

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra ekologie a životního prostředí



Migrační aktivita čolka velkého (*Triturus cristatus*) na lokalitě
v Tovéři

Migration activity of the Great crested newt (*Triturus cristatus*)
at the locality in Tověř

Bc. Jan Růžička

Diplomová práce

předložená

na katedře Ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Konzultant: Mgr. Lukáš Weber

Olomouc 2022

Bibliografická identifikace:

Růžička J. 2022. Migrační aktivita čolka velkého (*Triturus cristatus*) na lokalitě v Tověři. Diplomová práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 65 pp.

Abstrakt:

Práce se zabývá migrační aktivitou čolka velkého (*Triturus cristatus*) na lokalitě v obci Tověř, nacházející se v Olomouckém kraji. Lokalita byla sledována po celé období možné migrace tohoto druhu, tak aby byla pokud možno co nejefektivněji zjištěna jak imigrace tak emigrace. Monitoring probíhal od 4. 3. 2017 do 18. 11. 2017, celkově 259 dní. Celkem bylo provedeno 1075 odchyťů samců, 918 odchyťů samic a 211 juvenilů během imigrace a emigrace. Zároveň na lokalitě byla zjištěna velmi početná populace tohoto druhu, která čítá kolem 2060 jedinců, kteří se pravděpodobně úspěšně rozmnožují. Průměrná velikost odchycené samice byla vyšší než průměrná velikost samce o 0,61 cm. Tento druh preferoval imigraci během března a emigraci v červnu až začátkem července. Zároveň samci preferovali dny, kdy byly průměrné teploty vzduchu nižší, samice vždy potřebovaly pro svůj pohyb jisté rozmezí teplot pro migraci, které bylo vždy vyšší než u samců. Během emigrace samice preferovali 40% vlhkost vzduchu a čím se vlhkost vzduchu zvyšovala, tím méně samic odcházelo z lokality. Během imigrace samci raději přicházeli při bezvětří a platilo, že čím rychlejší byla maximální rychlost větru, tím méně samců imigrovalo, u samic tomu bylo právě naopak. Zvláštností je, že během emigrace si to pohlaví vyměnila a samců odcházelo z lokality více, čím rychlejší maximální vítr byl. Počet odcházejících samic se zvětšoval do maximální síly větru 9 m/s a poté se již jejich počet snižoval. Jedinci tohoto druhu raději přicházeli z jihozápadu, kde se nachází obec. Během emigrace směřovali více na jihovýchod do míst, kde se nachází les.

Klíčová slova: *Triturus cristatus*, imigrace, emigrace velikost populace

Bibliographical identification:

Růžička, J. 2022. Migration activity of the Great crested newt (*Triturus cristatus*) at the locality in Tověř. Master's thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc. 65 pp.

Abstract:

The thesis deals with migration activity of *Triturus cristatus* on the site in the village Tověř, located in the Olomouc region. The location was observed throughout the period of possible migration of this species to find out both immigration and emigration. The monitoring took place from 4. 3. 2017 to 18. 11. 2017, totally 259 days. A total of 1075 males, 918 females and 211 juveniles were captured during immigration and emigration. At the same time a very large population of this species was estimated at the site, which counts around 2060 individuals who probably reproduce successfully. Average size of captured females was 0,61 cm larger than average size of captured males. This species preferred immigration during March and emigration during June and beginning of July. At the same time males preferred days when average air temperatures were lower, however females always needed certain range of higher temperatures for their movement. During emigration females preferred 40% humidity and with rising humidity the number of outgoing females declined. During the immigration males rather immigrated in no wind and it was true that the more wind force the less males immigrated, the opposite was true in the case of females. The stronger wind caused emigration more in case of males than females. The number of outgoing females increased to a maximum wind speed of 9 mps and then decreased. Individuals of this species immigrated rather from southwest where the village is located. During emigration they headed more southeast where the forest is located.

Keywords: *Triturus cristatus*, immigration, emigration, population size

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Jana Losíka, Ph.D. s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 10. ledna 2022

.....

Bc. Jan Růžička

Obsah	
Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Seznam příloh.....	xi
Seznam zkratk	xii
Poděkování.....	xiii
1. Úvod.....	14
1.1. Čolek velký (<i>Triturus cristatus</i>).....	15
1.2. Migrace.....	18
2. Cíle práce	22
3. Materiál a metody	23
3.1. Charakteristika lokality	23
3.2. Odchyt jedinců	24
3.3. Metoda capture-recapture.....	26
3.4. Meteorologická data	27
3.5. Statistické zpracování	27
4. Výsledky	29
4.1. Základní demografické parametry.....	29
4.2. Migrace.....	32
4.2.1. Období migrace a vliv povětrnostních podmínek	32
4.2.2. Vliv fáze měsíce.....	45
4.2.3. Směr migrace	45
5. Diskuse.....	48
5.1. Základní demografické parametry.....	48
5.2. Migrace.....	49
5.2.1. Období migrace a vliv povětrnostních podmínek	49
5.2.2. Vliv fáze měsíce.....	52

5.2.3. Směr migrace	53
6. Závěr	55
7. Literatura	56
8. Přílohy	64

Seznam tabulek

Tab. 1 - Rozmezí jednotlivých velikostních skupin.....	28
Tab. 2 - Výpočet populace <i>T. cristatus</i> na lokalitě Tověř.....	29
Tab. 3 - Naměřené průměrné, maximální a minimální délky těla odchytených jedinců.	30
Tab. 4 - Výsledná tabulka ANOVy. První sloupec charakterizuje zdroj variability, kdy faktorem jsou jednotlivé skupiny pozorovaných jedinců (Factor A). Druhý sloupec – stupně volnosti (df), třetí sloupec – součet čtverců, čtvrtý sloupec – průměr čtverců, pátý sloupec – hodnota testového kritéria (F), šestý sloupec – hodnota p-value.....	30
Tab. 5 – Tukeyho test porovnání velikostí mezi jednotlivými skupinami.....	31
Tab. 6 - Počty jedinců dle pohlaví v jednotlivých velikostních skupinách. f = samice; m = samec.....	31
Tab. 7 - Počty juvenilů v jednotlivých velikostních skupinách.....	31
Tab. 8 - Celkový počet odchytnů migrujících jedinců.....	32
Tab. 9 - Výsledné hodnoty kombinace faktorů analýzy CCA pro migraci. (day = den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu).....	36
Tab. 10 – Srovnání faktorů pomocí GAM pro jednotlivé faktory během migrace <i>T. cristatus</i> . Tučně znázorněné p hodnoty jsou průkazné a vyhodnocené pomocí grafů. (I = imigrace, E = emigrace. Day = kalendářní den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu.).....	37

Seznam obrázků

Obr. 1 - Výskyt <i>T. cristatus</i> v ČR (AOPK ČR - NDOP)	17
Obr. 2 - Vývojová stádia <i>T. cristatus</i> (Langton et al. 2001, upraveno).....	18
Obr. 3 - Mapa lokality Továř s vyznačenou vodní plochou (modře).....	24
Obr. 4 – Mapa lokality s vyznačenou vodní plochou (modře), odchyťovou bariérou (červeně), jednotlivými odchyťovými nádobami (bílá čísla) a rozdělení světových stran na vytvoření směrové růžice.	25
Obr. 5 - Ukázka sledovaného vzoru u vybraných druhů obojživelníků (J. Růžička). ...	26
Obr. 6 – Ukázka určení jednotlivých jedinců pomocí CMR metody (J. Růžička).	27
Obr. 7 - Krabičkový diagram velikosti jednotlivých pohlaví a juvenilních jedinců.	29
Obr. 8 - Počet migrujících jedinců za sledované období dle odchyťových dnů.	32
Obr. 9 – Hlavní imigrační tah samců, samic a juvenilů odchyćených v jednotlivých dnech.	33
Obr. 10 - Vliv dne v roce při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.....	33
Obr. 11 - Hlavní emigrační tah samců a samic odchyćených v jednotlivých dnech.	34
Obr. 12 - Hlavní emigrační tah juvenilů odchyćených v jednotlivých dnech.....	34
Obr. 13 - Vliv dne v roce při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.....	35
Obr. 14 - CCA diagram vlivu kombinace faktorů na migraci. (Day = kalendářní den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu.)	36
Obr. 15 - Vliv průměrné teploty při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.	38
Obr. 16 - Vliv průměrné teploty při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	39
Obr. 17 - Vliv maximální teploty při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	40
Obr. 18 - Vliv maximální teploty při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	40

Obr. 19 - Vliv minimální teploty během imigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	41
Obr. 20 - Vliv minimální teploty během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	41
Obr. 21 - Vliv vlhkosti vzduchu během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.	42
Obr. 22 - Vliv rychlosti větru během imigrace na jednotlivá pohlaví a velikostní třídy. f=samice, m=samec.....	43
Obr. 23 - Vliv rychlosti větru během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.	43
Obr. 24 - Vliv množství srážek během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.	44
Obr. 25 - Vliv délky slunečního svitu během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec	44
Obr. 26 - Vliv měsíční fáze na emigraci samic a juvenilů. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku.	45
Obr. 27 - Směrová růžice imigrace a emigrace pro všechny jedince <i>T. cristatus</i> . Černá výseč ukazuje průměr a směrodatnou odchylku.	46
Obr. 28 - Směrová růžice při imigraci, dle jednotlivých pohlaví. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku, červená výseč nesignifikantní výsledek.	46
Obr. 29 - Směrová růžice při emigraci, dle jednotlivých pohlaví. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku. Červená výseč nesignifikantní výsledek	47

Seznam příloh

Příloha 1 – Ukázka odchytné nádoby.	64
Příloha 2 - Ukázka naváděcí bariéry a odchytné nádoby.	64
Příloha 3 - pohled na lokalitu s odchytnou bariérou.	65
Příloha 4 - Schématická ukázka naváděcí zábrany s odchytnými pastí. Upraveno a převzato (Herman 2009).	65

Seznam zkratek

CMR – capture-mark-recapture

IUCN – International Union for Conservation of Nature

LC – least concern (málo dotčený druh)

EN – Endangered (ohrožený)

CCA – kanonická korespondenční analýza

GAM – generalizované aditivní modely

Poděkování

Rád bych zde poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za odborné vedení práce a poskytnutí cenných rad a konzultantovi Mgr. Lukáši Weberovi, za poskytnutí cenných rad a pomoc v terénu. Dále bych zde chtěl poděkovat doc. RNDr. Mgr. Ivanu Hadriánu Tufovi, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat. Na závěr bych také rád poděkoval Kristýně Bednářové za pomoc při sběru dat v terénu.

V Olomouci, 10. ledna 2022.

1. Úvod

Obojživelníci jsou skupinou přechodnou mezi suchozemskými a vodními obratlovci. Jsou považováni za ektotermní a poikilotermní živočichy, jelikož své tělesné teplo neregulují sami, ale získávají ho z vnějšího prostředí. Jejich tělesná teplota tedy kolísá podle okolní teploty (Dungel & Řehák 2011). Svým stylem života a rozmnožováním jsou vázáni na vodní prostředí, avšak některé druhy ve zbylém průběhu roku obývají i suchozemské prostředí (Baruš & Oliva 1992, Zavadil et al. 2011, Růžička 2015). Jsou považováni za velmi dobré ekologické indikátory, jelikož jsou velmi citliví na změnu prostředí, ve kterém žijí (Welsh & Olliver 1998, DeGarady & Halbrook 2006).

V posledních letech dochází k velkému vymírání obojživelníků, a to nejen v České republice, ale celosvětově (Houlán et al. 2000, Nyström et al. 2007). Z důvodu jejich významu v ekosystémech má tento úbytek velký vliv i na ostatní organismy (Weber 2016). Pro tento obrovský pokles početností obojživelníků existuje několik hypotéz a pravděpodobně jde i o kombinaci několika faktorů najednou (Collins & Stoffer 2003). Hlavní příčinou úbytku obojživelníků v Evropě je ztráta vodních biotopů (Oertli et al. 2005), ať už se jedná o zničení či jakoukoliv jinou nevhodnou manipulaci s mokřady a tůňemi (Beebee 1997). Následně pak zbývají méně vhodné vodní plochy, hlavně ty, kde se nalézají rybí obsádka či vodní ptactvo (Kryk & Maletzky 2006). Další možnou příčinou, obzvláště v posledních letech, jsou různá plísňová onemocnění, a to především chytridiomykózy (Baláž et al. 2009, Civiš et al. 2010). Dalšími negativními vlivy na populace obojživelníků je používání pesticidů (Alford & Richards 1999, Houlán et al. 2000) nebo změna klimatu (Lips et al. 2006). Fragmentace naší krajiny a vliv dopravy má také negativní vliv na obojživelníky. Hlavně v období migrace dochází k velkému množství úmrtí vlivem dopravy (Vojar 2007).

Obojživelníci jsou naší taxonomickou skupinou s největším podílem ohrožených zástupců a největším nárůstem těchto druhů včetně vyhynulých druhů (Vojar 2007). V České republice se vyskytuje 21 druhů obojživelníků, z toho 8 druhů je ocasatých obojživelníků. Stav jejich ohrožení odráží už jen skutečnost, že všechny druhy ocasatých obojživelníků, kteří se vyskytují na území našeho státu jsou zvláště chráněni zákonem,

výjimkou je čolek dunajský (*Triturus dobrogicus*), který se nalézá pouze v Červeném seznamu ČR (Vojar 2007, Chobot & Němec 2017, Růžička 2018).

Jelikož dochází k velkým úbytkům obojživelníků z výše uvedených důvodů a vzhledem k tomu, že úbytek obojživelníků má i nepřímý vliv na člověka, protože ti jakožto sekundární konzumenti likvidují různé druhy hmyzu, kteří působí jako škůdci, je potřeba tyto živočichy aktivně chránit. Velkou komplikací v ochraně obojživelníků je fakt, že v průběhu roku využívají různé biotopy, mezi kterými migrují (Vojar 2007, Dervo et al. 2014). Ochrana jednotlivých ohrožených druhů má smysl pouze tehdy, známe-li ekologii daného druhu, jeho rozšíření a aktuální stav populací (Vojar 2007, Jeřábková 2011) a zároveň vyžaduje používání efektivních metod, které minimalizují vliv vnějších faktorů a poskytnou reálná data o zkoumané populaci (Jenkins et al. 2003, Dervo et al. 2014, Růžička 2018).

Tato studie se věnuje migrační aktivitě čolka velkého (*Triturus cristatus*). Získáním nových informací ohledně preferencí čolka velkého během migrace a vlivu velikosti těla na průběh migrace. Zároveň cílem práce je zjistit informace o populaci žijící na lokalitě v Tovéři. Výsledky této práce mohou rozšířit znalosti o ekologii druhu a přispět ke zlepšení ochrany a managementu *T. cristatus*.

1.1. Čolek velký (*Triturus cristatus*)

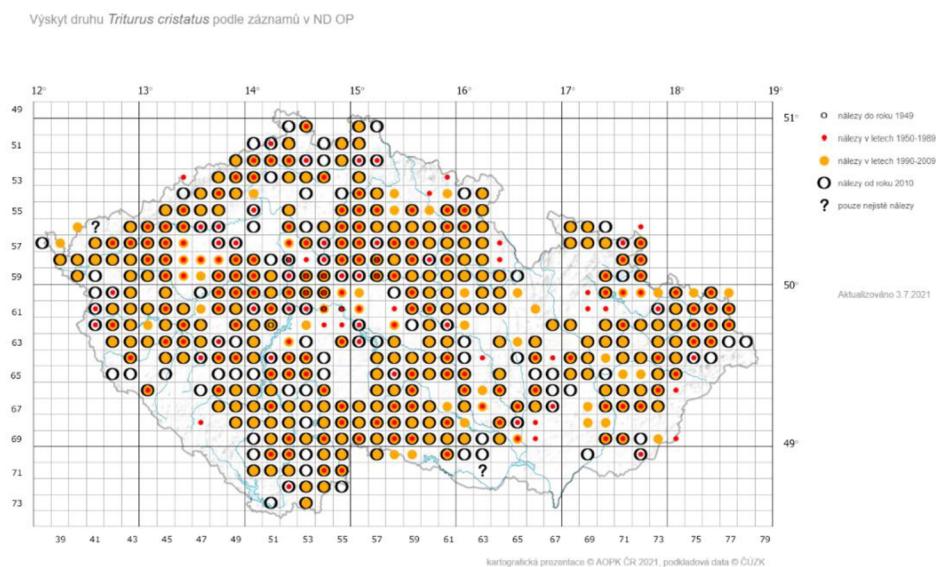
Triturus cristatus patří dle české legislativy mezi druhy silně ohrožené (Příloha III vyhlášky č. 395/1992 Sb. ve znění vyhlášky č. 175/2006 Sb.). V legislativě EU je uveden v příloze II Bernské úmluvy o ochraně evropských planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť, dále pak v příloze II a IV Směrnice o stanovištích (92/43/EHS). V Červeném seznamu obojživelníků a plazů ČR (Chobot & Němec 2017) je uveden jako druh ohrožený (EN), v Červeném seznamu IUCN (IUCN 2020) je pak klasifikován jako druh málo dotčený (LC).

Dospělí jedinci *T. cristatus* dorůstají velikosti 11 až 15 cm, v ojedinělých případech až 18 cm a uvádí se, že samice jsou větší než samci (Baruš & Oliva 1992, Gustafson 2011, Jehle et al. 2011). Základní barva těla je tmavohnědá, téměř až černá s kulatými skvrnami stejné až tmavší barvy. Na bocích těla jsou výrazně menší bílé tečky a břišní strana těla je sytě oranžová s černými skvrnami jako na zbytku těla. Samci ve

vodní fázi vyroste na hřbetě i ocase vysoký lem, který je rozdělen na dvě části. Na lemu se nachází zářezy, kterými je rozčleněn v jednotlivé úkrojky (Baruš & Oliva 1992, Růžička 2015). Dalším sekundárním pohlavním znakem samců je v období rozmnožování zduřelá a tmavá kloaka. Na ocase je postranní podélný modro-bílý pruh (Roček 1992). Samice tyto sekundární pohlavní znaky nemají (Kuzmin 1999, Weber 2014). Juvenilní jedinci jsou při přechodu z vody na souš podobni dospělcům, avšak nemají na bříše výrazné černé skvrny, typický vzor pro čolka velkého se vytváří až v dospělosti (Langton et al. 2001, Weber 2016). Čolek velký se živí bezobratlými živočichy, jako je například hmyz, měkkýši či žížaly. Během období stráveného ve vodě se dospělí čolci živí vodními bezobratlými, pulci a menšími druhy čolků. Larvy čolka žerou jakékoliv drobné bezobratlé a s jejich růstem stále častěji pulce (včetně larev stejného druhu). Dospělí jedinci mají jedovaté kožní sekrety, a proto mají méně predátorů. Nicméně *T. cristatus* má i tak řadu predátorů, zejména jeho larvy. Přežití mláďat bylo odhadnuto na 20 % a roční přežití dospělých asi 68 %. Čolci jsou predováni dravými rybami, protože larvy mají tendenci spíše plavat ve volné vodě, spíše než zůstat na dně nebo se ukrývat ve vegetaci. Na některých lokalitách může hrát významnou roli také predování larev dospělci jiných druhů obojživelníků nebo také častou kořistí větších druhů potápníků a larev vážek. Vodní ptactvo, jako jsou kachny se živí larvami. Dospělí jedinci jsou predováni druhy jako např.: želvou bahenní (*Emys orbicularis*), užovkami, volavkami, kachnami, a různými savci (Edgar & Bird 2006).

Na našem území je *T. cristatus*, kromě menších oblastí na jižní Moravě a vrcholových částí pohoří, rozšířen plošně (Obr. 1), ale jeho výskyt je ostrůvkovitý (Jeřábková & Zavadil 2020). Vyskytuje se nejčastěji v nížinách, občas jeho výskyt zasahuje až do 800 m. n. m. (Zavadil 1993). Typickým biotopem pro *T. cristatus* jsou spíše osvětlené nebo mírně zastíněné vodní plochy, protože je-li zastíněná část vodní plochy větší než 20 %, může tak dojít ke snížení teploty vody a tím prodloužení metamorfózy larev (Jehle et al. 2011, Dervo et al. 2014). *T. cristatus* nejčastěji obývá vodní nádrže bez rybí obsádky a s minimálním výskytem vodního ptactva (Oldham 2000). Nalézt ho dokonce můžeme i v člověkem vytvořených vodních plochách, jako jsou opuštěná koupaliště či zatopené lomy (Langton et al. 2001, Zavadil et al. 2011). Dává přednost otevřené vodní ploše s hlubokou vodou a rozvinutou příbřežní a submerzní vegetací (Langton et al. 2001, Jehle et al. 2011, Botorová 2018).

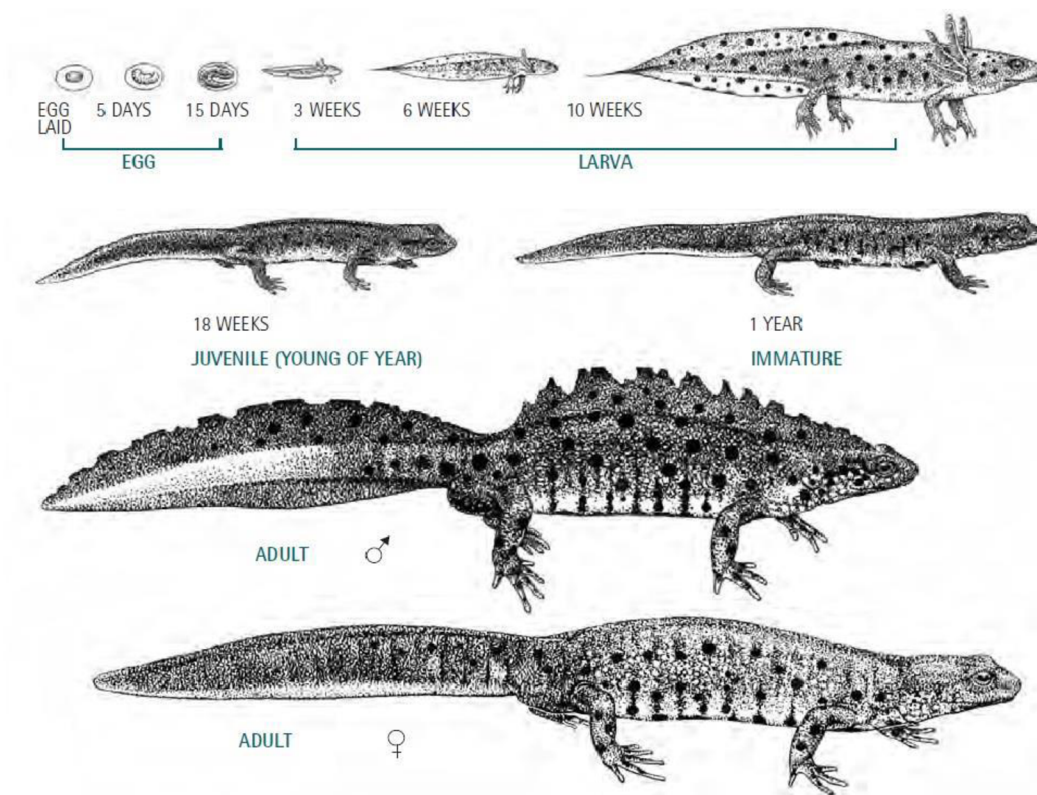
Nejvhodnější pro populace čolka velkého jsou shluky více rozmanitých vodních ploch na jednom místě (Edgar & Bird 2006).



Obr. 1 - Výskyt *T. cristatus* v ČR (AOPK ČR - NDOP)

Mimo dobu páření se *T. cristatus* nachází převážně v listnatých lesích. Zimuje hlavně na souši, kde se ukrývá především pod kameny či ležícím dřevem, avšak část populace zimuje i ve vodě. Vzdálenost, na kterou se tento druh vzdaluje od lokality rozmnožování, je maximálně jeden kilometr (Zavadil et al. 2011, Edgar & Bird 2006). Dospělí jedinci se přesouvají ze zimovišť do tůní od února až března a většinou samci chodí zhruba o týden dříve. Přičemž to závisí na teplotě vzduchu a množství srážek (Langton et al. 2001, Sparreboom 2014). Po ukončení páření samci většinou opouštějí vodu a dále žijí už jen suchozemským stylem života. Samice a subadulti obvykle zůstávají ve vodě až do konce srpna, výjimečně i po celý rok. Avšak vše závisí hlavně na teplotě prostředí (Langton et al. 2001, Gustafson 2011, Jehle et al. 2011, Weber 2014, Botorová 2018). Samice klade vajíčka jednotlivě, převážně do záhybů vodní vegetace, vajíčka mají podélný průměr 2-3 mm s rosolovitým obalem 4-5 mm a většinou bílá (Maštera 2015). Larvy začínají metamorfovat od konce července, avšak většina až v srpnu či později. Larvy jsou černě skvrnitě po celém těle, včetně ocasu a hřebenu

a na špičce ocasu mají vláknitý výběžek (obr. 2), tím se dají bezpečně rozeznat od larev jiných druhů čolků (Langton et al. 2001).



Obr. 2 - Vývojová stádia *T. cristatus* (Langton et al. 2001, upraveno)

Nejzásadnější příčinou úbytku *T. cristatus* je ubývání vhodných vodních ploch pro rozmnožování tohoto druhu, zvyšování intenzity rybářského hospodaření, spojování luk a polí do velkých celků či chemizace krajiny používáním hnojiv a biocidů atd. (Jeřábková & Krása 2012, Růžička 2015). Jednou z dalších příčin je také přeměna lesů na smrkové monokultury. V jehličnatých lesích chybí podrost a opad jehličí má nevhodné fyzikálně-chemické vlastnosti, které při hromadění vedou k nežádoucí změně chemismu půdy a vody, což může i negativně ovlivnit možnosti rozmnožování (Jeřábková & Krása 2012, Růžička 2015).

1.2. Migrace

Zatímco obojživelníci žijící v tropech nebo subtropích jsou aktivní a schopní rozmnožování po většinu roku, druhy žijící v mírném pásu přes zimu hibernují. Zimu

tak tráví ukrytí ve vodě nebo na souši (Wells 2007). Na jaře po procitnutí z hibernace jedinci zimní úkryty opouštějí a přesouvají se do míst, kde probíhá rozmnožování (Sinsch, 1988, Sinsch, 1990, Michalcová 2016).

Jarní tah dospělců na místo rozmnožování ze zimoviště je u řady druhů hromadný a je soustředěn do krátkého období, a také proto je ze všech migrací nejrizikovější z hlediska silniční mortality. V závislosti na klimatických faktorech se dá říct, že jarní tah obojživelníků u nás probíhá zhruba od konce února do května. Po období vlastní reprodukce, která často probíhá ve sladkovodním prostředí, následuje u některých druhů zpětný tah dospělců z míst pro rozmnožování na vhodné suchozemské biotopy. Bývá zpravidla rozložen do delšího období, a především nebývá hromadný, a proto je méně patrný. Tah čerstvě metamorfovaných jedinců je mezidruhově značně odlišný. Masové tahy čerstvě metamorfovaných jedinců jsou známy například u druhů *Bufo bufo* a *Rana temporaria*. Poslední sezónní migrací dospělých jedinců je podzimní tah z letních lokalit zpátky na své zimoviště. Tah bývá dobře patrný hlavně za deštivých nocí a hlavně po delším suchu. Většinou probíhá nepravidelně od poloviny srpna do listopadu (Mikátová & Vlašín 2004, Chovančíková 2012).

Většina druhů obojživelníků požaduje pro svou obživu, rozmnožování nebo hibernaci rozdílný typ stanoviště. Pokud jsou tyto oblasti od sebe prostorově oddělené, pak obojživelníci musí mezi těmito lokalitami migrovat. Rozsah migrační vzdálenosti u obojživelníků je omezenější ve srovnání s jinými obratlovci. Krátkou migrační vzdálenost v délce pouhých několika metrů mají někteří mloci a některé druhy žab žijící na vegetaci, například *Hyla arborea*. U ocasatých není migrace zpravidla delší než 500 metrů a u bezocasých to nebývá více než 1 500 metrů (Sinsch 1990, Johnson 2003, Chovančíková 2012).

Migrace obojživelníků je limitována několika faktory. Kůže obojživelníků je polopropustná, a proto jsou vysoce náchylní ke ztrátě vody (Russell et al. 2005). Z těchto důvodů je tah obojživelníků často soustředěn do velmi vlhkých období, případně se obojživelníci musí často zastavovat k hydrataci. Jelikož se jedná o poikilotermní živočichy je doba migrace značně závislá na teplotě (Sinsch 1990). Tyto požadavky na regulaci vodní bilance a teploty tak umožňují migrační činnost pouze v úzkém rozsahu podmínek prostředí (Sinsch 1990, Růžička 2018). Obojživelníci, táhnoucí na místo

rozmnožování často svůj masový tah směřují do nočních hodin (Sinsch 1990, Pough et al. 1998), avšak některé druhy mloků a čolků migrují i během dne (Hurlburt 1969, Semlitsch & Pechman 1985). Primárním spouštěčím faktorem migrace spousty obojživelníků jsou dešťové srážky (Russell et al. 2005). Teplota bývá až jako druhý významný faktor při migraci (Hurlburt 1969, Semlitsch 1985, Sinsch 1990), i když je řada specifických podnětů, které spouští počátek migrace a zároveň se různí mezi druhy i jednotlivými populacemi (Russell et al. 2005, Chovančíková 2012).

Většina druhů obojživelníků projevuje vysokou úroveň věrnosti k místu rozmnožování, tzv. filopatii, která má i své nevýhody (Johnson 2003, Wells 2007). Obojživelníci jsou velmi citliví ke zničení jejich rozmnožovací lokality a tím může dojít ke snížení úspěšnosti jejich reprodukce (Russell et al. 2005). Na druhou stranu je trvalá vazba na perspektivní a „osvědčený“ biotop méně riskantní, než migrace krajinou s nejistým výsledkem (Vojar 2007). Je známo, že filopatrie je vlastní především adultním jedincům, kteří jsou věrni lokalitě, kde se poprvé rozmnoží. Juvenilové a především subadultní jedinci jsou v tomto směru méně konzervativní a snáze pronikají do nových prostředí (Berven & Grudzien 1990, Vojar 2007). Juvenilové a subadulti tak častěji objevují nové prostředí, protože po metamorfóze opouštějí reprodukční biotop svých rodičů a hledají svojí novou vhodnou lokalitu, přičemž nestabilita v habitatu, vnitrodruhová konkurence a inbreeding jsou považovány za primární evoluční hnací síly vedoucí k rozptýlení (Vitt & Caldwell 2014, Růžička 2018)

Tahy obojživelníků jsou obvykle řízeny orientačním chováním, které jim umožňuje najít nejkratší vzdálenost k cíli a minimalizovat riziko predace a dehydratace (Sinsch 1990). Mnoho obojživelníků je tedy schopno migrovat do místa rozmnožování a zase zpět. Většina obojživelníků však není schopna najít svou domovskou lokalitu, pokud se dostanou mimo svůj přirozený migrační rozptyl (Russell et al. 2005). To znamená, že většina obojživelníků musí být obeznámena s danou oblastí pro správnou orientaci ke své lokalitě (Sinsch 1990, Zug et al. 2001). Orientace obojživelníků je dokonalá integrace akustických, magnetických, mechanických, čichových a vizuálních podnětů (Sinsch 2006). Tyto podněty jsou v určité hierarchii u různých druhů a optimalizují dosažitelné informace v každé lokalitě (Sinsch 1990, Sinsch 1991, Phillips 1998). Dokonce i u jedinců stejných druhů se může měnit preference řídicích podnětů (Dall'Antonia & Sinsch 2001). Nepřítomnost jednoho

podnětu může redukovat orientační schopnost, ale žádný z pozorovaných podnětů není primární pro lokalizaci místa rozmnožování (Sinsch 1990, Chovančíková 2012).

Jehle (2000) v radiotelemetrické studii zjistil, že více než 50 % dospělých *T. cristatus* emigrujících z místa rozmnožování využívalo úkryty do 15 m od vody a že 95 % bylo možné nalézt do 50 m od rozmnožiště. Maximální vzdálenost, kterou se čolci v této studii pohybovali, byla 95 m, ačkoli Kupfer (1998) zaznamenal pohyby mezi 230 a 1290 m v otevřenější zemědělské krajině. Na rozšíření výskytu populace se podílejí hlavně juvenilní jedinci do jednoho až dvou let. Studie na mláďatech zjistily, že se mohou po metamorfóze rozptýlit až 860 m od rybníka, přičemž průměrná vzdálenost migrace je 254 m (Kupfer & Kneitz 2000, Edgar & Bird 2006). Pohyby nově metamorfovaných zvířat se zdají být zpočátku řízeny čichovými podněty, přičemž mláďata mohou při odchodu z vody sledovat cesty, které dříve používali dospělí čolci (Edgar & Bird 2006).

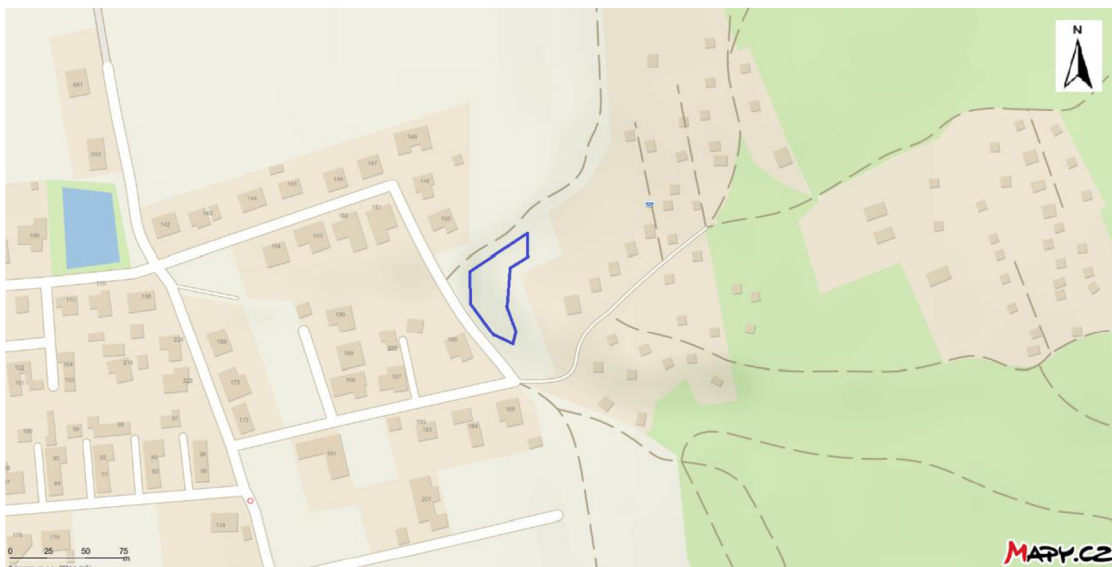
2. Cíle práce

- 1) Základní demografické parametry
 - a. Určit velikost populace.
 - b. Určit poměr pohlaví v dané populaci.
 - c. Zjistit, zda jsou mezi samci a samicemi rozdíly ve velikosti těla.
- 2) Migrace
 - a. Popsat možné rozdíly mezi samci a samicemi v načasování migrace.
 - b. Stanovit vliv povětrnostních podmínek na migraci – teplota, vlhkost vzduchu, rychlost větru, množství srážek v předchozím dni, délka slunečního svitu.
 - c. Vliv fáze měsíce na migrační aktivitu.
 - d. Zjistit migrační směr jedinců a s tím i možné zimoviště.

3. Materiál a metody

3.1. Charakteristika lokality

Výzkum probíhal na vodní ploše v obci Tověř, která se nalézá severovýchodně od města Olomouc v nadmořské výšce 247 m. n. m. Jedná se o malou retenční nádrž, která má vodní plochu asi 500 m² a jelikož nemá žádný stálý vodní přítok, je závislá na aktuálním množství srážek. Z jižní a severovýchodní strany má břeh pozvolný sklon. Samotná nádrž se nachází na východním okraji obce, je však lemována zástavbou (Obr. 3), z tohoto důvodu se v okolí nenachází dostatek dalších vhodných biotopů a úkrytů pro obojživelníky. V nádrži je bohatá vodní fauna vodních bezobratlých a také je zde dobře vytvořený litorál (Weber 2016, Růžička 2018). Kolem retenční nádrže se vyskytují zástupci listnatých stromů jako je jilm (*Ulmus*), lípa (*Tilia*) a dub (*Quercus*), z nepůvodních druhů se zde vyskytuje trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Celkové zastínění plochy se blíží k 60 % (Weber 2016). Vodní plocha v některých letech zarůstá okřehkem (*Lemna sp.*), který někdy poroste dokonce celou vodní plochu (Botorová 2018). Ve vodní ploše se nenalézá žádná rybí osádka. Vyskytuje se zde vodní ptactvo, zejména kachna divoká (*Anas platyrhynchos*). Jedním z dalších možných predátorů obojživelníků vyskytujících se na lokalitě je užovka obojková (*Natrix natrix*). Z ostatních druhů obojživelníků, kromě čolka velkého (*Triturus cristatus*), se zde vyskytuje z ocasatých čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) a čolek horský (*Ichthyosaura alpestris*), též zde byl zaznamenán mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*). Z žab zde byli odchyceni jedinci kuňky obecné (*Bombina bombina*), rosničky zelené (*Hyla arborea*), ropuchy obecné (*Bufo bufo*), ropuchy zelené (*Bufo viridis*) a skokana štíhlého (*Rana dalmatina*).



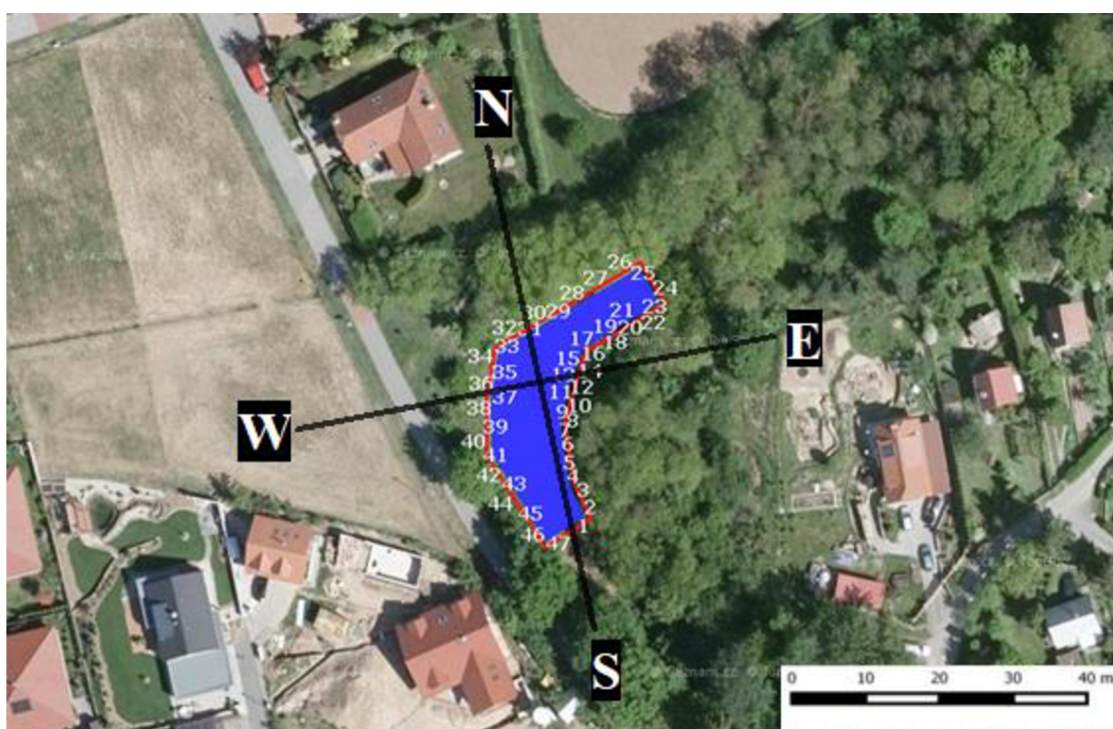
Obr. 3 - Mapa lokality Tovér s vyznačenou vodní plochou (modře).

3.2. Odchyt jedinců

Odchyty jedinců čolka velkého probíhaly od března do listopadu 2017. Během této práce byla použita metoda odchytu obojživelníků do padacích pastí s naváděcí zábranou (Mikátová et al. 2002, Vojar 2007, Herman 2009). Velkou výhodou této metody je její efektivita, dostupnost a odolnost materiálu vůči mechanickému poškození, povětrnostním vlivům a její relativní finanční nenáročnost potřebného materiálu (Mikátová et al. 2002, Herman 2009). Její hlavní nevýhodou je velká časová náročnost, protože je potřeba odchytové nádoby vybírat alespoň 1x každý den. Další nevýhodou je, že kromě obojživelníků se do pastí chytají i jiní živočichové (hlodavci, plazi, střepláci), kteří mohou buď obojživelníky zranit nebo mohou sami v pasti uhynout (Mikátová et al. 2002, Vojar 2007). Principem této metody je zabránit volnému průchodu obojživelníků přes předem stanovenou linii a na této linii je odchytit. Touto metodou je možné odchytit 90–100 % migrujících jedinců (Mikátová et al. 2002, Vojar 2007, Herman 2009, Růžička 2018).

Jako naváděcí zábrana byla použita PE fólie typu polohadice s výškou 75 cm a z toho bylo cca 10 cm zapuštěno do země, aby se jedinci pod zábranou nemohli podhrabat (Crosswhite et al. 1999). Každé dva metry m byly zasazeny do země dřevěné kolíky, sloužící jako opora, na které byla fólie přichycena pomocí sponek. Bylo důležité, aby fólie byla správně napnutá, aby se na ní netvořily záhyby, které by mohly pomoci obojživelníkům zábranu překonávat. Během monitoringu bylo potřeba zábranu

pravidelně kontrolovat, aby nedocházelo k poškození nebo vytvoření záhybů. Jako padací pasti byly po obvodu nádrže zakopány bílé plastové kbelíky vysoké 30 cm a s průměrem 25 cm. Odchytové nádoby od sebe byly vzdáleny zhruba 3 m a byly zapuštěné do země tak, aby vršek kbelíku byl v rovině se zemí a zároveň aby navazovaly přímo na naváděcí zábranu (Crosswhite et al. 1999, Růžička 2018). Odchytové nádoby byly umístěny z obou stran naváděcí zábrany, aby bylo možné zachytit emigrující i imigrující jedince. Do každého kbelíku byla vložena malá navlhčená molitanová houbička a malé množství listů pro udržení vlhkosti a zároveň také jako úkryt živočichů. Padací pasti byly očíslovány od 1 do 47, aby se dala sestavit směrová růžice migrujících jedinců. Pasti byly rozděleny na dva úseky, podle rozdílného prostředí možného zimoviště. Na část, kde se na jedné straně nacházel les (čísla pastí 1 až 25) a na část, kde se nachází obec (26 až 47; Obr. 4). Padací pasti bylo nutné vybírat jednou denně v ranních hodinách, aby se zabránilo vysychání zachycených zvířat, či jejich sežrání predátory. Po skončení výzkumu bylo důležité naváděcí zábranu a pasti odstranit z lokality, aby nemohlo docházet k dalšímu zbytečnému odchytu obojživelníků (Herman 2009, Růžička 2018).



Obr. 4 – Mapa lokality s vyznačenou vodní plochou (modře), odchytovou bariérou (červeně), jednotlivými odchyťovými nádobami (bílá čísla) a rozdělení světových stran na vytvoření směrové růžice.

3.3. Metoda capture-recapture

Během diplomové práce byla využita metoda zpětného odchyty – capture-mark-recapture (Jolly 1965). Metoda je založena na odchyty jedinců, jejich označení a jeho následném vrácení do populace. Odchyty jsou opakovány, přičemž jsou zaznamenávány počty opakovaně odchycených jedinců (Tkadlec & Losík 2013). Pro rozlišení (značení) jedinců byla v našem případě zvolena neinvazivní rozeznávací metoda „pattern maps“. Metoda využívá přirozených jedinečných vzorů jedinců, přičemž každý druh má tyto vzory jiné. Pomocí této metody je možné jednotlivé jedince rozeznat mezi sebou. Pro určení se využívají fotografie, nákresy nebo naskenované snímky zvířete (Donnelly et al. 1994). Tyto přirozené vzory tedy mohou být u některých druhů spolehlivou metodou k identifikaci jednotlivých jedinců. Jako jsou např. jedinci čolka velkého (*Triturus cristatus*), kuňky obecné (*Bombina bombina*), ropuchy zelené (*Bufo viridis*) a dalších druhů (Obr. 5).



Obr. 5 - Ukázka sledovaného vzoru u vybraných druhů obojživelníků (J. Růžička).

Nespornou výhodou této metody je neomezená velikost zkoumané populace, nicméně s velikostí vzorku, roste i náročnost identifikace. Tato metoda je vhodná zejména pro ohrožené druhy obojživelníků, protože se nijak jedinci neohrožují, jako při invazivní metodách značení (Holicová 2012).

Po determinaci druhu bylo zaznamenáno pohlaví a velikost zvířete, včetně čísla pasti, ve které bylo nalezeno. Velikost zvířete byla měřena posuvným měřítkem od hlavy, až po kloaku. Pohlavní dimorfismus u čolka velkého lze odlišit v době rozmnožování pomocí zduřelé a tmavé kloaky u samců a modro-bílého pruhu na straně

ocasů. Determinovaní (Obr. 6), vyfocení a změření jedinci byli poté bez prodlení vždy vypuštěni ve směru migrace.



Obr. 6 – Ukázka určení jednotlivých jedinců pomocí CMR metody (J. Růžička).

3.4. Meteorologická data

Meteorologická data použitá pro účely této práce byla naměřena v nejbližší meteorologické stanici 11742 - Olomouc-Holice. Jedná se o automatizovanou stanici s kódovým označením O2OLOM01 provozovanou Českým hydrometeorologickým ústavem. Stanice se nalézají na jižním okraji města Olomouce (49.5742000N, 17.2828000E; 210 m n. m.) přibližně 8 km jihozápadním směrem od zájmové lokality v Tovéři. Z dat naměřených touto stanicí jsem využíval průměrnou denní teplotu, minimální a maximální denní teplotu, vzdušnou vlhkost, množství srážek, délku slunečního svitu a rychlost větru.

3.5. Statistické zpracování

Pro výpočet celkové velikosti populace byla použita metoda minimální počet živých (MNA). Metoda se běžně používá k posouzení velikosti populace z dat získaných pomocí CMR metody. MNA je definována jako počet jedinců chycených při odchytu plus ti, kteří nebyli chyceni v té době, ale byli chyceni jak dříve, tak následně (Krebs 1966, Pocock et al. 2004). Protože MNA využívá informace z předchozích a následných odchytů, je citlivá na účinky dočasné emigrace či mortality, která zvyšuje

chybu odhadu populace pomocí MNA (Kendall 1999, Pocock et al. 2004). Chyba způsobená emigrací byla u nás eliminovaná, z důvodu nemožnosti emigrace ze sledované lokality.

Deskriptivní statistické zpracování a grafické výstupy proběhly v programu Canoco 5 a Rstudio 1.4, některé grafické výstupy byly zpracovány v programu Microsoft Office Excel 365. Nejprve byla udělána kanonická korespondenční analýza (CCA) pro všechny možné faktory ovlivňující migraci, tak aby byl zjištěn samostatný efekt (simple effect) jednotlivých faktorů. Následně byla provedena opět CCA analýza, ale už pouze pro faktory, u kterých byl signifikantní samostatný efekt. Poté byl pro tyto faktory spočítán společný vliv (conditional effect), tedy jak přispívají při vzájemné kombinaci k celkovému modelu. Pro faktory, které přispívaly svým vlivem k modelu, byly udělány generalizované aditivní modely (GAM) a s tím spojené grafické výstupy. Byl zkoumán vliv nejen na jednotlivá pohlaví a juvenilní stádia (nedospělí jedinci), ale také na jednotlivé velikosti jedinců. Bylo stanoveno 14 velikostních tříd (SVL1 – SVL 14) podle velikosti těl jedinců, přičemž velikost těla souvisí i s věkem. Juvenilní jedinci dospívají zhruba ve 3 letech a v té době mívají délku těla kolem 9 cm. V grafických výstupech byly poté ponechány pouze velikostní třídy a pohlaví, pro které byly výsledky průkazné (signifikantní). Jednotlivé skupiny měly stejné rozmezí velikostí (Tab. 1).

Tab. 1 - Rozmezí jednotlivých velikostních skupin.

Velikostní třída	SVL1	SVL2	SVL3	SVL4	SVL5	SVL6	SVL7
Velikost [cm]	0 – 1,4	1,5– 2,4	2,5– 3,4	3,5–4,4	4,5–5,4	5,5–6,4	6,5– 7,4
Velikostní třída	SVL8	SVL9	SVL10	SVL11	SVL12	SVL13	SVL14
Velikost [cm]	7,5– 8,4	8,5– 9,4	9,5– 10,4	10,5– 11,4	11,5– 12,4	12,5– 13,4	13,5– 14,4

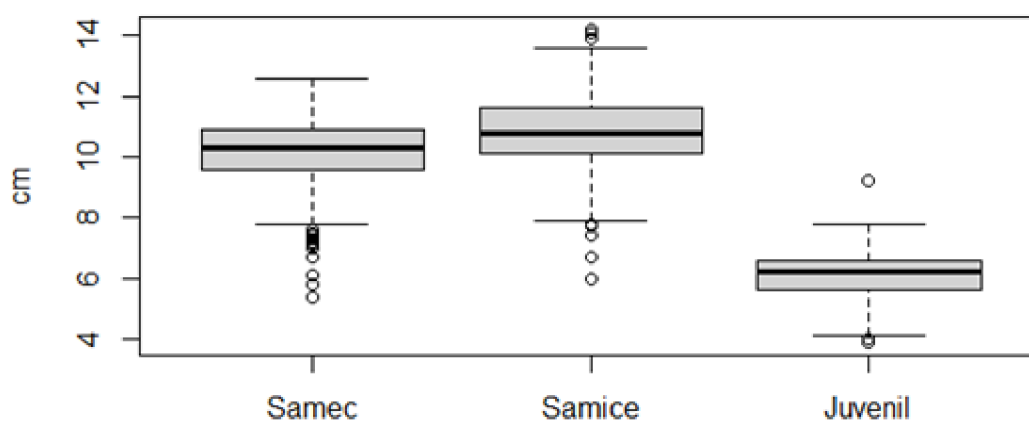
4. Výsledky

4.1. Základní demografické parametry

Výpočet celkové populace pomocí metody minimální počet živých (MNA), která využívá i metody CMR činí 1016 samců, 840 samic a 204 juvenilů nacházejících se v roce 2017 na zkoumané lokalitě (Tab. 2). Z toho pouhých 59 samců, 78 samic a 7 juvenilů bylo odchyceno vícekrát během migrace. Poměr pohlaví jedinců *T. cristatus* nacházejících se v roce 2017 na lokalitě v Tovéři, byl určen jako 1,21:1 ve prospěch samců.

Tab. 2 - Výpočet populace *T. cristatus* na lokalitě Tověř.

	Počet odchytů	Počet jedinců
Samec	1075	1016
Samice	918	840
Juvenil	211	204
Celkem	2204	2060



Obr. 7 - Krabičkový diagram velikosti jednotlivých pohlaví a juvenilních jedinců.

Na krabíčkovém diagramu (Obr. 7) vidíte porovnání velikosti těl samců, samic a juvenilních jedinců. Průměrná velikost samce odchyceného v roce 2017 během studie byla 10,23 cm a průměrná velikost samice činila 10,84 cm. Medián pro samce byl 10,3 cm a pro samice 10,8 cm. Největší odchycený a naměřený dospělý jedinec, během výzkumu, byla samice měřící 14,2 cm. Nejmenší naměřený dospělý jedinec byl samec, jehož délka těla byla 5,4 cm (Tab. 3).

Tab. 3 - Naměřené průměrné, maximální a minimální délky těla odchycených jedinců.

Pohlaví	Průměr [cm]	Maximální délka [cm]	Minimální délka [cm]
Samec	10,23	12,6	5,4
Samice	10,84	14,2	6,0
Juvenil	6,12	9,2	3,9

Za účelem zjištění, jestli je rozdíl mezi těmito skupinami jedinců signifikantní je zapotřebí sesbíraná data otestovat. Běžně se v případě, kdy existují tři kategorie proměnné, používá jednocestná ANOVA, která porovnává, zda mezi jednotlivými skupinami jedinců existuje signifikantní rozdíl jejich středních hodnot (alespoň mezi dvěma z nich). Výsledky ANOVy získaných dat vidíte v Tab 4.

Tab. 4 - Výsledná tabulka ANOVy. První sloupec charakterizuje zdroj variability, kdy faktorem jsou jednotlivé skupiny pozorovaných jedinců (Factor A). Druhý sloupec – stupně volnosti (df), třetí sloupec – součet čtverců, čtvrtý sloupec – průměr čtverců, pátý sloupec – hodnota testového kritéria (F), šestý sloupec – hodnota p-value.

Source term	df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Factor A	2	3862	1931.1	1809	<0.0001
Residuals	2201	2350	1.1		
Total	2203	6212			

Z výsledku statistického testu lze vyčíst, že mezi jednotlivými skupinami jedinců existuje statisticky signifikantní rozdíl v jejich velikostech (střední hodnoty datasetu). K tomu abychom zjistili, které skupiny vykazují statisticky signifikantní rozdíly je nutné

postoupit výsledky mnohonásobnému porovnání. Pro toto testování byl zvolen Tukeyho test. Tukeyho test testuje, zda jsou rozdíly mezi jednotlivými skupinami signifikantní, tedy jestli je rozdíl mezi velikostí samec x samice, samec x juvenil, samice x juvenil (Tab. 5).

Tab. 5 – Tukeyho test porovnání velikostí mezi jednotlivými skupinami.

Kombinace	diff	lwr	upr	p-value
Samice-Samec	0.6062647	0.4973673	0.7151621	<0.0001
Juvenil-Samec	-4.1125775	-4.2950362	-3.9301189	<0.0001
Juvenil-Samice	-4.7188422	-4.9038431	-4.5338413	<0.0001

Z výsledků je patrné, že v případě všech kombinací skupin jedinců jsou stanoveny signifikantní rozdíly v jejich velikosti.

Bylo stanoveno 14 velikostních skupin (SVL1 – SVL 14). Počty jedinců podle pohlaví nacházejících se v jednotlivých velikostních třídách vidíme v tabulce 6. Nejvíce samic se našlo ve skupině SVL11 a nejvíce samců ve skupině SVL10.

Tab. 6 - Počty jedinců dle pohlaví v jednotlivých velikostních skupinách. f = samice; m = samec.

	SVL5	SVL6	SVL7	SVL8	SVL9	SVL10	SVL11	SVL12	SVL13	SVL14
f	0	1	4	20	73	204	279	197	51	11
m	1	2	7	38	149	365	356	96	2	0

Nejvíce juvenilů se našlo ve velikostní skupině SVL6 (Tab. 7). Průměrná velikost juvenilního jedince byla 6,12 cm a medián činil 6,2 cm. Nejmenší naměřený juvenilní jedinec měřil 3,9 cm a největší 9,2 cm (Tab. 3).

Tab. 7 - Počty juvenilů v jednotlivých velikostních skupinách.

	SVL4	SVL5	SVL6	SVL7	SVL8	SVL9
juvenil	3	37	92	66	5	1

4.2. Migrace

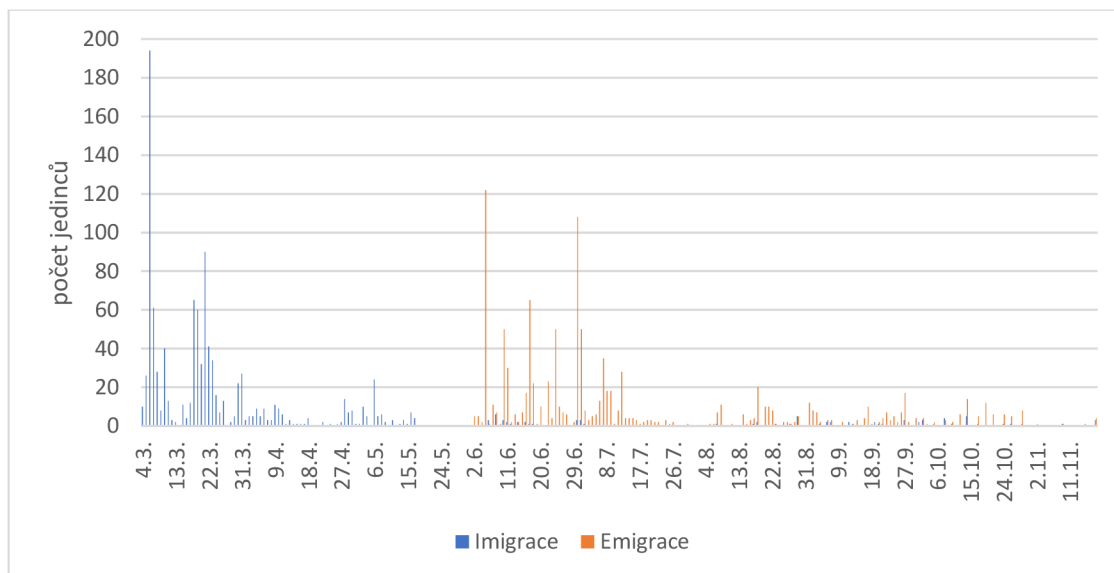
4.2.1. Období migrace a vliv povětrnostních podmínek

Monitoring probíhal od 4. 3. 2017 do 18. 11. 2017, celkem 259 dní. Dohromady bylo učiněno 2204 jednotlivých odchyť jedinců *T. cristatus*, z toho při imigraci bylo chyceno 1096 jedinců a 1108 jedinců při emigraci (Tab. 8).

Tab. 8 - Celkový počet odchyť migrujících jedinců.

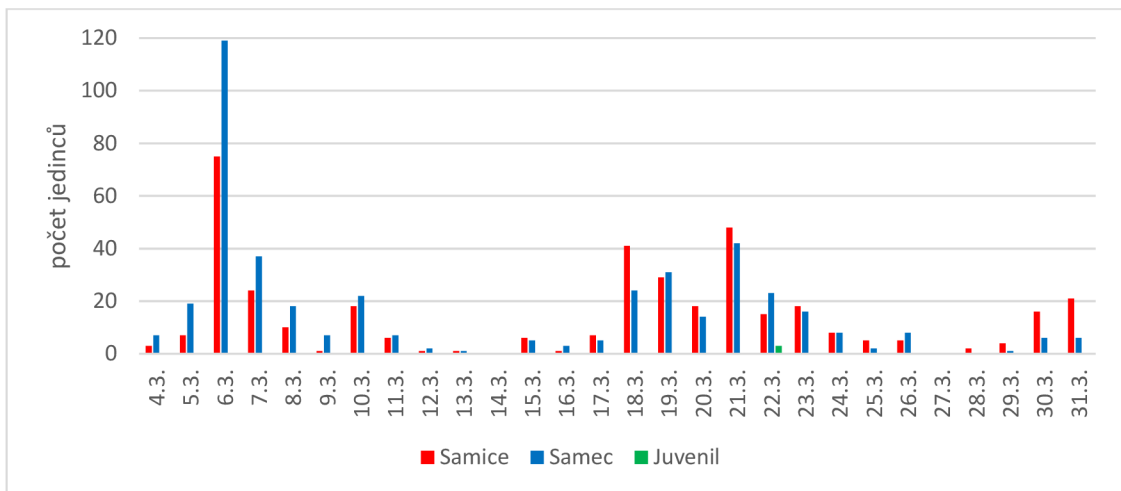
Pohlaví	Celkový počet odchyť	Imigrace	Emigrace
Samec	1075	543	532
Samice	918	532	386
Juvenil	211	21	190

Hlavní imigrační tah jedinců *T. cristatus* na sledovanou lokalitu (jednalo se o 75,36 % jedinců z celkového počtu imigrujících jedinců) probíhal od 4. 3. do 31. 3., tedy 27 dní. Poté byl pozorován ještě další menší nárůst příchozích jedinců zhruba od 28. 4. do 8. 5. Hlavní emigrační tah jedinců začal 5. 6. a trval do 12. 7., tedy 37 dní. Během této doby se jednalo o cca 40,43 % emigrujících jedinců z celkového počtu odchozích jedinců (Obr. 8).

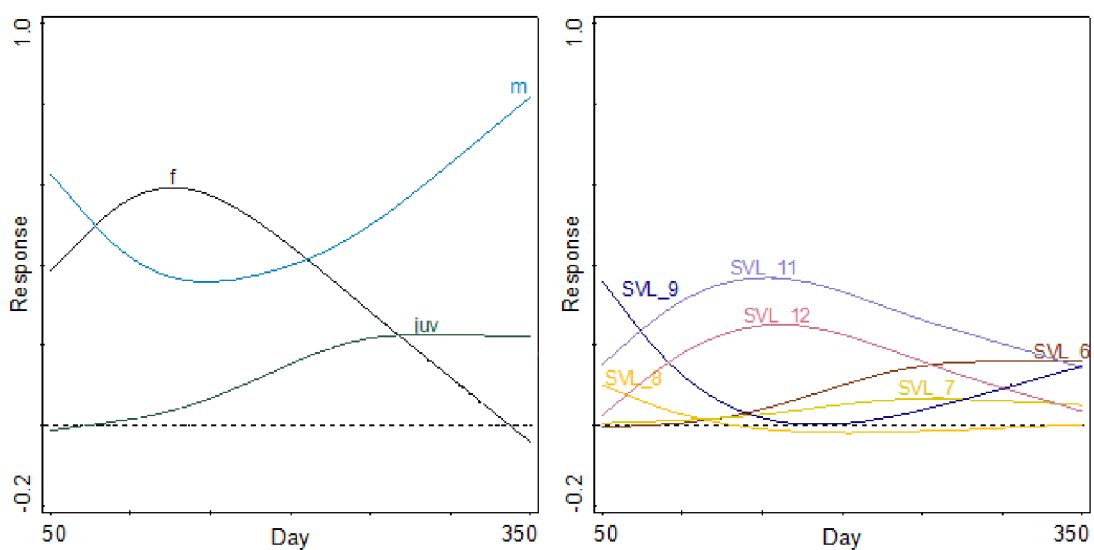


Obr. 8 - Počet migrujících jedinců za sledované období dle odchyťových dnů.

První jedinci imigrovali již 4. 3. 2017 Z celkového počtu 1096 jedinců bylo 532 samic, 543 samců a 21 juvenilů. Hlavní imigrační tah byl pozorován od 4. 3. do 31. 3., během tohoto období přišlo 390 samic (73,31 % z celkového počtu přichozích samic), 433 samců (79,74 %) a 3 juvenilové (14,29 %). Poté následovala další menší a kratší imigrační vlna v období mezi 28. 4. do 8. 5 (Obr. 9 a 10). Jedinci *T. cristatus* velikosti 8,5 cm až 9,4 cm (SVL9) imigrují stejně jako samci. Skupiny SVL11 a SVL12 imigrují velmi podobně jako samice. Vliv dne v roce na juvenilily je obdobný jako na SVL 6 a 7 (Obr 10).

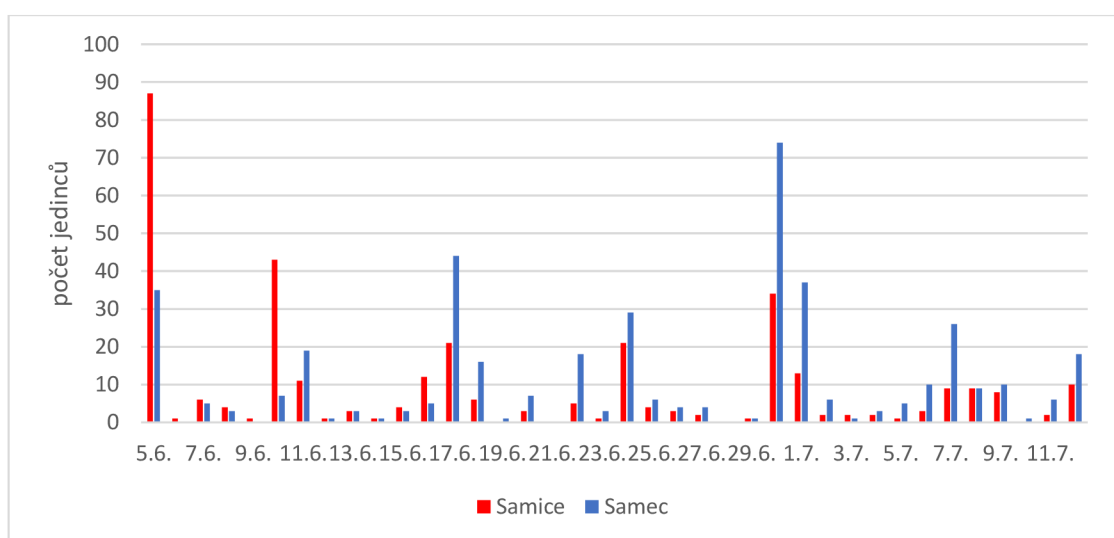


Obr. 9 – Hlavní imigrační tah samců, samic a juvenilů odchytených v jednotlivých dnech.

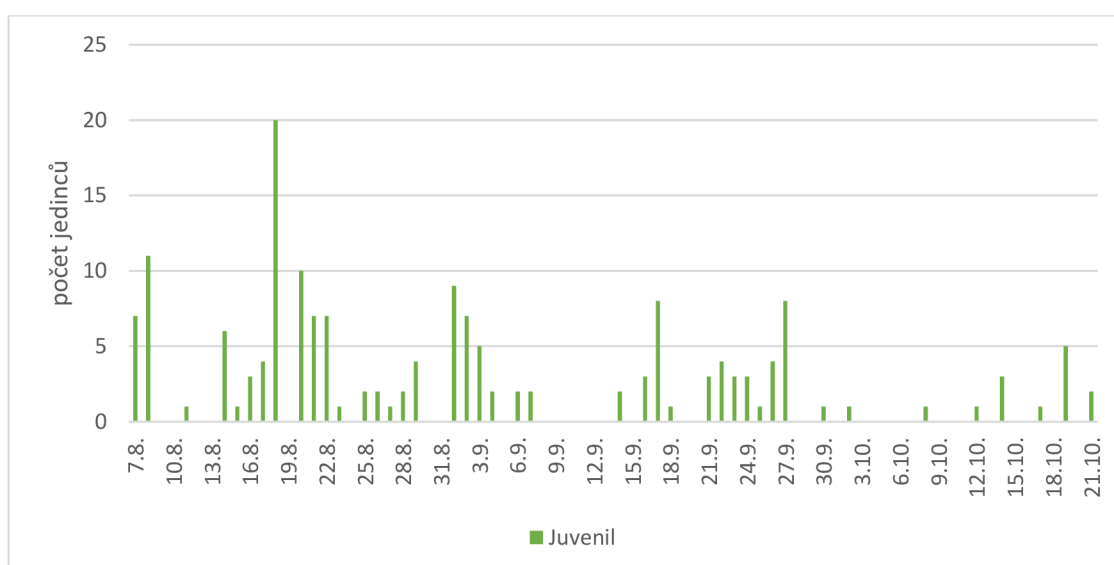


Obr. 10 - Vliv dne v roce při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilily a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

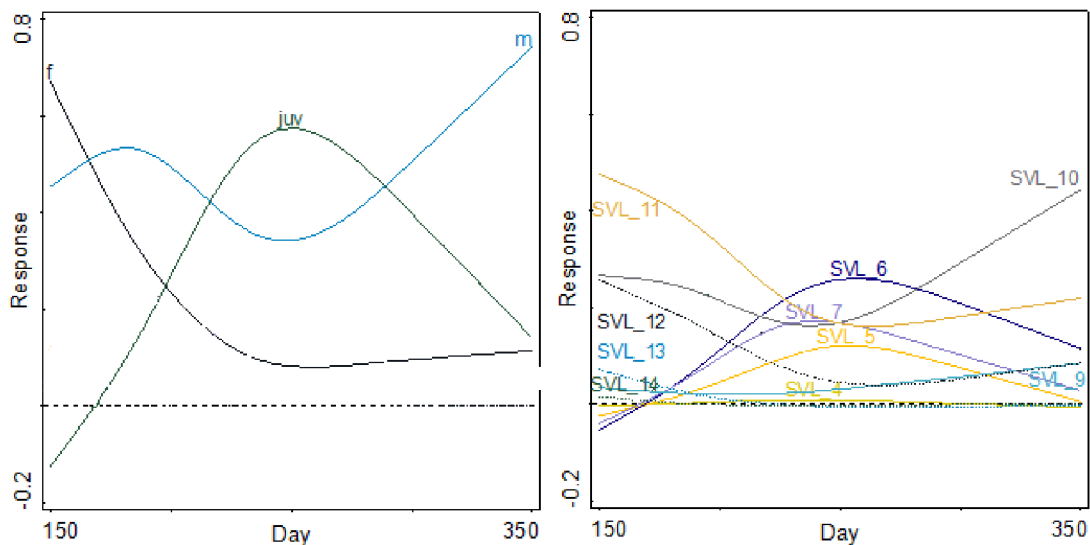
Z lokality první jedinci začali odcházet již 2. 6. Z celkového počtu 1108 emigrujících jedinců se jednalo o 386 samic, 532 samců a 190 juvenilů. Hlavní emigrační tah jedinců začal 5. 6. a trval až do 12. 7., za tuto dobu odešlo 336 samic (87,05 % z celkového počtu odchozích samic) a 421 samců (79,14 %) v tomto období neemigroval žádný juvenil (Obr. 11 a 13). Juvenilové měli hlavní emigrační vlnu v období od 7. 8. do 21. 10 (Obr. 12 a 13). Z výsledků vidíme, že jedinci, kteří měří 10,5 až 11,4 cm (SVL11) odcházejí podobně jako samice. A jedinci, kteří spadají do velikostní skupiny SVL10 emigrují podobně jako samci. Na jedince patřící do skupin SVL5-7 má podobný vliv den v roce při emigraci jako na juvenily (Obr. 13).



Obr. 11 - Hlavní emigrační tah samců a samic odchycených v jednotlivých dnech.



Obr. 12 - Hlavní emigrační tah juvenilů odchycených v jednotlivých dnech.

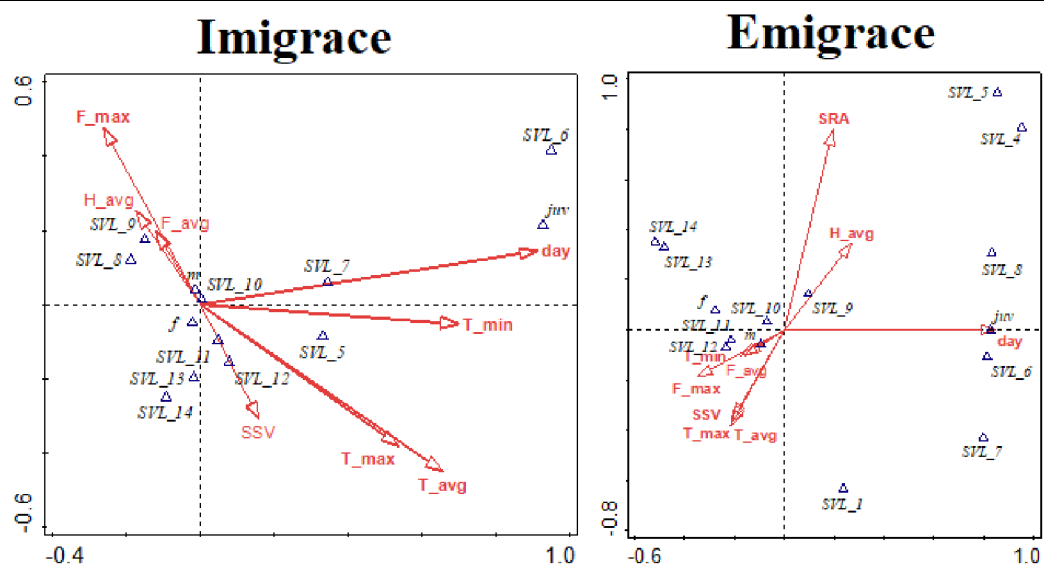


Obr. 13 - Vliv dne v roce při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilní a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

V tab. 9 jsou uvedené výsledky CCA a faktory, které mají signifikantní efekt jsou zvýrazněné tučně. Netučně jsou hodnoty, které měly samostatný efekt (simple term effect), avšak v kombinaci již k celkovému modelu nepřispívají svým efektem. Celkově metoda CCA vysvětlila 4,89 % variability datasetu během imigrace a 9,75 % během emigrace. Nejvíce z faktorů vysvětluje kalendářní den v roce, během imigrace 2,45 % a při emigraci 5,04 %. Druhý faktor, který nejvíce vysvětluje je průměrná denní teplota vzduchu, kdy během příchodu jedinců je to 0,75 % a během odchodu 1,14 % (Tab. 9). Výsledný graf CCA metody vlivu vybraných faktorů na imigraci a emigraci je na Obr. 14.

Tab. 9 - Výsledné hodnoty kombinace faktorů analýzy CCA pro migraci. (day = den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu).

Faktor	Imigrace			Emigrace		
	Explains [%]	Pseudo-f	p-value	Explains [%]	Pseudo-f	p-value
Day	2,45	27,5	0,002	5,04	58,7	0,002
T_avg	0,75	8,5	0,002	1,14	13,5	0,002
SRA				0,92	10,9	0,002
F_max	0,52	5,9	0,002	0,62	7,4	0,002
T_min	0,43	4,9	0,002	0,53	6,4	0,002
T_max	0,35	4,0	0,002	0,15	1,8	0,046
F_avg	0,15	1,7	0,068	0,13	1,8	0,094
SSV	0,09	1,1	0,362	0,40	4,9	0,002
H_avg	0,13	1,5	0,138	0,82	9,9	0,002

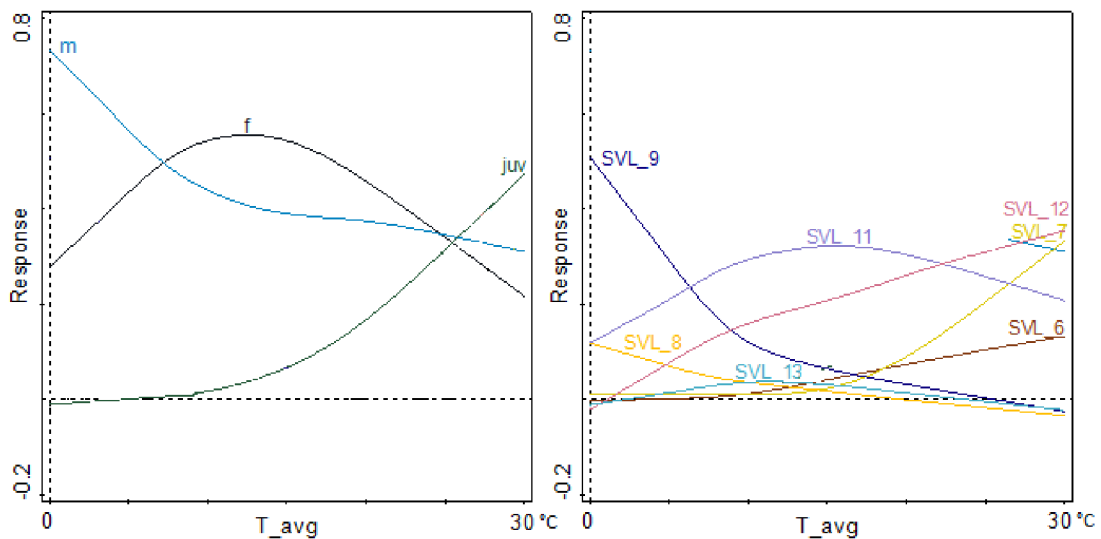


Obr. 14 - CCA diagram vlivu kombinace faktorů na migraci. (Day = kalendářní den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu.)

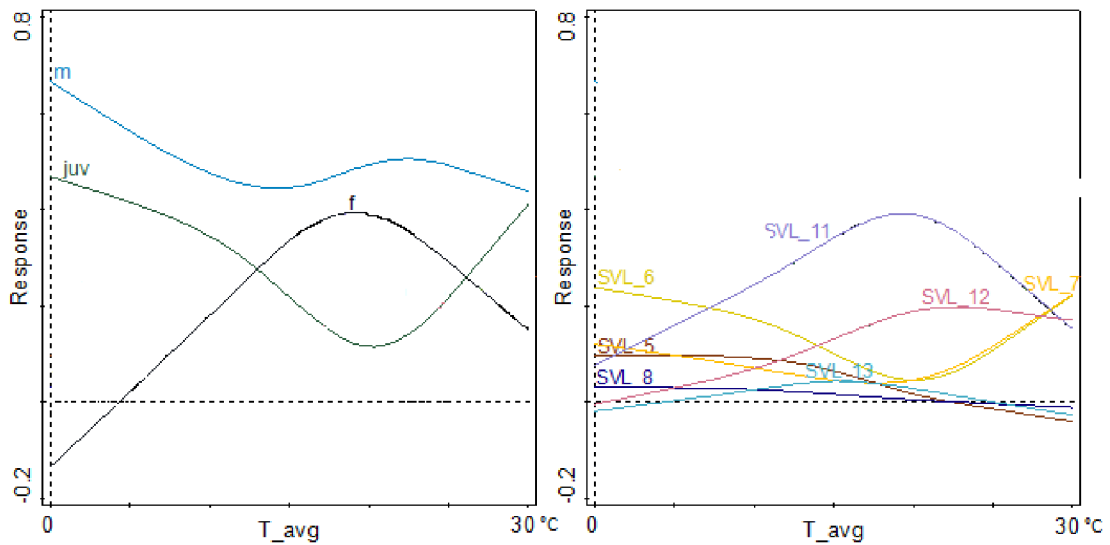
Tab. 10 – Srovnání faktorů pomocí GAM pro jednotlivé faktory během migrace *T. cristatus*. Tučně znázorněné p hodnoty jsou průkazné a vyhodnocené pomocí grafů. (I = imigrace, E = emigrace. Day = kalendářní den v roce, T_avg = průměrná denní teplota vzduchu, SRA = množství srážek v předchozím dni, F_max = maximální síla větru během dne, T_min = minimální denní teplota vzduchu, T_max = maximální denní teplota vzduchu, F_avg = průměrná rychlost větru, SSV = délka slunečního svitu, H_avg = průměrná vlhkost vzduchu.)

	Samec			Samice			juvenil		
	R2 [%]	F	p	R2 [%]	F	p	R2 [%]	F	p
Day - I	3,4	19	<0.00001	4,6	26,6	<0.00001	16,6	108,6	<0.00001
T_avg - I	2,5	14,3	<0.00001	2,0	11,2	0.00001	9,0	53,9	<0.00001
F_max - I	0,8	4,3	0.01376	0,7	3,8	0.02166	0,4	2,2	0.11535
T_min - I	0,7	4,0	0.01951	0,7	4,0	0.01853	13,0	81,5	<0.00001
T_max - I	1,9	10,5	0.00003	1,3	7,4	0.00067	6,8	39,6	<0.00001
Day - E	8,1	48,9	<0.00001	17,6	118,4	<0.00001	49,6	542,6	<0.00001
T_avg - E	1,0	5,7	0.00358	3,5	20,2	<0.00001	8,1	48,7	<0.00001
SRA - E	0,9	5,2	0.00547	1,2	6,8	0.00111	2,4	13,5	<0.00001
F_max - E	1,7	9,7	<0.00001	1,7	9,7	0.00007	7,4	44,1	<0.00001
T_min - E	0,7	3,9	0.0197	2,1	11,6	0.00001	5,4	31,5	<0.00001
H_avg - E	1,3	7,3	0.00068	2,1	12,1	<0.00001	5,2	30,1	<0.00001
SSV - E	1,7	9,6	0.00007	4,2	24,5	<0.00001	4,3	24,5	<0.00001
T_max - E	1,4	7,9	0.00038	3,9	22,7	<0.00001	3,9	22,5	<0.00001

Výsledky generalizovaných aditivních modelů (GAM) jednotlivých faktorů během imigrace a emigrace působících na jednotlivé pohlaví jsou uvedeny v Tab. 10. Vliv povětrnostních podmínek na migraci *T. cristatus* vyšel tak, že počet imigrujících samic se vzrůstající průměrnou teplotou klesá během roku, kdy probíhal výzkum. Samice preferovaly teplotu kolem 12 °C. Juvenilové začali přicházet při 13 °C a poté se počet přichozích jedinců zvyšoval s narůstající teplotou (Obr 15). Během emigrace v roce 2017 měli samci podobný trend jako při imigraci, se vzrůstající teplotou klesal počet odcházejících jedinců z lokality, avšak s menším zvýšením kolem 22,5 °C. U samic platilo, že se vzrůstající teplotou jich emigrovalo více s maximem při 20 °C, poté počet odchozích samic v tomto roce klesal. Počet juvenilů, kteří odcházeli z rozmnožiště klesal s narůstající teplotou do 21 °C a následně se počet emigrujících juvenilních jedinců zvětšovala (Obr. 16). Na obr. 16 a 17 je také vidět, že velikostní skupina SVL11 v obou případech má velmi podobnou křivku jako samice. V případě imigrace samci preferují stejné průměrné teploty jako SVL9. Juvenilové mají obdobnou křivku během imigrace jako SVL7 (Obr. 15) a během emigrace jako SVL6 a 7 (Obr. 16).

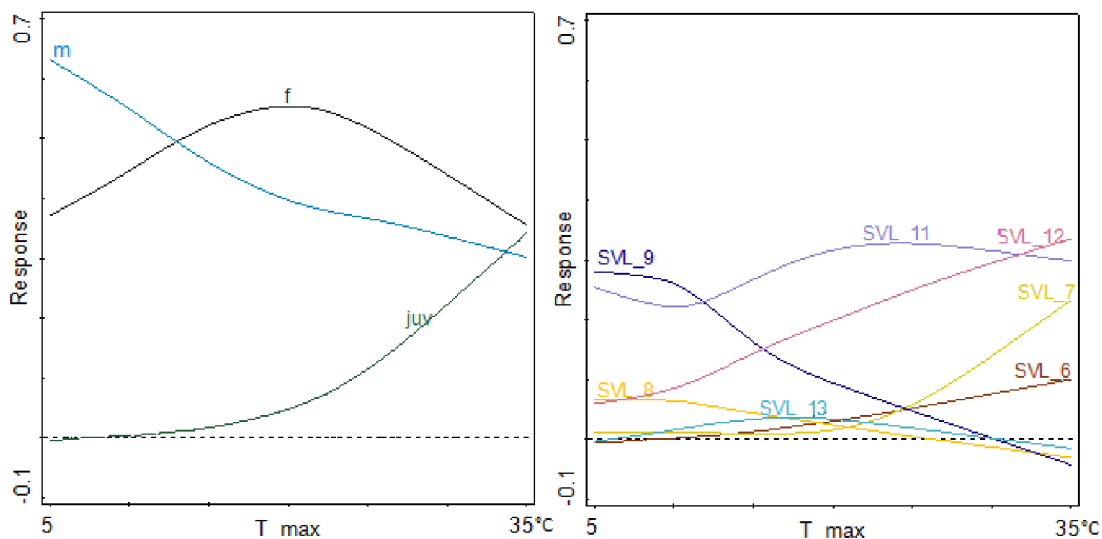


Obr. 15 - Vliv průměrné teploty při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

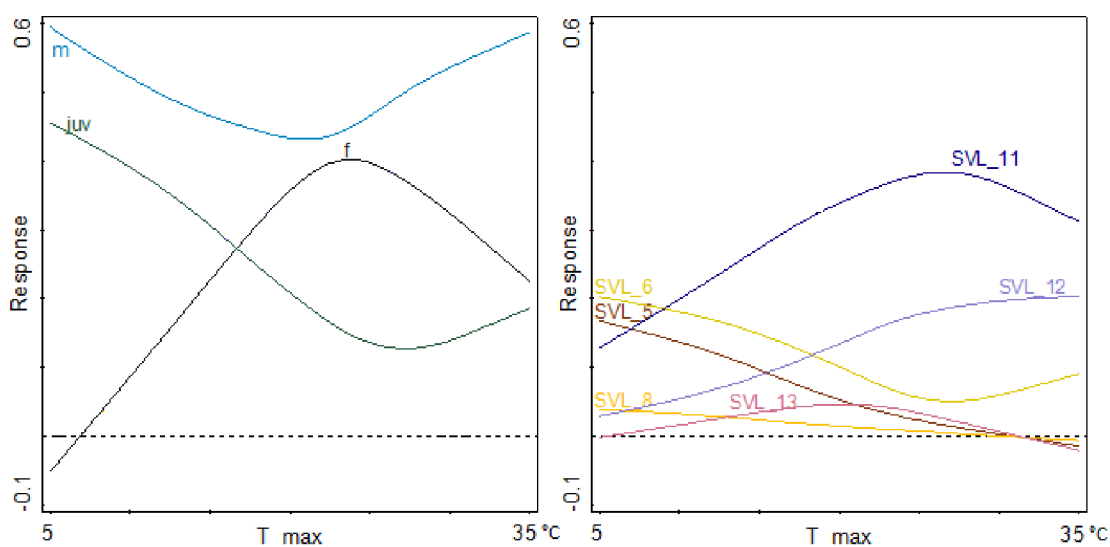


Obr. 16 - Vliv průměrné teploty při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilní a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec

Maximální denní teplota na příchozí samce měla vliv takový, že čím byla vyšší, tím méně samců přicházelo. Samice měly vrchol při 20 °C a poté se počet imigrujících samic snižoval. U juvenilů v roce 2017 platilo, že čím vyšší maximální teplota byla, tím více jedinců imigrovalo. Během imigrace měla velikostní třída SVL9 obdobnou preferenci maximálních teplot jako samci a SVL7 jako juvenilové (Obr. 17). Při emigraci samci odcházeli nejvíce při 5 °C, poté se počet snižoval. A od maximální denní teploty 22 °C se se vzrůstající teplotou zase zvyšoval i počet emigrujících samců. Čím vyšší maximální denní teplota během emigrace byla, tím více samic odcházelo. Vrchol byl při 24 °C a poté se počet emigrujících samic začal snižovat. Juvenilové během emigrace preferovali nižší teploty a platilo u nich, že čím byla maximální denní teplota vyšší, tím méně jedinců emigrovalo. Během emigrace měli juvenilové a jedinci velcí 5,5 cm až 6,4 cm (SVL6) podobné křivky (Obr. 18).



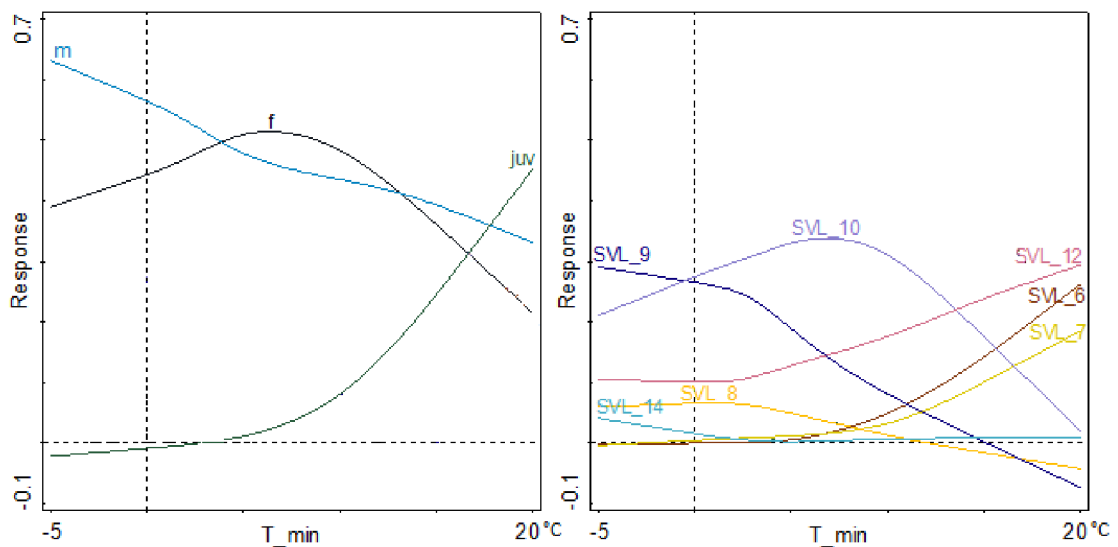
Obr. 17 - Vliv maximální teploty při imigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilní a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec



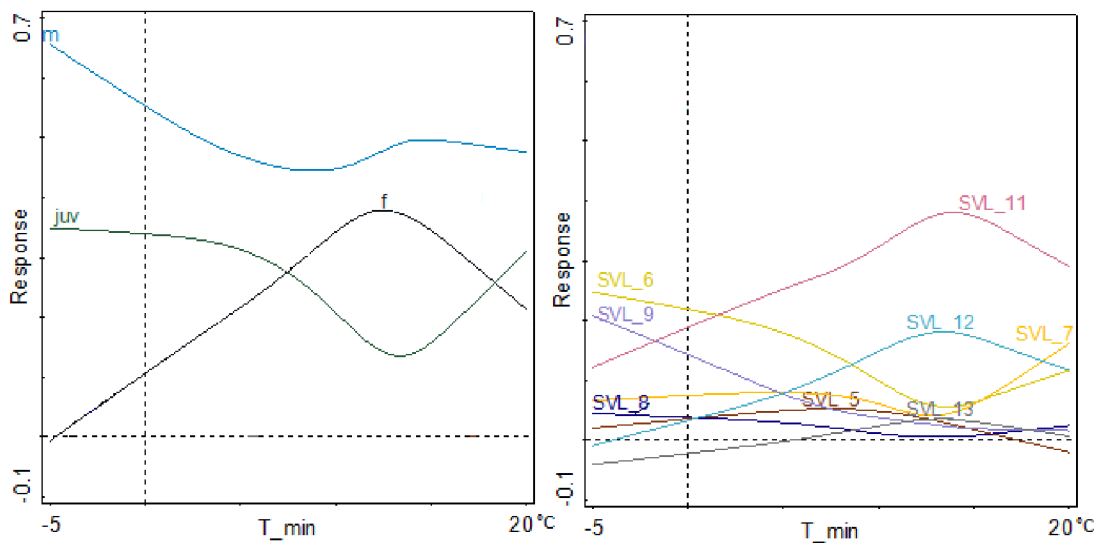
Obr. 18 - Vliv maximální teploty při emigraci na jednotlivá pohlaví, juvenilní a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec

Mínimální denní teplota na samce *T. cristatus* při imigraci působila tak, že čím vyšší byla, tím méně samců daný rok přicházelo. Se vzrůstající minimální denní teplotou rostl i počet imigrujících samic do 7,5 °C, poté se počet výrazně snižoval. U juvenilů platilo, že čím vyšší byla minimální denní teplota, tím více juvenilů přicházelo. V rámci imigrace měly samice a SVL10 obdobné odpovědi na minimální denní teplotu. Křivka skupiny SVL9 je podobná křivce, kterou při imigraci měli samci. Vliv minimální denní teploty na skupinu SVL6-7 se podobá vlivu na juvenilní (Obr. 19). V rámci emigrace měli samci podobný trend jako při imigraci a to, že čím vyšší byla minimální denní

teplota, tím menší byl počet emigrujících samců. Počet odcházejících samic z rozmnožiště rostl s narůstající minimální teplotou, při 13,5 °C se počet začal snižovat. Juvenilové reagovali na zvyšující se minimální denní teplotu zmenšením počtu emigrujících jedinců až do 14 °C, poté se množství odchozích juvenilů zase zvyšovalo. Během emigrace měl vliv minimální denní teploty obdobný vliv na samice a SVL11 a SVL12. Křivky skupin SVL6 a 7 se podobaly křivce, kterou měli během odchodu z rozmnožiště juvenilní jedinci (Obr. 20).

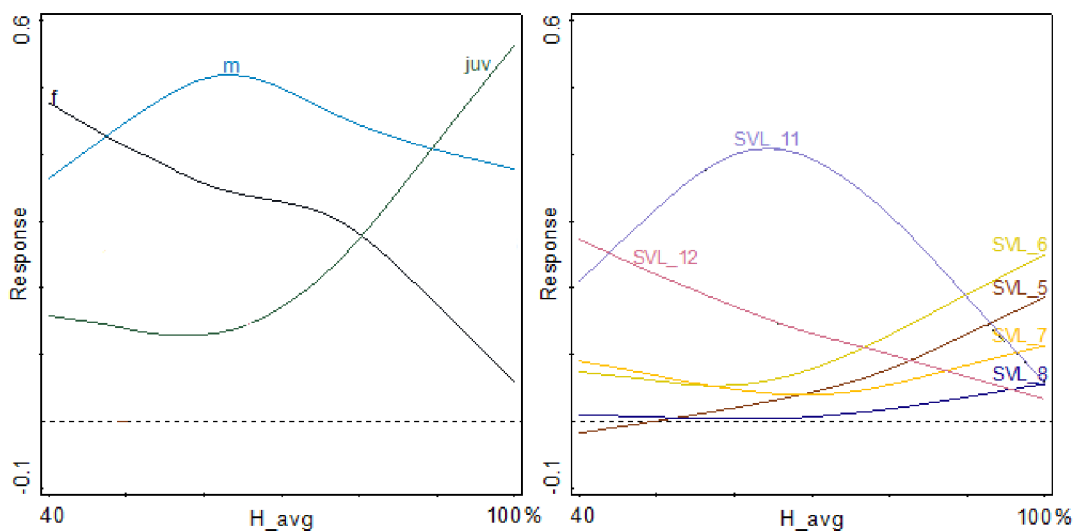


Obr. 19 - Vliv minimální teploty během imigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec



Obr. 20 - Vliv minimální teploty během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec

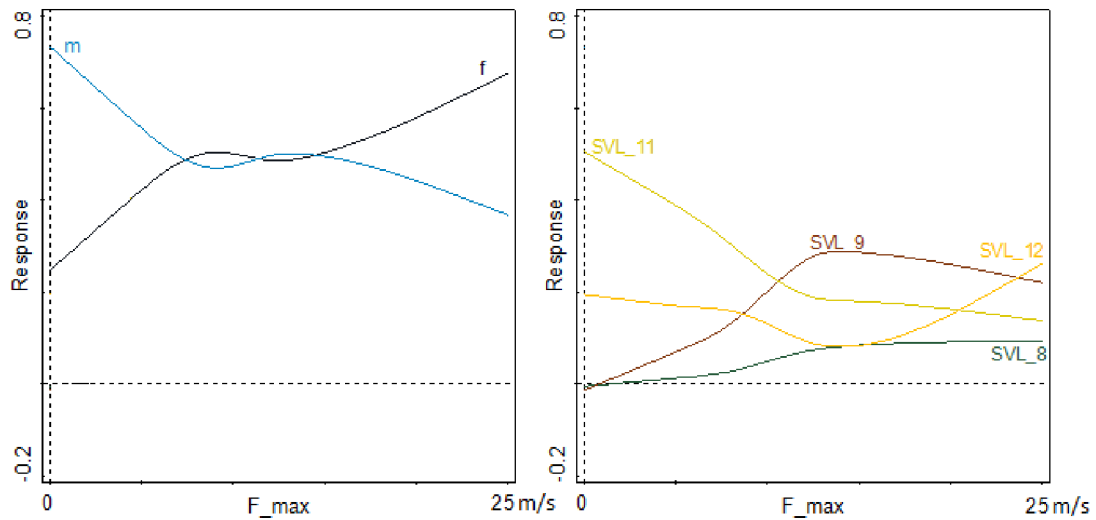
U *T. cristatus* během imigrace se projevila vlhkost vzduchu v modelu v kombinaci s ostatními faktory jako neprůkazná. Během emigrace již tento faktor významný byl (Tab. 9). Nejvíce samců odcházelo při vlhkosti vzduchu kolem 65 %, poté se jejich počet s narůstající vlhkostí vzduchu snižoval. Pro samice v roce, kdy probíhal výzkum platilo, že čím větší vlhkost vzduchu, tím méně jedinců emigrovalo. U juvenilů platilo, že čím větší vlhkost vzduchu, tím více jedinců odcházelo z rozmnožiště. Vliv vlhkosti vzduchu na velikostní skupinu SVL11 během emigrace je jistou kombinací odpovědí samců a samic. Skupiny SVL5-8 mají do jisté míry podobnou preferenci vlhkosti vzduchu při emigraci jako juvenilové (Obr. 21).



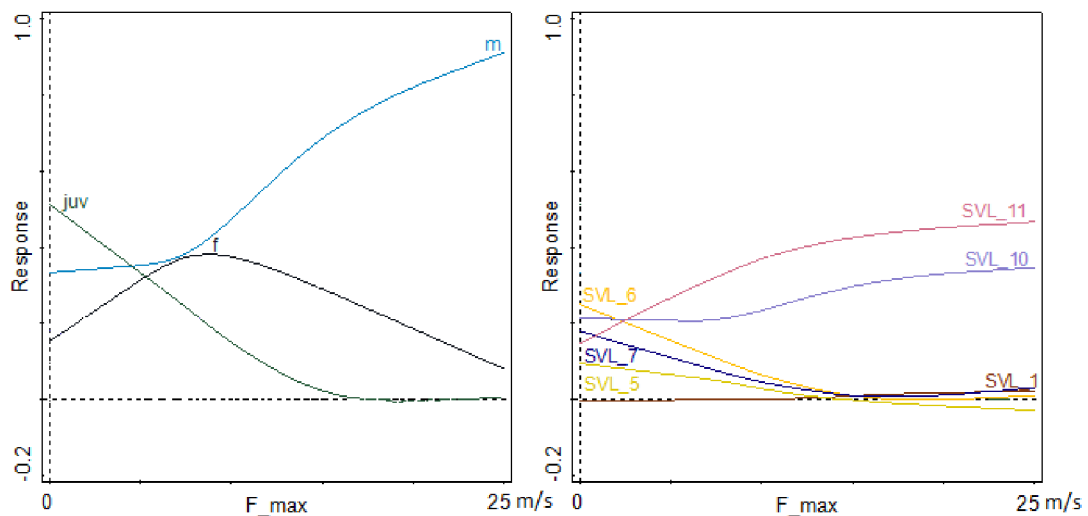
Obr. 21 - Vliv vlhkosti vzduchu během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilů a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

Během imigrace jedinců *T. cristatus* se u samců v roce 2017 zjistilo, že je pro ně při této aktivitě ideální bezvětří, protože čím rychlejší je vítr, tím méně jedinců na lokalitu přichází. U samic tomu bylo naopak, čím rychlejší byl vítr tím více bylo imigrujících samic (Obr. 22). U emigrace byl trend úplně jiný. U samců platilo, že čím rychlejší vítr byl, tím více jedinců emigrovalo z rozmnožiště. Samice měly vrchol v počtu odchozích samic kolem maximální rychlosti větru 9 m/s a poté se jejich počet snižoval. Juvenilové preferovali emigraci při bezvětří a čím rychlejší vítr byl, tím jich emigrovalo méně. Během emigrace u velikostních skupin SVL10 a 11 platí, že čím rychlejší maximální vítr je, tím více jedinců emigruje, to je podobné jako u samců *T. cristatus*. Skupiny SVL5-7 emigrovaly z lokality nejvíce při bezvětří, a čím rychlejší

byl maximální vítr, tím méně jedinců odcházelo, stejně tak jako u juvenilních jedinců tohoto druhu (Obr. 23).



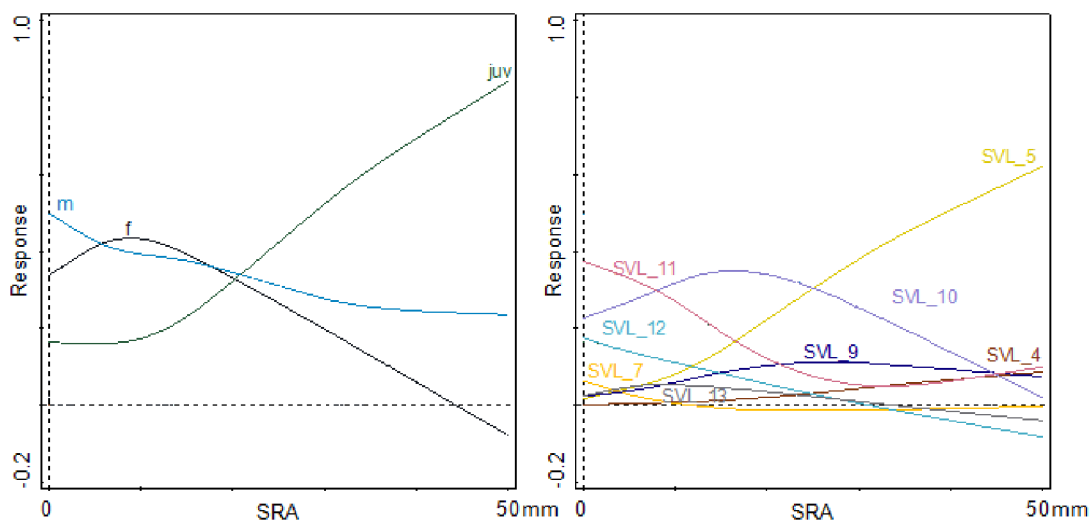
Obr. 22 - Vliv rychlosti větru během imigrace na jednotlivá pohlaví a velikostní třídy. f=samice, m=samec.



Obr. 23 - Vliv rychlosti větru během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilní a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

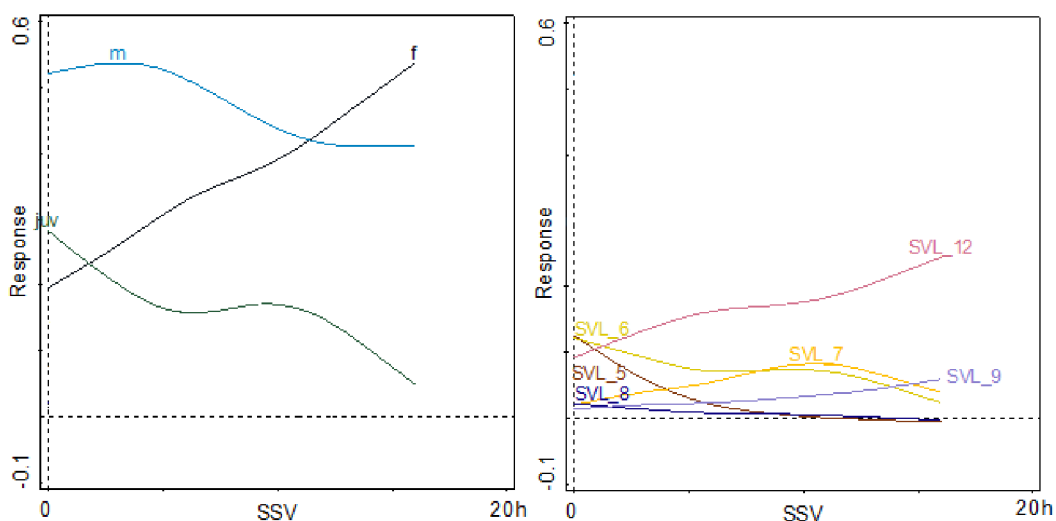
Množství srážek v přechodném dni se neprokázalo jako významné během imigrace. Během emigrace výsledky ukazují, že množství srážek v předchozím dni během tohoto výzkumu mělo na samce takový vliv, že čím více přelo tím méně samců v následující den emigrovalo, stejně tak tomu bylo i u velikostní skupiny SVL11. U samic tomu bylo podobně, do 10 mm srážek za 24 h počet odchodících samic rostl, poté již počet emigrujících samic klesal. Obdobně tomu bylo i u SVL10, avšak zde počet

emigrujících jedinců v této velikostní třídě vzrůstal do cca 20 mm srážek, poté již počet odchozích jedinců této velikostní třídy pouze klesal. U juvenilů byl trend opačný, čím více v předchozí den přšelo tím více jich emigrovalo, stejně jako u jedinců patřících do SVL5 (Obr. 24).



Obr. 24 - Vliv množství srážek během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec.

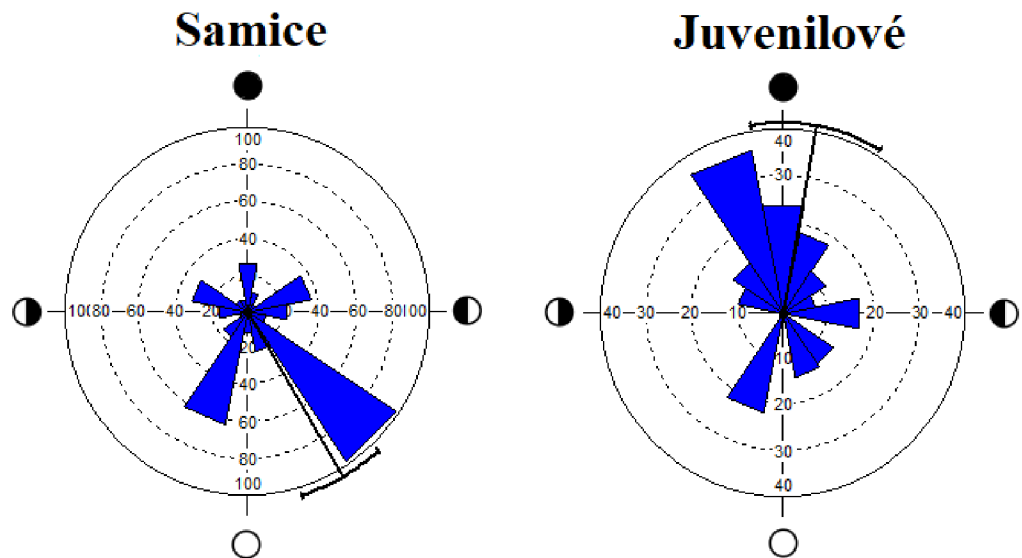
Vliv délky sluneční svitu na imigrující jedince u *T. cristatus* se projevil v modelu v kombinaci s ostatními faktory jako neprůkazný. Během emigrace z výsledků u samců a juvenilů vidíme, že čím delší sluneční svit byl, tím méně jedinců z lokality emigrovalo. U samic tomu bylo naopak, čím delší byl sluneční svit během dne, tím více jedinců emigrovalo z lokality. Obdobně tomu bylo i u velikostní skupiny SVL12 (Obr. 25).



Obr. 25 - Vliv délky slunečního svitu během emigrace na jednotlivá pohlaví, juvenilny a velikostní třídy. f=samice, m=samec, juv=juvenilní jedinec

4.2.2. Vliv fáze měsíce

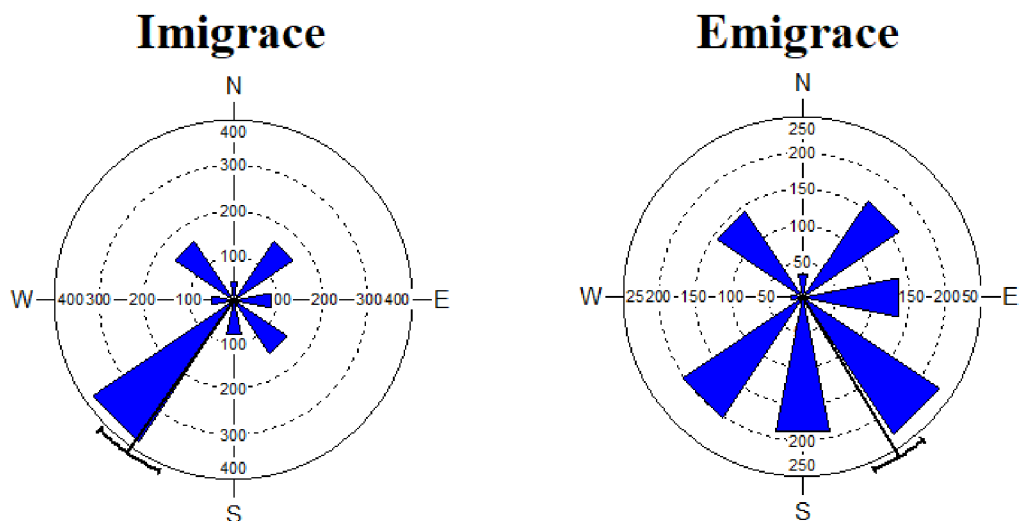
Vliv fáze měsíce na všechny jedince při migraci *T. cristatus* se projevil jako nesignifikantní jak při imigraci, tak i emigraci. Avšak při emigraci u samic a juvenilů jsou výsledky signifikantní. Samice preferují odchod z lokality během dorůstání měsíce ve třech čtvrtinách. Juvenilové preferují emigraci během novu (Obr. 26)



Obr. 26 - Vliv měsíční fáze na emigraci samic a juvenilů. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku.

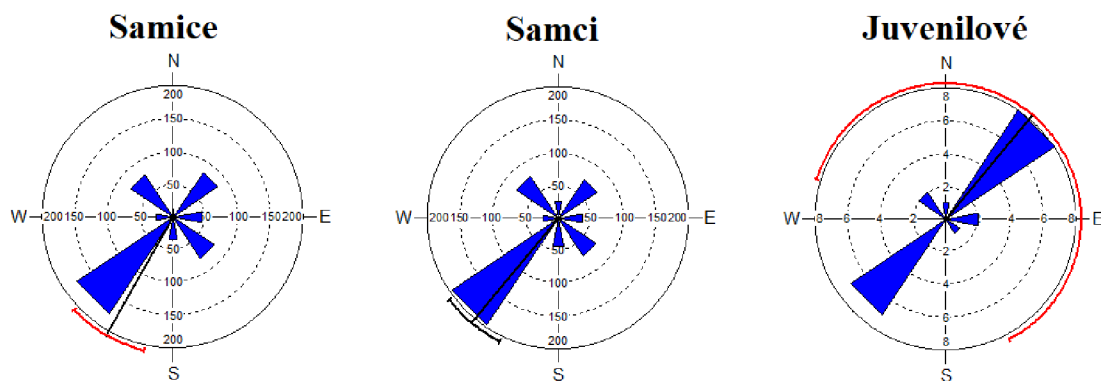
4.2.3. Směr migrace

Ze směrové růžice na obr. 27 lze vidět, že jedinci raději přichází na lokalitu z jihozápadu, tedy z oblasti, kde se nachází obec (Rayleigh test; $p < 0,0001$). Při emigraci tomu je naopak, jedinci převážně odchází na jihovýchod, kde se nachází les (Rayleigh test; $p < 0,0001$).



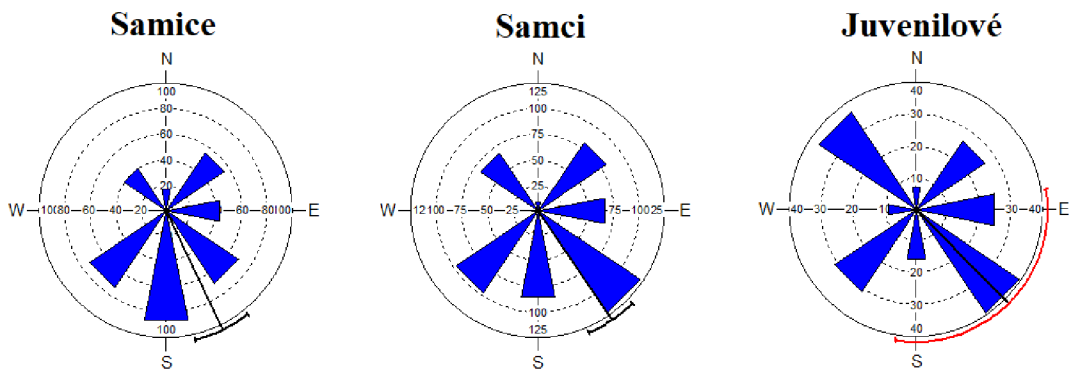
Obr. 27 - Směrová růžice imigrace a emigrace pro všechny jedince *T. cristatus*. Černá výseč ukazuje průměr a směrodatnou odchylku.

Když se podíváme samostatně na směr imigrace podle jednotlivých pohlaví vidíme, že u samic (Rayleigh test; $p=0,510$) a juvenilů (Rayleigh test; $p=0,616$) je výsledek nesignifikantní (červená výseč), avšak u samců je významná preference (Rayleigh test; $p<0,0001$), která se shoduje s celkovým směrem imigrace, tedy že preferovali příchod z jihovýchodu, směr z obce (Obr. 28).



Obr. 28 - Směrová růžice při imigrace, dle jednotlivých pohlaví. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku, červená výseč nesignifikantní výsledek.

Výsledek během emigrace u samic i samců je signifikantní (Rayleigh test; obě hodnoty $p < 0,0001$). Obě pohlaví preferují emigraci na jihovýchod, tedy směrem do lesa. U juvenilů je výsledek neprůkazný (Rayleigh test; $p = 0,117$), avšak většinou i zde převládá směr na jihovýchod (Obr. 29).



Obr. 29 - Směrová růžice při emigraci, dle jednotlivých pohlaví. Černá výseč značí průměr a směrodatnou odchylku. Červená výseč nesignifikantní výsledek

5. Diskuse

5.1. Základní demografické parametry

Diplomová práce je souhrnem výsledků sledování migrace *T. cristatus* na lokalitě v obci Tověř. Zjištěné výsledky ukazují preference povětrnostních podmínek během migrace. Směr migrace a také období migrace a možné rozdíly mezi pohlavími a juvenily. Také předkládá základní poznatky o populaci tohoto druhu na lokalitě, jako jsou například početnost populace nebo poměr pohlaví.

Populace *T. cristatus*, jako ostatně všech druhů obojživelníků, jsou velmi kolísavé v čase a často je tomu z přirozených příčin, jako je například zvýšený počet dravců či vyschnutí tůň (Weber 2016). Např. populace čolka velkého zkoumaná Arntzen & Teunis (1993) se za necelé dva roky snížila z 350 na pouhých 16 jedinců nebo, např. populace popisovaná Glandt (1982) významně fluktovala během celé čtyřleté studie. Dle získaných výsledků činí celkové populace *T. cristatus* v roce 2017 na lokalitě v Tověři 2060 jedinců. Z toho bylo 1016 samců, 918 samic a 204 juvenilů. V roce 2015 Weber (2016) během své studie odhadl celkovou populaci čolka velkého v Tověři na $1967 \pm 440,7$ jedinců. Jedná se tedy o poměrně podobné výsledky a dá se tedy říct, že populace na lokalitě v Tověři je vitální a stabilní. Dá se v tomto případě mluvit o velmi početné a u *T. cristatus* nezvykle velké populaci, protože takto velké populace jsou v dnešní době velmi vzácné. Např. Baker (1999) v Leicestershire odhadl populaci na 1408 ± 73 jedinců, avšak Jehle et al. (2011) tvrdí, že populace *T. cristatus* bývá zpravidla mezi 20-200 jedinci na lokalitě.

Většina studií uvádí, že během období rozmnožování by měl být poměr pohlaví vyrovnán (Arntzen & Teunis 1993, Miaud et al. 1993). V této studii byl poměr pohlaví u jedinců *T. cristatus* nacházejících se v roce 2017 na lokalitě v Tověři vypočítán na 1,21:1 ve prospěch samců. Jelikož byl odchycen i velký počet juvenilních jedinců, kteří z lokality pouze emigrovali, dá se předpokládat i úspěšné rozmnožování tohoto druhu na lokalitě.

Literatura udává (Baruš & Oliva 1992, Gustafson 2011, Jehle et al. 2011), že dospělí jedinci *Triturus cristatus* dorůstají velikosti 11 až 15 cm, ve výjimečných případech mohou dorůst až 18 cm. Dále se také uvádí, že samice jsou větší než samci

(Baruš & Oliva 1992, Gustafson 2011, Jehle et al. 2011). To se plně shoduje s výsledky z této studie, protože se nejvíce samic (SVL11) nacházelo ve vyšší velikostní skupině, než největší počet samců (SVL10), zároveň rozdíly ve velikosti potvrzují i signifikantní výsledky testů porovnání velikostních hodnot jednotlivých skupin mezi sebou.

5.2. Migrace

5.2.1. Období migrace a vliv povětrnostních podmínek

Mnoho prací (Hurlburt 1969, Semlitsch 1985, Sinsch 1990, Russell et al. 2005) uvádí, že spouštěcím faktorem migrace obojživelníků jsou srážky a následně až teplota vzduchu. Avšak např. Russell et al. (2005) a Chovančíková (2012) připouštějí, že je spousta specifických podnětů, které spouští migraci a u každé populace se mohou různit. Během této studie se ukázalo, že nejdůležitějším faktorem ovlivňující migraci, jak imigraci i emigraci, *T. cristatus* byla sezónnost (kalendářní den v roce dokázal vysvětlit 2,45 % variability datasetu během imigrace a při emigraci 5,04 %). Jako druhý nejdůležitější faktor se v obou případech ukázala být průměrná teplota dne. Během imigrace poté rychlost větru, minimální teplota a maximální teplota. Během emigrace bylo třetím nejdůležitějším faktorem (po kalendářním dni a průměrné teplotě) množství srážek v předchozím dni, maximální síla větru, minimální teplota, průměrná vlhkost vzduchu, délka slunečního svitu a maximální teplota.

Jako faktor nejvíce ovlivňující migraci, byl pomocí CCA metody zjištěn kalendářní den v roce. Podstatná část imigrace *T. cristatus* probíhala od 4. 3. až do 31. 3. a imigrovalo při ní 75 % z celkového počtu všech odchycených jedinců na lokalitě. Ostatně to ukazují i GAM grafy, v kterých je vidět největší odezva začátkem března a poté počet příchozích jedinců opadá. Kolem dvoustého dne v roce je odezva nejnižší. Poté opět počet příchozích jedinců vzrůstá, kvůli podzimní imigraci a následnému pravděpodobnému zimování ve vodě. Jednalo se tedy o dřívější imigraci v období března, tak jak uvádí Langton et al. 2001 nebo Sparreboom 2014. Dá se tedy říct, že se jednalo o poměrně krátkou a intenzivní jarní migraci, která je většinou obojživelníků vlastní (Mikátová & Vlašín 2004). Avšak období příchodu jedinců je dřívější, než udává např. Zavadil et al. 2011 nebo Růžička 2015. V této studii samice i samci začali přicházet ve stejnou dobu, avšak ve větším množství přicházeli samci. Poměr příchozích samic a samců se přehoupal ve prospěch samic přibližně 13 dnů po příchodu prvních jedinců.

Lze tedy v určité míře mluvit o pozdějším příchodu samic, což je v souladu se studiemi jako Langton et al. 2001 nebo Sparreboom 2014, kteří uvádí, že samci na lokalitu rozmnožování chodí alespoň o týden dříve. Většina dospělých jedinců z lokality odcházela v období od 5. 6. do 12. 7. a během něj odešlo z lokality 40 % z celkového počtu všech odchycených jedinců. Toto období se plně shoduje s literaturou, jakou je např. Langton et al. 2001, Malmgren et al. 2007 nebo Růžička 2015. Zároveň je to částečně v rozporu se Zavadil et al. 2001, který uvádí že čolci zůstávají ve vodě, alespoň 4-5 měsíců. To může být zapříčiněno sušším a teplejším létem v roce 2017, kdy probíhala tato studie, oproti normálu. Z výsledků také vidíme, že samice opustily vodu jako první, což je v rozporu s velkým množstvím literatury, která uvádí, že samci opouští vodu jako první ihned po páření (Langton et al. 2001, Weber 2014, Gustafson 2011, Jehle et al. 2011).

Vliv průměrné teploty během dne, byl zjištěn jako druhý nejdůležitější faktor ovlivňující migraci. Během této studie se ukázalo, že v rámci imigrace a též emigrace samci preferují spíše nižší průměrné denní teploty, oproti vyšším. Výjimkou byla pouze jejich odpověď na vliv maximální teploty během emigrace, kdy sice preferovali nižší maximální teplotu, ale se zvyšující se maximální denní teplotou počet emigrujících jedinců snižoval, avšak při 22 °C se zase počet emigrujících samců začal zvětšovat. Samice preferovaly vždy určité rozmezí teplot, během kterých nejvíce samic migrovalo. Před tím se vždy počet zvětšoval a po dosažení tohoto rozmezí se počet migrujících samic snižoval, ať už to bylo rozmezí průměrné denní teploty, kdy u imigrace bylo od 10 °C do 13,5 °C a u emigrace od 17 °C do 20,5 °C. U minimálních denních teplot toto rozmezí během imigrace bylo 5– 8 °C a emigrace 12-14 °C, u maximálních denních teplot bylo ideální rozmezí 17–21 °C v rámci imigrace a při emigraci bylo 22–26 °C. Preference nižších teplot oproti vyšším teplotám má několik důvodů, například jelikož mají obojživelníci kůži polopropustnou a jsou tedy náchylnější ke ztrátě vody, nemohou migrovat v horkých suchých dnech (Russell et al. 2005). Zároveň jelikož se jedná o poiklotermní živočichy (Sinsch 1990), nemůže být teplota příliš nízká. Nejideálnější rozmezí teplot pro příchod na lokalitu se v této studii ukázalo mezi 0 °C a 15 °C, s vrcholem počtu imigrujících jedinců kolem 7 °C. Během odchodu z rozmnožiště preferovali teplotu okolo 20 °C, tedy nejvíce v rozmezí mezi 15 °C a 22 °C. Zajímavé bylo, že juvenilové jak při imigraci i emigraci preferují vždy vyšší průměrné teploty resp., že se vzrůstající průměrnou teplotou roste i počet migrujících jedinců. Vliv teploty

ve velké míře koreluje s dnem v roce. Preference opravdu nižších teplot u samců jsou pravděpodobně způsobené stylem života *T. cristatus* a jeho rozmnožováním v období brzkého jara, kdy jsou teploty lehce nad 0 °C. Samcům dřívější příchod dává výhodu při páření (Langton et al. 2001). Samice přicházejí na rozmnožiště o chvilku později, proto mají pravděpodobně rozmezí ideálních průměrných teplot pro jejich migraci trochu vyšší oproti samcům. Naopak juvenilové přicházejí na lokalitu ještě později, jelikož se nerozmnožují, a proto je zjevně jejich preference teploty opačná, protože imigrují až při teplejších dnech, kdy nehrozí umrznutí. Preference teplejších dnů při emigraci juvenilů může být způsobena tím, že metamorfóza probíhá od konce července až v srpnu (Langton et al. 2001), kdy bývá z pravidla teplota vyšší.

U *T. cristatus* se pro vlhkost vzduchu ukázala, že nemá signifikantní vliv na imigraci. Při emigraci bylo zjištěno, že nejlepší rozmezí vlhkosti vzduchu pro samce je kolem 65 %, poté se jejich počet s narůstající vlhkostí vzduchu snižoval. Pro samice v roce, kdy probíhal výzkum platilo, že čím větší vlhkost vzduchu, tím méně jedinců emigrovalo. U juvenilů platilo, že čím větší vlhkost vzduchu, tím více jedinců odcházelo z rozmnožiště. Wells (2007) a Vitt & Caldwell (2014) udávají, že obojživelníci, tedy i *T. cristatus*, migrují ve dnech, kdy je zvýšená vlhkost. Jedním z mnoha důvodů migrace obojživelníků v období většího vlhka je také jejich špatné hospodaření s vodou (Wells 2007). Jelikož kůže obojživelníků je polopropustná a jsou tedy náchylní ke ztrátě vody, až případnému možnému vyschnutí (Sinsch 1990, Russel et al. 2005), mají potřebu cestovat ve dnech, kdy je vlhkost vzduchu vyšší. Může se tedy zdát, že trend během emigrace těmito teoriím úplně tak neodpovídá, ale je dosti možné, že v této studii během emigrace výsledky byly ovlivněny hlavně obdobím pohybu, tedy kalendářním dnem v roce. Hlavní část emigrace bývá v období léta, kdy dny jsou většinou suché. Zároveň by výsledky mohly být ovlivněné i tím, že byla použita průměrná vlhkost vzduchu během celého dne, nikoliv pouze během noci, kdy hlavně obojživelníci migrují.

Bezvětrí během imigrace se zdá pro samce ideální, avšak samice preferují opačný trend. Čím rychlejší maximální vítr byl, tím více samic přicházelo na lokalitu. Během emigrace tomu je právě naopak. Čím rychlejší je vítr, tím více samců během této studie odcházelo z lokality a zároveň tím méně samic emigrovalo. Bohužel se nepodařilo zjistit důvod proč tomu tak je. Avšak může být naprosto jednoduchý, že pro jedince *T. cristatus* rychlost větru není až tak důležitá (vysvětluje 0,52 % při imigraci a 0,62 % během

emigrace), jelikož důležitějším faktorem je období v roce. Výsledky mohou být takové, jelikož se lišilo období migrace mezi pohlavími, liší se tedy i preference vlivu maximální rychlosti větru. Například to můžeme vidět během emigrace, kdy samci emigrovali z rozmnožiště později než samice, tudíž v období pozdního léta, kdy bývá většinou více větrno.

Z výsledků také vyplývá, že pokud a čím více v předchozím dni pršelo, tím odchází z rozmnožiště méně samců. Samice mají největší počet emigrujících jedinců během 10 mm srážek a poté se počet odchozích samic snižoval. Tento výsledek je částečně v rozporu například s Russell et al. 2005, který uvádí, že primárním spouštěcím faktorem migrace velké části obojživelníků jsou dešťové srážky. Avšak toto tvrzení během této studie, dodržují juvenilní jedinci, u kterých platilo, že čím větší byly srážky v předchozím dni tím více jedinců emigrovalo. Bohužel ani zde nebyl zjištěn důvod tohoto trendu u dospělých jedinců *T. cristatus*.

Během odchodu jedinců z lokality byl u samic trend jasný, čím déle během dne svítlo slunce, tím více jedinců emigrovalo. U samců a juvenilů tomu bylo právě naopak. Čím delší bylo časové rozmezí slunečního svitu, tím méně jedinců z lokality odcházelo. I zde je pravděpodobné, že vliv slunečního svitu je pro *T. cristatus* zcela zanedbatelný a důležitější jsou pro něj jiné faktory, jak vychází z CCA analýzy. Zcela pravděpodobně hlavně z důvodu, že *T. cristatus* jako ostatní obojživelníci, migrují hlavně v noci (Sinsch 1990, Mikátová & Vlašín 2004). Zřejmě délka slunečního svitu je také ovlivněna hlavně obdobím emigrací, jelikož samci i juvenilové odcházeli z lokality později než samice. Lze předpokládat, že v pozdějším kalendářním období se zkracují dny, tudíž i časový interval slunečního svitu. Vliv jednotlivých faktorů na velikostní skupiny ve většině případů koreloval s jednotlivými pohlavími a juvenilními stádii. Podle toho, které pohlaví nebo juvenilní stádium bylo v dané velikostní skupině nejvíce zastoupeno. Například skupina SVL11 korelovala ve většině případů s křivkami samic a skupiny SVL 5-7 s juvenilními stádii.

5.2.2. Vliv fáze měsíce

Zkoumání vlivu fáze měsíce na migraci u druhu *T. cristatus* není zatím příliš probádaná věc. Neexistuje příliš mnoho studií, kde tento vliv byl zkoumán (Deeming 2008). U ocasatých obojživelníků již také proběhly některé studie, např.: Ralph (1957) ukázal,

že *Plethodon cinerus* vykazoval aktivitu během úplňku. Harrison et al. (1983) a Verrell & Halliday (1985) u *Lissotriton vulgaris* zjistili, že nejvíce odchycených jedinců u tohoto druhu je spojeno s novoluním. Bohužel veškeré výsledky vlivu fáze měsíce v této studii během imigrace byly zjištěny jako nesignifikantní. V této studii během emigrace vyšel vliv signifikantní pouze u samic a juvenilů. Samice preferují odcházení z lokality během fáze dorůstajícího měsíce. Juvenilové zase nejvíce emigrují během novu. Pohyb samic těsně před úplňkem je pravý opak toho, co udává Deeming (2008), protože ten zjistil, že jedinci *T. cristatus* mají největší aktivitu během nejtemnějších období nebo těsně před novem, nikoliv během dorůstání měsíce. Tomu právě odpovídá pohyb juvenilů během novu, který je pravděpodobně zapříčiněn strachem z predace. Aktivita v období, kdy měsíc ubývá, může totiž snížit potenciální riziko predace pro čolky, kteří odejdou z rybníka, žijí a krmí se v suchozemském prostředí (Ralph 1957). Zajímavé by bylo také propojit vliv fáze měsíce s oblačností. Aneb jak moc je ovlivněná migrace fází měsíce, nebo zda se pohybují hlavně podle oblačnosti. Bohužel během této studie oblačnost zaznamenávána nebyla, takže by tato hypotéza vyžadovala další zkoumání.

5.2.3. Směr migrace

Hlavní směr u *T. cristatus* během imigrace byl orientován na jihozápad, to znamená tedy více z intravilánu obce než z lesa. Pouze u samců vyšel směr imigrace signifikantní, jednalo se o směr na jihozápad. U samic a juvenilů směr imigrace nebyl průkazný, avšak i zde bylo velké množství jedinců přicházejících z intravilánu obce. U juvenilů byly dva hlavní směry imigrace, jeden na severovýchod a druhý se shodoval s dospělými jedinci, zde by se dalo mluvit o následování dospělých jedinců a sledování jejich cesty pomocí čichových podnětů, jak uvádí například Edgar & Bird 2006. Během emigrace byla zjištěna větší preference odchodu na jihovýchod. V případě této studie spíše do lesa nežli do obce. U obou pohlaví byl výsledek signifikantní právě pro emigraci na jihovýchod. To odpovídá literatuře (Zavadil et al. 2001), která udává, že po období rozmnožování se jedinci *T. cristatus* vydávají do lesa. Až poté migrují do svých zimovišť, kterými jsou různé zemní úkryty (nory drobných savců a jiné), které se právě mohou nacházet i v intravilánu obcí. U juvenilů byl výsledek nesignifikantní, převládaly zde směry hlavně na jihovýchod a severozápad. I zde můžeme uvažovat o alespoň částečném následování dospělých jedinců pomocí čichových podnětů, tak jako při imigraci.

Avšak takový velký rozptyl směru emigrace juvenilních jedinců je pravděpodobně způsoben čistě tím, že nově metamorfovaní jedinci neví, kam jdou a jedná se tedy čistě o náhodný rozptyl jedinců a snahu o nalezení nových vhodných lokalit, jak je ostatně obojživelníkům, tedy i *T. cristatus*, vlastní (Berven & Grudzien 1990, Kupfer & Kneitz 2000, Edgar & Bird 2006, Vojar 2007).

6. Závěr

Diplomová práce je založená na provedeném terénním průzkumu v roce 2017 v obci Tověř. Během terénních prací bylo provedeno dohromady 2204 odchyťů jedinců čolka velkého (*T. cristatus*) z kterých byla vypočítaná celková populace na 1016 samců, 840 samic a 204 juvenilů. Poměr pohlaví byl zjištěn 1,21:1 ve prospěch samců. Průměrná naměřená velikost samice 10,84 cm činila a samce 10,23 cm.

Nejvíce ovlivňoval migraci kalendářní den v roce, tedy období, kdy jedinci přicházeli nebo odcházeli na/z lokality. Nejvíce jedinců přicházelo v období konce zimy a brzkého jara, od 4. 3. do 31. 3. 2017. Hlavní emigrační tah jedinců začal 5. 6. a trval do 12. 7. 2017. Přičemž větší množství samců přicházelo na lokalitu o něco dříve než samice. Vliv průměrné teploty byl zjištěn jako druhý nejdůležitější faktor, který ovlivnil pohyb jedinců do nebo z lokality. I zde byly zjištěny rozdíly mezi pohlavími. Samci migrovali při nižších teplotách než samice, ty preferovaly teplejší průměrné teploty, avšak ne příliš vysoké kvůli náchylnosti obojživelníků k možnému vyschnutím a s tím spojenému úhynu. Také byly zjištěny podstatné rozdíly ve vlivu maximální síly větru na pohlaví. Samic imigrovalo více, když byl silnější vítr u samců tomu bylo naopak, čím silnější vítr byl tím méně samců přicházelo na lokalitu. Během emigrace tomu bylo naopak, u samců platilo, že čím silnější vítr foukal, tím více samců odcházelo z lokality. Samice preferovali maximální sílu větru kolem 9 m/s a poté počet emigrujících samic klesal. Zároveň bylo zjištěno, že samice preferují emigraci z lokality během fáze dorůstajícího měsíce. Juvenilní jedinci zase nejvíce preferovali emigraci během novu. Získaná data a poznatky o druhu čolka velkého (*Triturus cristatus*) upřesňují jeho ekologii a mohou být dále využita při jeho praktické ochraně během migrace.

7. Literatura

- Alford R. A. & Richards S. J. 1999. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30. 133–165.
- Arntzen J. W. & Teunis S. F. M. 1993. A six year study on the population dynamics of the crested newt (*Triturus cristatus*) following the colonization of a newly created pond. *Herpetological Journal* 3: 99–110.
- Baker J. M. R. 1999. Abundance and survival rates of great crested newt (*Triturus cristatus*) at a pond in central England: monitoring individuals. *Herpetological Journal* 9: 1–8.
- Baláž V., Balážová A. & Haleš J. 2009. Epidemická nemoc obojživelníků už i v ČR. In: Bryja J., Řehák Z., Zukal J. (eds.). *Zoologické dny Brno. 2009. Sborník abstraktů z konference. Ústav biologie obratlovců AV ČR.* 25 pp.
- Baruš V. & Oliva O. 1992. *Fauna ČSFR. Obojživelníci – Amphibia.* Academia, Praha. 340 pp.
- Berven K. A. & Grudzien T. A. 1990. Dispersal of the wood frog (*Rana sylvatica*): implications for genetic population structure. *Evolution*. 44: 2047–2056.
- Beebee T. J. C. 1997. Changes in dewponds numbers and amphibian diversity over 20 years on chalk downland in Sussex, England. *Biological Conservation*. 81:215-219
- Botorová M. 2018. Efektivita živolovných pastí pro odchyt čolka velkého (*Triturus cristatus*). *Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci.* 49 pp.
- Civiš P., Vojar J. & Baláž V. 2010. Chytridiomykóza – hrozba pro naše obojživelníky? *Ochrana přírody*. 4:18-20.
- Collins J. P., Storfer A. 2003. Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Journal Diversity and distributions* 89—98.

- Crosswhite D.L., Fox F.S., Thill R.E. 1999. Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in Upland Forests of the Ouachita Mountains. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. 79:45-50.
- Dall'antonia P., Sinsch U. 2001. In search of water: orientation behaviour of dehydrated natterjack toads, *Bufo calamita*. *Animal behaviour*. 61: 617-629.
- DeGarady C. J. & Halbrook R. S. 2006. Using anurans as bioindicators of PCB contaminated streams. *Journal of Herpetology*. 40: 127–130.
- Deeming D. C. 2008. Capture of smooth newts (*Lissotriton vulgaris*) and great crested newts (*Triturus cristatus*) correlates with the lunar cycle. *The Herpetological Journal*. 18. 171-174.
- Dervo B. K., Museth J., Skurdal J., Berg OK., Kraabøl M. 2014. Comparison of active and passive sampling methods for detecting and monitoring the smooth newt (*Lissotriton vulgaris*) and the endangered northern crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetology Notes*. 7:265-272.
- Donnelly M.A., Gutoad C., Juterbock J.E., Alford R.A. 1994. Techniques for marking amphibians. In: *Measuring and Monitoring Amphibian Biodiversity: Standard Methods for Amphibians*, p. 275-276. Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.A.D., Foster, M.S., Eds, Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.
- Dungel J., Řehák Z. 2011. Atlas ryb, obojživelníků a plazů České a Slovenské republiky. Vyd. 2. - Praha: Academia. 181 pp.
- Edgar P. & Bird D. 2006. Action Plan for the Conservation of the Crested Newt *Triturus cristatus* Species Complex in Europe. Strasbourg 2006. The Herpetological Conservation Trust. 33 pp.
- Glandt, D. 1982. Abundanzmessungen an mitteleuropäischen *Triturus*-populationen (Amphibia, Salamandridae). *Amphibia-Reptilia* 3: 317–326.
- Gustafson D. 2011. Choosing the best of both worlds: the double life of great crested newt. Doctoral thesis. Faculty of forest science, Swedish university of agricultural sciences. Skinnskatteberg. 64 pp.

Harrison J.D., Gittins S.P. & Slater F.M. 1983. The breeding migrations of smooth and palmate newts (*Triturus vulgaris* and *T. helveticus*) at a pond in mid Wales. *Journal of Zoology* 199, 249–258.

Herman J. 2009. Změny vybraných charakteristik populací obojživelníků v Přírodní rezervaci Plané loučky. Olomouc 2009. 73 pp.

Holicová T. 2012. Individuální značení a rozpoznávání obojživelníků. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 45 pp.

Houlan J. E., Findlay C. S., Schmidt B. R., Meyer, A. H. & Kuzmin, S. L. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.

Hurlburt S.H. 1969. The breeding migrations and interhabitat wandering of the vermilion-spotted newt *Notophthalmus viridescens* (Rafinesque). *Ecological Monographs* 39: 465-488

Chobot K. & Němec M. 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Obratlovci. *Příroda*, Praha. 34:1–182.

Chovančíková J. 2012. Migrační bariéry a efektivita podchodů pro obojživelníky: příklad z obce Trnávka. Diplomová práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 54 pp.

Jenkins C.L., McGarigal K., Gamble L.R. 2003. Comparative effectiveness of two trapping techniques for surveying the abundance and diversity of reptiles and amphibians along drift fence arrays. *Herpetological Review*. 34(1):39-42.

Jeřábková L. 2011. Obojživelníci a plazi: Metodika mapování. AOPK ČR. 4 pp.

Jeřábková L., Krása A. 2012. Koncepce na ochranu obojživelníků České republiky. Analýza současného stavu a návrh konkrétních opatření. AOPK ČR.

Jeřábková L., Zavadil V. 2020. Atlas rozšíření obojživelníků České republiky. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 107 pp.

Jehle R. 2000. The terrestrial summer habitat of radio-tracked great crested newts *Triturus cristatus* and marbled newts *Triturus marmoratus*. *Herpetological Journal* 10: 137-142.

- Jehle R., Thiesmeier B., Foster J. 2011. The Crested Newt: A dwindling pond-dweller. Bielefeld: Laurenti-Verlag. 152 pp.
- Jolly G. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika*. 52:225-247.
- Johnson S. A. 2003. Orientation et migration distances of a pond-breeding salamander (*Notophthalmus perstriatus*, Salametridae). *Alytes*, 21: 3-22.
- Kendall W. L. 1999. Robustness of closed capture-recapture methods to violations of the closure assumption. *Ecology* 80:2517–2525.
- Kupfer A. 1998. Migration distances of some crested newts (*Triturus cristatus*) within an agricultural landscape. *Zeitschrift fuer Feldherpetologie* 5: 238-242.
- Kupfer A. and S. Kneitz. 2000. Population ecology of the great crested newt in an agricultural landscape: dynamics, pond fidelity and dispersal. *Herpetological Journal* 10: 165-172.
- Kuzmin S. L. 1999. The amphibians of the former Soviet Union. Sofia-Moscow: Pensoft. 538 pp.
- Krebs C. J. 1966. Demographic changes in fluctuating populations of *Microtus californicus*. *Ecological Monographs* 36:239–273.
- Kyek M. & Maletzky A. 2006: Atlas und Rote Liste der Amphibien und Reptilien Salzburgs. Stand Dezember 2005. *Naturschutz-Beit.*, 33: 1-240.
- Langton T. E. S., Beckett C. L. and Foster J. P. 2001. Great Crested Newt Conservation Handbook, Froglife, Halesworth.
- Lips K.R., Brem F., Brenes R., Reeve J.D., Alford J.D., Voyles J., Carey C., Livo L., Pessier APOD., Collins JP. 2006. Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 103(9):3165-3170.
- Malmgren J.C., Andersson P.A., Ekdahl S. 2007. Modelling terrestrial interactions and shelter use in great crested newts (*Triturus cristatus*). *Amphib Reptil.* 28(2):205–215.

- Maštera J., Zavadil V., Dvořák J. 2015. Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky. Academia. 180 pp.
- Miaud C. 1993. Predation of newt eggs (*Triturus alpestris* and *T. helveticus*) – Identification of predators and protective role of oviposition Behavior. Journal of Zoology 231: 575–582.
- Michalcová P. 2016. Jarní migrace obojživelníků ve vztahu k lunárnímu cyklu. Diplomová práce. Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze. 33 pp.
- Mikátová B. & Vlašín M. 2002. Ochrana obojživelníků. Ekocentrum Brno pro ZO ČSOP Veronica.
- Mikátová B., Vlašín M. 2004. Obojživelníci a doprava. Brno: ZO ČSOP Veronica. 66 pp. ISBN: 80-239-3951-3.
- Nyström P., Hansson J., Månsson J., Sundstedt M., Reslow C. & Broström A. 2007. A documented amphibian decline over 40 years: Possible causes and implications for species recovery. Biological Conservation. 138(3-4):399-411.
- Oertli B., Auderset DJ., Catella E., Juge R., Lehmann A. & Lachavanne JB. 2005. PLOCH a standardized method for sampling and assesing the biodiversity in ponds. Wiley Inter Science 15: 665–679.
- Oldham R. S., Keeble J., Swan M. J. S., Jeffcote M. 2000. Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). Herpetol. J., 10: 143-155.
- Phillips J. B. 1998. Magnetoreception. In Heatwole H, Dawley EM (eds) Amphibian Biology Vol. 3 Sensory Perception. Surrey Beatty et Sons, Chipping Norton, New South Wales, Australia, 954-964.
- Pocock M., Frantz A., Cowan D., White P., Searle J. 2004. Tapering Bias Inherent in Minimum Number Alive (MNA) Population Indices. Journal of Mammalogy. 85. 959-962. 10.1644/BPR-023.
- Pough F. H., Andrews R. M., Cadle J. E., Crump L. M., Savitzky M. A., Wells D. K. 1998. Herpetology. New York: Prentice Hall, 544 pp

Ralph C.L. 1957. A diurnal activity rhythm in *Plethodon cinereus* and its modification by an influence having a lunar frequency. *Biological Bulletin* 113, 188–197.

Red list: Guiding conservation for 50 years [Internet]. The IUCN Red list of threatened species. Version 2017-3. IUCN. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org>>.

Roček Z. 1992. rod *Triturus* Rafinesque, 1815 – Čolek, Mlok, 107-132 pp. Baruš V., Oliva O., Král B., Opatrný E., Rehák I., Roček Z. Roth P., Špinar Z. & Vojtková L.: Fauna ČSFR, svazek 25, Obojživelníci (Amphibia). Academia, Praha. 85–87 pp.

Russell A. P., Bauer A. M., Johnson K., 2005. Migration in amphibians et reptiles: An overview of patterns et orientation mechanisms in relation to life history strategies. *Migration in of organisms: Climate, Geogpaphy, Ecology*. 151-203 pp.

Růžička M. 2015. Vodní plochy v CHKO Železné hory a jejich obojživelníci. Centrum ochrany přírody a Východočeské muzeum v Pardubicích. Pardubice.

Růžička J. 2018. Migrační charakteristiky a stanovení základních demografických parametrů u vybraných druhů žab. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 49 pp.

Semlitsch R. D. 1985. Analysis of climatic factors influencing migrations of the salamet er *Ambystoma talpoideum*. *Copeia*, 2: 477-489.

Semlitsch R. D., Pechmann J. H. K. 1985. Diel patterns of migratory aktivty for several species of pond-breeding salamet ers. *Copeia*, 1985. 86-91.

Sinsch, U. 1988. Seasonal changes in the migratory behaviour of the toad *Bufo bufo*: direction and magnitude of movements. *76 (3)*. 390-398.

Sinsch U. 1990. Migration and orientation in anuran amphibians. *Ethology, ecology and Evolution* 2. 65-79.

Sinsch U., 1991. Mini review: The orientation behaviour of amphibians. *Herpetological Journal*, 1. 541-544.

Sinsch U. 2006. Orientation and navigation in Amphibia. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*. 39. 65-71.

- Sparreboom M. 2014. Salamanders of the Old World: The salamanders of Europe, Asia and Northern Africa. The Netherlands: KNNV Publishing. 431 pp.
- Tkadlec E. & Losík J. 2013. Základní metody populační ekologie. Olomouc: Univerzita Palackého. 99 pp.
- Verrell, P., Halliday, T. 1985. The population dynamics of the crested newt *Triturus cristatus* at a pond in southern England. *Ecography*, 8: 151-156
- Vitt J. Laurie, Caldwell P. Janalee 2014. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Academic Press. 776 pp.
- Vojar J. 2007. Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č.1 ČSOP. První vydání. Praha: Český svaz ochránců přírody - ZO ČSOP Hasina Louny. 155 pp.
- Weber L. 2014. Čolek velký v Pomoraví: rozšíření a biotopové preference. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 52 pp.
- Weber L. 2016. Srovnání trofického spektra druhů *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* a *Ichtyosaura alpestris* na lokalitách s rozdílnou nadmořskou výškou a stanovení velikosti populace *T. cristatus*. Diplomová práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 67 pp.
- Welsh H. H. & Ollivier L. M. 1998. Stream amphibians as indicators of ecosystem stress: A case study from California's redwoods. *Ecological Applications* 8: 1118–1132.
- Wells D. K. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. University Of Chicago Press. 1400 pp.
- Zavadil V. 1993. Vertikale verbreitung der amphibian in der Tsechoslowakei. *Salamandra*. 28:202-222.
- Zavadil V., Sádlo J., Vojar J., Fischer D., Šimonek J., Rozínek R., Mařík J., Smutný Z. & Kautman J. 2011. Biotopy našich obojživelníků a jejich management: Metodika AOPK ČR. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 178 pp.

Zug J. R., Vitt L. J., Caldwell J. P. 2001. Herpetology 2nd Ed. Academic Press, San Diego.

8. Přílohy



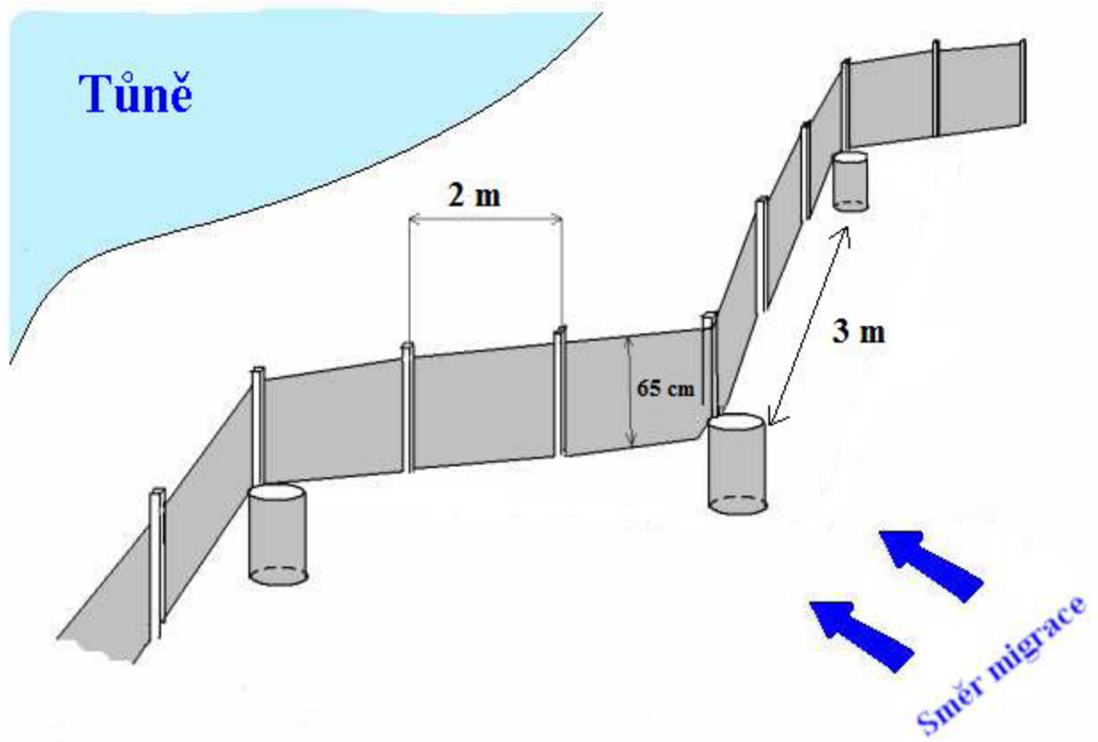
Příloha 1 – Ukázka odchytné nádoby.



Příloha 2 - Ukázka naváděcí bariéry a odchytné nádoby.



Příloha 3 - Pohled na lokalitu s odchyťovou bariérou.



Příloha 4 - Schématická ukázka naváděcí zábrany s odchyťovými pasti. Upraveno a převzato (Herman 2009).