

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Zoologie



Bc. Věra Pešánová

Ekologie užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) na Chrudimce
Ecology of the Dice snake (*Natrix tessellata*) in the Chrudimka River

Diplomová práce

Školitel: RNDr. Ivan Reháček, CSc.

Konzultant: prof. RNDr. Daniel Frynta, Ph.D.

Praha, 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 11. 08. 2022

Podpis

Poděkování

Děkuji mému školiteli RNDr. Ivanu Rehákoví, CSc. za jeho cenné rady, pomoc, trpělivost i podporu a za to, že mi poskytl příležitost pod jeho vedením zpracovat téma, které mě baví a přineslo mi mnoho cenných znalostí a zkušeností.

Dále děkuji mému konzultantovi prof. RNDr. Danielu Fryntovi, Ph.D. za rady ke statistickému zpracování a prof. Mgr. Lukášovi Kratochvílovi, Ph.D. a jeho laboratoři za zpracování genetických vzorků. RNDr. Blance Mikátové děkuji za zaučení terénní práce s *N. tessellata* a pomoc v nejtěžším začátku.

Děkuji Romanu Rozínkovi z NaturaServis s.r.o. za poskytnutí fólií, RNDr. Vladimíru Vohralíkovi, CSc. za poskytnutí Pesoly, RNDr. Marku Šmejkalovi, Ph.D. z Hydrobiologického ústavu Biologického centra AV ČR za pomoc s určením druhů ryb.

Děkuji Mgr. Ivanu Hozovi z ČSOP Pardubice za realizaci ochranných opatření a především za prvotní informaci o výskytu užovky podplamaté v PP Nemošická stráň, bez které by tato práce nevznikla. Také děkuji Mgr. Romaně Žaloudkové z KÚ Pardubického kraje za pomoc s realizací výzkumu na Pardubicku a Mgr. Ondřejovi Macháčovi ze Správy CHKO Železných hor, za realizaci výzkumu v CHKO ŽH a pomoc v terénu. Dále děkuji RNDr. Vladimíru Lemberkovi a také RNDr. Bohuslavu Mockovi z Muzea východních Čech v Hradci Králové za poskytnutí cenných informací o *N. tessellata* ve východních Čechách, Mgr. Liboru Prausovi, Ph.D. z Východočeského muzea v Pardubicích za možnost nahlédnutí do sbírek muzea.

Na závěr děkuji mé mamince za podporu při mém studiu a cennou pomoc v životě i v terénu, mým přátelům i kolegům, kteří mi jsou v životě oporou, a také všem, kteří mi za ty roky přišli do terénu pomoci.

Abstrakt

Užovka podplamatá, *Natrix tessellata*, je na území České republiky zákonem prohlášena kriticky ohroženým druhem. Historie herpetologicky a ochranářsky mimořádně pozoruhodné populace na Chrudimce je v literárních záznamech krátká a útržkovitá – první záznamy ze středního toku Chrudimky pochází ze 70. let 20. století a z dolního toku řeky na Pardubicku teprve z 90. let 20. století. Dosud neexistovaly podrobnější populační údaje, ale pouze pozorování, která zahrnovala spíše jednotlivé exempláře. Tato práce se proto zaměřuje na velikost, složení a disperzi populace z Chrudimky, získání příslušných morfologických, ekologických, etologických a genetických dat a na identifikaci důležitých krajinných prvků a ohrožujících faktorů jakožto podkladů pro ochranu zdejší populace. Výsledky z terénních dat sesbíraných v letech 2019–2021 poukazují na životaschopnou populaci s každoročním rozmnožováním. Na základě odhadů pomocí zpětných odchytů čítá populace dolního toku na Pardubicku přibližně 220–440 dospělých jedinců. Hibernakulum, které využívá většina populace, se nachází v PP Nemošická stráň, hlavní loviště se nachází po proudu pod jezem na řece v Nemošicích a na blízkém mrtvém rameni. Menší část populace zimuje a loví potravu v Drozdicích, směrem proti proudu od Nemošické stráně. Sezóna aktivity může začínat už koncem března a končit až začátkem října. Fylogeografické výsledky ukazují na odlišnost této populace od ostatních českých populací a přiřazují ji k balatonské větvi. Výsledky z průzkumu středního toku v Železných horách ukazují zdejší populaci jako velice malou nebo na pokraji vymizení. Výsledky testování sexuálního dimorfismu ukazují rozdíly mezi pohlavími v absolutních hodnotách celkové tělesné délky a hmotnosti se samicemi jako větším pohlavím, stejně tak i ve vyšší relativní hmotnosti a větší relativní šířce hlavy vůči délce těla u samic. Samci mají v poměru k délce těla delší ocas, mezi relativní délkou hlavy nebyl nalezen rozdíl. Práce ukazuje variabilitu a typické počty hlavových štítků a vyhodnocuje na jejím základě flukтуаční asymetrii, přičemž výsledky neukazují na nápadně zvýšenou hladinu asymetrie, která by mohla indikovat sníženou životaschopnost populace.

Klíčová slova: užovka podplamatá, *Natrix tessellata*, Chrudimka, ekologie

Abstract

The dice snake, *Natrix tessellata*, is legally declared a critically endangered species in the Czech Republic. The history of the herpetologically and conservationally remarkable population on the Chrudimka River is short and fragmented in literary records – first records from the middle reaches of the Chrudimka are from the 1970s and from the lower reaches, they're only from the 1990s. Until now, there was no detailed population data, only observations that tended to include mostly single specimens. This thesis therefore focuses on the size, composition and dispersal of the Chrudimka population, on obtaining relevant morphological, ecological, ethological and genetic data, and on identification of important landscape features and threatening factors as a basis for the conservation of the local population. Results from the field data collected in 2019–2021 indicate a viable population with annual reproduction. Based on estimates using a capture-recapture method, the population of the lower reaches of the river in the Pardubice region numbers 220–440 adults. The hibernation site used by the majority of the population is located in the Nemošická stráž PP, with the main hunting grounds located downstream of the weir on the Nemošice river and in the nearby oxbow lake. A smaller part of the population winters and forages in Drozdice, upstream of Nemošická stráž. The season of activity may start as early as the end of March and end as late as the beginning of October. Phylogeographic data show the distinctness of this population from other Czech populations and assign it to the Balaton branch. The results from the field work in the middle reaches of the Železné hory show the local population to be very small or on the verge of extinction. Results of sexual dimorphism testing show differences between the sexes in absolute values of total body length and weight with females being the larger sex, as well as higher relative weight and greater relative head width to body length in females. Males have a longer tail relative to body length, but no difference was found in relative head length. This paper shows the variability and typical numbers of head scales and evaluates fluctuating asymmetry based on it, and the results do not indicate a strikingly elevated level of asymmetry that could indicate reduced population viability.

Key words: dice snake, *Natrix tessellata*, Chrudimka river, ecology

Obsah

1	Úvod.....	1
1.1	Obsahná charakteristika	1
1.2	Historie výskytu <i>N. tessellata</i> ve východních Čechách.....	4
1.3	Fylogeografie.....	6
2	Cíle práce.....	7
3	Monitorovaná oblast a lokality.....	8
3.1	Dolní tok Chrudimky (Pardubicko).....	8
3.1.1	Hostovice.....	9
3.1.2	Mnětice.....	9
3.1.3	Drozdice	9
3.1.4	PP Nemošická stráň a okolí.....	10
3.1.5	Na Podkově	10
3.1.6	Nemošice	11
3.1.7	„Červeňák“ a okolí	13
3.1.8	Na Vinici a centrum Pardubic	13
3.2	Labe (Pardubicko)	13
3.2.1	Kunětice a okolí	13
3.2.2	Pardubice	13
3.3	Loučná (Pardubicko)	13
3.4	Střední tok Chrudimky (Železné hory).....	14
3.4.1	Vodní nádrž Křižanovice	15
3.4.2	PR Strádovské peklo	15
3.4.3	Vodní nádrž Prácheň	15
3.4.4	Svídnice	15
4	Materiál a metodika.....	17
4.1	Povolení.....	17
4.2	Návštěvy lokalit, pozorování a odchyt	17

4.3	Morfometrické a meristické znaky	21
4.4	Individuální značení jedinců.....	22
4.5	Teplotní a hydrometeorologická data	24
4.6	Fotografická dokumentace	24
4.7	Mapové podklady	25
4.8	Fylogeografie – haplotypová příslušnost.....	25
4.9	Statistické zpracování	26
5	Výsledky.....	28
5.1	Morfologie.....	28
5.1.1	Morfometrie adultních jedinců.....	28
5.1.2	Růst.....	33
5.1.3	Meristické znaky	36
5.1.4	Zbarvení	42
5.1.5	Traumatické změny	43
5.2	Populační charakteristika.....	44
5.2.1	Početnost adultní populace.....	44
5.2.2	Poměr pohlaví	45
5.2.3	Velikostní složení populace	45
5.2.4	Hustota a disperze populace, migrační trasy	46
5.2.5	Důležité krajinné prvky	48
5.2.6	Ohrožující prvky	53
5.3	Etologie a ekologie	57
5.3.1	Termální biologie	57
5.3.2	Roční aktivita	58
5.3.3	Denní aktivita v průběhu sezóny	64
5.3.4	Antipredační strategie	65
5.3.5	Epigamní chování.....	67
5.3.6	Potrava.....	69

5.4	Metody odchyty.....	71
5.4.1	Plachty s nálezem <i>N. tessellata</i>	71
5.4.2	Odchyty podle prostředí	71
5.5	Fylogeografie.....	72
5.6	Výsledky z oblasti Železných hor	72
6	Diskuse	75
6.1	Morfologie	75
6.2	Populační charakteristika.....	82
6.3	Etologie a ekologie	85
6.4	Fylogeografie.....	88
6.5	Ochrana a management	89
6.6	Metodika odchyty	90
6.7	Železné hory	91
7	Závěr.....	92
8	Seznam použité literatury	94

1 Úvod

1.1 Obecná charakteristika

Užovka podplamatá, *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) (Squamata: Natricidae sensu Zaher et al. 2019, resp. Colubridae: Natricinae sensu Pyron et al. 2011, 2013) je semiakvatická užovka rodu *Natrix* Laurenti, 1768, do nějž patří celkem pět recentních druhů palearktických užovek. Vedle monotypického druhu *N. tessellata* to je monotypický druh *Natrix maura* (Linnaeus, 1758) a polytypické *Natrix astreptophora* (Seoane, 1884), *Natrix helvetica* (Lacepède, 1789) a *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) (Pokrant et al. 2016; Kindler et al. 2017; Fritz & Schmidtler 2020; Asztalos et al. 2021). Guicking et al. 2006 ve studii věnované evoluci a fylogenezi rodu *Natrix* dokládají, že od společného předka se počátkem miocénu (možná už koncem oligocénu) nejdříve oddělil druh *N. maura* a následně pak došlo k divergenci *N. tessellata* a *N. natrix* (sensu lato, tj. budoucích *N. natrix* sensu stricto, *N. astreptophora* a *N. helvetica*). Z evropských nalezišť bylo popsáno i několik fosilních zástupců tohoto rodu (včetně našeho území – raně miocénní *Natrix merkurensis* Ivanov, 2002) (Szyndlar 1984; Rage & Szyndlar 1986; Szyndlar 1991; Ivanov 2002, 2015; Pokrant et al. 2016; Ivanov et al. 2020). I když jejich klasifikace jakožto kongenerických forem patřících do rodu *Natrix* není jednoznačná, jsou v každém případě dokladem významné evropské neogénní radiace čeledi Natricidae (Zaher et al. 2019). Samotný druh *N. tessellata*, ačkoliv dle molekulárních hodin k jeho oddělení od *N. natrix* (s.l.) došlo hluboko v miocénu před 13–22 milióny let (Guicking et al. 2006), je přímo fosilně dokumentován až ze středního pliocénu asi před třemi milióny let (Ratnikov & Mebert 2011). Mezi *N. tessellata* a *N. natrix* (s.l.) může při syntopickém výskytu dojít k přirozené hybridizaci, jde však o jev mimořádný a životaschopnost těchto mezidruhových hybridů je snižena (Mebert et al. 2011a). Z našeho území upozorňují na nálezy možných hybridních jedinců Mebert et al. (2011a) a Moravec (2015a).

V rámci svého rodu se *N. tessellata* spolu s *N. maura* oproti formám komplexu *N. natrix* (*N. natrix* s.l.) vyznačuje vysokou mírou vazby na vodu a převažující ichtyofágií, avšak celkově jde o druh ekologicky, morfologicky i zbarvením mimořádně variabilní (např. Zimmermann & Luiselli 1997; Carlsson et al. 2011, Sterijovski et al. 2011, Ajtić et al. 2013; srv. Rehák 1992a, Gruschwitz et al. 1999; Moravec 2015a). Celkově je *N. tessellata* pozoruhodně eurytopní a využívá sladkovodní nádrže nejrozmanitějšího typu (řeky, jezera), ale i brakické vody a dokonce i mořské pobřeží (Černé a Azovské moře, Kaspické jezero), ovšem na severním okraji

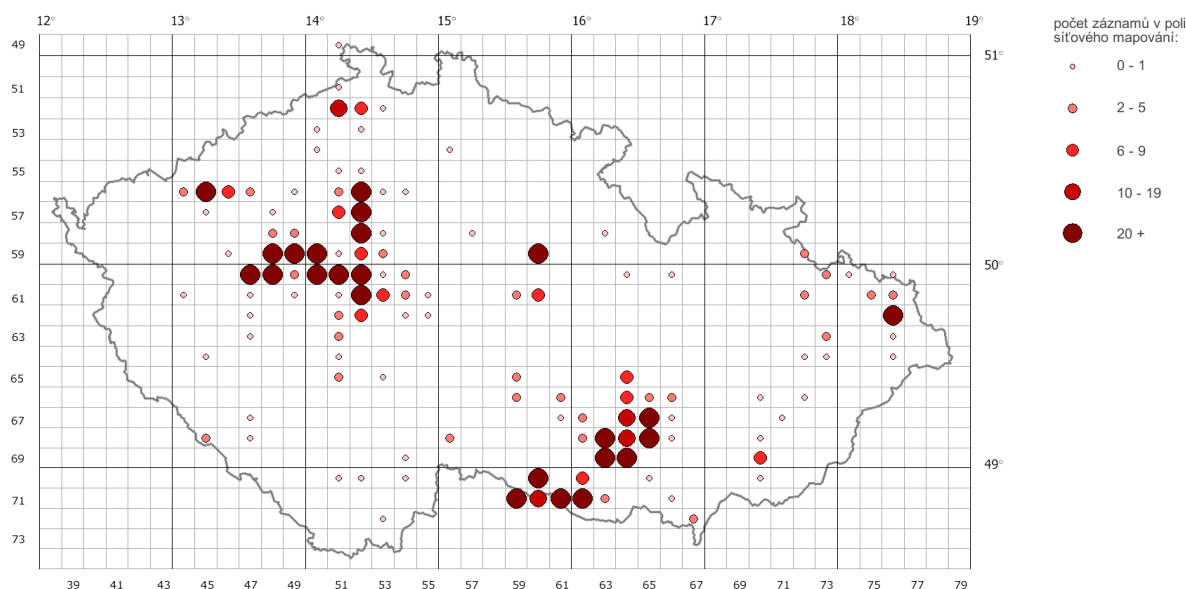
svého geografického rozšíření se projevuje jako forma spíše stenotopní (Rehák 1992a, Tuniyev et al. 2011, Moravec 2015a).

Samčí spermatogenetický cyklus je „letní, posvatební“ (Saint-Girons 1982; Crews 1984; Shine 2003; Savasari et al. 2015; Aldridge et al. 2020), takže samci mají k dispozici zralé spermie již na podzim. Sexuální cyklus samic je anuální (např. Velenský et al. 2011). Páření probíhá na jaře. Soutěž samců o samici může být velmi ostrá, spojená s vytvářením kopulačních agregací (Šapovaliv 1979), ale nedochází ke zjevným samčím soubojům. Během páření se neuplatňuje ani předkopulační ani koitální kousání (Rehák 1992a; Moravec 2012, 2015). V souladu s neuplatňováním přímých samčích soubojů v rámci epigamního chování *N. tessellata* je u tohoto druhu sexuální dimorfismus v tělesné velikosti ve prospěch samic (srv. Shine 1978, Rehák 1990, Shine 2003). Sexuální dimorfismus je u *N. tessellata* patrný rovněž v počtu ventrálních a subkaudálních štítků, kdy mají samci tendenci k vyššímu počtu štítků. Pohlavní dvojtvárnost se vztahuje i na relativní rozměry, kdy relativně k délce těla mají samice kratší ocas, užší hlavu a vyšší hmotnost (Rehák 1992a; Šváb 2003; Mebert 2011a; Moravec 2015a). *N. tessellata* je oviparní. Vejce jsou nakladena během první poloviny léta a jejich inkubace trvá okolo dvou měsíců (Rehák 1992a, Gruschwitz et al. 1999, Moravec 2015a).

Nejzápadněji se vyskytující populace užovky podplamaté v Evropě najdeme ve Švýcarsku a Německu, přičemž severní hranice na západě je v Německu a České republice. Areál se poté rozléhá jihovýchodním směrem, kdy jižní hranici tvoří postupně Apeninský poloostrov, Balkánský poloostrov, odkud pokračuje přes Turecko na Blízký Východ, kde nejjižněji zasahuje na úroveň Jordánu a Iráku. V Africe je výskyt znám z Egypta z delty Nilu. Od Iráku na východ poté pokračuje do Íránu, Pákistánu, Afghánistánu a nejvýchodněji zasahuje do severozápadní Číny. Směrem od České republiky na východ poté tvoří hranici výskytu užovky podplamaté Slovensko, Ukrajina, evropská část Ruska, Kazachstán, západ Mongolska a napojuje se na již zmíněný severozápad Číny. Areál tak zahrnuje i státy v okolí Černého a Kaspického moře (Rehák 1992a, Gruschwitz et al. 1999; Guicking et al. 2009; Kotenko et al. 2011, Liu et al. 2011; Rajabizadeh et al. 2011; Mebert 2011b; Mebert & Masroor 2013; Moravec 2015a; Asztalos et al. 2021)

Zatímco v částech druhového areálu s teplejším klimatem se *N. tessellata* projevuje jako vysloveně euryekní druh, v České republice je stenoekním druhem s vyhraněnými nároky. Obývá zde okolí vodních toků a nádrží, kde se živí převážně rybami a vzácně i obojživelníky (Rehák 1992a, b; Mikátová et al. 2001; Velenský et al. 2015; Moravec 2015a). Česká republika je oblastí severozápadní hranice areálu, životní podmínky jsou zde pro *N. tessellata* méně

příznivé a její výskyt zde již není souvislý – zatímco populace na Moravě jsou součástí souvislého druhového areálu, populace české jsou izolované jak od souvislého areálu druhu, tak namnoze i navzájem (Rehák 1992a,b; Mikátová et al. 2001; Moravec et al. 2015). Potřeba teplejšího podnebí omezuje *N. tessellata* ve využití našeho území a závisí tak na mikroklimatických podmínkách a vyhovujících specifických biotopech – typicky v zahloubených říčních údolích ve vazbě na tzv. říční fenomén (Ložek 1988). Upřednostňuje dobře osluněné a kamenité břehy a pro úkryty a zimování skalnaté, kamenité či suťové svahy (Mikátová et al. 2001; Moravec 2015a). *N. tessellata* můžeme v současnosti v Čechách najít podél řek Ohře, Berounky, Sázavy, Vltavy, Labe a Chrudimky, na které je populace pravděpodobně zcela izolovaná (Obr. 1). Na Moravě jsou stálé populace v okolí řek Svitavy, Svratky, Oslavy, Jihlavy a Dyje (Mikátová et al. 2001; Moravec et al. 2015). Izolovaná a relativně nově objevená a stálá populace se nachází ve Slezsku, v blízkosti Havířova (Vlček et al. 2010; Vlček & Jablonski 2010), starší záznam z oblasti se týká dvou jedinců z roku 1998 (Vlček 1998). Další záznamy z let 2013–2022 z Nálezové databáze ochrany přírody AOPK ČR a literatury také uvádějí na výskyt v městech Opava a Krnov (AOPK ČR 2022; Šiffner 2013), které jsou říčním systémem propojeny s Havířovskou populací. V ČR patří *N. tessellata* mezi zvláště chráněné druhy. Ve vyhlášce 395/1992 Sb. MŽP je prohlášena kriticky ohroženým druhem a v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky je vedena jako ohrožený druh (Chobot & Němec 2017).



Obr. 1: Síťová mapa záznamů pozorování *N. tessellata* v Nálezové databázi ochrany přírody. Mapa obsahuje současné i historické záznamy (© Nálezová databáze ochrany přírody, AOPK ČR 2022).

1.2 Historie výskytu *N. tessellata* ve východních Čechách

I když historické záznamy o výskytu ve Východních Čechách mimo Chrudimku existují, nebyla přítomnost *N. tessellata* na těchto místech v recentní době potvrzena (Mikátová et al. 2001). Jediný doložený výskyt z Rychnova nad Kněžnou pochází z roku 1937 v podobě jednoho exempláře (dále ex.) dospělé samice ve sbírce Národního muzea v Praze s inventarizačním číslem NMP6V 32524 (kvadrát 5863; Lemberk 2013; Moravec 2015a). Celkem tři různé záznamy pochází z Tiché Orlice z Kerhartic z 80. let, ale po roce 1988 už zde *N. tessellata* nebyla nikdy znovu evidována (kvadrát 6064; Mikátová et al. 2001). Další nálezy souvisí s řekou Doubravou, a to z okolí Třemošnice a Pařížova. Odchyt pravděpodobně migrujícího jedince z Třemošnice pochází z roku 1975 (I. Vergner in Opatrný 1979). Druhý nález z řeky Doubravy je z roku 1991, kdy byl jedinec odchycen hrázným pod přehradou Pařížov a určen nejmenovaným teraristou (M. Horský in Lemberk 2001; Lemberk 2013). Mikátová et al. (2001) nevylučuje, že se v případě Třemošnice mohlo jednat o chybné určení a záměnu s užovkou hladkou (*Coronella austriaca*), která se zde početně vyskytuje. Lemberk (2013) uvádí, že nález z Pařížova nebyl nikdy později ověřen, ovšem hodnotí podmínky prostředí jako vhodné pro užovku podplamatou. Důležité je ovšem podotknout, že vzdušnou čarou dělí Pařížov a vodní nádrž Seč na Chrudimce pouhé 4 km.

Vůbec první oficiální a zároveň spolehlivé záznamy z Chrudimky pochází ze středního toku řeky, z oblasti CHKO Železné hory z roku 1972. Jedná se o 2 ex. z 8.5. a 4.6.1972 uložené ve sbírce Východočeského muzea v Pardubicích pod inventarizačními čísly Z 2748 a Z 2749 (Obr. 2). Oba nálezy pochází z lokality od Chrudimky nad přehradou Křižanovice (R. Bukač lgt.). V díle věnovaném zoogeografii herpetofauny východních Čech tyto nálezy Sklenář a Roček (1979) hodnotí jako možný reliktní výskyt a připouštějí možnost dalších nálezů na východu Čech v budoucnu. Lemberk (2013) a Mikátová et al. (2001) na základě nepublikovaných zápisků R. Bukače uvádějí také nález 1 ex. 1.4.1980 pod Křižanovickou přehradou o cca 500 m dále než nálezy z r. 1972.

Výskyt *N. tessellata* byl na středním toku potvrzen při zoologických průzkumech v letech 2012 a 2013. Dne 25.4.2012 byli na severovýchodním břehu Práčovské vodní nádrže pozorovány 2 ex. a následně na stejném místě o rok později, dne 16.5.2013 byly pozorovány celkem 4 ex. Zhruba 100 m po proudu pod Práčovskou přehradou byl nalezen 1 ex. na východním břehu řeky dne 24.4.2013 (Lemberk 2013). Další záznamy, zveřejněné v Nálezové databázi ochrany přírody AOPK ČR, pochází z roku 2016: 20.7.2016 byl v Práčovské vodní

nádrži pozorován 1 ex. plavající ve vodě a poté 20.8.2016 2 ex. ve stejném úseku (Lemberk lgt., AOPK ČR 2022). Poslední záznam výskytu od té doby pochází ze suťových svahů v rokli PR Strádovské peklo, před Práčovskou vodní nádrží, kde byl odchycen juvenilní jedinec v rámci monitoringu AOPK ČR dne 14.8. 2018 (Mikátová lgt., AOPK ČR 2022). Novější informace k výskytu nejsou známy (Machač O., 2020, in verb.).

První oficiální záznam výskytu užovky podplamaté na dolním toku Chrudimky pochází z okolí PP Nemošická stráž, ze dne 21. 4. 1995, kdy byl pozorován 1 ex. (Mocek 1996). V záznamech o výskytu se tato lokalita poté znovu objevuje až o 16 let později a to 2.10. 2011, kdy byly pozorovány 2 ex. (Lemberk 2013). V souvislosti byli poté cíleným pozorováním během dubna v letech 2012 až 2013 zaznamenáni juvenilní jedinci i páření adultních jedinců (Lemberk 2013), poukazující na rozmnožující se populaci v okolí PP Nemošická stráž a Drozdic. V Nálezové databázi ochrany přírody AOPK ČR lze v následujících letech najít záznamy o pozorování z téměř každého roku (AOPK ČR, 2022), včetně blízkého nálezu na Labi z r. 2020 (A. Hoza lgt., AOPK ČR 2022). Podrobnější průzkum zdejší populace neproběhl, a tak v době započetí této práce nebylo jasné, o jak velkou populaci se jedná. K dispozici byly pouze odhady učiněné na základě pozorování většího počtu jedinců (až 9) na jednom místě, který by mohl odpovídat populaci v řádu desítek jedinců (Lemberk 2013, Mikátová B., 2019, in verb.). Pro úplnost zmiňuji, že Rehák & Sýkora (1973) v detailní víceleté faunistické studii věnované herpetofauně Pardubicka užovku podplamatou z dolního toku Chrudimky neuvádějí, avšak její výskyt nevyklučují vzhledem ke klimatickým a hydrologickým poměrům a výskytu na středním toku Chrudimky. S ohledem na relativně izolovaný výskyt a pro české populace specifickou ekologii (bez vazby na říční fenomén) lze v každém případě považovat populaci užovky podplamaté na dolní Chrudimce za unikátní a hodnou tomu odpovídajícímu badatelskému zájmu a ochránářskému úsilí.



Obr. 2: Jeden ze dvou exemplářů *N. tessellata* z Křižanovic ve sbírkách VČM.

1.3 Fylogeografie

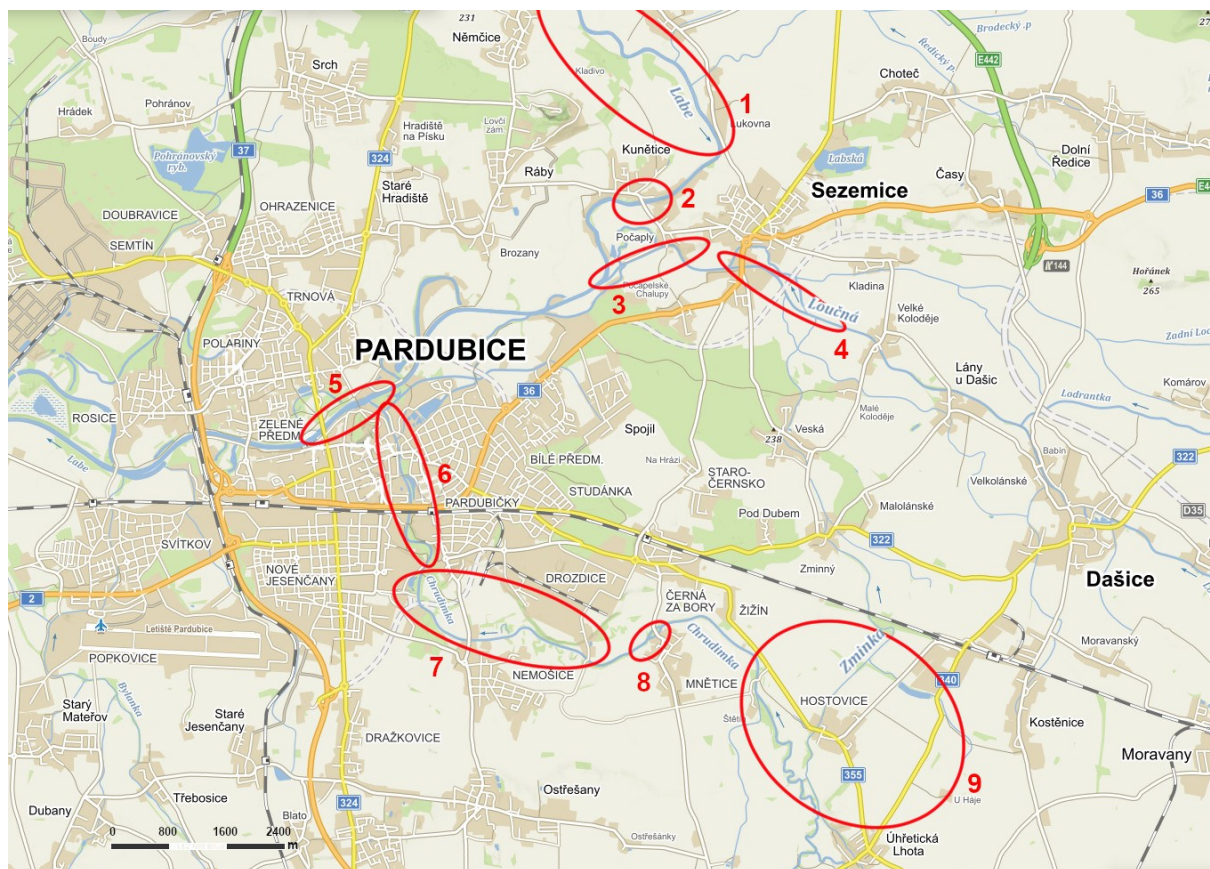
Rehák (1989a,b) na základě biometrických srovnání v rámci druhového areálu poukázal na vysokou míru divergence mezi západními a východními populacemi užovky podplamaté. Guicking et al. (2009) rozlišuje celkem 9 evolučních linií *N. tessellata* na základě mutací mitochondriální DNA v genu *cytochrom b* (930 bp). Linie byly rozlišeny podle populací na linii z Íránu, Jordánu, Řecka, Turecka, Kazachstánu, Uzbekistánu, Kavkazu, Kréty a na linii evropskou, do které spadají české populace. Nové výsledky Asztalos et al. (2021) naznačují, že by mitochondriální linie *N. tessellata* mohly reflektovat taxonomickou divergenci, vzhledem k jejich podobnosti s liniemi *Natrix natrix*. Gežová (2019) již dříve na základě genetické a osteologické analýzy upozornila na pravděpodobnost samostatného taxonu řecké linie.

V rámci evropské linie se ukázalo, že užovky z Berounky a Odry sdílí haplotypovou skupinu s užovkami z Německa a z některých lokalit v Bulharsku (u Černého moře), Srbsku (západní a jihovýchodní populace), na Slovensku (Bratislava) a v Rumunsku (delta Dunaje) (Guicking et al. 2009). Gežová (2019) dále evropskou linii rozšiřuje o vzorky ze severu Maďarska, Slovensko-Ukrajinských hranic a z českých populací na jihu Moravy. Tato genetická analýza zahrnovala navíc jeden vzorek z Nemošic, více vzorků z Havířova a středu Slovenska, u kterých se objevil jiný haplotyp. Výsledky analýzy tak tyto vzorky neřadí do haplotypové skupiny Bratislavy a zbytku ČR, nýbrž do haplotypové skupiny známé ze západu Maďarska (Balaton, Dunaj), severu Slovinska a jihu Rakouska (Guicking et al. 2009; Jablonski 2014; Gežová 2019). Autochtonní původ Havířovské populace nepodporuje Jablonski (2014) na základě první provedené analýzy mitochondriální DNA, která je přiřadila do příbuznosti Balatonské linie. V analýze ale pravděpodobně nebyly ještě zahrnuty vzorky ze středu Slovenska, které se objevily později v práci Gežové (2019). Zda se tak skutečně jedná v Havířově nebo na Chrudimce o introdukci tak zůstává nadále otázkou. Skutečnost, že užovky podplamaté z dolní Chrudimky (povodí Labe) patří do jiné haplotypové skupiny než ostatní české populace (rovněž povodí Labe) významně podtrhuje jejich výše zmíněnou unikátnost.

2 Cíle práce

1. Přiblížit ekologii, etologii, početnost a složení unikátní populace užovky podplamaté na dolním toku Chrudimky (Pardubicko), s rozšířením o posouzení stavu populace ve střední části toku (Železné hory).
2. Zjistit prostorovou distribuci populace a její změny v průběhu roku, identifikovat významné krajinné prvky klíčové pro existenci studované populace a identifikovat faktory ohrožující přežívání jedinců.
3. Získat a vyhodnotit příslušná data o vnější morfologii (včetně vyhodnocení fluktuační asymetrie) a zbarvení, změnách hmotnosti během gravidity a hibernace, růstu jedinců a termobiologii.
4. Odebrat genetický materiál a genetickou analýzou ho srovnat s již dostupnými daty z ostatních populací.
5. Porovnat efektivitu metod odchyty pro populační monitoring užovky podplamaté.

3 Monitorovaná oblast a lokality



Obr. 3: Mapa lokalit Pardubicka. Labe mezi Kuněticemi a Vysokou n. L (1). Kunědice (2). Soutok Loučné a Labe (3). Loučná a přítok Zminky (4). Soutok Chrudimky a Labe, zdymadla, (5). Centrum Pardubic a park Na Vinici (6). „Červeňák“, Nemošice, Na Podkově, Nemošická stráž, Drozdice (7). Mnědice (8). Hostovice, meandry, Velká Ohrádka, Zminka (9). Mapové podklady © Seznam.cz, mapy.cz.

Monitorovaná oblast se nachází v Pardubickém kraji a spadá, s výjimkou labských lokalit, povodí řeky Chrudimky. Chrudimka pramení v CHKO Žďárské vrchy, v blízkosti obce Kameničky u Hlinska, a v Pardubicích se vlévá do Labe. Sledované lokality v Železných horách jsou řekou vzdáleny 38,5 km od soutoku s Labem. Lokality Pardubicka, zmíněné dále v textu, jsou vyznačeny na Obr. 3. Lokality Železných hor v Obr. 9.

3.1 Dolní tok Chrudimky (Pardubicko)

Navštívené lokality se nachází na 12kilometrovém úseku Chrudimky. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 217–239 m. n. m. Umístění lokalit zmíněných v této kapitole je na Obr. 3) a ve větším detailu centrální oblast na Obr. 6 a Obr. 10.

Dolní Chrudimka je evropsky významnou lokalitou, zahrnuje úsek řeky o délce 15 km, začínající ve Vestci u Chrudimi a končící v Pardubicích. Koryto řeky je regulované, kromě úseku mezi přítokem Novohradky a u mostu přes Chrudimku v blízkosti obce Hostovice, kde řeka vytváří přirozené meandry.

Ve většině na navštěvovaných lokalitách tvoří keřové patro trnka obecná (*Prunus spinosa*), hloh (*Crataegus* sp.), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a bez černý (*Sambucus nigra*). Stromové patro je zde tvořeno pouze listnatými stromy, zejména již zmíněným jasnem ztepilým, duby (*Quercus* sp.), jílmí (*Ulmus* sp.), habry (*Carpinus* sp.), javory (*Acer* sp.), vrbami (*Salix* sp.), topoly (*Populus* sp.), olší lepkavou (*Alnus glutinosa*) a střemchou obecnou (*Prunus padus*).

3.1.1 Hostovice

Obec Hostovice se nachází jihovýchodně od Pardubic. V blízkosti se vlévá Novohradka do Chrudimky a řeka zde přirozeně meandruje, je mělká. Vegetace je zde na březích hustá a nekosená, převažují zde vrby a kopřivy. Meandrující úsek končí u silničního mostu, kde jsou břehy prosvětlené a odkud je koryto opět regulované. Dále se poblíž obce nachází revitalizovaný malý rybník Hatě a velký rybník Ohrádka. Ohrádka je napojena umělým tokem Ohradecká svodnice na Chrudimku za již zmíněným mostem. V místě meandrů je propojen kanál Zminka. Směrem na jihovýchod se odděluje od Novohradky a směrem na sever je napojen na rybník Hatě, akvaduktem kříží Ohradeckou svodnici a v blízkosti Sezemic se vlévá do řeky Loučná.

3.1.2 Mnětice

V Mněticích se nachází jez, řeka nad ním s jeví téměř stojatá, břehy jsou zarostlé stromy. Pod jezem je prosluněné místo, břehy jsou skládány kameny. Řeka je zde mělká, se šterkovitým až písčitým dnem. Břeh je z jedné strany dobře přístupný a často navštěvován lidmi. Za tímto krátkým úsekem jsou břehy opět zarostlé stromy, řeka zůstává mělká a proudící.

3.1.3 Drozdice

Drozdice jsou malá vesnice, navazující na PP Nemošická stráň. Na okraji obce protéká Chrudimka a několik domů stojí hned u břehu (Obr. 7–B). Řeka je zde mělká a tekoucí, prohlubuje se až za malým jezem s prosvětleným kamenným břehem hned vedle Drozdic. Kromě jezu a mostu opodál jsou zde břehy řeky jinak zastíněné stromy nebo keři. Ve vesnici je rybník s vysokou osádkou, rekreačně využívaný rybáři (Obr. 7–A). Rybník je propojen vysychající strouhou s Chrudimkou na jedné straně a na druhé straně strouhou, která vede

lesním porostem směrem na Černou za Bory. Břehy rybníku jsou štěrkové, místy porostlé nízkým rákosem. Tráva na březích je pravidelně sečená.

3.1.4 PP Nemošická stráň a okolí



Obr. 4: Nemošická stráň v dubnu před plným obrostem listí.

Území PP Nemošická stráň je z většiny pokryto listnatým lesem. Les je bez keřového patra, najdeme ho pouze v podobě lemu, který odděluje les a louky. Charakteristický je pro Nemošickou stráň jarní aspekt bylinného patra v podobě hustého porostu medvědího česneku (*Allium ursinum*), dymnivky duté (*Corydalis cava*) a sasanky hajní (*Anemone nemorosa*) (Obr. 4). Hospodářsky využívané louky jsou sečeny dvakrát do roka, se zachováním nesečených „motýlích pásů“ v jejich středu. Louky oddělují les Nemošické stráně od břehu Chrudimky. Oba břehy Chrudimky jsou zarostlé keři i vzrostlými stromy po celé délce a do velké míry zastíněné. Louky se netáhnou po celé délce Nemošické stráně a ve středu chráněného území je souvislý les až k břehům řeky.

3.1.5 Na Podkově

Revitalizované mrtvé rameno Chrudimky zvané „Na Podkově“, leží mezi Nemošickou stráňí a Nemošicemi. Migrační koridor odsud k zimovišti na Nemošické stráni měří cca 320 m. Pod vodní hladinou propojuje vodní nádrž a řeku kanál s mříží. Okraje ramene jsou od říčního koryta vzdáleny 20 a 30 metrů. Vnější oblouk podkovovitého tvaru ramene je pravidelně sečen a rekreačně využíván lidmi, břehy vnitřního oblouku „podkovy“, neprošly revitalizací (sečen je

pouze vrchol oblouku), které jsou souvisle zarostlé rákosem, ostřicemi, kopřivami, keři i stromy (Obr. 7–E). Průhlednost vody je relativně k řece horší a rameno je hustě zarybněné. Ryby jsou přikrmovány a platí zde zákaz rybaření.

3.1.6 Nemošice

Navštěvovaná lokalita v Nemošicích se nachází na okraji obce, kudy protéká Chrudimka. Koryto řeky se před Nemošicemi rozdvouje na hlavní tok a náhon ke mlýnu, který tak vytváří ostrov, jenž je součástí zástavby obce. Koryto je zde zahloubené a voda působí téměř stojatě. Břeh hlavního toku je zde zastíněn vysokými stromy, až na malou sečenou „pláž“, hojně rekreačně využívanou lidmi. Silniční most do Nemošic je vyvýšený a lze pod ním volně projít. Hned za ním se nachází první jez s pohyblivým stavidlem. Pod jezem je řeka mělká a rychle tekoucí, v korytě najdeme velké kameny a břehy jsou vysoké a kamenné, s vyplněnými spárami, ve kterých se objevují praskliny. Náhon, který se odděluje před Nemošicemi se u mlýna rozděluje na tři ramena – první rameno protéká mlýnem, třetí tvoří rybí přechod a třetí, největší, rameno se přes druhý jez opět spojuje s hlavním tokem. První a druhé rameno tak vytváří ostrov, který je z druhé strany obklíčen spojením třetího ramene a původního hlavního toku. Tento druhý ostrov není obývaný, jedná se o bývalý sad, z většiny silně zastíněný, až na okraj u mlýna, kde se pasou ovce. Za druhým jezem, se v důsledku točení proudu a naplavenin utvořil ostrov, který je dnes už zpevněn vegetací a vzrostlými vrby (Obr. 5). V soutoku obou ramen se u nemošického břehu vytvořila písčitá mělčina, kolem které se zdržuje rybí potěr. Při zvýšené vodní hladiny dochází často k jeho zatopení. V soutoku se koryt opět prohlubuje a proud zpomaluje. Břehy jsou dál, směrem k „Červeňáku“ zarostlé stromy a keři (Obr. 7–C), až na krátké úseky pod elektrickým vedením, které vede přes řeku.



Obr. 5: Nemošice. Vlevo, mimo obrázek je jez hlavního koryta Chrudimky. Uprostřed obrázku se nachází jez od náhonu, pod ním je ostrov vzniklý z naplavenin. Vpravo nahoře budova mlýna.



Obr. 6: Mapa pravidelně navštěvovaných lokalit dolního toku Chrudimky. Drozdice (1), PP Nemošická strán (2), Na Podkově (3), Nemošice (4), „Červeňák“ (5). Mapové podklady © ČÚZK.

3.1.7 „Červeňák“ a okolí

Za spojením ramen, zmíněných v kapitole 3.1.3, jsou dva malé jezy, za nimiž hladina vody klesá a proud se zrychluje. Dno řeky je zde tvořeno pískem a drobnými kameny. Břehy mají bylinné patro a vysoké stromy. Tento úsek je stejný až k území „Červeňáku“, kde jsou břehy pravidelně sekané a tento úsek řeky je tak osvětlen sluncem celý den. Za „Červeňákem“ jsou břehy neudržované a silně zarostlé (Obr.7–D).

3.1.8 Na Vinici a centrum Pardubic

Řeka je v parku Na Vinici regulovaná a zahloubená, břehy jsou udržované – vegetace je zde krátká, a břehy často zastíněny stromy. Směrem do centra Pardubic je to podobné, pás řídké břehové vegetace se zužuje, podél břehů jsou stezky. Před soutokem Labe jsou břehy zcela nepřístupné, tvoří je betonová zídka, která se tyčí přibližně 1,5 metru nad hladinu.

3.2 Labe (Pardubicko)

3.2.1 Kunětice a okolí

Labe od jezu ve Vysoké nad Labem je mělké a rychle tekoucí, za Dražkovem se prohlubuje a zpomaluje. Neudržované břehy zpevněné kamenným obložením jsou většinou plně zarostlé nejen bylinným patrem, ale i keři a vzrostlými stromy. V korytu řeky se tvoří z naplavenin ostrovy. V Kuněticích jsou břehy více udržované vzhledem k většímu počtu domů a chat u vody (Obr. 7–F). V úseku řeky před Kuněticemi najedeme prosvětlená místa vzácněji.

3.2.2 Pardubice

Labe od Kunětic pokračuje do Pardubice k soutoku s Chrudímkou, za níž můžeme najít velký jez se zdymadly a malou vodní elektrárnou. Řeka je nad i pod jezem široká, hluboká a pomalu tekoucí. Pod jezem jsou vysoké kamenné břehy a břehy nad jezem jsou nízké, zarostlé rákosy. Břehy jsou v celé oblasti hojně rekreačně využívány.

3.3 Loučná (Pardubicko)

Lokalita na řece Loučné začíná přítokem již zmíněné Zminky a končí soutokem Loučné a Labe u Počapel za Kuněticemi. Řeka je regulovaná a koryto zahloubené. Břehy jsou nízké a udržované, většinou jsou holé, s úzkým pásem břehové vegetace (ostřice, rákos) – ta je lemována většinou travinami. Úsek je oproti jiným lokalitám podstatně méně zastíněný, vzhledem k nižšímu počtu stromů.



Obr. 7: Fotografie lokalit. Rybník v Drozdicích (A). Chrudimka protékající Drozdicemi, pohled směrem na jih (B). Břehy Chrudimky za Nemošicemi, pohled směrem na „Červeňák“ (C). Chrudimka v oblasti „Červeňák“, pohled směrem na Nemošice (D). Mrtvé rameno Na Podkově, pohled z revitalizovaného břehu ve vrcholu „podkovy“ (E). Labe v Kuněticích (F).

3.4 Střední tok Chrudimky (Železné hory)

CHKO Železné hory leží od Pardubických lokalit vzdušnou čarou 15 km a po Chrudimce je to z Nemošické lokality proti proudu 26 km. Zdejší navštěvované lokality leží na úseku řeky od délce 7 km. Nadmořská výška koryta řeky se zde pohybuje v rozmezí přibližně

300 m. n. m. v úseku pod nádrží níže po proudu a v úseku pod nádrží výše po proudu 384 m. n. m. (přibližně ve 400 m. n. m. se nachází výška hladiny horní nádrže), přičemž vršky okolních svahů dosahují až 362 m. n. m. u nádrže níže po proudu a až 450 m. n. m. nádrže výše po proudu. Lokality jsou vyznačeny na mapě Obr. 9.

3.4.1 Vodní nádrž Křižanovice

Břehy horní nádrže Křižanovice jsou obtížně přístupné zarostlé listnatými stromy a oplocené nebo s prudkým sestupem, a nenavštěvovala jsem je. Navštěvovala jsem řeku pod nádrží (výška hráze 21 m), kde koryto bylo mělké, s mnoha velkými kameny a zarůstající vegetací (Obr. 8). Po obou stranách jsou kamenné břehy se zalitými spárami. V době výzkumu probíhala v části stavba zpevnění břehu a také tlakové čištění. Jeden z břehů je prosluněný, druhý je zalesněn. Za zpevněnými břehy začínají opět vysoké skály a prudké svahy. Lokalita není veřejnosti přístupná a je pod správou Povodí Labe. Zdejší nálezy *N. tessellata* pochází ze 70. let (R. Bukač lgt.).

3.4.2 PR Strádovské peklo

Lokalita je listnatými stromy zalesněná a zastíněná roklemi mezi vysokými skalami, místy jsou zde suťové svahy, ze kterých pochází recentní nález juvenilní *N. tessellata* (Mikátová lgt., AOPK ČR 2022). Chrudimka je zde rychle tekoucí a mělká, v korytě řeky jsou velké kameny. Bylinné patro chybí. Rokle o délce 6,2 m propojuje vodní nádrž Křižanovice a Práčov

3.4.3 Vodní nádrž Práčov

Vodní nádrž Práčov níže po proudu má vodní elektrárnu a hráz o výši 11 m, jedná se o zdroj pitné vody s omezením přístupu. Na jedné straně je břeh nízký, z většiny zastíněný jehličnatými i listnatými stromy, a na druhé straně k břehu ztěžují přístup vysoké skály s převážně jehličnatými stromy. Samotná přehrada má směrem k nádrži vysoké a téměř celodenně osvětlené kamenné břehy, bez vyplněných spár, které zarůstají řidším bylinným patrem a ostružiním (Obr. 8). Nálezy *N. tessellata* pochází z let 2012–2018 (Lemberk 2013; AOPK ČR 2022) z kamenných břehů přehrady a přírodních břehů pod skalami.

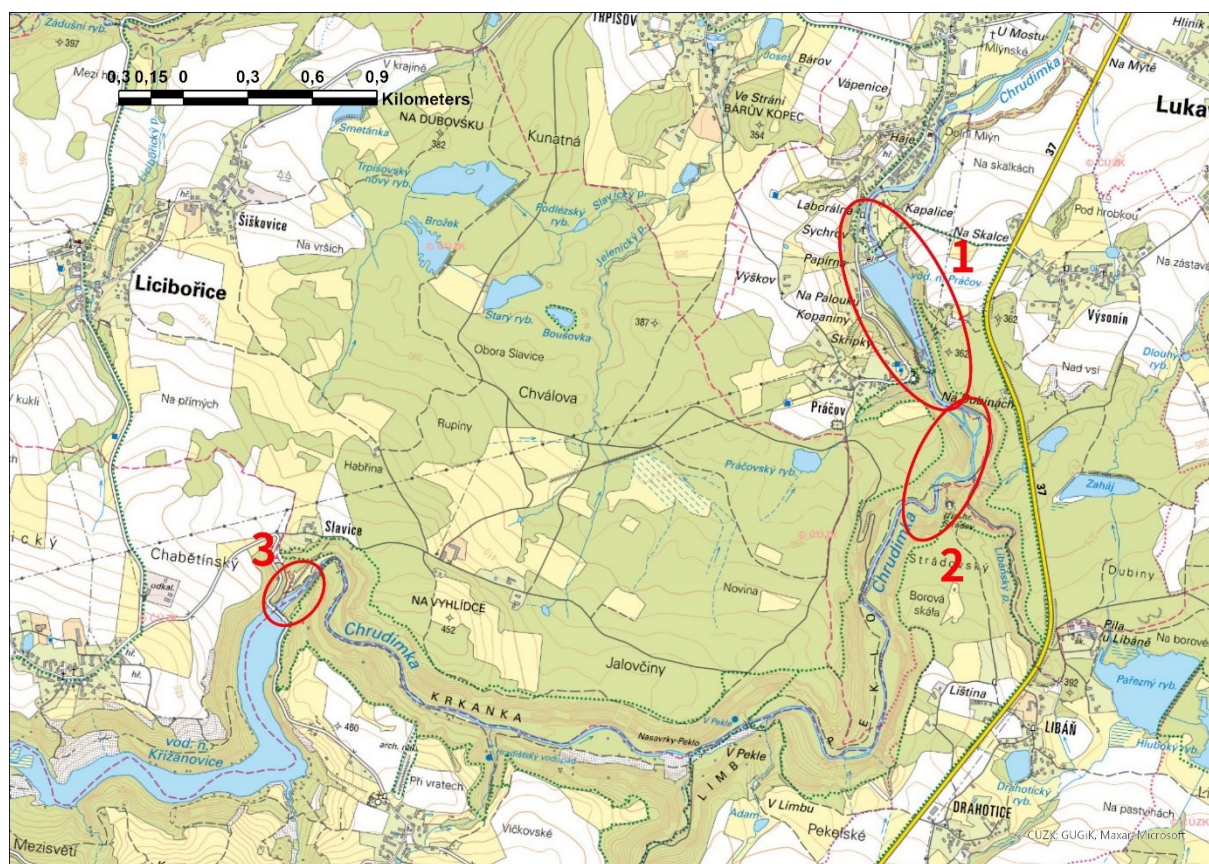
3.4.4 Svídnice

Svídnice je obec u nádrže Křižanovice II. Chrudimka je zde pod přehradou mělká a rychleji proudící, podloží je písčité s velkými kameny, v létě je řeka hojně zarostlá vodními rostlinami. Břehy jsou zpevněné kamenným obložením, spáry jsou utěsněné. Po cca 100 metrech jsou břehy přirozené, většinou zarostlé stromy s několika menšími holými místy,

nicméně i ta jsou z většiny zastíněná korunami stromů. Zde zaznamenán jeden ex. *N. tessellata* v r. 2013 (Lemberk 2013).



Obr. 8: Řeka pod hrází vodní nádrže Křižanovice (vlevo). Kamenná hráz Práčovské vodní nádrže (vpravo)



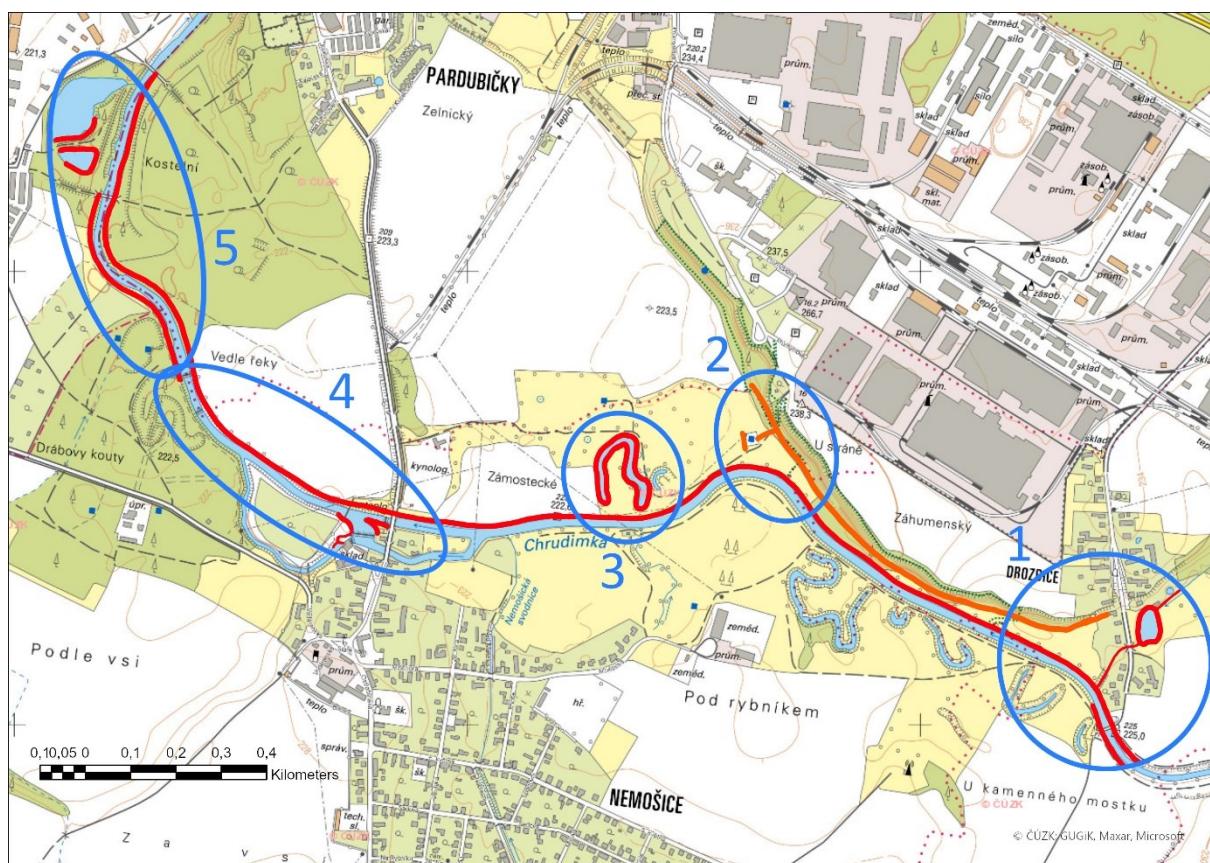
Obr. 9: Mapa lokalit Železných hor. Svídnice a vodní nádrž Práčov (1), PR Strádovské peklo (2), vodní nádrž Křižanovice (3). Mapové podklady © ČÚZK.

4 Materiál a metodika

4.1 Povolení

Výjimka ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, pro odchyt a manipulaci se zástupci rodu *Natrix tessellata* na území PP Nemošická stráň a přilehlých oblastech mně byla udělena 15.04.2019 krajským úřadem Pardubického kraje, s platností do konce roku 2022. Druhá výjimka ze zákona na území CHKO Železné hory, PR Krkanka a PR Strádovské peklo mi byla udělena 06.04.2020 oddělením AOPK ČR Správa CHKO Železné hory s platností do konce roku 2022. Výjimky rovněž zahrnují odběr vzorků šupin z *N. tessellata* pro genetickou analýzu. V časovém rozmezí od 06.04.2019 do obdržení výjimky ze zákona 15.04.2019 byla práce zaštitěna RNDr. Blankou Mikátovou z AOPK ČR (Regionální pracoviště Východní Čechy, sídlem v Pardubicích).

4.2 Návštěvy lokalit, pozorování a odchyt



Obr. 10: Mapa pravidelně kontrolovaných běhů (červená) a úseku stráně (oranžová). Modré elipsy označují hlavní lokality: Drozdice (1), PP Nemošická stráň (2), Na Podkově (3), Nemošice (4), „Červeňák“ (5). Mapové podklady © ČÚZK.

Mimo vlastní data o disperzi jsem také získávala informace dotazem od místních obyvatel, ochránců přírody a místních pracovníků krajského úřadu a AOPK ČR. Soustavné monitorování aktivity populace jsem zahájila 06.04.2019 a ukončila 08.10.2021. Na lokalitě Železné hory jsem zahájila monitoring aktivity o rok později, 16.04.2020. Lokality jsem navštěvovala každodenně v období ukončení zimování užovek, nepravidelně během zbytku sezóny podle časových možností a v závislosti na počasí. Během chladných a deštivých dnů jsem lokalitu až na výjimky nenavštěvovala. V teplotě, a především v počtu srážek, byly výrazné meziroční rozdíly, s početnými a silnými srážkami v roce 2020 a 2021 (Obr. 12), kdy došlo i k opakovanému a výraznému rozvodnění, a tím i znepřístupnění, řeky (Obr. 13). Během sezóny v roce 2019 jsem lokality navštívila v 67 různých dnech, v roce 2020 ve 119 různých dnech a v sezóně a v roce 2021 v 65 různých dnech. Celkem tedy 251 dní v průběhu tří let v době aktivity *N. tessellata* nebo krátce před započatím aktivity a po ukončení aktivity. Celkem jsem hlavní lokality Nemošice, Na Podkově, Nemošická stráž a Drozdice navštívila v 224 různých dnech. Lokality „Červeňák“ a Železné hory v 22 různých dnech, obě tyto lokality jsem začala sledovat až od roku 2020. Za dobu trvání výzkumu jsem v malém počtu případů navštívila lokality mimo již zmíněné hlavní. Jednalo se o lokality Pardubice, Mnětice a Hostovice na Chrudimce (dohromady 18 návštěv), lokality Pardubice, Kunětice, Němčice na Labi (dohromady 8 návštěv), úsek mezi přítokem Zmínky a soutokem s Labem na Loučné (2 návštěvy) a Zmínce v okolí Hostovic (1 návštěva).

Lokality jsem procházela po břehu nebo vodou v mělkých částech řeky, Nemošickou stráž jsem procházela na úpatí svahu a ve svahu v okolí plachet, v dubnu i ve svahu mimo plachty (trasy vyznačeny v Obr. 10). Celkem pravidelně navštěvované lokality pokrývají úsek řeky o délce 3,3 km. Pro usnadnění odchytu užovek jsem, dle metodiky popsané Vlašínem a

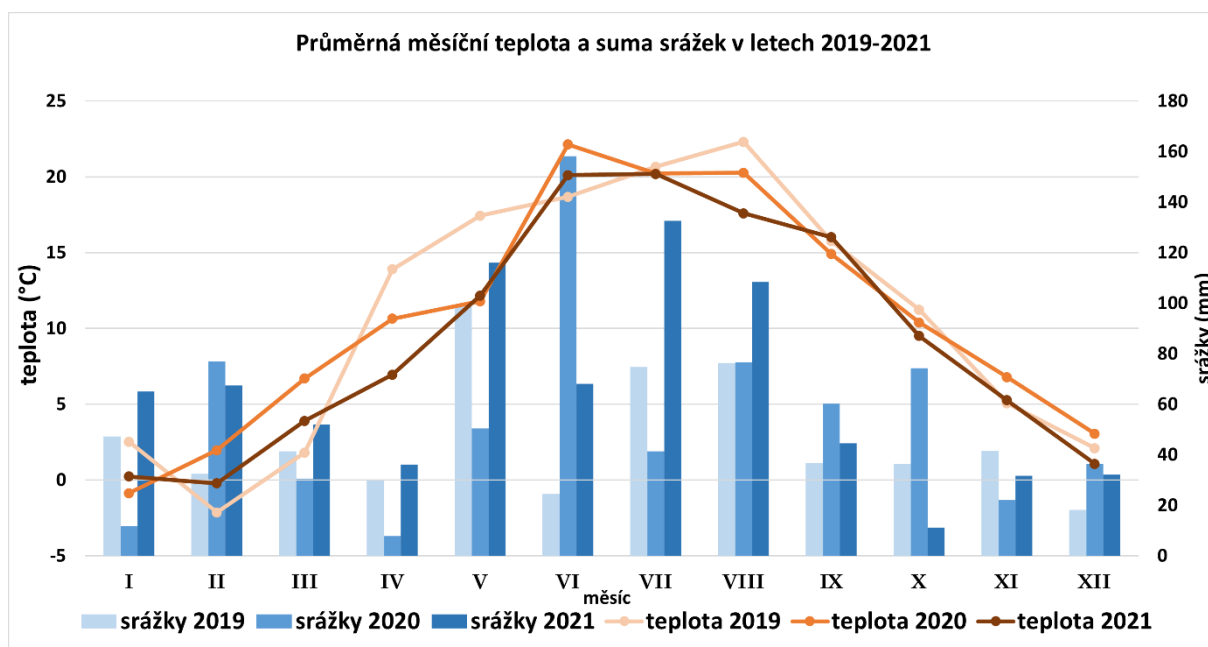


Obr. 11: Odchyťová plachta.

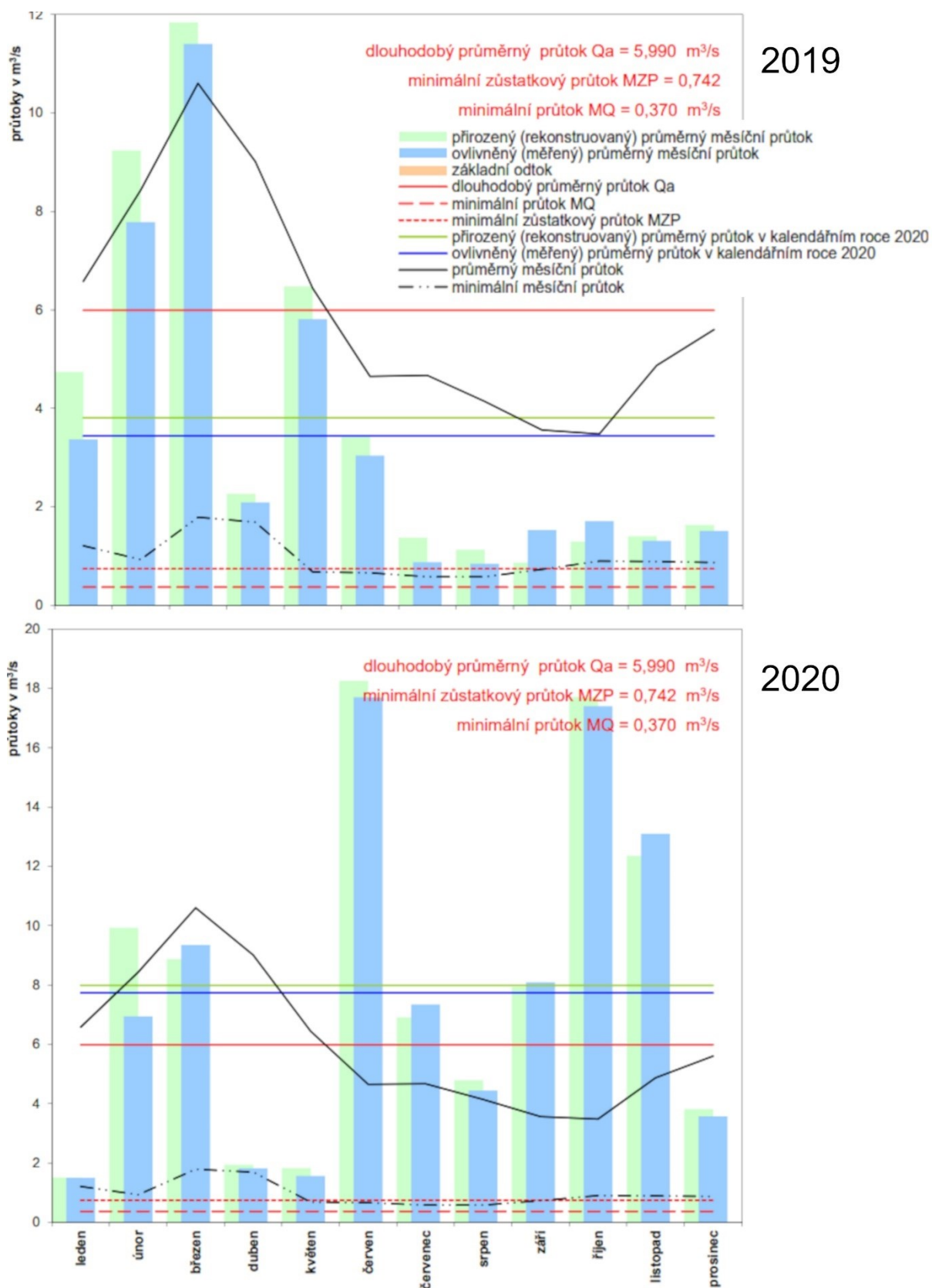
Mikátovou (2015), využila černé PVC fólie (dále plachty) o rozměru přibližně 1 x 1 m a tloušťce 0,7 mm, v celkovém počtu 50 kusů. Plachty jsem připevnila k podkladu ve dvou rozích hřebíky délky 200 mm a protější dva rohy jsem zatížila kameny nebo dostatečně těžkou větví (Obr. 11). V prostoru pod plachtou jsem odstranila vegetaci a spadlé listy do té míry, aby se v něm jedinec zcela neukryl a prostor nad plachtou jsem

udržovala zastřiháváním stínících větví, které byly v dosahu. Nové plachty byly umístěny v rámci 3–4 týdnů před začátkem sezóny. Plachty mezi Nemošickou strání a Nemošicemi byly kontrolovány při v přibližném průměru 2x týdně mezi Nemošickou strání a Drozdicemi přibližně jednou týdně. Méně kontrol bylo v případě deště a záplav, naopak více kontrol proběhlo v okolí zimoviště na jaře a v létě na lovištích. Pokud byli pod plachtou pozorováni jedinci, otáčela jsem danou plachtou znova s odstupem nejméně jednoho týdne, aby nebyli od úkrytu odrazení jedinci z důvodu opakovaného nebezpečí. V případě vysoké jarní aktivity jsem tento interval snížila na 4–7 dní. „Červenák“ jsem bez plachet navštívila v každém roce 2019 a 2021 ve třech případech, po rozmístění plachet jsem je otáčela v přibližně jednou týdně v roce 2020 a 4x za celou sezónu 2021. Železné hory jsem kontrolovala v sezóně obvykle 1–2x měsíčně, s navýšením na celkem 10 návštěv během srpna a září v roce 2020 (plachty otáčeny vždy). Přesné rozmístění plachet během let je vyznačeno na mapě Obr. 55. pro Pardubickou lokalitu a v Obr.57, Obr. 58 pro Železné hory.

Jedince jsem odchyťovala do ruky, pokud jsem měla připraven teploměr k okamžitému použití, změřila jsem kloakální teplotu a následně je umístila do plátěného pytlíku. Poté jsem je vážila, fotografovala, měřila délku těla a ocasu a délku a šířku hlavy. Na závěr jsem zastříhla ventrální šupiny a případně je označila na těle barvou. VENT a SUBC jsem z důvodu omezení nadbytečného stresu počítala pouze u jedinců, kterým nebyly zároveň zastřihávány šupiny.



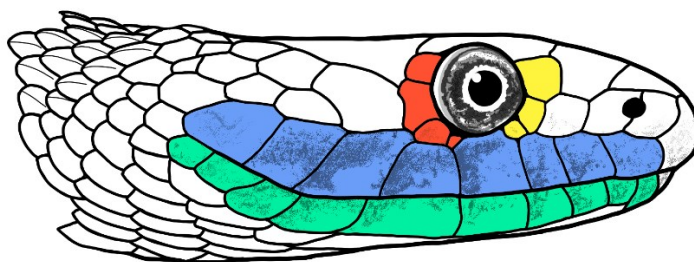
Obr. 12: Graf rozdílu průměrných měsíčních teplot a měsíční sumy srážek mezi lety 2019–2021. (Upraveno dle dat z Meteostanice Srch – pocasi.hrubes.info)



Obr. 13: Rozdíly průtoků v Nemošicích mezi sušší sezónou 2019 a silně deštivou sezónou 2020 (Povodí Labe, 2019;2020)

4.3 Morfometrické a meristické znaky

Veškerá morfologická data jsou má vlastní, metodika viz Moravec (2015b). Jako juvenilní jsem označila jedince stářím přibližně do jednoho roku (L_{tot} do 350 mm), jako subadultní jedince jsem brala jedince s L_{tot} do 555 mm v případě samic a do 520 mm v případě samců, s přihlédnutím k vyvinutým znakům pohlavního dimorfismu. Větší jedinci byli bráni jako adultní. Pro měření hmotnosti jsem použila závěsnou váhu Pesolu se stupnicí po 5 g s maximální hodnotou 600 g. Pro měření délky těla (L) a délky ocasu (Lcd) jsem využila flexibilní měřicí pásku s přesností 1 mm, která mi nejvíce usnadňovala manipulaci s hadem při měření. Flexibilní pásku pro měření délky těla jedinců při vědomí doporučil Blouin-Demers (2003) jako vhodnou alternativu k nejpřesnější metodě – přiložení anestetizovaného jedince k pevnému měřidlu. V případě největších samic s L_{tot} kolem 1000 mm jsem ověřila měření i pevným měřidlem s asistencí dalšího člověka pro narovnání jednice, se stejným výsledkem. Délku a šířku hlavy jsem měřila pomocí šuplery WT 4055 s přesností 0,02 mm. Délka hlavy (HL) byla měřena od rostra k čelistnímu kloubu (šikmo k podélné ose hlavy), šířka hlavy (HW) měřena v nejširší části. Ventrální šupiny (VENT) jsem počítala od první ventrální šupiny (ta, která se na obou stranách dotýká krajních souvislých podélných řad dorzálních šupin) k poslednímu štítku před análním štítkem. Páry subkaudálních štítků (SUBC) jsem počítala od prvního štítku za análním štítkem, poslední štítek na špičce ocasu jsem nepočítala. Z fotografií pořízených v terénu jsem zaznamenávala počty preokulárních (PreOC), postokulárních (PostOC), supralabiálních (SupL) a sublabiálních (SubL) štítků na obou stranách hlavy podle schématu na Obr. 14.

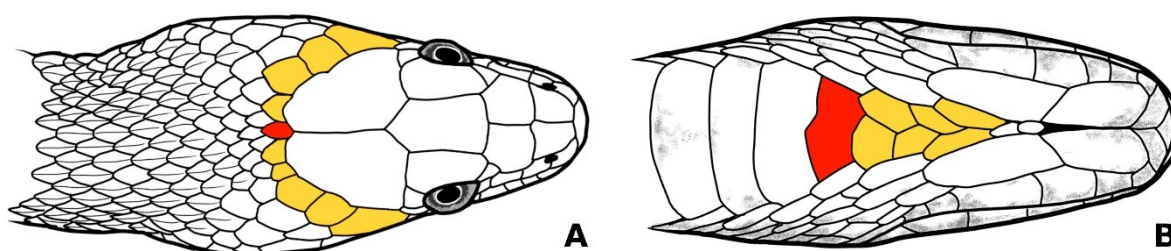


Obr. 14: Schéma zaznamenávaných hlavových štítků. Žlutá – PreOC (dotýkají se přední strany oka), červená – PostOC (dotýkají se zadní strany oka), modrá – SupL (ohraničují horní okraj úst, bez rostrálního štítku), zelená – SubL (ohraničují dolní okraj úst, bez mentálního štítku).

4.4 Individuální značení jedinců

K identifikaci jednotlivých jedinců jsem využila čtyři různé metody. První metodou je zastříhávání ventrálních štítků. Tuto metodu permanentního značení hadů popsali např. Brown & Parker (1976) nebo Spellerberg (1977). Adultní jedince jsem označila zástřihem ventrálních šupin, kdy kombinace zpravidla tří střižů do tří ventrálních šupin tvořila číselný kód, podle pořadového čísla štítku. První zástřih byl stejný pro všechny jedince na cca 10. ventrálním štítku od hlavy nebo od posledního rozdvojeného či poraněného ventrálního štítku. Druhý zástřih na pravé straně ventrálního štítku značí desítky a zástřih na levé straně jednotky. Pro zástřih jsem použila malé nůžky s rovnou špičkou, tvar zástřihu je vidět na fotografii Obr. 16.

Druhou identifikační metodou byla tvorba číselného kódu podle počtu hlavových šupin (Obr. 15) podle popisu metody Velenským et al. (2011). Tuto metodu jsem využila především u juvenilních a subadultních jedinců a u adultních jedinců po dokončení odběru genetického materiálu během druhé sezóny. Na dorzální straně jsem sečetla temporální a dorzální štítky, dotýkající se každého ze dvou velkých parietálních štítků, pro získání dvou čísel kódu. Další číslo kódu byla centrální dorzální šupina, která dostala číslo 1, pokud se dotýkala obou parietálních štítků, a 0, pokud se dotýkala jednoho nebo žádného ze štítků. Kód dorzální strany tak mohl být např. 515 nebo 406. Na ventrální straně jsem sčítala rozpuštěné preventrální (příp. ventrální) štítky, dokud jsem nenarazila na první celý preventrální nebo ventrální štítek, který jsem označila jako 0. Pokud byly v blízkosti další rozdělené štítky, sečetla jsem je jako další číslo kódu a každý další celistvý štítek mezi označila jako 0. Kód ventrální strany tak mohl být např. 40, nebo také 4060200004. Příklad tvorby kódu je popsán v Obr. 15.



Obr. 15: Barevné vyznačení štítků, podle kterých byl generován kód jedince. **A:** Dorzální strana. Žlutá – štítky sčítané (pravá a levá zvlášť – 5 a 4), červená – centrální štítek (zde dotýkající se obou parietálních štítků – 1). Kód dorzální strany 514. **B:** Ventrální strana. Žlutá – rozpuštěné preventrální štítky sčítané (6), červená – celý preventrální štítek ukončující kód (0). Kód ventrální strany 60. Výsledný kód jedince je 60/514.



Obr. 16: Zhojený zástřih ventrálních štítků.

Třetím způsobem, jak jedince rozpoznat, je analýza vzoru černých skvrn na ventrálních šupinách v oblasti krku (Obr. 17) (Rehák vlastní data, Mikátová vlastní data). Analýza skvrn z fotografií je časově nejnáročnější, je ale nejpresnější, sloužila tedy jako kontrola při nejasnostech, které nastaly u prvních dvou metod, jako např. hojení zástřihu u mladších jedinců nebo chybě při tvorbě kódu. U tvorby identifikačního kódu z počtu hlavových šupin zase dochází nevyhnutelně ke sdílení stejného kódu mezi více jedinci nebo může dojít ke srůstu rozdvojených ventrálních šupin.



Obr. 17:
Variabilita
skvrn
ventrální
strany
v krční
oblasti.

Čtvrtý způsob byla, hnědým Balakrylem malovaná, unikátní značka na těle jedince. Tento způsob značení není trvalý, zvláště pokud mi jde o zachování konkrétní značky na konkrétním jedinci, a ne pouze o záznam již dříve chyceného neurčitého jedince. Ve vodě např. značka mizela v rámci 1–2 dní, s nemožností rozpoznání na dálku v proudící vodě a vzhledem ke snadnému odchytu ve vodě nemělo toto značení využití. Využila jsem tak metodu pouze jako pomocnou, k identifikaci jedinců během období vysoké aktivity v jarním období v okolí zimoviště, a umožnilo mi to tak např. identifikovat jedince z větší vzdálenosti během páření. Značka zde vydržela rozpoznatelná u některých jedinců až 10 dní. Tuto metodu značení použil např. Laňka (1973) u *N. tessellata*, využívána je také např. u ještěrek (Fisher a Rehák 2010).

4.5 Teplotní a hydrometeorologická data

K měření teplot jsem použila teploměr Greisinger GMH 3201 s přesností měření 0,1 °C, sonda GTT-15-150 o šíři 1,5 mm pro měření teploty v kloace a teploty vody a rychlý drátový snímač GTF300 pro měření teploty vzduchu a povrchů. Teplotu vzduchu jsem měřila vždy ve stínu a ve výšce 1,5 m nad zemí. Teplotu kloaky jsem zaznamenala v případě úspěšného změření do max. 1 minuty po odchytu, dle postupu např. Zimmermann & Luiselli (1997). Hydrometeorologické údaje včetně průměrných hodnot teplot vzduchu jsem získala z amatérské Meteorologické stanice Srch, ve vzdálenosti přibližně 8 km od Nemošic, ve výši 237 m. n. m. Používaná meteostanice je DAVIS Vantage Pro2, se zpracováním dat v programu Cumulus (<https://pocasi.hrubes.info/>, 2022).

4.6 Fotografická dokumentace

Pro fotografický záznam a videozáznam jsem použila CANON EOS 1100D, s objektivem Tamron 70–300 mm SP pro záznam z dálky a základní objektiv 18–55 mm pro fotografie na krátkou vzdálenost a detaily folidózy (např. Obr. 18). Po odchytu jsem u jedinců fotografovala detaily hlavových štítků z dorzální, ventrální a laterální strany, detaily poranění, ventrální a dorzální stranu těla a celkový vzhled jedince.



Obr. 18: Fotografie detailů hlavy různě velkých jedinců. Juvenilní (vlevo), adultní (vpravo).

4.7 Mapové podklady

Pro mapové podklady, měření vzdálenosti a rozlohy jsem použila ArcGIS Pro 2.7. Jako mapový podklad jsem použila od ČÚZK základní mapu České republiky a ortografickou mapu leteckých snímků, dále základní mapu z webu mapy.cz. Pro úpravu mapové i obrazové přílohy jsem využila programy GIMP 2.10 a Clip Studio Paint.

4.8 Fylogeografie – haplotypová příslušnost

Vzorky jsem odebrala zástřihem ventrálních šupin a následně uchovala v 98 % EtOH při teplotě 4 °C nebo -20 °C, a v r. 2019 jsem je odevzdala ke zpracování laboratoři prof. Mgr. Lukáše Kratochvíla, Ph.D., vyšetřeny byly celkem tři vzorky *N. tessellata* z nemošické lokality. Jako genetický marker byly využity parciální sekvence mtDNA genu *cyt b* (930 bp), použitého v předchozích studiích zabývajících se *N. tessellata* (Guicking et al. 2009, Azstalos et al. 2021). Celková DNA byla izolována pomocí DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen). Parciální sekvence genu byla získána amplifikací během PCR s primery L14919: 5'-AACCACCGTTGTTATTCAACT-3' (de Queiroz et al. 2002) a H16064: 5'-CTTTGGTTTACAAGAACAATGCTTTA-3' (Burbrink et al. 2000) za podmínek jako v

Mazzoleni et al. (2019). PCR produkt byl obousměrně sekvenován firmou Macrogen, Korea. Sekvence byly ošetřeny za použití programu Geneious Prime (www.geneious.com) a porovnány s publikovanými sekvencemi (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

4.9 Statistické zpracování

Pro statistické zpracování jsem použila JASP 16.3 a SPSS 19.0 a pro tvorbu grafů také MS Excel. Pro ověření normálního rozdělení dat jsem využila kombinaci Saphiro-Wilk testu a histogramu. Pro srovnání rozdílů kloakálních teplot, absolutní délky těla, ocasu, celkové délky těla, délky hlavy a šířky hlavy mezi pohlavími jsem použila dvouvýběrový t-test (Do celkové délky ocasu a celkové délky těla jsem nezahrnula jedince s chybějící částí ocasu.). Pro ověření souvislosti teploty kloaky, substrátu a vzduchu jsem použila Spearmanovu korelaci. Dále pro rozdíly mezi útěkovými vzdálenostmi, rozdíly mezi pohlavími ve folidóze a hladiny flukтуаční asymetrie dvouvýběrový Mann-Whitney test. Pro srovnání rozdílu mezi počty odchycených samic a samců podle místa a rozdílu v počtu hlavových šupin jsem použila Chí-kvadrát test. Pro zjištění rozdílu mezi pohlavími v relativní hmotnosti, relativní délce těla a relativní šířce a délce hlavy jsem využila analýzu kovariance (ANCOVA), pro kontrolu efektu velikostních rozdílů mezi jedinci jsem nastavila délku těla jako „kovariant“ (angl. „covariant“). Data pro ANCOVA byla zlogaritmována kvůli práci s rozdílnými veličinami, pro zlepšení homogenity regresních přímk (testována obecným lineárním modelem) a linearity vztahu závislé a nezávislé proměnné. Ke zhodnocení tělesných proporcí jsem také využila biometrické indexy L/Lcd a $Ltot/Lcd$.

Flukтуаční asymetrii pro hlavové štítky *N. tessellata* jsem vypočítala na základě postupu Herczeg et al. (2015), kteří se věnovali stejnému druhu (viz kap. 5.1.3.1 Flukтуаční asymetrie). Jednovýběrový Wilcoxonův test jsem použila pro ověření přítomnosti směrové asymetrie.

Pro odhad početnosti populace jsem využila odchyty a zpětné odchyty (tzv. capture-recapture), do kterých jsem zahrnula pouze adultní jedince. Metoda Schnabelové (1938) sice byla vyvinuta původně pro odhad početnosti ryb, ale byla úspěšně využita i hadů – u českých populací *N. tessellata* tuto metodu použili např. Laňka (1973), Mikátová et al. (2001), Šváb (2003) a Velenský et al. (2015). I když by ideálně měly odchyty proběhnout v co nejkratším časovém intervalu, aby se minimalizoval efekt natality, mortality a migrace, byla jsem, vzhledem k nízkému typickému odchytu 0–2 jedinců za 1 den, nucena sloučit do jednoho odchytu delší časový úsek a stejně tak prodloužit dobu trvání zpětných odchytů na celkem 3 měsíce (podrobnosti o časových údajích a počtu odchytů jsou shrnuty ve výsledcích v Tab. 16).

Jako druhou metodu jsem použila Petersen-Lincolnovu metodu, spočívající v odhadu na základě dvou vzorkování. V prvním vzorku se jedinci odchytnou a označí a v druhém vzorku se zjistí poměr jedinců nových a jedinců označených již z prvního vzorku. Pro odhad početnosti u *N. tessellata* jej použili Velenský et al. (2015). Pro binomické rozdělení jsem určila horní a dolní limit konfidenčního intervalu (95 %) pomocí Wilsonovy metody konfidenčního intervalu (Brown et al. 2001).

Pro výpočet hustoty populace jsem použila výsledek obdrženy z metody Schnabelové a vztáhla ho výměru plochy lokalit, určenou dle disperze pozorovaných jedinců získaným z programu ArcGIS.

Přibližný poměr pohlaví adultních jedinců jsem určila na základě odchytů s vyloučením zpětných odchytů. Rozdělila jsem také poměry podle toho, zda byli jedinci chyceni pod plachtou nebo mimo plachtu, protože podstatná část odchytů byla učiněna v mělké řece, kde převažují menší samci, další velká část odchytů proběhla na jaře, kdy samci byli aktivnější a méně opatrní než samice. Přepokládala jsem tak, že oddělení odchytů pod plachtami by mohlo předejít rozdílu mezi pohlavími v nároku na hloubku řeky a jarní aktivitě.

Vzhledem k obtížnosti určení stáří u dospělých jedinců jsem místo věku použila pro orientaci ve složení populace celkovou délku těla. Podle L_{tot} byli rozděleni celkem do devíti velikostních skupin po 10 cm (skupiny od 20–30 cm až po skupinu 100–110 cm). Jedinci s chybějící částí ocasu byli přiřazeni do kategorie podle hodnoty L_{tot} , která typicky připadala dané délce těla L .

5 Výsledky

Následující podkapitoly se týkají výhradně populace na Pardubicku. Výsledky z pozorování v Železných horách jsou na konci této kapitoly, v podkapitole 5.6 – Výsledky návštěv Železných hor.

5.1 Morfologie

5.1.1 Morfometrie adultních jedinců

5.1.1.1 Hmotnost

Hmotnost negravidních samic bez viditelně spolknuté kořisti se pohybuje mezi 50–280 g (N = 39). Gravidní samice dosahovaly váhy až 360 g. Nejtěžší vážená samice dosáhla hmotnosti 425 g v důsledku nedávného pozření velké kořisti a do statistiky tak nebyla zahrnuta. Hmotnosti

	m (g)	
	F	M
Medián	165	50
Průměr	162.051	54.863
SD	65.28	17.26
Minimum	50	30
Maximum	280	120
N	39	73

samců se pohybují v rozmezí 30–120 g (N = 73) (Tab. 1).

Mezi pohlavími je statisticky významný rozdíl podle dvouvýběrového t-testu ($t = 13,282$; $df = 110$, $p < 0,001$; $N = 112$)

Tab. 1: Deskriptivní tabulka hmotnosti.

F = negravidní samice, M = samci.

5.1.1.2 Délka těla, délka ocasu a celková délka (L, Lcd, Ltot)

Ltot dospělých samic v populaci se pohybují v rozmezí 560–1050 mm ($L = 440$ – 860 mm, $N = 50$; $Lcd = 115$ – 210 mm, $N = 42$) (Tab. 2). Největší samice měřila 1050 mm, druhá největší 1040 mm a třetí největší samice dosáhla $Ltot = 1035$ mm. Celkem 8 samic ze 42 dosahovalo přes $Ltot$ 1000 mm. Přesný podíl samic v populaci, které dosáhly této délky nelze určit, vzhledem k odchycení několika velkých samic, které přišly o část ocasu a byly tak z přehledu $Ltot$ vyřazeny. Naměřené $Ltot$ dospělých samců se pohybují v rozmezí 520–825 mm ($L = 400$ – 660 mm $N = 80$, $Lcd = 107$ – 179 mm, $N = 78$). Druhý největší samec dosáhl $Ltot = 759$ mm, oproti samicím tak bude největší ze samců při $Ltot = 825$ mm spíše výjimečným. Mezi pohlavími je statisticky významný rozdíl v L , Lcd i $Ltot$ podle dvouvýběrového t-testu ($t_L = 11,775$, $df = 128$, $p_L < 0,001$; $t_{Lcd} = 6,241$, $df = 118$, $p_{Lcd} < 0,001$; $t_{Ltot} = 10,837$; $df = 118$, $p < 0,001$; $N_L = 130$, $N_{Lcd+Ltot} = 120$).

	L (mm)		Lcd (mm)		Ltot (mm)	
	F	M	F	M	F	M
Medián	692.50	496.00	169.00	140.00	859.00	630.00
Průměr	676.78	496.39	164.24	140.49	840.00	634.95
SD	122.425	49.037	26.553	15.184	145.921	60.338
Minimum	440.00	400.00	115.00	107.00	555.00	520.00
Maximum	860.00	660.00	210.00	179.00	1050.00	825.00
N	50	80	42	78	42	78

Tab. 2: Deskriptivní tabulka minima, maxima, průměru a mediánu pro L, Lcd, Ltot (mm) v populaci, rozdělena podle pohlaví. Do Lcd a Ltot nebyli zahrnuti jedinci s amputovanou částí ocasu.

5.1.1.3 Délka a šířka hlavy

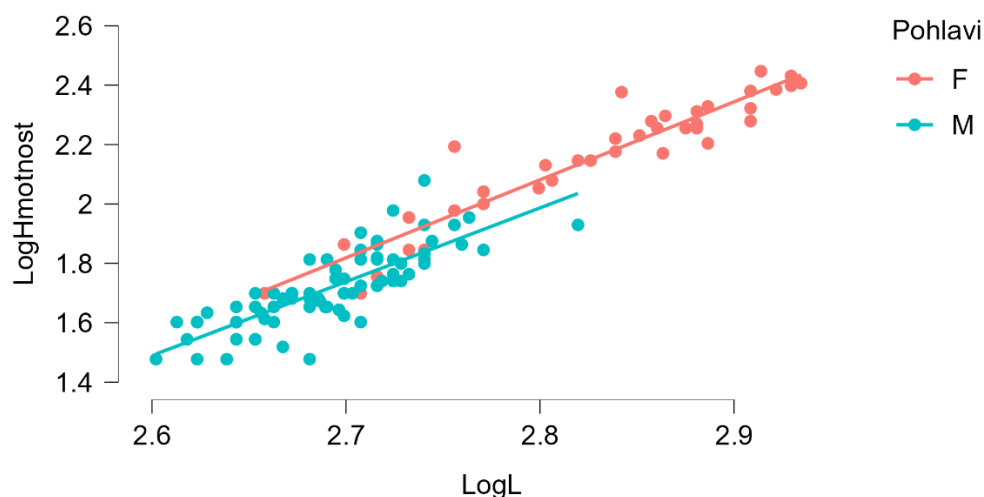
Délka hlavy (HL) dospělých samic se pohybuje v rozmezí 19,31–38,70 mm a šířka hlavy (HW) mezi 10,01–23,40 mm (N = 47). Délka hlavy samců se pohybuje v rozmezí 15,00–29,60 mm a šířka hlavy mezi 8,60–15,10 mm (N = 69) (Tab. 3). Mezi pohlavími je v HL a HW statisticky významný rozdíl podle dvouvýběrového t-testu ($t_{HL} = 10,984$, $df = 114$, $p < 0,001$; $t_{HW} = 12,044$, $df = 114$, $p < 0,001$; N = 116)

	HL (mm)		HW (mm)	
	F	M	F	M
Medián	32.00	22.30	17.50	11.20
Průměr	30.66	22.25	17.04	11.33
SD	5.57	2.54	3.554	1.41
Minimum	19.31	15.00	10.01	8.60
Maximum	38.70	29.60	23.40	15.10
N	47	69	47	69

Tab. 3: Deskriptivní tabulka rozměrů hlavy. HL = délka hlavy, HW = šířka hlavy, F = samice, M = samci.

5.1.1.4 Závislost hmotnosti na délce těla

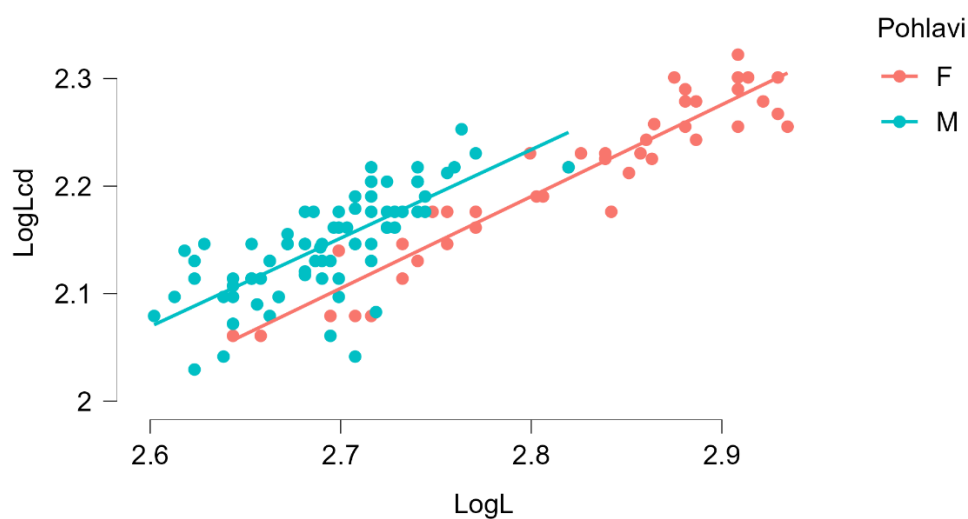
Negravidní samice *N. tessellata* mají oproti samcům tendenci k vyšší hmotnosti těla relativně k délce těla. (ANCOVA: $F_{\text{Pohlaví}} = 14,192$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $F_{\log L(\text{mm})} = 415,901$; $p_{\log L(\text{mm})} < 0,001$; $df = 1$; N = 112; Obr.19). Regresní přímky lze považovat za homogenní ($F = 0,002$, $p = 0,287$, $df = 1$).



Obr. 19: Graf vztahující log hmotnosti k log délky těla (L). F = samice, M = samci.

5.1.1.5 Závislost délky ocasu na délce těla

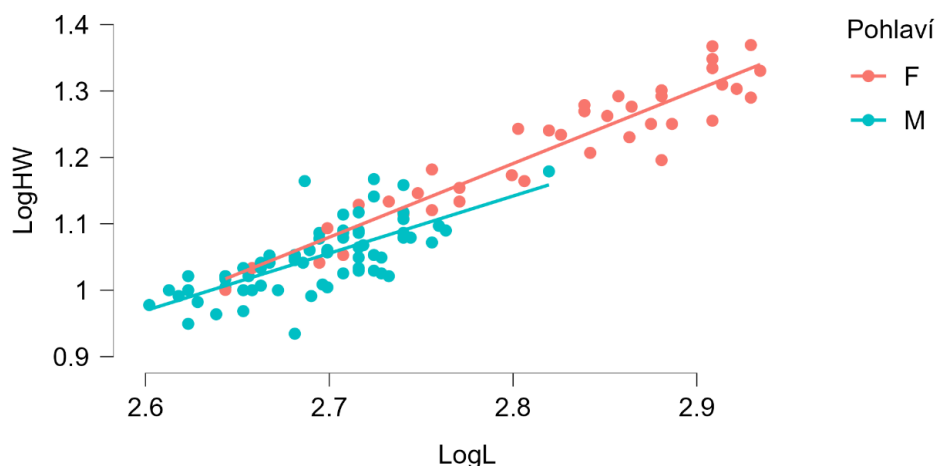
Podle výsledku ANCOVA je statisticky významný rozdíl mezi pohlavími, kdy u samců je tendence oproti samicím k delšímu ocasu relativně k délce těla. ($F_{\text{Pohlaví}} = 29,846$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $F_{\text{LogL}} = 326,582$; $p_L < 0,001$; $df = 1$; $N = 120$; Obr. 20). Regresní přímky lze považovat za homogenní ($F < 0,001$, $p = 0,098$, $df = 1$).



Obr. 20: Graf vztahující log délky ocasu (Lcd) k log délky těla (L). F = samice, M = samci.

5.1.1.6 Závislost šířky hlavy na délce těla

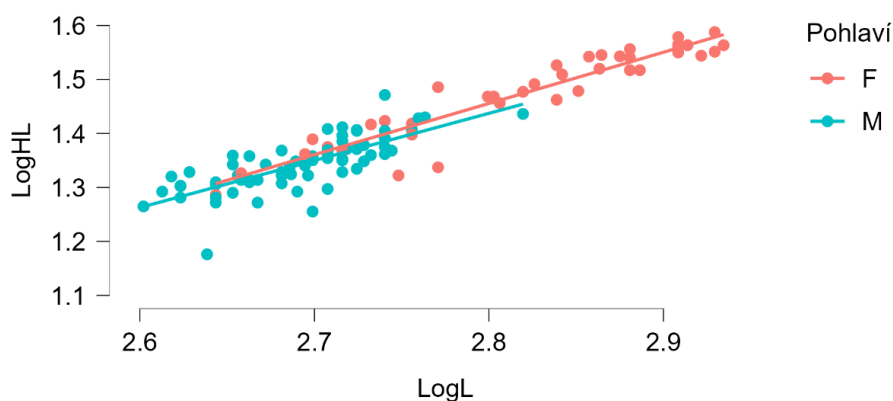
Podle výsledku ANCOVA je statisticky významný rozdíl mezi pohlavími, kdy u samic je tendence oproti samcům k větší šířce hlavy relativně k délce těla. ($F_{\text{Pohlaví}} = 9,485$; $p_{\text{Pohlaví}} = 0,003$; $F_{\text{LogL}} = 306,690$; $p_L < 0,001$; $df = 1$; $N = 106$; Obr. 21). Regresní přímky lze hraničně považovat za homogenní ($F = 3,934$, $p = 0,05$; $df = 1$).



Obr. 21: Graf vztahující log šířky hlavy (HW) k log délky těla (L). F = samice, M= samci.

5.1.1.7 Závislost délky hlavy na délce těla

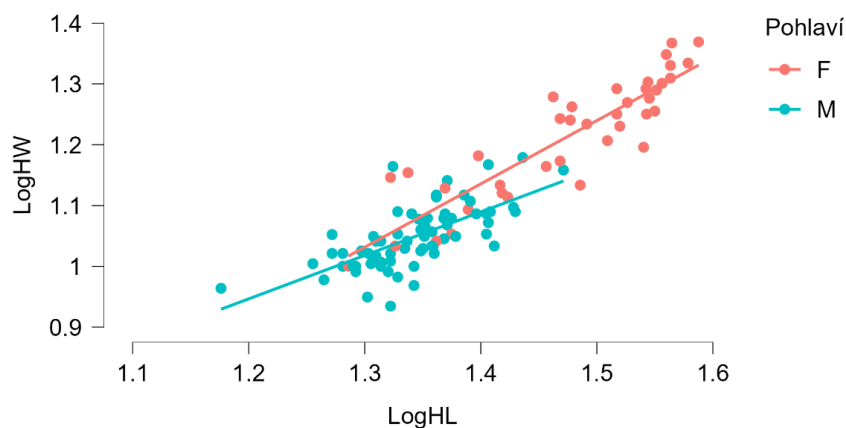
Podle výsledku ANCOVA nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi pohlavími v závislosti délky hlavy na délce těla. ($F_{\text{Pohlaví}} = 2,089$; $p_{\text{Pohlaví}} = 0,151$; $F_{\text{LogL}} = 327, 581$; $p_L < 0,001$; $df = 1$; $N = 106$; $N = 106$; Obr. 22). Regresní přímky lze považovat za homogenní ($F = 0,477$, $p = 0,491$; $df = 1$).



Obr. 22: Graf vztahující log délky hlavy (HL) k log délky těla (L). F = samice, M = samci.

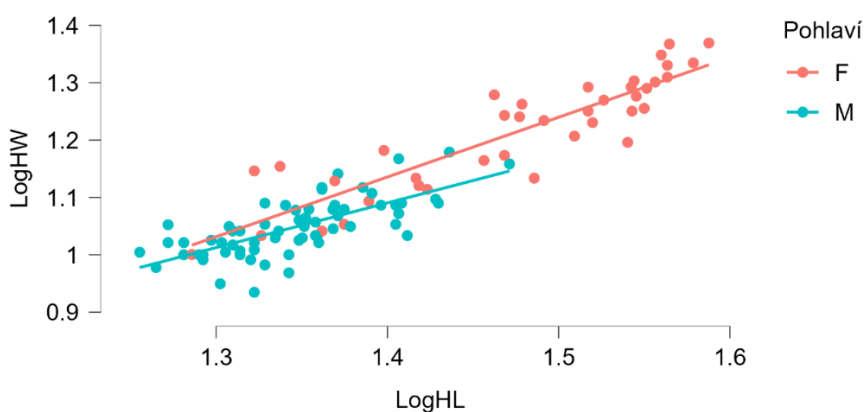
5.1.1.8 Závislost šířky hlavy na délce hlavy

Podle výsledku ANOVA je statisticky významný rozdíl mezi pohlavími, kdy u samic je tendence k větší šířce hlavy relativně k délce hlavy ($F_{\text{Pohlaví}} = 13,600$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $F_{\text{LogHL}} = 204,417$; $p_{\text{HL}} < 0,001$; $df = 1$; $N = 106$; Obr. 23). Regresní přímky zde ovšem nelze považovat za homogenní ($F = 6,450$, $p = 0,013$; $df = 1$).



Obr. 23: Graf vztahující log šířku hlavy (HW) k log délky hlavy (HL). F = samice, M = samci

Při odstranění dvou vzdálených pozorování (samci) z analýzy, lze hraničně považovat regresní přímky za homogenní ($F = 4,043$, $p = 0,047$; $df = 1$). ANCOVA v tomto případě vychází podobně – se statisticky významným rozdílem mezi pohlavími, kdy samice mají širší hlavu relativně k délce hlavy. ($F_{\text{Pohlaví}} = 13,927$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $F_{\text{LogHL}} = 232,260$; $p_{\text{HL}} < 0,001$; $df = 1$; $N = 104$; Obr. 24).



Obr. 24: Graf vztahující log šířku hlavy (HW) k log délky hlavy (HL). F = samice, M = samci.

5.1.1.9 Indexy

Indexy L/L_{cd} a L_{tot}/L_{cd} , značící relativní délku těla vůči ocasu a relativní celkovou délku těla vůči ocasu. Výsledné hodnoty indexu ukazují rozdíl mezi pohlavími, kdy vyšší hodnota u samic značí delší tělo i celkovou délku těla relativně vůči délce ocasu oproti samcům (viz Obr. 25)

L/Lcd

Samci: **3,010**(min) **3,534** ($\bar{x}$) **4,640** (max)

N = 78 SD: 0,280

Samice: **3,620** (min) **4,110** ($\bar{x}$) **4,780** (max)

N = 42 SD: 0,254

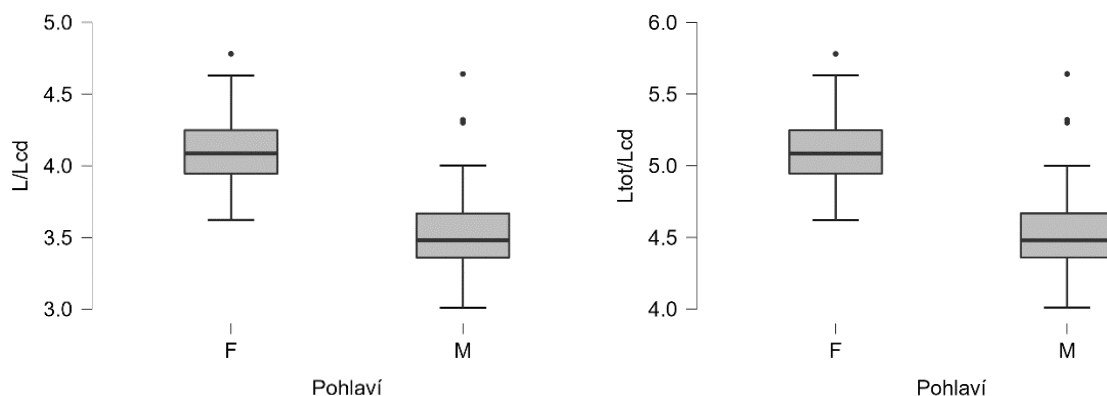
Ltot/Lcd

Samci: **4,010**(min) **4,534** ($\bar{x}$) **5,640** (max)

N = 78 SD: 0,280

Samice: **4,620** (min) **5,110** ($\bar{x}$) **5,780** (max)

N = 42 SD: 0,254



Obr. 25: Krabicové grafy ukazující rozdíl mezi pohlavími v indexech L/Lcd (vlevo) a Ltot/Lcd (vpravo)

5.1.2 Růst

5.1.2.1 Všeobecný přehled růstu juvenilních a subadultních jedinců

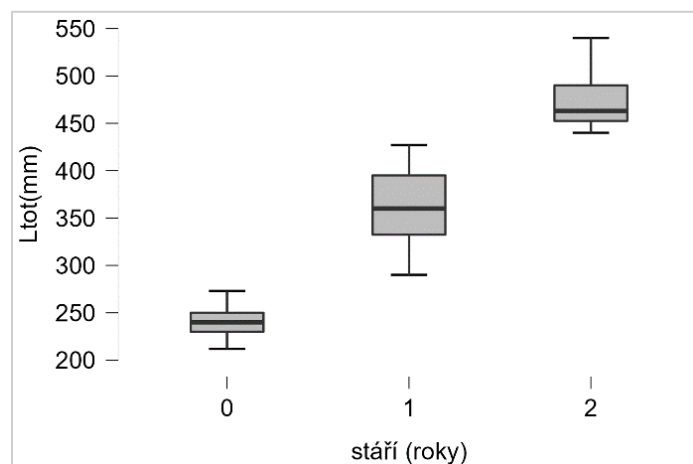
Juvenilní jedinci nebyli odchyceni bezprostředně po vylíhnutí v místě snůšky, ale až v řece se započatím lovu potravy, přehled jednoletých a dvouletých jedinců zahrnuje měření, která proběhla v době líhnutí mláďat, tedy konec srpna a září. Ltot jedinců chycených mezi roky 2019–2021 se pohybovala v rozmezí 212–273 mm ($L = 170$ – 220 mm; $Lcd = 42$ – 63 mm; $N = 27$), z toho 6 jedinců měřilo 250 mm a více. 2 rekordní jedinci délky 273 mm byli změřeni 3. září ve velké skupině, která se pravděpodobně právě vylíhla, vzhledem k hromadnému nálezu pod prasklinou kamenného obložení, vhodné k inkubaci. Juvenilové po prvním roce života dosahují Ltot mezi 290–427 mm. Dvouletí jedinci mají Ltot 440–550 mm. Tříletí jedinci měří

již přes 520 mm a považovala jsem je za dospělé v případě samců, 555 mm v případě samic. HL juvenilů po líhnutí začíná na 11,90 – 16,60 mm. U jednoletých jedinců je to 13,20 – 18,36 mm a u dvouletých 16,60 – 20,10 mm. HW začíná na 5,58 – 7,00 mm, u jednoletých dosahuje 6,80 – 8,60 mm a u dvouletých 7,80 – 9,90 mm. Uvedená minima a maxima jsou pouze orientační vzhledem k tomu, že bylo u některých subadultních jedinců obtížné určit, zda se jedná o nadprůměrně velkého jedince o rok mladších jedinců nebo o zaostávajícího jedince o rok starších jedinců. Obzvláště je tomu tak u dvouletých jedinců, kde jsem určila věk pouze u 7 jedinců. Podrobný přehled je včetně L, Lcd, průměrů, SD a N v Tab. 4 a grafické znázornění Ltot věkových skupin na Obr. 26.

	L (mm)			Lcd (mm)			Ltot (mm)		
	0.	1.	2.	0.	1.	2.	0.	1.	2.
Medián	190.00	280.00	365.00	52.00	74.00	100.00	240.00	360.00	463.00
Průměr	188.82	284.62	373.57	51.59	73.92	101.86	240.41	358.54	475.43
SD	12.613	30.852	31.187	4.862	10.549	6.492	15.668	39.389	34.871
Minimum	170.00	230.00	340.00	42.00	55.00	95.00	212.00	290.00	440.00
Maximum	220.00	345.00	430.00	63.00	92.00	112.00	273.00	427.00	540.00
N	27	26	7	27	26	7	27	26	7

	HL (mm)			HW (mm)		
	0.	1.	2.	0.	1.	2.
Medián	13.00	15.40	17.50	5.96	7.60	8.50
Průměr	12.90	15.48	17.97	5.99	7.61	8.77
SD	0.464	1.376	1.33	0.384	0.504	0.824
Minimum	11.90	13.20	16.60	5.58	6.80	7.80
Maximum	13.60	18.36	20.10	7.00	8.60	9.90
N	21	24	7	21	24	7

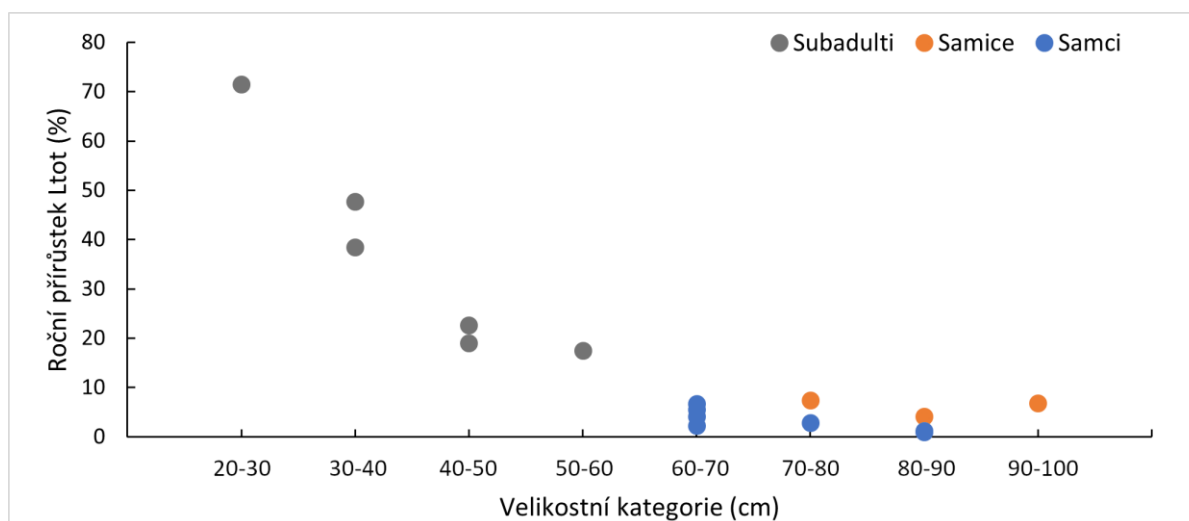
Tab. 4: Tabulka přehledu morfometrických údajů u jedinců po líhnutí (0.), jedinců jednoletých před druhým zimováním (1.) a jedinců dvouletých před třetím zimováním (2.). L = délka těla, Lcd = délka ocasu, Ltot = celková délka těla, HL = délka hlavy, HW = šířka hlavy.



Obr. 26: Krabicový graf distribuce Ltot po líhnutí (0.), po 1. roce (1.) a po 2. roce (2.).

5.1.2.2 Růst v rámci zpětných odchytů

Přesnější pohled na růst nabízí zpětné odchvy značených jedinců a srovnání naměřených hodnot. Zahrnuty byly zpětné odchvy, které ukazují růst za jednu nebo dvě celé sezóny, tedy buď odchyt v zhruba stejném období v různých letech nebo na začátku (duben) a na konci sezóny (září) téhož roku (Tab. 5). Celkem jsem takto zaznamenala 6 nedospělých jedinců a 7 dospělých jedinců, z toho 4 adultní samce. U tří adultních samců se mi povedlo provést i 3. měření. Měřila jsem vždy délku těla, ocasu, celkovou délku těla a hmotnost. Vzhledem k nízkému počtu jedinců nelze provést statisticky významný test pro rozdíl v rychlosti růstu jedinců podle stáří, uvádím zde tak pouze základní popis dat. Největší nárůst Ltot je ve velikostní kategorii 20–30 cm (71,5 %) a dále klesá. Pro kategorii 30–40 cm jsem zaznamenala růst o 38,5 a 47,7 %. V kategorii 40–50 cm 19 % nárůst, pro 50–60 cm 22,7 % a 17,5 %. Pro adultní jedince v kategorii 60–70 cm jsem zaznamenala růst v rozmezí 2,3–6,7 % (samci). V kategorii 70–80 cm 1,8 % u samce a 7,4 % u samice. V kategorii 80–90 cm 1–1,2 % u samce, a 4,1–6,8 % u samic. Vizualizace ročního přírůstku Ltot podle velikostních kategorií (dle kap. 5.2.3 Velikostní složení populace) v Obr. 27.



Obr. 27: Vizualizace ročních procentuálních přírůstků Ltot podle přibližné velikostní kategorie. Modrá = subadultní jedinci bez určeného pohlaví, oranžová = adultní samice, šedá = adultní samci. N = 16.

Jedinec	Datum odchyty	Hmotnost (g)	L (mm)	Lcd (mm)	Ltot (mm)	rozdíl Ltot (mm)	růst Ltot (%)	rozdíl m (g)	růst m (%)
A05 (M)	18.04.2019	85	650	157	807	-	-	-	-
	08.04.2020	-	655	160	815	8	1	-	-
	30.04.2021	85	660	165	825	10	1.2	0	0
A03 (M)	18.04.2019	45	497	145	642	-	-	-	-
	11.04.2020	55	525	160	685	43	6.7	10	22.2
	27.04.2021	60	560	163	723	38	5.5	5	9.1
A13 (M)	20.04.2019	55	485	149	634	-	-	-	-
	13.04.2020	60	515	145	660	26	4.1	5	9.1
	17.09.2020	65	530	145	675	15	2.3	5	8.3
A58 (M)	09.04.2020	65	550	163	713	-	-	-	-
	13.09.2020	85	570	163	733	20	2.8	20	30.8
A52 (F)	23.09.2019	125	630	177	807	-	-	-	-
	21.09.2020	140	670	170	840	33	4.1	15	12
A94 (F)	17.04.2020	95	595	145	740	-	-	-	-
	12.09.2020	120	640	155	795	55	7.4	25	26.3
A78 (F)	10.07.2020	130	700	180	880	-	-	-	-
	05.07.2021	180	760	180	940	60	6.8	50	38.5
S01 (SA-M)	18.04.2019	15	370	111	481	-	-	-	-
	11.04.2020	35	465	125	590	109	22.7	20	133.3
S16 (SA-M)	27.08.2019	25	380	95	475	-	-	-	-
	08.08.2020	40	440	118	558	83	17.5	15	60
J07 (SA)	22.07.2019	15	260	65	325	-	-	-	-
	29.07.2020	25	350	100	450	125	38.5	10	66.7
J17 (SA-F)	05.08.2019	10	260	65	325	-	-	-	-
	08.08.2020	30	385	95	480	155	47.7	20	200
J20 (SA)	27.08.2019	15	310	85	395	-	-	-	-
	23.07.2020	20	380	90	470	75	19	5	33.3
M05 (JUV)	30.04.2021	-	194	55	249	-	-	-	-
	29.08.2021	-	335	92	427	178	71.5	-	-

Tab. 5: Přehled zpětných odchyťů jedinců po celé jedné sezóně nebo kalendářním roce a naměřené hmotnosti (m), délky těla (L), délky ocasu (Lcd), celkové délky těla (Ltot) a výpočtu rozdílu v Ltot a hmotnosti. F = samice, M = samec, SA = subadult, JUV = juvenil.

5.1.3 Meristické znaky

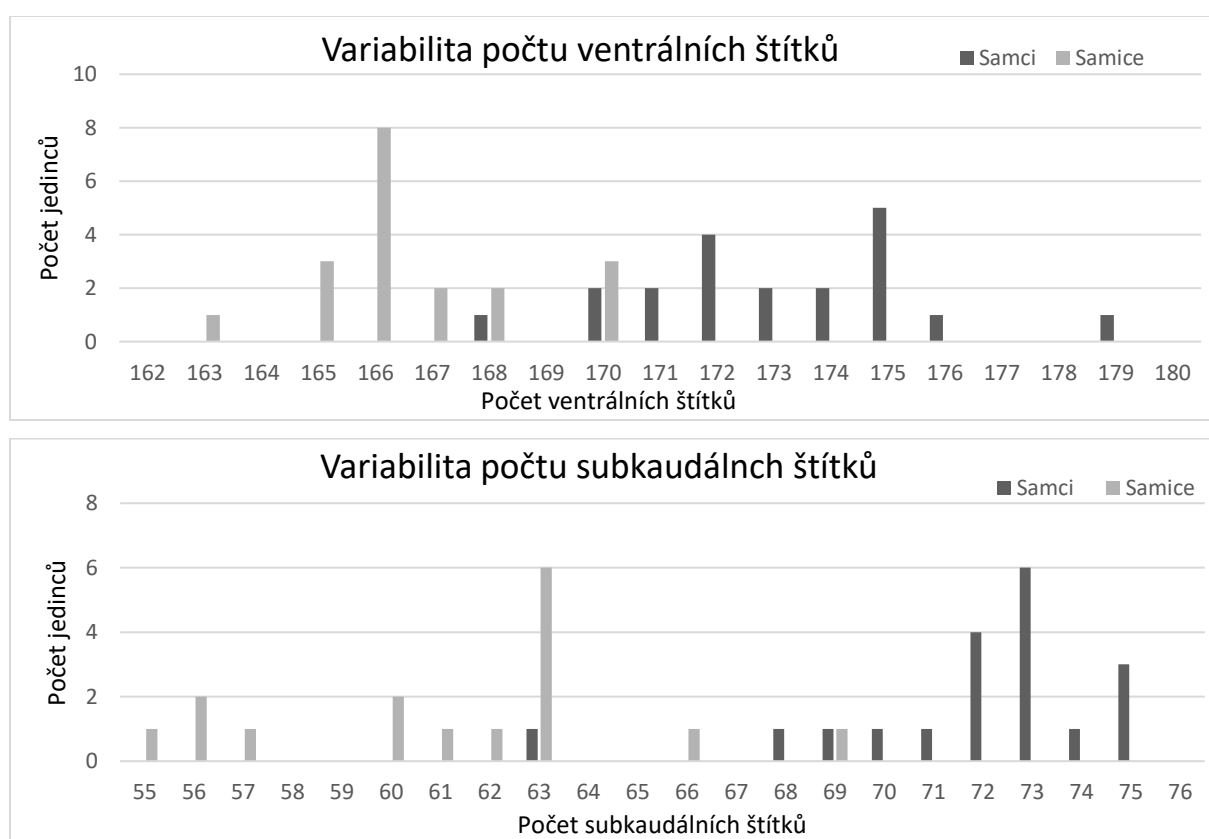
5.1.3.1 Variabilita počtu dorzálních a ventrálních štítků

U všech zkoumaných jedinců se počet dorzálních štítků na těle v příčné řadě rovnal číslu 19 (N = 31). U ventrálních (VENT) a subkaudálních (SUBC) štítků jsem srovnala variabilitu v počtu mezi pohlavími. Počet VENT u samic se pohyboval v rozmezí 163–170 a u samců 168–179 (N = 39). Počet SUBC se u samic pohyboval v rozmezí 55–69 a u samců 63–75 (N = 35). Průměrné hodnoty, SD a přehled jsou v Tab. 6, grafické znázornění počtu v Obr. 28. Mann-

Whitneyho test ukazuje statisticky významný rozdíl mezi pohlavími v počtu VENT i SUBC ($W_{\text{VENT}} = 7,0$; $W_{\text{SCD}} = 6,5$; obě $p < 0,001$).

	Ventralia			Subcaudalia		
	F	M	Celkem	F	M	Celkem
Medián	166	173	170	62.5	72	69
Průměr	166.6	173.1	169.7	61.25	70.7	67
SD	2.194	2.532	3.947	3.804	3.331	6.299
Minimum	163	168	163	55	63	55
Maximum	170	179	179	69	75	75
N	19	20	39	16	19	35

Tab. 6: Přehled počtu ventrálních a subkaudálních štítků. F = samice, M = samci.



Obr. 28: Sloupcový graf variability počtu ventrálních štítků (nahore) a graf variability počtu subkaudálních štítků (dole). Světlá = samice, tmavá = samci.

5.1.3.2 Variabilita počtu hlavových štítků

Preocularia

Počet PreOC se pohybuje mezi 2–5 štítky, s typickým počtem 2–3 štítků (97,73 % kombinací). Netypický počet štítků v 2,27 % kombinací (6 z 266). Nejčastější kombinací PreOC je 3/3 (42,86 %), druhou nejčastější 2/2 (34,59 %). Zajímavý je také juvenilní jedinec s 5 PreOC, u

něhož se PreOC napojovaly přímo na PostOC, prostřední štítek jsem z důvodu nejasnosti nezapočítala ani do jedné ze skupin (Obr. 29–A) Kompletní přehled četnosti kombinací v populaci v Tab. 7.

Celkový podíl symetrických a asymetrických kombinací je 77,82 % a 22,18 % (N = 266). Mezi samci a samicemi není statisticky významný rozdíl v symetrii PreOC podle chí-kvadrát testu ($\chi^2 = 20,011$, $df = 1$, $p = 0,918$; $N = 131$), u obou pohlaví převažují symetrické kombinace (Tab. 8).

PreOC								
Kombinace	2/2	2/3	3/2	3/3	3/4	3/5	4/3	4/4
Podíl (%)	34.59	12.03	8.27	42.86	1.13	0.38	0.38	0.38

Tab. 7: Kombinace PreOC a jejich četnosti v populaci. Tučně nejčastější kombinace. N = 266.

Pohlaví		Kombinace PreOC		
		Asymetrie	Symetrie	Celkem
F	Počet	11	36	47
	Podíl	23.4 %	76.6 %	100.0 %
M	Počet	19	65	84
	Podíl	22.6 %	77.4 %	100.0 %

Tab. 8: Rozdíl v počtu asymetrických kombinací PreOC mezi pohlavími. N = 131.

Postocularia

Počet PostOC se pohybuje mezi 3–5 štítky, s typickým počtem 3–4 štítků (98,12 % kombinací). Netypický počet štítků v 1,88 % kombinací (5 z 266). Nejčastější kombinací je 4/4 (69,55 %), druhou nejčastější 3/4 (10,90 %). Kompletní přehled četnosti kombinací v populaci v Tab. 9., fotografické příklady Obr. 29.

Celkový podíl symetrických a asymetrických kombinací je 79,70 % a 20,30 % (N = 266). Mezi samci a samicemi není statisticky významný rozdíl v symetrii PostOC šupin podle chí-kvadrát testu ($\chi^2 = 0,58$, $df = 1$, $p = 0,446$; $N = 131$), u obou pohlaví převažují symetrické kombinace (Tab. 10)

PostOC						
Kombinace	3/3	3/4	4/3	4/4	4/5	5/4
Podíl (%)	10.53	10.90	7.14	69.55	1.50	0.38

Tab. 9: Kombinace PostOC a jejich četnosti v populaci. Tučně nejčastější kombinace. N = 266.

		Kombinace PostOC		
Pohlaví		Asymetrie	Symetrie	Celkem
F	Počet	6	41	47
	Podíl	12.8 %	87.2 %	100.0 %
M	Počet	15	69	84
	Podíl	17.2 %	82.1 %	100.0 %

Tab. 10: Rozdíl v počtu asymetrických kombinací PostOC mezi pohlavími. N = 131.



Obr. 29: Příklady počtu hlavových štítků. Juvenilní jedinec s nadpočetnými PreOC a PostOC, které se pod okem spojují (A). Juvenil s PreOC srostlým s loreálním štítkem (B). Samec s nadpočetnými PreOC, pravá strana (C). Stejný samec s nadpočetnými PreOC, levá strana (D). Samice s redukovaným počtem SupL (E). Samice s nejobvyklejším počtem štítků u všech štítkových skupin (F).

Supralabialia

Počet SupL se pohybuje mezi 6–9 štítky, s typickým počtem 7–8 štítků (93,61 % kombinací). Netypický počet štítků v 6,39 % kombinací (16 z 266). Nejčastější kombinací je 8/8 (62,41 %), druhou nejčastější 7/7 (11,28 %). Při nerozlišování pravé a levé strany by byla druhou nejčastější asymetrická kombinace 7/8 (19,92 %). Kompletní přehled četnosti kombinací v populaci v Tab. 11, příklady jedinců Obr. 29.

Podíl symetrických a asymetrických kombinací je 74,81 % a 25,19 % (N = 266). Mezi samci a samicemi není statisticky významný rozdíl v symetrii SupL šupin podle chí-kvadrát testu ($\chi^2 = 2,765$, $df = 1$, $p = 0,097$; N = 131), u obou pohlaví převažují symetrické kombinace (Tab. 12)

Kombinace	SupL (Levá/Pravá)								
	6/6	6/7	7/6	7/7	7/8	8/7	8/8	8/9	9/8
Podíl (%)	1.13	0.38	0.75	11.28	9.77	10.15	62.41	3.76	0.38

Tab. 11: Kombinace SupL a jejich četnosti v populaci. Tučně nejčastější kombinace. N = 266.

Pohlaví		Kombinace SupL		
		Asymetrie	Symetrie	Celkem
F	Počet	15	32	47
	Podíl	31.9 %	68.1 %	100.0 %
M	Počet	16	68	84
	Podíl	19.0 %	81.0 %	100.0 %

Tab. 12: Rozdíl v počtu asymetrických kombinací SupL mezi pohlavími. N = 131.

Sublabialia

Počet SubL se pohybuje mezi 8–11, s typickým počtem 9–10 štítků (87,59 % kombinací). Netypický počet štítků v 12,41 % kombinací (33 z 266). Nejčastější kombinací je 9/9 (47,37 %), druhou nejčastější 10/10 (15,79 %). Při nerozlišení pravé a levé strany by druhou nejčastější kombinací byla asymetrická kombinace 9/10 (24,7 %). Kompletní přehled četnosti kombinací v populaci Tab. 13, příklady jedinců Obr. 29.

Celkový podíl symetrických a asymetrických kombinací je 65,04 % a 34,96 % (N = 266). Podle chí-kvadrát testu je pravolevá symetrie SubL mezi pohlavími statisticky významně rozdílná ($\chi^2 = 6,146$, $df = 1$, $p = 0,013$; N = 131). U samic je poměr symetrických kombinací ku asymetrickým téměř vyrovnaný (51 %: 49 %). U samců je poměr převážený ve prospěch symetrických kombinací odchytů (72,6 %: 27,4 %) (Tab. 14).

Kombin.	SubL (Levá/Pravá)										
	8/8	8/9	9/7	9/8	9/9	9/10	9/11	10/9	10/10	$\frac{10/1}{1}$	11/9
Podíl (%)	$\frac{1.5}{0}$	3.76	0.38	4.51	47.37	12.78	1.13	11.65	15.79	0.38	0.75

Tab. 13: Kombinace SubL a jejich četnosti v populaci. Tučně nejčastější kombinace. N = 266.

		Kombinace SubL		
Pohlaví		Asymetrie	Symetrie	Celkem
F	Počet	23	24	47
	Podíl	49.0 %	51.0 %	100.0 %
M	Počet	15	52	84
	Podíl	27.4 %	72.6 %	100.0 %

Tab. 14: Rozdíl v počtu asymetrických kombinací SupL mezi pohlavími. N = 131.

5.1.3.1 Fluktuální asymetrie hlavových štítků

Do určení hladiny fluktuální asymetrie (dále FA) v počtu hlavových šupin byli zahrnuti juvenilní, subadultní i adultní jedinci. FA byla počítána pro PreOC, PostOC, SupL, SubL a z toho celkový součet SumFA a sumFA*. Výsledné hodnoty jsou uvedené v Tab. 15. Vzorec výpočtu:

$$\text{Hladina FA} = 100 * \{ |L-R| / (N/2) \}$$

$$\text{SumFA} = 100 * \{ \sum |L-R| / (N/2) \}$$

L = počet na levé straně, P = počet na pravé straně, N = součet štítků obou stan.

Podle jednovýběrového Wilcoxonova testu neabsolutních hodnot FA (tzv. signed asymmetry) není přítomna směrová asymetrie (tzv. directional asymmetry), tedy neliší se pravá strana od levé (pořadí dle Tab. 15: $V_1 = 670,5$, $p_1 = 0,116$; $V_2 = 6117,5$, $p_2 = 0,239$; $V_3 = 1232,0$; $p_3 = 0,704$; $V_4 = 2290,0$, $p_4 = 0,823$; $V_{\text{sum}} = 5447,0$; $p_{\text{sum}} = 0,115$, $V_{\text{sum}^*} = 4878,5$, $p_{\text{sum}^*} = 0,222$; $N = 266$). Stáří také nemá statisticky významný efekt na hodnotu FA u žádné ze skupin při srovnání subadultních a adultních jedinců (Mann-Whitney, pořadí dle Tab. 15: $W_1 = 8984,5$, $p_1 = 0,734$; $W_2 = 8156,0$, $p_2 = 0,120$; $W_3 = 8919,0$; $p_3 = 0,855$; $W_4 = 8882,5$, $p_4 = 0,925$; $W_{\text{sum}} = 8497$; $p_{\text{sum}} = 0,580$, $W_{\text{sum}^*} = 8776,0$, $p_{\text{sum}^*} = 0,926$, $N = 266$). Při testování vlivu pohlaví na hladinu FA vyšel statisticky významný efekt pouze u FA SubL (Mann-Whitney, pořadí dle Tab. 15: $W_1 = 1952,5$, $p_1 = 0,992$; $W_2 = 1847,0$, $p_2 = 0,434$; $W_3 = 2205,5$; $p_3 = 0,096$; $W_4 = 2462,5$, $p_4 = 0,003$; $W_{\text{sum}} = 2081$; $p_{\text{sum}} = 0,510$, $W_{\text{sum}^*} = 2315,0$, $p_{\text{sum}^*} = 0,063$, $N = 266$).

	FA PreOC	FA PostOC	FA SupL	FA subL	sum FA	sum FA*
Průměr	8.437	5.573	3.316	4.012	3.463	3.662
SD	16.256	11.224	5.738	5.688	3.476	3.799
N	266	266	266	266	266	266

Tab. 15: Hladina fluktuální asymetrie spočítaná podle rovnic uvedených v textu. Sum FA = součet všech skupin hlavových šupin. Hvězdička (*) označuje součet FA bez zahrnutí FA PostOc.

5.1.4 Zbarvení

Dorzální zbarvení se pohybuje od olivově zelené přes hnědoolivově zelenou až po šedozelenou. Na těle mají v různé míře malé černé skvrny, jejichž výraznost se pohybuje napříč populací v různé intenzitě a můžeme zde tak najít i jedince s obtížně viditelnými skvrnami, také v závislosti na temnotě podkladové barvy (Obr. 31). V mezerách mezi šupinami se také do různé míry objevují světle hnědé až téměř bílé skvrny, které se střídají s již zmíněnými černými skvrnami. Varianta *concolor* (jedinci bez barevného vzoru) ani melaničtí jedinci zde nebyli pozorováni. Juvenilní jedinci mají typicky kontrastnější skvrny na dorzální straně oproti dospělým (příklad velice kontrastního jedince na Obr. 32). Ukázka zbarvení hlavových štítků dospělých i juvenilů je např. vidět na fotografiích v Obr. 18 a 29. Bílé skvrny labiálních štítků jsou patrnější u juvenilů, u adultů se zmenšují a mohou i téměř vymizet.

Ventrální zbarvení je převážně černé, se světlými skvrnami. Barva světlých skvrn je bílá v oblasti hlavy a krku, v subkaudální části se nevyskytují. Na těle tyto skvrny mohou zůstat u některých jedinců bílé, ale v rámci populace se vyskytuje postupná škála odstínů světle žluté, přecházející u některých jedinců až do žlutooranžové (Obr. 30). Vzory světlých skvrn mezi krkem a kloakou se vyskytují v různých variantách.



Obr. 30: Variabilita zbarvení světlých skvrn ventrálních šupin. Bílá (A), světlá žlutá (B), žlutá (C), tmavá žlutá (D), oranžová (E).



Obr. 31: Variabilita zbarvení dorzální strany – různě výrazné skvrny (samotné barvy mohou být zkresleny odlišnými světelnými podmínkami při pořízení fotografií).



Obr. 32: Juvenilní jedinec s nejvýraznějším případem vysokého kontrastu skvrn na těle i hlavě. Kromě dorzální strany je výrazné oproti adultním jedincům i zbarvení labiálních štítků.

5.1.5 Traumatické změny

Mezi zaznamenané traumatické změny patřila nejčastěji amputace ocasu (11), dále vybouleniny nebo prohlubně v oblasti trupu (některé v důsledku zlomeniny žebra, jiné nejasného původu). Mezi méně častá poranění patřilo poranění oka nebo očního štítku (2), zlomenina ocasu bez amputace (1), sedření šupin (2).

Traumatická změna výše zmíněných typů se vyskytovala u 13 % adultních jedinců ($N_{\text{adult}} = 132$). Poměrově se více zranění vyskytovalo u samic, ze kterých 18 % odchycených neslo známky zranění ($N_F = 50$). U odchycených samců jsem poranění zaznamenala v 10 % případů ($N_M = 82$). V případě juvenilních a subadultních jedinců byly traumatické změny zaznamenány u 3 % odchycených jedinců ($N_{J1} = 146$). Při zahrnutí jedinců usmrcených dopravním prostředkem by to bylo 8 % jedinců ($N_{J2} = 154$).

Ve většině případů se jednalo o již zhojené rány. Jeden případ nezhojeného traumatu byla opakovaně odchycená adultní samice s amputovaným ocasem s obnaženým obratlem a hnědou tkání okolo. Při prvním odchytu v řece 14.7.2019 jsem naměřila tělesné rozměry $L = 810$ mm, $Lcd = 50$ mm. Znovu jsem ji poté odchytla až 24.9.2019 u zimoviště, kdy byl v ráně stále obnažen obratel a byla viditelná krev a došlo ke zkrácení Lcd na 40 mm. Samice byla poté předána do péče záchranné stanice NaturaServis s.r.o., kde i po залечení se rána opět otevřela a až na druhý pokus došlo k úspěšnému zhojení. Je tedy pravděpodobné, že bez pomoci by zimu zřejmě nepřežila.

5.2 Populační charakteristika

5.2.1 Početnost adultní populace

5.2.1.1 Metoda Schnabelové

Pro odhad početnosti pomocí metody Schnabelové jsem pracovala s daty sesbíranými v rámci prvních dvou sezón. Značení probíhalo od dubna 2019 do vzorkování, které proběhlo v rozmezí červenec–září 2020. započítáni jsou pouze adultní jedinci, vzhledem k vyšší mortalitě juvenilních jedinců. Odhad populace k poslednímu měsíci odchytů je 221 adultních jedinců, s konfidenčním intervalem 148–443 jedinců. Konkrétní údaje včetně výpočtu jsou vypsány v Tab. 16.

Datum	A	O	B	AB	ΣAB	C	ΣC	P	$\underline{N}-\tilde{N}$
1.–28.7.	9	7	79	711	711	2	2	355.5	–
1.–14.8.	9	6	85	765	1476	3	6	295.2	156–2796
16.–28.8.	8	5	90	720	2196	3	8	274.5	161–937
5.–24.9.	14	6	96	1344	3540	8	16	221.25	148–443

Tab. 16: Odhad početnosti pomocí metody Schnabelové. A = počet odchycených jedinců v daném datu, O = nově chycení jedinci, B = celkový počet jedinců odchycených do té doby, AB = násobek A a B, ΣAB = součet všech AB, C = počet zpětně odchycených značených jedinců v příslušném datu, ΣC = součet všech C, P = odhad populace, $\underline{N}-\tilde{N}$ = konfidenční interval s 95% jistotou zahrnující velikost populace. $P = \Sigma AB / \Sigma C$; $s = \sqrt{\Sigma C}$; $N = \Sigma AB / \Sigma C + 2s$; $\tilde{N} = \Sigma AB / \Sigma C - 2s$.

5.2.1.2 Metoda Petersen-Lincoln

Jako druhou metodu odhadu početnosti jsem použila Petersen-Lincolnovu metodu, která pracuje pouze se dvěma odchyty vzorky. Jako první vzorek jsem použila odchyty v sezóně 2019 a jako druhý sezónu 2020. Výsledný počet adultních jedinců populace vychází $N = 232.75$, s 95 % konfidenčním intervalem: $\underline{N}-\tilde{N} = 153-423$ jedinců.

Rovnice výpočtu: $N = ((M+1)(C+1)/(R+1)) - 1$

$M = 1.$ vzorek (54), $C =$ druhý vzorek (50), $R =$ zpětné odchyty ve 2. vzorku (11).

5.2.2 Poměr pohlaví

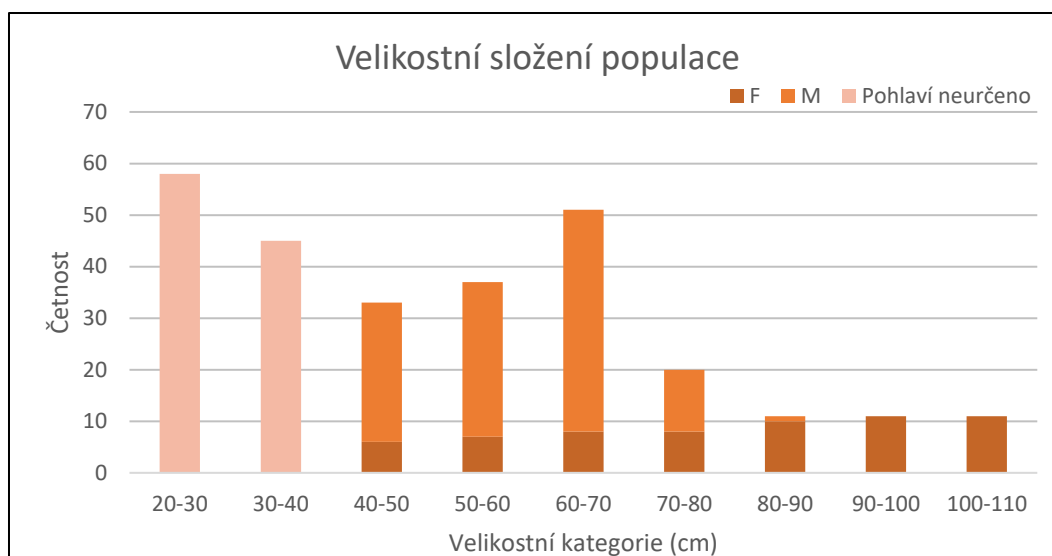
Z celkového počtu 132 odchycených unikátních adultních jedinců bylo 38 % samic a 62 % samců, přičemž mimo plachtu jsem odchytila 61 % jedinců a pod plachtou 39 % jedinců. Z odchyť mimo plachtu tvořily samice 28 % odchyť a samci 72 % odchyť. Z odchyť pod plachtou tvořily samice 53 % odchyť a samci 47 %. V Tab. 17 jsou vypsány konkrétní počty jedinců.

Pohlaví		Odchyt		
		Mimo plachtu	Pod plachtou	Celkem
Samice (F)	Počet	23	27	50
	podíl v řádku	46 %	54 %	100 %
	podíl ve sloupci	28 %	53 %	38 %
Samci (M)	Počet	58	24	82
	podíl v řádku	74 %	26 %	100 %
	podíl ve sloupci	72 %	47 %	62 %
Celkem	Počet	81	51	132
	podíl v řádku	61 %	39 %	100 %
	podíl ve sloupci	100 %	100 %	100 %

Tab. 17: Kontingenční tabulka podílu odchyť podle pohlaví a místa odchytu.

5.2.3 Velikostní složení populace

Při celkovém počtu 275 odchycených jedinců (zpětné odchyty nezahrnuty), je poměr dospělých jedinců vůči nedospělým přibližně 1:1. Podle Ltot byli rozděleni celkem do devíti velikostních skupin po 10 cm (Obr. 33). Nejpočetnější skupinou je 20–30 cm (58 ks), zahrnující juvenilní jedince v prvním roku života. Druhou nejpočetnější skupinou byla kategorie 60–70 cm, kam spadá největší podíl dospělých samců. Od 70 cm a více jsou nejméně početné kategorie, se snižujícím se podílem samců, a kategorie nad 90 cm jsou tvořeny výhradně samicemi.



Obr. 33: Sloupkový graf znázorňující velikostní složení populace. Světlá = jedinci bez určeného pohlaví, střední = samci, tmavá = samice. N = 275.

5.2.4 Hustota a disperze populace, migrační trasy

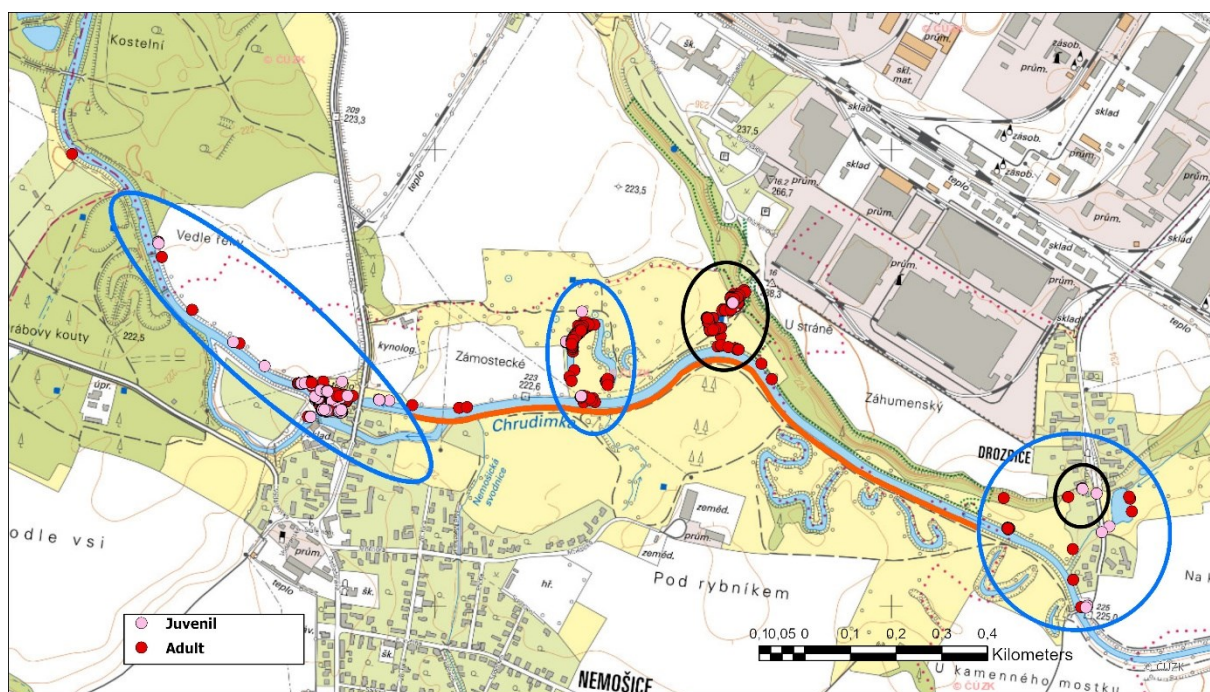
Vlastním pozorováním v terénu jsem určila disperzi populace, která sahá od Drozdic až na bližší okraj území „Červeňáku“ (Obr. 34). Místa výskytu se mění v průběhu roku. V dubnu a v září se pohybují v okolí zimovišť. V této době jsem je pozorovala v PP Nemošická stráň, v blízkosti budovy bývalé vodárny a v Drozdících, u konce Nemošické stráně (již mimo PP). V období lovu jsem jedince pozorovala v nejvyšších počtech v Nemošicích pod jezem, v menší míře i nad jezem a využívají i blízký rybí přechod. Jedinci se vyskytují i hlubší části koryta až na začátek území „Červeňáku“ a před nemošickým jezem. Druhé největší, co do počtu pozorování, loviště je mrtvé rameno Na Podkově a přilehlý kus Chrudimky. Třetí loviště, s nejmenším počtem pozorování, se nachází v Drozdících – jedná se příslušný úsek Chrudimky i rybník, který leží v obci.

V jiných oblastech Pardubicka jsem žádné zástupce druhu *N. tessellata* neviděla. Ojedinělý případ výskytu 1 dospělého ex. (14. 7. 2020) jsem obdržela výpovědí a fotografickým doložením z Kunětic od Hoza A. a Hoza I. (7. 14. 2020, in litt.).

Na základě 22 zpětných odchytů, které se lišily lokací s předchozím odchycem daného jedince a na základě pozorování v době migrace, lze konstatovat, že užovky migrují mezi zmíněnými lovišti a zimovišti (Obr. 34). Vzdálenost trasy od vstupu do zimoviště na PP Nemošická stráň je 130 m (trasa pozorovaná, nikoliv vzdušnou čarou). Odsud je délka trasy řekou po proudu k nejbližšímu lovišti Na Podkově 300 m. Od Podkovy cesta k hlavnímu lovišti v Nemošicích je 500 m, celkem tedy 800 m řekou od zimoviště. Do nejvzdálenějšího bodu

nemošického loviště je to celkem 1100 m. Ze zimoviště PP Nemošická strán je to říčním korytem směrem do loviště v Drozdicích 800 m proti proudu (celková délka úseku řeky mezi Drozdicemi a Nemošicemi je 1600 m).

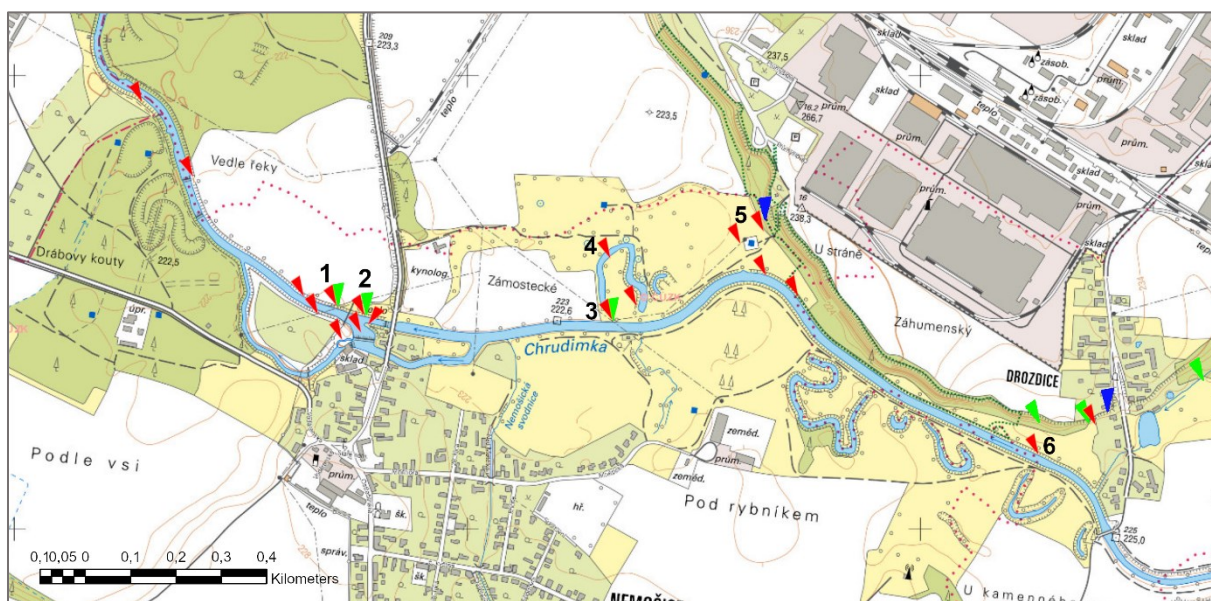
Nejdelsí migrační trasu k zimovišti, přibližné délky 2000 m (trasa je výsledkem součtu trasy vodou, vzdálenost po souši je brána vzdušnou čarou od nejbližšího úseku řeky k místě nálezu), jsem zaznamenala u ročního mláděte ($L_{tot} = 36$ cm), kterého jsem odchytila 11.9.2020 na lovišti v Nemošicích a následně zpětně odchytila 21.4.2021 v Drozdicích, když vylézal po hibernaci ze sklepa jednoho z domů. Naproti tomu jsem zaznamenala 20.4.2020, na začátku sezóny, juvenila po první hibernaci na břehu Nemošického loviště, kde i pravděpodobně bez jakékoliv migrace zimoval.



Obr. 34: Mapa všech pozorování za roky 2019–2021. Červená – adultní jedinec, Růžová – juvenilní jedinec/menší subadult (do přibližného $L_{tot} = 40$ cm). Modrá elipsa – pozorování v období lovu. Černá elipsa – pozorování těsně před nebo po zimování. Oranžová – migrační trasa. Mapové podklady © ČÚZK.

Plochu 27 ha jsem změřila od Drozdic k začátku „Červeňáku“, se zahrnutím celé Nemošické stráně a mrtvých ramen. Hustota v tomto případě vychází 5,5 (8,2) 16,4 dospělých jedinců na hektar. Hustota není rozdělena rovnoměrně, započítám-li místa s pozorovanou nejvyšší koncentrací s letním výskytem a cestu mezi nimi (12,1 ha – loviště Nemošice, Na Podkově a Drozdice) může dosahovat až 10,9 (18,2) 36,6 dospělých jedinců na hektar.

5.2.5 Důležité krajinné prvky



Obr. 35: Mapa důležitých krajinných prvků. Modrá = prokázané zimoviště, červená = prosluněná místa využívaná k vyhřívání, zelená = vhodná líníště. Čísla označují nejvíce využívaná místa. Kosená vegetace pod elektrickým vedením (1), mezery v spárách kamenného obložení břehu (2), kosená vegetace pod el. vedením (3), sečený rákos a kopřivy (4), prořezy v rozhraní lesa a louky, budova bývalé vodárny, vstup do hlavního zimoviště (5), prosvětlený úsek s keří u kamenného obložení řeky (6). Mapové podklady © ČÚZK.

5.2.5.1 Zimoviště

Nejzásadnější a nejvyužívanější zimoviště zdejší populace najdeme v podzemí kopce v PP Nemošická stráň, nedaleko budovy bývalé vodárny (Obr. 35 – (5); Obr. 36; Obr. 37). Dovnitř vede zeminou jediný vstup a po 35 cm je zde překážka v podobě kamení. Pod ním byl menší otvor, který pravděpodobně vede hlouběji do zimoviště, za něj ale není možné se dostat nahlížecí kamerou na dlouhém kabelu, protože se prostor za otvorem prudce stáčí. Vstup do zimoviště se nachází přímo mezi budovou již nefunkční vodárny a poklopem do podzemní části, který je o kousek dál na vršku kopce. Je tak možné, že populace může mít přístup do pozůstalé kanalizace (Obr. 38).

Uvnitř budovy je větší podzemní prostor, ovšem zcela prázdný a bez možnosti úkrytu. Z jedné strany volně přístupný z vnitřku budovy a s malým otvorem ústícím ven na druhém konci. V době opouštění zimoviště zde žádní jedinci pozorováni nebyli. U dalšího kanalizačního otvoru z venku budovy byli pozorováni studení a téměř nehybní jedinci, kteří nebyli zbarveni jílem, jako jedinci, kteří vylézali z hlavního zimoviště, což by napovídalo

využití tohoto objektu k zimování. Zda je podzemní systém bývalé vodárny přímo propojen se zimovištěm v nedalekém kopci není známo.

Dalším potvrzeným místem zimování je sklep v Drozdicích zapuštěný do stráně, obložen kameny (podle majitelů vybudován v 18. století). Vstup je bez dveří, pouze krytý tlustou textilní plachtou a na stropě najdeme ventilační otvor, který ústí na povrch kopce. Nalezeni zde byli během dubna jak adultní, tak i juvenilní jedinci, kteří mířili k východu. Z fotografické dokumentace místních majitelů zde zimovali i v předchozích letech. Zda takto využívají budovy i v Nemošicích není známo.

Kromě Nemošické stráně už v okolí nenajdeme jiný vyvýšený terén, nejbližší je poté po proudu řeky až přímo v Pardubicích na pomezí „Červeňáku“ a Vinice, kde už přítomnost *N. tessellata* nebyla zaznamenána v žádné části sezóny.



Obr. 36:

Hlavní Zimoviště PP Nemošická stráně. Šipka značí vstup do zimoviště v kopci. Dole vede hlavní pěšina skrze PP, výškový rozdíl ke vstupu činí přibližně 1,5 m. Vlevo od vstupu méně využívaná pěšina.



Obr. 37: Vstup do zimoviště v detailu.



Obr. 38: Umístění zimoviště a kanalizace. Modrá šipka = poklop kanalizace na betonovém vyvýšení. Červená šipka = přibližná lokace otvoru zimoviště v kopci. Červený kruh = lokace budovy bývalé vodárny.

5.2.5.2 Denní úkryty

Z živého organického materiálu poskytují na všech lokalitách úkryty keře, husté bylinné patro a pobřežní vegetace. Ostružiní je na lokalitách méně časté, nicméně tam kde je, tak je hojně využíváno. Z neživého organického materiálu poté najedeme na všech lokalitách spadlé listí, kupy větví, spadlé velké větve a kmeny a tlející materiál po sečení pod elektrickým vedením v Nemošicích a Na Podkově (Obr. 35). Využívány jsou i kupy tlející vegetace vzniklé revitalizací sadu na PP Nemošická stráň. Nory po malých savcích jsou hojně přítomné jak v oblasti zimovišť, tak i na březích lovišť a užovkami pravidelně využívány.

Volné kameny vhodné pro úkryt se na souši žádné z Pardubických lokalit nevyskytují. Jedinými běžně využívanými úkryty jsou pod Nemošickým jezem praskliny ve spárách kamenného zpevnění břehu. Pod kameny se schovávají jedinci v korytu řeky, často je lze pozorovat, že číhají na kořist, a přitom jsou většinou těla schováni pod kamenem nebo mezi kameny. Velké kameny, které využívají dospělí jedinci jako úkryt lze najít v Nemošicích pod jezy. Na mělčinách lze najít i drobné juvenilů a subadultů pod kameny, které zakrývají prohlubně ve spárách dlážděného dna pod jezem. Pokud je dno tvořené štěrkem a pískem, využívají juvenilové jako úkryt i malé oblázky.

5.2.5.3 Prosluněná místa

PP Nemošická stráň je zalesněná a jen málo přímého slunce dopadá přímo na zdejší zimoviště i před tím, než stromy obrostou listím. K vyhřívání tak využívají rozhraní lesa s loukou, které je lemované keři nebo kupami větví, které poskytují úkryt. Zejména jsou tak využívána místa

prosvětlená v rámci managementu západně od vstupu do zimoviště a západní a jižní okraj lesního porostu kolem vodárny.

Slepé rameno Na Podkově má vnější břeh „podkovy“ holý a udržovaný, je často rekreačně využíván a krátká tráva neposkytuje žádné krytí při vyhřívání. Více je populací využíván klidný vnitřní břeh Podkovy, kde využívají k vyhřívání rozhraní křoví (příp. rákosu a kopřiv) břehu a louky ve středu „podkovy“, které je dobře osvětlené většinu dne.

Kamenné břehy v okolí Nemošického jezu jsou udržované a nezastíněné stromy, ze všech lokalit je právě tato část nejvíce prosluněná. *N. tessellata* tyto břehy využívají, nicméně jsou omezeni lidmi, kteří břehy každodenně navštěvují za účelem rekreace.

Na většině sledovaných lokalit jsou břehy Chrudimky zastíněné keři a vzrostlými stromy. Vzácná holá místa pouze s bylinným patrem a nízkými keři jsou pak hustě osídlena. Takové biotopy se zde trvale vyskytují pouze v souvislosti s údržbou elektrického vedení. Jsou na dvou místech – úsek řeky u mrtvého ramene Na Podkově a část břehu na lovišti v Nemošicích (Obr. 39). Oproti nezarostlým kamenným břehům tak tato místa poskytují kombinaci prosluněného prostoru, tlející vegetace, dostatku úkrytů a absenci lidí. Místa jsou sečená v neurčitěm intervalu několika let, poslední sečení proběhlo před začátkem výzkumu v roce 2018. Nejvyšší aktivita *N. tessellata* zde byla pozorována v prvním roce 2019 s klesající tendencí v dalších letech, kdy postupným zarůstáním, urychleným bohatými srážkami v letech 2020–2021, ubývalo nezastíněných míst.



Obr. 39: Prosvětlený břeh pod elektrickým vedením v Nemošicích v roce 2019. Vyhřevné místo s dostatkem úkrytů a tlející vegetací.

5.2.5.4 Líhniště

Žádná líhniště nebyla přímo doložena nálezem snůšky nebo vaječných obalů. Nejbližší je tomu nález 13 nedávno vylíhnutých juvenilů na jednom místě ze začátku září. Všichni byli na

betonové mělčině u břehu řeky, o ploše zhruba 1x2 m. Jednalo se o vysoký vystavěný kamenný břeh s prasklinou mezi spoji. Velikost takto vzniklé dutiny se mi pohmatem nepovedlo určit, vzhledem k zužujícím se a ohýbajícím se prostorům. Břeh je plně osvětlen sluncem v průběhu celého dne, praskliny tak mohou poskytovat potřebnou teplotu pro inkubaci. Již dříve jsem navíc ve zmiňované prasklině pozorovala ukrývající se gravidní samici v průběhu ekdyze, zároveň se svlečkou další velké samice (poloha vyznačena v Obr. 35– (2)).

Jako místa potenciálně vhodná pro inkubaci vajec se nabízí vrstvy tlející vegetace pod elektrickým vedením u Podkovy a v Nemošicích (Obr. 39), nebo komposty v Drozdicích (jeden velký např. blízko zimoviště u rodinného domu a další u strouhy vedoucí do rybníka). Dále by vhodné mohly být tlející kupy zanechané po sečení sadu na Nemošické stráni.

V roce 2021 také byla vybudována v rámci plánu péče pro PP Nemošickou strán oplocená líhniště. Jedno právě v sadu u Drozdic a druhé v blízkosti zimoviště u bývalé vodárny. Monitoring jejich využití užovkami podplamatými už spadá na další roky.

5.2.5.5 Loviště

I když je Chrudimka využívána migračně po celé navštěvované délce, tak dle mých pozorování se populace koncentruje především na třech místech říčního koryta. První je u splavu v Drozdicích, kde bylo pozorováno relativně k ostatním místům nejméně jedinců. Dále po proudu lze narazit na jedince v úseku řeky u mrtvého ramene Na Podkově, kde je koryto hluboké s pomalu tekoucí vodou. Na obou těchto místech vzhledem k hloubce nebylo přímo pozorován lov potravy. Třetím úsekem po proudu a zároveň úsekem s největším počtem jedinců je Chrudimka v Nemošicích. Nad jezem je řeka hluboká a pravidelně rekreačně využívána, jen vzácně tak lze zde narazit na jedince ve vodě. Pod jezem je řeka mělká a lze zde snadno pozorovat lovící jedince (Obr. 40). Jedná se především o juvenilní, subadultní jedince a adultní samce, v menší míře i velké adultní samice, které pravděpodobněji loví potravu o kus dál, kde se koryto řeky zase prohlubuje do cca 1,5 m. Jedince jsem pod plachtami odchytila i o dalších 140 metrů po proudu směrem k „Červeňáku“. Za malým jezem je koryto Chrudimky opět mělké, s rychle tekoucí vodou a pozorování jsou z těchto míst ojedinělá. Řeka se podle chybějících nálezů pod plachtami v oblasti Nemošické stráně a mezi Podkovou a Nemošicemi nezdá být využívána, pravděpodobně pro vysokou míru zastínění stromy, ovšem vše je díky slabému proudu v dostupné vzdálenosti z již zmiňovaných úseků se zaznamenaným výskytem.

Zdejší populace *N. tessellata* také kromě řeky hojně osídlila i přilehlé vodní nádrže. Jednou z nich je revitalizované mrtvé rameno Chrudimky zvané „Na Podkově“, ležící mezi Nemošicemi a Nemošickou strání. Jedinci se zde hojně vyskytují a koncentrují se břehu, který

neprošel revitalizací a zůstal tak zarostlý a lidmi nenavštěvovaný. Druhá osídlená vodní nádrž je vesnický rybník v Drozdicích. Byla zde zaznamenáno méně jedinců než Na Podkově. Obě nádrže jsou využívány juvenilními i adultními jedinci.

Dalším z objektů lidského původu, který populace využívá je rybí přechod u mlýna v Nemošicích. Přechod má podobu kaskády malých a navzájem propojených tůní. Pravidelně v něm lze pozorovat menší počet lovcích juvenilních a subadultních jedinců. (fotky).



Obr. 40: Písčitý ostrůvek za soutokem ramen Chrudimky v Nemošicích. Kolem něj se zdržuje velké množství rybího potěru a také lovcí juvenilní užovky.

5.2.6 Ohrožující prvky

5.2.6.1 Rušení a ohrožení lidmi

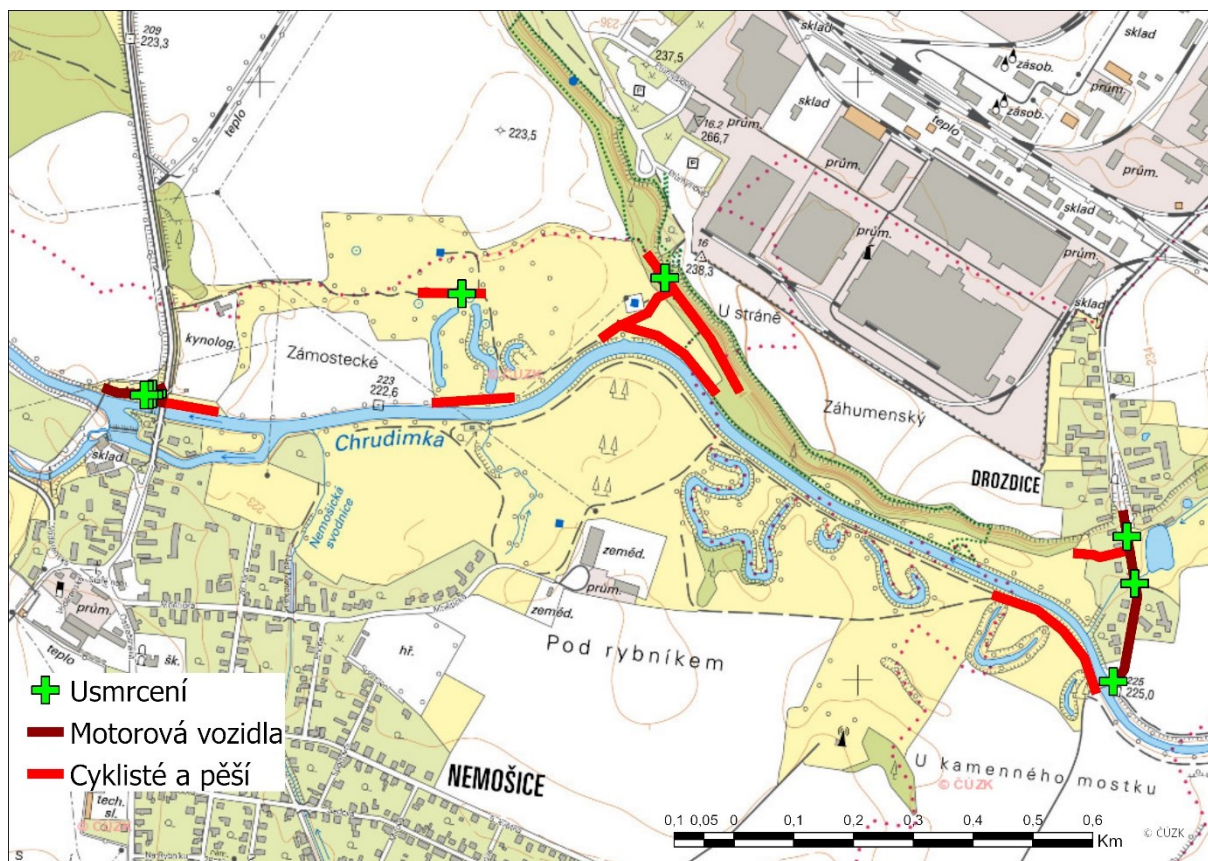
K rušení ze strany lidí na lokalitách dochází téměř každodenně. Nejedná se pouze o zdejší obyvatele Drozdic a Nemošic, neboť lokalita je snadno dostupná i pro obyvatele Pardubic. Nemošickou stráž v době páření během dubna navštěvuje více lidí než v jiných částech roku. Návštěvníci se často pohybují mimo stezky za účelem sběru medvědího česneku a dochází tak k setkáním s užovkami podplamatými, které se ukrývají ve spadaném listí. V této době se zde také pohybuje více cyklistů a i přesto, že zde není asfaltová cesta ale pouze úzká přírodní pěšina, zde může docházet k usmrcení jedinců. Vstup do zimoviště a pěšinu totiž dělí pouhé 3 metry, a užovky, které se na cestu dostanou, mají často ještě pomalé reakce v důsledku nízké tělesné teploty po opuštění úkrytu. Na pěšině se delší dobu užovky zdržují spíše vzácně, většinou se ji snaží pouze překonat. Méně užívaná pěšina je vyšlapaná i přímo přes vstup do zimoviště, která vede z vrcholku malého kopce k hlavní pěšině (Obr. 36). Vzhledem ke zbytkům porostu je méně využívaná, v důsledku prudkého stoupání. V důsledku pohybu návštěvníků zde byla ve třech případech sesunutá zemina se spadaným listím přímo do vstupu zimoviště. V jednom případě během dubna byl také lidmi vstup záměrně ucpán klacky, zřejmě v důsledku vysoké

aktivitu užovky, kdy v této době téměř neustále může být během dne pozorován jeden nebo více jedinců, jak vystrkují hlavu.

Na Podkově dochází občas k rušení lidmi, jenž rekreačně využívají jeho posečený břeh a pouštějí do vody plavat psy. Loviště pod jezem v Nemošicích je v sezóně lovu navštěvováno rekreačně lidmi, kteří se zde koupou a usedávají na kamenné břehy využívané užovkami jako výhřevné místo. Lidé sem zde také chodí často se psy, kteří běhají mělkou vodou, nejčastěji se tomu tak děje u písčitého ostrůvku, jehož mělčinu využívají juvenilní jedinci. Zde je také z celého úseku Chrudimky nejvyšší počet rybářů, kteří obsazují břehy nebo chodí chytat ryby přímo do vody. Dle výpovědi rybářů došlo i k incidentu, kdy byla adultní užovka nedopatřením chycena do podběráku. Neúmyslné ohrožení jedinců je zde způsobeno především parkováním aut mezi břehem a křovinami, které jsou využívány jako úkryty, což bylo potvrzeno nálezy přejetých jedinců. Další možné ohrožení je způsobeno chůzí v písčité mělčině, kde se pod oblázky schovávají drobní juvenilové, riziko je zde ale malé, vzhledem k obtížnější přístupnosti břehu pro návštěvníky. V souvislosti s rybáři jsem zde také nacházela často pohozené vlasce na březích, do kterých se mohou zamotat nejen užovky. V řece jsem také našla háčky se třpytkou, která tvarem připomínala malou rybku. Možná je tak i záměna návnady s potravou.

V Drozdicích představuje největší riziko silnice, která vede mezi řekou a vesnickým rybníkem. Od rybníku vede pod malým mostem mírně zarostlá vysychavá strouha do řeky, kterou užovky využívají. Někteří jedinci ovšem volí horní cestu přes silnici, což se jim může stát osudným, jak dokazují nálezy přejetých užovek. I když se jednalo v obou případech o juvenilní jedince, tak místní obyvatelé tvrdí, že v dřívějších letech našli přejeté i velké hady. Silnice se na konci vesnice točí k Chrudimce a pokračuje dále mostem. Právě v okolí mostu byli nalezeni další dva usmrcení juvenilové (jeden *N. tessellata*, druhý *Natrix* sp. bez bližšího určení vzhledem ke stavu) a v jednom případě při mém vlastním průjezdu autem málem došlo ke střetu s adultním jedincem *N. natrix*, který přelézal silnici od řeky směrem do pole.

V kontextu celé zdejší populace vykazují největší riziko neúmyslného ohrožení užovek člověkem stezky křížící sezónní a denní migrační trasy. Stezky jsou využívány především chodci a cyklisty. V případě motorových vozidel se jedná v Drozdicích o méně frekventovanou trasu, a v případě Nemošic o parkování pod mostem (Obr. 41). Vysoce frekventovaná silnice do Nemošic a most jsou zde nad řekou posazené vysoko a pohyb jedinců na silnici nebyl za celou dobu pozorován.



Obr. 41: Mapa křížení migračních tras *N. tessellata* s cestami pro motorová vozidla a cyklisty. Hnědou jsou vyznačená možná místa střetu s motorovými vozidly a cyklisty, červeně jsou vyznačené možné střety na trasách využívaných pouze cyklisty a chodci. Zelené křížky značí všechny nálezy jedinců, jejichž usmrcení bylo způsobeno dopravním prostředkem. **Drozdice:** stezka od stráně, silnice u rybníka a řeky, nebezpečná cesta využívaná automobily mezi řekou a mrtvými rameny. **Nemošická stráně:** jedna stezka mezi strání a vodou, vede přímo kolem vstupu do zimoviště, druhá navazuje kolmo a kříží cestu od místa páření k řece. **Na Podkově:** stezka od stráně, vede mezi řekou a slepým ramenem, migrace i během léta, druhá cesta na opačné straně mrtvého ramene mezi břehem a lesem, vzácně využívaná automobily. **Nemošice:** silniční most nad jezem s možností podchodu, šterkový sjezd ze silnice na parkovací plochu. Mapové podklady © ČÚZK.

Dalším možným ohrožujícím faktorem je sečení luk traktorem a balení sena do válců. Probíhá dvakrát ročně, a to v druhé polovině června a v září. V červnu je možný střet pouze při sečení v okolí mrtvého ramene Na Podkově, kdy se jedinci příležitostně zdržují ve vysoké trávě. Protože se ale nevzdalují příliš daleko od břehu a křoví, není riziko usmrcení vysoké. V září tak sečení probíhá přímo v době migrace od řeky k zimovišti, ale vzhledem ke krátkým vzdálenostem, kterou musí přes zatravněnou plochu překonat se ani zde nejedná o významné riziko. (př. sečení 8.9.2020). Dále na přelomu července a srpna je sečena vegetace v korytu řeky v Nemošicích, včetně malého ostrova. Vegetace je sečena vysoko a přímo neohrožuje jedince,

nicméně jsou tím připraveni o možné úkryty. Také jsou osekávány větve vrb na ostrově a skládány spolu s posečenou vegetací ostrova na hromadu. V jedné ze sezón byla tato hromada několik dní ponechána a poté spálena, což mohlo být nebezpečné pro jedince, kteří v hromadě vyhledali úkryt.

Za celou dobu sběru dat jsem zaznamenala celkem 8 jedinců usmrčených v důsledku lidské aktivity (Obr. 41). V 7 případech se jednalo o juvenilní jedince a v jednom případě o velkou adultní samici. Usmrcení jedinci byli během sezóny 2019 nalezeni ve dvou případech ke konci září. Jednalo se o mláďata narozená v daném roce a migrující od vody, pravděpodobně hledající místo k zimování. První případ je z lokality u Nemošického jezu na břehu, jedinec byl přejet automobilem na nezpevněném sjezdu k menší, uježděné, částečně travnaté ploše mezi břehem a křovinami, která je využívána návštěvníky jako místo k parkování. Druhý případ je z lokality Na Podkově, kde na nezpevněné cestě mezi mrtvým ramenem a lesním porostem byl nalezen jedinec přejetý pravděpodobně cyklistou. V roce 2020 jsem na stezce u vstupu do zimoviště našla 11.4. velkou adultní samici s přeraženou páteří a zlomenými žebry, zranění byla způsobena jízdním nebo elektrickým jízdním kolem. Téhož roku v polovině září jsem také našla automobilem přejetého tohotočního juvenila v Drozdicích na silnici u mostu přes Chrudimku. V roce 2021 jsem poté našla 7.6. přejetého juvenilního jedince *Natrix* sp. na stejném místě. Další nálezy z tohoto roku pochází opět ze září. 3.9. to byl přibližně rok starý juvenil na silnici nad strouhou vedoucí z rybníka a poté 26.9. byl na stejném úseku silnice, v přímce s rybníkem a známým zimovištěm, přejetý tohotoční juvenil. Druhý tohotoční juvenil byl usmrčen 18.9. jedním z automobilů při parkování u jezu v Nemošicích.

Kosterní pozůstatky dvou nebo více juvenilních jedinců *Natrix* sp. Byly nalezeny ve starém sklepe v Drozdicích, který je využíván jako zimoviště. Sklep je zapuštěn do kopce a krom hlavního vstupu má ve svém stropě otevřený ventilační otvor, který ústí nad zem. Kosti byly na holé zemi mimo úkryt, přímo pod ventilačním otvorem. Co způsobilo smrt těchto jedinců není známo.

5.2.6.2 Predátoři

Po celou dobu trvání terénního výzkumu jsem nepozorovala žádný případ napadení *N. tessellata* predátorem. Z možných savčích predátorů byl na lokalitách na dolním toku Chrudimky pozorován výskyt norka amerického (*Neovison vison*), o jehož vlivu na zdejší faunu nejsou známy žádné bližší údaje (Lemberk V. in litt.). Na Chrudimce se také vyskytuje vydra říční (*Lutra lutra*) (Bouška in verb.). Juvenilním jedincům mohou působit problémy mnozí zástupci ptáků. V okolí jsem zaznamenala např. bažanta obecného (*Phasianus colchicus*) a

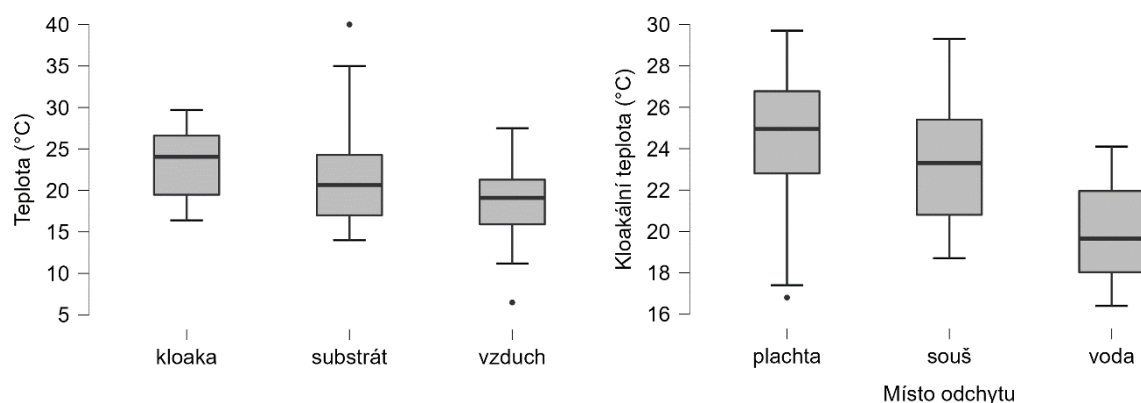
sojku obecnou (*Garrulus glandarius*). Pro větší hady mohou být problém např. volavky popelavé (*Ardea cinerea*), které jsou viděly v okolí mělčin řeky v Nemošicích. Vyskytují se zde i dravci, jako např. krahujec obecný (*Accipiter nisus*) nebo poštolka obecná (*Falco tinnunculus*). Z dravých ryb zde najdeme např. štika obecnou (*Esox lucius*).

5.3 Etologie a ekologie

5.3.1 Termální biologie

Celkový rozsah naměřených kloakálních teplot se pohybuje v rozmezí 16,4–29,7 °C. Nejvyšší kloakální teploty byly naměřeny pod plachtou (rozsah 16,8–29,7 °C, $\bar{x}$ = 24,1 °C, SD = 3,83, medián = 25 °C; N = 16), průměrně nižší byly teploty na souši (rozsah 18,7–29,3 °C, $\bar{x}$ = 23,4 °C, SD = 3,86, medián = 23,3 °C, N = 7) a nejnižší teploty byly naměřeny ve vodě (rozsah 16,4–24,1 °C, $\bar{x}$ = 20 °C, SD = 2,93, medián = 19,7 °C, N = 6) (Obr. 42). Jediná změřená gravidní samice měla kloakální teplotu o 29,4 °C. Podle Spearmanovy korelace spolu koreluje kloakální teplota se substrátem (r = 0,566, p < 0,001, N = 29). Naopak teplota vzduchu a kloakální teplota spolu nekoreluje (r = 0,193, p = 0,314, N = 29). Substrátem je míněno místo odchytu, které může být řeka, souš mimo plachtu nebo místo pod plachtou, kde teploty mohou dosahovat obzvlášť vyšších teplot. Mezi samci a samicemi není podle dvouvýběrového t-testu rozdíl (t = -0,823, p = 0,148, N = 29).

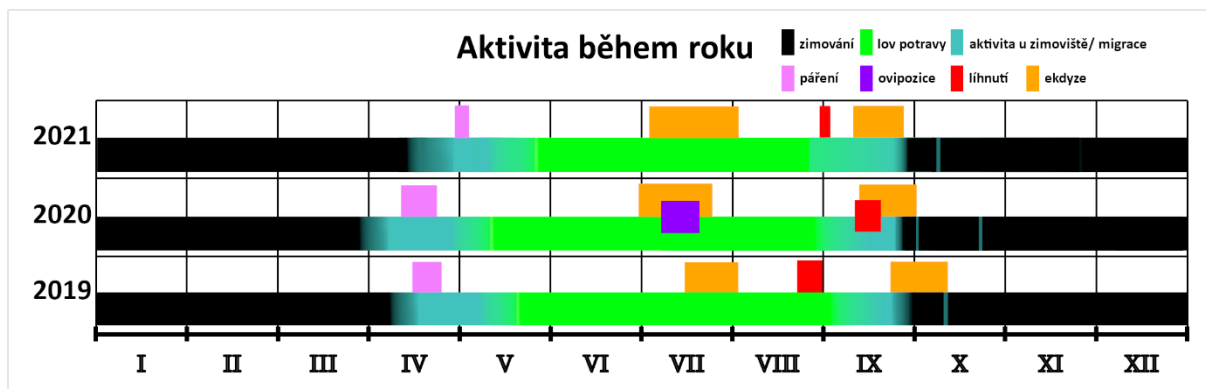
Teploty vzduchu a vody v souvislosti s aktivitou užovek jsou uvedeny v kapitolách 5.3.2 Roční aktivita a 5.3.3 Denní aktivita.



Obr. 42: Vlevo: Krabicový graf naměřených kloakální teplot, teplot substrátu a vzduchu. Vpravo: Krabicový naměřených kloakálních teplot podle typu substrátu místa odchytu. N = 29.

5.3.2 Roční aktivita

Přehled pozorované roční aktivity pro každý rok odděleně je znázorněn ve schématu Obr. 43.



Obr. 43: Schématické znázornění roční aktivity v letech 2019–2021. Osa x: měsíce, osa y: roky. Černá = zimování, zelená = lov potravy, modrá = aktivní období bez lovu potravy (aktivita v okolí zimoviště + migrace jarní a podzimní), růžová = páření, fialová = kladení vajec, červená = líhnutí mláďat, oranžová = ekdyze.

5.3.2.1 Ukončení hibernace a jarní migrace

Zimoviště neopouštějí všichni jedinci zároveň, každý rok (kromě roku 2019, z důvodu absence kompletních dat) jsem jako první spatřila adultní samce a juvenilní jedince. K ukončení hibernace obvykle docházelo během dubna až května, kdy slunné počasí a oteplování trvalo více dní v řadě (Obr. 44).

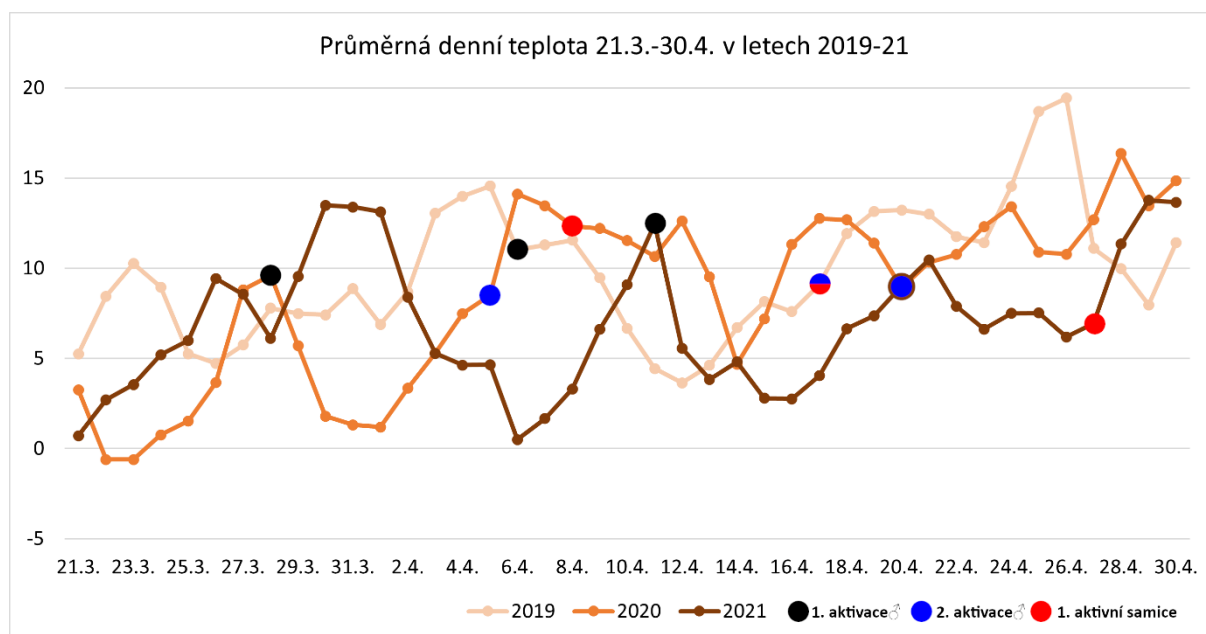
Prvního jedince roku 2019 jsem mimo hibernakulum nalezla 6.4 (denní maximum 16 °C). Následující den ale došlo k poklesu teploty a útlumu aktivity, lokalitu jsem tak do 17.4. nemonitorovala. Při návštěvě 17.4. po výrazném oteplení již byla pozorována bouřlivá aktivita adultních samců i samic. Poslední jedince v okolí zimoviště před tím, než započali jarní migraci k lovištím, jsem viděla 25.4., což bylo ovlivněné také tím, že od dalšího dne došlo k ochlazení a příchodu dešťů na celý týden.

Četnější návštěvy lokality v tomto období proběhly v následujících sezónách. První probuzené jedince v roce 2020 jsem pozorovala 28.3. Jednalo se o dva juvenilní jedince a jednoho adultního samce A54. Po 29.3. došlo opět k ochlazení a znovu se tak začali objevovat až 5.4., přičemž první adultní samici jsem pozorovala o 3 dny později 8.4. Poslední jedince u zimoviště v Nemošicích jsem viděla 24.4.

V roce 2021 byl výjimečně chladný duben, který opozdil ukončení hibernace. První probuzené samce jsem pozorovala u východu hibernakula sice už 11.4., ale vzápětí došlo k dlouhodobému ochlazení, kdy teploty klesly i pod bod mrazu. Další pozorování jedinců

pohybujících se mimo úkryt zimoviště jsem tak zaznamenala až 20.4., přestože oteplení nebylo tak výrazné, jako předchozí roky. Samice se začaly objevovat ve vstupu do zimoviště až 27.4. a první samice byla pozorovaná venku až 29.4. Poslední jedinec v okolí zimoviště před započítáním jarní migrace byl poté pozorován 15.5.

Migraci vodou začínali při přibližné minimální teplotě vody 10–13 °C.



Obr. 44: Graf průměrné denní teploty v době ukončení hibernace v letech 2019–2021 s vyznačením aktivity. „Předvoj“ – první aktivace malého počtu samců, kteří s poklesem teplot aktivitu opět zastavili (černá), definitivní aktivace samců (modrá), 1. pozorovaná samice (červená) (Upraveno dle teplotních dat z pocasi.hrubes.info).

5.3.2.2 Ztráta hmotnosti po hibernaci

Ztrátu celkové hmotnosti během hibernace se povedlo změřit pouze u 1 subadultního jedince a u 2 adultních samců, kteří byli odchyceni v době před zimováním a následně další rok, před započítáním lovení potravy (Tab. 18). Subadultní jedinec ztratil přes období hibernace třetinu své původní hmotnosti. U dospělých samců už byl rozdíl výrazně menší, se ztrátami 7,14 % a 15,38 % z původní hmotnosti.

Jedinec	Pohlaví	1. odchyt	2. odchyt	m ₁ (g)	m ₂ (g)	ztráta (g)	ztráta (%)	Ltot (mm)
A49	M	10.09.2019	11.04.2020	70	65	5	7.14	670
A95	M	13.09.2020	30.04.2021	65	55	10	15.38	655
J19	SA	27.08.2019	28.04.2020	15	10	5	33.33	418

Tab. 18: Tabulka zpětných odchytů a změřených hmotností. M = adultní samec, SA = subadult, m₁ = hmotnost před hibernací, m₂ = hmotnost po hibernaci, Ltot = celková délka těla.

5.3.2.3 Páření

Při návštěvě Nemošické stráně v roce 2019 byl dne 17. dubna jsem při výjimečně vysoké aktivitě užovek pozorovala jeden případ páření, které nabylo na četnosti během následujících dní. Poslední páření jsem zaznamenala 24.4. při celkově ustávající aktivitě jedinců v důsledku sucha a migrace. V dalších dnech došlo k ochlazení a příchodu deštivého počasí, od 26.4. nebyla tak lokalita monitorována a při návratu v květnu zde již žádní jedinci nebyli.

V roce 2020 jsem ze první páření pozorovala 11.4., tedy 3 dny po tom, co byly viděny první aktivní samice. V jednom případě (9.4.) také odpočívala samice v těsném kontaktu se samcem, ale páření nebylo zaznamenáno. Poslední páření tohoto roku proběhlo 22.4.

V roce 2021 jsem první páření vzhledem k chladnému dubnu a opožděnému ukončení hibernace pozorovala až 29.4. Druhé, a zároveň poslední, zaznamenané páření tohoto roku proběhlo 4.5. Menší počet pozorovaných páření byl ovlivněn počasím, které bylo i po probuzení jedinců chladnější oproti předchozím sezónám a pobyt hadů mimo úkryt byl tak více omezen.

5.3.2.4 Ukončení jarní migrace, lov potravy a začátek podzimní migrace

- První na lovišti

První jedince v oblasti lovišť v roce 2019 jsem zaznamenala 8.5. Na Podkově (adultní samec) a v Nemošicích (juvenil). V roce 2020 jsem první samce u loviště viděla již 22.4. (úsek Chrudimky u Podkovy) a první samice 24.4. (Na Podkově). V roce 2021 byla první samice pozorována na lovišti Na Podkově 4.5. První samci byli viděni Na Podkově 9.5. První juvenil byl vidět již ten stejný den, ale podstatně dále od zimoviště než samice (za Nemošicemi), zimoval tedy zřejmě v blízkosti loviště.

- Lov potravy juvenilními jedinci

Nově vylíhnuté jedince jsem viděla lovit rybí potěr již v rámci dané sezóny krátce po líhnutí v každém roce (např. Obr. 53). Přesná data počátku lovu potravy ve vodě jsou uvedena v kap. Gravidita, inkubace, líhnutí, jelikož vylíhnuté jedince jsem zaznamenala až přímo ve vodě.

- Poslední na lovišti

V roce 2019 byla poslední dospělá samice na lovišti v Nemošicích viděna 13.9. Poslední adultní samec a letošní mládě tam byli pozorováni ještě ke konci září (25.9.). Samec byl nalezen na souši vedle jezu, který je nutné překonat na cestě do zimoviště a mládě bylo na cestě nahoru na kamenný břeh, i když normálně využívají úkryty, které poskytují mezery v kamenném břehu. Vzhledem k neobvyklým místům nálezů v rámci lokality je pravděpodobné, že už započali migraci do zimoviště. Na Podkově byla poslední dospělá samice viděna 12.9. (v té době na byla v Nemošicích ještě velká aktivita), poslední letošní mládě zde bylo viděno 20.9. čerstvě přejeté

během migrace od vody do lesa, které zřejmě hledalo místo k zimování, vzhledem ke vzdálenosti od vody.

V roce 2020 byla poslední dospělá samice na lovišti v Nemošicích viděna 13.9. O pět dní později, 18.9., zde pak byl viděn poslední dospělý samec ještě lovící potravu. Ve stejný den zde byl viděn v řece i poslední roční juvenil. Aktivně lovící tohoroční juvenilové zde byli pozorováni ještě 23.9. ve stojaté vodě pod vypuštěným jezem. Nejen sběr dat ale i samotná migrace mohla být ovlivněna právě plným otevřením jezu 20.9., který byl vypuštěn kvůli opravám. Úsek řeky nad jezem, který je hlavním migračním koridorem postupně klesl na nízkou hladinu.

Návštěvy lokalit byly od září 2021 omezeny pouze na víkendy a výsledky ukončení lovu potravy jsou tak zkresleny. Poslední adultní jedinci (samec a samice) byli spatřeni na lovišti v Nemošicích v řece a rybím přechodu 29.08. Subadultní a juvenilní jedinci byli pozorováni aktivně lovící ještě téměř celý další měsíc. Poslední v Nemošicích, ale již na cestě od vody, hledající místo k zimování, byl nalezen pod jezem roční juvenil dne 25.9. a poslední tohoroční juvenil byl zaznamenán 26.9. v Drozdicích, toho dne přejetý na silnici napůl cesty mezi rybníkem a známým zimovištěm. Pro tohoroční juvenil v Nemošicích je poslední záznam z předchozího víkendu 18.9., kdy byl nalezen přejetý na cestě dál od vody, mířící do křoví.

5.3.2.5 Ekdyze

Nálezy svleček a odchytu jedinců před nebo po ekdyzi se během sezóny byly koncentrovány ve dvou hlavních obdobích. První ekdyze probíhá během července a začátku srpna. Podle nálezů a odchytů pro rok 2019 – 14.7., 23.7., 25.7., 2.8., rok 2020 – 30.6., 2.7., 5.7., 8.7., 23.7., 24.7. a pro rok 2021 – 4.7, 5.7., 24.7., 11.8. (11.8. více dní stará svlečka).

Další období ekdyze se objevuje na konci sezóny před hibernací během září a října. V roce 2019 byl nalezen samec před ekdyzí 22.9. a adultní samice po ekdyzi 12.10., tedy téměř dva týdny poté, co se populace přesunula pod povrch do zimoviště. V roce 2020 byl 13.9. odchycen samec před ekdyzí a dále byla nalezena adultní svlečka v břehové vegetaci 23.9. V roce 2021 byli odchyceni dva nedávno svlečení jedinci 11.9. (samice a subadult), dále adultní svlečka 18.9. a samice po svleku 26.9. v blízkosti zimoviště.

5.3.2.6 Gravidita, inkubace a líhnutí

Podle nasbíraných dat uběhne mezi pářením a kladením vajec zhruba 62–103 dní a inkubační doba (resp. doba zaznamenaná mezi pozorovaným kladením a pozorováním nově vylíhnutých mláďat) trvá zhruba 39–68 dní. Záznamy pro jednotlivé roky poté nasvědčují času, který uběhne

mezi pářením a kladením vajec, 73–88 dní v roce 2019, 77–103 dní v roce 2020 a 62–83 dní 2021. Inkubační doba se pohybovala mezi 39–47 dny v roce 2019, 51–68 dny v roce 2020 a 39–60 dny v roce 2021.

V roce 2019 jsem pozorovala méně viditelně gravidních samic. Zaznamenala jsem pouze dvakrát jednu gravidní samici – poprvé 25.5. se spolknutou potravou a poté 1.6. Dále byly chyceny v období gravidity pouze negravidní adultní samice 6.7. a poté druhá 14.7. V roce 2020 byly viditelně gravidní samice pozorovány mezi 23.6. až 8.7. (Obr. 45) Dále byla 23.7. odchycena negravidní samice, která nesla znaky nedávné gravidity („povolené“ tělo, slabý odpor při odchytu a bílá tkáň visící z kloaky) a byla tak pravděpodobně krátce po vykladení. Vzhledem k častým deštům a zvýšené hladině řeky během června i července roku 2021 jsem provedla v době gravidity málo návštěv. Adultní samice byly zaznamenány v tomto období pouze tři ve dnech 5.7, 14.7 a 21.7. a ani v jednom případě nebyly gravidní. Z nedostatečných dat se tak nedá určit, zda mělo pozdní ukončení hibernace kvůli chladnému počasí vliv na počet oplozených samic.

První vylíhnutá mláďata jsem pozorovala vždy až ve vodě, žádná se nepodařilo přímo v líhništi objevit, následující termíny prvních pozorování tak mohou být opožděna oproti dnu líhnutí. V roce 2019 se ve vodě objevilo první mládě nové generace 22.8. lovící potravu. V dalším roce 2020 bylo první mládě viděno až 12.9., přejeté na silnici. Tento časový rozdíl oproti předchozímu roku může být způsoben deštivějším a chladnějším létem. V poslední sezóně 2021 bylo první mládě pozorováno 29.8. Na stejném místě bylo poté o několik dní později, 3.9., viděno pohromadě celkem 12 mláďat, u kterých je vzhledem k načasování a vysoké koncentraci předpokládáno, že pochází ze stejné snůšky a společnému líhnutí.

5.3.2.7 Ukončení podzimní migrace a příprava k hibernaci

K znatelnému snížení počtu jedinců v na lovištích v důsledku podzimní migrace do zimovišť dochází během září, přičemž posledními, kteří se vydají na cestu jsou samci a subadultní/juvenilní jedinci.

Data o jedincích, kteří již prošli podzimní migrací jsou pro rok 2019 omezená. První dospělá samice v oblasti zimoviště (Nemošická stráň) byla zaznamenána 20. 9. (předchozí návštěva 15.9.), první samec o den později 21.9. a další den i první subadult 22.9. S ochlazením teplot po 29.9. ustala veškerá aktivita v okolí zimoviště. Během výraznějšího krátkodobého oteplení 12.10. došlo k malé reaktivaci v rámci populace, kdy bylo zaznamenání adulti, subadulti i letošní juvenil, jak se vyhřívají na přímém slunci v blízkosti vstupu do zimoviště. V pozdějších podobně teplých dnech v listopadu již nedošlo k žádné viditelné aktivitě.

V roce 2020 byli první samice i samec přímo pozorováni u zimoviště na Nemošické stráni 8.9. Ovšem již 6.9. minimálně jeden nebo více jedinců vstoupilo dovnitř zimoviště, protože vstupní otvor, který byl předchozí dny zasypaný listím byl odkrytý. 24.9. byl odchycen poslední migrující jedinec na cestě k zimovišti (adultní samice). V říjnu byla lokalita navštívena při slunečných teplých dnech 3.10. (denní maximum 24 °C) a 20. – 22.10. (teplotní maximum kolem 18 °C) – při všech těchto návštěvách byli pozorováni jedinci, kteří vystrkovali hlavu ze vstupního otvoru zimoviště, ale nebyl zaznamenán žádný, který by celý vylezl na povrch.

První migrující dospělou samici jsem v roce 2021 viděla již 25.8., na břehu v úseku řeky, který je u zimoviště Nemošické stráně. Poslední jedinci mimo zimovací úkryt zde byli pozorováni při 26.9., jednalo se o dospělou samici čerstvě po ekdyzi a subadulta narozeného v roce 2020 nebo 2019. Od toho dne byla lokalita navštívena až během slunečného dne 8.10. (16,1 °C), kdy, ze sluncem osvětleného vstupního otvoru zimoviště, vystrkoval hlavu mladší dospělý samec.



Obr. 45: Gravidní samice vyhřívající se na kamenném obložení břehu.



Obr. 46: Necelý rok starý juvenil lovící rybí potěr.

5.3.3 Denní aktivita v průběhu sezóny

Denní aktivita je souhrnem pozorování za všechny tři sezóny, za aktivní hady jsem považovala všechny jedince mimo úkryt a termoregulující jedince včetně vyhřívajících se pod osluněnými plachtami.

- Duben

Aktivita během dne v této době začínala dopoledne kolem 10. h, kdy teplota vzduchu vzrostla na 15°C. Aktivita začala klesat zhruba od 16. h a byla zcela ukončena až se západem slunce mezi 18. – 19. h s teplotou vzduchu kolem 18–22 °C. Zdržují se v zimovišti a v jeho okolí, obvyklé je pro toto období vyhřívání se nejen na zemi, ale i na vyvýšených místech. Páření probíhalo s přibližně 1 až 2hodinovým odstupem po začátku aktivity a probíhalo i až do ukončení aktivity.

- Květen–červen

Aktivita prvních jedinců začínala mezi 7. – 8. h ráno, kdy již teplota vzduchu dosahovala alespoň 10 °C. Viděla jsem i jedince, kteří svůj noční úkryt opouštěli i později, mezi 9. – 10. h dopoledne, což by ovlivněno stoupajícím sluncem, jehož přímé záření teprve začalo dopadat na jiná místa, která byla jedinci zvolena jako noční úkryt. Poslední jedince mimo úkryt jsem v této době pozorovala mezi 18. – 19. h, s teplotou vzduchu kolem 17–22°C. Ještě v květnu je možné pozorovat jedince slunící se na vyvýšených místech, poté už jsem pozorovala pouze přízemní výhřev.

- Červenec–srpen

Aktivita v tuto dobu začínala zhruba v 6 h ráno, s teplotami v rozmezí 19–22 °C. Během slunečných dnů, kdy se teplota vzduchu přesáhne 25 °C, se aktivita obvykle mezi 11. – 15. h snižší, nicméně k jejímu úplnému zastavení na lovišti v řece nedochází (zvláště juvenilní jedinci aktivitu příliš nesnižují), v mrtvém rameni, kde se voda prohřeje více, se zastaví. V řece se aktivita zastaví zcela až když se teplota vzduchu přesáhne 30 °C. V této době je v teplých dnech pozorovatelná i noční aktivita, včetně jedinců, kteří v řece ještě loví potravu. Aktivitu tak někteří jedinci ukončili až po západu slunce při teplotách kolem 22–23 °C a při ještě teplejších dnech až kolem 22. h, krátce po úplném setmění, s teplotou vzduchu kolem 25 °C

- Září–říjen

Aktivita obvykle končila mezi 17. – 18. h (nejvyšší naměřené teploty v tento čas dosahovaly až 22 °C), kdy slunce zapadalo za stromy a jedinci u zimoviště se nemohli nadále vyhřívát.

5.3.4 Antipredační strategie

Místa pro helioterii si zástupci *N. tessellata* vybírají s ohledem na jejich vzdálenost k úkrytu nebo vodě, jako možnosti útěku. Často se vyhřívají v polostínu, schované pod keři a vysokou vegetací. Pokud se vydají mimo na nezastíněná místa, zůstávají stále v bezprostřední blízkosti vyšší a husté vegetace, do které se mohou ukrýt. Při vyhřívání na břehu se vydají i na vysoká kamenná obložení bez úkrytů a spoléhají na rychlý útěk do vody. Ve vodě využívají jako úkryty kameny a nebojí se vydat i do mělké části řeky bez kamenů, spoléhají tak na rychlejší možnost pohybu ve vodě, kde při ohrožení se míří schovat pod břeh nebo do hloubky.

Tmavě olivové a tmavě šedavé zbarvení s černými skvrnami dodává jedincům *N. tessellata* možnost splynout s okolím na souši. Při pohledu shora na jedince pod vodou se jejich zbarvení zdá být velice světlé, téměř bílé, v rychle tekoucí vodě se díky odrazům slunečních paprsků dobře maskují, ovšem v klidných částech řeky, zvláště s tmavým podložím, je to minimálně pro lidské oko zvyrazňuje.

Neúplné pokusy o thanatózu, v podobě otevírání tlamy nebo otáčení těla ventrální stranou nahoru, jsem zaznamenala u třech dospělých jedinců (Obr. 47). Dále trvající thanatózu jsem pozorovala jen ve dvou případech. První byla dospělá samice odchycená krátce po vykladení a druhá byla dospělá samice po napadení psem. Znaky zahrnovaly vypuštění exkretu, otočení břichem vzhůru, otevření tlamy, vysunutí jazyka a znehybnění. V případě napadené samice také došlo k náhlému vylití krve z tlamy (nikoliv v důsledku zranění, která zahrnovala pouze jednu lehkou oděrku kůže mezi šupinami) poté, co ji pes pustil. Krev se objevila i v případě prvního odchyceného samce, kdy byla manipulace zdlouhavá, kvůli zaučení metodiky. Samec po delší době začal otevírat tlamu a mezi retními štítky se objevilo mírné zabarvení krví.

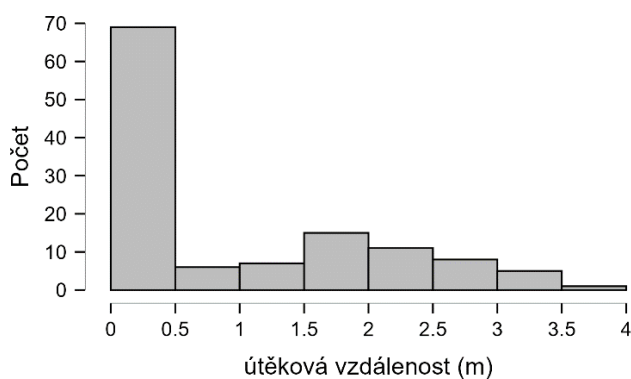
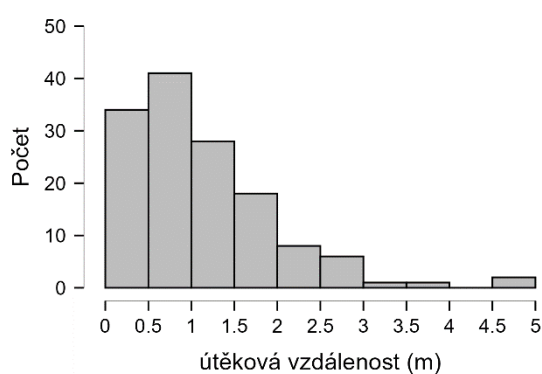


Obr. 47: Dospělá samice *N. tessellata* v thanatóze.

U většiny odchytů jako antipredační strategii zvolili dospělí jedinci vypuštění zápachajícího sekretu, syčení, rozšiřování hlavy a snahu o útěk, ale také snahu o splynutí s okolím tím, že zůstanou nehybné. Pokud zvolily tuto strategii, nezůstaly vždy nehybné i po mém odchodu, ale daly se na útěk hned poté, co jsem prošla kolem a pokračovala dál od jejich pozice (útěk na vzdálenost cca 0 – 1,5 m).

V případě útěku na souši míří do nejbližšího úkrytu nebo do vody. Pokud prchají z nakloněného břehu s hladkým kamenným povrchem, tak narovnájí své tělo a s pomocí gravitace „sklouznou“ do vody (Obr. 49). Při náhlém překvapení zblízka u kraje břehu jsem také pozorovala adultního samce se vymrštit celým tělem do vzduchu, směrem šikmo nahoru tak, že obloukem dopadl do vody. Při útěku ve vodě volí užovky podplamaté úkryt pod břehovou vegetací nebo pod kamenem, pokud jsou v jejich bezprostřední blízkosti. Ve většině případů, na rozdíl od souše, ale nehledaly nejbližší úkryt a odplavaly po proudu pryč z mého dohledu do hluboké části řeky.

Útěková vzdálenost byla měřena mezi mojí polohou v době útěku a polohou zvířete při počátku útěku. Mezi útěkovou vzdáleností na souši a ve vodě je statisticky významný rozdíl podle Mann-Whitneyho testu ($W = 10513,5$, $p < 0,001$ $N = 261$). I když se průměry tolik neliší (souš: $\bar{x}_{\text{souš}} = 1,18$ m, $SD_{\text{souš}} = 0,895$, $N_{\text{souš}} = 139$; voda: $\bar{x}_{\text{voda}} = 0,96$ m, $SD_{\text{voda}} = 1,136$, $N_{\text{voda}} = 122$), mediány jsou rozdílné více (Medián_{souš} = 1 m; Medián_{voda} = 0,2 m), vzhledem k vysokému počtu nulových útěkových vzdáleností ve vodě. Při mnoha odchycích ve vodě, kdy se utéct pokusili to bylo také až poté, co zaznamenali můj pohyb, vytáhli hlavu nad vodu a teprve až po pachové kontrole vzduchu jazykem se dali na útěk. Celkový rozsah útěkové vzdálenosti na souši se pohybuje mezi 0–5 m, ve vodě mezi 0–3,6 m (distribuční graf útěkových vzdáleností Obr. 48). Nulové útěkové vzdálenosti na souši byly u jedinců, kteří byli zpomalení, protože se nestihli nahřát, většinou v době jara. Vzdálenost na souši do 1 m je ovlivněna vysokou a hustou vegetací, útky mezi 3–5 m byly na přehledných místech bez vegetace



Obr. 48: Distribuční grafy pro srovnání rozdílu mezi útekovou vzdáleností na souši (vlevo) a ve vodním prostředí (vpravo).

Za celou dobu jsem nepozorovala jediný pokus o kousnutí jako obranné chování. Jediné, kdy se po mě jedinec ohnal s otevřenou tlamou bylo při odchytu lovícího jedince v řece. Dotkla jsem se ho nepozorovaně zezadu a vzápětí se otočil s otevřenou tlamou, pravděpodobně v domněnku, že jde o rybu. Otevřenými čelistmi se totiž pouze ruky krátce dotknul, ale již je nestiskl a ihned se pokusil uplavat opačným směrem. Vyvržení potravy po odchytu jsem pozorovala pouze v jednom případě.



Obr. 49: „Gravitační“ útek. Dospělý jedinec *N. tessellata* prchá s napřímením těla po nakloněném břehu do řeky.

5.3.5 Epigamní chování

Mezi samci jsem nepozorovala boje. Předkopulační námluvy jsem viděla u samců, kteří se snažili podélně přiložit shora na samici nebo se kolem ní omotávat, když kopulovala s jiným samcem. Ve dvou případech jsem viděla neobvykle rychle se pohybující samici, která měla na zádech samce, jenž se „vezl“. V prvním případě vylezla ze zimoviště a obloukem se do něj zase vrátila, v druhém případě se samice přeplazila přes pěšinu.

Mimo páření jedné samice a jednoho samce byla také častá pářící klubka jedné samice a více samců, největší klubko bylo tvořeno pěti jedinci. Pozorovaná páření probíhala v hrabance pod kupami větví, pod nízkou vegetací či zcela skrytě pod plachtou. V jednom případě jsem pozorovala i páření 3 jedinců na stromě, ve výši 1,7 m nad zemí, s přesunem až do výše 2,5 m. Obzvláště samci jsou v době námluv méně pozorní vůči potenciálním hrozbám. K pářícím jedincům jsem si záměrně držela odstup, abych je nerušila, ale v těch případech, kdy jsem je přehlédla a dostala se na blízkost pod 0,5 m na mne pářící klubka nijak nereagovala. Klubka při tom byla vždy částečně skryta ve spadaném listí nebo malých větévkách a ostružinách. V jediném případě vyrušení a následného útěku došlo u dvojice, kdy se na útěk dala pouze samice, která za sebou táhla menšího samce, který se vlastní vůlí nijak nepohyboval. Neopatrnost samců jsem pozorovala i u dvou samců, kteří se snažili spářit se samicí, která byla ochrnutá v důsledku

přeražené páteře bicyklem. Byli hned vedle pěšiny a zcela nekrytí, lidé chodili kolem a ani při přiblížení na 0,5 metru na mě nereagovali. Během tohoto páření jsem také jako v jediném případě zaznamenala podélné vlnivé pohyby trupu samce, přitisknutého podélně k tělu samice.

Přesnou dobu páření se mi povedlo určit ve dvou případech. V prvním případě, již zmíněné ochrnuté samice na lidmi frekventovaném místě, jsem sice nepochytila počátek kopulace prvního samce, zaznamenala jsem ale začátek a konec kopulace druhého samce, která trvala celkem 25 minut. Nejdelší zaznamenané páření bylo u jasně viditelných jedinců na stromě, (Obr. 50), kdy jsem samici a 2 samce nalezla kopulující v 15:10 (při kontrole v 15:00 se ještě nepáříli), na vyšší větvi byl odděleně samec č. 3. Jako první se samicí kopuloval samec č. 1, v neurčitý čas se s ním vystřídal samec č. 2, ten se přibližně v 16:30 se oddělil k odpočinku na vyšší větev a do kopulace se připojil značený samec A104, který kopuloval jako poslední, i když se do klubka opět připojil samec č. 1. Samice se páření snažila ukončit lezením v 17:50, táhla za sebou samce A104, samec č. 3 s ní byl propleten. I když přitom přelezli přes samce č. 1, ten se již znovu nepřipojil. Samice definitivně ukončila páření v 18:00, spuštěním se na nižší větve keře pod stromem. Celkem tedy samice kopulovala téměř 3 hodiny, samec A104 1 hodinu a 30 minut, samci č. 1 a č. 2 se oba vystřídali v rámci 1 h a 30 min.



Obr. 50: Páření jedné samice a dvou samců na stromě.

5.3.6 Potrava

U dospělých jedinců došlo k jednomu případu vyvržení potravy během manipulace – hrouzka obecného (*Gobio gobio*) (Obr. 51) a v druhém případě jsem viděla jedince požírajícího ulovenou podoustev říční (*Vimba vimba*) (Obr. 54). Mimo to jsem v řece, Na Podkově a v drozdickém rybníku souhrnně, zaznamenala druhy: ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*), štika obecná (*Esox lucius*), jelec tloušť (*Squalius cephalus*), okoun říční (*Perca fluviatilis*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*), perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) a z výpovědí místních rybářů a majitele Podkovy se zde vyskytují také plotice obecná (*Rutilus rutilus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*), cejn (*Abramis brama*), hořavka hořká (*Rhodeus amarus*), lín obecný (*Tinca tinca*) (Bouška P., in litt.). Mláďata, včetně jedinců krátce po vylíhnutí (Obr. 53), byla pravidelně pozorována při lovení rybího potěru, ve kterém jsem zaznamenala např. hrouzka, ouklej, jelce a střevličku východní (*Pseudorasbora parva*) (Obr. 46 a Obr. 52).

Obvyklým stylem lovu je „sit-and-wait“, tedy číhání na kořist na jednom místě, ale pozorovala jsem také jedince, kteří aktivně prohledávali dno. Mezi juvenilny, subadulty, samci a samicemi je rozdíl ve výběru místa pro lov. Juvenilní jedinci vyhledávali rybí potěr, který se koncentroval u břehů v nejmělkých částech. Subadulti a samci už byli rozprostření v mělké části koryta, kde vyhledávali větší ryby. Samice jsem v těchto mělkých částech viděla jen vzácně a zřejmě se tak pohybovaly spíše v nepřístupné hlubší části koryta. V rybníku v Drozdicích a v mrtvém rameni Na Podkově jsem viděla subadulty i dospělé samce i samice, ovšem vzhledem k zakalení vody jsem žádnou ze skupin neviděla přímo při lovu.

Subadultní jedinec délky těla 385 mm ($L_{tot} = 50$ cm) vyvrhl hrouzka o délce 9,5 cm. Dospělá samice s délkou těla 845 mm a s velkou vybouleninou po spolknuté kořisti (cca 13 cm na délku, 7,5 cm na šířku) vážila 425 g, následně po strávení kořisti byla za 10 dní odchycena znova, s váhou 360 g, což by odpovídalo přibližné váze kořisti 60–65 g (celková váha samice se ovšem mohla změnit).



Obr. 51:
Vyvržený hrouzek.



Obr. 52:

Rybí potěr (hrouzek a ouklej) v Chrudimce pod nemošickým jezem.



Obr. 53: Tohoroční juvenil s ulovenou střevličkou východní.



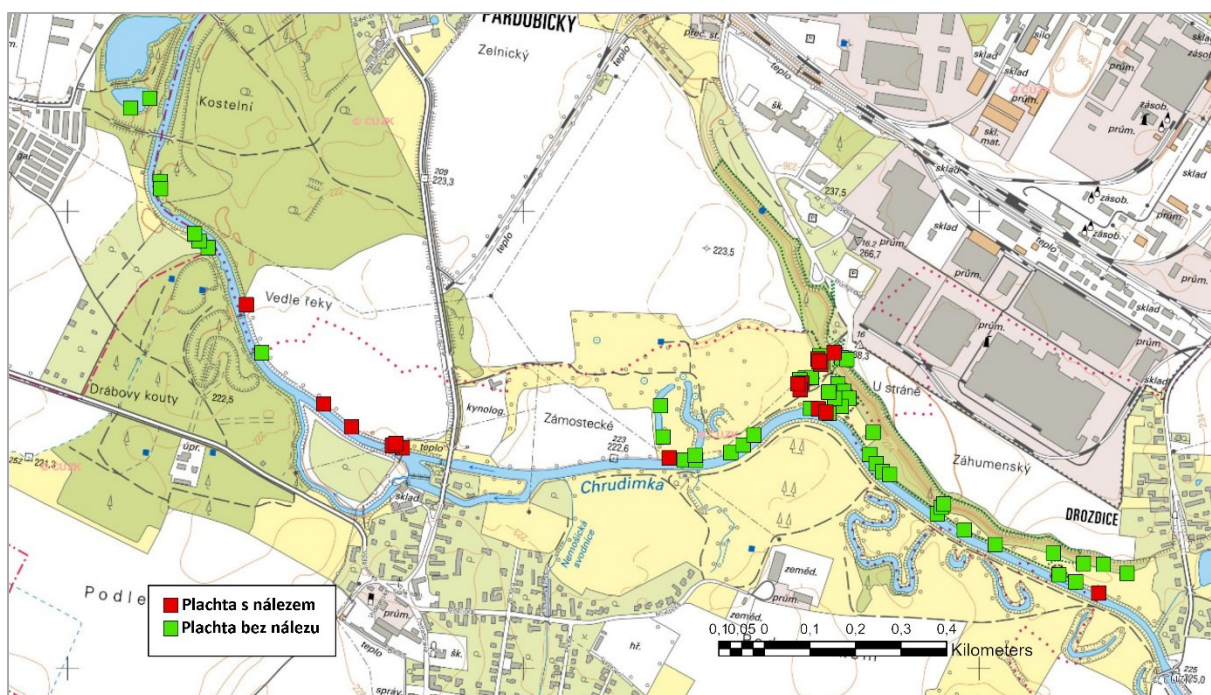
Obr. 54:

Adultní jedinec s ulovenou podouství, kterou vynesl na souši a snaží se unavit a upravit před spolknutím.

5.4 Metody odchyty

5.4.1 Plachty s nálezem *N. tessellata*

Z původních 50 plachet, které tím, že byly v průběhu let přemístěny, je tak celkem 61 lokací plachet na Pardubicku. Z toho byli nalezeni jedinci na celkem 16 z lokací (Obr. 55). Na 6 z těchto lokací (nakloněné břehy) se mi nepovedlo v okolí plachty odchytit žádného jedince bez využití plachty a u 3 z nich jsem jedince v dohledu mimo plachtu nezaznamenala vůbec (relativně zastíněné lokality s hustou přízemní vegetací).



Obr. 55: Rozmístění plachet na lokalitách, roky 2019–2021 spojeny do jedné mapy. Zelená – plachta bez nálezu *N. tessellata*, červená – plachta s nálezem *N. tessellata*. Mapový podklad © ČÚZK.

5.4.2 Odchyty podle prostředí

Významnost plachet se projevuje především u samic, kde odchyty (včetně zpětných odchyťů) pod plachtami tvoří téměř polovinu odchyťů (46 %, $N_F = 72$). Oproti tomu u samců tvoří odchyty pod plachtami pouze necelou třetinu všech odchyťů (28 %). Nejčastěji byli samci odchyťováni na souši mimo plachty (43 %, $N_M = 124$), na čemž má velký podíl vysoká jarní aktivita samců v době páření. Pro odchyt juvenilních a subadultních jedinců byla nejvýznamnější mělká část řeky, ve které se zdržují pro lov potravy (79 %, $N_J = 169$). Celkově v rámci zdejší populace vychází jako nejpodstatnější pro odchyt řeka, s polovinou všech

odchytů (51 %), a plachty a souš tvoří každá po čtvrtině všech odchytů (plachty 25 %, voda 24 %, N = 365; Tab. 19). Pokud do tabulky nezahrnu početnou skupinu juvenilních jedinců, tak vychází, že u dospělých jedinců jsou počty odchytů podle místa více vyrovnané, kde plachty pomohly k více jak jedné třetině odchytů (plachty 35 %, souš 39 %, voda 26 %, N_{adult} = 196).

Odchycení jedinci		Místo odchyty			
		Pod plachtou	Souš	Voda	Celkem
F	Počet	33	22	17	72
	% podíl v řádku	<u>46 %</u>	30 %	24 %	100 %
	% podíl ve sloupci	35 %	25 %	9 %	20 %
M	Počet	35	54	35	124
	% podíl v řádku	28 %	<u>44 %</u>	28 %	100 %
	% podíl ve sloupci	38 %	63 %	19 %	34 %
JUV/SA	Počet	25	10	134	169
	% podíl v řádku	15 %	6 %	<u>79 %</u>	100 %
	% podíl ve sloupci	27 %	12 %	72 %	46 %
Celkem	Počet	93	86	186	365
	% podíl v řádku	25 %	24 %	51 %	100 %
	% podíl ve sloupci	100 %	100 %	100 %	100 %

Tab. 19: Kontingenční tabulka místa odchytů adultů a juvenilů včetně zpětných odchytů. F = samice, M = samci, SA = subadulti, JUV = juvenilové, Souš = odchyt na souši mimo plachtu, Voda = odchyt v mělké části řeky.

5.5 Fylogeografie

U vzorku ze tří nemošických jedinců byl nalezen jediný haplotyp, který byl shodný se sekvencí označenou Guicking et al. (2009) jako haplotyp E13 z Maďarska od Balatonu. Blízce příbuzné haplotypy byly nalezeny také ve Slovinsku (Žalec) a Rumunsku (Banát).

5.6 Výsledky z oblasti Železných hor

Lokalitu Železných hor jsem navštívila v rozmezí duben–září 2020 celkem 15x, v roce 2021 celkem 7x. Okolí Práčovské přehrady jsem kontrolovala každou z návštěv, Křižanovickou přehradu jen ve 4 případech. V jednom případě jsem prošla celou trasu mezi oběma vodními nádržemi. Práčovskou přehradu jsem obvykle obešla dokola a tomu šla podél koryta za vodní nádrží proti proudu dalších 1000 m, a pod přehradou po proudu dalších 350 m, kde jsem i přibližně každou druhou návštěvu procházela i říční koryto. Rozmístění fólií je vyobrazeno na mapě v Obr. 57 (Práčov) a Obr. 58 (Křižanovice).

Za celou dobu jsem spatřila pouze jednoho zástupce *N. tessellata* dne 06.08.2020, jednalo se o dospělou samici na břehu řeky, 230 m po proudu od hráze Práčovské vodní nádrže

(viz Obr.53). Bohužel se mi ji nepovedlo odchytit ani vyfotit, byla pod keři a rychle zmizela v noře v břehu (přistupovala jsem k ní z vody). Krátce na to jsem spatřila na hrázi ve vegetaci dalšího velkého adultního jedince rodu *Natrix*, ale zahlédla jsem pouze krátce zadní polovinu těla a nebylo možné spolehlivě určit druh.

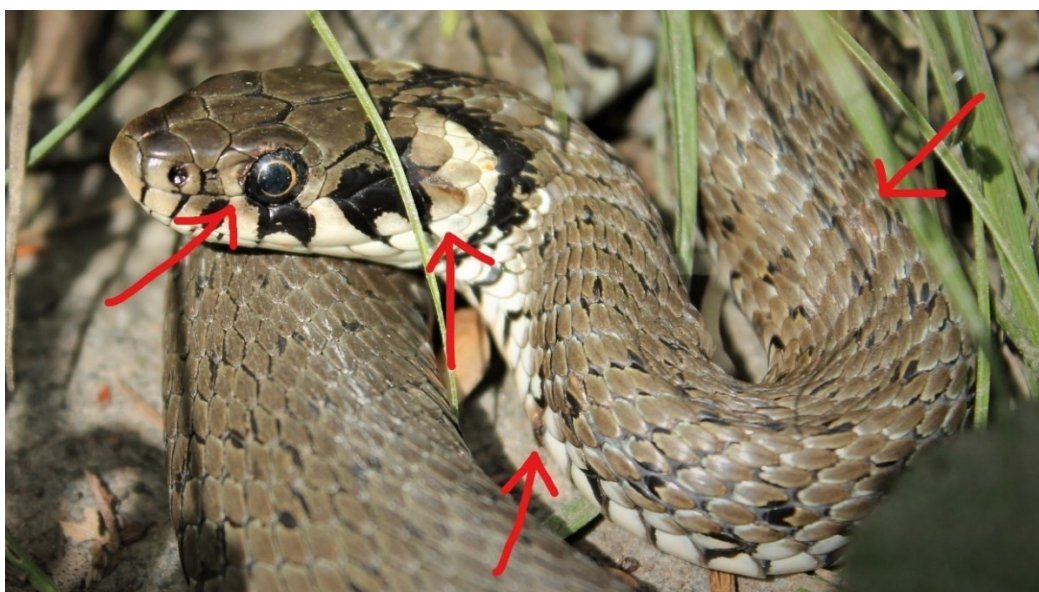
Zástupce druhu *N. natrix* jsem pozorovala vícekrát v rámci obou let. V roce 2020 jsem zaznamenala například juvenilního jedince v tůni (vedlejší rameno Chrudimky, stojatá voda) za Práčovskou nádrží, směrem ke Strádovskému peklu. Dále menšího adultního jedince na strmém břehu Práčovské nádrže. Pravidelně během září jsem sledovala subadultního, případně menšího adultního jedince, pod plachtou u hráze Práčovské nádrže ve Svídnici. V roce 2021 jsem opět pozorovala menšího adulta pod stejnou plachtou, jednoho dospělého jedince na hrázi s podezřením na mykotické onemocnění (Obr. 56) a také námluvy dvou jedinců *N. natrix* na hrázi. Na Práčovské hrázi jsem také 10.5. 2021 pozorovala 1 adultní ex. druh *Coronella austriaca*.

Během obou sezón jsem zaznamenala pravidelné a početné nálezy dospělých i juvenilních jedinců druhu *Anguis fragilis*. Nalezla jsem je pod více plachtami na obou březích ve Svídnici, na hrázi Práčovské nádrže, ve Strádovském peklu i u Křižanovické přehrady.

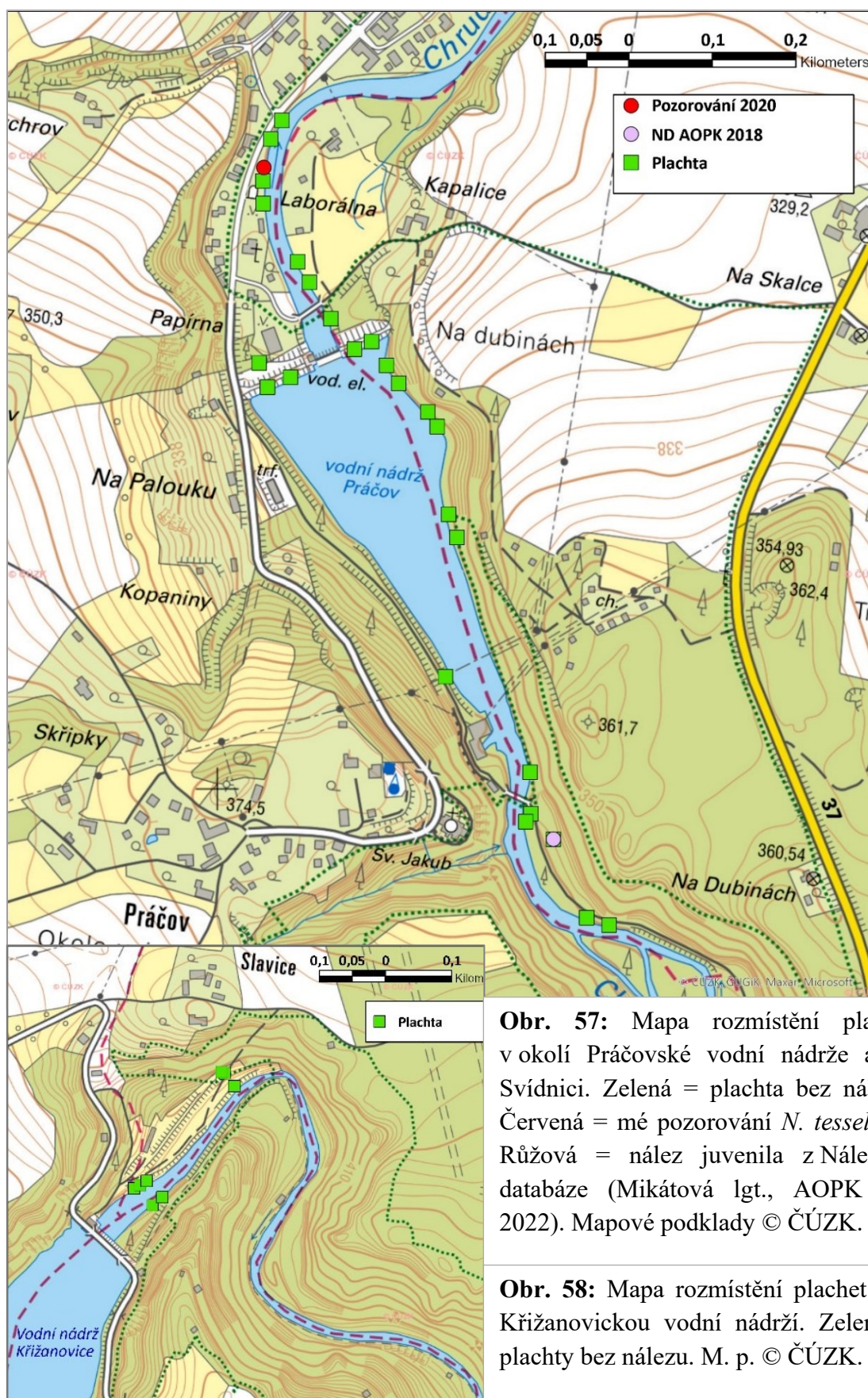
Pokud jde o meristické údaje, jedinou možnost je obdržet jsem měla ze dvou jedinců z Křižanovic uložených ve sbírce VČM:

Ex. 368/72: PreOC: 3/3, PostOC: 4/4, SupL: 9/8, SubL: 11/11, VENT: 173, SUBC: 74

Ex. 367/72: PreOC: 2/2, PostOC: 4/4, SupL: 8/8, SubL: 9/10, VENT: 171, SUBC: 65.



Obr. 56: *N. natrix* s lézemi, které nasvědčují mykotickému onemocnění



6 Diskuse

Vzhledem k absenci předchozích výzkumů populace z Chrudimky srovnávám výsledky především s pracemi podobného zaměření z jiných oblastí České republiky.

6.1 Morfologie

Morfometrie

Pro hmotnosti adultních jedinců u českých populací *N. tessellata* není mnoho údajů. Hmotností u populace ze Sázavy se zabýval Šváb (2003), ovšem jeho výsledky jsou zkresleny zahrnutím subadultních jedinců a nejsou tak dobře srovnatelné. Pro samice zjistil rozmezí 17–300 g ($\bar{x}$ = 102 g, n = 180, sd = 61) a pro samce 16–201 g ($\bar{x}$ = 84 g, n = 126, sd = 56). Přesnější údaje, v kontextu určení stáří jedince, nabízí Velenský (2007) pro populaci z pražské Tróji. U samic změřil hmotnosti v rozmezí 46,7–409 g ($\bar{x}$ = 188,9, n = 100) a u samců 31–123 g ($\bar{x}$ = 76,3, n = 58), do vzorku zahrnul i gravidní samice. Rozmezí mých výsledků by odpovídalo Velenského (2007) údajům při zahrnutí gravidních samic (50–280 g, $\bar{x}$ = 162,05, sd = 65,3, n = 39; maximum u gravidních až 360 g), maximum negravidních by odpovídalo spíše uvedené maximální hodnotě Švába (2003). Hmotnostní rozmezí samců (30–120 g, $\bar{x}$ = 54,9 g, sd = 17,3, n = 73) odpovídá přesně Velenského údajům, a zcela se neshoduje s údaji od Švába nejen kvůli zahrnutí subadultních jedinců, ale i kvůli vysokému maximu 201 g. Mé výsledky ve shodě s ostatními autory potvrzují mezi pohlavími rozdíl v absolutní hmotnosti, se samicemi jako větším pohlavím.

Ltot samic z Nemošic se pohybuje mezi 555–1050 mm ($\bar{x}$ = 840 mm, sd = 145,9, n = 42), z toho 9 samic přesáhlo délku 1000 mm. S přihlédnutím častým amputacím ocasu u starých jedinců je nutné podotknout, že samic přesahujících Ltot 1000 mm by bez zranění bylo více. Samice s Ltot 1050 mm je také největším změřeným exemplářem v ČR. Druhá největší samice s 1040 mm může být reálně ještě delší, jelikož se mi ji během měření nezdařilo zcela narovnat. Ltot samců jsem naměřila v rozmezí 520–825 mm ($\bar{x}$ = 635 mm, sd = 145,9, n = 78). Největší samec dosáhl Ltot 825 mm, druhý největší samec měřil 759 mm a samec přes 800 mm je tak spíše výjimečným. Celkem jsem zaznamenala 12 samců přesahujících 700 mm. Nemošická populace, ve srovnání s jinými českými populacemi, dosahuje vyšších hodnot Ltot. Rehák (1992b) uvádí pro české jedince Ltot u 62 samic 402–915 mm ($\bar{x}$ = 733 mm) a u 32 samců Ltot 468–711 mm ($\bar{x}$ = 628 mm). Šváb (2003) zjistil Ltot samic v populaci na Sázavě 413–956 mm ($\bar{x}$ = 693, sd = 105, n = 89) a u samců 280–870 mm ($\bar{x}$ = 607 mm, sd = 109, n = 113), výsledky jsou ovšem zkreslené zahrnutím juvenilních jedinců. Velenský (2007) uvádí pro

populaci z pražské Tróji Ltot samic v rozmezí 597–1040 mm ($\bar{x}$ = 855 mm, n = 99) a u samců 495–798 mm ($\bar{x}$ = 692 mm, n = 62). Moravec (2015a) uvádí pro populaci z Poohří Ltot samic 483–746 mm ($\bar{x}$ = 653,1 mm, sd = 82,76, n = 15) a Ltot samců 437–615 mm ($\bar{x}$ = 543,8 mm, sd = 57,60, n = 13). Nižší hodnoty vysvětluje celkově nižším věkem jedinců ve vzorku. Mé výsledky ve shodě s ostatními autory potvrzují mezi pohlavími rozdíl v absolutní délce těla, se samicemi jako větším pohlavím. Ukazují také, že samice přes 1000 mm zde nejsou vzácností, se záznamem rekordní samice na českém území (Lt_{tot} = 1050 mm). Ve srovnání s ostatními českými populacemi dosahuje vyšších hodnot Lt_{tot}, jako např. trójská populace (Velenský 2007). To by mohlo znamenat, že prostředí v okolí Nemošic je pro užovky vhodné a poskytuje dostatek potravy a mohlo by to také znamenat, že se zde jedinci dožívají vysokého věku i v důsledku nízké úmrtnosti dospělých jedinců.

Šířku a délku hlavy u českých populací uvádí pouze Šváb (2003). Pro délku hlavy (HL) u samic uvádí 14,9–34,3 mm ($\bar{x}$ = 23,6 mm, sd = 3,8, n = 92) a k šířce hlavy (HW rozmezí 7,3–18,6 mm ($\bar{x}$ = 12,8 mm, sd = 3,0), pro samce uvádí k HL 11,7–28,6 mm ($\bar{x}$ = 20,2 mm, sd = 1,2, n = 58) a k HW 8–20,5 mm ($\bar{x}$ = 11,5 mm, sd = 2,4). Jak vyplývá z dat o Lt_{tot}, zahrnul do svých dat i subadultní jedince, data tedy nejsou dobře srovnatelná s mými a mohu tak porovnat pouze maximální hodnoty. Má data získaná od 47 samic a 69 samců ukazují ve srovnání větší rozměry s výjimkou HW samců. HL samice: 19,31–38,70 mm ($\bar{x}$ = 30,66 mm, sd = 5,57), HW samice: 10,01–23,40 mm ($\bar{x}$ = 17,04 mm, sd = 3,554). HL samci: 15,00–29,60 mm ($\bar{x}$ = 22,25 mm, sd = 2,54), HW samci 8,60–15,10 mm ($\bar{x}$ = 11,3 mm, sd = 1,41). I výsledky Lt_{tot} ukazují Nemošickou populaci jako rozměrově větší, protože i max. HL samců je u Švába (2003) menší, je pravděpodobné, že vyšší hodnota HW samců byla zkreslena měřením rozšíření způsobeného antipredačním chováním, čemuž napovídá i přiložený graf distribuce. Mé výsledky ve shodě s ostatními autory potvrzují mezi pohlavími rozdíl v absolutní délce hlavy a absolutní šířce hlavy, se samicemi jako větším pohlavím.

Sexuální dimorfismus v relativních rozměrech

Sexuální dimorfismus u morfometrických znaků je zřejmý v případě maximálních hodnot hmotnosti, celkové délky těla a rozměrů hlavy ve prospěch samic. Sexuální dimorfismus v případě relativního vztahu hmotnosti a relativní délky ocasu vůči délce těla u hadů, kde samice mají relativně vyšší hmotnost a relativně kratší ocas zmiňují např. u *N. natrix* Gregory (2004), Shine (1986) u akvatického *Acrochordus arafurae*, Semlitsch & Gibbons (1982) u rodu *Nerodia* a u *N. tessellata* Mebert (2011). Mé výsledky z analýzy vyšší relativní hmotnosti samic odpovídají (ANCOVA: $F_{\text{Pohlaví}} = 13,122$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $df = 1$; $N = 112$). Vyšší hmotnost samic

oproti samcům při stejné délce těla může poukazovat na vyšší investici samic do rozmnožování, u samců to naopak nehraje roli v počtu potomků a jen by to zvýšilo metabolické nároky. Selektce k většímu tělu není nutná pro druhy, kde samci mezi sebou nezápasí a nižší hmotnost umožňuje větší pohyblivost u druhů, kde samci aktivně vyhledávají samice (Semlitsch & Gibbons 1982; Shine 1986). Rozdíl mezi pohlavími v relativní délce ocasu k délce těla byl jinými autory testován s výsledkem, že samice mají kratší ocas v poměru k tělu než samci (Semlitsch & Gibbons, 1982; Shine 1986; King 1989; Gregory 2004; Mebert 2011). Mé výsledky z ANCOVA takovému vztahu odpovídají ($F_{\text{Pohlaví}} = 29,846$; $p_{\text{Pohlaví}} < 0,001$; $df = 1$; $N = 120$). K důvodu rozdílu se v literatuře objevuje více hypotéz. První hypotéza zní, že delší ocas samců může být užitečným při kopulaci, kdy samci své ocasy omotávají kolem samice. Zvláště je tomu tak u druhů, kde je u páření kompetice více samců o jednu samici (Semlitsch & Gibbons, 1982). Druhá hypotéza uvádí jako důvod relativně kratšího ocasu samic přirozenou selekci k navýšení reprodukční kapacity samic (jak zmíněno u hmotnosti), tedy že investují více do růstu těla než ocasu (Semlitsch & Gibbons, 1982; King 1989).

Mé výsledky ANCOVA k sexuálnímu dimorfismu v relativní šířce hlavy vůči délce těla ukazují signifikantní rozdíl mezi pohlavími a naznačují, že samice mají širší hlavu než samci ($F_{\text{Pohlaví}} = 9,485$; $p_{\text{Pohlaví}} = 0,003$; $df = 1$; $N = 106$; Obr. 21). Pro relativní délku hlavy nebyl nalezen signifikantní rozdíl mezi pohlavími ($F_{\text{Pohlaví}} = 2,089$; $p_{\text{Pohlaví}} = 0,151$; $df = 1$; $N = 106$; Obr. 22). Širší hlavu samic relativně k délce těla oproti samcům ukazuje také u *N. natrix* Gregory (2004). Relativně větší hlavu u samic uvádí Shine (1991) jako typický znak pro podčeleď Natricinae (studie měla k dispozici z rodu *Natrix* pouze *N. maura*). Studie zahrnovala ale analýzu relativní délky hlavy a šířkou hlavy se nezabývala. I když by mé výsledky odpovídaly tvrzení o relativně větší hlavě samic, bylo by to v důsledku její šířky, nikoliv délky. Mé výsledky ANCOVA k relativní šířce hlav se liší také od výsledků populace *N. tessellata* z centrálních Alp (Švýcarsko, Itálie). Mebert (2011) totiž uvádí, že zde naopak samci mají relativně k délce těla širší hlavu než samice. Rozdíl je i v relativní délce hlavy, kde uvádí, že samice mají relativně delší hlavu – s mými výsledky to ale není dobře srovnatelné, protože používá relativní posteriorní délku hlavy (definována jako délka hlavy mezi okem a koncem posledního SupL, vztažena k celkové délce hlavy). Brecko et al. (2011) ukazují plasticitu morfologie hlavy u *N. tessellata*, v podobě mezipopulačních rozdílů ve tvaru hlavy, souvisejících s typem kořisti a delší, užší hlavy spojují s lovem ryb a kratší, širší hlavy s větším podílem žab v potravě. Sexuální dimorfismus u akvatických hadů v relativní velikosti hlavy k délce těla dává do souvislosti s typem kořisti také např. Shine (1986). U nemošické populace

jsem neviděla žádný případ lovu žab u *N. tessellata*, žáby jsem zaznamenala také pouze Na Podkově, v řece jen velice vzácně. Širší hlava samic by jim mohla umožnit lovit větší ryby, což by i odpovídalo tomu, že v mělké části řeky jsem odchytila v převaze více lovících samců než dospělých samic nejen největších velikostních kategorií, ale i těch menších.

Indexy

I když indexy již nejsou všeobecně brány jako vhodná statistická metoda pro srovnání rozdílů v poměru rozměrů těla a ocasu (např. Atchley et al. 1976; Dodson 1978), jsou ovšem stále vhodným nástrojem, chceme-li srovnat naše výsledky s ostatní literaturou. Mé výsledky indexu L/Lcd u 120 jedinců v podobě 3,0 (3,5) 4,6 u samců a 3,6 (4,1) 4,7 u samic přibližně odpovídají údajům z jiných českých populací. Laňka (1973) bez rozlišení pohlaví udává hodnoty 2,9 (3,7) 6,4. Rehák (1992b) uvádí pro samce rozmezí indexu 2,9 (3,5) 4,2 ($n = 32$) a pro samice 3,4 (4,1) 5,5 ($n = 62$). Šváb (2003) spočítal index pro samce v rozmezí 2,1 (3,6) 5,0 ($n = 110$) a pro samice 3,2 (3,9) 5,5 ($n = 85$). Velenský (2007) uvádí hodnoty indexu L/Lcd pro samce v rozmezí 2,98 (3,57) 4,18 a pro samice: 3,75 (4,24) 7,35, se zahrnutím jedinců s chybějící částí ocasu. K indexu Ltot/Lcd uvádí Šváb (2003) hodnoty u samců 3,1 (4,5) 6,0 a u samic 4,2 (4,9) 6,5 což zhruba odpovídá mým datům: samci 4,01 (4,54) 5,64; samice: 4,62 (5,11) 5,78. Rozdíl v poměru délky těla vůči délce ocasu zjištěného pomocí indexů L/Lcd a Ltot/Lcd je tedy podobný jako u jiných českých populací s podobným výsledkem rozdílu mezi pohlavími, které dosahují vyšší hodnoty u samic, což naznačuje kratší ocas v poměru k tělu než u samců.

Růst

U nemošické populace jsem u 27 juvenilů z let 2019–2021 měřených během srpna a začátku září zjistila rozměry Ltot 212–273 mm ($\bar{x} = 240,4$ mm, $sd = 15,668$), z toho celkem 6 jedinců měřilo 250 mm a více. Dolní hranice odpovídá růstovým údajům, které zjistili Vlček (1998) a Šváb (2003) z uměle odchovaných snůšek rozměry Ltot po vylíhnutí v rozmezí 210–230 mm ($n = 13$) u havířovské snůšky a 221–231 mm ($\bar{x} = 226,4$ mm, $sd = 3,645$, $n = 7$) u snůšky ze Sázavy. Moravec (2015a) změřil u 10 karlštejnských ex. ze sbírky Národního muzea Ltot s menší dolní hranicí 194–240 mm ($\bar{x} = 217,1$ mm, $sd = 14$). Rozdíl je ve srovnání s mými daty patrný v horní hranici. Může to být dáno měřením vykonaným později než bezprostředně po líhnutí, ovšem dva rekordní ex. s Ltot 273 mm jsem měřila u větší skupiny mláďat, která nedávno společně opustila líhniště.). Rozměry před 2. zimováním, které jsem zjistila v rozmezí 290–427 mm ($\bar{x} = 358,5$ mm, $sd = 39,89$, $n = 26$). U jedinců před 3. zimováním, kdy jsem odhadla věk pouze u 7 jedinců s Ltot 440–550 mm ($\bar{x} = 475,4$ mm, $sd = 34,871$), kteří patří zřejmě ke středním hodnotám dvouletých jedinců. Hodnoty jsou celkově menší oproti údajům

zjištěným Švábem (2003), který k růstu v následujících letech uvádí ke sledované snůšce Ltot před druhým zimováním 237–466 mm ($\bar{x} = 378,8$ mm, $sd = 79,509$, $n = 5$). K rozměrům před třetím zimováním uvádí ke 4 jedincům ze snůšky rozměry 356–564 mm ($\bar{x} = 469$ mm, $sd = 93,106$). Maxima všech kategorií jsem určila na základě největších jedinců, kteří byli zpětně odchyceni. Je tak možné, že větší jedince jsem zahrнула mezi dospělé s neurčitým věkem a ty nejmenší k mladší generaci, tento výsledek je tedy nutné brát pouze jako orientační. Růst juvenilů může být za dobrých podmínek velice rychlý, zpětně odchycený jedinec v rozmezí 30. dubna do 28. října o 178 mm, tedy o 71,5 % Ltot, během druhého roku života narostli další dva juvenilové o 125 a 155 mm (38,5 % a 47, 7 %). S věkem růst zpomaluje, u samců dříve než u samic, které dorůstají větších rozměrů. Dva samci mezi Ltot 650–750 mm narostli za sezónu o 15, 26 a 43 mm (2,3 %; 4,1 %; 6,7 %), samec nad 800 mm o 8 a 10 mm (1 %; 1,2 %) za sezónu. Jedna samice nad Ltot 750 mm vyrostla o 55 mm (7,4 %) a dvě samice nad 800 mm vyrostly o 33 a 60 mm (4,1 %; 6,8 %). Mé výsledky ukazují, ve shodě se Švábem (2003), nejen vysokou rychlost růstu mláďat, ale také zdůrazňují problematiku určení věku již u subadultních jedinců v důsledku variability v rychlosti růstu stejně starých jedinců. Z mála zpětných odchytů je také patrné zpomalení rychlosti růstu s dosažením dospělosti.

Folidóza těla

Samice nemošické populace mají oproti samcům typicky nižší počet VENT (163–170, $\bar{x} = 166,6$, $sd = 2,19$, $n = 19$) a SUBC (55–69, $\bar{x} = 61,3$, $sd = 3,80$, $n = 16$). Samci mají v porovnání typicky vyšší počet VENT (168–179, $\bar{x} = 173,1$, $sd = 2,53$, $n = 20$) a SUBC (63–75, $\bar{x} = 70,7$, $sd = 3,33$, $n = 19$). Data přibližně odpovídají údajům Reháka (1992b), který uvádí u československých užovek rozmezí počtu VENT u 62 samic v rozmezí 157–172 ($\bar{x} = 164$), rozmezí počtu SUBC 51–67 ($\bar{x} = 60$) a u 32 samců uvádí rozmezí počtu VENT 167–174 ($\bar{x} = 170$) a počet SUBC v rozmezí 66–75 ($\bar{x} = 71$). Ve srovnání s daty Moravce (2015a) z populace z Poohří mají užovky z Nemošic mírně vyšší počet VENT i SUBC u obou pohlaví. Moravec pro VENT u 16 samic udává rozmezí 150–165 ($\bar{x} = 162,2$, $sd = 3,58$) a SUBC 46–59 ($\bar{x} = 55,8$, $sd = 3,30$) a u 13 samců poté počet VENT mezi 162–173 ($\bar{x} = 168,2$, $sd = 3,06$) a u SUBC 61–68 ($\bar{x} = 65$, $sd = 2,55$). Mé výsledky v shodě s uvedenými autory ukazují sexuální dimorfismus v podobě počtu VENT a SUBC, kde samci mají tendenci k vyššímu počtu VENT a SUBC.

Folidóza hlavy

U nemošické populace je nejčastější kombinací PreOC 3/3 (42,86 %, $n = 266$), což odpovídá údajům z malého vzorku z Balatonu, s převahou 3/3 (37,5 %, $n = 8$) (Laňka 1973). Uváděný počet PreOC pro české populace se pohybuje mezi 1–4, s typickým počtem 2–3 štítků (Laňka

1973; Rehák 1992a; Šváb 2003; Moravec 2015a). Rozmezí a typický počet u nemošické populace tomu zhruba odpovídá s tím rozdílem, že jako nejčastější kombinaci uvádějí 2/2: U křivoklátské populace má kombinaci 2/2 84 % jedinců ($n = 56$) (Laňka 1973), Šváb (2003) uvádí 2/2 u 56 % jedinců ($n = 179$). Převahu této kombinace zjistil také Moravec (2015a) u populace z Poohří (96,6 %, $n = 29$).

Počet PostOC uvedli autoři u českých populací v rozmezí 1–6, s typickým počtem 3–4 (Laňka 1973; Šváb 2003; Rehák 1992a; Moravec et al. 2015). Rozmezí je u nemošické populace menší (3–5). U nemošické populace převažuje kombinace 4/4 s podílem 69,55 % ($n = 266$), což odpovídá výsledkům zjištěným u 8 ex. z Balatonu, kde Laňka (1973) zjistil převahu kombinace 4/4 (62,5 %). Můj výsledek se tím liší od jiných českých populací, u kterých je jako nejčastější kombinace uváděna 3/3, která byla přítomná u 59 % křivoklátské populace ($n = 56$), u 36 % jedinců populace ze Sázavy u Pikovic ($n = 171$; Šváb 2003) a u 85 % samců ($n = 13$) z populace z Poohří (Moravec 2015a), kde naopak převažovala u samic kombinace 4/4 (37,5 %, $n = 16$). U nemošických užovek je oproti tomu nejčastější kombinace 4/4 shodná u obou pohlaví.

Počty SupL populace Nemošic, s nejčastější kombinací 8/8 (62,41 %) a s celkovým podílem oboustranné přítomnosti 7 nebo 8 štítků o 93,61 % ($n = 266$), odpovídají údajům o SupL u českých populací, u kterých je uváděn typický počet 8 štítků, s častou anomálií 7 štítků a rozsah počtu SupL v rozmezí 4–10 (Laňka 1973; Šváb 2003; Moravec et al. (2015). Rozsah je ale u nemošické populace ve srovnání menší, s 6–9 štítky. Laňka (1973) zjistil jako nejčastější také 8/8 (50% Křivoklátsko i Balaton), kombinace se 7 nebo 8 štítky na obou stranách byly celkem u 78,6 % křivoklátské populace ($n_K = 56$; Balaton: 87, 5 %, $n_B = 8$). Šváb (2003) uvádí jako nejčastější kombinaci 8/8 (64 %), všechny kombinace zahrnující 7 nebo 8 štítků na obou stranách mělo 86 % populace ($n = 171$). Mé výsledky se výrazně liší od dat z Poohří, pro které uvádí Moravec (2015a) největší podíl kombinací s 4–6 štítky (55 %) a pro kombinaci 7 nebo 8 štítků 45 % ($n = 29$).

Rozmezí počtu SubL nemošické populace je 7–11. Nejčastější kombinace 9/9 je u 47,37 % jedinců a kombinace s 9 nebo 10 štítky celkem u 87,59 % jedinců. To se shoduje s výsledky uváděnými pro české populace, kde se počet pohybuje v rozmezí 7–11, s obvyklým počtem 9–10 štítků (Laňka 1973, Šváb 2003, Rehák 1992a). Laňka (1973) uvádí pro 9/9 podíl 43 % a ke kombinacím s 9 nebo 10 štítky podíl 80 % ($n = 56$). Pro vzorek 8 jedinců z Balatonu poté 100% přítomnost 9 nebo 10 štítků, z toho kombinace 9/9 tvořila 37,5 % vzorku. Pro pikovickou populaci zjistil Šváb (2003) nejčastější kombinaci 9/9 (46 %), kombinace s 9 nebo 10 štítky poté tvořily 84 % vzorku ($n = 171$).

Souhrnně má data o počtu hlavových štítků ostatním českým populacím odpovídají, s výjimkou nejčastější kombinace počtu PreOC, kterou je 3/3 u nemošických užovek, a také s výjimkou nejčastější kombinací PostOC, kterou je 4/4. V početnosti kombinací jsem nezjistila rozdíl mezi pohlavími.

Asymetrie hlavových štítků

Flukтуаční asymetrie je na poli biologie diskutována jako indikátor kvality jedince a v případě ochranné biologie tak může např. pomoci odhalit enviromentální nebo genetický stres u volně žijících populací (např. Leary & Allendorf 1978; Zakharov & Yablokov 1990; Herczeg et al., 2015, Zakharov et al. 2020). Flukтуаční asymetrií (dále FA) se jako jediná u *N. tessellata* zabývali Herczeg et al. (2005). Chtěli ověřit, zda je možné FA použít u hadů, jako ukazatel kvality jedince a populace. Srovnávali úroveň FA zjištěné v populacích u jezer Mád a Balaton a předpokládali vyšší hodnoty asymetrie právě u menší populace, která osídlila v polovině 70. let minulého století uměle vytvořený rybník v blízkosti Mádu a naopak přepokládali nižší hodnoty FA v největším maďarském jezeru Balatonu s velmi početnou populací *N. tessellata*. Jejich výsledné průměrné hodnoty pro PreOC jsou 10,32 (Mád) proti 9,41 (Bal.), SupL 5,16 (Mád) proti 2,58 (Bal.), SubL 6,61 (Mád) proti 3,88 (Bal.), SumFA* 6,61 (Mád) proti 3,88 (Bal.). Moje výsledky ve srovnání s Balatonem ukazují nižší průměrnou hladinu FA u PreOC (8,437) a naopak mírně vyšší hodnotu SupL (3,316). Podobnou hodnotu mají pak SubL (4,012) a celková SumFA* (3,662). Vzhledem k neměnnosti v počtu šupin u hadů během života není FA ukazatelem úspěchu jedince, ale Herczeg et al. (2005) ji uvádějí jako vhodnou v interpopulačním měřítku, jakožto indikátor enviromentálního nebo genetického stresu vyvíjeného na danou populaci. Podobnost s průměrnými hodnotami větší balatonské populace by tak mohla poukazovat na to, že nemošická populace je dostatečně zdravá a početná na to, aby nebyla pod genetickým stresem a také by to mohlo naznačovat, že historicky neprošla skrze tzv. bottleneck, tedy dobu, kdy celkový počet jedinců v populaci byl velice malý.

Zajímavý je rozdíl FA SubL mezi dospělými samci a samicemi nemošické populace, kdy samice dosáhly průměrné hodnoty 6,1 oproti 3,0 u samců, což se objevilo i při testování vyššího podílu asymetrických kombinací SubL u samic než samců, za použití Chí-kvadrát testu ($\chi^2 = 6,146$, $df = 1$, $p = 0,013$; $N = 131$). Je možné, že se např. jedná o sexuální dimorfismus, rozdíly v počtu hlavových štítků mezi pohlavími uvádí např. u PostOC u populace z Ohře Moravec (2015a). Je ovšem třeba brát v potaz celkově nízký počet 47 samic a 84 samců v nemošickém vzorku, výsledek tak vyžaduje další výzkum.

Zbarvení

Zbarvení skvrn ventrálních štítků je variabilní, našla jsem u jedinců bílou, žlutou i oranžovou variantu zbarvení, což odpovídá údajům uváděným pro české populace, stejně jako zbarvení dorzální strany (Rehák 1989a, Moravec 2015a). Variabilitě zbarvení skvrn ventrálních štítků u evropských populací *N. tessellata* se věnovala Gežová (2019). Sledovala rozdíl ve výskytu tří typů zbarvení (bílá, žlutá, oranžová) mezi populacemi. Vysokou variabilitu mezi populacemi uvádí pro Slovensko, kde se vyskytovaly populace se všemi třemi typy zbarvení, populace pouze se žlutým a oranžovým zbarvením skvrn, populace se žlutým a bílým zbarvením a populace, kde se vyskytovala pouze žlutá varianta u všech odchycených jedinců. Uvádí také výsledky pro dvě české populace – brněnskou a havířovskou. U brněnské zaznamenala výskyt všech třech typů a u havířovské pouze žlutou variantu. Naznačuje dále vztah mezi vysokou variabilitou zbarvení na Slovensku s vysokou haplotypovou diverzitou, v souvislosti s prací od autorů Rosenblum et al. (2004), kteří našli vztah mezi zbarvením a genetickým polymorfismem u ještěra druhu *Aspidoscelis inornata*. Vzhledem k výsledkům fylogeografie (viz kapitola 6.4 Fylogeografie) by tak bylo zajímavé srovnat zbarvení nemošických užovek s dalšími populacemi ve stejné haplotypové skupině.

6.2 Populační charakteristika

Početnost

Výsledky ze zpětných odchytů adultních jedinců na 1,7 km úseku, z metod Schnabelové ($N_S = 221$, $\underline{N}-\tilde{N} = 148-433$) a Petersen-Lincoln ($N_{PL} = 233$, $\underline{N}-\tilde{N} = 153-423$), jsou si navzájem podobné. Vzhledem k nízkým počtům odchytů v jednotlivých dnech nebylo možné provést odhady v rámci krátkého časového úseku a výsledky tak mohou být zkreslené v důsledku mortality a dospívání subadultů. Ovšem vzhledem k celkovému počtu odchytu 132 dospělých jedinců za 3 roky vypadají výsledky reálně. Ve srovnání s ostatními českými populacemi se ale i tak jedná spíše o menší populaci. Laňka (1973) u nezabudnické populace (Berounka) odhadl početnost na 0,3 km břehu na 144 (102–244, metoda Schnabelové) jedinců, kterou převedl na 1,5 km břehu jako celkovou velikost populace o 720 (510–1220) jedincích. Mikátová et al. (2001) uvádí odhad pro populaci z brněnské přehrady 280–420 jedinců na 0,9 km z let 1996–1999, ovšem na základě nových údajů uvádí Mikátová et al. (2022) pokles na třetinu původní populace. Šváb (2003) odhadl metodou Schnabelové populaci ze Sázavy u Pikovic na 342 (236–622) jedinců na 1 km břehu z odchytů v rámci 1 týdne. Velenský et al. (2011) uvádí, metodou Schnabelové určený, počet 580 jedinců s konfidenčním intervalem 373–1301 jedinců v Trójské populaci na úseku břehu dlouhém 0,715 km. Zároveň k Petersen-Lincolnově metodě

uvádějí vyšší číslo $N = 766$, s konfidenčním intervalem 424–1108 jedinců. S přihlédnutím k obtížnosti odchyty na Nemošické lokalitě způsobených hustou vegetací, strmostí břehů a celkového počtu odchycených jedinců se přikláním spíše k vyššímu číslu, mezi výsledkem 221 a horní hladinou konfidenčního intervalu 423 dospělých jedinců. Oproti ostatním českým populacím se ale i tak jedná spíše o menší populaci. Pro informace k dlouhodobému přežívání populace je potřeba další monitoring.

Hustota

Hustotu jedinců jsem odhadla 5,5 (8,2) 16,4 dospělých jedinců na hektar. Pokud bych počítala pouze místa s nejvyšší aktivitou, vycházela by 10,9 (18,2) 36,6 dospělých jedinců na hektar. V každém případě populační hustota nižší než u jiných českých populací. Šváb (2003) uvádí pro monitorovanou populaci z Berounky hustotu 48 jedinců/ha a pro nejvyužívanější místa až 78 jedinců/ha. Velenský et al. (2015) uvádí pro trójskou populaci 181 jedinců/ha. Obě práce využívají výsledky z metody Schnabelové bez konfidenčního intervalu, a i přesto jsou vyšší oproti hodnotám s horní hranicí intervalu u nemošické populace. Výsledek odpovídá nízkému počtu odchytů a pozorování v rámci jednoho dne, která byla spíš v jednotkách. Kolem dvaceti různých jedinců jsem zahlédla pouze v nejvyšší aktivitě při opuštění zimoviště, které hostí většinu populace.

Složení populace

U populace z Chrudimky je celkový poměr ve prospěch samců 1:1,6 tak zřejmě zkreslený, což lze vysvětlit vlivem, který na výsledek měla hlavní místa odchyty. Prvním místem je zimoviště během doby páření, kdy se samci po ukončení hibernace zdržují v okolí zimoviště déle a jsou aktivnější než samice. Druhým místem je loviště pod jezem v Nemošicích, kde bylo nejsnazší odchytávat jedince přímo v řece. Přístupná byla mělká část, kde se zdržovali častěji menší jedinci (tedy subadultní jedinci a dospělí samci) a samice se pravděpodobně častěji zdržovaly v neprůhledné hlubší části řeky, kde mohou ulovit větší kořist. Srovnala jsem tak odchyty pod plachtami, které by měly zmírnit vliv odchytů v řece a jarní aktivity samců. Poměr odchytů pod fóliemi je nakloněn mírně ve prospěch samic 1,1:1. Tento poměr je také zřejmě ovlivněn tím, že při otočení plachty se většinou jedinci pokusili uniknout a bylo snazší odchytit velké a pomalejší samice než menší a hbitější samce, zvláště když bylo jedinců pod plachtou více zároveň. Šváb (2003) pro populaci lokality na Sázavě uvádí poměr pohlaví ve prospěch samců 1:1,2. Rehák (1992b) uvádí pro české populace blíže nespecifikovanou převahu samců, ovšem u nově vylíhlých mláďat uvádí poměr pohlaví 1:1. Velenský et al. (2011) uvádí pro Pražskou populaci poměr 1:1. Ze zahraničních populací uvádí např. pro populaci jihovýchodního

Rumunská Kärverno et al. (2011) poměr v mírný prospěch samců 1:1,1, ale vzhledem k převaze jarních odchytů se přiklání spíše k vyrovnanému poměru. Poměr 1:1 také potvrzuje pro Íránské populace Ahmadzadeh et al. (2011). Vzhledem k výsledkům jiných autorů a zjevnému zkreslení vlivem místa a doby odchytu se tak přikláním k tomu, že se reálný poměr pohlaví bude v populaci blížit spíše vyrovnanějšímu počtu než k 1:1,6, podobně jako u jiných populací *N. tessellata*

U velikostního složení populace (Obr. 33), může propad v počtech jedinců v subadultních kategoriích a opětovné zvýšení počtu v kategorii 60–70 cm poukazovat na zvýšenou mortalitu juvenilních jedinců, a naopak dobré přežívání jedinců, kteří se dožijí dospělosti. Poměr počtu jedinců ve velikostních kategoriích uvedený Herczegem et al. (2005) není zcela dobře srovnatelný s mými výsledky, jelikož použili délky těla, a ne celkovou délku těla. Výsledek je ovšem i tak podobný mým výsledkům, až na velice nízký počet velikostně nejmenší kategorie v Maďarsku.

Disperze

Vlastním pozorováním jsem zjistila hranice běžného výskytu v úseku řeky od Drozdic po začátek „Červeňáku“, se zahrnutím rybníku v Drozdicích a mrtvého ramene „Na Podkově“, se zimovištěm na PP Nemošická stráž u bývalé vodárny a v Drozdicích. Ojedinělý nález zimujícího jedince ve sklepe bytového domu v Černé za Bory (Lemberk 2013) je spíše ojedinělý migrující jedinec, který se tam dostal vysychavou strouhou vedoucí do drozdického rybníka. Výpověď místních, podle kterých „užovky po dešti táhnout ze strouhy do rybníka“ bych spíše interpretovala jako naplnění strouhy vodou a táhnutí jedinců z rybníka. Strouha vede až do Žižina, kde začíná jako vyústění meliorace pole. Strouha vede podél koryta Chrudimky. Zajímavý je nález jedince na Labi (Hoza A. a Hoza I., 14.7.2020, in litt.) v Kuněticích, z mých následných návštěv a absenci jiných pozorování na Labi usuzuji, že jednalo pravděpodobně o ojedinělého migrujícího jedince. Za předpokladu, že jedinec pochází z nemošické populace jsou dvě možné cesty, jak se tam mohl dostat. První vede 4 km po proudu Chrudimky, centrem Pardubic až k soutoku a následně 6 km proti proudu Labe. Druhá cesta vede opačným směrem – proti proudu Chrudimky přibližně 6 km až k Hostovicím, kde je řeka napojena na Zmínku, která se po přibližně 8 km vlévá do Loučné. Dále po proudu Loučné je to přibližně 3 km do soutoku s Labem, který je pouhých 1,8 km od místa nálezu. Při návštěvě míst obou cest i Kunětic jsem neobjevila žádné zástupce *N. tessellata*, které by naznačovaly trvalý výskyt. Hlavní výskyt se tedy koncentruje do okolí řeky mezi Drozdicemi až k začátku „Červeňáku“,

s možnostmi náhodné migrace do širšího okolí (Obr. 34). Zda dochází k dalšímu šíření výskytu užovky podplamaté je potřeba určit dalším monitoringem.

6.3 Etologie a ekologie

Termobiologie

Rozsah naměřených kloakálních teplot (16,4–29,7 °C) se podobá výsledkům z trójské populace s rozmezím 17,6–33,3 °C (Velenský et al. 2011) a výsledkům z jihovýchodního Rakouska a střední Itálie s rozmezím 16,7–33,7 °C (Zimmermann a Luiselli 1997) s rozdílem naměřeného teplotního maxima, které v Nemošické populaci nepřekročilo 30 °C. Protože nepředpokládám, že by jedinci dobrovolně překračovali optimální tělesnou teplotu, mají-li k dispozici úkryty a vodu pro ochlazení, usuzuji, že se optimální teplota bude pohybovat mezi průměrem a maximem naměřeným u plachet, které poskytují nejvyšší teplotu ze substrátů. Toto by odpovídalo tělesné optimální teplotě v rozmezí 24 °C a 30 °C. Termobiologií *N. tessellata* se zabývali u českých populací Velenský et al. (2011), kteří určili jako optimum 27–30 °C. Pro potvrzení trendu gravidních samic k vyšší tělesné teplotě oproti samcům a negravidním samicím, který potvrdili např. Velenský et al. (2011) a Šváb (2003), se mi nepovedlo změřit dostatečný počet gravidních samic. Korelace kloakální teploty s teplotou substrátu a chybějící korelace mezi kloakální teplotou a teplotou vzduchu se shoduje s výsledky Zimmermann & Luiselli (1997) a Scali (2011). Scali (2011) též ve srovnávací práci termobiologie *N. tessellata* a *N. maura* uvádí pro *N. maura* korelaci kloakální teploty se substrátem i vzduchem a uvádí pro tento druh převahu noční a ranní aktivity oproti odpolednímu vrcholu aktivity *N. tessellata*. Zajímavé by bylo zjistit, zda se významnost teploty vzduchu a substrátu mění při noční aktivitě *N. tessellata* (viz 6.3 Etologie a Ekologie – Denní aktivita), u které jsem nezískala kloakální teploty. Pro užovku podplamatou je tedy při denní aktivitě termoregulačně důležitější teplota, které dosahuje substrát než teplota vzduchu, kterou si, na rozdíl od substrátu, nelze přizpůsobit výměnou místa k termoregulaci.

Roční aktivita

Konkrétní data různých úseků roční aktivity se lehce liší mezi roky, ve vztahu s teplotou a srážkami, pro srovnání roční aktivity mezi populacemi nemám k dispozici údaje ze stejných let, abych určila přizpůsobení aktivity např. mikroklimatickým podmínkám lokality. Mohu tak tyto výsledky pouze srovnat všeobecně s výzkumy, které proběhly v dřívějších letech. Hibernaci užovky ukončují typicky v dubnu, s málo početnými výjimkami koncem dubna a začátkem května. Aktivita začíná po sérii teplých dní a přesažení teploty vzduchu 15 °C. To odpovídá

údajům z jiných českých populací, viz Šváb (2003) a Velenský et al. (2011). Páření jsem pozorovala výhradně v okolí zimoviště v dubnu a začátkem května, narozdíl od Velenského et al. (2011), kteří u české populace v Praze-Troji pozorovali páření i v srpnu. Jarní migrace probíhá koncem dubna a v průběhu května. Na lovištích se vyskytují od května do poloviny září, obvyklé je v této době snížení denní aktivity při přesažení 25 °C. Samice kladou vejce kolem poloviny července, ovšem má data jsou omezená. K líhnutí mláďat dochází na přelomu srpna a září. Podzimní migrace začíná od konce srpna do konce září. Hibernace začíná koncem září, s občasnou aktivitou v podobě vyhřívání v průběhu teplých říjnových dní, což také přibližně odpovídá údajům Švába (2003) a Velenského (2011). Pro dospělé jedince jsem zjistila dvě hlavní období ekdyze – červenec, s ojedinělými nálezy z konce června a začátku srpna. Druhým obdobím je zhruba polovina září, kdy se svlékají ještě na lovišti před migrací nebo až v zimovišti, kdy jedinci čerstvě po ekdyzi objevili i v první polovině října. Velenský et al. (2015) také identifikovali dvě období ekdyze u samic, která jsou ve srovnání s nemošickou populací posunutá na dřívější datum. Jako první období uvádějí přelom června a července a pro druhé období uvádějí srpen. Pauza v nálezech znaků ekdyze u nemošické populace během července o délce kolem 15 dní mohla znamenat dvě různá období ekdyze, čímž by se první období ekdyze shodovalo s trójskou populací, ale rozcházela by se datace druhého období, která by tak v případě nemošické populace proběhla již před srpnem. Také by to přidalo období třetí ekdyze v září. Přikláním se proto spíše ke dvěma obdobím ekdyze – v červenci a v září. I když výzkumy v rozdílných letech představují problém ve srovnatelnosti datace roční aktivity, lze souhrnně říci, že aktivita je podobná s jinými českými populacemi, s možnostmi rozdílu v ekdyzi dospělých jedinců

Ztráta hmotnosti během hibernace

Ke ztrátě hmotnosti během hibernace není mnoho údajů, vzhledem k potřebné době odchyty a zpětného odchyty. Dle mých dat měli dva dospělí samci ztrátu 7,14 % (70 g na 65 g) a 15,38 % (65 na 55 g). Vyšší ztráta byla u subadultního jedince, celkem 33,3 % (15 g na 10 g). Výsledky jsou ovšem zkreslené, vzhledem k 5 g stupnici použité Pesoly. Nicméně jsou data podobné údajům z trójské populace, kde zjistili Velenský et al. (2011) ztrátu 30,8 % (105,8 g na 73,2 g) u samce, a u 3 samic ztrátu 8,4 % (178 g na 163 g), 11 % (234 g na 209 g) a 16,6 % (209 g na 174,4g). Souhrnně s mými daty a daty Velenského et al. (2011), to tak poukazuje na ztrátu hmotnosti během hibernace v podobě 7–30 % původní hmotnosti, s velkými rozdíly mezi jedinci.

Denní aktivita

Má pozorování ukazují změny v denní aktivitě užovky v průběhu sezóny v souvislosti s teplotou a slunečním zářením. Zatímco na jaře je aktivita kratší, prodlužuje se se stoupajícími teplotami během léta, což je ale spojeno i s útlumem aktivity uprostřed dne při vysokých teplotách. Během září dochází opět k návratu k podobné době aktivity, jako na jaře. Má data k denní aktivitě jsou méně podrobná, vzhledem k nízkému počtu pozorování v souvislosti s nízkou hustotou populace, ale i tak přibližně odpovídají údajům, které uvádí Šváb (2003) pro populaci ze Sázavy, s tím rozdílem, že neuvádí pozorování noční aktivity. V létě jsem pozorovala aktivitu v podobě jedinců lovících ve vodě po západu slunce, která končila krátce po úplném setmění, kdy teplota vzduchu spadla přibližně na 25 °C. Noční aktivitu *N. tessellata* v letním období pozorovali např. Rehák (1992a) a Mebert et al. (2011b) v Ázerbajdžánu, u jihoevropských populací a u populací ve Švýcarsku a Maďarsku. Teplé podnebí jižních lokalit uvádějí jako faktor v noční aktivitě a podobně pozorování ze Švýcarska a Maďarska proběhla při letních teplých večerech nad 25 °C, což je v souladu s mým pozorováním u nemošické lokality.

Útěková vzdálenost

U nemošické populace je vysoký podíl útěkových vzdáleností na souši do 1 m je ovlivněn vysokou a hustou vegetací, útky mezi 3–5 m byly na přehledných místech bez vegetace. Většina jedinců se ve vodě vůbec nepokusila utéct, i když jsem nad nimi stála, což značí zhoršenou schopnost vidět u vody nad hladinu. Má data útěku na souši přibližně odpovídají datům z českých populací. Vlček & Jablonski (2010) uvádějí útěkovou vzdálenost 1–3 m. Velenský (2007) uvádí útěkovou vzdálenost 1–2 m v případě blízkého úkrytu nebo vody a 5–10 m v případě otevřeného prostoru se vzdáleným úkrytem. Útěkovou vzdáleností ve vodě se nezabývali. Souhrnně s mými výsledky to ukazuje, že *N. tessellata* má kratší útěkovou vzdálenost, když je v blízkosti úkrytu, na který se může spoléhat, a naopak zvyšuje svou útěkovou vzdálenost, je-li od úkrytu dále, což může být často spojeno i s lepším výhledem jedince. Že výhled jedince ovlivňuje útěkovou vzdálenost lze vidět i s obvyklou absencí útěku ve vodě, kdy užovky nemají přehled, co se děje v jejich okolí.

Epigamní chování

Typická pařící klubka více jedinců hlásí např. Šapovaliv (1979), Gruschwitz (1999), Rehák (1992a), Velenský et al. (2011), Moravec (2012), ve srovnání s nemošickou lokalitou i s vyšším počtem jedinců, což zřejmě souvisí s početností a hustotou populace, která je u

nemošické nižší. Páření na stromě je zřejmě souvisí s termoregulací, tendenci vyhledávat vyvýšená a lépe osvětlená místa jsem pozorovala pouze ze začátku sezóny během dubna a května, kdy ještě teploty nedosahují tak vysokých hodnot. Páření ve větvích stromu u českých populací pozorovali také např. Velenský et al. (2011) a Moravec (2012) a dávali jej do souvislosti také s termoregulací. Moravec (2012) také navrhuje hypotézu, že samice mohou vyhledávat vyvýšená místa jako strategii úniku před vysokým počtem samců. Během mého pozorování 3hodinového páření na stromě sice k samici a tři samcům, kteří byli na stromě od začátku, další samec nepřibyl, na druhou stranu ale klubka, která jsem našla u země měla počet jedinců podobný, s maximálně jedním samcem navíc zároveň – je ovšem možné, že se někteří samci v klubku vyměnili za nově příchozí, kteří prohledávali okolí.

Potrava

Na lokalitě jsem viděla užovky pouze lovit ryby, mláďata jsem viděla lovit pouze rybí potěr. V řece lovili rybí potěr také juvenilové krátce po vylíhnutí. Jako hlavní složka českých užovek jsou uváděny ryby (Rehák 1992a; Šváb 2003; Velenský et al. 2011), autoři Rehák (1992a) a Velenský et al. (2011) ovšem uvádí i příležitostný lov žab a u juvenilních užovek i lov pulců, lov obojživelníků jsem ovšem za celou dobu nepozorovala.

6.4 Fylogeografie

Výsledky genetické analýzy řadí nemošickou populaci k balatonské linii, se kterou mají shodný haplotyp E13. Blízce příbuzné haplotypy byly nalezeny také ve Slovinsku (Žalec) a Rumunsku (Banát) (Guicking et al. 2009). Nemošická populace tak není v bezprostředně blízkém vztahu s českými populacemi z Berounky a Ohře. Ve době získání vzorku nezávisle prezentovala Gežová (2019) ve své práci, zabývající se řeckou genetickou linií *N. tessellata*, nové vzorky z oblasti středního Slovenska, Havířova, Brna, Podyjí a jeden vzorek z Nemošic. Bez bližšího komentáře k výsledkům z české oblasti v obrazovém fylogeografickém schématu analýzy přiřazuje populace z Brna a Podyjí do příbuznosti populaci z Berounky a Ohře a populace ze středního Slovenska, Havířova a Nemošic do blízkého vztahu s balatonskou populací. Havířovskou populaci do příbuznosti s balatonskou zařadili už předtím Jablonski et al. (2014) a připustili možnost alochtonního původu populace. Ve světle výsledků Gežové (2019) ze středního Slovenska je ovšem geografická vzdálenost, oddělující populace Balatonu a Havířova ještě zmenšena. Původ nemošické populace tak, i vzhledem k její krátké historii v literárních záznamech, nemusí nutně znamenat alochtonní původ. To, že se na Chrudimce jedná o reliktní výskyt, by tak mohly podpořit nejen nálezy ze středu Slovenska, ale i historické nálezy užovky

podplamaté ve východních Čechách, viz již zmíněný nález z Kněžny, přítoku Divoké Orlice, z r. 1937 (Lemberk 2013, Moravec 2015a) a nálezy z Tiché Orlice z 80. let (Mikátová et al. 2001). Obě řeky se vlévají společně do Orlice, která je, skrze Labe, napojena na Chrudimku.

6.5 Ochrana a management

V plánu péče pro PP Nemošická stráň pro roky 2010–2020 (Centrum ochrany přírody, 2010) nebyl uveden výskyt *N. tessellata* a nebyla tak doporučena žádná forma ochrany tohoto druhu. Na základě mých výsledků disperze a důležitých krajinných prvků populace tak navrhuji opatření, která by v managementu populace prospěla.

Vzhledem k silnému zastínění lokality jsou prosvětlená místa hojně využívána užovkami. O to se postarala údržba elektrického vedení, která prosekáním vytváří vhodný biotop nejen díky prosvětlení, ale ponecháním vegetace k tlení rovněž vhodný úkryt a možné líhniště. Míra využití užovkami se snížila, až na jedno místo s fólií, které vegetaci bránilo v růstu. Vhodné by bylo častější sečení těchto míst, cca jednou za 2 roky. V okolí budovy vodárny PP Nemošická stráň byla nejvyšší koncentrace užovek na rozhraní lesa s loukou, kde v nedávné době došlo k prosvětlení prořezáním větví a rozrostlo se tam ostružiní. Udržování prosvětlení těchto míst do budoucna je důležité.

Hojně využívané jsou také praskliny ve spárách kamenného obložení břehů řeky v Nemošicích. Užovky s v nich pravidelně ukrývají, prochází ekdyzí a kladou snůšky. Možné je také zimování juvenilních jedinců v těchto škvírách. Vzhledem k obytné oblasti v záplavové oblasti nevyhnutelně dojde k zalití těchto spár, mělo by se tak při tom vybrat doba, která by ohrozila nejméně jedinců. Nabízí se doba rané migrace (první polovina května), kdy juvenilové již opustili úkryty, mezi 10. –15.h, kdy by případní dříve migrující jedinci byli aktivní a mimo úkryt. V každém případě je nejlepší otvor před zalitím zkontrolovat. Nejhorším možným výběrem k zalití otvorů by bylo období ekdyze a inkubace mezi červnem až první polovinou září. V případě zalití by bylo také dobré zajistit náhradní úkryty, v podobě navršení velkých kamenů v blízkém okolí.

Líhniště je nutné udržovat stávající (oslunění tlející vegetace pod el. vedením), kompost u Drozdic a kupy po sečení drozdického sadu a bylo by vhodné vybudovat i nové. V době výzkumu bylo na základě mých výsledků disperze jedno líhniště vybudováno v drozdickém sadu a jedno u PP Nemošická stráň. Za vhodné by bylo vytvořit jedno v Nemošicích, jako náhradu, dojde-li k zalití spár břehu. Vhodný by byl např. ostrov u mlýna, který není rušen lidmi a v oblasti rybího přechodu je sečený a osluněný.

Zimoviště u vodárny PP Nemošická stráň vyžaduje pozornost při ochraně populace, z výsledků pozorování totiž zřejmě hostí drtivou většinu populace. Roli zimoviště pravděpodobně hraje kanalizace pod vodárnou, možné je i přímé napojení na zimoviště v kopci, vzhledem k pozici poklopu kanálu, zříceniny bývalé vodárny a vstupu do zimoviště, který je v linii uprostřed (Obr. 38). Zimoviště ve sklepě v Drozdicích hostí spíše jednotky jedinců. Další případ, kdy využila místní populace k zimování sklep je případ z předchozích let z Černé za Bory (Lemberk 2013), kde byl v prosinci ve sklepě jednoho bytové budovy nalezen zimující zástupce *N. tessellata*. Vzhledem ke vzdálenosti tohoto místa od vysychavého kanálu a ojedinelosti případu, se to ovšem nedá považovat za pravidelně využívané zimoviště. Vyloučit nelze ani možnost zimování v dalších sklepech, včetně domů v Nemošicích, stejně tak je možné využití zbytku Nemošické stráně, vzhledem k velkému množství nor. I tak je ale zřejmé, že populaci by mohlo prospět z vybudování dalších umělých zimovišť.

Pro zajištění bezpečnosti migrujících jedinců by bylo dobré omezit cyklistickou turistiku v době páření, tedy v rozmezí dubna až konce prvního květnového týdne. Mimo úplný zákaz by mohly pomoci např. retardéry v úseku min. 8 metrů na obě strany od vstupu do zimoviště, kde se pohybují užovky nejčastěji. Retardéry by musel být dost široké, aby cyklisté neměli tendenci je objíždět mimo pěšinu do hrabanky, ve které se užovky ukrývají. Cedule, upozorňující cyklisty na hady na cestě, oslovily pouze menšinu.

V souvislosti s mým probíhajícím výzkumem a s pomocí Mgr. Romany Žaloudkové z KrÚ PA a zpracovatele RNDr. Františka Bárty byla užovka podplamatá zařazena do nového plánu péče PP Nemošická stráň pro roky 2021–2031, který doporučuje další monitorování užovky podplamaté, usměrnění návštěvnosti, prořezy vybudování dvou zimovišť (Bárta 2020). V souvislosti s mými výsledky o disperzi také bylo také v r. 2021 zadáno KrÚ PA vytvoření dvou umělých líhnišť na PP Nemošická stráň.

6.6 Metodika odchyty

Celkem 25 % všech odchytů jsem učinila s pomocí plachty, podíl plachet se lišil mezi pohlavím i stářím jedinců. Zatímco u juvenilů a subadultů plachty tvořily pouze 15 % odchytů, u dospělých samic to bylo 46 % odchytů, samci se pohybovali mezi, u kterých plachty tvořily 28 % odchytů. Pro odchyt hadů s pomocí rybničních fólií uvádí Vlašín & Mikátová (2015) podíl 81–93 % z celkového počtu odchytů. To může souviset s metodikou, položili mnohem více kusů (144), konkrétní počty návštěv neuvedli, ale návrhu metodiky doporučují 6–12 za sezonu. Vzhledem k vyššímu počtu plachet a menšímu počtu návštěv, tak plachty byly zřejmě důležitější, jelikož mnoho mých odchytů je z opakovaného procházení řeky nebo oblasti

zimoviště v rámci jednoho dne, oproti typicky jedné, max. dvěma kontrolám plachet v jednom i více dnech. Nicméně i pro výzkum s takto častými návštěvami byly plachty důležité, umožnily celkem čtvrtinu (93) odchytů a byly zásadní pro odchyt samic, kterých bylo i tak celkově málo.

6.7 Železné hory

Z mých pozorování považuji populaci *N. tessellata* v Železných horách za velice malou, možná na pokraji vymizení ve zkoumaných lokalitách. Vzhledem k pozorováním učiněným Lemberkem (2013) v letech 2012, 2013 a 2016 (Lemberk lgt., Nálezová databáze AOPK ČR, 2022), odchytu juvenila Mikátovou B. v r. 2018 (Mikátová lgt., ND AOPK ČR, 2022; Obr. 57) a vzhledem k tomu, že obě sezóny návštěv byly deštivé oproti roku 2019 (docházelo i k opakovanému zatopení plachet ve Svídnici a na Práčovské hrázi v letech 2020–2021), vyžaduje zdejší populace další monitoring, než bude možno s jistotou říct, že je na pokraji vymizení. Nutno také podotknout, že záznamů je od objevení populace v 70. letech velice málo dlouhodobě, většinou v počtu 1–2 jedinců s víceletými rozestupy.

7 Závěr

Tato práce přináší dosud nejdetailnější pohled na populaci užovky podplamaté na Pardubicku. Podrobně jsem během tří let zmapovala disperzi populace na dolní Chrudimce a identifikovala zimoviště, loviště, migrační trasy a další prvky v krajině, které jsou pro zdejší populaci zásadní a zdůraznila potřebu jejich ochrany.

Významnými lovišti jsou lokality Nemošice, Na Podkově a Drozdice, zatímco zimoviště se nachází na Nemošické stráni a migrační trasy mezi těmito lokalitami. S pomocí odchytů a zpětných odchytů jsem poskytla první náhled na početnost a vnitřní složení populace, která čítá kolem 221 (148–443) dospělých jedinců s nízkou hustotou relativně k území (8,2 – 18,2 jedinců/ha). Poměr pohlaví je 1:1,6 ve prospěch samců.

Aktivita začíná obvykle v dubnu, v souvislosti s několika po sobě jdoucích teplých dny s přesáhnutím teploty 15 °C. V podobné době dochází také k páření dvojic i skupin. Lov potravy probíhá v rozmezí května až září, užovky, včetně nově vylíhnutých juvenilů, zde loví výhradně ryby. Při velice teplých letních dnech se objevuje i noční aktivita. K ovipozici dochází během července a mláďata se líhnou na přelomu srpna a září. V průběhu roku jsou u dospělých dvě období ekdyze v červenci a v září. Aktivita ustává koncem září. Naměřená kloakální teplota koreluje s teplotou substrátu, nikoliv vzduchu. Mezi antipredační strategie patří typicky vypuštění sekretu a útěk, thanatóza je vzácná. Útěková vzdálenost se zkracuje s dostupností úkrytu, ve vodě je téměř nulová, v souvislosti se špatným zorným polem užovek ve vodě.

Analýza meristických znaků ukázala odlišnost studované populace od jiných českých populací v podobě tendence k vyššímu počtu hlavových preokulárních a postokulárních štítků, u ostatních zkoumaných znaků jsem zjistila hodnoty obdobné údajům z jiných populací ČR. Porovnání asymetrií mezi pohlavími ukazuje tendenci k asymetrickému počtu sublabiálních štítků u samic. Výsledky analýzy asymetrií naznačují nízký environmentální a genetický stres působící na populaci.

Srovnání znaků sexuálního dimorfismu podpořilo již předchozí studie v podobě typicky vyššího počtu ventrálií a subkaudálií u samců, a naopak u samic vyšší absolutní hmotnosti, celkové délky těla, délky hlavy a šířky hlavy oproti samcům. Sexuální dimorfismus rozměrů relativně k délce těla ukazuje samice jako větší pohlaví v relativní hmotnosti a šířce hlavy, naopak samci mají relativně delší ocas. Rozdíl mezi pohlavími nebyl nalezen v relativní délce hlavy.

Výsledky genetické analýzy řadí populaci do balatonské linie a oddalují ji tím od ostatních českých populací.

Výsledky z Železných hor v podobě jediného pozorovaného jedince značí, v nejlepším případě, zřejmě velice malou populaci, v nejhorším případě populaci mizející.

Práce podává první komplexní přehled o velikosti, složení, disperzi, etologii a variabilitě populace *Natrix tessellata* na Chrudimce. Na jejím základě byla užovka podplamatá zařazena do nového plánu péče o PP Nemošická stráň pro roky 2021–2031. Pro sledování stavu populace a potřeby adekvátního ochrannářského managementu k zajištění dlouhodobé existenční perspektivy populace je potřebný další víceletý monitoring na Pardubicku i v Železných horách.

8 Seznam použité literatury

- Ahmadzadeh F., Mebert K., Ataei S., Hamidi S., Faghiri A. & W. Böhme, 2011: Some ecological and biological aspects of grass snake, *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) in the southern coastal area of the Caspian Sea. – *Mertensiella* 18: pp. 403–413
- Aldridge R. D., Siegel D. S., Goldberg S. R., & Pyron R. A., 2020: Seasonal Timing of Spermatogenesis and Mating in Squamates: A Reinterpretation. *Copeia*, 108(2), pp. 231–264
- AOPK ČR 2022: Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line databáze; portal.nature.cz]. [cit. 2022-28-07]
- Asztalos M. et al., 2021: It takes two to tango – Phylogeography, taxonomy and hybridization in grass snakes and dice snakes (Serpentes: Natricidae). *Vertebrate zoology*, 71, pp.813–834
- Bárta F., 2020: Plán péče o PP Nemošická stráň 2021–2031 (nepublikováno). Uloženo KrÚ PA. 49 pp.
- Blouin-Demers G., 2003: Precision and accuracy of body-size measurements in a constricting, large-bodied snake (*Elaphe obsoleta*). *Herpetological Review*, 34(4), pp. 320–322
- Brecko J., Vervust B., Herrel A. & Van Damme R., 2011: Head Morphology and Diet in the Dice Snake (*Natrix tessellata*). *Mertensiella* 18, pp. 20–29
- Brown W.S. & Parker W.S., 1976: A Ventral Scale Clipping System for Permanently Marking Snakes (Reptilia, Serpentes). *Journal of herpetology*, 10(3), pp.247–249
- Brown L.D., Cai T.T., DasGupta A., 2001: Interval estimation of a binomial proportion. *Statistical Science* 16, pp. 101–133
- Burbrink F. T., Lawson R., & Slowinski J. B., 2000: Mitochondrial DNA phylogeography of the polytypic North American rat snake (*Elaphe obsoleta*): a critique of the subspecies concept. *Evolution*, 54(6), pp. 2107–2118
- Carlsson M., Kärverno S., Tudor M., Sloboda M., Mihalca A. D., Ghira I., Bel L. & Modrý D., 2011: Monitoring a Large Population of Dice Snakes at Lake Sinoe in Dobrogea, Romania. *Mertensiella* 18, pp. 237–244
- Centrum ochrany přírody, 2010: Plán péče o přírodní památku Nemošická stráň na období let 2011–2020 (nepublikováno). Uloženo KrÚ PA. 38 pp.
- Crews D., 1984: Gamete Production, Sex Hormone Secretion, and Mating Behavior Uncoupled. *Hormones and Behavior* 18, pp. 22–28
- Herczeg G., Szabó K., & Korsós Z., 2005: Asymmetry and population characteristics in dice snakes (*Natrix tessellata*): an interpopulation comparison. *Amphibia-reptilia*, 26(3), pp. 422–426

- Chobot K. & Němec M. (eds.), 2017: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Obratlovci. – Příroda, Praha, 34; 182 pp.
- Fischer D. & Reháček I., 2010: The Ecology, Ethology and Variability of the European Green Lizard *Lacerta viridis*, from Local Population along the River Vltava in Central Bohemia. *Gazella* 31, 2010, Zoo Praha. 167 pp.
- Fritz U., Schmidtler J. F., 2020: The Fifth Labour of Heracles: Cleaning the Linnean stable of names for grass snakes (*Natrix astreptophora*, *N. helvetica*, *N. natrix* sensu stricto). *Vertebrate Zoology* 70, pp. 621–665
- Gežová S., 2019: Evolučná história kryptickej línie druhového komplexu *Natrix tessellata* (Ophidia: Natricidae) na Balkánskom polostrove. Diplomová práca. Katedra zoológie Prírodovedecké fakulty UK, Bratislava, 105 pp.
- Gregory P.T., 2004: Sexual Dimorphism and Allometric Size Variation in a Population of Grass Snakes (*Natrix Natrix*) in Southern England. *Journal of herpetology*, 38(2), pp.231–240
- Gruschwitz M., Lenz S., Mebert K., Laňka V., 1999: *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) – Würfelnatter. In: Böhme, W. (ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Vol. 3/Schlangen II. – AULA-Verlag, Wiesbaden, Germany: pp. 581–644
- Guicking D., Lawson R., Joger U., Wink M., 2006: Evolution and phylogeny of the genus *Natrix* (Serpentes: Colubridae) *Biological Journal of the Linnean Society*, 2006, 87, pp. 127–143
- Guicking D., Joger U. & Wink M. 2009: Cryptic diversity in a Eurasian water snake (*Natrix tessellata*, Serpentes: Colubridae): Evidence from mitochondrial sequence data and nuclear ISSR PCR fingerprinting. *Organisms Diversity and Evolution* 9; pp. 201–214
- Ivanov M., 2002: The oldest known Miocene snake fauna from Central Europe: Merkur-North locality, Czech Republic. *Acta Palaeontologica Polonica* 47 (3): pp. 513–534
- Ivanov M., 2015: Vývoj společenstev plazů ve střední Evropě v průběhu kenozoika se zvláštním zřetelem k šupinatým (Squamata). Pp. 15–46 In: Moravec, J. (eds.), 2015: Plazi – Reptilia, Fauna ČR. Academia, Praha, 532 pp.
- Ivanov M., Čerňanský A., Bonilla-Salomón I., Luján A. H., 2020: Early Miocene squamate assemblage from the Mokrá-Western Quarry (Czech Republic) and its palaeobiogeographical and palaeoenvironmental implications. *Geodiversitas*, 42(20), pp. 343–376
- Jablonski D., Vlček P., Gvoždík V., 2014: Autochtonní nebo introdukce? Genetická identita izolované populace užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) ze Slezska dle mitochondriální DNA. Zoologické dny Ostrava 2014. Sborník abstraktů z konference 2014. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno, pp. 82–83

- Kärvemo S., Carlsson M., Tudor M., Sloboda M., Mihalca A., Ghira I., Bel L. & Modrý D. , 2011: Gender differences in seasonal movements in a Romanian dice snake population. – *Mertensiella* 18: pp. 245–254
- Kindler C., Chèvre M., Ursenbacher S., Böhme W., Hille A., Jablonski D., Vamberger M. & Fritz U., 2017: Hybridization patterns in two contact zones of grass snakes reveal a new Central European snake species. *Scientific Reports* 7: 7378
- King R. B., 1989: Sexual dimorphism in snake tail length: sexual selection, natural selection, or morphological constraint? *Biol. J. Linn. Soc.* 38: pp. 133–154
- Kotenko T. I., Shaitan S. V., Starkov V. G. & Zinenko O. I., 2011: The Northern Range Limit of the Dice Snake (*Natrix tessellata*) in Ukraine and the Don River Basin in Russia. *Mertensiella* 18, pp. 311–324
- Laňka V., 1973: Variabilita a biologie užovky podplamaté (*Natrix tessellata* Laurenti 1768). Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Rakovník, 96 pp.
- Leary R. F., Allendorf F. W., 1989: Fluctuating asymmetry as an indicator of stress: Implications for conservation biology. *Trends Ecol Evol.* (7):214-7
- Lemberk V., (eds.), 2001: Obratlovci okresu Chrudim. Východočeské muzeum, Pardubice, 248 pp.
- Lemberk V. 2013. K výskytu užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) ve Východních Čechách. *Východočeský sborník přírodovědný – Práce a studie*, Pardubice, 20, pp. 175–180
- Liu Y., Mebert K. & Shi L. 2011: Notes on Distribution and Morphology of the Dice Snake (*Natrix tessellata*) in China. *Mertensiella* 18: pp. 430–436
- Ložek V., 1988: Říční fenomén a přehradý. *Vesmír* 67 (6): pp. 318–326
- Mazzoleni S., Augstenová B., Clemente L., Auer M., Fritz U., Praschag P., Protiva T., Velenský P., Kratochvíl L., & Rovatsos M., 2019: Turtles of the genera *Geoemyda* and *Pangshura* (Testudines: Geoemydidae) lack differentiated sex chromosomes: the end of a 40-year error cascade for *Pangshura*. *PeerJ*, 7, e6241
- Mebert K., 2011: Sexual Dimorphism in the Dice Snake (*Natrix tessellata*) from the Central Alps. *Mertensiella* 18: pp. 94–99
- Mebert K., Trapp B., Dall'Asta A., Velenský P. & Böhme W., 2011a: Hybrids between *Natrix tessellata* and *N. natrix/maura*. *Mertensiella* 18: pp. 154–156
- Mebert K., Trapp B., Kreiner G., Billing H., Speybroeck J., & Henggeler M., 2011b: Nocturnal activity in *Natrix tessellata*, a neglected aspect of its behavioral repertoire. *Mertensiella*, 18, pp. 234–236
- Mebert K. & Masroor R. 2013: Dice Snakes in the western Himalayas: discussion of potential expansion routes of *Natrix tessellata* after its rediscovery in Pakistan. *Salamandra* 49(4): pp. 229–233

- Mikátová B., Zavadil V., Laňka V., 2001: Užovka podplamatá – *Natrix tessellata* (Laurent, 1768). In: Mikátová B., Vlašín M., Zavadil V. (eds.), 2001: Atlas rozšíření plazů v České republice. AOPK ČR, Praha. 258 pp.
- Mocek B., 1996: Užovka podplamatá. In: Rejl J. (ed.), 1996: Faunistická pozorování. *Východočeský sborník přírodovědný – Práce a studie*, Pardubice, 4, pp. 183–184
- Moravec J., 2012: Poznámka k zásadnímu chování užovky podplamaté. *Živa*, 60, pp. 302–303
- Moravec J., 2015a: *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) – užovka podplamatá. Pp. 364–393 In: Moravec, J. (ed.), 2015: Plazi – Reptilia, Fauna ČR. Academia, Praha, 532 pp.
- Moravec J., 2015b: Vnější morfologie plazů České republiky pp. 55–68 In: Moravec, J. (ed.), 2015: Plazi – Reptilia, Fauna ČR. Academia, Praha, 532 pp.
- Moravec J., Zavadil V., Jeřábková L. 2015: Užovka podplamatá – výskyt v České republice Pp. 393–395: Moravec, J. (ed.), 2015: Plazi – Reptilia, Fauna ČR. Academia, Praha, 532 pp.
- Opatrný E., 1979: Beitrag zur Erkenntnis der Verbreitung der Reptilienfauna in der Tschechoslowakei. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, Fac. Rer. Nat., Olomouc, 63, pp. 243–255
- Pokrant F., Kindler C., Ivanov M., Cheylan M., Geniez P., Böhme W., & Fritz U., 2016: Integrative taxonomy provides evidence for the species status of the Ibero-Maghrebian grass snake *Natrix astreptophora*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 118, pp. 873–888
- Povodí Labe, 2019: Zpráva o hodnocení množství povrchových vod v územní působnosti Povodí Labe, státní podnik. Povodí Labe. 175 pp. [online]. [cit. 2022-08-01] https://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VH_bilance/2019/3_2019.pdf
- Povodí Labe, 2020: Zpráva o hodnocení množství povrchových vod v územní působnosti Povodí Labe, státní podnik. Povodí Labe. 175 pp. [online]. [cit. 2022-08-01] https://www.pla.cz/planet/public/dokumenty/VH_bilance/2020/3_2020.pdf
- Pyron R.A., Burbrink F.T., Colli G.R., de Oca A.N.M., Vitt L.J., Kuczynski C.A., Wiens J.J. 2011: The phylogeny of advanced snakes (Colubroidea), with discovery of a new subfamily and comparison of support methods for likelihood trees. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 58 (2011), pp. 329–342
- Pyron R.A., Burbrink F.T., Wiens J.J., 2013: A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *BMC Evolutionary Biology* 2013, 13: 93
- de Queiroz A., Lawson R., & Lemos-Espinal J. A., 2002: Phylogenetic relationships of North American garter snakes (*Thamnophis*) based on four mitochondrial genes: how much DNA sequence is enough?. *Molecular phylogenetics and evolution*, 22(2), pp. 315–329

- Rage J.C., Szyndlar Z. 1986: *Natrix longivertebrata* from the European Neogene, a snake with one of the longest known stratigraphic ranges. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* (1986), 1: pp. 56–64
- Rajabizadeh M., Javanmardi S., Rastegar-Pouyani N., Karamiani R., Yusefi M., Salehi H., Joger U., Mebert K., Esmaeili H., Parsa H., Gholi Kami H. & Rastegar-Pouyani E., 2011: Geographic variation, distribution and habitat of *Natrix tessellata* in Iran. *Mertensiella* 18: pp. 414–429
- Ratnikov V.Y. & Mebert K., 2011: Fossil Remains of *Natrix tessellata* from the Late Cenozoic Deposits of the East European Plain. *Mertensiella* 18: pp. 337–342
- Rehák I. & Sýkora T., 1973: Obojživelníci a plazi Pardubicka. (nepublikovaná studentská středoškolská práce – Natura Semper Viva) 51 p. 54 pl.
- Rehák I., 1989a: Revize fauny hadu Československa. Kandidátská disertační práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 291 p., 165 tab., 359 obr.
- Rehák I., 1989b: Intraspecific variability in the snake *Natrix tessellata*. Abstract, unpaginated. In: Abstracts, First World Congress of Herpetology, University of Kent at Canterbury, United Kingdom, (September 1989), pp. 11–19
- Rehák I., 1990: Notes on the agonistic behaviour in snake males. *Gazella* (Zoo Praha) 17: pp. 115–137. In Czech, with English summary.
- Rehák I., 1992a: *Natrix tessellata* (Laurenti, 1768) – Užovka podplamatá. Pp. 125–134 in: Baruš, V., Oliva, O. (eds.): Plazi – Reptilia, Fauna ČSFR, svazek 26. Academia, Praha, 222 pp. English summary pp. 198–199
- Rehák I., 1992b: Distribution, ecology and variability of snakes in Czecho-Slovakia. Pp. 383–388. In: Korsós Z. & Kiss I. (eds.) (1992): Proc. Sixth Ord. Gen. Meet. S. E. H., Budapest 1991, 531 pp.
- Rosenblum E.B., Hoekstra H.E., Nachman M.W., 2004: Adaptive reptile color variation and the evolution of the Mc1r gene. *Evolution*. 58(8):1794–808
- Saint-Girons H., 1982: Reproductive cycles of male snakes and their relationships with climate and female reproductive cycles. *Herpetologica* 38, pp. 5–16
- Savasari R.B., Shiravi A. & Hojati V., 2015: The male reproductive cycle of the Dice Snake, *Natrix tessellata* (Serpentes: Colubridae), in northern Iran. *Zoology in the Middle East*, 61(1), pp.18–25
- Scali S., 2011: Ecological comparison of the dice snake (*Natrix tessellata*) and the viperine snake (*Natrix maura*) in northern Italy. *Mertensiella*, 18, pp. 131–144
- Semlitsch R.D. & Gibbons J.W., 1982: Body size dimorphism and sexual selection in two species of water snakes. *Copeia* 4: pp. 974–976

- Shine R. 1978: Sexual size dimorphism and male combat in snakes. *Oecologia* 33(1978), pp. 269–277
- Shine R., 1986: Sexual Differences in Morphology and Niche Utilization in an Aquatic Snake, *Acrochordus arafurae*. *Oecologia*, 69(2), pp. 260–267
- Shine R., 1991: Intersexual dietary divergence and the evolution of sexual dimorphism in snakes. *The American Naturalist*, 138(1), pp. 103–122
- Shine R., 2003: Reproductive strategies in snakes. *Proceedings of the Royal Society. B, Biological sciences*, 270 (1519), pp. 995–1004
- Schnabel Z.E., 1938: The Estimation of Total Fish Population of a Lake. *The American mathematical monthly*, 45(6), pp. 348–352
- Sklenář J., Roček Z., 1979: Zoogeografie obojživelníků a plazů východních Čech. Krajské muzeum východních Čech, Hradec Králové, 65 pp.
- Spellerberg I.F., 1977: Marking Live Snakes for Identification of Individuals in Population Studies. *The Journal of applied ecology*, 14(1), pp.137–138
- Sterijovski B., Ajtić R., Tomović L., Djordjević S., Djurakić M., Golubović A., Crnobrnja-Isailović J., Ballouard J.-M., Desmont D., Groumpf F. & Bonnet X., 2011: *Natrix tessellata* on Golem Grad, FYR of Macedonia: a Natural Fortress Shelters a Prosperous Snake Population. *Mertensiella* 18, pp. 298–301
- Szyndlar Z., 1984: Fossil snakes from Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia* 28: pp. 3–156
- Szyndlar Z., 1991: A review of neogene and quaternary snakes of Central and Eastern Europe. Part 11: natricinae, elapidae, viperidae. *Estudios Geológicos*, 47(3–4), pp. 237–266
- Šapovaliv P., 1979: Hromadné páření užovky podplamaté (*Natrix tessellata*). *Akvárium terárium*, 22 (2): pp. 55–58
- Šiffner P., 2013: První nález užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) na Krnovsku – případ náhodné migrace. *Herpetologické informace*, 12, pp. 15–16
- Šváb M., 2003: Ekologie užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) ve středních Čechách, diplomová práce. Praha: kat. zoologie, pp. 76
- Tuniyev B., Tuniyev S., Kirschey T. & Mebert K., 2011: Notes on the Dice Snake (*Natrix tessellata*) from the Caucasian Isthmus. *Mertensiella* 18, pp. 343–356
- Velenský M., 2006: Ekologie a etologie populace užovky podplamaté (*Natrix tessellata*) v Praze Troji. Práce SOČ. Praha, pp. 58
- Velenský M., Velenský P. & Mebert K., 2011: Ecology and ethology of dice snakes, *Natrix tessellata*, in the city district Troja, Prague. – *Mertensiella* 18, pp. 157–176
- Vlašín M. & Mikátová B., 2015: Zoo Report Profi, 1/2015, Zoo Brno, 4 p.
- Vlček P., 1998: Dva nálezy užovky podplamaté ve Slezsku. *Živa*, 2/1998, pp. 85

- Vlček P., Bartłomiej N., Jablonski D., 2010: First records of the Dice Snake (*Natrix tessellata*) from the North-Eastern part of the Czech Republic and Poland. *Herpetology Notes*, pp. 23–26
- Vlček P., Jablonski D., 2010: Objevení populace užovky podplamaté v Těšínském Slezsku. *Živa*, 2/2010, pp. 83–86
- Zaher H., Murphy R.W., Arredondo J.C., Graboski R., Machado-Filho P.R., Mahlow K., Montingelli G.G., Quadros A.B., Orlov N.L., Wilkinson M., Zhang Y.-P., Grazziotin F.G., 2019: Large-scale molecular phylogeny, morphology, divergence-time estimation, and the fossil record of advanced caenophidian snakes (Squamata: Serpentes). *PLoS ONE* 14(5): e0216148
- Zakharov V.M., & Yablokov A.V., 1990: Skull Asymmetry in the Baltic Grey Seal: Effects of Environmental Pollution. *Ambio*, 19(5), pp. 266–269
- Zakharov V.M., Shadrina E.G., & Trofimov I.E., 2020: Fluctuating asymmetry, developmental noise and developmental stability: future prospects for the population developmental biology approach. *Symmetry*, 12(8), 1376
- Zimmermann P. & Luiselli L., 1997: Thermal ecology and reproductive cyclicity of the snake *Natrix tessellata* in south-eastern Austria and central Italy: a comparative study. – *Amphibia-Reptilia* 18, pp. 383–396