně zemědělsky využívané krajině je minimum vhodných lokalit pro výskyt druhu. Reálný výskyt zde však může být i poněkud metodicky podhodnocen, protože výzkum obojživelníků v agrocefních a navazujících biotopech byl méně intenzivní než v nivách s vhodnější biotopovou skladbou. Z přehledu materiálu je také zřejmé, že lokality v panonské části regionu mohou být pro čolka obecného velmi vhodným prostředím. Např. v EVL Trávní dvůr (obr. 21), ale

také v oblasti Drnholeckého luhu, Vrboveckého rybníka či mokřadů v okolí Božic se druh vyskytuje na mnoha dílčích plochách a ve vysokých lokálních početnostech. Dvě další lokality výskytu ve východní části Znojemska (Břežanský a Litobratřický horní rybník) zmiňuje bez přesných faunistických údajů také MARTIŠKO (1998). Souvislý areál druhu navazuje od studované oblasti prakticky všemi směry (MORAVEC 1994, CABELA et al. 1997, 2001, NDOP 2016), s výjimkou rakouského příhraničí ve východní části území, kde doklady o výskytu druhu zatím chybí (cf. CABELA et al. 1997, 2001).

Čolek obecný obývá ve studovaném území široké spektrum vodních a mokřadních biotopů. Jsou to zejména drobnější tůně a vodní nádrže různého typu, menší rybníky, případně i litorály větších nádrží (např. rybník Jankovec u Bojanovic nebo Vlkov u Šumné). Výskyt byl zjištěn také ve slepých ramenech toků, včetně míst částečně nebo periodicky průtočných (např. v nivě Želetavky u Lubnice, Jevišovky mezi Boroticemi a Božicemi, Rokytné u Litovan, Dyje u Oleksoviček, Valtrovic a v oblasti Trávního dvora). Dalším typem lokalit jsou prameniště a lesní mokřady, např. periodicky vysychající lesní tůně v NP Podují, ale i v oblasti kolem Vranovské



Obr. 20. – Lesní mokřady u Hostimi – místo s prokázaným rozmnožováním čolka obecného (*Lissotritron vulgaris*) a hybridní populace velkých čolků, zjištěn zde byl i čolek horský (*Ichthyosaura alpestris*) (duben 2009).

Fig. 20. – Forest wetland near Hostim village – breeding site of the Smooth Newt (*Lissotritron vulgaris*) and Crested Newts hybrids, and presence of Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) (April 2009).



Obr. 21. – Slepá ramena Dyje v EVL Trávní dvůr obývá podle našich zjištění z ocasatých obojživelníků pouze čolka obecný (*Lissotriton vulgaris*) (duben 2015).

Fig. 21. – The Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*) is the only newt species breeding in oxbow lakes of the Dyje River in SCI Trávní dvůr, according to our current knowledge (April 2015).

údolní nádrže, v lesích u Hostimi, na plošině nad údolím Jevišovky u Vevčic a na dalších místech. V kontextu běžně uváděných biotopů (cf. BARUŠ & OLIVA 1992, MORAVEC 1994) se jeví jako zajímavý výskyt v periodických polních rozlivech. Ten byl zaznamenán u Stošíkovic na Louce, v blízkosti Vrboveckého rybníka a také v polích západně od obce Jevišovka. Na lokalitě u obce Jevišovka byl v červenci 2013 pozorován také jev typický pro polní rozlivy s velmi rychlým kolísáním výšky vodního sloupce – v čerstvě vyschlé ploše rozlivu se nacházely desítky uhynulých vyspělých larev čolka obecného, které vzhledem k rychlému vyschnutí plochy rozlivu nedokončily metamorfózu.

SOUHRN

Tato práce podává přehled o historickém vývoji poznání a současném stavu poznatků o rozšíření ocasatých obojživelníků v okrese Znojmo a jeho bezprostředním okolí. Oblast byla historicky mimo soustředěnější pozornost batrachologů. Až do druhé poloviny 20. století byly jednotlivé druhy známy jen z ojedinělých nálezů, pouze mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*) byl pro oblast středního Podyjí považován za hojný druh. Ještě na přelomu 80. a 90. let 20. století byly poznatky o rozšíření

této skupiny živočichů velice fragmentární a neodrážely jejich hojnost ani reálnou distribuci v oblasti. Až v průběhu posledních 25 let byla nashromážděna většina z asi 1450 faunistických pozorování hodnocených v této studii.

Ve studovaném území byl prokázán výskyt pěti druhů ocasatých obojživelníků. Jediným druhem obývajícím souvisle celou oblast je čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*). Ten byl zjištěn na 222 lokalitách, celkový počet hodnocených záznamů je více než 860. Početnější je v západní hercynské části území, ale poměrně hojně osidluje i jihovýchodní panonskou část, zejména nivy protékajících vodních toků.

Co do počtu nálezů je druhým nejhojnějším druhem mlok skvrnitý – 96 lokalit, 223 nálezů. Početně však osidluje jen střední Podyjí, zejména oblast NP Podyjí, enkláva hojnějšího výskytu se dotýká studovaného území též v nejsevernějším bodě v povodí Jihlavy. Lokality v povodí Rokytné a Jevišovky jsou jen ojedinělé a ve střední části studovaného území je mlok vzácným druhem obojživelníka, vůbec se pak nevyskytuje v panonské jihovýchodní části regionu.

Také velcí čolci obsazují především západní a severozápadní část území – 68 lokalit, 345 nálezů. Souvisleji je osídleno území NP Podyjí, Krumlovského lesa a povodí Bojanovického potoka, další lokality jsou navzájem poměrně vzdálené a spíše izolované. Taxonomické studie z posledních dvaceti let (PIÁLEK et al. 2000, HORÁK 2000, MIKULÍČEK et al. 2012, LAGLER 2015, MAČÁT et al. in prep.) se shodují na tom, že v území se vyskytují dva druhy (čolek velký, *Triturus cristatus*, a čolek dravý, *Triturus carnifex*) a hybridní populace těchto druhů. Genetický vliv na úrovni mitochondriální DNA zde má i čolek dunajský (*Triturus dobrogicus*). Přitom čolek dravý se podle výše citovaných prací vyskytuje především na jižním okraji území, početně zejména v NP Podyjí. Čolek velký obývá nejseverněji ležící lesní komplex Krumlovského lesa i další lokality v severní části území. Ostatní studované populace ve střední části území leží v hybridní zóně obou druhů. Díky tomu může studovaná oblast a zdejší populace velkých čolků sloužit jako významné modelové území pro studium hybridní zóny mezi oběma druhy. Znalost lokalit výskytu velkých čolků je tak důležitá nejen s ohledem na možnosti jejich ochrany, ale i z hlediska možného vědeckého studia hybridní zóny a procesů s ní spojených.

Ocasatým obojživelníkem s nejomezenějším rozšířením ve studované oblasti je čolek horský (*Ichthyosaura alpestris*) – 12 lokalit, 22 nálezů. Byl zjištěn pouze na západním okraji území, a to v pramenných oblastech přítoků Rokytné, Jevišovky i Dyje. Pro okres Znojmo zde uvádíme vůbec první doložené údaje o jeho výskytu. Lokality v povodí Jevišovky a Dyje rozšiřují dosud známý areál druhu na úpatí Českomoravské vrchoviny o cca 20 km jihovýchodním směrem.

SUMMARY

This study brings a comprehensive overview of historical development and current state of knowledge on distribution of caudate amphibians in the Znojmo region and surroundings. It is based on published faunistic records included in ADOLPH 1922, MIKÁTOVÁ et al. 1989, MORAVEC 1994 and REITER & HANÁK 2000. This study also evaluated the large dataset collected by its authors during 1992 to 2016. Literature records, unpublished notes and data from online databases, especially from NDOP [SOD] – Species Occurrence Database of AOPK ČR, are included.

The studied area was not of interest to batrachologists for a long time. All species were known only from scarce records until the second half of the 20th century. Only the Fire Salamander (*Sala-*

mandra salamandra) was considered a common species in the middle Podyjí area. According to MORAVEC (1994), knowledge about the distribution of amphibians was fragmental and did not reflect the reality in the studied region during the 1980s and 1990s. More than 1450 faunistic records were collected in the last 25 years during the presented survey. The presence of five caudate amphibian species was confirmed.

Only one species, the Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*), occurs continuously in the whole region (Figs. 19–21). It was found at 222 localities, with more than 860 individual records. It is more common in the western (Hercynian) part of the region, but it is quite abundant also in the eastern (Pannonian) part, where it especially inhabits the floodplains of watercourses (Fig. 19).

The second most frequently occurring species is the Fire Salamander – 96 localities and 223 records were found (Figs. 2–4). Abundantly occupied localities are situated especially in Podyjí National Park. Isolated populations were observed on the northernmost border of the study region in the Jihlava river basin. Other isolated populations were found in the Rokytná and Jevišovka river basins in the middle of Znojensko region. The Fire Salamander is very rare in this part of the studied area. No records are known from Pannonian eastern area (Fig. 2).

The species group of Crested Newts inhabits also the western and north-western parts of the studied area – a total of 68 localities and 345 records were found (Figs. 5–14). A continuous distribution pattern was observed in Podyjí National Park, Krumlovský les and the Bojanovický potok basin. Other localities are relatively remote and more solitary. Taxonomical studies from the last 20 years (PIÁLEK et al. 2000, HORÁK 2000, MIKULÍČEK et al. 2012, LAGLER 2015, MAČÁT et al. in prep.) are in agreement on the presence of two species from the Crested Newt complex (i.e. Great Crested Newt – *Triturus cristatus* and Italian Crested Newt – *T. carnifex*) and their hybrid populations. The Danube Crested Newt (*T. dobrogicus*) haplotype also occurred in a mitochondrial genome. The distribution of *T. carnifex* is situated in the southern part of region, especially in the Podyjí NP. The species *T. cristatus* occurs in the northernmost part of Znojensko at Krumlovský les and other localities in the north. Populations in the central part of the study area belongs to hybrid species complex of both parental species (Tab. I & Fig. 10). According to this fact, these populations of Crested Newts could be a good model for studying hybrid zones.

The distribution of the Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) is most limited in comparison with other species in the studied area – 12 localities with 22 records (Figs. 15–18). All records are situated in the western part of Znojensko, in the source wetlands of the Rokytná, Jevišovka and Dyje rivers. This newly discovered part of the distribution area is expanding our knowledge on the distribution of this species in the Českomoravská vrchovina highlands about 20 km to the east.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři by rádi poděkovali všem jednotlivcům i organizacím, díky jejichž aktivitě byla shromážděna faunistická data shrnutá v této studii. Nepublikované údaje nám poskytli David Fischer (Vltuše), Ivan Kocourek (Znojmo), Alena Komendová (Znojmo), † Jaroslav Krejčí (Znojmo), Patricia Lagler (Wien), Jaroslav Piálek (Studeneč), Lenka Reiterová (Čížov), Alena Ruxová (Třebíč), Zuzana Starostová (Praha), Petr Šípek (Praha), Jaroslav Šmerda (Znojmo) a Vít Zavadil (Buštěhrad). Terénního výzkumu se společně s autory zúčastnili dále také Markéta Bohuslavová (Znojmo), Vladimír Hanák (Praha), Václav Křivan (Štěmčehy), † Josef Křížek (Sibřina), Jaromír Maštera (Jihlava) a Jiří Moravec (Praha). Za umožnění výzkumu, poskytnutí technické i finanční podpory, za možnost excerptce dat z interní databáze a nepublikovaných výzkumných zpráv děkujeme Správě Národního parku Podyjí. Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR děkujeme za možnost excerptce dat z Nálezové databáze ochrany přírody. Za pomoc s vyhledáním nepublikovaných zpráv a podporu terénního výzkumu děkujeme Vlastě Škorpíkové a Milanu Tomašíkovi (KÚ Jihomoravského kraje, Znojmo). Moravskému zemskému muzeu v Brně a kurátorovi jeho zoologických sbírek Martinu Černému děkujeme za poskytnutí údajů ze sbírkové evidence. Za pečlivé pročení rukopisu, cenné připomínky a náměty k jeho zlepšení děkujeme recenzentům Jiřímu Moravcovi (Praha) a Jiřímu Vojarovi (Praha). Za pomoc se zpracováním mapových výstupů děkujeme Radomíru Němcovi (Znojmo) a Janu Vrbovi (Praha). V různých etapách sběru a zpracování dat výzkum podpořili z grantových a projek-

ových prostředků Ministerstvo kultury ČR (KZ97P01OMG075, DE07P04OMG006), Ministerstvo životního prostředí ČR, Norway Grants No. 76213/ENV/10, 5458/610/10, EEA Grants EHP-CZ02-0V-1-024-2015, Monitoring zvláště chráněných druhů – AOPK ČR No. PPKB10/09/11, IGA PŘF UPOL 2015_08. Manipulace s chráněnými druhy byla uskutečněna na základě výjimek: 32118/ENV/11-1156/620/11-PP18 a 27586/ENV/14-1544/630/14.

LITERATURA

- ADOLPH R. (1922): Beiträge zur Herpetologie Mährens. – Naturwiss. Beobachter, 2–3: 1–6.
- ANDĚRA M. (1984): K rozšíření mloka skvrnitého v Československu. – Naší přírodou, 4(6): 8–9.
- ANDĚRA M. (1985): Mlok stále aktuální. – Naší přírodou, 5(9): 8–9.
- BAUER Z. (1970): Přírodní poměry. – In: ANONYMUS: Hluboké Mašůvky 1220–1970. Historický nástin od pravěku po dnešek. Osvětová beseda v Hlubokých Mašůvkách, Hluboké Mašůvky, 38–42.
- BARUŠ V. & OLIVA O. (eds.) (1992): Obojživelníci – Amphibia. Fauna ČSFR, sv. 25. – Academia, Praha.
- BOHUSLAVOVÁ M. (2016): Diverzita obojživelníků (Amphibia) a jejich antropogenní ovlivnění v Národním parku Podyjí. – [diplomová práce, ms. depon in Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Brno].
- CABELA A., GRILLITSCH H. & TIEDEMANN F. (1997): Lurche und Kriechtiere (Amphibia, Reptilia). 1 Fassung 1995. Eine rote liste der in Niederösterreichgefährdeten arten. – Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz und Österr. Gesellschaft für Herpetologie, Wien.
- CABELA A., GRILLITSCH H. & TIEDEMANN F. (2001): Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich: Auswertung der herpetofaunistischen Datenbank der herpetologischen Sammlung des naturhistorischen Museums in Wien. – Naturhistorischen Museum in Wien, Wien.
- ČECH L., ŠUMPICH J. & ZABLOUDIL V. (eds) (2002): Jihlavsko. – In: MACKOVČIN P. & SEDLÁČEK M. (eds): Chráněná území ČR, svazek VII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- ČÚZK (2016): Nahlížení do katastru nemovitostí. – URL: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx/> (1. 11. 2016).
- DEMEK J. & NOVÁK V. (eds.) (1992): Neživá příroda. – Muzejní a vlastivědná společnost, Brno.
- FOSSKE A. (1871): Znaim und seine Umgebungen. – L. R. v. Haberler, Znaim.
- GRILLITSCH B., GRILLITSCH H, HÄUPL M. & TIEDEMANN F. (1983): Lurche und Kriechtiere Niederösterreichs. – Facultas-Verlag, Wien.
- HOMOLKA M. (1998): Struktura společenstva obojživelníků (Amphibia) a plazů (Reptilia) v širší oblasti energetické soustavy Dukovany–Dalešice. – Přírodovědný sborník Západo-moravského muzea v Třebíči, 36: 45–65.
- HORÁK A. (2000): Genetická struktura *Triturus cristatus* superspecies na území bývalého Československa. – [diplomová práce, ms. depon. in Jihočeská univerzita, České Budějovice].
- KOTLÍK P. & ŠŮLOVÁ K. (1994): Obojživelníci a plazi Národního parku Podyjí. Zpráva z exkurze. – [ms. depon. in Správa NP Podyjí].
- LAGLER P. (2015): Species composition of crested newt populations in a contact zone of three species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex*, *T. dobrogicus*) in Waldviertel (Lower Austria). – [Master thesis, ms. depon. in University of Natural Resources and Life Science, Vienna, Austria].
- MAČÁT Z., JEŘÁBKOVÁ L. & REITER A. (2010): Aplikace nové metody při mapování obojživelníků. – Herpetologické informace, 9(1): 5–6.
- MAČÁT Z., JEŘÁBKOVÁ L., REITER A., RULÍK M. & JABLONSKI D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). – Acta Herpetol., 10(2): 135–141.
- MARTIŠKO J. (1998): Inventarizace významných přírodních lokalit ve východní části okresu Znojem. – [ms. depon. in Referát životního prostředí, Krajský úřad JM Kraje, Znojmo].
- MAŘAN J., 1958: Zoogeografické členění Československa. – Sbor. Čs. Společ. Zeměp., 63(2): 89–110.

- MIKÁTOVÁ B., PELLANTOVÁ J. & VLAŠÍN M. (1989): Amphibia and Reptilia in South Moravian Region. – *Acta Mus. Nat. Pragae*, 45 B: 121–180.
- MIKÁTOVÁ B. & ŘEHÁK Z. (2002): Amphibia and Reptilia. – In: ŘEHÁK Z., GAISLER J. & CHYTL J. (eds.): Vertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun.*, *Biologia* 106: 51–61.
- MIKULÍČEK P., HORÁK A., ZAVADIL V., KAUTMAN J. & PIÁLEK J. (2012): Hybridization between three crested newt species (*Triturus cristatus* superspecies) in the Czech Republic and Slovakia: comparison of nuclear markers and mitochondrial DNA. – *Folia Zool.* 61: 202–218.
- MORAVEC J. (ed.) (1994): Atlas rozšíření obojživelníků v České republice. – Národní muzeum, Praha.
- NDOP (2016): Nálezová databáze ochrany přírody. – URL: <http://portal.nature.cz/> (31. 8. 2016).
- PEŘINKA F. V. (1904): Vlastivěda Moravská. II. Místopis. Znojemský okres. – Musejní spolek, Brno.
- PIÁLEK J., ZAVADIL V. & REITER A. (1998): Presence of the Italian crested newt, *Triturus carnifex* in the Czech Republic. I. Morphological evidence. – In: ANONYMUS: Programm and Abstracts, 9th Ordinary general meeting Societas Europaea Herpetologica, Chambéry, France, 25.–29. August 1998.
- PIÁLEK J., ZAVADIL V. & VALÍČKOVÁ R. (2000): Morphological evidence for the presence of *Triturus carnifex* in the Czech Republic. – *Folia Zool.*, 49(1): 33–40.
- REITER A. & HANÁK V. (2000): Obojživelníci Národního parku Podyjí. – *Thayensia* (Znojmo), 3: 75–146.
- REITER A. & NĚMEC R. (eds.) (2011): Závěrečná zpráva o řešení projektu „Výzkum a dokumentace současného stavu mokřadních lokalit Znojemska na podkladu historických údajů a muzejních sbírkových fondů“, kód projektu DE07P04OMG006. – [ms. depon. in Jihomoravské muzeum ve Znojmě, Znojmo].
- REITER A. (2001): Srovnání rozšíření obratlovců v oblasti středního toku Dyje (Národní park Podyjí) s povodím řek Jevišovky a Rokytné. – *Thayensia* (Znojmo), 4: 117–144.
- REITER A. (2002): Rozšíření a stanoviště vybraných druhů obratlovců na rozhraní dvou biogeografických regionů (jihozápadní Morava). – [doktorská disertační práce, ms. depon. in katedra zoologie PŘF UK Praha].
- REITER A., HANÁK V., ŠVÁTORA M. & RUXOVÁ A. (2000): Výzkum a dokumentace obratlovců toku a povodí řek Rokytná a Jevišovka (Moravskobudějovicko, Moravskokrumlovsko). Závěrečná zpráva o řešení projektu Ministerstva kultury ČR. Projekt KZ97P01OMG075 řešený v letech 1997–1999. – [ms. depon. in Jihomoravské muzeum ve Znojmě, Znojmo].
- SLAVÍK B. (1971): Metodika síťového mapování ve vztahu k připravovanému fyto geografickému atlasu ČSR. – *Zpr. Čs. Bot. Společ.*, 6: 55–62.
- STUPŇÁNEK Z. (1996): Zjištění stavu obojživelníků ve zvolené oblasti. Písemná práce biologické olympiády kategorie C. – [ms. depon. in Správa NP Podyjí].
- ŠANDERA M. (2016a): Mapa rozšíření *Lissotriton vulgaris* v České republice. – In: ZICHA O. (ed.) Biological Library. URL: <http://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id78/> (31. 8. 2016).
- ŠANDERA M. (2016b): Mapa rozšíření *Salamandra salamandra* v České republice. – In: ZICHA O. (ed.) Biological Library. URL: <http://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id71/> (31. 8. 2016).
- WARINGER-LÖSCHENKOHL A., RUZEK S. & WERBA F. (2010): Amphibien im Nationalpark Thayatal. – *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum*, 21: 361–384.
- WIELSTRA B., SILLERO N., VÖRÖS J. & ARNTZEN J. W. (2014): The distribution of the crested and marbled newt species (Amphibia: Salamandridae: *Triturus*) – an addition to the New Atlas of Amphibians and Reptiles of Europe. – *Amphibia-Reptilia*, 35: 376–381.
- ZAVADIL V., KRÁL D. & REITER A. (2013): Large branchiopods (Crustacea: Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata) of the middle Dyje river area, Czech Republic. – *Acta Mus. Moraviae, Sci. biol.* (Brno), 98(1): 1–40.
- ZAVADIL V., PIÁLEK J. & KLEPSCH L. (1994): Extension of the known range of *Triturus dobrogicus*: electrophoretic and morphological evidence for presence in the Czech Republic. – *Amphibia-Reptilia*, 15: 329–335.

Příloha IV

Mačát Z., Mizsei E. & Jablonski D. (2015): *Triturus macedonicus* (Macedonian Crested Newt). Tail autotomy. *Herpetological Review* 46: 71-72.

Scientometrie časopisu:

Herpetological Review

Scopus, CiteScore (2015): 0.26

Scimago Journal, SJR (2015): 0.299

Kategorie a kvartil (2015): Animal Science and Zoology (Q3)

were less than one year of age (Bishop 1941, *op. cit.*; Nickerson and Mays 1973, *op. cit.*), which supports this hypothesis. Another possibility is that shelter rocks had separate cavities or compartments within that provided the larvae refuge from being in direct contact with the adults and were thus able to avoid being cannibalized. A third alternative that must be considered is that the larvae observed in the latter two observations may have entered the rocks of the adult males opportunistically immediately prior to our surveys. The hellbender populations at our three localities are robust and appear to be stable which could increase the chance of larval/adult associations.

We thank Shem Unger for encouraging us to report these observations.

JOHN D. GROVES, North Carolina Zoological Park, 4401 Zoo Parkway, Asheboro, North Carolina 27205, USA (e-mail: johngroves2005@yahoo.com); **LORI A. WILLIAMS**, North Carolina Wildlife Resources Commission, 177 Mountain Laurel Lane, Fletcher, North Carolina 28732, USA (e-mail: lori.williams@ncwildlife.org); **SEAN P. GRAHAM**, Sul Ross State University, Department of Biology, Geology, and Physical Sciences, Alpine, Texas 79832, USA (e-mail: sean.graham@sulross.edu).

PLETHODON CINEREUS (Eastern Red-backed Salamander). MOVEMENT. Lungless salamanders (family Plethodontidae) are relatively sedentary and are presumed to have limited dispersal ability (Marsh et al. 2004. *Ecology* 85:3396–3405). Site fidelity in Plethodontidae is high, and individuals displaced 90 m return to home territories (Kleeberger and Werner 1982. *Copeia* 1982:409–415). Individuals defend territories (Jaeger et al. 1982. *Anim. Behav.* 30:490–496) and female home ranges have been estimated to be 24.34 m² (Kleeberger and Werner 1982, *op. cit.*). Females may seek out suitable subsurface habitat to oviposit eggs, yet little is known about their maximum movement distances (Petranka 1998. *Salamanders of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington. 587 pp.).

On 18 September 2014, a female *P. cinereus* (lead back morphotype; SVL = 44.68 mm; 0.89 g) was found under a coverboard during a standard sampling event and uniquely marked using visual implant elastomer at the S.O. Conte Anadromous Fish Research Center, Massachusetts, USA (42.59280°N, 72.58070°W, datum WGS84; elev. 74 m). This individual was subsequently recaptured at ~1500 h on 8 October 2014 under a coverboard within 3 m of the original capture location and then again ~1430 h on 16 October 2014 under a log, within the same forest patch, though in a 50 x 150 m area adjacent to the original study area. Because we found the marked salamander while collecting multiple individuals for a laboratory study, the exact recapture location of the marked individual is not known. However, the distance between the 8 October capture location and the nearest edge of the 16 October search area (i.e. 50 x 150 m) was 143 m, indicating a minimum movement distance. As far as we are aware, this is the longest recorded movement for *P. cinereus* by more than 53 m (Kleeberger and Werner 1982, *op. cit.*). This finding followed a rain event of 1.63 cm within 24 h and the second largest sustained rain event during October. The movement we observed may have been due to disturbance from handling and marking, although this was minimized in the field.

SEAN C. STERRETT (e-mail: seansterrett@gmail.com), **ADRIANNE B. BRAND**, **WILLIAM R. FIELDS**, **RACHEL A. KATZ**, **EVAN H. CAMPBELL GRANT**, United States Geological Survey, Northeast Amphibian Research and Monitoring Initiative, Patuxent Wildlife Research Center, SO Conte Anadromous Fish Research Laboratory, One Migratory Way, Turners Falls, Massachusetts 01376, USA.

PLETHODON HUBRICHTI (Peaks of Otter Salamander). BEHAVIOR. On 13 September 2014, while examining a site located near Onion Mountain, Bedford Co., Virginia, USA, where *Plethodon hubrichti* and *P. cinereus* are sympatric, we discovered a *P. hubrichti* (SVL ca. 48 mm) biting a *P. cinereus* (SVL ca. 30 mm) beneath a rock on the forest floor (Fig. 1). The *P. cinereus* visibly struggled during our observation with no noticeable effect on the *P. hubrichti*. The *P. hubrichti* appeared to have complete physical dominance over the *P. cinereus*. After a couple of minutes of observation, the *P. hubrichti* released its grasp and both salamanders retreated to the leaf litter. Both salamanders appeared to be unharmed.

Interference competition with *P. cinereus*, including agonistic behavior and territoriality, is thought to be a factor influencing the range boundaries of several Plethodontid species, including *P. hubrichti* (Arif et al. 2007. *Evol. Ecol. Res.* 9:843–854). The range of *P. hubrichti* is limited to a 19-km length of the Blue Ridge Mountains in Virginia and it is sympatric with the wide-ranging *P. cinereus* along the edge of its range (Petranka 1998. *Salamanders of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC. 587 pp.). Aggressive behaviors, such as lunging and biting, have been documented between *P. hubrichti* and *P. cinereus*; however, most behavior studies take place in the laboratory and these behaviors are rarely observed in the field. Although there is no dietary evidence that suggests *P. hubrichti* regularly consumes other salamanders (Arif et al. 2007, *op. cit.*) the size difference between the observed individuals suggests that the *P. hubrichti* was capable of swallowing the *P. cinereus*.



FIG. 1. *Plethodon hubrichti* biting a smaller *P. cinereus*.

ANDREW KNIOWSKI, Department of Fish and Wildlife Conservation, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia 24061, USA (e-mail: kniowski@vt.edu); **RENÉE PIETSCH**, Department of Biological Sciences, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia 24061, USA.

TRITURUS MACEDONICUS (Macedonian Crested Newt). TAIL AUTOTOMY. Tail autotomy is one of many anti-predator adaptations and is particularly common in lizards (e.g., Arnold 1988. *In* Gans and Huey [eds.], *Biology of the Reptilia*, Vol. 16, pp. 253–273 Alan R. Liss, New York; Bateman and Fleming 2009. *J. Zool.* 277:1–14). The tail plays an important role in defensive behavior in salamanders: it may be elevated, undulated, and wagged or convoluted, and autotomized (Brodie 1977. *Copeia* 1977:523–535; Jablonski and Balej 2014. *Herpetol. Rev.* 45:302–303). However, tail loss can result in loss of fitness as many animals, including

salamanders, use the tail to store energy as fat (Arnold 1988, *op. cit.*; Maginnis 2006. *Behav. Ecol.* 17:857–872; Bateman and Fleming 2009, *op. cit.*). Regeneration of the tail may require an increase in feeding rate and diversion of energy from growth or other life processes (Maginnis 2006, *op. cit.*; Marvin 2013. *J. Herpetol.* 47:174–178). Tail loss may also affect behavior, reproduction, and movement (e.g., swimming, running, and diving; Fox and McCoy 2000. *Oecologia* 122:327–334; Maginnis 2006, *op. cit.*; Marvin 2010. *Copeia* 2010:468–474; Marvin 2013, *op. cit.*). Cases of caudal autotomy in caudate amphibians are not usual; it is well established in salamanders of the family Plethodontidae, which occasionally can shed the end of their tails (e.g., Brodie 1977, *op. cit.*; Ducey et al. 1993. *Biotropica* 25:244–349; Romano et al. 2010. *Acta Herpetol.* 5:199–205).

Triturus macedonicus is an endemic and widespread species in western parts of the Balkans (Wielstra et al. 2014. *Amphibia-Reptilia* 35:376–381). On 4 October 2013, during fieldwork carried out in Albania, we discovered a population (approx. 20 individuals) of this species inhabiting a mountain waterhole in the Korab Mountains (41.6823°N, 20.5210°E, datum WGS84; elev. 1776 m). Several specimens were caught for photography and other documentation. Tail loss was recorded in one adult male during handling. The newt, after twisting movements of the tail, lost approximately 30 mm of the distal portion of its tail, accompanied with a small volume of blood. The discarded part of the tail then undulated approximately for 120 seconds. In other specimens of the same population regenerated tails were not observed. Several specimens (including the adult male) had old injuries on their tails. This observation was photographed and filmed (video available at: http://www.balcanica.info/video/Triturus_macedonicus_Albania_autotomy_131004.avi).

To our knowledge, this is the first observation of voluntary tail loss in the genus *Triturus*. However, we suggest that future research on skeletal morphology in crested newts is necessary.

ZDENĚK MAČÁT, Department of Ecology and Environmental Sciences, Palacký University, Šlechtitelů 11, 78371, Olomouc, Czech Republic (e-mail: zdenek.macat@gmail.com); **EDVÁRD MIZSEI**, Department of Evolutionary Zoology and Human Biology, University of Debrecen, H-4010 Debrecen, P.O. Box 3, Hungary (e-mail: edvardmizsei@gmail.com); **DANIEL JABLONSKI**, Department of Zoology, Comenius University in Bratislava, Mlynská dolina B-1, 842 15, Bratislava, Slovakia (e-mail: daniel.jablonski@balcanica.cz).

ANURA — FROGS

AMEEREGA TRIVITTATA (Three-striped Poison-dart Frog). MALE SIZE AND REPRODUCTIVE SUCCESS. Male *Ameerega trivittata* exhibit parental care by transporting tadpoles on their dorsum (Fig. 1) from their initial oviposition sites under leaves or palm sheaths to larger sources of standing water where they complete their development (Roithmair 1994. *Copeia* 1994:107–115). Males generally transport the entire brood in a single trip when tadpoles reach approximately 18 days of age (Roithmair 1994, *op. cit.*). Male body size has been used as a measure of mate quality in anurans. For example, larger males may be able to mate with larger and more fecund females (Bowcock et al. 2013. *Current Zool.* 59:747–753) or transport more tadpoles (Ringler et al. 2013. *Front. Zool.* 10:67). In dendrobatid species, where males transport their young, one measure of reproductive success is the number of tadpoles a male carries. Here we test the hypothesis that the number of tadpoles transported is positively correlated with male size.

This study was conducted 28 May 2013–03 June 2013 in Brownsberg Nature Park in the Republic of Suriname (4.94799°N, 55.18271°W; datum WGS 84). Twenty-three male *A. trivittata* carrying tadpoles were captured by hand or handheld net as they approached tadpole deposition sites. Deposition sites were water-filled puddles ranging from 3–15 m in the middle of a dirt road surrounded by forest vegetation. We measured SUL of each male to the nearest 0.01 mm using calipers, counted the number of tadpoles present using a 10x magnifying lens, and then released the male with his tadpoles at their point of capture. To statistically assess the relationship between the number of tadpoles transported and male SUL, we used Pearson product moment correlation (Minitab 16 statistical software, Minitab Inc., State College, Pennsylvania). Male SUL ranged from 33.1 to 38.9 mm (mean = 35.7 mm, SD = 1.61). The number of tadpoles transported ranged from 3–28 (mean = 17.6, SD = 7.15). We found a significant positive correlation between the number of tadpoles transported and male SUL ($N = 23$; $p < 0.003$; $r = 0.60$; Fig. 2). In contrast, the number of tadpoles transported was not correlated with male size in male *A. trivittata* in Peru (Roithmair 1994, *op. cit.*). This lack of relationship may simply be due to limited



FIG. 1. Male *Ameerega trivittata* transporting tadpoles to a large puddle in Brownsberg Nature Park, Republic of Suriname.

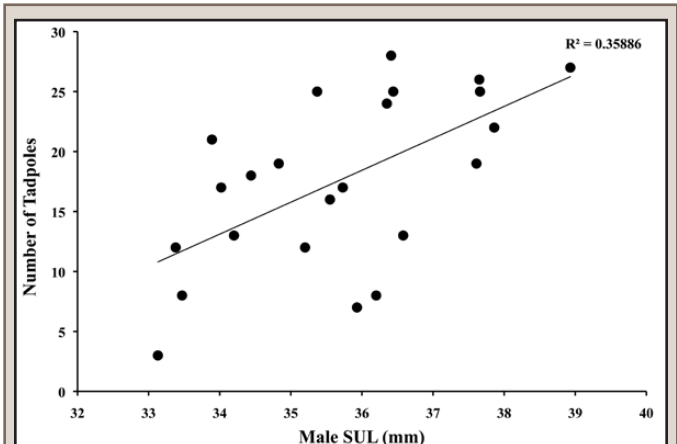


FIG. 2. Correlation between the number of tadpoles transported and male snout–urostyle length in *Ameerega trivittata* at Brownsberg Nature Park, Republic of Suriname.

Příloha V

Prohlášení spoluautorů o autorském podílu uchazeče na publikacích

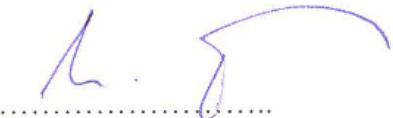
Autorský podíl Zdeňka Mačáta na publikaci:


Mačát Z., Rulík M., Jablonski D., Reiter A., Jeřábková L., Rada S. & Mikulíček P. (2019): Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* x *T. carnifex*). Submitted to *Ecology and Evolution* (ECE-2019-06-00690).

Zdeněk Mačát provedl terénní sběr dat a laboratorní zpracování vzorků. Podílel se na statistickém zpracování dat a interpretaci výsledků. Podílel se na sepsání první verze rukopisu a finalizoval rukopis před submitací. Jako korespondenční autor komunikoval s redakcí a zpracovával připomínky recenzentů.

Jeho procentuální podíl na publikaci tedy činí přibližně 30 %.

Spoluautoři svým podpisem stvrzují pravdivost uvedeného podílu Zdeňka Mačáta na publikaci:

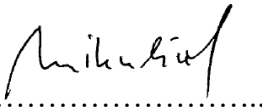
Martin Rulík 

Daniel Jablonski 

Antonín Reiter 

Lenka Jeřábková 

Stanislav Rada 

Peter Mikulíček 

Autorský podíl Zdeňka Mačáta na publikaci:

Mačát Z., Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). *Acta Herpetologica* 10(2): 135-141. (IF = 0.500)

Zdeněk Mačát provedl terénní sběr dat, podílel se na statistickém zpracování dat a interpretaci výsledků. Sepsal první verzi rukopisu a finalizoval rukopis před submitací. Jako korespondenční autor komunikoval s redakcí a zpracovával připomínky recenzentů.

Jeho procentuální podíl na publikaci tedy činí přibližně 65 %.

Spoluautoři svým podpisem stvrzují pravdivost uvedeného podílu Zdeňka Mačáta na publikaci:

Lenka Jeřábková

Antonín Reiter

Martin Rulík

Daniel Jablonski

Autorský podíl Zdeňka Mačáta na publikaci:

Reiter A., Mačát Z. & Jeřábková L. (2016): Rozšíření obojživelníků na Znojemsku -
ocasatí (Caudata). *Thayensia* 13: 137-179.

Zdeněk Mačát provedl terénní sběr dat, podílel se na interpretaci výsledků. Podílel se na finalizaci rukopis.

Jeho procentuální podíl na publikaci tedy činí přibližně 25 %.

Spoluautoři svým podpisem stvrzují pravdivost uvedeného podílu Zdeňka Mačáta na publikaci:

Antonín Reiter



Lenka Jeřábková



Autorský podíl Zdeňka Mačáta na publikaci:

Mačát Z., Mizsei E. & Jablonski D. (2015): *Triturus macedonicus* (Macedonian Crested Newt). Tail autotomy. *Herpetological Review* 46: 71-72.

Zdeněk Mačát vypracoval interpretaci výsledků. Sepsal první verzi rukopisu a podílel se na finalizování rukopisu. Jako korespondenční autor komunikoval s redakcí a zpracovával připomínky recenzentů.

Jeho procentuální podíl na publikaci tedy činí přibližně 40 %.

Spoluautoři svým podpisem stvrzují pravdivost uvedeného podílu Zdeňka Mačáta na publikaci:

Edvárd Mizsei



Daniel Jablonski

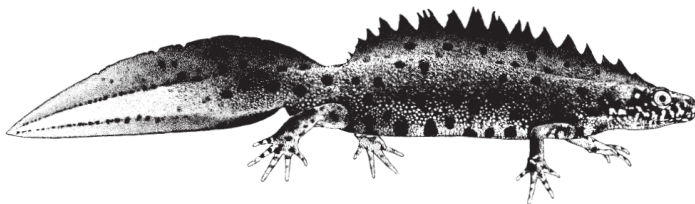


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



**Problematika skupiny *Triturus cristatus* superspecies v
České republice**

Zdeněk MAČÁT



Autoreferát dizertační práce

Olomouc 2019

Doktorský studijní program: P1606 Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ekologie

Uchazeč: **Mgr. Zdeněk Mačát**
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra ekologie a životního prostředí

Školitel: **doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.**
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra ekologie a životního prostředí

Oponenti: **doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**
Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra ekologie

doc. Mgr. Lumír Gvoždík, Ph.D.
Ústav biologie obratlovců Akademie věd ČR Brno, v.v.i.
Oddělení populační biologie

Obhajoba dizertace se koná dne v hodin v učebně
..... na Katedře ekologie a životního prostředí PřF Univerzity Palackého v
Olomouci, Šlechtitelů 27, Olomouc.

S dizertační prací je možné se seznámit na Studijním oddělení Děkanátu PřF
Univerzity Palackého v Olomouci, tř. 17. listopadu 12, Olomouc.

ABSTRAKT

Skupina čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies) je na území střední Evropy reprezentována třemi druhy, čolkem velkým, dravým a dunajským. Poslední dva druhy jsou na území České republiky na hranici areálu výskytu. V místech, kde se jednotlivé populace setkávají (jižní Morava) dochází k hybridizaci a tvoří se geografická hybridní zóna. Jedinci čolka dravého v této oblasti nesou mitochondriální DNA čolka dunajského, což je považováno za artefakt vzniklý introgresí během postglaciálního šíření. V hybridní zóně neexistuje přímá spojitost jedinců s typickým biotopem a není možné jedince odlišovat pomocí morfologických znaků, které jsou pro daný druh typické. Na základě aktuálních poznatků víme, že populace z Národního parku Podyjí a velmi blízké okolní oblasti patří k druhu čolka dravého, severně od hranice NP se pak rozkládá přibližně 5 km široká hybridní zóna, která přechází v populace čolka velkého. U jedinců z této hybridní oblasti byla prokázána relativně zvýšená prevalence (2,9 %) výskytu morfologických abnormalit (malformací), která však nepřesahuje limitní hodnoty uváděné v literatuře. Výskyt zranění způsobených predátorem byl pozorován u přibližně 22 % zkoumaných jedinců. Ve většině případů se jednalo o povrchové zranění ocasu dospělých samců. Minimum zranění bylo pozorováno u juvenilních jedinců. V rámci různých typů zranění a obranných reakcí předcházejících predaci bylo u čolka, ze skupiny velkých, pozorována a doložena autotomie části ocasu.

Klíčová slova: Obojživelníci, Caudata, hybridní zóna, habitat, morfologie, mtDNA, mikrosatelity, rozšíření, malformace, zranění, autotomie

ABSTRACT

Species diversity of crested newt in the Central Europe obtained three well separated species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex* and *T. dobrogicus*). Last two mentioned species are at the edge of the distribution area in south part of the Czech Republic (Moravia). Here is known a hybrid zone among these species. Individuals of *T. carnifex* from this area carried a mtDNA haplotyp of *T. dobrogicus*, which is a probably the remnant of postglacial introgression during expansion to the new areas. No evidence about relationship between habitat preferences and species was found in study area. Unfortunately, also no evidence between morphological characteristics and species was statistically significant. *T. carnifex* occur the area of Podyjí National park and close surrounding, on the north follows geographically modeled hybrid zone, about 5 km width and further to north is occurred by *T. cristatus*. Morphological malformations were found in 2.9 % of individuals in the study area. Injuries were recorded on 22 % of newts, were the proportions of tail crest injury was significantly higher in males than females. A less number of injuries were observed in juveniles. We also documented an autotomy defensive reaction on adult newt from this species group.

Key words: Amphibia, Caudata, hybrid zone, mtDNA, microsatellites, habitat preferences, morphology, distribution, malformations, injuries, autotomy

OBSAH

„VELCÍ ČOLCI“ – SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ	2
HYBRIDNÍ ZÓNY A HYBRIDIZACE	2
GENETICKÁ VARIABILITA VELKÝCH ČOLKŮ A HYBRIDIZACE NA JZ MORAVĚ	2
NÁROKY NA PROSTŘEDÍ A TYPOLOGIE HABITATŮ VELKÝCH ČOLKŮ	3
PROBLEMATIKA MORFOLOGIE VELKÝCH ČOLKŮ	4
VELCÍ ČOLCI V ČESKÉ REPUBLICE SE ZAMĚŘENÍM NA ZNOJEMSKO	5
MORFOLOGICKÉ ABNORMALITY	5
PREDÁTOŘI JAKO PŮVODCI ZRANĚNÍ ČOLKŮ	6
REAKCE NA PREDÁTORA A OBRANNÉ CHOVÁNÍ ČOLKŮ	6
ZÁVĚR	7
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	8
SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA	12

„VELCÍ ČOLCI“ – SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

HYBRIDNÍ ZÓNY A HYBRIDIZACE

Přírodní hybridizace je považována za důležitý evoluční jev, který může dát vzniknout izolovaným druhům nebo se může přímo podílet na vzniku nových evolučních linií. Hybridizace může vést ke vzniku přirozených hybridních taxonů se sexualním nebo asexualním rozmnožováním, k introgesi genetických znaků nebo k formování přechodných hybridních zón (Arnold 1997, Allendorf et al. 2001). Hybridní zóny jsou úzké oblasti, kde se setkávají dva odlišné druhy, které se zde rozmnožují a vytvářejí potomky, kteří nesou genetickou informaci obou rodičů (Hewitt 2001). Rozdílnost mezi hybridními zónami je značná, odlišují se například šířkou či délkou, mozaikovitostí a přežíváním různých genotypů (Arnold 1997). Ve střední Evropě byla biodiverzita výrazně ovlivněna paleoklimatickými změnami během Pleistocenu (Hewitt 2000, 2001). Mnoho druhů mělo tak svá refugia v jižních oblastech Evropy (např. Balkán, Apeninský nebo Pyrenejský poloostrov, Hewitt 1999) a po ústupu jednotlivých cyklů zalednění začaly druhy rekolonizovat kontinent. Během tohoto šíření došlo opět, v případě některých druhů, k setkání a také velmi často k hybridizaci (sekundární hybridní zóny; Arntzen a Wallis 1991). Nejčastěji vznikaly mozaikovité (s exogenní selekcí; Arias et al. 2008, Shurtliff et al. 2013) nebo tezní (s endogenní selekcí; např. Barton a Hewitt 1985) hybridní zóny.

GENETICKÁ VARIABILITA VELKÝCH ČOLKŮ A HYBRIDIZACE NA JZ MORAVĚ

V současné době rozlišujeme v Evropě sedm druhů ze skupiny čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies) a dva druhy ze skupiny čolka mramorovaného (*T. marmoratus*, Wielstra et al. 2019, Wielstra 2019). Tři druhy obývají střední Evropu a Českou republiku: čolek velký – *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768), čolek dravý – *T. carnifex* (Laurenti, 1768) a čolek dunajský – *T. dobrogicus* (Kiritzescu, 1903). Jejich výskyt je zde parapatrický s kontaktními zónami (Maletzky et al. 2008, Mikulíček et al. 2012, **Příloha I**).

O smíšených populacích (hybridizaci) čolků na jižní Moravě spekulovalo již několik autorů pouze na základě morfologické variability jedinců (Lác 1957, Kautman a Zavadil 2001). Pomocí analýzy alozymů potvrdil tuto doměnku Horák (2000). Na základě analýzy druhově specifických RADP markerů, mikrosatelitů a mitochondriální DNA toto zjištění doplnil Mikulíček et al. (2012) a také Příloha I. Analýza mitochondriální DNA ukazuje trochu překvapivé výsledky, jelikož přiřazuje mitochondriální haplotypy studovaných populací na jihozápadní Moravě k čolku dunajskému nikoli čolku dravému, jak by se dalo předpokládat (Mikulíček et al. 2012, Lagler 2015, **Příloha I**). Naopak výsledky mtDNA z oblasti

severozápadního Rakouska, kde byla rovněž popsána hybridizace mezi *T. cristatus* a *T. carnifex*, nesou čolci mitochondriální haplotyp buď čolka velkého nebo čolka dravého (Maletzky et al. 2008). Z výše zmíněných informací je patrné, že hybridní zóna v oblasti jihozápadní Moravy je tvořena geograficky. Přítomnost mitochondriálního genotypu čolka dunajského, který se v této oblasti nevyskytuje, může vysvětlit několik scénářů. Za nejpravděpodobnější lze předpokládat kontakt mezi populacemi obou druhů v nedávné historii. Během pleistocenního zalednění Evropy, byli čolci zatlačeni, stejně jako další druhy, do refugií. Po skončení období zalednění a ustálení klimatických podmínek došlo k rekolonizaci nových území a rozšiřování druhů dále na sever. Čolek velký našel refugium v Karpatech (Wielstra et al. 2015) a tedy kolonizace jihozápadní Moravy probíhala z východu, zatímco čolek dravý přečkal dobu ledovou pravděpodobně v oblasti Jadrana (Canestrelli et al. 2011). Ke styku těchto jedinců došlo až na Znojemsku, kde založili sekundární hybridní zónu, která je v současné době členěna od severovýchodu k jihozápadu (Hewitt 2001, 2011, **Příloha I**). Mitochondriální DNA čolka dunajského nesou jedinci čolka dravého, je tedy zřejmé, že mezi těmito druhy muselo v minulosti dojít k významnému kontaktu. Mitochondriální DNA čolka dunajského nesou jedinci čolka dravého, je tedy zřejmé, že mezi těmito druhy muselo v minulosti dojít k významnému kontaktu. Výskyt tohoto haplotypu, který je specifický pro západní Panonskou pánev, ukazuje, že historická hybridizace mezi *T. carnifex* a *T. dobrogicus* pravděpodobně proběhla v oblasti východně od Alp, nejspíše na západním okraji Panonské pánve. Následná introgrese mtDNA spolu s šířením čolka dravého tak přivedla haplotyp čolka dunajského do oblasti dnešního Znojemska.

NÁROKY NA PROSTŘEDÍ A TYPOLOGIE HABITATŮ VELKÝCH ČOLKŮ

Charakter a typ stanovišť využívaných velkými čolky je značně rozmanitý. Zásadním pro fungování populací je kvalitní vodní i suchozemský habitat, který odpovídá nárokům druhu. Biotopové charakteristiky jednotlivých druhů velkých čolků byly převážně studovány v jádrových oblastech výskytu daného druhu (pro čolka velkého např. Oldham et al. 2000, Jehle et al. 2011, Unglab et al. 2015, pro čolka dravého Pavignano et al. 1990), jen ojediněle pak v hybridních zónách (Maletzky et al. 2007, **Příloha I**). Za nejlépe vysvětlující veličiny pro kvalitu vodního biotopu jsou uváděny: intenzita slunečního záření (také prezentováno jako zastínění), velikost nádrže a hustota vodní a příbřežní vegetace (např. Blab a Blab 1981, Sztatecsny et al. 2004, Maletzky et al. 2007, Jehle et al. 2011). V případě zastínění, Filoda (1981) uvádí, jako limitní hranici pro výskyt dospělých jedinců 40% zástin, v případě larev pak ještě méně, přibližně 20 %. V případě hybridních populací v oblasti Salzburska pak uvádí Maletzky et al. 2007, že čolky chytali také v tůňích se zástinem vyšším než 50 %. Méně zastíněné nádrže jsou z pravidla více zarostlé vodními makrofyty, což je dobrý předpoklad pro výskyt čolků. Struktura

vegetace je velmi zásadním faktorem pro vývoj larev. Jednak samice klade jednotlivá vajíčka na listy vegetace, jednak je larvy využívají jako nezbytné úkryty před predátory. Přesto i volná hladina je zásadní faktor kvalitního biotopu, v ideálním případě tak musí jít o kombinaci obou faktorů. Denton (1991) uvádí jako ideální poměr 47:53 % ve prospěch volné hladiny. Oldham (1994) pak uvádí, že pobřežní vegetace by měla tvořit 25-50 % přibřežní zóny a v případě ponořené makrovegetace by mělo jít až o 50-75 % plochy tůně. Ideální rozlohu nádrže mezi 500-750 m² uvádí z Velké Británie Oldham et al. (2000). Minimální velikost pak stanovuje Arntzen (2003) na 50 m² a hloubku 50 cm. Z výše zmíněných zjištění je patrné, že jako vhodný biotop může sloužit stálá i vysychavá nádrž s hloubkou od několika málo centimetrů po několik metrů. Plocha vodní hladiny se rovněž pohybuje od několika málo metrů čtverečních až desítky či stovky. Důležitá je přítomnost submerzních a emerzních vodních makrofyt, dostatečné prosvětlení nádrže a v ideálním případě žádná či malá rybí obsádka.

PROBLEMATIKA MORFOLOGIE VELKÝCH ČOLKŮ

Identifikace velkých čolků na základě morfologických a morfometrických znaků byla běžná a hojně využívaná metoda ještě v poměrně nedávné době (např. Wolterstorff 1923, Šova 1973, Kalezić et al. 1990, Arntzen a Wallis 1994, 1999, Piálek et al. 2000). Odlíšit jednotlivé druhy v takto kryptické skupině, kterou čolci bezpochyby jsou, není vždy úplně snadné. V určitých případech je však možné použití fenotypu (zbarvení a dalších doprovodných znaků). Determinace na základě morfologie a fenotypu jedinců je však značně nespolehlivá v místech s výskytem hybridních zón mezi jednotlivými druhy S nástupem molekulárních metod a hlavně s postupujícím objasňováním biogeografie a fylogeneze velkých čolků (Wielstra a Arntzen 2011, 2016, Arntzen et al. 2018, Wielstra, et al. 2019) se od terénních metod v těchto místech postupně upustilo. Užitečným nástrojem se po několik generací herpetologů stal tzv. Wolterstorffův index (WI; Wolterstorff 1923). Hodnoty indexu jsou stanoveny jako poměr mezi délkou přední končetiny (Pa) násobenou stem a rozpětím předních a zadních končetin (LiE): $(100 \times Pa/LiE)$; Wolterstorff 1923, Arntzen a Wallis 1994). Index hodnotí čtyři taxony považované v té době za poddruhy (*dobrogicus*, *cristatus*, *carnifex* a *karelinii*), u kterých předpokládá jasný vzhled. V 90. letech prošel index kalibrací, při které byla použita nezávislá data (tj. data jedinců, u kterých nebyla druhová příslušnost stanovena na základě kvalitativních a kvantitativních znaků, ale na základě genetické analýzy; Arntzen a Wallis 1994, 1999). Ani tato kalibrace není dostatečná, tak aby bylo možné považovat WI za důsledný a neomylný determinační nástroj pro velké čolky. Index se vyznačuje značnou chybovostí, která se v průměru pohybuje okolo 31 %, přičemž není rozdíl mezi chybnou determinací samce či samice (Arntzen a Wallis 1999, **Příloha I**).

VELCÍ ČOLCI V ČESKÉ REPUBLICE SE ZAMĚŘENÍM NA ZNOJEMSKO

Na území České republiky jsou velcí čolci zastoupeni třemi druhy z druhového komplexu čolka velkého (*Triturus cristatus* superspecies). Druhý objev nového druhu pro českou faunu přišel v roce 1997, kdy byl v Tasovickém lomu nalezen čolek dravý. Morfologickou analýzu jedinců ze Znojemska provedl Piálek et al. (2000), biochemicky druh potvrdil Horák (2000). Ten mimo jiné hodnotí populace čolků z Podmolí, Tasovic, Mašovic a Citonic jako čolky dravé pomocí metody elektroforetické analýzy alozymů. Zásadní informace poté přináší práce hodnotící hybridní zónu čolků na česko-slovensko-rakouském pomezí, která využívá moderních metod v molekulární biologii (mtDNA a jaderná DNA; Mikulíček et al. 2012). Velmi zajímavým výsledkem v celé práci je hodnocení mitochondriálního genotypu čolků dravých, kteří na Znojemsku nesou genotyp čolka dunajského (více o příčinách a možném vzniku této genetické mozaiky je uvedeno v **Příloze I**). Na základě výsledků aktuálních analýz mitochondriální a jaderné DNA (**Příloha I**) je patrné, že populace čolků v NP Podyjí a jeho ochranném pásmu patří k druhu čolek dravý. Severně a západně navazující lokality pak osidlují populace s hybridním charakterem a v severní část Znojemska je rozšířen čolek velký. Většina lokalit leží v severozápadní polovině území, tedy v jeho více zalesněné části patřící k Jevišovickému bioregionu. Jakýkoliv údaj o výskytu velkých čolků pak chybí z jižní a jihovýchodní části území, z nivy Dyje po proudu od Tasovic a také z nivy dolní Jevišovky a jejích přítoků. Překvapující je zejména absence velkých čolků ve dvou lužních EVL na pomezí okresů Znojmo a Břeclav – Trávní dvůr a Drnholecký luh (**Příloha III**). V současné době je tedy v širší oblasti Znojemska evidováno 68 lokalit s výskytem jedinců z komplexu čolka velkého (**Příloha III**). Rakouská nálezová data pocházejí z okolí NP Thayatal (Waringer-Löschenkohl et al. 2010, Lagler 2015) a Rakouské Dyje (Cabela et al. 2001). Lagler (2015) hodnotí pět lokalit z oblasti Waldviertel v západních Dolních Rakousech pomocí jaderné a mitochondriální DNA a z lokality Mallersbach (ca 5 km jižně od lokality Čížov) uvádí druh *T. carnifex*, mtDNA pak odpovídá *T. dobrogicus*, stejně jako v případě znojemských populací (Mikulíček et al. 2012, **Příloha I**).

MORFOLOGICKÉ ABNORMALITY

Objektivní data o prevalenci malformací na populační úrovni byla publikována pro mnoho druhů žab, avšak v případě ocasatých obojživelníků je prací mnohem méně, přesto jsou základní informace dostupné (např. Canestrelli et al. 2006, Jarvis 2011, Henle et al. 2012, Gatti a Sannolo 2014, Laurentino et al. 2016, Romano et al. 2017, **Příloha II**). Informace o prevalenci jedné nebo více abnormalit jsou nepostradatelné pro další výzkum ekologie, biologie i zdravotního stavu jednotlivých populací. Původci těchto morfologických změn zahrnují jednak

parazity a patogeny, dále také UV záření, regeneraci po traumatech (zraněních), vysoké hladiny antropogenního znečištění, vnitrodruhové nebo mezidruhové vztahy, a to často synergicky a vzájemně propojené (např. Kiesecker 2002, Blaustein a Johnson 2003, Ballengée & Sessions 2009). Prevalence malformací ve stabilní populaci obojživelníků by se měla pohybovat v rozmezí od 1 do 5 % (Blaustein a Johnson 2003), což v případě většiny případů u velkých čolků odpovídá: < 1 % (Jarvis 2011), 0,59 % (Gatti a Sannolo 2014), 0,3 % (Mester et al. 2015), 2,9 % (**Příloha II**). Dokumentovány jsou však také případy, kdy prevalence malformací více (4,7-12 % u *Ambystoma macrodactylum*; Johnson et al. 2006) nebo extrémně (40-90 % v případě *Cryptobranchus alleganiensis*; Hiler et al. 2005) toto rozmezí překračovaly. Původ malformací u velkých čolků může mít vícero příčin. Za povšimnutí stojí také významný vliv hybridní zóny, která se v zájmové oblasti nachází (Mikulíček et al. 2012) a může přispívat ke kolapsu genetické homeostázy (Arntzen a Wallis 1991).

PREDÁTOŘI JAKO PŮVODCI ZRANĚNÍ ČOLKŮ

Zranění, jako důsledek antipredačního mechanismu, je nejvíce zkoumáno na druzích, kteří mají schopnost autotomie, tedy odvrhnout část těla (nejčastěji ocas či jeho část), aby zabránili střetu s predátorem (Cooper et al. 2004, Maginnis 2006) nebo naopak u druhů, které vzniklé zranění dokážou jakkoli regenerovat (Maginnis 2006). V případě čolků existuje pouze několik málo analýz hodnotící zranění na larvách (Vogrin 2006), čerstvě metamorfovaných jedincích (Nemes 2005) a dospělých jedincích rodů *Lissotriton*, *Ichtyosaura* (Kopecký 2013) a *Triturus* (**Příloha II**). Mezi nejvýznamnější predátory patří vodní ptáci, například: kachna divoká (*Anas platyrhynchos*), volavky (rody *Ardea* a *Egretta*), kvakoš noční (*Nycticorax nycticorax*) nebo čápi (rod *Ciconia*), k významným plazím predátorům čolků, řadíme želvu bahenní (*Emys orbicularis*) nebo užovky rodu *Natrix* (Arntzen 2003, Fahrbach a Gerlach 2018). Mezi savci jsou pak jmenováni hlavně rejsci (rod *Sorex*), tchoř tmavý (*Mustela putorius*), vydra říční (*Lutra lutra*) nebo prase divoké (*Sus scrofa*; Jehle et al. 2011). Významnou skupinu predátorů ve vodním prostředí tvoří ryby, z nichž za nejzávažnější predátory jsou považovány nepůvodní a invazní druhy jako je střevlička východní (*Pseudorasbora parva*), karas stříbrný (*Carassius gibelio*), sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*) nebo hlavačkovec Glenův (*Percottus glenii*; Reshetnikov 2003, Fahrbach a Gerlach 2018).

REAKCE NA PREDÁTORA A OBRANNÉ CHOVÁNÍ ČOLKŮ

Během života v rozličných typech prostředí čelí obojživelníci velkému tlaku různých typů predátorů, a proto si mnoho z nich vytvořilo nezávisle nespočet obranných mechanismů (Brodie 1977). Tyto antipredační adaptace čolci využívají ve většině případů synergicky a zvyšují tak jejich účinek. Mimo základní

mechanismy jako je útěk (uplavání) či ukrytí ve vegetaci jsou u čolků popsány také formy chování, při kterých jedinci přicházejí do styku s predátorem (Brodie 1977). Ukazuje se, že zásadním pro obranu čolků je produkce kožního toxinu, který je bílé barvy, silně zapáchá a lepí (Kupfer a Tenuis 2001). Velcí čolci rodu *Triturus* využívají minimálně devět mechanismů, aby odvrátili atak predátora. V případě ohrožení zaujmou typickou pozici, která umožňuje ukázat jejich výrazné zbarvení (Grillitsch 1984, Jablonski a Balej 2014). Naproti tomu také čolci často využívají imobilitu, tedy znehybnění celého těla nebo zploštění těla a těsné přitisknutí k podkladu. Dále jsou známy případy kousání jako obranné reakce (Fahrbach a Gerlach 2018, Mačát, vlastní pozorování).

Nepříliš častým jevem v čeledi Salamandridae je také autotomie, popsaná pouze u dvou rodů (*Chioglossa*; Brodie 1977; *Triturus*; **Příloha IV**). Naopak pro čeleď Plethodontidae je autotomie velmi typická a hojně využívaná obranná reakce (např. Brodie 1977, Maginnis 2006). Nicméně, jde o velmi náročný proces pro přežití jedince. V rámci odvržení ocasu dochází ke snížení zásob energie, pro kterou je ocas místem ukládání, což může mít za následek výrazné snížení fitness a přežívání (Bateman a Fleming 2009). Zároveň je také významně ovlivněno chování (Cooper 2003), rozmnožování (Fox a McCoy 2000), další únikové možnosti jedince (Kelehear a Webb 2006) a celkově lokomoce (plavání, chůze a potápění; Martin a Avery 1998) daného jedince. Energetická náročnost regenerace odvržené tkáně pak negativně ovlivňuje další přežívání jedince, ať už to jsou zvýšené nároky na příjem potravy a mnoho dalších parametrů (Maginnis 2006).

ZÁVĚR

Studium hybridizace a vznikajících hybridních zón je jedním z důležitých témat biologického výzkumu, který prohlubuje naše poznání. Přírodní hybridizace je považována za významný evoluční nástroj, který formuje populace, druhy i společenstva živočichů a rostlin. Dnešní biodiverzita Evropy byla výrazně ovlivněna paleoklimatickými změnami během pleistocénu, kdy se druhy uchýlily do refúgií, ze kterých pak proběhla nová vlna jejich šíření. Během opětovného setkávání blízce příbuzných populačních linií (alopatricky oddělených druhů) vznikaly hybridní zóny s různými parametry. Jedna hybridní zóna mezi čolky rodu *Triturus* se také nachází v oblasti jižní Moravy. Výsledky z této oblasti ukazují na výskyt tří druhů velkých čolků (čolka velkého, č. dravého a č. dunajského). V případě prvních dvou vzniká hybridní zóna v oblasti Znojemska. Tato hybridní zóna je geograficky dobře definovaná. Jedinci čolka dravého zde nesou ve své mitochondriální DNA haplotyp čolka dunajského. Tento výsledek je pravděpodobně pozůstatkem již zmíněného postglaciálního šíření čolka dravého, jež pravděpodobně hybridizoval s čolkem dunajských během šíření někde v oblasti západní Panonie. U dobře definovaných druhů, lze předpokládat odlišnosti

v různých aspektech, např. ve využívaných typech biotopu nebo mezi morfologickými znaky. Tento předpoklad však pro Znojensko neplatí, ani v jedné charakteristice se v rámci studia nepodařilo nalézt správný diskriminační znak mezi druhy. Pozornost byla věnována také studiu prevalence malformací a zranění u čolků. Početnost malformací vykazovala zvýšené hodnoty, které však nepřekračují hodnoty stanovené ve stabilních přírodních populacích. Ze zkoumaných jedinců bylo nalezeno více než 21 % s různým typem zranění. Ve většině případů se jednalo o povrchové zranění ocasu, který byl častěji zraněn u samců. Dále bylo v rámci terénního výzkumu pozorováno a doloženo využití autotomie části ocasu u jedince ze skupiny velkých čolků. Jde pravděpodobně o první doložený případ této obranné reakce u čolků rodu *Triturus*.

Celá práce tak přináší ucelený pohled na problematiku velkých čolků v hybridní zóně jižní Moravy s přesahy do dalších biologických odvětví.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Allendorf F.W., Leary R.F., Spruell P. & Wenburg J.K. (2001): The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 613-622.
- Arias C.F., Munoz A.G., Jiggins C.D., Mavarez J., Bermingham E. & Linares M. (2008): A hybrid zone provides evidence for incipient ecological speciation in *Heliconius* butterflies. *Molecular Ecology*, 17: 4699-4712.
- Arnold M.L. (1997): *Natural hybridization and evolution*. Oxford University Press, New York.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1991): Restricted gene flow in moving hybrid zone of the newt *Triturus cristatus* and *T. marmoratus* on western France. *Evolution* 45: 805-826.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1994): The WOLTERSTORFF Index and its value to the taxonomy of the Crested Newt superspecies. *Abhandlungen und Berichte des Museums für Naturkunde, Magdeburg* 17: 57-66.
- Arntzen J.W. & Wallis G.P. (1999): Geographic variation and taxonomy of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies): morphological and mitochondrial DNA data. *Contribution to Zoology*, 68: 181-203.
- Arntzen J.W. (2003): *Triturus cristatus* Superspezies – Kammolch-Artenkreis, pp. 421-514. In Grossenbacher K. & Thiesmeier B. (Eds.), *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Band 4/IIA, Schwanzlurche (Urodela) IIA, Salamandridae II: Triturus I*, AULA-Verlag, Wiebelsheim.
- Arntzen J.W., Üzümlü N., Ajduković M.D., Ivanović A. & Wielstra B. (2018) Absence of heterosis in hybrid crested newts. *PeerJ*, 6: e5317.
- Ballengée B. & Sessions S.K. (2009): Explanation for missing limb in deformed amphibians. *Journal of Experimental Zoology*, 312B: 770-779.
- Barton N.H. & Hewitt G.M. (1985): Analysis of hybrid zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 16: 113-148.
- Bateman P.W. & Fleming P.A. (2009): To cut a long tail short: a review of lizard caudal autotomy studies carried out over the last 20 years. *Journal of Zoology*, 277: 1-14.
- Blab J. & Blab L. (1981) Quantitative Analysen zur Phänologie, Erfäßbarkeit und Populationsdynamik von Molchbeständen des Kottenforstes bei Bonn. *Salamandra*, 17: 147-172.

- Blaustein A.R. & Johnson T.J. (2003): The complexity of deformed amphibians. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 87-94.
- Brodie E.D. (1977): Salamander antipredator postures. *Copeia*, 1977: 523–535.
- Cabela A., Grillitsch H. & Tiedemann F. (2001): Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich: Auswertung der herpetofaunistischen Datenbank der herpetologischen Sammlung des naturhistorischen Museums in Wien. Naturhistorischen Museum in Wien, Wien.
- Canestrelli D., Constantini V. & Chiacchiera F. (2006): *Triturus alpestris* (Alpine newt): Polymely. *Herpetological Bulletin*, 98: 36-37.
- Canestrelli D., Sacco F. & Nascetti G. (2011): On glacial refugia, genetic diversity, and microevolutionary processes: deep phylogeographical structure in the endemic newt *Lissotriton italicus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 105, 42-55.
- Cooper W.E. (2003): Shifted balance of risk and cost after autotomy affects use of cover, escape, activity, and foraging in the Keeled Earless Lizard (*Holbrookia propinqua*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54:179–187.
- Cooper W.E., Pérez-Mellado V. & Vitt L.J. (2004): Ease and effectiveness of costly autotomy vary with predation intensity among lizard populations. *Journal of Zoology*, 262: 243-255.
- Denton J.S. (1991): The distribution and breeding site characteristics of newt in Cumbria, England. *Herpetological Journal*, 1: 549-554.
- Fahrbach M. & Gerlach U. (2018): The genus *Triturus*. History, Biology, Systematics, Captive Breeding. *Frankfurter Beiträge zur Naturkunde*, 69, Edition Chimaira, Frankfurt am Main.
- Filoda H. (1981) Amphibien im östlichsten Teil Lüchow-Dannenberg – eine siedlungsbiologische Bestandsaufnahme. *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens*, 34: 125-136.
- Fox S.F. & McCoy J.K. (2000): The effects of tail loss on survival, growth, reproduction, and sex ratio of offspring in the lizard *Uta stansburiana* in the field. *Oecologia*, 122: 327–334.
- Gatti F. & Sannolo M. (2014): Two cases of polydactyly in the Italian crested newt, *Triturus carnifex*. *Herpetology Notes*, 7: 477-478.
- Grillitsch H. (1984): Zum Feindabwehr-Verhalten des Kammolches, *Triturus cristatus cristatus* (LAURENTI, 1768) (Caudata, Salamandridae). *Salamandra*, 20: 61-63.
- Henle K., Mester B., Lengyel S. & Puky M. (2012): A review of rare type of anomaly in Amphibians, tail duplication and bifurcation, with description of three new cases in European species (*Triturus dobrogicus*, *Triturus carnifex* and *Hyla arborea*). *Journal of Herpetology*, 46: 451-455.
- Hewitt G.M. (1999): Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society of London*, 68: 87-112.
- Hewitt G.M. (2000): The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature*, 405: 907-913.
- Hewitt G.M. (2001): Speciation, hybrid zones and phylogeography – or seeing genes in space and time. *Molecular Ecology*, 10: 537-549.
- Hewitt G.M. (2011): Quaternary phylogeography: the roots of hybrid zones. *Genetica*, 139: 617-638.
- Hiler W.R., Wheeler B.A. & Trauth S.E. (2005): Abnormalities in the Ozark hellbender (*Cryptobranchus alleganiensis bishop*) in Arkansas: a comparison between two rivers with a historical perspective. *Journal of Arkansas of Academy Science*, 59: 88-94.
- Horák A. (2000): Genetická struktura *Triturus cristatus* superspecies na území bývalého Československa. [diplomová práce, ms. depon. in Jihočeská univerzita, České Budějovice].
- Jablonski D. & Balej P. (2014): *Triturus ivanbureschi* (Buresch's Crested Newt). Defensive behavior. *Herpetological Review*, 45: 302-303.

- Jarvis L.E. (2011): *Triturus cristatus* (Great crested newt): Malformation. Herpetological Bulletin, 117: 40-41.
- Jehle R., Thiesmeier B. & Foster J. (2011): The crested newt. Laurenti-Verlag, Bielefeld.
- Johnson P.T., Preu E.R., Sutherland D.R., Romansic J.M, Han B. & Blaustein A.R. (2006): Adding infection to injury: synergistic effect of predation and parasitism on amphibian malformations. Ecology, 87: 2227-2235.
- Kalezić M.L., Džukić G., Stamenković S., Crnobrnja J. (1990): Morphometrics of the crested newt (*Triturus cristatus* complex) from Yugoslavia: relevance for taxonomy. Arhiv Bioloskih Nauka, 42: 17-37.
- Kautman J. & Zavdil V. (2001): Distribution of *Triturus cristatus* group in the Slovak Republic. Rana, 4: 29-40.
- Kelcehear C. & Webb J.K. (2006): Effects of tail autotomy on anti-predator behavior and locomotor performance in a nocturnal gecko. Copeia, 2006: 803-809.
- Kiesecker J.M. (2002): Synergism between trematode infection and pesticide exposure: a link to amphibian limb deformities in nature? Proceedings of the National Academy of Sciences, 99: 9900-9904.
- Kopecký O. (2013): Predation-induces injuries in wild populations of Alpine newt. Pakistan Journal of Zoology, 45: 417-422.
- Kupfer A. & Teunis S.F.M. (2001): Field observatio of antipredator behaviours in the three species of newts (genus *Triturus*). Herpetology Journal, 11: 117-119.
- Lác J. (1968): Oboživelníky – Amphibia, pp.229-312. In Oliva O., Hrabě S. & Lác J.: Stavovce Slovenska I. Ryby, oboživelníky, plazy. SAV, Bratislava.
- Lagler P. (2015): Species composition of crested newt populations in a contact zone of three species (*Triturus cristatus*, *T. carnifex*, *T. dobrogicus*) in Waldviertel (Lower Austria). [master thesis, ms. depon. in University of Natural Resources and Life Science, Vienna, Austria].
- Laurentino, T.G., Pais M.P. & Rosa G.M. (2016): From a local observation to a European-wide phenomenon: Amphibian deformities at Serra da Estrela Natural Park, Portugal. Basic and Applied Herpetology, 30: 7-23.
- Maginnis T.L. (2006): The cost of autotomy and regeneration in animals: a review and ramework for future research. Behavioral Ecology, 17: 857-872.
- Maletzky A., Kyek M. & Goldschmid A. (2007): Monitoring status, habitat features and amphibian species richness of Crested newt (*Triturus cristatus* superspecies) ponds at the edge of the species range (Salzburg, Austria). Annales de Limnologie - International Journal of Limnology, 43: 107-115.
- Maletzky A., Mikuliček P., Franzen M., Goldschmid A., Gruber H.-J., Horák A. & Kyek M. (2008): Hybridization and introgression between two species of crested newts (*Triturus cristatus* and *T. carnifex*) along contact zones in Germany and Austria: morphological and molecular data. Herpetological Journal, 18: 1-15.
- Martin J. & Avery R.A. (1998): Effects of tail loss on the movement patterns of the lizard, *Psammotromus algirus*. Functional Ecology 12: 794-802.
- Mikuliček P., Horák A., Zavdil V., Kautman J. & Piálek J. (2012): Hybridization between three crested newt species (*Triturus cristatus* superspecies) in the Czech Republic and Slovakia: comparison of nuclear markers and mitochondrial DNA. Folia Zoologica, 61: 202-218.
- Nemes S. (2005): Comparative morphometric analysis of injured and uninjured newly metamorphosed smooth newts (*Triturus vulgaris*). North-Western Journal of Zoology, 1: 61-63.

- Oldham R.S. (1994) Habitat assessment and population ecology, pp. 45-68. In Gent T. & Bray R. (Eds): Conservation and Management of Great Crested Newts. English Nature, Peterborough.
- Oldham R.S., Keeble J., Swan M.J.S. & Jeffcote M. (2000): Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). Herpetological Journal, 10: 143-155.
- Pavignano I., Giacoma C. & Castellano S. (1990): A multivariate analysis of amphibian habitat determinants in north-western Italy. Amphibia-Reptilia, 11: 311-324.
- Piálek J., Zavadil V. & Valíčková R. (2000): Morphological evidence for the presence of *Triturus camifex* in the Czech Republic. Folia Zoologica, 49: 33-40.
- Reshetnikov A.N. (2003): The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish). Hydrobiologia, 510: 83-90.
- Romano A., Avella I. & Roger D.S. (2017): Body malformations in a forest-dwelling salamander, *Salamandrina perspicillata* (Savi, 1821). Herpetological Conservation and Biology, 12: 16-23.
- Shurtliff Q.R., Murphy P.J. & Matocq M.D. (2013): Ecological segregation in a small mammal hybrid zone: habitat-specific mating opportunities and selection against hybrids restrict gene flow on a fine spatial scale. Evolution, 68: 729-742.
- Șova C. (1973): Morphometric researches in the genus *Triturus* from Rumania (Sereth River Basin). Studii Comunicări, Muzeul Științele Naturii Bacău, 6: 85-286.
- Sztatecsny M., Jehle R., Schmidt B.R. & Arntzen J.W. (2004) The abundance of premetamorphic newts (*Triturus cristatus*, *T. marmoratus*) as a function of habitat determinants: an a priori model selection approach. Herpetological Journal, 14: 89-97.
- Unglaub B., Steinfartz S., Drechsler A. & Schmidt B.R. (2015): Linking habitat suitability to demography in a pond-breeding amphibian. Frontiers in Zoology, 12: 9.
- Vogrin M. (2006): Micro-habitat use within a guild of newt larvae (Trituridae) in an Alpine lake. Biologia, Bratislava, 61: 579-584.
- Waringer-Löschenkohl A., Ruzek S. & Werba F. (2010): Amphibien im Nationalpark Thayatal. Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum, 21: 361-384.
- Wielstra B. & Arntzen J.W. (2011): Unraveling the rapid radiation of crested newts (*Triturus cristatus* superspecies) using complete mitogenomic sequences. BMC Evolutionary Biology, 11: 62.
- Wielstra B. & Arntzen J.W. (2016): Description of a new species of crested newt, previously subsumed in *Triturus ivanbureschi* (Amphibia: Caudata: Salamandridae). Zootaxa, 4109: 73-80.
- Wielstra B. (2019): *Triturus* newts. Current Biology, 29: R110-R111.
- Wielstra B., Babik W. & Arntzen J.W. (2015): The crested newt *Triturus cristatus* recolonized temperate Eurasia from an extra-Mediterranean glacial refugium. Biological Journal of the Linnean Society, 114: 574-587.
- Wielstra B., McCartney-Melstad E., Arntzen J.W., Butlin R.K. & Shaffer H.B. (2019): Phylogenomics of the adaptive radiation of *Triturus* newts supports gradual ecological niche expansion towards an incrementally aquatic lifestyle. Molecular Phylogenetics and Evolution, 133: 120-127.
- Wolterstorff W. (1923): Uebersicht der Unterarten und Formen des *Triton cristatus* Laur. Blätter für Aquarien und Terrarienkunde, Stuttgart, 34: 120-126.

SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Publikace zařazené do disertační práce

- Mačát Z.**, Rulík M., Jablonski D., Reiter A., Jeřábková L., Rada S. & Mikulíček P. (2019): Species-specific habitat preferences does not shape the structure of the crested newt hybrid zone (*Triturus cristatus* x *T. carnifex*). Submitted to *Ecology and Evolution* (ECE-2019-06-00690) (IF = 2.340).
- Mačát Z.**, Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2015): Malformations and body injuries in a hybrid zone of crested newts (Caudata: Salamandridae: *Triturus cristatus* superspecies). *Acta Herpetologica* 10: 135-141. (IF = 0.500).
- Reiter A., **Mačát Z.** & Jeřábková L. (2016): Rozšíření obojživelníků na Znojemsku - ocasatí (Caudata). *Thayensia* 13: 137-179.
- Mačát Z.**, Mizsei E. & Jablonski D. (2015): *Triturus macedonicus* (Macedonian Crested Newt). Tail autotomy. *Herpetological Review* 46: 71-72.

Odborné publikace

- Mačát Z.**, Rindos M., Mihalca D. & Jablonski D. (2019): Amplexus between two different orders of amphibians recorded in Romania. *North-western Journal of Zoology* (in press). (IF = 0.733).
- Jablonski D., Gvoždík V., Choleva L., Jandzik D., Moravec J., **Mačát Z.** & Veselý M. (2019): Tracing the maternal origin of the common wall lizard (*Podarcis muralis*) on the northern range margin in Central Europe. *Mitochondrion* 46: 149-157. (IF = 3.226).
- Mačát Z.** & Jablonski D. (2018): *Polypedates leucomystax* (Common Tree Frog). Defensive behavior. *Herpetological Review* 49: 307.
- Mačát Z.** & Jablonski D. (2018): *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768), amplexing male *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). *Herpetozoa* 30: 222-223. (IF = 1.125).
- Machač O., **Mačát Z.**, Jelínek A. & Reiter A. (2018): Lovčik mokřadní Dolomedes plantarius (Clerck, 1757) (Araneae: Pisauridae) v povodí řeky Dyje. *Thayensia* 15: 95-102.
- Mačát Z.**, Ahmad Sah H.H. & Grafe T.U. (2016): Attempted predation of *Ptychozoon horsfieldii* (Squamata: Gekkonidae) by *Chrysopelea paradisi* (Serpentes: Colubridae) in Borneo. *Phyllomedusa* 15: 65-67. (IF = 0.548)
- Mačát Z.**, Hagner D. & Jablonski D. (2016): Erythrism in the Smooth Snake, *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768), Recorded from Georgia. *Russian Journal of Herpetology* 23: 73-76. (IF = 0.347)
- Mačát Z.** & Jablonski D. (2016): Good invasion ability is not enough: Predation on the pond slider (*Trachemys scripta*) by the wels catfish (*Silurus glanis*) in the Czech Republic. *Herpetological Bulletin* 135: 38-39.
- Ahmad Sah H. H. & **Mačát Z.** (2016): *Boiga nigriceps* (Dark-headed Cat Snake). Diet. *Herpetological Review* 47: 141-142.
- Mačát Z.**, Veselý M. & Jablonski D. (2015): New case of fruit eating observation in *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) (Lacertidae) from Croatia. *Biharean Biologist* 9: 158-159.
- Mačát Z.**, Ahmad Sah H. H. & Grafe T.U. (2015): *Rhacophorus pardalis* (Harlequin Tree Frog). Defensive behavior. *Herpetological Review* 46: 418.
- Mačát Z.**, Bednařík A. & Rulík M. (2015): The three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) infection with *Schistocephalus solidus* in Hel marina (Puck Bay, Baltic Sea, Poland). *Oceanological and Hydrobiological Studies* 44: 11-17. (IF = 0.519)
- Mačát Z.**, Starcová M., Červenka J., Jablonski D. & Šandera M. (2014): A molecular assessment and first record of *Tarentola mauritanica* (Squamata: Phyllocladylidae) on Corfu, Greece. *Salamandra* 50: 172-176. (IF = 1.100)
- Tuf I.H., Hora P., **Mačát Z.**, Macháč O., Rendoš M., Trmka F. & Vokálová A. (2013): Suitability of nail polish for marking the common rough woodlouse, Porcelio scaber (Oniscidea). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 77: 159-163.
- Mačát Z.** (2012): Nálezy obojživelníků a plazů v EVL Libické luhy. Faunistic records of amphibians and reptiles at SCI Libické luhy. *Práce muzea v Kolíně* 10: 59-90.

Príspevky na konferenciách (zahraniční)

- Grafe T.U., Ahmad Sah H.H. & **Mačát Z.** (2018): Preliminary observations of blood-sucking flies in the genus *Sycorax* Haliday (Psychodidae) and their frog hosts in lowland forests of Borneo. 9th International Congress of Dipterology, Windhoek, Namibia 2018, Abstract Volume: 99.

- Mačát Z.**, Ahmad Sah H. H. & Grafe T. U. (2015): Preliminary results from observation of blood-sucking flies genus *Sycorax* (Diptera: Psychodidae) hosted by *Ansonia longidigita* (Anura: Bufonidae) in Borneo. 18th European Congress of Herpetology, Wrocław, Poland, 7 - 12 September 2015. Programme & Abstracts: 153.
- Mačát Z.**, Jeřábková L., Reiter A. & Rulík M. (2013): Habitat features and syntopic species of crested newt ponds in South Moravia, Czech Republic. 17th European Congress of Herpetology, Veszprém, Hungary, 22-27 August 2013. Programme & Abstracts: 263.
- Mačát Z.**, Jeřábková L., Reiter A. & Rulík M. (2013): Morphological study and revision of occurrence of the genus *Triturus* in hybrid zone, South Moravia, Czech Republic. Joint Meeting of the British Herpetological Symposium & Amphibian Conservation Research Symposium – London 2013. Programme & Abstracts.
- Tuf I.H., Hora P., **Mačát Z.**, Machač O., Rendoš M., Trnka F., Vokálová A. (2011): Stability and toxicity of polish nail marks on *Porcellio scaber*. Tajovský K. (ed.): 11th Central European Workshop on Soil Zoology. Abstract Book with Programme and List of Participants. Institute of Soil Biology, Biology Centre, ASCR, v.v.i., České Budějovice: 50.

Príspevky na konferenciách (tuzemské)

- Mačát Z.**, Reiter A., Jelinek A. & Machač O. (2019): Lovčík mokřadní (*Dolomedes plantarius*) v povodí řeky Dyje. 114. In: Bryja J., Horsák M., Horsáková V. & Zukal J. (Eds.): Zoologické dny Brno 2019. Sborník abstraktů z konference 7.-8. února 2019.
- Adamcová I., Losík J. & **Mačát Z.** (2017-2018): Demografie ropuchy zelené (*Bufo viridis*) v urbanizovaném prostředí města Olomouc. Herpetologické informace Vol. 15-16: 9.
- Weber L., Rulík M. & **Mačát Z.** (2016): Biotopové charakteristiky lokalit čolka velkého (*Triturus cristatus*) v aluvii řeky Moravy: využitelnost Habitat Suitability Indexu pro predikci výskytu. 240. In: Bryja J., Sedláček F. & Fuchs R. (Eds.): Zoologické dny České Budějovice 2016. Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2015. 279 pp.
- Mačát Z.**, Jeřábková L., Reiter A., Rulík M. & Jablonski D. (2016): Morfologické abnormality a zranění v hybridní zóně velkých čolků (*Triturus cristatus* superspecies) jižní Moravy. 133. In: Bryja J., Sedláček F. & Fuchs R. (Eds.): Zoologické dny České Budějovice 2016. Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2015. 279 pp.
- Mačát Z.** (2013): Charakteristika tůní a společenstva obojživelníků na lokalitách velkých čolků. Herpetologické informace, Vol. 12: 8.
- Mačát Z.**, Starcová M., Červenka J., Jablonski D. & Šandera M. (2014): Gekon zední (*Tarentola mauritanica*) na řeckém ostrově Korfu: první záznam a identifikace mitochondriálního haplotypu. 122-123. In: Bryja J., Drozd P. (Eds.): Zoologické dny Ostrava 2014. Sborník abstraktů z konference 6.-7. února 2014. 253 pp.
- Mačát Z.**, Jeřábková L. & Reiter A. (2012): Velcí čolci na Znojemsku. Herpetologické informace Vol. 11: 8.
- Mačát Z.** (2012): GreenCamp – letní škola ochrany přírody pro středoškolské studenty. [GreenCamp – summer school of nature protection for high school students] In: Machar I. (ed.): Vzdělávání v ochraně přírody a krajiny. Monografie. Vydává Česká společnost pro ekologii krajiny a Univerzita Palackého v Olomouci, 72-74.
- Mačát Z.**, Reiter A. & Jeřábková L. (2012): Diverzita velkých čolků na Znojemsku. In: Bryja J., Albrechtová J., Tkadlec E. (eds.): Zoologické dny Olomouc 2012. Sborník abstraktů z konference 9.-10. února 2012: 127-128.
- Mačát Z.**, Jeřábková L. & Reiter A. (2010): Aplikace nové metody při odchyту obojživelníků. Herpetologické informace Vol. 9: 5-6.
- Hora P., **Mačát Z.**, Machač O., Rendoš M., Trnka F., Vokálová A., Tuf I.H. (2010): Značení půdních bezobratlých: jak dlouho vydrží a jak rychle zabijí? In: Bryja J. & Zasadil P. (eds.): Zoologické dny Praha 2010. Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2010.
- Mačát Z.**, Veselý M. (2009): Nové nálezy vzácných plazů v České republice. Herpetologické informace Vol. 8: 10-11.

Popularizační publikace

- Rulík M., Bednařík A., Gabriš R., Trnka F., Kuřavová K. & **Mačát Z.** (2016): Zajímavosti z biologie a výzkumu živočichů Baltského moře a písčné kosy poloostrova Hel. Živa 1/2016: 46-49.
- Rulík M., Bednařík A., Trnka F. & **Mačát Z.** (2015): Nejen za tulení na písčnou kosu - poloostrov Hel. Živa 6/2015: 311-315.
- Mačát Z.** (2014): Herpetofauna brunejského národního parku Ulu Temburong. Živa 6/2014: 296-299.
- Mačát Z.**, Trnka F., & Machač O. (2013): GreenCamp 2013 – tentokrát v CHKO Třeboňsko. Ochrana přírody 68: 33.
- Mačát Z.** (2008–2019): 152 krátkých článků o vybraných druzích obratlovců a chráněných územích České republiky na popularizačním webu Natura Bohemica (www.naturabohemica.cz).