

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra ekologie a životního prostředí



Srovnání trofického spektra druhů *Triturus cristatus*,  
*Lissotriton vulgaris* a *Ichtyosaura alpestris* na lokalitách  
s rozdílnou nadmořskou výškou a stanovení velikosti  
populace *T. cristatus*

Comparing trophic spectrum of *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* and *Ichtyosaura alpestris* on localities with different altitude and assessment of the *T. cristatus* population size.

Lukáš Weber

Diplomová práce

předložená

na katedře Ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Martin Rulík, PhD.

Konzultant: Mgr. Zdeněk Mačát

Olomouc 2016



## **Bibliografická identifikace:**

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.

## **Abstrakt:**

Práce se zabývá srovnáním potravního spektra druhů *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* a *Ichtyosaura alpestris* na lokalitách s rozdílnou nadmořskou výškou a stanovením velikosti populace *T. cristatus* metodou zpětného odchyty. Celkem bylo odchyceno 423 jedinců *T. cristatus*, 68 jedinců *L. vulgaris* a 39 jedinců *I. alpestris*. Trofické spektrum bylo sestaveno z výplachů žaludků čolků s identifikovanými 39 taxony a 8994 položkami. Uvedené druhy čolků preferují zooplanktonní druhy korýšů, především čeledi Dapniidae, Chydoridae a Cyclopidae. Šířka potravní niky ukázala na preferenci jednoho či max. dvou druhů kořisti. Index výběrovosti ukázal, že čolci se vyhýbají čeledím Gerridae, Naucoridae a Nepidae. Jejich potravní niky se překrývají, ale vzhledem k rozdílným mikrohabitátům a početné potravní základně mohou druhy koexistovat na daných lokalitách. Vztah mezi velikostí těla, pohlavím a přijímanou potravou nebyl statisticky průkazný. V souhrnu převažují vodní druhy v potravě nad terestrickými. Na nížinné lokalitě v Tovéři byla super populace čolka velkého odhadnuta na 1967 ( $\pm 440,7$ ) jedinců. Při stanovení velikosti populace čolka velkého metodou zpětných odchytů byla zjištěna behaviorální odpověď typu trap–shy, kdy se jedinci po zážitku z prvního odchytu začnou pastem vyhýbat.

Klíčová slova: trofické spektrum, potravní nika, populační velikost, *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* a *Ichtyosaura alpestris*.

## **Bibliographical identification:**

Weber, L. (2016): Comparing trophic spectrum of species *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* and *Ichtyosaura alpestris* on localities with different altitudes and establish the population size of *T. cristatus*. Master's Thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 67 pp.

## **Abstract:**

Thesis deals with comparison of the trophic spectrum of species *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* and *Ichtyosaura alpestris* on localities with different altitude and determining the size of the populations of *T. cristatus* by re-capture method. In total 423 individuals of *T. cristatus* were captured, 68 individuals of *L. vulgaris* and 39 individuals of *I. alpestris*. Trophic spectrum was assembled from gastric flushing of newts with identified 39 taxa and 8994 items. Newts prefer zooplanktonic crustacean species, mainly families Dapniidae, Chydoridae and Cyclopidae. Food niche breadth showed to a preference on one or max. two kinds of prey. Selectivity index also showed that the newts avoid the families Gerridae, Naucoridae and Nepidae. Their food niches are overlapping, however, due to the different microhabitats and numerous kinds of food base newts can coexist at the given locations. The relationship between body size, sex and food intake was not statistically significant. In the diet was predominant aquatic species over terrestrial. On the lowland locality in Tovčův the super population of *T. cristatus* was estimated to be 1 967 ( $\pm 440.7$ ) individuals. In determining the size of the population of great crested newts by re-capture method, behavioral response of type trap-shy type has been detected, when individuals after the first capture experience started to avoid the traps.

Keywords: Trophic spectrum, trophic niche, population size, *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* and *Ichtyosaura alpestris*.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Martina Rulíka, PhD. s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 11. května 2016

.....

Lukáš Weber

## Obsah

Seznam tabulek .....	vii
Seznam obrázků .....	viii
Seznam příloh .....	x
Seznam zkratk .....	xi
Poděkování.....	xii
1. Úvod do problematiky .....	13
1.1. <i>Triturus cristatus</i> , <i>Lissotriton vulgaris</i> a <i>Ichtyosaura alpestris</i> .....	15
1.2. Potrava <i>T. cristatus</i> , <i>L. vulgaris</i> a <i>I. alpestris</i> .....	17
2. Cíle práce: .....	19
3. Materiál a metody .....	20
3.1. Charakteristika lokalit .....	20
3.2. Terénní průzkum .....	22
3.3. Analýza trofického spektra čolků .....	23
3.4. Analýzy základních demografických parametrů populace druhu <i>Triturus cristatus</i> .....	26
4. Výsledky .....	27
4.1. Trofické spektrum.....	28
4.2. Základní demografické parametry populace druhu <i>T. cristatus</i> .....	42
5. Diskuse .....	44
5.1. Trofické spektrum.....	44
5.2. Demografické parametry populace <i>Triturus cristatus</i> .....	49
6. Závěr .....	51
7. Literatura.....	52
8. Příloha.....	66

## Seznam tabulek

Tab. 1: Počet odchylených jedinců, zastoupení pohlaví a počet jedinců s prázdným žaludkem ( <i>T. cri</i> = <i>Triturus cristatus</i> , <i>L. vul</i> = <i>Lissotriton vulgaris</i> , <i>I. alp</i> = <i>Ichtyosaura alpestris</i> ). .....	27
Tab. 2: Naměřené průměrné velikosti těla ( $STL \pm SE$ ) a minimální a maximální hodnoty pro čolka velkého a obecného na lokalitě Tověř.....	27
Tab. 3: Potravní spektrum čolka velkého a čolka obecného získané z výplachů žaludků na lokalitě Tověř - Abundance (n), frekvence (f) a plocha kořistí (p) .....	29
Tab. 4: Srovnání početnosti vodních a terestrických druhů v potravě všech čolků pro jednotlivé lokality.....	34
Tab. 5: Pořadí jednotlivých modelů dle hodnoty AICc (nejnižší hodnota = nejlepší varianta) .....	42
Tab. 6: Odhady jednotlivých demografických parametrů se stanovením hodnot konfiden. intervalu (LCI, UCI), SE a vyčíslením velikosti populace – Tověř. ....	43

## Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa lokality Tověř. ....	20
Obr. 2: Mapa lokality Suchá Rudná. ....	21
Obr. 3: CCA ordinační diagram zobrazující překryv potravního spektra, tj. taxonů získaných z výplachů žaludků, všech studovaných druhů čolků dohromady. ....	29
Obr. 4: Složení potravního spektra, tj. taxonů získaných výplachem žaludků pro druhy čolka velkého a čolka obecného (společně) v Tověři. ....	30
Obr. 5: Složení potravního spektra, tj. taxonů získaných výplachem žaludků pro druhy čolka velkého, čolka obecného a čolka horského (dohromady) v Suché Rudné. ....	30
Obr. 6: CCA ordinační diagram zobrazující srovnání trofického spektra lokalit Tověř a Suché Rudné. ....	31
Obr. 7: Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka velkého na lokalitě Tověř se zobrazením SE. ....	32
Obr. 8: Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka obecného na lokalitě Tověř se zobrazením SE. ....	32
Obr. 9: Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka velkého na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE. ....	33
Obr. 10: Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka obecného na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE. ....	33
Obr. 11: Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka horského na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE. ....	34
Obr. 12: Index důležitosti pro lokalitu Tověř. ....	35
Obr. 13: Index důležitosti pro lokalitu Suchá Rudná. ....	36
Obr. 14: Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka velkého v Tověři. ....	37
Obr. 15: Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka obecného v Tověři. ....	37
Obr. 16: Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka velkého v Suché Rudné. ....	38
Obr. 17: Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka obecného v Suché Rudné. ....	38
Obr. 18: Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka horského v Suché Rudné. ....	39
Obr. 19: Index elektivity pro čolka velkého (modře) a čolka obecného (zeleně) – Tověř. ....	39
Obr. 20: Index elektivity pro čolka velkého (modře), čolka obecného (zeleně) a čolka horského (červeně) – Suchá Rudná. ....	40
Obr. 21: CCA ordinační diagram zobrazující překryv trofického spektra u studovaných druhů čolků pro obě lokality společně (Teris = <i>Triturus cristatus</i> , Ialp = <i>Ichtyosaura alpestris</i> , Lvul = <i>Lissotriton vulgaris</i> ). ....	41



Obr. 22: Vztah mezi velikostí těla a získanou potravou pro studované druhy čolků na obou lokalitách dohromady (generalizovaný lineární model). .....	41
Obr. 23: Odhad velikosti populace $N$ (modře) na lokalitě Tověř v průběhu jednotlivých návštěv se zobrazením SE. ....	43

## Seznam příloh

Příloha 1: Fotografie lokality Tověř, v popředí přeprava retenční nádrže. ....	66
Příloha 2: Fotografie lokality Suchá Rudná. ....	66
Příloha 3: Fotografie živolovné pasti. ....	67
Příloha 4: Fotografie metody výplachu žaludků. ....	67

## Seznam zkratek

aj. – a jiné

apod. – a podobně

cca. – přibližně

ČR – Česká republika

foto. – fotografie

HSI – index vhodnosti stanovišť (habitat suitability index)

km – kilometr

max. – maximum, maximální

min. – minimum, minimální

mm – milimetr

např. – například

Obr. – obrázek

PR – Přírodní rezervace

STL – celková délka těla od tlamy po konec ocasu (Snout to Tail Length)

Tab. – tabulka

tj. – to je

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi jakkoli pomohli buď při práci v terénu, nebo při zpracování získaných dat. Především děkuji doc. RNDr. Martinu Rulíkovi, PhD. za odborné vedení mé práce. Dále pak chci poděkovat Mgr. Zdeňku Mačátovi za trpělivost a cenné rady při zpracování této práce, Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za pomoc při hodnocení demografických parametrů, doc. RNDr. Jaroslavu Starému, Dr. za pomoc při určení imag dvoukřídlého hmyzu, Mgr. Stanislavu Radovi za pomoc při statistické analýze v programu CANOCO a Mgr. Martinu Sobalovi za pomoc v terénu. V neposlední řadě chci poděkovat své babičce a dědovi za psychickou i materiální podporu v mé práci.

Výzkum proběhl na základě povolení: KÚOK/21566/2015/OŽPZ/7324 a SR/0205/JS/2015–3.

V Olomouci, 11. května 2016

# 1. Úvod do problematiky

Během posledních desetiletí došlo k úbytku populací obojživelníků (Houlán et al. 2000). Obojživelníci hrají klíčovou roli v ekosystému jako sekundární konzumenti a vzhledem k vysokému stupni citlivosti na změnu životního prostředí jsou považováni za dobré ekologické indikátory (Welsh & Olliver 1998, DeGarady & Halbrook 2006). S ohledem na jejich význam má úbytek či zánik jejich populací významný vliv na jiné organismy včetně člověka. Vystává tak otázka, jak je nejlépe chránit? Ochrana přírody má smysl pouze tehdy, známe-li příčiny ohrožení a vycházíme-li ze znalostí biologie, potažmo ekologie jednotlivých druhů a jejich fungování v ekosystému (Vojar 2007). Právě studie zabývající se potravním chováním jsou nezbytné pro pochopení ekologie druhu (Hodar 1997) a z tohoto důvodu proběhla také v posledních letech řada výzkumů (Kovács et al. 2010, Bogdan et al. 2011, Roşca et al. 2013, Kopecký et al. 2014) věnující se této problematice. Obojživelníci jsou obratlovci na vyšší úrovni trofické pyramidy (Cogălniceanu et al. 2000). V této práci zvolené druhy ocasatých obojživelníků–čolků mají v trofických řetězcích vzhledem k tomu, že obývají vodní i suchozemské biotopy, zvláštní postavení (Burton & Likens 1975). I přes škálu obývaných stanovišť obvykle nejsou čolci vrcholovými predátory, výjimku může tvořit čolek horský (*Ichtyosaura alpestris*), který v tůních ve vyšších nadmořských výškách může jako vrcholový predátor působit (Schabetsberger & Jersabek 1995). Využívání zdrojů potravy je přitom velmi důležitým rysem životní historie druhu, jelikož ovlivňuje jeho přežití (Cuello et al. 2006). V úvodu je také potřeba říci, že studium potravního spektra je snadnější v období vodní fáze, kdy je obecně přítomno větší množství jedinců na relativně malém území, tedy ve vodním biotopu (Bogdan et al. 2012), proto je také známo více poznatků o biologii čolků především z vodního prostředí (Griffiths 1996, Thiesmeier & Kupfer 2000, Arntzen 2003). Čolci jsou obvykle generalisté (Jehle et al. 2011). Rozdíl v preferenci potravy obojživelníků může být způsoben velikostí jejich těla, rozsahem mikrohabitatu i jejich časovou aktivitou (van Sluys & Rocha 1998). Porovnání trofických spekter mezi jednotlivými druhy pak nabízí možnost studovat potravní chování v mnohem přesnější míře, a to v souvislosti právě s ostatními syntopickými druhy (Ferenti et al. 2011).

Pro popis úplných trofických vztahů daného druhu, jeho vztahů s kořistí i nepřáteli, se používá pojmu potravní nika (Elton 1927). Diverzita potravního spektra využívaná daným druhem je pak známa pod pojmem šířka potravní niky – B index (Griffiths 1986). Potravní diverzita je indikátorem kvality prostředí, ve kterém obojživelníci žijí (Kovács et al. 2007). Překrývání potravních nik znamená částečné objeovávání stejných zdrojů ve fyzickém prostoru dvěma nebo více druhy, kdy každá nika zahrnuje vlastní doménu a překrývající se doménu s alespoň jedním příbuzným druhem (Stugren 1994). Teoreticky je v malých či průměrných stanovištích těžké zabránit kompetici druhů čolků za využití různých loveckých mikrostanovišť (Covaciu–Marcov et al. 2010). Šířka potravní niky, stejně jako překryv nik (overlap), je tedy ovlivněna kompeticí a empirické měření těchto parametrů je proto užitečné při určení struktury společenství (Pianka 1973, 1974). Podle Schoener (1974) jsou v komplexním přehledu rozdělování zdrojů důležité tři dimenze niky, a to v sestupném pořadí: habitat, typ potravy a čas. Mnoho druhů obojživelníků však prochází dramatickou změnou nik v průběhu sezóny (Griffiths 1986). Čolci se také nezřídka rozmnožují v nádržích, které v suchých obdobích vysychají. Čas od času tak mohou přijít o jednu generaci svého potomstva. Vysychající nádrže jsou však pro čolky mnohdy vhodnější než nádrže trvale zvodněné. To proto, že do trvale zvodnělých nádrží se dříve nebo později dostanou ryby, ať již přičiněním člověka, či přirozenou cestou (Zavadil 2013).

Dalším významným parametrem při posuzování ohroženosti a ochrany druhu je stanovení základních demografických parametrů. V Evropských zemích, zejména v síti NATURA 2000 (Cicort–Lucaciu et al. 2011), kde je např. čolek velký (*Triturus cristatus*) uveden v příloze II a IV, jsou znalosti o biologii a ekologii druhu nezbytné pro správnou ochranu. Pro většinu obojživelníků představuje rozmnožovací nádrž centrum populace a vzhledem k této skutečnosti je řada prací zaměřena právě na charakteristiky tůně (Cooke & Frazer 1976, Dolmen 1980, Gustafson 2011, Weber 2014). Většina studií se zabývá dynamikou v průběhu znovuobsazení a opuštění vodního stanoviště (např. Cicort–Lucaciu et al. 2009, 2010; Dobre et al. 2009). V této práci byl zvoleným druhem pro odhad základních demografických parametrů právě čolek velký, jelikož početně v Tovéři i Suché Rudné dominuje a je druhem s nejdelším setrváním ve vodní fázi (Covaciu–Marcov et al. 2010), na kterou byl výzkum prvotně

zaměřen. Je také nezbytné zmínit, že i čolek velký je ovlivněn fluktuacemi početnosti populace (Langton et al. 2001).

### **1.1. *Triturus cristatus*, *Lissotriton vulgaris* a *Ichtyosaura alpestris***

Předmětem studia byly tři druhy čolků: čolek velký – *Triturus cristatus* (Laurenti 1768), čolek horský – *Ichtyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) a čolek obecný – *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758), které jsou zákonem chráněny dle vyhlášky č. 395/1992 Sb. ve znění vyhlášky č.175/2006 Sb. a jsou vedeny v kategorii silně ohrožený druh. V Červeném seznamu obojživelníků a plazů ČR (Zavadil & Moravec 2003) je *T. cristatus* označen jako druh ohrožený (EN), *I. alpestris* jako téměř ohrožený (NT) a *L. vulgaris* jako málo dotčený (LC). Zmíněné druhy jsou rovněž chráněny dle práva Evropského společenství a jsou vedeny v příloze II a III Bernské úmluvy, *T. cristatus* navíc v příloze II a IV směrnice EU – o stanovištích 92/43/EEC.

Čolek velký, rozšířený ve větší části Evropy, vykazuje významný pokles populací (Beebee & Griffiths 2000, Arntzen et al. 2009, Gustafson 2011). V České republice, dle Ročka (1992), dorůstá velikosti 150 až 200 mm, tělo je robustní se širokou hlavou a délkou ocasu přibližně stejnou nebo o něco menší než je délka těla s hlavou. Kůže na dorzální a laterální straně černá nebo hnědo–černá, pokryta tmavými skvrnami, které mohou na žlutém až oranžovém břiše splývat. Kloaka samců je v období rozmnožování zduřelá a tmavá, na ocase je postranní podélný modro–bílý pruh a zubatý kožní hřeben je v pánevní oblasti rozdělen na hřbetní a ocasní část. Samice nemá tyto sekundární pohlavní znaky a její kloaka je zploštělá a načervenalá, ocas je s podélným načervenalým nebo oranžovým pruhem zdola (Kuzmin 1999). Vajíčka, kterých je přibližně 250 za sezónu, mají rosolovitý obal o průměru 4 až 6 mm se žlutým středem a jsou umístována na submerzní vegetaci blízko hladiny. Larvy čolka velkého lze odlišit od ostatních druhů přítomností vlákna na špičce ocasu a černých skvrn po celém těle včetně ocasu a hřebeni. Při přechodu z vody na souš jsou juvenilní jedinci podobní dospělcům, ale ve zbarvení chybí výrazné černé skvrny na břiše, typický vzor se fixuje v dospělosti s dosažením maximální velikosti. Čolek velký se často vyskytuje ve vzájemně propojených metapopulacích, které jsou méně zranitelné vůči změně habitatu než u jediné zdrojové populace (Langton et al. 2001). Na našem území byl čolek velký původně rozšířen téměř plošně až do nadmořské

výšky 800 m n. m. (Zavadil 1993). V současnosti je počet jeho lokalit značně redukován, úbytek byl zaznamenán ve všech částech ČR (Zavadil et al. 2011).

Čolek horský, jelikož se nekříží s ostatními druhy čolků a je jim příbuzensky vzdálen, je řazen do samostatného rodu (Schmidtler 2009). Stejně jako předešlý druh vykazuje v dnešní době pokles populace (Gustafson 2011). Samci dorůstají 80–100 mm samice jsou větší a dorůstají 100–120 mm (Sparreboom 2014). Tělo je podsadité, trup u samců je v období rozmnožování téměř čtyřúhelníkovitý, u samic kulatý. Ocas je stejně dlouhý nebo kratší než zbytek těla. Kožní lem samců je žlutý, na hřbetě nízký a na ocase zvýšený, tmavě skvrnitý, s rovným okrajem. Kůže je v době rozmnožování hladká, poté drsná. Zbarvení je od šedé po namodralou s jasně oranžovým nebo načervenalým břichem a hrdlem, beze skvrn. Na bocích hrdla mohou být drobné tmavé skvrny. Samci mají bělavý pás se skvrnami táhnoucí se od líce po ocas. Mezi tímto pásem a výrazně zbarveným břichem se táhne namodralý pás. Samice jsou nevýrazné se zeleno-modrým mramorováním. Jako u ostatních druhů je kloaka v období rozmnožování zduřelá (Sparreboom 2014). Snůška je mezi 70–390 vejci, která jsou v průměru 2,5–3 mm velká s šedým až hnědým zbarvením (Roček 2003) Larvy jsou s nižšími ploutevními lemy s výrazným nepravidelným žluto-černým mramorováním. Někdy je přítomen koncový nitkovitý přívěšek (Maštera et al. 2015).

Čolek obecný je druhem s větší proměnlivostí druhotných pohlavních znaků u regionálních forem než u ostatních druhů čolků, což vedlo ke vzniku osmi poddruhů (Raxworthy 1990, Ivanovic et al. 2011, Grosse 2011). Jedná se o čolka menšího vzrůstu obvykle do 100 mm, samci jsou větší než samice. Tělo je štíhlé se zaobleným trupem. V době páření mají samci na hřbetě a ocase nápadný vroubkovaný kožní hřeben táhnoucí se od temene hlavy k ocasu bez přerušení. Ocas je často zakončen krátkým vláčkem. Na prstech zadních končetin jsou vyvinuty kožní lemy. Kloaka samců je v období rozmnožování zduřelá a tmavě pigmentovaná (Thorn 1969). Samice jsou nenápadného vzhledu. Ve vodní fázi je u obou pohlaví kůže hladká, v terestrické jemně granulovaná. Zbarvení je hnědé, olivově-hnědé až žluto-hnědé s poměrně velkými tmavými skvrnami u samců. Samice mají na horní straně těla tmavé skvrny někdy seskupeny do nepravidelných čar táhnoucích se o zádech. Samci mají pět až sedm tmavých pruhů na hlavě. Břišní strana těla je oranžová, bělavá po stranách. Samci mají spodní část ocasu načervenalou s trojúhelníkovitými tmavými skvrnami a modře stříbrným páskem v průběhu rozmnožovacího období. Poté ztrácejí svůj



barevný „šat“ a jsou podobní samicím, avšak tmavé skvrny na těle jsou vždy u samců větší (Sparreboom 2014).

## **1.2. Potrava *T. cristatus*, *L. vulgaris* a *I. alpestris***

Složení trofického spektra čolků se mění v průběhu sezóny se změnou fáze životního cyklu (Jehle et al. 2011). Ve vodní fázi nalezneme také rozdílnost v získané potravě, která, jak uvádí Covaciu–Marcov et al. (2010), může být způsobena délkou setrvání v tůni, velikostí těla čolků a loveckými teritorii. Podle Lima & Magnusson (1998) zabraňuje rozsah loveckých mikrohabitátů kompetici mezi druhy. Tato znalost potravní ekologie je důležitá v porozumění organizaci společenstva (Juncá & Eterovick). Od poloviny minulého století proběhla řada studií zabývajících se potravou vybraných druhů čolků (např. Opatrný 1980, Griffiths & Mylotte 1987, Joly & Giacoma 1992, Covaciu–Marcov et al. 2010, Bogdan et al. 2013, Kopecký et al. 2014). Podle Opatrného & Tomanové (1989) mohou být rozdíly ve složení potravního spektra čolků způsobeny jednak odlišnou potravní nabídkou stanovišť a již zmíněnou rozdílnou dobou setrvání ve vodní fázi. Van Sluys & Rocha (1998) a Roșca et al. (2013) shodně uvádějí, že potravní preference se mohou lišit v závislosti na velikosti těla obojživelníků, dále také rozsahem mikrohabitátu a dobou jejich aktivity. Např. čolek horský tráví v porovnání s čolkem velkým a obecným kratší dobu ve vodním prostředí. Čolek horský s čolkem velkým loví v hlubší vodě, čolek obecný naopak loví v mělké vodě u břehů (Covaciu–Marcov et al. 2010).

Jehle et al. (2011) uvádí, že čolci jsou generalisté a jejich potrava závisí více na velikosti a početnosti kořisti než na selektivitě. Stephens & Krebs (1986), Kutrup et al. (2005) a Kopecký et al. (2011) čolky považují za oportunní lovce, tedy predátory využívající potravu, která je snadně dostupná a v nadbytku. Podle Fasoly & Canovy (1992) jsou nejčastější kořisti jmenovaných druhů čolků vodní bezobratlí, především Crustacea. Spíše doplňkovým zdrojem potravy jsou pak larvy hmyzu (Dolce & Stoch 1984, Griffiths 1986, Fasola & Canova 1992). Čolek velký konzumuje spíše větší živočichy, jako jsou plži a pijavice (Griffiths & Myllote 1987). Spolu s dalším druhem (čolkem obecným) si potravní základnu rozšiřují o vejce a pulce (Jehle et al. 2011). Čolek obecný konzumuje drobné organismy, zejména perloočky, klanonožce a lasturnatky (Griffiths & Myllote 1987). Čolek horský dle Joly & Giacoma (1992) konzumuje perloočky, berušky vodní i larvy pakomárů. Rulík (1993) popisuje, že

dominantní potravou čolka horského jsou korýši, zejména perloočky, méně podstatnou složkou potravy jsou pak stejnokřídlí, ploštice, chrostíci a dospělci brouků.

Tato práce se především zaměřuje na potravní ekologii a interakce mezi syntopickými druhy čolků v různých nadmořských výškách. Snaží se ale také o stanovení populace ohroženého druhu (viz výše), který je v současné době na ústupu, což spolu s předešlým tvrzením může pomoci k jeho záchraně, ale i záchraně či podpoře udržitelného stavu pro čolka horského a obecného, kteří jsou rovněž předmětem této studie.

## 2. Cíle práce:

1) Metodou výplachu žaludků porovnat složení potravy čolků podčeledi *Pleurodelinae* na dvou lokalitách v rozdílných nadmořských výškách.

- a) stanovit podobnost potravní základny na dvou lokalitách
- b) u potravy získané výplachem žaludků určit hodnoty diverzity a ekvitability
- c) zjistit, jaká je šířka potravní niky a zda existuje výběrovost (elektivita) i možný překryv (overlap) u jednotlivých druhů čolků
- d) zjistit, zda existuje rozdíl v příjmu potravy mezi pohlavími a velikostí těla

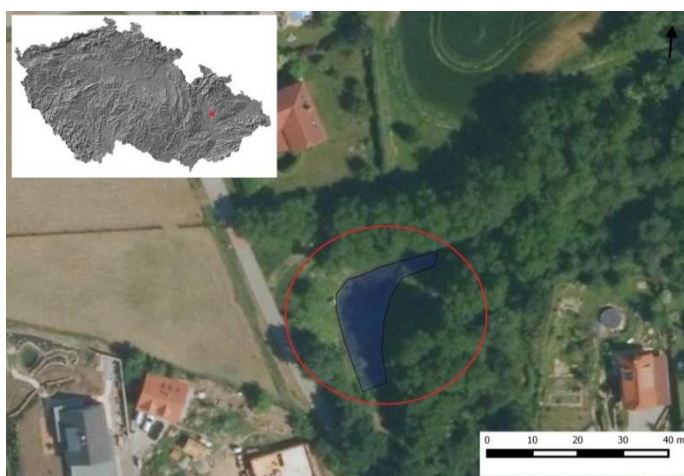
2) Stanovení základních demografických parametrů populací čolka velkého (*T. cristatus*) pomocí metody Capture–mark–recapture.

- e) zjistit pravděpodobnost přežívání
- f) určit pravděpodobnost odchyty
- g) stanovit pravděpodobnost vstupu do populace
- h) odhadnout velikost super populace

### 3. Materiál a metody

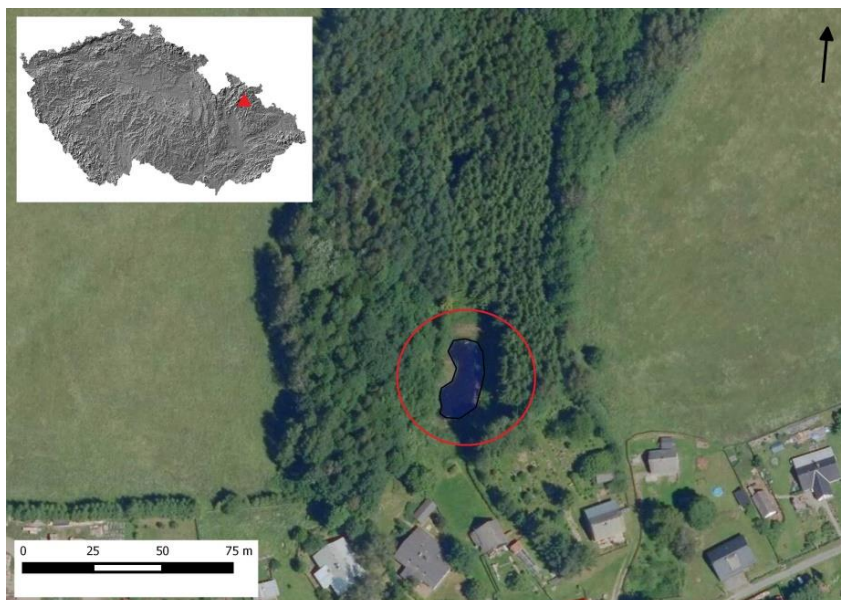
#### 3.1. Charakteristika lokalit

První lokalita (Obr. 1) se nachází v nížině (235 m n. m.) v obci Tověř (okr. Olomouc) a je tvořena retenční nádrží. Území leží z hlediska geomorfologického v Krkonošsko–jesenické soustavě, podcelku Domašovské vrchovině, celku Nízkého Jeseníku a okrsku Radíkovské vrchoviny. Lokalita je řazena do mírně teplé klimatické oblasti MT 10 (Quitt 1971). Nádrž má rozlohu cca 500 m<sup>2</sup> a maximální hloubku > 2 m s pozvolným sklonem dna a dobře vytvořeným litorálem. Je propojená potrubím s rybníkem uprostřed obce, nevysychá a je zde hojně zastoupena fauna vodních bezobratlých. Zastíněno je přibližně 60 % lokality, podél břehů se vyskytuje smíšená druhová skladba listnatých stromů (dub, jilm, lípa) s nepůvodním trnovníkem akátem (*Robinia pseudoacacia*), který se rozrůstá ve východní části. Nádrž je s občasnou přítomností vodního ptactva a bez rybí obsádky. Problém může představovat okolní zástavba, další vhodná tůň je vzdálena více než 500 m. Nejbližší okolí poskytuje určitou možnost úkrytů a míst k zimování, především u severovýchodní části nádrže. Pokryvnost makrofytní vegetací je 60–65 %. Na základě hodnocení lokality pomocí Indexu vhodnosti výskytu velkých čolků (Habitat Suitability Index; Oldham 2000, Weber 2014) odpovídá lokalita vhodnému biotopu pro výskyt velkých čolků, což dokládá zde se vyskytující bohatá populace čolka velkého (*T. cristatus*) a dalších druhů obojživelníků: čoleka obecného (*L. vulgaris*), rosničky zelené (*Hyla arborea*), kuňky obecné (*Bombina bombina*), skokana štíhlého (*Rana dalmatina*) a skokana hnědého (*Rana temporaria*). Z plazů se zde vyskytuje užovka obojková (*Natrix natrix*).



Obr. 1: Mapa lokality Tověř.

Druhá lokalita (Obr. 2) se nalézá ve vrchovinné oblasti (685 m n. m.) v obci Suchá Rudná (okr. Bruntál). Zde se jedná o tůň, vzniklou při těžbě zlata. Území spadá z hlediska geomorfologického do Krkonošsko–jesenické soustavy, podcelku Medvědké hornatiny, celku Hrubého Jeseníku a okrsku Vrbenské vrchoviny. Lokalita je řazena do chladné klimatické oblasti CH 7 (Quitt 1971). Tůň má rozlohu cca 350 m<sup>2</sup> a maximální hloubku do 1,2 m s pozvolným sklonem dna a dobře rozvinutým litorálem. Tůň v suchých letech vysychá a je se střední hustotou fauny vodních bezobratlých. Zastíněno je okolo 70 %, při březích roste smrk ztepilý (*Picea abies*) s příměsí vrby (*Salix* sp.) nebo olše (*Alnus* sp.). Smrková monokultura je rozšířena zejména v severní části. Tůň je s občasnou přítomností vodního ptactva a bez rybí obsádky. Je však rovněž izolována, zejména polí a v jižní části intravilánem obce, bez přítomnosti vhodných tůní v okolí. Habitat i přesto poskytuje dostatek úkrytů a míst k zimování. Pokryvnost makrofytní vegetací je 75–80 %. Stanoviště dle hodnocení Indexem vhodnosti (HSI; Oldham 2000, Weber 2014) odpovídá dobré lokalitě vhodné pro výskyt čolků. Nalézá se zde zejména populace čolka velkého (*T. cristatus*), dále čolek obecný (*L. vulgaris*), čolek horský (*I. alpestris*), skokan hnědý (*Rana temporaria*). Z plazů se zde vyskytuje užovka obojková (*Natrix natrix*).



**Obr. 2:** Mapa lokality Suchá Rudná.

### 3.2. Terénní průzkum

Pro odchyt jedinců byla použita kombinace dvou odchyťových metod, živolovné pasti (Mačát et al. 2010, Madden & Jehle 2013) a prolovení sítíkou. Pasti (vrše) tvaru hranolu mají rozměr 50×25×25 cm, velikost oka sítě je 5 mm, upraveny jsou velikosti vstupních otvorů přišitím hrdla PET lahve na jedné straně o průměru 2,08 cm a na druhé 3,34 cm (příloha 3). S návnadou kuřecích jater v kapse, byly pasti umístěny na vybranou lokalitu zhruba 2 m od okraje tůně, v poloze, kdy malá část zůstala nad hladinou a bylo tak jedincům umožněno dýchání. Instalace pasti proběhla ve večerních hodinách a následující den ráno byla zkontrolována a vybrána. Pasti byly bezpečně ukotveny k okolní vegetaci a byl do nich vložen kus polystyrenu tak, aby nedošlo k jejich zatopení. Riziko zavlečení chytridiomykózy (Civiš et al. 2010) bylo sníženo vysušením pasti před každým použitím. Proti možnosti neodborné manipulace náhodným nálezcem byl na každou past přišit štítek s informací o probíhajícím výzkumu a kontaktem na zpracovatele. Zaznamenávány byly počty jedinců, jejich velikost (STL<sup>1</sup>). Za účelem stanovení velikosti populace metodou zpětných odchytů (viz dále) byla odchyceným jedincům čolků fotografována břišní strana, která má individuálně charakteristické skvrny (jedinec byl položen na průhlednou podložku a fixován upravenou vlhkou houbou z polyuretanu na dorsální straně, což umožnilo fotografování pouze jedním člověkem). Podle rozmístění, velikosti a tvaru skvrn se dají jedinci rozpoznat, podobně jako při snímání otisků prstů u člověka (Jehle et al. 2011, Mettouris et al. 2016).

Dále byl proveden výplach žaludku (Opatrný 1980, Rulík 1993). Tlamou se do žaludku zavedla kanyla napojená na injekční stříkačku naplněnou vodou (příloha 4). Kanyla měla upravený tupý hrot, aby nedošlo k poranění sliznice. Proud vody vytlačil obsah žaludku, který byl zachycen do připravené misky a fixován v roztoku 70% etanolu (Pellantová 1973, Griffiths & Mylotte 1987). Rovněž byli determinováni ostatní obojživelníci chycení v pastech (Bogdan et al. 2013). Následně, před vypuštěním odchycených jedinců, byl litorál tůně proloven pomocí ruční odchyťové sítě s velikostí oka 2 mm v průměru. Takto odchycení jedinci byli podrobeni stejnému postupu výplachu žaludku a fotoidentifikaci. Na lokalitách byl při každé návštěvě proveden odběr bentosu ze dna i submerzních makrofyt pomocí hydrobiologické sítě

---

<sup>1</sup> Celková délka těla měřená od tlamy po konec ocasu (Snout–Tail Length).

s průměrem ok 0,1 mm. V roce 2015 byla lokalita Tověř navštívena 6 × (dne 4.5., 13.5., 28.5, 29.5., 16.6., 17.6), lokalita Suchá Rudná byla navštívena 3 × (dne 17.5., 1.6., 13.6).

### 3.3. Analýza trofického spektra čolků

Získaný materiál z výplachu žaludku byl analyzován pod stereomikroskopem (Intra Micro). Determinováni do úrovně čeledí byli celí živočichové nebo jejich dobře určitelné části<sup>2</sup>. Ze sběru bentosu v obou tůních byla stanovena potravní základna. Nalezené taxony byly rovněž determinovány do úrovně čeledi. Podobnost potravní základny na daných lokalitách byla vypočtena užitím Jaccardova indexu podle vzorce:

$$J = \frac{a}{a+b+c} \times 100 (\%), \quad (1)$$

a = společný výskyt druhů na obou lokalitách, b= počet druhů vyskytujících se jen na lokalitě Tověř (nejsou v Suché Rudné), c = počet druhů vyskytujících se jen na lokalitě Suchá Rudná (nejsou v Tověři). Dále bylo užito také novějšího Sörrensenova indexu ke stanovení similarity potravní základny podle vzorce:

$$S = \frac{2a}{2a+b+c} \times 100 (\%), \quad (2)$$

kdy a, b, c jsou definovány výše (Krebs 2014). Podle Rulík (1993) byla hodnota diverzity potravního spektra získaného z výplachů žaludků pro jednotlivou návštěvu vypočtena dle vzorce:

$$H' = \frac{n \log n - \sum_{i=1}^k n_i \log n_i}{n}, \quad (3)$$

což je ekvivalentem Shannon–Weaver indexu (Odum 1977).  $H'$  je měřítkem diverzity,  $n$  = počet elementů ve vzorku (pro jednotlivou návštěvu lokality),  $n_i$  = počet jedinců obsahujících element  $i$  ( $n = \sum n_i$ ). Podle Sheldon (1969) a Losos et al. (1984) byla ekvitabilita z taxonů zastoupených ve vzorcích z výplachů žaludků vypočtena podle vzorce:

$$E = \frac{H}{H_{max}}, \quad (4)$$

---

<sup>2</sup> Kameny, stěbla ani řasy nebyly v rámci zaplnění žaludku započítávány (Nuutinen & Ranta 1986, Rulík 1993).

kde  $H_{\max} = \ln s$  ( $s$  = celkový počet taxonů, včetně nulových). Ke stanovení rozdílu mezi jednotlivými složkami potravy byla měřena plocha ( $\text{mm}^2$ ) každého jednotlivého elementu na milimetrovém papíře. Výsledné číslo dle vzorce:

$$p \% = \frac{p \cdot 100}{\sum p_i} \quad (p_i = \text{pokrytá plocha}), \quad (5)$$

udává přibližnou velikost položky (Rulík 1993). Dále byl vypočten procentuální podíl kořisti  $i$  na celkovém počtu kořisti:

$$n \% = \frac{ni}{\sum n} \times 100, \quad (6)$$

a frekvence kořisti, jako procentuální podíl čokků, u kterých byla nalezena kořist  $i$ :

$$f \% = \frac{fi}{\sum f} \times 100, \quad (7)$$

Získaná kvantitativní data byla vyhodnocena za použití užitím indexu důležitosti (Sládek 1970, Pellantová 1977, Kokeš et al. 1984):

$$I = \frac{\frac{100f}{\sum fi} + \frac{100p}{\sum pi}}{2}, \quad (8)$$

kde  $f$  = frekvence,  $p$  = velikost položky  $i$ . Dle Levins (1968) byla rovněž vypočtena šířka potravní niky:

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}, \quad (9)$$

kdy  $p_j$  = podíl položek potravy v kategorii  $j$  ( $\sum p_j = 1.0$ ). Vypočtená hodnota  $B$ , byla dosazena do vzorce odvozeného Hulbertem (1978) pro standardizaci potravní niky:

$$B_a = \frac{B-1}{n-1}, \quad (10)$$

kdy  $B$  = šířka potravní niky (viz výše) a  $n$  = počet možných dostupných zdrojů. Rozmezí je mezi 0 a 1, kdy hodnota rovná nule ukazuje na preferenci jednoho druhu potravy a naopak hodnota rovna 1 ukazuje, že zdroje potravy jsou využívány rovnoměrně. K tomuto byl vypočten index elektivity (Ivlev 1961) udávající využití daného zdroje potravy dle vzorce:



$$E_i = \frac{(r_i - P_i)}{(r_i + P_i)}, \quad (11)$$

kdy  $r_i$  = relativní abundance kořisti v potravě predátora a  $P_i$  = relativní abundance kořisti v ekosystému. Škála tohoto indexu je v rozmezí od  $-1$ , kdy se predátor kořisti vyhýbá, až do  $1$ , tzn., že predátor kořist preferuje. Dále byl vypočten Pianka index ( $O_{jk}$ ) s využitím MacArthur–Levins měření dle vzorce:

$$O_{jk} = \sqrt{\text{MacArthur} - \text{Levins}' M_{jk} M_{kj}}, \quad (12)$$

kdy  $M_{jk}$  značí rozsah překryvu pro 1. druh, druhem 2 dosazením do vzorce:

$$M_{jk} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sum p_{ij}^2}, \quad (13)$$

a  $M_{kj}$  rozsah překryvu pro druh 2., druhem 1. dle vzorce:

$$M_{kj} = \frac{\sum p_{ij} p_{ik}}{\sum p_{ik}^2}, \quad (14)$$

kdy  $p_{ij}$  = podíl zdroje  $i$  z celkových zdrojů využívaných druhem  $j$  a  $p_{ik}$  = podíl zdroje  $i$  z celkových zdrojů využívaných druhem  $k$ . Hodnota indexu leží v rozmezí  $0-1$ , kdy  $0$  znamená bez překryvu a  $1$  s maximálním překryvem (Krebs 2014).

V programu Canoco 5 (TerBraak & Šmilauer 2012) byla provedena mnohorozměrná analýza potravního složení čolků. Vysvětlujícími proměnnými byly druh čolka, pohlaví, délka těla (STL), lokalita a datum. Tyto proměnné byly před vlastní analýzou logaritmicky transformovány. Závislými proměnnými byly početnosti jednotlivých čeledí zastoupených mezi kořisti čolků. Čeledi s početností menší než pět jedinců byly z analýzy vyřazeny. Vzhledem k relativně dlouhému gradientu v odpovědních datech (3,6 SD units) byla pro vlastní analýzu zvolena metoda CCA (kanonická korespondenční analýza). Během tvorby modelu byl proveden test průkaznosti efektu všech vysvětlujících proměnných, což mělo za následek vyřazení proměnné pohlaví z finálního CCA modelu. Na základě sestrojeného modelu byly vytvořeny ordinační diagramy zobrazující rozdíly v potravním složení mezi dvěma zkoumanými lokalitami a mezi třemi druhy čolků. Následně byl v prostředí Canoco 5 sestrojen generalizovaný lineární model (GLM) s Poissonovým rozdělením a příslušný graf zobrazující zastoupení jednotlivých čeledí kořisti v závislosti na délce těla čolka (STL). Do GLM modelu vstupovaly pouze čeledi s průkaznou odpovědí ( $p < 0,05$ ). Dle

Covaciu–Marcov et al. (2010) byl statisticky za užití Mann–Whitney–Wilcoxon testu v programu R 3.2.4 vyhodnocen vztah mezi získanou potravou a pohlavím u jednotlivých druhů čolků. Veškerá analýza proběhla se stanoveným 95% konfidečním intervalem.

### **3.4. Analýzy základních demografických parametrů populace druhu**

#### ***Triturus cristatus***

Pro studium parametrů byla použita metoda zpětných odchyťů označených čolků, tzv. *capture–mark–recapture method* (Jolly 1965). K výpočtu odhadů velikosti populace a míry přežívání jedinců byl použit model Jolly–Seber v parametrizaci POPAN (Schwarz & Arnason 1996, Schwarz & Arnason 2007). Jolly–Seber model v této formě obsahuje 4 parametry: pravděpodobnost přežívání (*Phi*), pravděpodobnost odchyty (*p*), pravděpodobnost vstupu do populace (*pent*) a velikost super populace (*N*). Základní model předpokládá časovou proměnlivost v parametru *Phi*, *p* a *pent*, přičemž parametry *Phi* a *pent* se vztahují k obdobím mezi jednotlivými odchyty a parametr *p* k jednotlivým odchyťovým akcím. Časová proměnlivost může být např. způsobena kolísáním vnějších podmínek (povětrnostní vlivy). Parametr *Phi* bývá nazýván jako „zjevné přežívání“ (apparent survival), na rozdíl od skutečného přežívání totiž zahrnuje jak mortalitu, tak trvalou emigraci z dané lokality (Schwarz & Arnason 2007). Parametr *pent* kvantifikuje míru rozmnožování. Poslední uvedený parametr *N* vyjadřuje velikost populace jedinců, kteří jsou v dané sezóně odlovitelní (t.j. jedinci čolka velkého, kteří se v daném roce reprodukují na dané lokalitě). Pomocí těchto hlavních parametrů je možné vypočítat odhady početnosti populace v jednotlivých odchyťových akcích  $N(i)$ , jedná se o odhad početnosti jedinců, kteří byli v daném okamžiku na lokalitě. Výpočty byly provedeny v programu MARK (White & Burnham 1999), který také umožňuje tvorbu a porovnání zjednodušených variant základního modelu. Zjednodušené varianty předpokládají, že jeden nebo více parametrů je konstantních, tj. bez časové proměnlivosti. Varianty základního modelu byly srovnány prostřednictvím Akaikeho informačního kritéria AIC (Anderson & Burnham 1999) upraveného pro malé vzorky AICc (Hurvich & Tsai 1989).

## 4. Výsledky

Celkem bylo na studovaných lokalitách odchyceno 423 jedinců čolka velkého, 68 jedinců čolka obecného a 39 jedinců čolka horského. V poměru pohlaví mírně převažují u čolka velkého a č. horského samice, u čolka obecného naopak samci (Tab. 1). Počet jedinců s prázdným žaludkem je v průměru 15,70 %. Čolek velký dosahoval průměrné velikosti v součtu obou lokalit 118,50 mm, čolek obecný 72,55 mm a čolek horský 87,27 mm. V Tověři dosahuje čolek obecný větší průměrné velikosti pro obě pohlaví než v Suché Rudné. Čolek velký naopak dosahuje větší průměrné velikosti pro obě pohlaví v Suché Rudné než v Tověři (Tab. 2,3).

**Tab. 1:** Počet odchycených jedinců, zastoupení pohlaví a počet jedinců s prázdným žaludkem (*T. cri* = *Triturus cristatus*, *L. vul* = *Lissotriton vulgaris*, *I. alp* = *Ichtyosaura alpestris*).

	Tověř		Suchá Rudná		
	<i>T. cri</i>	<i>L. vul</i>	<i>T. cri</i>	<i>L. vul</i>	<i>I. alp</i>
počet jedinců	321	46	102	22	39
zastoupení pohlaví	♀ 162 : ♂ 159	♀ 19 : ♂ 27	♀ 62 : ♂ 40	♀ 6 : ♂ 16	♀ 23 : ♂ 16
počet jedinců s prázdným žaludkem	31 (9,66 %)	9 (19,57 %)	14 (13,73 %)	5 (22,73 %)	5 (12,82 %)

**Tab. 2:** Naměřené průměrné velikosti těla (STL±SE) a minimální a maximální hodnoty pro čolka velkého a obecného na lokalitě Tověř.

druh	pohlaví	průměr±SE	min	max
<i>T. cristatus</i>	samice	116,94±1,10	81	152
	samci	114,03±0,83	91	161
<i>L. vulgaris</i>	samice	69,26±2,97	61	102
	samci	82,37±2,33	71	122

**Tab. 3:** Naměřené průměrné velikosti těla (STL±SE) a minimální a maximální hodnoty pro čolka velkého, obecného a horského na lokalitě Suchá Rudná.

druh	pohlaví	průměr±SE	min	max
<i>T. cristatus</i>	samice	118,56±1,18	86	141
	samci	124,45±1,85	94	142
<i>L. vulgaris</i>	samice	66,17±2,40	61	75
	samci	72,38±2,12	61	83
<i>I. alpestris</i>	samice	86,91±2,13	67	112
	samci	87,63±4,28	61	110

## 4.1. Trofické spektrum

Na lokalitě Tověř bylo zjištěno celkem 37 čeledí zařazených jako potravní základna. Z výplachů žaludků čolka velkého a obecného bylo získáno 6449 položek identifikovaných do 31 čeledí řazených jako trofické spektrum, 2 položky se nepodařilo identifikovat (Tab. 4). V Suché Rudné bylo zjištěno celkem 32 čeledí zařazených jako potravní základna. Z výplachů žaludků čolka velkého, obecného a horského bylo získáno 2545 položek identifikovaných do 25 čeledí řazených jako trofické spektrum (Tab. 5). Při srovnání podobnosti potravní základny obou lokalit, tj. druhů odlovených hydrobiologickou sítí, udává Jaccardův index podobnost 46 % a Sørensenův index 63 %. V průměru se tedy lokality shodují v 54,5 % potravní základny.

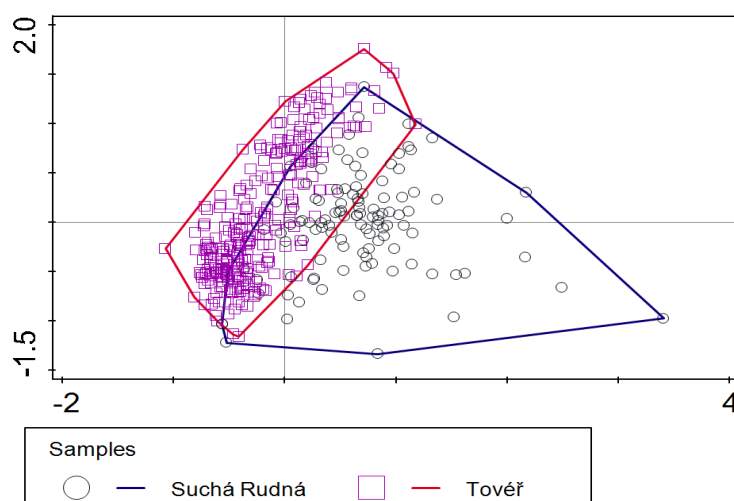
**Tab. 4:** Potravní spektrum čolka velkého a čolka obecného získané z výplachů žaludků na lokalitě Tověř - Abundance (n), frekvence (f) a plocha kořistí (p)

taxon.jednotky	<i>Triturus cristatus</i>					<i>Lissotriton vulgaris</i>				
	Σn	%n	f	%f	p	Σn	%n	f	%f	p
Tubificidae	1	0,02	1	0,38	6,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Planorbidae	535	9,11	148	55,85	5457,50	11	1,90	6	27,27	51,00
Lymnaeidae	7	0,12	6	2,26	73,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Sphaeriidae	8	0,14	7	2,64	64,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Lycosidae	2	0,03	2	0,75	76,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Linyphiidae	1	0,02	1	0,38	2,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Hydrachnidae	2	0,03	2	0,75	3,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Cyprididae	4	0,07	4	1,51	2,25	0	0,00	0	0,00	0,00
Daphniidae	1905	32,44	120	45,28	3789,50	321	55,54	16	72,73	639,00
Chydoridae	1732	29,49	170	64,15	748,38	132	22,84	9	40,91	57,75
Cyclopidae	234	3,98	113	42,64	145,25	40	6,92	12	54,55	87,25
Asellidae	177	3,01	71	26,79	4859,00	3	0,52	3	13,64	23,00
Erpobdellidae	2	0,03	2	0,75	8,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Culicidae, larv.	219	3,73	101	38,11	1014,00	10	1,73	8	36,36	46,00
Chironomidae, larv.	604	10,28	166	62,64	2373,50	44	7,61	14	63,64	166,50
Bibionidae	4	0,07	3	1,13	135,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Ephyridae, larv.	2	0,03	2	0,75	33,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Mycetophilidae	2	0,03	2	0,75	13,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Dixidae, larv.	1	0,02	1	0,38	40,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Corixidae	1	0,02	1	0,38	8,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Notonectidae	13	0,22	12	4,53	336,00	1	0,17	1	4,55	3,00
Dytiscidae, larv.	53	0,90	44	16,60	1728,00	5	0,87	4	18,18	41,00
Hydrophilidae, larv.	8	0,14	7	2,64	165,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Halplidae, larv.	7	0,12	5	1,89	34,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Staphylinidae	0	0,00	0	0,00	0,00	1	0,17	1	4,55	6,00
Baetidae, larv.	209	3,56	128	48,30	2977,50	7	1,21	6	27,27	55,00
Libellulidae, larv.	11	0,19	11	4,15	604,50	0	0,00	0	0,00	0,00
Ranidae, larv.	97	1,65	80	30,19	11788,00	1	0,17	1	4,55	10,00
Hylidae, larv.	4	0,07	4	1,51	364,00	0	0,00	0	0,00	0,00
vejce čolků	10	0,17	4	1,51	10,25	0	0,00	0	0,00	0,00
kůže <i>T. cristatus</i>	14	0,24	14	5,28	175,00	0	0,00	0	0,00	0,00
<i>L. vulgaris</i>	1	0,02	1	0,38	25,00	0	0,00	0	0,00	0,00
kůže <i>L. vulgaris</i>	1	0,02	1	0,38	5,00	2	0,35	2	9,09	7,00
neidentifikováno	2	0,03	2	0,75	11,00	0	0,00	0	0,00	0,00
	<b>5873</b>	<b>100,00</b>	<b>1236</b>	-	<b>37073,63</b>	<b>578</b>	<b>100,00</b>	<b>83</b>	-	<b>1192,50</b>

**Tab. 3:** Potravní spektrum čolka velkého a čolka obecného získané z výplachů žaludků na lokalitě Tověř - Abundance (n), frekvence (f) a plocha kořistí (p)

taxon.jednotky	<i>Triturus cristatus</i>					<i>Ichtyosaura alpestris</i>					<i>Lissotriton vulgaris</i>				
	Σn	%n	f	%f	p	Σn	%n	f	%f	p	Σn	%n	f	%f	p
Planorbidae	79	4,16	25	31,25	496,00	16	3,81	4	17,39	81,00	16	7,02	4	33,33	50,00
Sphaeriidae	14	0,74	9	11,25	64,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Lycosidae	2	0,11	2	2,50	10,00	1	0,24	1	4,35	6,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Dictynidae	1	0,05	1	1,25	5,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Cyprididae	16	0,84	7	8,75	20,75	1	0,24	1	4,35	0,75	2	0,88	2	16,67	2,00
Daphniidae	1051	55,40	62	77,50	2128,00	189	45,00	19	82,61	374,00	147	64,47	11	91,67	277,00
Chydoridae	264	13,92	37	46,25	115,50	112	26,67	15	65,22	49,00	22	9,65	4	33,33	9,63
Cyclopidae	104	5,48	33	41,25	106,00	23	5,48	7	30,43	23,50	21	9,21	6	50,00	23,50
Glomeridae	5	0,26	5	6,25	41,00	2	0,48	1	4,35	8,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Planariidae	2	0,11	1	1,25	12,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Ceratopogonidae, larv.	17	0,90	10	12,50	54,50	4	0,95	3	13,04	9,50	1	0,44	1	8,33	2,00
Culicidae, larv.	14	0,74	8	10,00	55,00	1	0,24	1	4,35	1,00	2	0,88	2	16,67	7,00
Chironomidae, larv.	81	4,27	26	32,50	313,00	10	2,38	3	13,04	46,00	2	0,88	1	8,33	6,00
Bibionidae	33	1,74	21	26,25	288,00	8	1,90	6	26,09	36,00	3	1,32	2	16,67	29,00
Ephyridae	20	1,05	13	16,25	135,00	3	0,71	2	8,70	14,00	2	0,88	2	16,67	5,00
Ephyridae, larv.	1	0,05	1	1,25	4,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Chaoboridae, larv.	11	0,58	8	10,00	40,00	4	0,95	3	13,04	11,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Corixidae	11	0,58	7	8,75	90,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Aphididae	1	0,05	1	1,25	7,00	1	0,24	1	4,35	8,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Notonectidae	8	0,42	7	8,75	41,00	2	0,48	2	8,70	20,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Dytiscidae, larv.	90	4,74	39	48,75	693,00	25	5,95	13	56,52	147,00	1	0,44	1	8,33	12,00
Hydrophilidae, larv.	11	0,58	8	10,00	326,00	3	0,71	3	13,04	196,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Baetidae, larv.	37	1,95	22	27,50	302,00	11	2,62	5	21,74	52,00	8	3,51	4	33,33	44,00
Lestidae, larv.	2	0,11	2	2,50	148,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
Ranidae, larv.	22	1,16	15	18,75	1538,00	3	0,71	2	8,70	69,00	1	0,44	1	8,33	8,00
vejce čolků	0	0,00	0	0,00	0,00	1	0,24	1	4,35	4,00	0	0,00	0	0,00	0,00
	<b>1897</b>	<b>100,00</b>	<b>370</b>	<b>-</b>	<b>7032,75</b>	<b>420</b>	<b>100,00</b>	<b>93</b>	<b>-</b>	<b>1155,75</b>	<b>228</b>	<b>100,00</b>	<b>41</b>	<b>341,66</b>	<b>475,13</b>

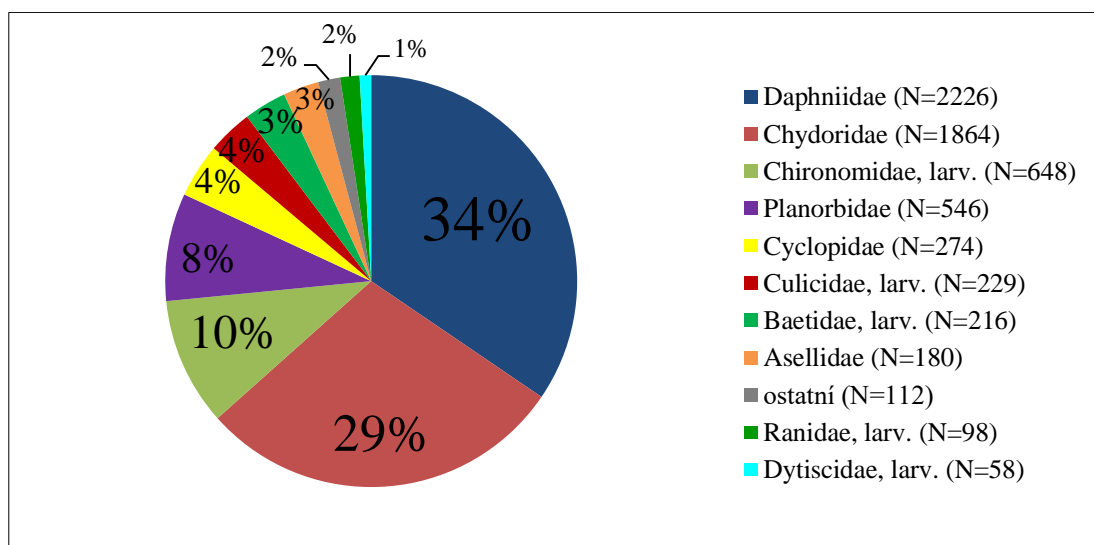
Multivariační analýza<sup>3</sup> ukazuje překryv potravního spektra, tj. jednotlivých taxonů získaných z výplachů žaludků všech druhů čolků, na sledovaných lokalitách (Obr. 3).



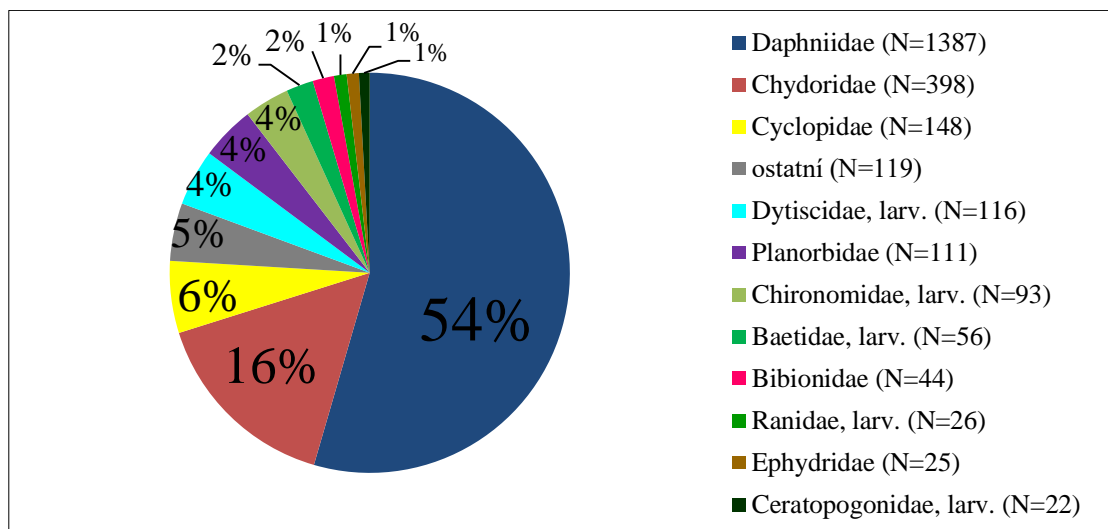
**Obr. 3:** CCA ordinační diagram zobrazující překryv potravního spektra, tj. taxonů získaných z výplachů žaludků, všech studovaných druhů čolků dohromady.

<sup>3</sup> Čeledi do pěti kusů nebyly počítány.

V souhrnném<sup>4</sup> zastoupení jednotlivých čeledí získaných z výplachů žaludků čolka velkého a obecného dominují v Tověři (Obr. 4) hrotnatkovití (Daphniidae), čočkovcovití (Chydoridae) a okružákovití (Planorbidae). Na lokalitě Suchá Rudná (Obr. 5) převažují z výplachů žaludků čolka velkého, obecného a horského čeledi hrotnatkovití, čočkovcovití a buchankovití (Cyclopidae). Zooplanktonní druhy korýšů (Daphniidae, Chydoridae a Cyclopidae) tedy představují významný podíl potravního spektra, kdy Tověři zaujímají 67 % potravy a v Suché Rudné 76 %.



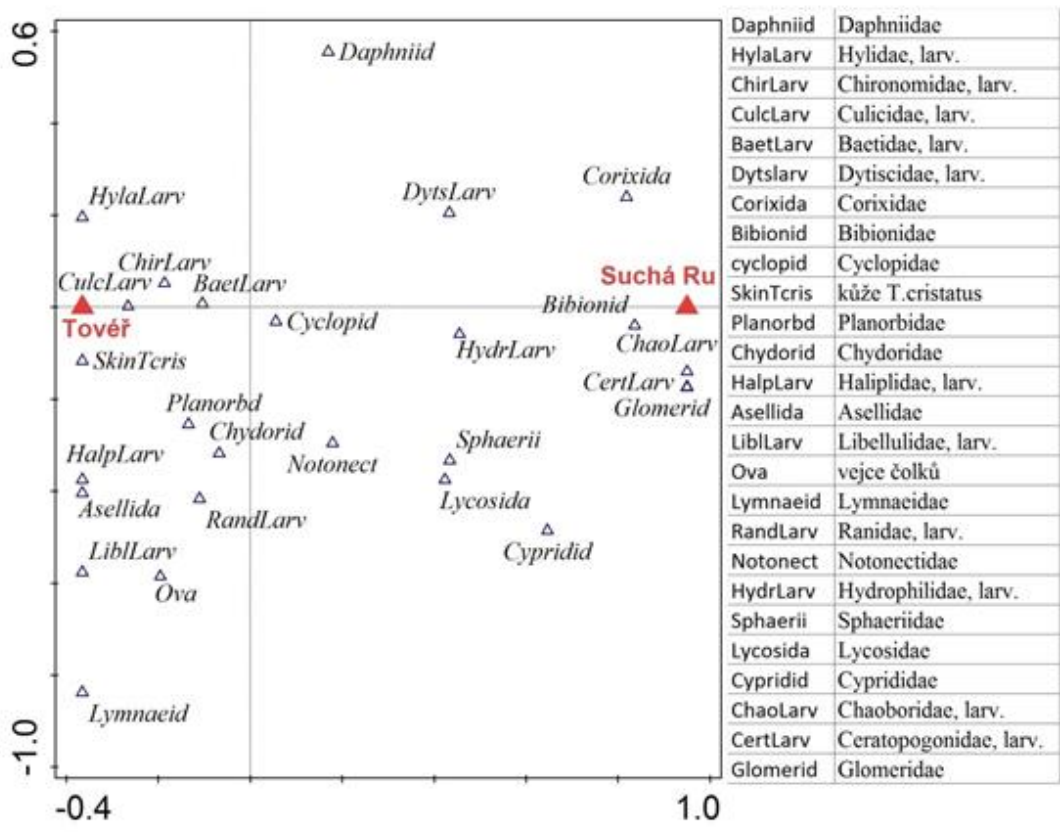
**Obr. 4:** Složení potravního spektra, tj. taxonů získaných výplachem žaludků pro druhy čolka velkého a čolka obecného (společně) v Tověři.



**Obr. 5:** Složení potravního spektra, tj. taxonů získaných výplachem žaludků pro druhy čolka velkého, čolka obecného a čolka horského (dohromady) v Suché Rudné.

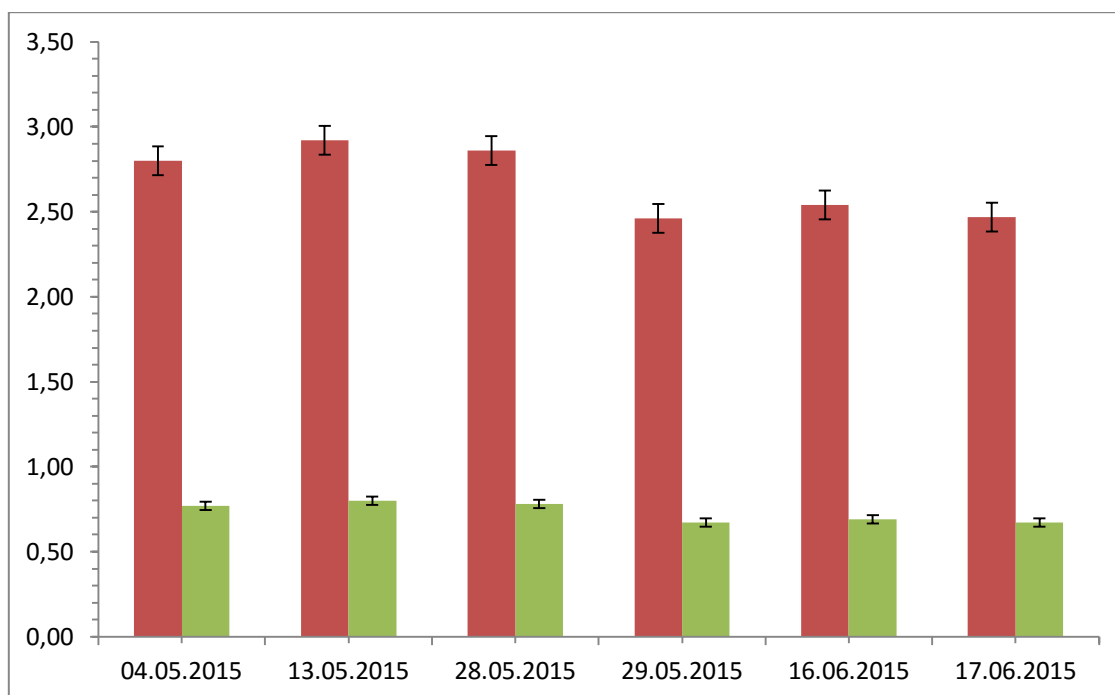
<sup>4</sup> Čeledi s abundancí do 20 kusů (< 1 %) byly v rámci srovnání zařazeny do kategorie ostatní.

V rámci multivariačního srovnání trofického spektra z obou lokalit a všech studovaných druhů čolků (Obr. 6) je patrné, že nejčastěji lovenou čeledí jsou Daphnidae. Dále je patrný rozdíl potravního spektra, kdy v Tověři se vyskytuje více taxonomických jednotek. Výlučně v Suché Rudné nalezneme čeledi např.: koretrovití (Chaoboridae, larv.), pakomárcovití (Ceratopogonidae, larv.). V Tověři jsou to zase plavčíkovití (Halipilidae, larv.), beruškovití (Asellidae).

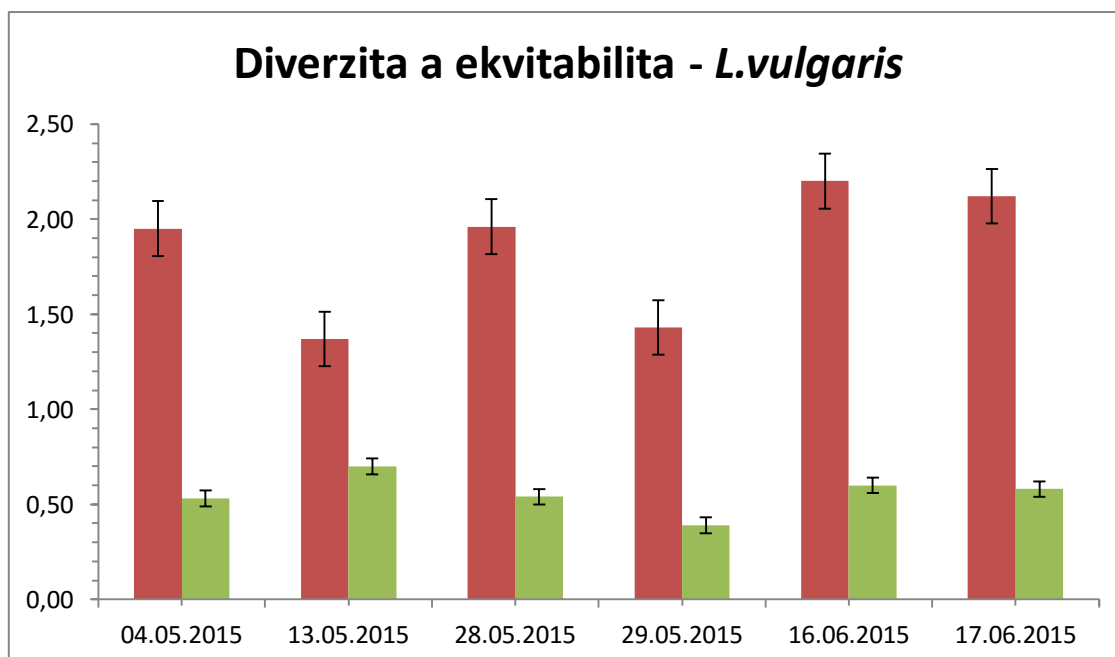


**Obr. 6:** CCA ordinační diagram zobrazující srovnání trofického spektra lokalit Tověř a Suché Rudné.

Diverzita trofického spektra ( $H'$ ), získaného z výplachů žaludků, v Tověři u čolka velkého je v průměru 2,68 a narůstá v průběhu května, kdy je dostatek potravy, poté má klesající charakter. Ekvitabilita ( $E$ ) kopíruje vývojový trend diverzity (Obr. 7). U čolka obecného je diverzita ( $H'$ ) vzhledem k nízkému počtu odchycených jedinců nejednoznačná v průměru 1,84 a má střídavě stoupající charakter, maxima dosahuje v polovině června. Ekvitabilita ( $E$ ) naopak dosahuje maxima v polovině května (Obr.8).



**Obr. 7:** Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka velkého na lokalitě Tověř se zobrazením SE.

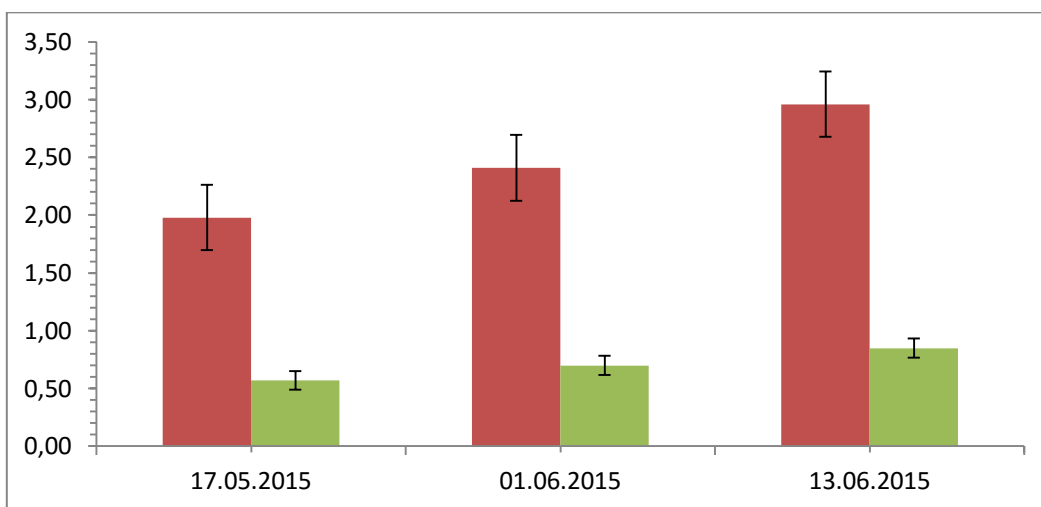


**Obr. 8:** Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka obecného na lokalitě Tověř se zobrazením SE.

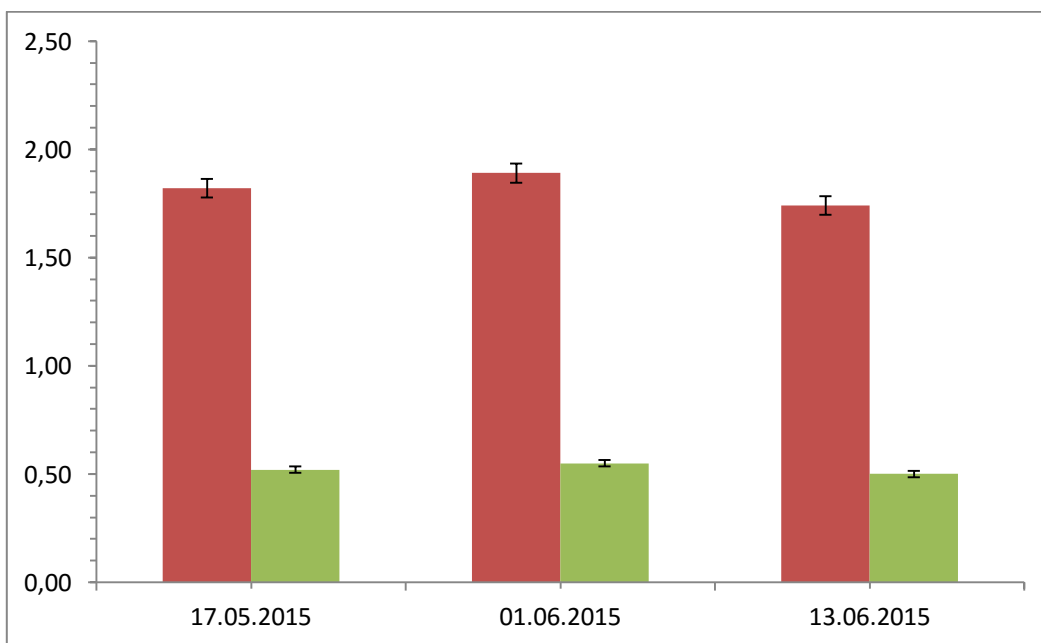
V Suché Rudné diverzita trofického spektra ( $H'$ ) u druhu čolka velkého narůstá s rozšiřující se nabídkou potravy od května do června, v průměru dosahuje 2,45 a je nižší než v Tověři. Ekvitabilita ( $E$ ) také narůstá od května do června (Obr. 9). U druhů čolka obecného a horského diverzita ( $H'$ ) dosahuje maxima na začátku června, poté klesá. Ekvitabilita ( $E$ ) těchto dvou druhů kopíruje vzniklý trend diverzity. Průměrná



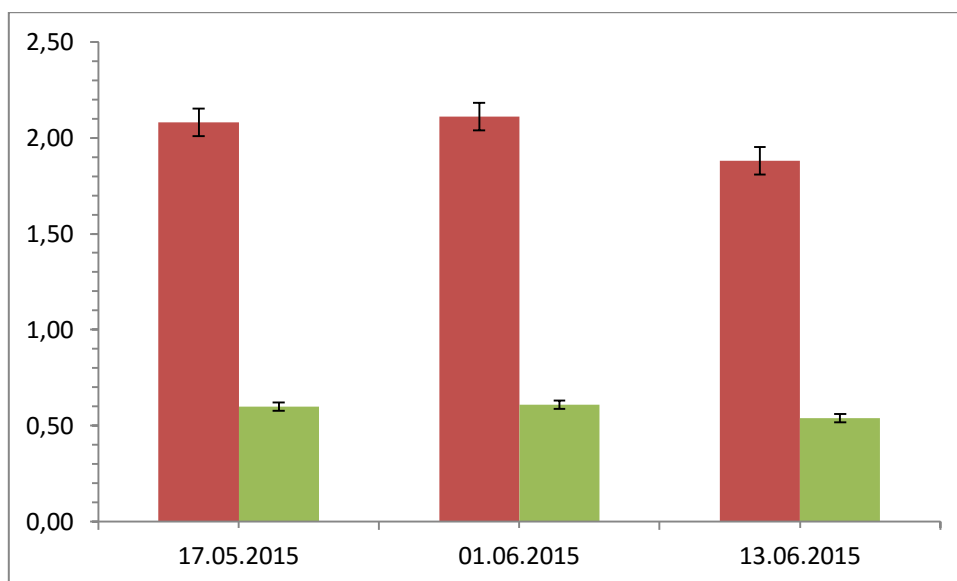
hodnota diverzity ( $H'$ ) je u čolka obecného 1,85, což je obdobné výsledku z Továře. U čolka horského je průměrná hodnota diverzity ( $H'$ ) 2,02 (Obr. 10).



**Obr. 9:** Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka velkého na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE.



**Obr. 10:** Diverzita (červeně) a ekvitabilita (zeleně) u čolka obecného na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE.



**Obr. 11:** Diverzita (červeně) a ekvitalita (zeleně) u čolka horského na lokalitě Suchá Rudná se zobrazením SE.

V rámci celkového srovnání počtu terestrických a vodních druhů kořisti z výplachů žaludků u všech čolků (Tab. 4), jasně dominují vodní druhy živočichů (98,97 %), nad terestrickými druhy (1,03 %), které mohou sloužit jako doplňkový zdroj potravy zejména ve vyšších polohách v blízkosti lesa, což se projevuje v zastoupení v potravní základně v pozdější fázi vodního života čolků, tj. začátkem června.

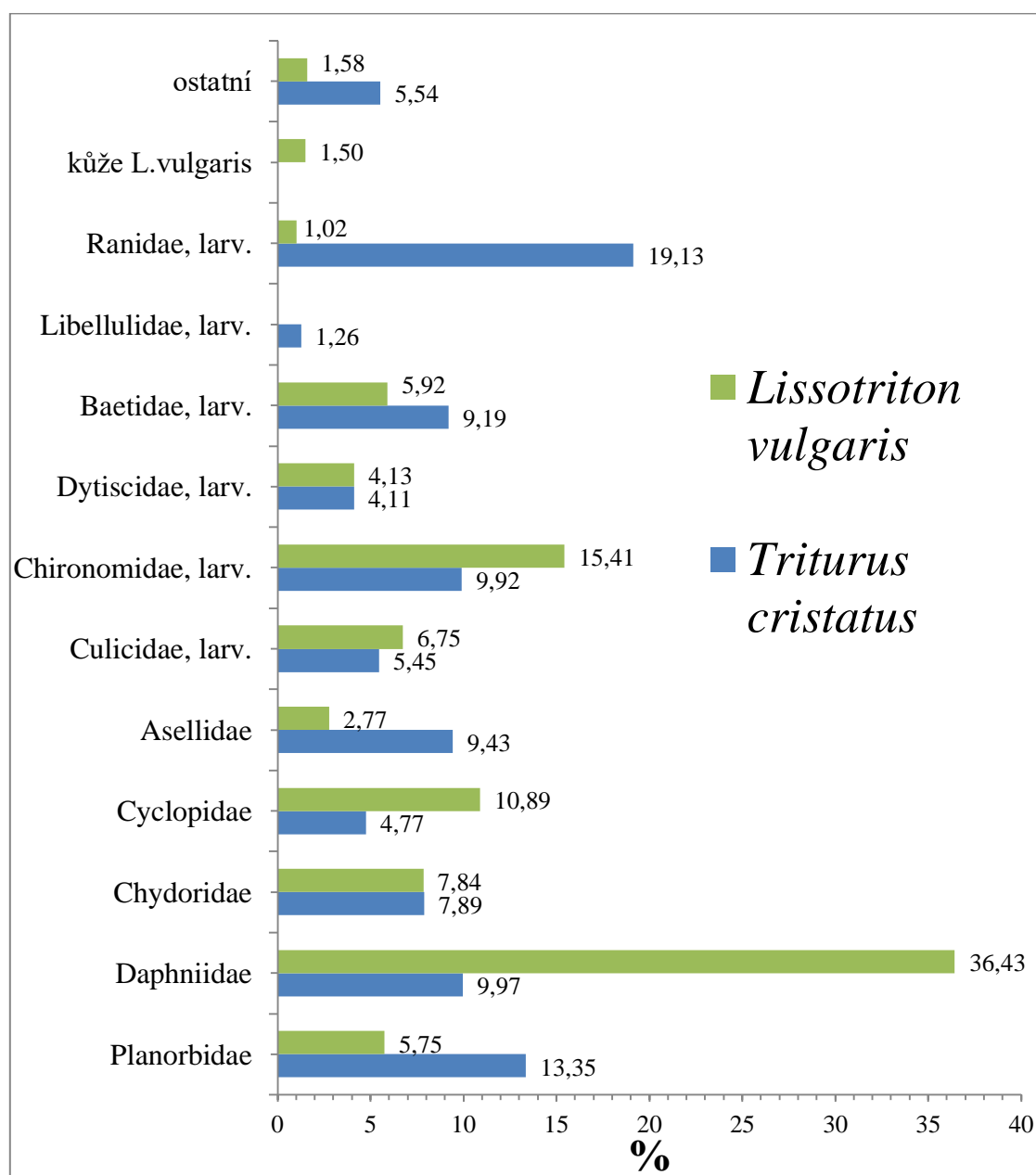
**Tab. 4:** Srovnání početnosti vodních a terestrických druhů v potravě všech čolků pro jednotlivé lokality.

	<b>průměr±SE</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>%</b>
<b>Tověř</b>				
vodní	1072,67±189,85	541	1669	99,78
terestrické	2,33±0,76	0	4	0,22
<b>Suchá Rudná</b>				
vodní	821,67±277,54	478	1371	96,90
terestrické	26,33±3,18	20	30	3,10

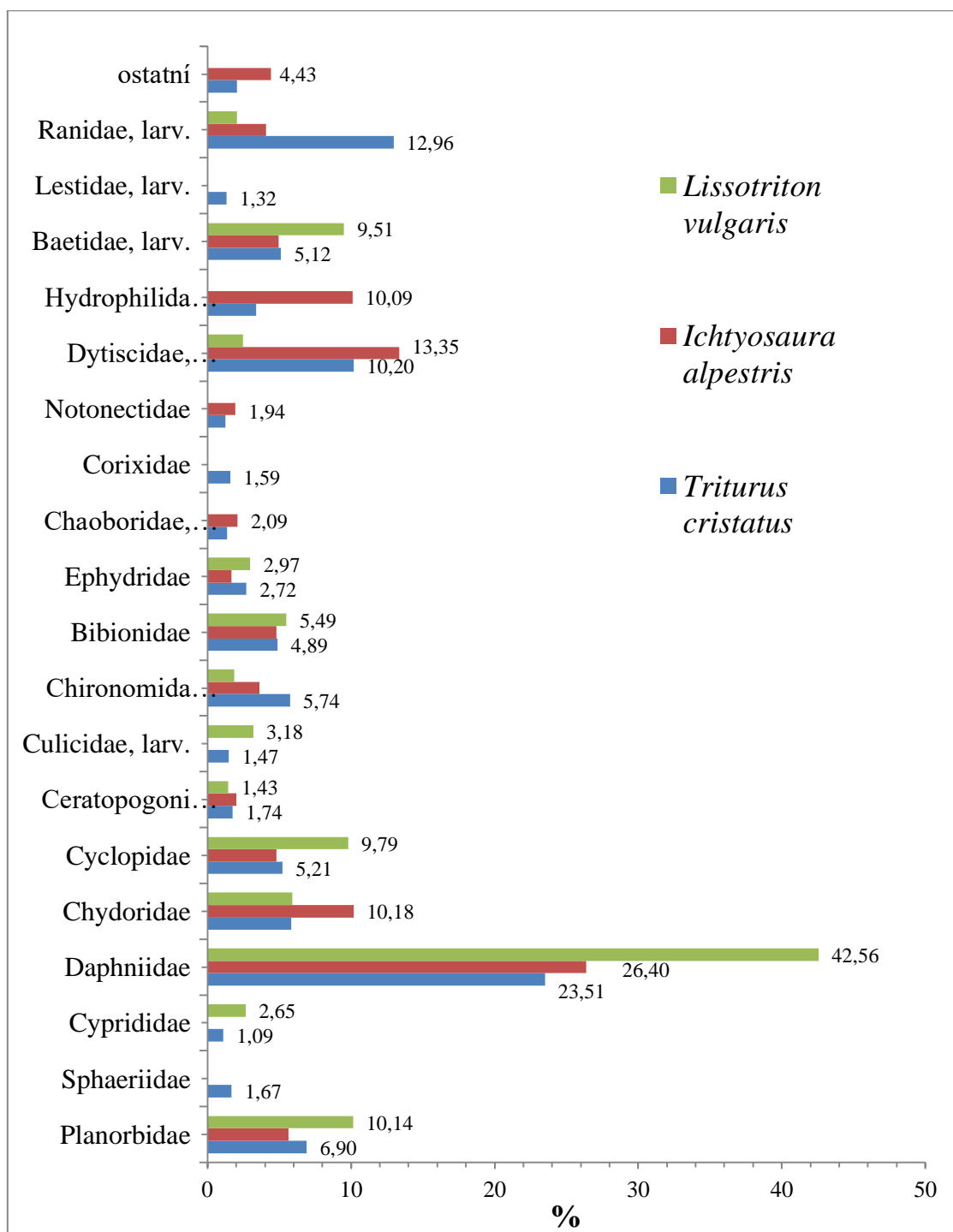
Index důležitosti<sup>5</sup> (Obr. 12, 13), počítající s frekvencí potravy a plošným zastoupením jednotlivých položek v obsahu výplachů z žaludků (vzorec 8), je v případě čolka velkého pro lokalitu Tověř největší u čeledi skokanovití (Ranidae), pro lokalitu Suchá Rudná u čeledi Daphniidae. U čolka obecného dosahuje index

<sup>5</sup> Čeledi s hodnotou nižší než 1 byly řazeny do kategorie ostatní.

důležitosti největších hodnot u čeledi hrotnatkovití pro obě lokality, vyšší hodnoty nabývá také u čeledi pakomárovití (Chironomidae) v Tovéři a Planorbidae v Suché Rudné. Pro čolka horského v Suché Rudné je nejvyšší míry indexu důležitosti dosaženo u čeledi Daphniidae a larev čeledi potápníkovití (Dytiscidae). Obecně lze pozorovat, že vzhledem k velikosti těla je pro čolka velkého a horského důležitou položkou trofického spektra i velikostně větší potrava, např. Ranidae. Čolek obecný tuto potravu spíše nepreferuje.



**Obr. 12:** Index důležitosti pro lokalitu Tověř.

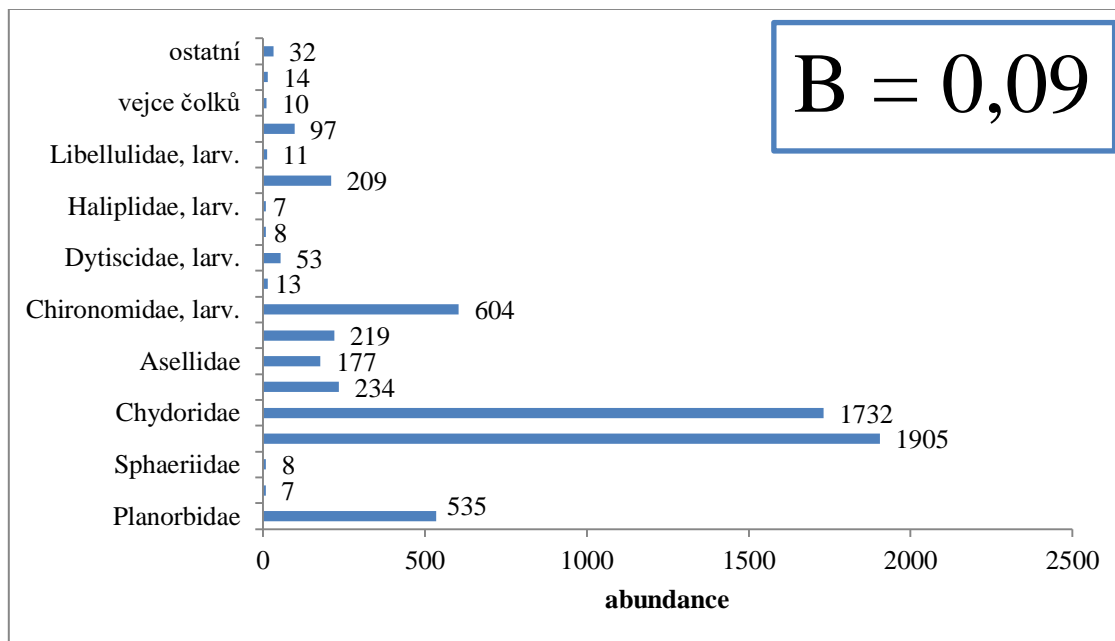


**Obr. 13:** Index důležitosti pro lokalitu Suchá Rudná.

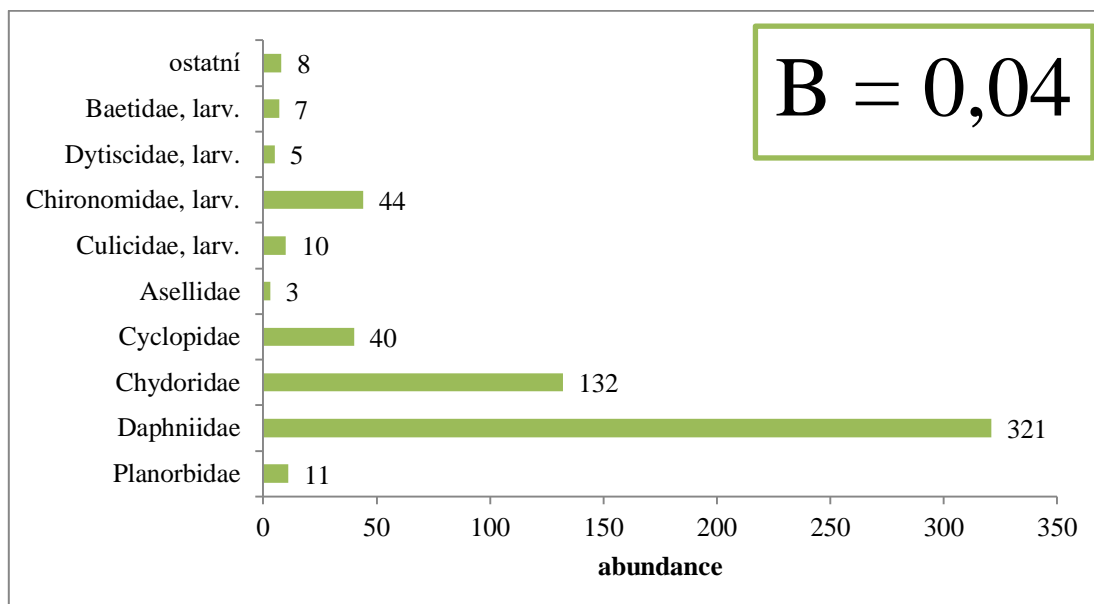
Z abundance<sup>6</sup> kořisti ( $n$ ) ze vzorků z výplachů žaludků byla stanovena šířka potravní niky – B index. Pro všechny druhy čolků znamená nízká hodnota B indexu specializaci na jeden či dva typy kořisti, které v trofickém spektru dominují. Na lokalitě Tověř (Obr. 14, 15) má relativně širší potravní niku čolek velký než čolek

<sup>6</sup> Taxonomické jednotky s abundancí pod pět byly řazeny do kategorie ostatní.

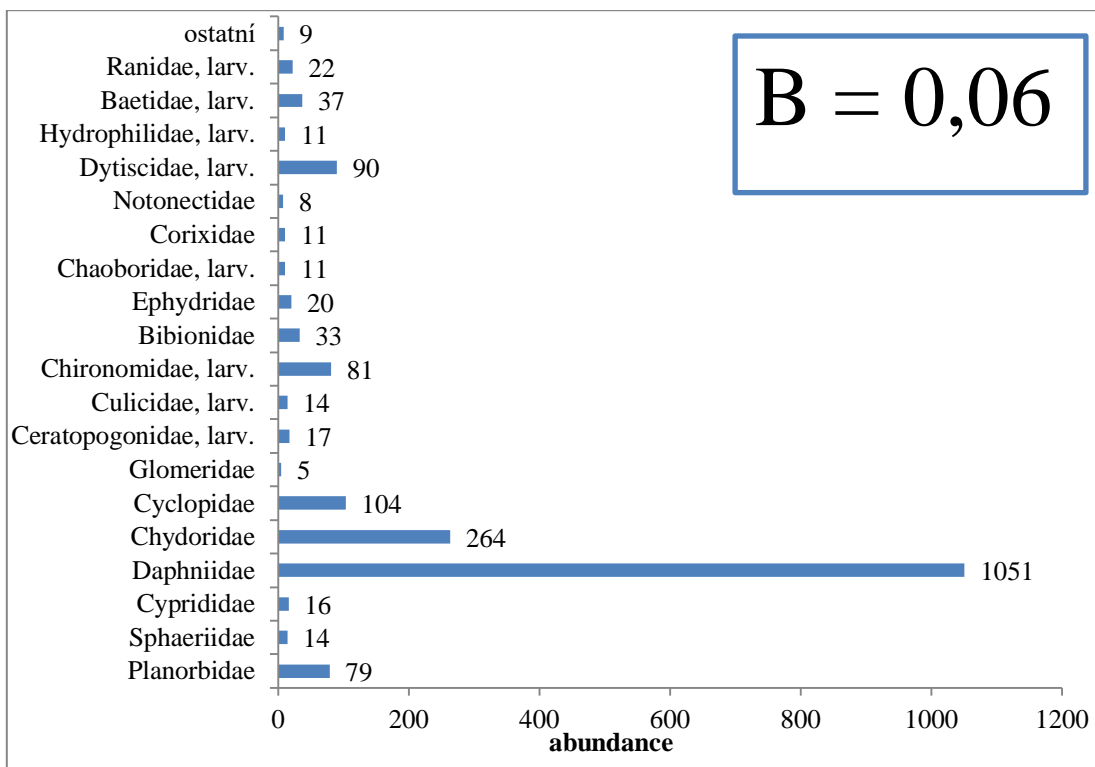
obecný. V Suché Rudné (Obr. 16, 17, 18) má relativně nejširší potravní niku čolek horský. Čolek obecný má úzkou potravní niku na obou lokalitách a specializuje se především na jeden typ kořisti. Z výsledků vyplývá, že čolci se i přes drobné rozdíly v potravní nuce specializují na jeden až dva typy kořisti, zejména na zooplanktonní druhy korýšů (Daphniidae, Chydoridae a Cyclopidae).



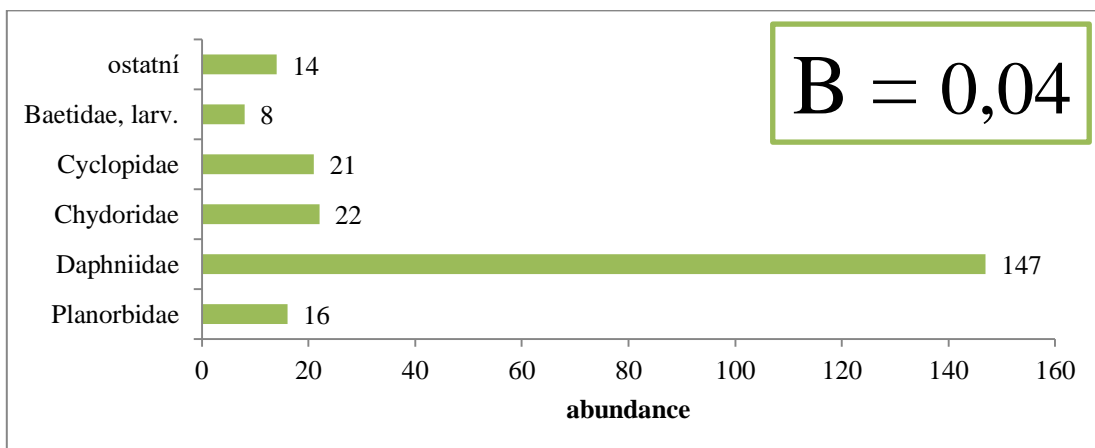
**Obr. 14:** Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka velkého v Tovří.



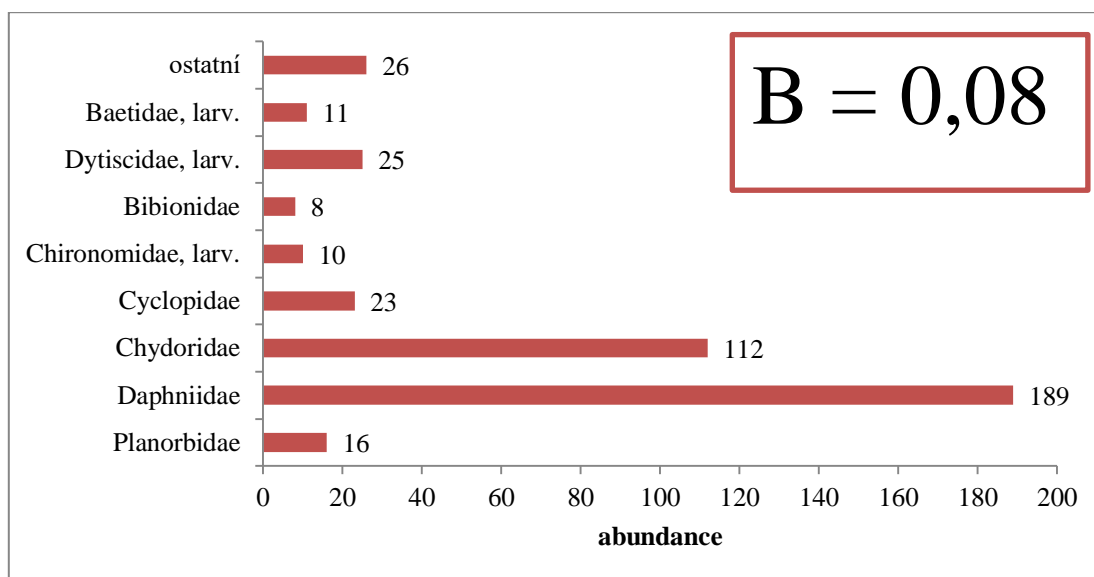
**Obr. 15:** Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka obecného v Tovří.



**Obr. 16:** Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka velkého v Suché Rudné.

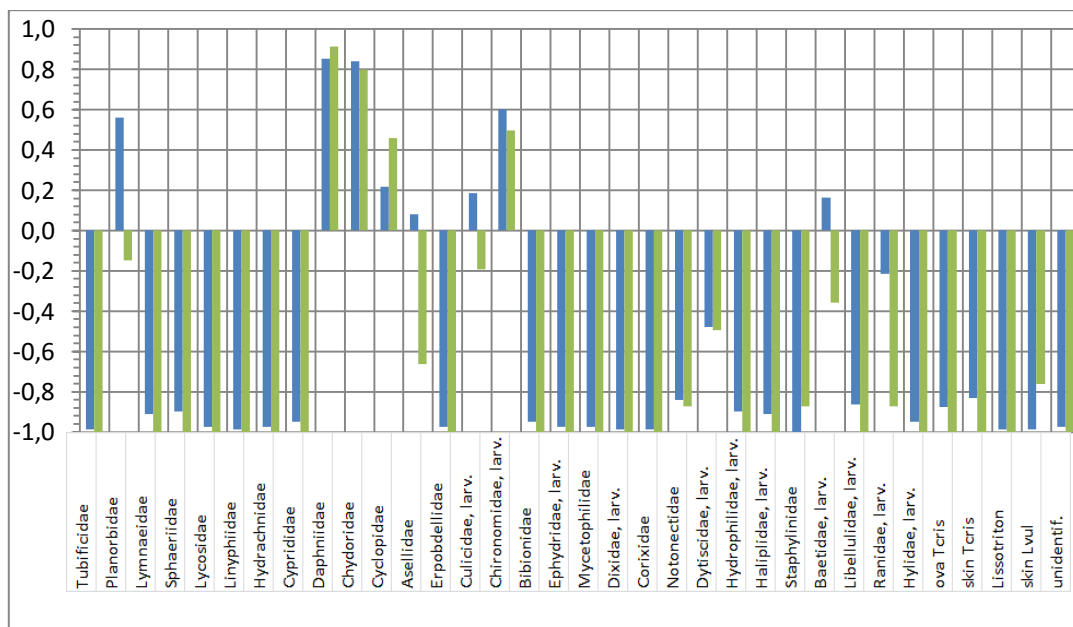


**Obr. 17:** Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka obecného v Suché Rudné.



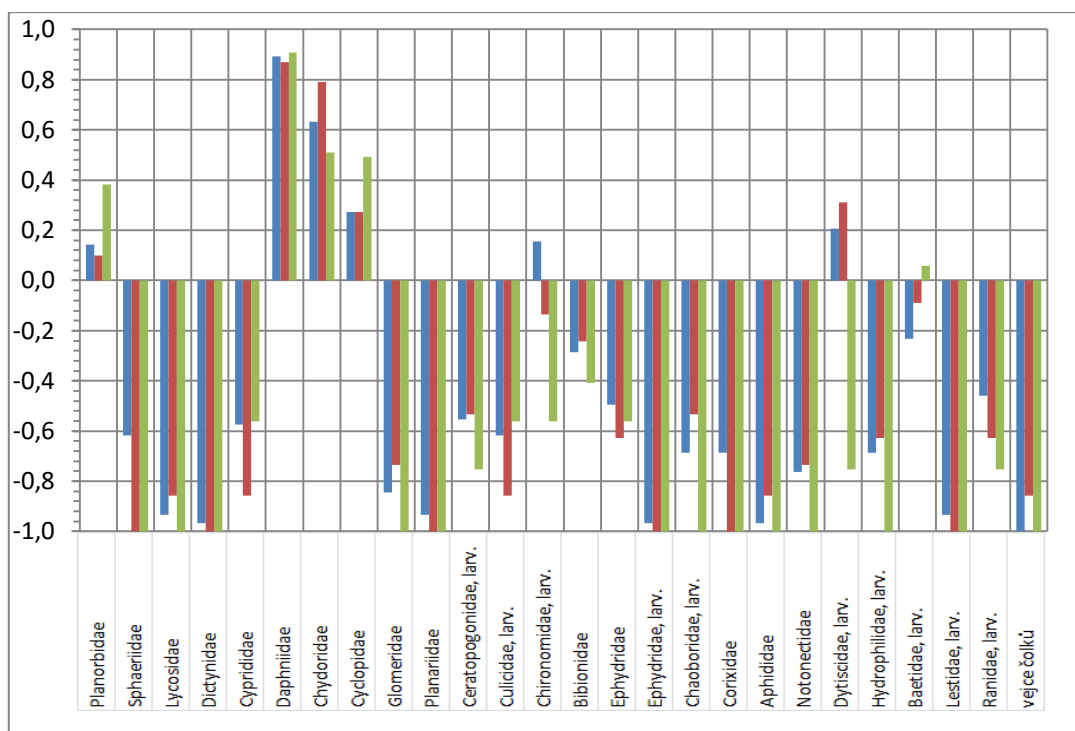
**Obr. 18:** Šířka potravní niky (B) a abundance kořistí u druhu čolka horského v Suché Rudné.

Následně vypočtený index elektivity ukázal, že v Tověři se čolek velký i obecný stejnou měrou vyhýbají čeledím<sup>7</sup>: slimákovití (Limacidae), klíšatovití (Ixodidae), bruslařkovití (Gerridae), bodulovití (Naucoridae), střevlíkovití (Carabidae), vodomilovití (Hydrophilidae) a kuňkovití (Bombinatoridae). Čolek velký preferuje čeledi Daphniidae, Chydoridae, Chironomidae (larv.) a Planorbidae. Čolek obecný nejvíce vyhledává čeledi Daphniidae, Chydoridae, Chironomidae (larv.) (Obr. 19).



**Obr. 19:** Index elektivity pro čolka velkého (modře) a čolka obecného (zeleně) – Tověř.

<sup>7</sup> Uvedené čeledi shodně dosahovaly -1 a byly vyřazeny z grafu.



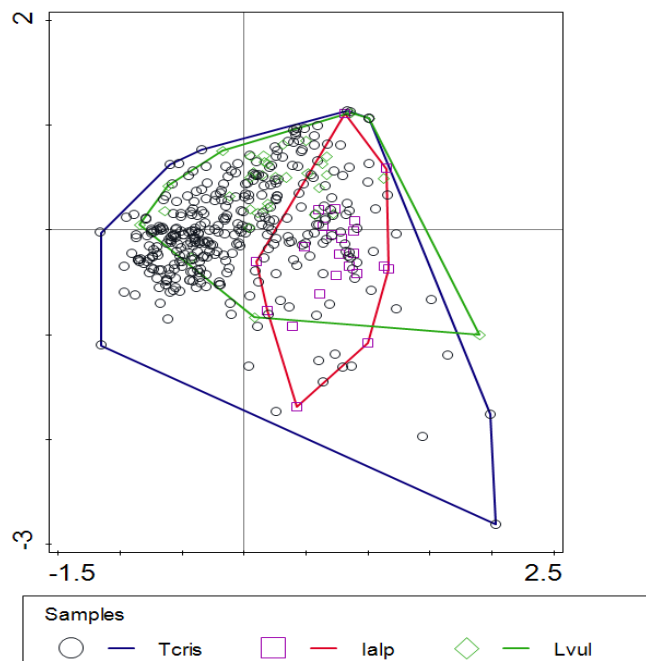
**Obr. 20:** Index elektivity pro čolka velkého (modře), čolka obecného (zeleně) a čolka horského (červeně) – Suchá Rudná.

V Suché Rudné se čolek velký, obecný i horský vyhýbají stejnou měrou čeledím<sup>8</sup>, jako jsou: Limacidae, mákovkovití (Poduridae), Gerridae, splešťulovití (Nepidae), Carabidae. Pro uvedené druhy čolků je ve větší míře zaznamenána preference čeledi Daphniidae a Chydoridae, u čolka obecného i Cyclopidae (Obr. 20).

Dále byl zjištěn významný překryv trofického spektra u druhů čolka velkého a obecného na lokalitě Tověř, kdy Pianka index vyšel  $O_{jk} = 0,91$ . Pro lokalitu Suchá Rudná byl překryv mezi čolkem velkým a obecným ještě větší,  $O_{jk} = 0,98$ . I mezi čolkem velkým a horským ( $O_{jk} = 0,97$ ) a mezi čolkem horským a obecným ( $O_{jk} = 0,94$ ) existuje významný překryv trofického spektra. Je tedy patrné, že existuje výrazný překryv v trofickém spektru všech tří druhů čolků na obou lokalitách, přičemž při celkovém srovnání všech čeledí získaných z výplachů žaludků, lze pozorovat, že čolek velký využívá nejšířší potravní nabídky, poté čolek obecný a nejméně čolek horský (Obr. 21).

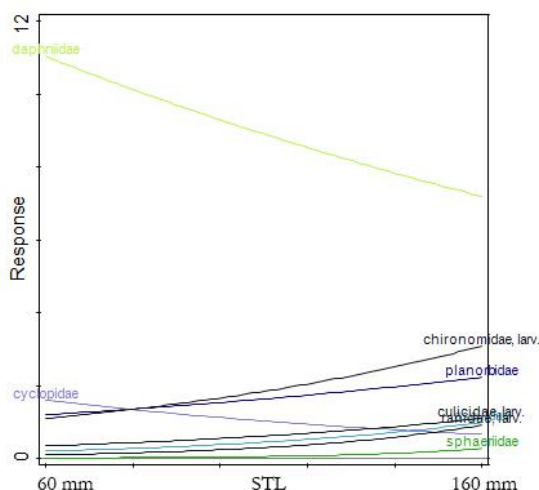
<sup>8</sup> Uvedené čeledi shodně dosahovaly -1 a byly vyřazeny z grafu.





**Obr. 21:** CCA ordinační diagram zobrazující překryv trofického spektra u studovaných druhů čolků pro obě lokality společně (Tcris = *Triturus cristatus*, Ialp = *Ichtyosaura alpestris*, Lvul = *Lissotriton vulgaris*).

Mezi velikostí těla a přijímanou potravou byl pozorován vztah (viz výše), kdy menší jedinci preferují velikostně menší potravu, ale ve větším množství. Při STL<sup>9</sup> = 60 mm byly nejčastěji konzumovány čeledi Daphniidae i Cyclopidae, s narůstající velikostí pak nejčastěji Chironomidae, Planorbidae, Culicidae, Ranidae i Sphaeriidae (obr. 22). Statisticky však tento vztah nebyl průkazný ( $p > 0,05$ ).



**Obr. 22:** Vztah mezi velikostí těla a získanou potravou pro studované druhy čolků na obou lokalitách dohromady (generalizovaný lineární model).

<sup>9</sup> STL – celková velikost těla měřená od tlamy po konec ocasu.

Mann–Whitney–Wilcoxon test mezi pohlavím a získanou potravou bez rozlišení druhů nebyl průkazný (Tověr,  $p$ -value = 0,19; Suchá Rudná,  $p$ -value = 0,73). Samci a samice se tedy v příjmu potravy nelišili.

## 4.2. Základní demografické parametry populace druhu *T. cristatus*

Analýza demografických parametrů byla vypočtena pouze pro populaci čolka velkého na lokalitě Tověr z dat ze zpětně odchycených jedinců z celkového počtu odchycených čolků velkých. V Suché Rudné se nepodařilo nacytat dostatečný počet zpětně odchycených jedinců. Nejlépe hodnocená varianta základního modelu s nejnižší hodnotu AICc je { $\Phi(t)$   $p(\cdot)$   $pent(\cdot)$   $N(\cdot)$ }, tedy kombinace časově proměnlivého přežívání, konstantní pravděpodobností odchytu, konstantní pravděpodobností vstupu do populace a velikostí celé populace (Tab. 5). Výsledné odhady demografických parametrů byly vypočítány ze všech variant základního modelu jako průměry vážené pomocí AICc vah (Tab. 6).

**Tab. 5:** Pořadí jednotlivých modelů dle hodnoty AICc (nejnižší hodnota = nejlepší varianta)

Model	AICc	Delta AICc	AICc Weights	Model Likelihood	Num. Par	Deviance
{ $\Phi(t)$ $p(\cdot)$ $pent(\cdot)$ $N(\cdot)$ }	276,00	0,00	0,4791	1,0000	8	-899,77
{ $\Phi(\cdot)$ $p(t)$ $pent(\cdot)$ $N(\cdot)$ }	276,38	0,38	0,3972	0,8289	8	-899,39
{ $\Phi(t)$ $p(\cdot)$ $pent(t)$ $N(\cdot)$ }	279,85	3,85	0,0698	0,1457	11	-902,35
{ $\Phi(\cdot)$ $p(t)$ $pent(t)$ $N(\cdot)$ }	281,09	5,09	0,0376	0,0785	11	-901,11
{ $\Phi(t)$ $p(t)$ $pent(\cdot)$ $N(\cdot)$ }	283,56	7,56	0,0109	0,0228	12	-900,81
{ $\Phi(\cdot)$ $p(\cdot)$ $pent(t)$ $N(\cdot)$ }	286,18	10,18	0,0030	0,0062	7	-887,48
{ $\Phi(t)$ $p(t)$ $pent(t)$ $N(\cdot)$ }	286,67	10,67	0,0023	0,0048	15	-904,32
{ $\Phi(\cdot)$ $p(\cdot)$ $pent(\cdot)$ $N(\cdot)$ }	292,81	16,81	0,0001	0,0002	4	-874,59

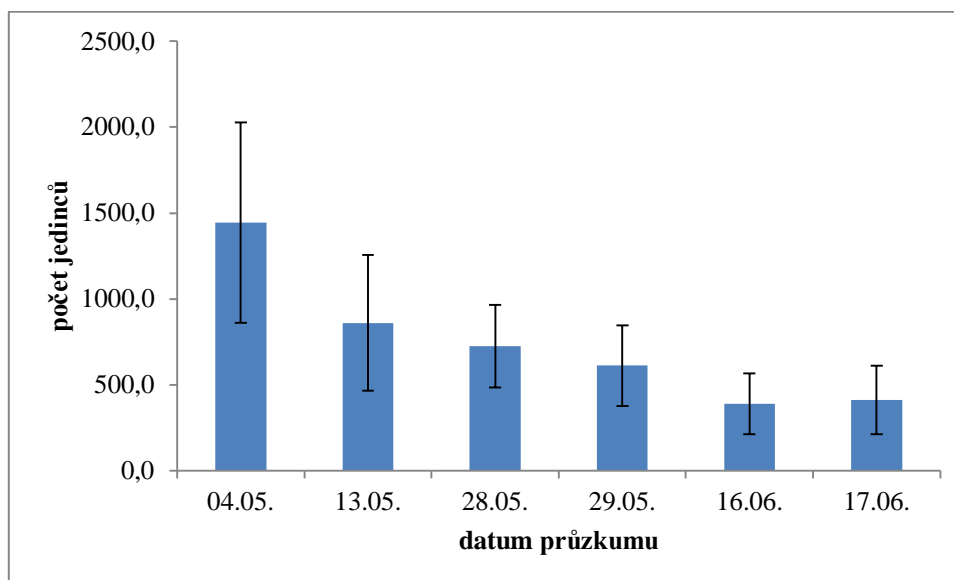
$\Phi(t)$  = přežívání časově proměnlivé;  $\Phi(\cdot)$  = přežívání konstantní;  $p(t)$  = pravděpodobnost odchytu časově proměnlivá;  $p(\cdot)$  = pravděpodobnost odchytu konstantní;  $pent(t)$  = pravděpodobnost vstupu do popul. časově proměnlivá;  $pent(\cdot)$  = pravděpodobnost vstupu do popul. konstantní;  $N$  = velikost celé populace

Odhady jednotlivých demografických parametrů ukazují na relativně velkou super populaci druhu čolka velkého na lokalitě Tověr s vypočtenou konečnou velikostí 1967 (SE  $\pm$  440,7). Odhad velikosti populace  $N$  na lokalitě Tověr se v průběhu jednotlivých návštěv měnil (Obr. 23).

**Tab. 6:** Odhady jednotlivých demografických parametrů se stanovením hodnot konfiden. intervalu (LCI, UCI), SE a vyčíslením velikosti populace – Tověř.

Parameter	Estimate	SE	LCI	UCI
Apparent Survival Parameter (Phi) Group 1 Parameter 1	0,923	0,036	0,818	0,970
Apparent Survival Parameter (Phi) Group 1 Parameter 2	0,981	0,024	0,801	0,999
Apparent Survival Parameter (Phi) Group 1 Parameter 3	0,735	0,226	0,222	0,964
Apparent Survival Parameter (Phi) Group 1 Parameter 4	0,957	0,020	0,896	0,983
Apparent Survival Parameter (Phi) Group 1 Parameter 5	0,820	0,268	0,114	0,994
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 6	0,114	0,274	0,001	0,963
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 7	0,061	0,028	0,025	0,144
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 8	0,086	0,032	0,040	0,173
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 9	0,069	0,026	0,033	0,139
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 10	0,074	0,031	0,032	0,162
Recapture Parameter (p) Group 1 Parameter 11	0,068	0,030	0,028	0,158
Probability of Entry (pent) Group 1 Parameter 12	0,073	0,142	0,001	0,828
Probability of Entry (pent) Group 1 Parameter 13	0,052	0,039	0,012	0,205
Probability of Entry (pent) Group 1 Parameter 14	0,044	0,033	0,010	0,174
Probability of Entry (pent) Group 1 Parameter 15	0,058	0,048	0,011	0,256
Probability of Entry (pent) Group 1 Parameter 16	0,044	0,033	0,010	0,174
<b>Initial Population Size (N) Group 1 Parameter 17</b>	<b>1966,503</b>	<b>440,688</b>	<b>1102,755</b>	<b>2830,252</b>

(*Phi* = přežívání, *p* = pravděpodobnost odchytu, *pent* = pravděpodobnost vstupu do populace, *N* = velikost celé populace.)



**Obr. 23:** Odhad velikosti populace *N* (modře) na lokalitě Tověř v průběhu jednotlivých návštěv se zobrazením SE.

## 5. Diskuse

### 5.1. Trofické spektrum

Rozdílnost v potravní základně mezi studovanými lokalitami je ovlivněna pravděpodobně nadmořskou výškou, přesto je potravní spektrum u všech druhů studovaných čolků podobné. Největší rozmanitost v potravě byla v Tovéři zjištěna v průběhu května, poté došlo k pozvolnému úbytku, v Suché Rudné naopak diverzita postupně narůstala. Mimo společné druhy trofického spektra byly v Tovéři nalezeny tyto čeledi s významnějším zastoupením početnosti: Asellidae, Libellulidae (larv.), Lymnaeidae, Haliplidae (larv.), v Suché Rudné čeledi: Ceratopogonidae (larv.) a Chaoboridae (larv.). Rulík (1993) u čolka horského uvádí, že největší hodnoty diverzity ( $H'$ ) je dosaženo v květnu, jednak z důvodu zvýšené potravní nabídky, ale současně i zvýšené početnosti čolků ve vodní fázi. V Suché Rudné diverzita u čolka horského ( $H'$ ) dosahuje maxima na začátku června a zřejmě souvisí s lokalizací tůň v podhorské oblasti. Obecně bylo potravní spektrum čolků v Tovéři bohatší než v Suché Rudné (viz Obr. 6) Podle Opatrného & Tomanové (1989) mohou být rozdíly ve složení potravního spektra čolků způsobeny jednak odlišnou potravní nabídkou, dále rozdílnou dobou. V rámci této práce se spíše přiklámám k vysvětlení rozdílů potravního spektra v důsledku rozdílné nadmořské výšky a době vstupu jednotlivých druhů do vodní fáze, kdy v Suché Rudné čolci vstupují do tůně později než v Tovéři z důvodu nedostatku vody (vlastní pozorování). Dalším vysvětlením může být nízká abundance druhů potravní základny. Výsledky této práce ukazují, že nejčastější lovenou kořistí čolků byli planktonní korýši. Čolek velký v Tovéři loví častěji také Chironomidae (larvy) a Planorbidae, v Suché Rudné i Dytiscidae. Čolek obecný v Tovéři také častěji loví Chironomidae (larvy). Čolek horský kromě korýšů také častěji loví Dytiscidae (larvy). Potravní spektrum obsahuje také vyšší podíl okružákovitých. Griffiths & Mylotte (1987) uvádí jako kořist také pijavice, které ovšem v této práci jsou zastoupeny pouze dvěma ulovenými kusy. Dále např. podle Fasoly & Canovy (1992) čolek velký loví také larvy hmyzu. Z výsledků této práce vyplývá, že larvy hmyzu jsou sice důležitým prvkem potravní základny, nikoliv však dominantním. Spíše se jedná o doplňkový zdroj potravy, což je ve shodě se studiemi Dolce & Stoch (1984), Griffiths (1986) a Fasola & Canova (1992). Čolek horský si například trofické spektrum obohacuje o řády dvoukřídlých (Diptera) a jepic

(Ephemeroptera). Obdobné výsledky udávají také práce Braña et al. (1986), Joly & Giacomina (1992), Denoël & Andreone (2003) a Kopecký et al. (2014). Fasola & Canova (1992) uvádí, že čolek horský loví i řád chvostokoci (Collembola), což v Suché Rudné neplatí. Odlišnost zřejmě souvisí s mikrohabitatem čolka velkého, současně s faktem nízké abundance daného řádu kořisti na lokalitě. Čolci často loví také vajíčka a pulce skokanů (viz výše). Kopecký et al. (2014) udávají, že významným zdrojem potravy pro čolka horského jsou právě vajíčka skokanů rodu *Rana*, která jsou výhodná tím, že jsou energeticky bohatá, a zároveň jde o kořist, která je imobilní (Denoël & Demars 2008). V potravním spektru čolka horského v Suché Rudné však tato kořist nebyla zaznamenána, může to být způsobeno pozdější dobou vstupu čolka horského do vodního prostředí.

Celkově z 8994 položek získaných z výplachů žaludků dominují vodní živočichové (téměř 99 %). Kopecký et al. (2014) např. uvádí u výplachů žaludků čolka horského podíl terestrické potravy 1,8 %. Terestrické druhy tedy neovlivňují zásadním způsobem potravní nabídku ve vodní fázi života, avšak v případě nedostatků potravy mohou být významněji zastoupeni (Cicort et al. 2005). Tento nárůst je patrný v období, kdy je vyvinutá vodní vegetace. Čolci již neloví jen u dna nádrže, ale dostávají se i ke hladině a žerou na hladinu spadlé suchozemské organizmy, a to i v případě, že jsou převážně potravně benticky zaměřeni (Dolmen & Koksvik 1983). Spíše je však přítomnost suchozemských živočichů ve vodním prostředí považována za náhodnou událost (Denoël et al. 1999, Denoël & Joly 2001, Kutrup et al. 2005), nebo jejich početnost může narůstat v období nedostatku vody (Pop et al. 2015). Výjimku dle Kuzmina (1990) mohou tvořit jedinci čolka horského, který během noci loví v terestrickém prostředí. Nízký podíl suchozemské složky potravy u čolka velkého může dle Covaciu–Marcov et al. (2010) mít dvě vysvětlení: jednak, že čolek ještě neukončil svou vodní fázi, jelikož se jedná o druh s nejdelší vodní fází a dokonce může ve vodě zimovat, nebo je pravděpodobně více přizpůsoben lovu ve vodním prostředí, což můžeme odvodit z druhové morfologie a rozměrů, kdy dochází k vývoji delšího ocasu, který zvyšuje rychlost plavání (Gvoždík & Van Damme 2006). Obvykle můžeme rozdíl v potravním spektru syntopických druhů vysvětlit právě velikostí těla (Griffiths & Mylotte 1987, Bogdan et al. 2013). Z morfologického hlediska může mít důležitou roli také kožní hřeben. Jak uvádí Pop et al. (2015), samci čolka obecného jsou oproti samicům čolka horského aktivnější ve vodním sloupci právě díky kožnímu

hřebenu, jenž ovšem v případě nedostatku vody spojené s klimatickou změnou přestává být výhodou k lovu. Dalším vysvětlením odlišnosti v potravním spektru mohou podle Covaciu–Marcov et al. (2010) být rozdílné mikrohabitaty, kdy např. větší velikost čolka velkého mu neumožňuje, na rozdíl od čolka obecného, obsadit okrajová stanoviště (Cicort–Lucaciu et al. 2011).

Čolci stejně jako ostatní obojživelníci nejčastěji konzumují pohyblivou potravu (Griffiths 1996). Přesto je známo, že mohou náhodně konzumovat rostlinné produkty (Dolmen & Koksvik 1983), obvykle řasy nebo nemobilní živočišné části, neboť čolci také požírají vejce a svléknutou kůži (Covaciu–Marcov et al. 2001, 2002a, b). V této práci byl uvedený poznatek pozorován, přičemž nepohyblivá složka potravy dosahuje přibližně 1 % z celkového množství potravy. Zbytky svlečené kůže byly nalezeny v žaludcích čolka velkého a obecného, vejce poté u čolka velkého a horského. Přítomnost minerálních částic v trofickém spektru potvrzuje skutečnost, že čolci jsou náchylní k pozření těchto částic společně s cílovou kořistí. Dle Cicort et al. (2005) je to ověřeno také tím, že tyto prvky mizí ze stravy v pozdějším období vodní fáze.

Ve studovaných lokalitách si můžeme také povšimnout, že jednotlivé druhy čolků mají svá potravní teritoria. V Tověři čolek velký dominuje v jižní, východní a severní části, ve větší hloubce (cca do 1 m), čolek obecný se vyskytuje především v husté vegetaci ve východní části a ojediněle i v jižní části nádrže. Naopak v Suché Rudné čolek velký převládá v téměř celé nádrži opět ve větší hloubce, výjimku tvoří severní a východní okraj s břehovými částmi, kde byli nejčastěji nalezeni čolek obecný v mělké vodě a čolek horský v hlubší vodě. Podle Covaciu–Marcov et al. (2010) se čolek velký vyskytuje spíše v hlubší vodě u dna, zatímco čolek horský preferuje otevřenou vodu bez vegetace (Denoël & Andreone 2003). Rozdíly mezi potravními teritorii byly již v minulosti pozorovány, kdy např. Dolmen & Koksvik (1983) uvádí, že čolek velký je považován za převážně bentického lovce a čolek obecný spíše za predátora nacházející většinu potravy v nektonu. V této práci dojdeme k nesouladu s výše uvedeným, jelikož nejčastější potravní položky pro všechny tři druhy čolků jsou zooplanktonními druhy. Může to být způsobeno velkou hustotou této kořisti umožňující lov bez větších energetických výdajů a s téměř 100% úspěšností (Šusta 1999). Z výsledků této práce vyplývá, že všechny tři druhy čolků loví v celém vodním sloupci, přičemž čolek obecný loví spíše v blízkosti břehů, čolek horský dále od břehů a čolek velký loví v celém rozsahu vodní nádrže. Možným vysvětlením tohoto jevu

může být, že početně dominuje na obou lokalitách a současně dosahuje největší velikosti. Covaciu–Marcov et al. (2010) naopak uvádí, že čolek velký a horský loví jen na úrovni substrátu, navíc čolek horský vstupuje do otevřené vody jen v období zásnubních tanců, což se neshoduje s výsledky zjištěnými na lokalitě Suchá Rudná. Rozdíl může být způsoben jednak velikostí vodní nádrže, ale také relativně vysokou dostupností potravy, kdy jsou čolci podle Griffiths (1986) schopni využívat stejného loveckého území.

Z výsledků je také zřejmé, že tyto druhy čolků mají obdobné potravní niky a šířka nik je minimálně rozdílná, tj. liší se v preferenci jednoho nebo dvou druhů. Z výše uvedeného vyplývá, že existuje překryv potravních nik. I studie jiných autorů uvádějí překryv potravních nik, např. podle Roşca et al. (2013) je překryv mezi čolkem velkým a obecným větší než 0,6. Z překryvu potravních nik plyne i případná konkurence mezi druhy. Podle Pop et al. (2015) ve vodním prostředí čolek obecný konzumuje potravu intenzivněji než čolek horský. V této studii se tento fakt neprojevil, naopak, čolek obecný byl druhem s největším podílem prázdných žaludků. Čolek horský využívá relativně širšího potravního spektra než čolek obecný, což dle Pop et al. (2015) nastává jak ve vodním, tak terestrickém prostředí. Z výsledků také vyplývá významný překryv potravních spekter jednotlivých druhů čolků. Čolek velký využívá potravní základny v nejširší míře, poté následuje čolek obecný a nakonec čolek horský, který však v Suché Rudné dosahuje relativně nejširší potravní niky, kdy tento rozdíl může být způsoben přítomností druhu pouze na jedné lokalitě. Obecně ale můžeme říci, že čolek velký a horský je schopen využívat širší potravní základny než čolek obecný.

Jelikož ve výsledcích této práce převažuje mobilní typ potravy (> 99 %), znamená to, že čolci musejí potravu detekovat, nejčastěji se tak děje za pomoci zraku, ale i pachů, např. u imobilní potravy – vajec (Cogălniceanu et al. 2000, Cicort et al. 2005). Dále se pozřením vlastní svlečené kůže vytváří recyklační kruh pro epidermální proteiny (Weldon et al. 1993), ovšem ve výsledcích mé práce je množství této potravy minimální. Kůže byla nalezena pouze v Tovéři, a to hned ze začátku jara, tedy v první fázi vodního období, kdy zřejmě ještě není dostatek potravy, což se shoduje s Cicort et al. (2005). Čolci také konzumují své vlastní vejce v období rozmnožování, přičemž s kanibalismem se setkáváme i u ostatních druhů obojživelníků (Sin et al. 1975, Loman 1979). Požírání vajec přitom může být považováno za vysoce ziskové

vzhledem k množství a úsilí potřebnému k získání této potravy (Covaciu–Marcov et al. 2002d, Denoël & Demars 2008). Skupina obratlovců je v této práci prezentována především pulci žab, a to sice v menším množství, ale s významnější hodnotou indexu důležitosti. Je tomu tak proto, že tento index důležitosti počítá s frekvencí a plochou potravy, tj. udává nám podíl zaplněnosti žaludku. Kopecký et al. (2014) uvádí, že je nutno pohlížet na výsledky výpočtů důležitosti potravy jako na generalizované hodnoty. Podle Cicort et al. (2005) převažují v potravě pohyblivé druhy bezobratlých, obratlovců je o poznání méně. Avšak pro čolka velkého dosahuje index důležitosti nejvyšší hodnoty právě u skokanovitých. Dle Pop et al. (2015) pulci představují významnou skupinu zejména pro čolka horského, v této práci tomu tak není. Rozdíl zřejmě může být dán abundancí kořisti a časem, kdy čolek horský vstupuje v Suché Rudné do vodního prostředí v pozdější části jara, kdy stoupá hladina vody. Jehle et al. (2011) uvádí, že čolek velký loví také kuňkovité (Bombinatoridae), ovšem v Tověři, kde se společně vyskytují tomu tak není. Možným vysvětlením je, že kuňka obecná (*B. bombina*) se na lokalitě vyskytuje v částech bez přítomnosti čolka velkého. Naopak rosnička zelená (*H. arborea*) okrajově zasahuje do míst s čolkem velkým a je předována.

Podle Cicort et al. (2005) jsou čolci oportunisté a důležitost kořisti je dána v závislosti na pohyblivosti, a jak také uvádí Jehle et al. (2011), na hojnosti a velikosti. Fasola & Canova (1992) uvádí, že kořist je vybírána na základě velikosti, ačkoliv čolci mohou chytat potravu v široké škále velikosti s určitými omezeními pro velké položky. Vysoká mobilita pulců skokanů je tak kompenzována velikostí a abundancí (Cicort et al. 2005). Některé studie uvádějí, že velké druhy obojživelníků mohou konzumovat ryby, ostatní obojživelníky i drobné savce (Sampedro et al. 1986, Covaciu–Marcov et al. 2000). Podle Cicort–Lucaciu et al. (2005) v rámci rozdílných habitatů mezi čolkem velkým a horským dochází k snížení počtu ulovených čolků obecných, právě čolkem velkým, nicméně během terénního průzkumu byl takto zaznamenán pouze jediný případ navzdory tomu, že sdílejí potravní niku. Jedná se zřejmě o důsledek lokalizace mikrohabitatu na dané lokalitě za současného dostatku potravní základny. Velikostní vztahy jsou důležité ve vodním systému predátor–kořist (Osenberg & Mittelbach 1989) a korelace mezi velikostí predátora a preferencí potravy byla pozorována jak u ocasatých obojživelníků (Braña et al. 1986), tak u žab (Toft 1980). Ve své práci při posuzování velikosti těla nacházím také souvislost



s přijímanou potravou, kdy jedinci o velikosti 60 mm preferují menší typ potravy, čeledi Daphniidae a Cyclopidae, větší jedinci (STL 140 mm) si poté obohacují potravní základnu o velikostně větší čeledi Chironomidae, Planorbidae a Ranidae. Statisticky je však tato korelace neprůkazná. Zvýšení diverzity kořisti s nárůstem délky těla u čolků pozoroval Braña et al. (1986). Rozdílnost v získané potravě u výše uvedených druhů byla také sledována mezi pohlavími, avšak vyšla staticky neprůkazně, což uvádí také práce Covaciu–Marcov et al. (2010), jak u druhů s vysokým hřbetním hřebenem (čolek velký a obecný), tak i u druhu s nízkým hřebenem (čolek horský). Podle Dobre et al. (2007) ale samci čolků v období rozmnožování konzumují méně potravy než samice. Laboratorní studie uvádí, že samci se více koncentrují na rozmnožování než krmení (Ranta et al. 1987), což může být spojeno s vyššími požadavky samic na energii vzhledem k fyziologickým potřebám spojených s tvorbou a kladením vajec (Hasumi 1996).

## **5.2. Demografické parametry populace *Triturus cristatus***

Čolek velký i ostatní druhy jsou ovlivněni fluktuacemi z přirozených příčin, např. vyschnutím tůní, dále zvýšeným počtem dravců a kanibalismem, což v konečném důsledku může vést ke snížení počtu mladých jedinců (Langton et al. 2001). Data získaná od Glandt (1982) uvádí, že populace čolka velkého během celé čtyřleté studie významně fluktovala. Baker (1999) popisuje, že se jeho studovaná populace čolka velkého zdvojnásobila během dvou sezón, další populace podle Arntzen & Teunis (1993) se snížila z 350 na 16 jedinců během necelých dvou let, po předcházejícím kolonizaci tůně. Získané výsledky odhadu super populace čolka velkého v Tovéři o velikosti  $1967 \pm 440,7$  jedinců jsou pravděpodobně silně nadhodnoceny. Jehle et al. (2011) udává obvyklou velikost populace mezi 20–200 jedinci, větší populace jsou dnes vzácné, můžeme je najít např. v Leicestershire (UK) s  $1408 \pm 73$  jedinci (Baker 1999) a v Merseburgu (GE) s  $1129 \pm 146$  jedinci (Meyer & Grosse 2007). Charakter dat získaných zpětným odchytom naznačuje, že jedinci čolka velkého silně negativně reagují na odchycení. Jednou odchycení jedinci mají v následujících odchycích výrazně menší pravděpodobnost odchytu. Jedná se o behaviorální odpověď na odchyt typu trap–shy, kdy se jedinci po zážitku z prvního odchytu začnou pastem vyhýbat. Důvodem může být současně provedený výplach žaludku, spojený se špatnou zkušeností s návnadou z kuřecích jater. Existence behaviorální odpovědi na odchyt je

porušením jednoho z předpokladů pro použití Jolly–Seber modelu. V důsledku silné trap–shy odpovědi jsou pak výsledné odhady velikosti populace velmi nadhodnocené. Pro přesnější určení velikosti populace by proto bylo vhodnější provést vzorkování takovým způsobem, které by umožnilo použití modelů pro uzavřené populace (CAPTURE modely), které se dokáží s přítomností behaviorální odpovědi vyrovnat (Otis et al. 1978).

Většina studií uvádí, že během období rozmnožování by měl být poměr pohlaví vyrovnán (Arntzen & Teunis 1993, Miaud et al. 1993). Zavadil (2013), v práci z lokality Suchá Rudná popisuje, že výsledný odhad velikosti populace čolka velkého při použití programu MARK je bohužel velice nepřesný s velkou pravděpodobnou chybou:  $N = 927 \pm 306,87$  jedinců,  $CIL = 516$  ( $CIL =$  nejmenší odhad populace),  $CIU = 1784$  ( $CIU =$  nejvyšší odhad populace). Uvedené hodnoty byly pravděpodobně ovlivněny malým počtem zpětných odchytů (pravděpodobnosti odchyty byla okolo 0,03). Podle Stoefer (1997) je relativní hustota adultních jedinců na ploše tůně je 0,17 na  $m^2$  a v objemu 0,2 na  $m^3$ , Glandt (1982) naopak udává rozmezí 0,5–0,6 na  $m^3$  a Von Bülow (2001) uvádí 5,6–6,7 na  $m^2$ . Na studované lokalitě v Tověři je hustota 4,6 na  $m^2$ .

Na základě získaných dat pro obě výzkumné lokality je možné předpokládat, že počet jedinců vstupujících v daném roce do reprodukce se bude spíše blížit celkovému počtu odchycených jedinců než odhadu získaného prostřednictvím Jolly–Seber modelu, který je silně zkreslený existencí behaviorální odpovědi na odchyt. Pravděpodobnost odchyty je okolo 0,07, je tedy nízká a shoduje se s prací Zavadil (2013). Parametr přežívání (*Phi*) se pohybuje okolo 0,87. Vzhledem k faktu, že všechny odchyty byly provedeny v relativně krátkém časovém úseku, vyjadřuje parametr *Phi* spíše pravděpodobnost setrvání na dané lokalitě, respektive hodnota  $(1-Phi)$  vyjadřuje pravděpodobnost emigrace z dané lokality, což vzhledem k nízké hodnotě naznačuje, že jedinci čolka velkého setravávají v době odlovů ve vodním prostředí. Podobně parametr *pent* kvantifikuje spíše míru imigrace na místo rozmnožování v dané fázi reprodukční sezóny. Čolek velký se také často vyskytuje v metapopulacích a během svého životního cyklu dospělí jedinci nebo postmetamorfovaní juvenilové střídají vodní a suchozemské stanoviště (Joly et al. 2001). Metapopulační struktura je také méně náchylná ke změnám stanoviště (Langton et al. 2001). Pokud uvažujeme o takto velké populaci, může okolní zástavba představovat problém, jednak z nedostatku

zimovišť a jednak nevhodným habitatem pro migraci k další vodní ploše v okolí, kdy, jak uvádí Müllner (2001), čolek velký dává v terestrické fázi přednost lesům před travními porosty. Přitom propustnost oblasti pro migrující obojživelníky představuje výrazný vliv na životaschopnost populace (Merriam 1984, Baudry & Merriam 1988).

## 6. Závěr

Získaná data ukazují, že čolci mohou být troficky plastiční, ale zároveň zranitelní vůči změně klimatu. Ukazuje se, že složení potravy poskytuje základ všech ekologických a behaviorálních studií. V rámci posouzení použitých indexů se žádný nejeví jako nadbytečný, možná kromě případu hodnocení similarity potravní základny, ovšem užitím dvou indexů můžeme dostat průměrnou hodnotu. Ostatní indexy se vzájemně doplňují a upřesňují (specifikují) výsledky dané práce. Např. když čolci dle výsledků preferují zooplanktonní druhy, B index upřesňuje počet jednotlivých čeledí a index Elektivity specifikuje kořist a také druhy, kterým se čolek vyhýbá. Index důležitosti doplňuje význam lovené čeledi v rámci zaplněnosti žaludku. Pianka index nám poté definuje překryv potravních spekter, což umožňuje dále předvídat (modelovat) podmínky v daném společenstvu pro trvalou koexistenci syntopických druhů. Při takto získaných datech je možné sledovat možné dílčí vztahy, např. mezi velikostí potravy a délkou těla, které je dále nutné statisticky testovat. Z výsledků je patrné, že čolci preferují planktonní druhy, zejména čeledi Daphniidae, Chydoridae a Cyclopidae. Jejich potravní niky se překrývají, ale dokáží na základě mikrohabitátů a vyšší početnosti kořisti koexistovat na studovaných lokalitách. Větší jedinci si poté doplňují potravní spektrum o čeledi Ranidae i Hylidae. Vliv mezi velikostí těla a typem přijímané potravy stejně tak mezi pohlavím a potravou nebyl statisticky průkazný. V souhrnu pak výrazně převažuje vodní typ potravy nad terestrickým. Na lokalitě v obci Tověř byla velikost populace velkých čolků odhadnuta na  $1967 \pm 440,7$  jedinců. Nízký počet re-odchytů neumožnil stanovit velikost populace čolka velkého v Suché Rudné. Při stanovení velikosti populace metodou re-odchytů byla zjištěna behaviorální odpověď typu trap-shy, kdy se jedinci po zážitku z prvního odchytu začnou pastem vyhýbat což je pravděpodobně umocněno špatnou zkušeností s výplachem žaludku. Z výsledků je dále zřejmé, že lokalita Tověř je obývána regionálně (nadregionálně) významnou populací čolka velkého. Získaná data a poznatky upřesňují ekologii zájmových druhů a mohou být využity při jejich praktické ochraně.

## 7. Literatura

Anderson, D. R. & Burnham, K. P. (1999): Understanding information criteria for selection among capture–recapture or ring recovery models. *Bird Study* 46: 14–21.

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.

Arntzen, J. W. (2003): *Triturus cristatus Superspezies – Kammolch–Artenkreis*. In: *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas: Schwanzlurche (Urodela) IIA, Salamandridae II: Triturus 1*: 421–514.

Arntzen, J. W., Kuzmin, S., Jehle, R., Beebee, T., Tarkhnishvili, D., Ishchenko, V., Ananjeva, N., Orlov, N., Tuniyev, B., Denoël, M., Nyström, P., Anthony, B., Schmidt, B. & Ogradowczyk, A. (2009): *Triturus cristatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T22212A9365894.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T22212A9365894.en>. Downloaded on 22 February 2016.

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.

Baudry, J., & G. Merriam (1988): Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes. Pages 23-28 in K. F. Schreiber, (ed) *Connectivity in landscape ecology*. Munstersche Geographische Arbeiten 29. Schöningh, Paderborn, Germany.

Beebee, T. J. C. & Griffiths, R. A. (2000): *Amphibians and Reptiles. A Natural History of the British Herpetofauna*. Harper Collins Publishers, London, UK.

Bogdan, H. V., Ianc, R. M., Pop, A. N., Söllösi, R. S., Popovici, A. M. & Pop, I. F. (2011): Food composition of an *Ichthyosaura alpestris* (Amphibia) population from the Poiana Rusca Mountains, Romania. *Herpetologica Romanica* 5: 7–25.

Bogdan, H. V., Badar, L., Goilean, C., Boros, A. & Popovici, A. M. (2012): Population dynamics of *Triturus cristatus* and *Lissotriton vulgaris* (Amphibia) in an aquatic habitat from Banat region, Romania. *Herpetologica Romanica* 6: 41–50.

Bogdan, H. V., CovaciuMarcov, S. D., Gaceu, O., CicortLucaciu, A. S., Ferenti, S. & Sas-Kovács, I. (2013): How do we share food? Feeding of four amphibian species from an aquatic habitat in southwestern Romania. *Animal Biodiversity and Conservation* 36(1): 89–99.

Braña F., De la Hoz M. & Lastra C. (1986): Alimentación y relaciones tróficas entre las larvas de *Triturus marmoratus*, *T. alpestris* y *T. helveticus* (Amphibia: Caudata). *Doñana Acta Vertebrata* 13: 21–33.

Burton, T. & Likes, G. (1975): Energy flow and nutrient cycle in salamander populations in the Hubbard Brook experimental forest. New Hampshire. *Ecology* 56: 1068–1080.

Cicort–Lucaciu A. S., Ardeleanu A., Cupşa, D., Naghi N. & Dalea A., (2005): The trophic spectrum of a *Triturus cristatus* (Laurentus 1768) population from Plopiş, Mountains area (Bihor County, Romania). *North–Western Journal of Zoology* 1: 31–39.

Cicort–Lucaciu, A. S., David, A., Lezau, O., Pal, A. & Ovlachi, K. (2009): The dynamics of the number of individuals during the breeding period for more *L. vulgaris* and *T. cristatus* populations. *Herpetologica Romanica* 3: 19–23.

Cicort–Lucaciu, A. S., Paina, C., Serac, C. P. & Ovlachi, K. B. (2010): Population dynamics of *Lissotriton montandoni* and *Triturus cristatus* species in two aquatic habitats. *South–Western Journal of Horticulture, Biology and Environment* 1(1): 67–75.

Cicort–Lucaciu, A. S., Radu, N. R., Paina, C., Covaciu–Marcov, S. D. & Sas, I. (2011): Data on population Dynamics of Three Syntopic Newt Species from Western Romania. *Ecologia Balkanica* 3(2): 49–55.

Civiš, P., Vojar, J. & Baláž, V. (2010): Chytridiomykóza – hrozba pro naše obojživelníky? *Ochrana přírody* 4: 18–20.

Cooke, A. S. & Frazer, J. F. D. (1976): Characteristics of newt breeding sites. *Journal of Zoology* 178: 223–236.

Covaciu–Marcov, S. D., Cupșa, D. & Ghira, I. (2000): Trophical spectrum of a *Rana ridibunda* Pallas 1771 population from Cefa (Bihor county, România). *Studii și cercetări, Biologie* 5: 107–115.

Covaciu–Marcov, S. D., Cupșa, D. & Telcean, I. (2001): Contribuții la cunoașterea spectrului trofic al speciei *Triturus cristatus* Laurentus din regiunea Oradea. *Analele Universității din Oradea* 8: 119–142.

Covaciu–Marcov, S. D., Cupșa, D., Cicort, A., Telcean, I. & Sas, I. (2002a): Contribuții la cunoașterea spectrului trofic al speciei *Triturus cristatus* (Amphibia, Urodela) din regiunea Marghita și Munții Pădurea Craiului (Jud. Bihor, România). *Analele Universității din Oradea, Fasc Biologie* 9: 95–108.

Covaciu–Marcov, S. D., Cupșa, D., Telcean, I. & Cicort, A. (2002b): Spectrul trofic al unei populații de *Triturus cristatus* (Amfibia, Urodela) din zona Șerghiș, jud. Bihor, România. *Oltenia, Studii și Comunicări, Științele Naturii, Craiova* 19: 188–194.

Covaciu–Marcov, S. D., Cupșa, D., Cicort, A., Naghi, N. & Vesea, L. (2003): Date despre spectrul trofic al unor populații de *Triturus alpestris* din zona Muntele Șes. *Studii și Comunicări Științele naturii Muzeul Olteniei Craiova* 19: 171–176.

Covaciu–Marcov, S. D, Cicort–Lucaciu, A. S., Mitrea, I., Sas, I. Căuș, A. V. & Cupșa, D. (2010): Feeding of three syntopic newt species (*Triturus cristatus*, *Mesotriton alpestris* and *Lissotriton vulgaris*) from Western Romania. North–Western Journal of Zoology 6(1): 95–108.

Cogălniceanu, D. & Andrei, M. (1992): A bibliographical checklist of Herpetology in Romania. Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa 32: 331–346.

Cuello, M. A., Bello, M. T., Kun, M. & Ubena, C. A. (2006): Feeding habits and their implications for the conservation of the endangered semiaquatic frog *Atelognathus patagonicus* (Anura, Neobatrachia) in a northwestern Patagonian pond. Phyllomedusa 5: 67–76.

DeGarady, C. J. & Halbrook, R. S. (2006): Using anurans as bioindicators of PCB contaminated streams. Journal of Herpetology 40: 127–130.

Denoël, M. & Joly, P. (2001): Size–Related Predation Reduces Intramorph Competition in Paedomorphic Alpine Newts. Canadian Journal of Zoology 79: 943–948.

Denoël, M. & Andreone, F. (2003): Trophic habits and aquatic microhabitat use in gilled immature, paedomorphic and metamorphic Alpine newts (*Triturus alpestris apuanus*) in a pond in central Italy. Belgian Journal of Zoology 133: 95–102.

Denoël, M. & Demars, B. (2008): The benefits of heterospecific oophagy in a top predator. Acta Oecologica 34: 74–79.

Dobre, F., Cicort–Lucaciu, A. S., Dimancea, N., Boros, A. & Bogdan, H. V. (2009): Research upon the biology and ecology of some newt species (Amphibia) from the Jiu River Gorge National Park. Analele Universitatii din Craiova, Biologie 14: 475–480.

Dolce S. & Stoch F. (1984): Osservazioni sull'alimentazione degli Anfibi: I «*Triturus vulgaris meridionalis*» (Boul.) degli stagni del Carso triestino (Italia nordorientale). Atti del museo civico di storia naturale di Trieste 36: 31–45.

Dolmen, D. (1980): Distribution nad habitat of the smooth newt, *Triturus cristatus* (Laurenti), in Norway. In: Coburn, J. (ed.): Proceedings of the European Herpetological Symposium C.W.L.P. Oxford. 127–139. (Oxford University).

Dolmen, D. & Koksvik, J. I. (1983): Food and feeding habits of *Triturus vulgaris* (L.) and *T. cristatus* (Laur.) (Amphibia) in two bog tarns in central Norway. Amphibia–Reptilia 4: 17–24.

Elton, Ch. S. (1927): Animal ecology. Sidgwick & Jackson, London, p. 350.

Fasola, M. & Canova, L. (1992): Feeding habits of *Triturus vulgaris*, *T. cristatus* and *T. alpestris* in the northern apennines (Italy). Bolletino di Zoologia 59(3): 273–280.

Ferenti, S. & Covaciu–Marcov, S. D. (2011): Comparative Data on the Trophic Spectrum of Syntopic *Bombina variegata* and *Rana temporaria* (Amphibia: Anura) Populations from the Iezer Mountains, Romania. Ecologia Balkanica 3(1): 25–31.

Glandt, D. (1982): Abundanzmessungen an mitteleuropäischen *Triturus*–populationen (Amphibia, Salamandridae). Amphibia–Reptilia 3: 317–326.

Griffiths, R. A. (1986): Feeding niche overlap and food selection in smooth and palmate newts, *Triturus vulgaris* and *T. helveticus* at a pond in mid–Wales. Journal of Animal Ecology 55: 201–214.

Griffiths, R. A. & Mylotte, V. J. (1987): Microhabitat selection and feeding relations of smooth and warty newts, *Triturus vulgaris* and *T. cristatus*, at an upland pond in mid–Wales. Holarctic Ecology 10: 1–7.



Griffiths, R. (1996): *Newts and Salamanders of Europe*. T & A D Poyser Natural History, London.

Grosse, W. R. (2011): *Der Teichmolch*. Westarp Wissenschaften, Hohen–Warsleben.

Gustafson, D. (2011): *Choosing the Best of Both Worlds, The Double Life of the Great Crested Newt*, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Skinnskatteberg, 64 pp.

Gvoždík, L. & Van Damme, R. (2006): *Triturus* newts defy the running–swimming dilemma. *Evolution* 60(10): 2110–2121.

Hasumi, M. (1996): Seasonal fluctuations of female reproductive organs in the salamander *Hynobius nigrescens*. *Herpetologica* 52: 598–605.

Hodar, J. A. (1997): The use of regression equations for the estimation of prey length and biomass in diet studies of insectivore vertebrates. *Miscellanea Zoologica* 20(2): 1–10.

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.

Hurlbert, S. H. (1978): The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology* 59: 67–77.

Hurvich, C. M. & Tsai, C. L. (1989): Model selection for extended quasi–likelihood models in small samples. *Biometrics* 51: 1077–1084.

Ivanovic, A., Sotiropoulos, K., Üzümlü, N., Džukić, G., Olgun, K., Cogalniceanu, D. & Kalezić, M. L. (2011): A Phylogenetic View on skull Size and Shape Variation in the Smooth Newt (*Lissotriton vulgaris*, Salamandridae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 2011: 1–9.

Ivlev, V. S. (1961): Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA.

Jehle, R., Thiesmeier, B. & Foster, J. (2011): The Crested Newt: A dwindling pond-dweller. Laurenti-Verlag, Bielefeld, 152 pp.

Jolly, G. (1965): Explicit estimates from capture – recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika* 52: 225–247.

Joly, P. & Giacoma, C. (1992): Limitation of similarity and feeding habits in three syntopic species of newts (*Triturus*, Amphibia). *Ecography* 15: 401–411.

Juncá, F. A. & Eterovick, P. C. (2007): Feeding Ecology of Two Sympatric Species of Aromobatidae, *Allobates marchesianus* and *Anomaloglossus stepheni*, in Central Amazon. *Journal of Herpetology* 41: 301–308.

Kokeš, J., Matěna, J. & Skácelová, O. (1984): Food of carp fry (*Cyprinus caprio*) under experimental conditions. *Folia Zoologica* 33(2): 183–192.

Kopecký, O., Vojar J., Šusta, F. & Reháček, I. (2011): Non-prey items in stomachs of alpine newts (*Mesotriton alpestris*, Laurenti). *Polish Journal of Ecology* 59: 631–635.

Kopecký, O., Šusta, F., Vojar, J. & Reháček, I. (2014): Composition of the diet of the Alpine Newt (*Ichthyosaura alpestris*) from selected localities in the Czech Republic. *Příroda* 32: 185–195.

Kovács, É. H., Sas, I., Covaciu–Marcov, S. D., Hartel, T., Cup, D. & Groza, M. (2007): Seasonal variation in the diet of a population of *Hyla arborea* from Romania. *Amphibia–Reptilia* 28: 485–491.

Kovács, I., Paina, C. & Bent, F. C. (2010): Notes on the trophic spectrum of a *Mesotriton alpestris* (Amphibia) population from Salaj County, Romania. *Biharean Biologist* 4(2): 133–137.

- Krebs, C. J. (2014): Ecological Methodology, 3rd ed. (in prep). <http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html>, Downloaded on 1. February 2016.
- Kutrup, B., Çakir, E. & Yilmaz, N. (2005): Food of the banded newt, *Triturus vittatus ophryticus* (Berthold, 1846), at different sites in Trabzon. Turkish Journal of Zoology 29: 83–89.
- Kuzmin, S. L. (1990): Trophic niche overlap in syntopic postmetamorphic amphibians of the Carpathian Mountains (Ukraine: Soviet Union). Herpetozoa 3: 13–24.
- Kuzmin, S. L. (1999): The Amphibians of the Former Soviet Union. Sofia (Pensoft).
- Langton, T. E. S., Beckett, C. L., & Foster, J. P. (2001): Great Crested Newt Conservation Handbook, Froglife, Halesworth.
- Levins, R. (1968): Evolution in changing environments: one theoretical explorations. Princeton University Press, NJ.
- Lima, A. P. & Magnusson, W. E. (1998): Partitioning Seasonal time interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. Oecologia 116: 259-266.
- Loman, J. (1979): Food, feeding rates and prez–size selection in juvenile and adult frogs, *Rana arvalis* Nills. and *R. temporaria* L. Polish Journal of Ecology 27(4): 581–601.
- Losos, B., Gulička, J. Lellák, J. & Pelikán, J. (1984): Ekologie živočichů. SPN Praha, 320 pp.,
- MacArthur, R. & Levins, R. (1967): Limiting similarity convergence and divergence of coexisting species. The American Naturalist 101: 377–385.
- Mačát, Z., Jeřábková, L. & Reitter, A. (2010): Aplikace nové metody při mapování obojživelníků. Herpetologické informace 9(1): 5–6.

Madden, N. & Jehle, R. (2013): Farewell to the bottle trap? An evaluation of aquatic funnel traps for great crested newt surveys (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal* 23: 241–244.

Maštera, J., Zavadil, V. & Dvořák, J. (2015): Vajíčka a larvy obojživelníků České republiky (Atlas), Academia, 212 pp.

Merriam, G. (1984): Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern. In J. Brandt & P. Agger, editors. *Proceedings of the first international seminar on methodology in landscape ecological research and planning*, 1: 5-15. Roskilde Universitetsforlag GeoRuc, Roskilde, Denmark.

Mettouris, O., Megremis, G. & Giokas, S. (2016): A newt does not change its spots: using pattern mapping for the identification of individuals in large populations of newt species. *Ecological Research* 31(3): 483–489.

Meyer, S. & Gorsche, W. R. (2007): Populationsgrösse, Altersstruktur und genetische Diversität einer Metapopulation des Kammmolches (*Triturus cristatus*) in der Kulturlandschaft Sachsen-Anhalts. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 14: 9–24.

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.

Müllner, A. (2001): Spatial patterns of migrating crested newts and smooth newts: The importance of the terrestrial habitat surrounding the breeding pond. *Rana*, Sonderheft, 4: 279–293.

Nuutinen, V. & Ranta, E. (1986): Size-selective predation on zooplankton by the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *Oikos* 47: 83–91.

Odum, E. (1977): *Základy ekologie*. Academia Praha, 736 pp.

Oldham, R. S., Keeble, J., Swan, M. J. S. & Jeffcote, M. (2000): Evaluating the suitability of habitat for the great crested newt (*Triturus cristatus*). *Herpetological Journal* 10: 143–155.

Opatrný, E. (1980): Food sampling in live amphibians. *Věstník Československé společnosti zoologické* 44: 268–271.

Opatrný, E. & Tomanová, M. (1990): Příspěvek k poznání potravy čolků *Triturus vulgaris* a *Triturus alpestris* (Amphibia: Salamandridae). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Facultas Rerum Naturalium*. 99, *Biologica* 30: 199–205.

Osenberg, C. W. & Mittelbach, G. G. (1989): Effects of body size on the predator–prey interaction between pumpkinseed and gastropods. *Ecological Monographs* 59: 405–432.

Otis, D. L., Burnham, K. P., White, G. C. & Anderson, D. R. (1978): *Statistical inference from capture data on closed animal populations*. Wildlife Monographs. Allen Press, Lawrence, Kansas.

Pellantová, J. (1973): The Food of the Newt, *Triturus vulgaris* (Linn.), in Southern Moravia. *Zoologické listy* 22(4): 329–340.

Pianka, E. R. (1973): The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 53–74.

Pianka, E. R. (1974): Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 71: 2141–2145.

Pop, A. N., Sas–Kovács, I., Boariu, E. & Cocaciu–Marcov, S. D. (2015): Species or environment? Who has more influence on the feeding of two syntopic newt species (Amphibia) from Carpathian Mountains in unusual conditions? *Bihorean Biologist* 9 (1): 72–75.

Quitt, E. (1975): Mapa klimatických oblastí ČSR 1: 500 000. Geografický ústav ČSAV, Brno.

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

Raxworthy, C. J. (1990): A review of Smooth Newt (*Triturus vulgaris*) Subspecies, Including an Identification Key. Herpetological Journal 1: 481–492.

Ranta, E., Tossem, S. F. & Leikola, N. (1987): Female–male activity and zooplankton foraging by the smooth newt (*Triturus vulgaris*). Annales Zoologici Fennici 24: 79–88.

Roșca, I., Gherghel, I., Strugariu, A. & Zamfirescu, Ș. R. (2013): Feeding ecology of two newt species (*Triturus cristatus* and *Lissotriton vulgaris*) during the reproduction season. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 408(05): 10,1051/ kmae /2013040.

Rulík, M. (1993): Contribution to the knowledge of the diet of the newt, *Triturus alpestris*. Folia Zoologica 42(1): 33–45.

Santos, E. M., Almeida, A. V. & Vasconcelos, S. D. (2004): Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil, Iheringia. Serie Zoologia 94(4): 433–438.

Sampedro, M. A., Montanez, H. L. & Suarez, B. O. (1986): Food of *Rana catesbeiana* in Two Different Areas of Cuba. pp. 413–416, Roček Z. (eds.), Studies in Herpetology, vol. 1, Praha.

Sheldon, A. L. (1969): Equitability indices: Dependence on the species count. Ecology 50: 466–467.

- Schmidtler, J. F. (2009): *Ichtyosaura*, der neue Gattungsname für den Bergmolch – ein Lehrbeispiel in Sachen Nomenaklatur. *Zeitschrift für Feld–Herpetologie* 16: 245–250.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 369–404.
- Schoener, T. W. (1974): Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27–39.
- Shannon, C. E. & Wiener, W. (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana.
- Schabetsberger, R. & Jersabek C. D. (1995): Alpine newts (*Triturus alpestris*) as top predators in a high–altitude karst lake: daily food consumption and impact on the copepod *Arctodiaptomus alpinus*. *Freshwater Biology* 33: 47–61.
- Schnabel, Z., E. (1938): The estimation of the total fish population of a lake. *The American Mathematical Monthly* 45: 348–352.
- Schwarz, C. J. & Arnason, A. N. (1996): A general methodology for the analysis of open–model capture recapture experiments. *Biometrics* 52: 860–873.
- Schwarz, C. J. & Arnason, A. N. (2007): Jolly–Seber models in MARK. In: Program MARK. “A Gentle Introduction”, 5th Edition. Cooch, E., White, G., Eds. STUGREN B. 1994. *Ecologie teoretica*. Casa de Editiiră "Sarmis" Cluj–Napoca, 288 p.
- Sin, Gh., Lăcătușu, M. & Teodorescu, I. (1975): Hrana la broasca de lac (*Rana r. ridibunda* Pall.), *Studii și Cercetări Biol, seria Biologica. Animalia*. 27(4): 331–343.
- Sládek, J. (1970): Poznámky k metodike kvantitatívneho vyhodnocovania rozborov žalúdkov u polyfágnych masožravcov. *Lynx* 11: 109–112.

Sparreboom, M. (2014): Salamanders of the old world. The Salamanders of Europe, Asia, Northern Africa. KNNV publishing zeist the Netherlands, 431 pp.

Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986): Foraging theory. Princeton University Press, Princeton.

Stoefer, M. (1997): Populationsbiologische Untersuchung an einer Kammmolch population (*Triturus cristatus* Laurenti, 1768) im Barnim (Brandenburg). Fiplomarbeit Universität Postdam, nepublikováno.

Stugren, B. (1994): Ecologie teorética. Casa de Editiiră "Sarmis" Cluj–Napoca, 288 p.

Šusta, F. (1999): Potravní a populační biologie čolka horského *Triturus alpestris* (Laurenti, 1768). Ms. [Dipl. pr.; depon.in: Knih. kat. Zool. Přír. Fak. UK, Praha.]

Thiesmeier, B. & Kupfer, A. (2000): Der Kammmolch. Bochum, Laurenti–Verlag.

TerBraak C. J. F. & Šmilauer P. (2012): Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA.

Thorn, R. (1969): Les salamandres d'Europe, d' Asie et d'Afrique du Nord. Editions Paul Lechevalier, Paris.

Toft, C. (1980): Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. *Oecologia* 45:131–141.

van Sluys, M. & Rocha, C. F. D. (1998): Feeding habits and microhabitat utilization by two syntopic Brazilian Amazonian frogs (*Hyla minuta* and *Pseudopaludicola* sp. (gr. *falcipes*). *Revista Brasileira de Biologia* 58: 559–562.

Vojar, J. (2007): Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana. Doplněk k metodice č. 1 Českého svazu ochránců přírody. ZO ČSOP Hasina Louny.



von Bülow, B. (2001): Kammolch-Bestandserfassung mit dreijährigen Reusenfängen an zwei Kleingewässern Westfalens und fotografischer Wiedererkennung der Individuen. In: Krone, A. (Eds.): Der Kammolch (*Triturus cristatus*) Verbreitung, Biologie, Ökologie und Schutz. – Rana, Sonderheft 4: 145–162

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.

Weldon, P. J., Demeter, B. J. & Rosscoe, R. (1993): A survey of shed skin/eating (dermatophagy) in amphibians and reptiles. *Journal of Herpetology* 27: 219–228.

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.

White G. & Burnham K. (1999): Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: 120–139.

Zavadil, V. & Moravec, J. (2003): Červený seznam obojživelníků a plazů České republiky. In: Plesník J., Hanzal V. & Brejšková L. (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky – Obratlovci. *Příroda* 22, Praha.

Zavadil, V., Sádlo, J. & Vojar, J. (2011): Biotopy našich obojživelníků a jejich management. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Zavadil, V. (2013): Studie stavu početnosti čolka velkého (*Triturus cristatus*), jeho migrační potenciál a úkrytová a lovecká strategie v prostoru EVL Suchá Rudná, MS. depon in SCHKO Jeseníky, 12 pp, nepublikováno.

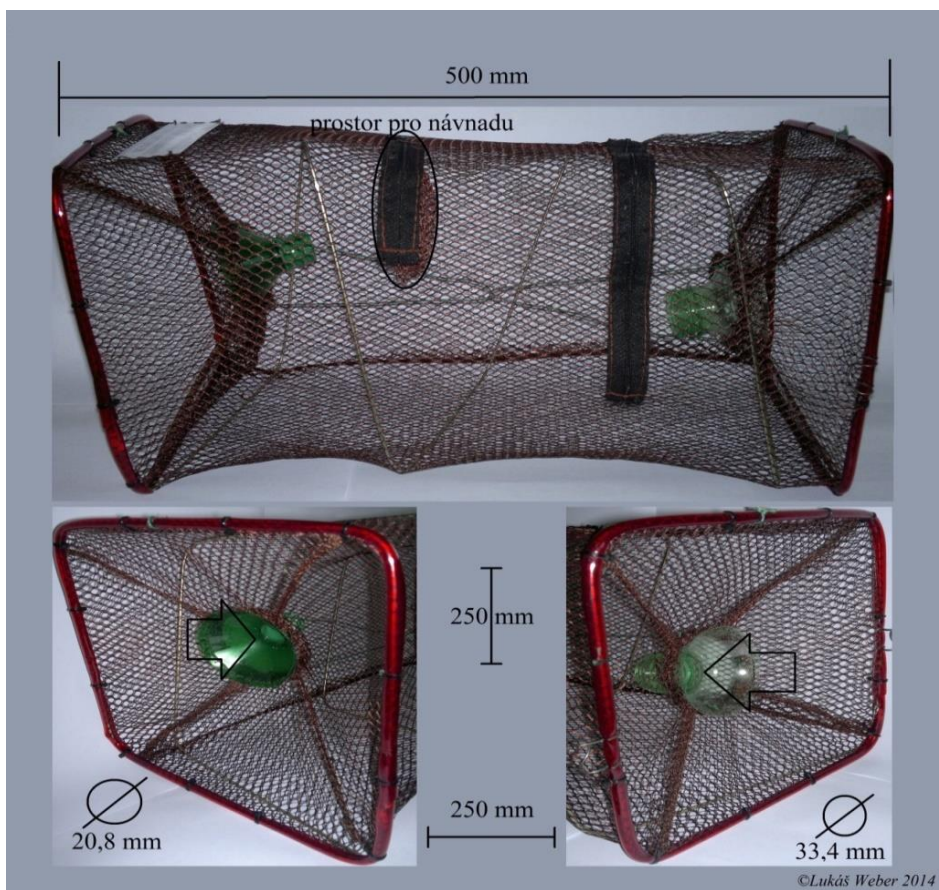
## 8. Příloha



**Příloha 1:** Fotografie lokality Tověř, v popředí přepad retenční nádrže.



**Příloha 2:** Fotografie lokality Suchá Rudná.



**Příloha 3:** Fotografie živolovné pasti.



**Příloha 4:** Fotografie metody výplachu žaludků.