

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE

Sezónní změny kryptického zbarvení vážky druhu *Sympecma
fusca*

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

Diplomant: Bc. Kamila Černá

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kamila Černá

Inženýrská ekologie

Ochrana přírody

Název práce

Sezónní změny kryptického zbarvení vážky druhu *Sympecma fusca*

Název anglicky

Seasonal changes in cryptic coloration of winter damselfly *Sympecma fusca*

Cíle práce

Krypse zahrnuje různé strategie umožňující předcházet objevení predátorem. Kryptické zbarvení je však účinné pouze v určitém prostředí a lze předpokládat, že se jeho účinnost během sezóny může výrazně měnit. Pro účely práce se stala modelovým organismem vážka šídlatka hnědá (*Sympecma fusca*). Tato vážka je charakteristická kryptickým zbarvením, které se skládá z odstínů hnědých barev. Cílem práce je posoudit funkci a změnu jejich zbarvení v rámci jarního a podzimního období. Zároveň je hodnocen výběr mikrostanoviště ve kterém se šídlatky hnědé v průběhu životního cyklu vyskytují a zdali existuje závislost mezi mikrostanovištěm a kryptí.

Metodika

Terénní výzkum je zaměřen na fotografování šídlatky hnědé na lokalitách v místech výskytu a pozorování charakteristik prostředí. Data budou sbírána během dvou sezón (jaro a podzim). Z nasbíraných dat se vyhodnotí preference mikrohabitatů. Analýzou fotografie se určí barevné složení jejich těla. Tato data budou podkladem pro vypracování diplomové práce.

Harmonogram řešení

leden až duben 2022: příprava podkladů pro diplomovou práci.

duben až květen 2022: sběr dat v terénu.

červen až říjen 2022: sběr dat v terénu.

listopad až prosinec 2022: analýza dat.

prosinec 2022 až duben 2023: vlastní zpracování diplomové práce.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran + přílohy

Klíčová slova

krypse, strategie, životní historie, sezonalita

Doporučené zdroje informací

Borisov S.N. (2006): Adaptations of dragonflies (Odonata) under desert conditions. Entomological Review 86: 534-543.

Dolný A., Bárta D., Waldhauser M., Holuša O., Hanel L. (2007): Vážky České republiky: Ekologie, ochrana a rozšíření. Český svaz ochránců přírody Vlašim, Vlašim.

Sternberg K., Buchwald R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs, Band 1: Kleinlibellen (Zygoptera). Eugen Ulmer, Stuttgart.

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Anna-Marie Poskočilová

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Sezónní změny kryptického zbarvení vážky druhu *Sympecma fusca*“ vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Filipa Harabiše, Ph.D. na základě uvedených literárních pramenů.

V Praze 23.03.2023

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Mgr. Filipu Harabišovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na posouzení funkce kryptického zbarvení vážky šídlatky hnědé (*Sympecma fusca*) v jejím místě výskytu. Pro tuto vážku jsou typické variace hnědých barev těla, které se v přírodě přibližují barevným odstínům uschlých travin nebo větviček. Účinné kryptické zbarvení napomáhá snížit riziko predace. V práci jsem se soustředila na dvě období v jejím životním cyklu, které představují jarní a podzimní sezónu. Cílem je ověřit habitatovou preferenci v závislosti na období. Dále se zaměřuji na změnu jejich kryptické zbarvení během jara a podzimu. Všechny předpoklady jsem analyzovala z fotografií, které jsem pořídila během pozorování vážek na daných lokalitách. Barevné spektrum části těla vážky jsem z fotek identifikovala pomocí programu Adobe Photoshop. Tato data zahrnují faktory prostředí a RGB složení těla vážky. K vyhodnocení podobnosti zbarvení jedinců a prostředí byla použita nepřímá ordinační metoda PCA. Výsledky práce ukázaly, že jedinci si vybírají specifické stanoviště s ohledem na jarní a podzimní období. Vážky sledované na jaře se vyskytovaly v okolí vodních ploch s rozlehlým litorálním pásmem, zatímco podzimní šídlatky hnědé preferovaly prostředí představující louky s křovinnými komplexy. Zároveň se ukázalo, že jarní i podzimní vážky mají rozdílnou variaci barev. Tato změna barev se přímo neprojevila v souvislosti s výběrem stanoviště. Diplomová práce rozšiřuje poznatky v rámci životního cyklu v porovnání se spektrální analýzou torza vážky a jejího sezónního habitatu. Tyto nové poznatky mohou vést k pochopení účinnosti a významu kryptického zbarvení šídlatky hnědé v přirozeném prostředí.

Klíčová slova

krypse, strategie, životní historie, sezonalita

Abstract

The thesis is focused on the assessment of the function of cryptic colouration of *Sympecma fusca* in its habitat. This damselfly is characterized by of brown body colours variations, which are close to the colours of dead grasses or twigs in nature. Effective cryptic colouration helps to reduce the risk of predation. I have focused on two periods in its life cycle. The idea was to test habitat preference as a function of season. I focused on the change in their cryptic coloration during spring and autumn. In order to analyze every hypothesis, I took pictures while observing damselflies at particular locations. I identified the color of damselfly body parts from the photos using software (Adobe Photoshop). These data included environmental factors and RGB interpretation of the damselfly body color. PCA was used to evaluate the similarity of coloration between individuals and environment. The results of this work showed that individuals selected specific habitats with reference to the spring and autumn seasons. Damselflies observed in spring were found around water bodies with extensive littoral zone, while during the autumn damselflies preferred meadows with shrub complexes. At the same time, spring and autumn individuals appeared to have different colour. This colour variation was not directly related to habitat selection. This thesis extends the knowledge by comparing the spectral analysis of damselfly torso and its seasonal habitat within their life cycle. These new findings may lead to an understanding of the efficacy and significance of cryptic coloration of the *Sympecma fusca* in its natural habitat.

Keywords

cryptic, strategy, life history, seasonality

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	2
3	Literární přehled.....	3
3.1	Vážky a <i>Sympecma</i>	3
3.2	Stavba těla vážek.....	4
3.2.1	Hlava	4
3.2.2	Hrud'	5
3.2.3	Křídla	5
3.2.4	Zadeček	7
3.3	Šídlatka hnědá	7
3.3.1	Habitatové nároky	7
3.3.2	Rozmnožování	8
3.3.3	Larvální stádium	9
3.3.4	Přezimování	10
3.4	Krypse v měnicím se prostředí.....	11
3.4.1	Prizpůsobení se pozadí.....	13
3.4.2	Disruptivní zbarvení.....	14
3.4.3	Protistínování	14
3.4.4	Maškaráda	15
3.4.5	Flicker fusion	15
3.4.6	Distractive markings	16
3.4.7	Průhlednost.....	16
3.5	Krypse u vážek.....	17
3.5.1	Zbarvení šídlatky hnědé	18
3.5.2	Viditelnost barev	20
4	Metodika	22
4.1	Zájmové území.....	22
4.1.1	Jarní lokality.....	22
4.1.2	Podzimní lokality	22

4.2	Charakteristika lokalit	23
4.3	Sběr dat	24
4.4	Environmentální proměnné	25
4.4.1	RGB	26
4.5	Postup hodnocení v Adobe Photoshop.....	26
5	Výsledky	28
6	Diskuze.....	31
7	Závěr	33
8	Seznam literatury	35
9	Seznam grafů.....	46
10	Seznam obrázků	46
11	Seznam příloh	46
11.1	Příloha	47

1 Úvod

Krypse představuje různé formy adaptací vázané na specifický typ prostředí. Zahrnuje nezměrné množství barevných variací, tvarů těla, chování, včetně určitého způsobu života, jak se vyhnout predátorovi. Formy a mechanismy krypse se staly klasickými příklady evoluce (Stevens et al., 2009). Existují dva základní principy spojené s krypsí. První je krypse, která je striktně omezena pouze na jeden typ prostředí, které je aktivně vyhledáváno a slouží jako útočiště. Alternativou k tomuto principu je strategie, kdy je krypse přizpůsobena širšímu spektru prostředí. Oba tyto principy mají svá pozitiva i negativa (Magellan et al., 2013).

Většina druhů obývá heterogenní prostředí. Efektivita krypse organismu v prostředí, které neposkytuje stejné vizuální podmínky se pravděpodobně liší (Ortopn et al., 2018). Úspěšnost krypse ovlivňuje i řada dalších faktorů jako je například teplota, dostupnost zdrojů nebo konkurence (Camacho et al., 2020). Limitujícím prvkem je také měnící se roční období (sezonalita).

Pro účely mé práce se stala modelovým organismem šídlatka hnědá (*Sympecma fusca*), která je v naší krajině poměrně běžným druhem vážky. Šídlatky hnědé jsou charakteristické kryptickým zbarvením, které se skládá ze světle a tmavě hnědých odstínů. Její zbarvení v krajině připomíná uschlá stébla travin nebo větvičky stromů (Dolný et al., 2016). Odhaduje se, že nepatrně přizpůsobují své zbarvení v závislosti na období a území, které obývají. Ve své práci zhodnocuji dvě období v životním cyklu vážky spolu s různými faktory v závislosti na složení barevného spektra. Dále se zaměřuji na posouzení funkce kryptického zbarvení a vzorů v prostředí. Lze tedy předpokládat, že si jedinci šídlatky hnědé vybírají v jarním a podzimním období rozdílná prostředí. Další hypotéza je zaměřena na kryptické zbarvení jedinců, které se liší v jednotlivých zkoumaných obdobích. Mým cílem je zhodnotit tyto souvislosti a přispět k lepšímu pochopení kryptického chování šídlatky hnědé v naší krajině.

2 Cíle práce

Práce má za cíl zhodnotit a posoudit kryptise v prostředí na modelovém organismu vážky šídlatky hnědé. Práce je založena na třech předpokladech. První zahrnuje výběr stanoviště, které vážky vyhledávají v závislosti na období. Období je omezeno pouze na jarní a podzimní sezónu. Dalším cílem je zhodnotit, zdali existuje změna jejich zbarvení během těchto dvou období. Posledním cílem práce je posoudit souvislost výběru stanoviště a jeho změny s ohledem na kryptickým zbarvením, které se mění.

H1: Liší se prostředí, které si vybírají jedinci na jaře a na podzim?

H2: Liší se zbarvení jedinců na jaře a na podzim?

H3: Souvisí zbarvení vybraných jedinců s výběrem stanoviště?

3 Literární přehled

3.1 Vážky a *Sympecma*

Vážky se vyskytují téměř po celém světě. Jejich rozšíření v rámci severní polokoule sahá od tropů až po boreální lesy Sibíře a Severní Ameriky. Na jižní polokouli se vyskytují prakticky všude s výjimkou Antarktidy (Corbet 2013). Vážky jsou poměrně malá, avšak velmi rozmanitá skupina z třídy hmyzu. Lze je rozdělit do dvou hlavních skupin různokřídlice (*Anisoptera*) a stejnokřídlice (*Zygoptera*). Obě tyto skupiny jsou od sebe rozlišitelné charakteristickými znaky. Vážky z podřádu *Zygoptera* jsou drobnější, štíhlejší, jejich let není hbitý a v klidové poloze skládají křídla k sobě (Wootton 2020). Obě tyto skupiny patří mezi dobré predátory. Jejich hlavní kořistí je drobný létající hmyz. Většina druhů vážek má specifické nároky na prostředí, ve kterém se vyskytují. Velmi často se proto využívají jako indikátoři kvality a změn životního prostředí (Kalkman et al., 2008). V závislosti na jejich přítomnosti a početnosti se zhodnocuje kvalita nebo stav lokality.

Rod *Sympecma* spadá do čeledi *Lestidae*. V rámci České republiky do něj zařazujeme 2 druhy. Šídlatku hnědou (*Sympecma fusca*) a šídlatku kroužkovanou (*S. paedisca*). Oba tyto druhy se barevně vyznačují hnědými odstíny (Dolný et al., 2016). Dalším společným znakem, který je obdobný u celého rodu je charakteristický životní cyklus (Sternberg, Buchwald, 1999). Tento cyklus je výsledkem adaptací na aridní klima, protože rod *Sympecma* se pochází z aridních oblastí střední Asie. V těchto územních podmínkách jsou celoroční vodní biotopy velmi vzácný zdroj. V průběhu léta většina vodních ploch vysychá. Adaptací organismu na tyto podmínky je urychlený larvální vývoj a přezimování ve fázi imaga. Ačkoli se celý rod rozšířil až za hranice aridního podnebí, jednotlivé druhy si tuto specifickou adaptaci udržely v celé oblasti svého rozšíření, a to i na místech, kde nepanují tyto podmínky (Harabiš et al., 2012).

3.2 Stavba těla vážek

3.2.1 Hlava

Hlava je tvořena z několika částí. Na jejím vrcholu se nacházejí krátká segmentová tykadla, která jsou umístěna těsně mezi ocelli a složenýma očima. Čelní prostor mezi složenýma očima a tykadly vyplňuje takzvaný vertex, na který zdola navazuje fronta. Fronta se často u některých druhů používá jako jeden ze znaků sloužících k identifikaci. Pod touto oblastí se nachází clypeus, což je čelní štítek skládající se ze 2 desek postclypeus a anticlypeus, jehož funkcí je krytí labrum neboli horního pysku. Celé kousací ústrojí se skládá ze 3 částí, horní pysk, kusadla a dolní pysk. Kusadla jsou zavěšena do stran a překrývá je horní a dolní pysk (Degabriele 2013). Hlava je spojena s hrudníkem dvěma chitinovými destičkami neboli sklerity, které umožňují velkou pohyblivost (Krapp 2009).

Vážky mají takzvané složené oči, které poskytují široký rozsah vidění, a tím z nich dělají skvělé predátory. Složené oči jsou tvořeny z jednotlivých omatidií. Každé omatidium je kryto ploškou, které dohromady vytváří přibližně polokouli (Arias et al., 2021). Počet omatidií je u každého druhu jiný, některé jich mají až 30 000 (Lancer et al., 2020). Oko vážky dělíme na čtyři oblasti (frontal acute zone, dorsal acute zone, dorsal rim area, ventral eye), z nichž každá má jinou ostrost vidění. Ostrost je dána počtem omatidií v dané části. Čím více zhuštěných omatidií tam je, tím lepší je ostrost vidění. Oči vážkám poskytují vynikající širokospektrální vidění a umožňují jim přesnou orientaci v prostoru (Arias et al., 2021).

Pro potřebnou orientaci v prostoru nejsou složené oči vážky dostatečně rychlé, a proto mají vyvinutý druhotný vizuální systém. Oči „jednoduché“ jsou tvořeny celkem třemi takzvanými ocelli a nachází se v horní části hlavy (Berry et al., 2007). Tento orgán má pouze jednu čočku, která projektuje světlo na světločivné buňky (fotoreceptory). Nevýhodou ocelli je, že jimi nelze zaostřovat. Čočka se neumí posouvat dopředu a dozadu a nemá ani akomodaci, a tím pádem není schopna poskytovat detailní vizuální vjem. Slouží zejména k rozpoznání horizontální polohy hmyzu, a to díky triangulaci ocelli (čoček), kterým se vzájemně překrývá FOV - Field

of view - pozorovací úhel. Dále se předpokládá, že při letu slouží pro měření úhlu stoupání, klesání a rotace (Krapp 2009).

3.2.2 Hrud'

Thorax u *Zygoptera* neboli hrud' lze rozdělit na dvě hlavní části protorax a synthorax. První protorax je menší. V jedné části spojuje hlavu s hrudníkem a v druhé navazuje na synthorax. Jeho horní část se liší tvarem v závislosti na druhu a pohlaví. Jedná se také o jeden z identifikačních znaků u některých druhů. Na protorax dále navazuje přední pár nohou (Degabriele 2013).

Synthorax je větší a složitější oblast hrudníku. Na tuto oblast se připojují střední a zadní páry nohou spolu s křídly. V zadní části synthoraxu těsně před napojením křídel je nejvyšší bod hrudníku známý jako hřbetní carina. Synthorax se skládá z několika segmentů, které jsou od sebe rozdělené jasně viditelnými pruhy (Degabriele 2013)

Vážky mají celkem tři páry končetin, z nichž každá se skládá z osmi částí (coxa, trochanter, femur, tibia, tarsal segments, claw). Všechny končetiny směřují dopředu, to jim umožňuje efektivně lovit potravu, ale také uchytit se téměř na kterémkoli povrchu jako je vegetace a stromy (Degabriele 2013)

3.2.3 Křídla

Vážky mají dva páry transparentních křídel. Přední křídla jsou zpravidla o 5 až 10 % větší než zadní. Jejich strukturu tvoří žilky a membrány. Membrána má funkci výplňového materiálu mezi žilkami a její základní složkou je chitin. Žilky slouží jako konstrukce křídla. Utvářejí pružnou, ale zároveň pevnou oporu a zamezují šíření malých trhlin v membráně. Žilky lze rozdělit na podélné a příčné (Taludher 2013). *Zygoptera* mají v každém křídle pět hlavních žil (Degabriele 2013).

Křídla, a s nimi spojená možnost letu, představují řadu výhod. Vážky (*Odonata*) využívají let k získávání potravy, obraně teritoria, rozmnožování, útěku před predátory a disperzi. Každá z těchto aktivit je spojena se specifickým typem letu, který je napříč druhy rozdílný (Günther et al., 2006; Günther et al., 2015). Například u získávání potravy jsou známy až tři strategie způsobu letu. Naopak reprodukční letové chování zahrnuje interakce mezi samci, projevy námluv, hlídání partnera, tandemový let a kladení vajec. Disperze jedinců v prostoru pak může mít podobu relativně krátkých cest k nalezení dostupných území, ale může zahrnovat i dlouhé migrace (Wootton 2020).

Nezákladnějšími proměnnými určující aerodynamiku křídel jsou velikost, proporce (tvar) a žilnatina. Velikost křídel se vztahuje k velikosti těla vážky. Příliš malá a krátká křídla k robustnímu tělu by pravděpodobně snížila schopnost a obratnost při letu. Obecně platí, že větší a těžší druhy mohou létat rychleji než malé. Proporce lze vztahovat jak k tělu, tak křídlům. Tvar křídel určuje rychlost a obratnost letu. Křídla šídlatek jsou oproti jiným druhům méně zvlněná (Wootton 2020). Krátká křídla jsou oproti delším zpravidla hbitější. Křídelní žilnatina je u podřádů *Anisoptera* a *Zygoptera* velmi rozdílná. *Zygoptera* nemá křídelní žilnatinu tak hustou, jako je tomu u *Anisoptera*, ačkoli mají společné rysy, například nodus nebo pterostigma. Nodus pravděpodobně zlepšuje flexibilitu křídla a zabraňuje únavové zlomenině. Pterostigma se nachází v apikální části křídla. Hlavní funkcí je vyvažování, stabilizace letu a eliminace vibrací díky proudění vzduchu. Pokud je pterostigma poškozena, vážka může létat, ale její let se stává nestabilním (Taludher 2013).

Vážky ze skupiny *Anisoptera* v klidové poloze rozkládají křídla do vodorovné pozice. Často přikládají křídla těsně k podkladu, tak aby nevytvářely stín, který by je před možnými predátory mohl prozradit (Veselý, Dolný, 2008). Dále křídla napomáhají rozbít charakteristický tvar těla. Velkou nevýhodou vodorovné polohy křídel za slunečného počasí, je stav, kdy křídla mohou částečně odrážet odlesky. Naproti tomu druhy ze skupiny *Zygoptera* v klidové poloze skládají křídla k sobě. Tato schopnost by mohla pravděpodobně souviset s myšlenkou rychlejšího vzletu a s tím spojenou vyšší šancí úniku před predátory (Paulson 2004).

3.2.4 Zadeček

Zadeček se skládá z deseti na sebe navazujících členů. Samice ho mívají obecně mohutnější než samci. První člen (S1) z jedné strany přímo navazuje na thorax. Tento člen má oproti ostatním kuželovitý tvar. Celý komplex se v jedné délce zužuje, následně rozšiřuje a zakončen je análními přívěsky, které jsou připojeny na S10. Tyto přívěsky používají samci k uchycení samice při kopulaci (Degabriele 2013). Samec vážky má dva kopulační orgány. Prvotní, ve kterém je uložen spermatofor, se nachází na konci zadečku (Dolný et al., 2016). Před začátkem kopulace sameček přeneše spermatofor do sekundárního orgánu, ten je umístěn na spodní straně S2 a S3. Pohlavní orgán u samic spolu s kladélkem se nachází na článku S8 – S9 (Degabriele 2013).

3.3 Šídlatka hnědá

3.3.1 Habitatové nároky

Požadavky šídlatky hnědé na stanoviště se v průběhu životního cyklu liší. V larvální fázi obývají široké spektrum vodních nádrží přirozeného i antropogenního charakteru (Buczyński et al., 2013). Vhodná stanoviště zahrnují tůně, rybníky, jezera, mokřady a zatopené lomy. Důležitá je přítomnost vodní vegetace a rozlehlé litorální pásmo (Dolný et al., 2016). Dalšími faktory, které pravděpodobně mohou ovlivňovat biotopovou preferenci je struktura a složení vegetace, zastínění a typ podloží vodní nádrže.

V před-reprodukčním období se zpočátku nově proměnění jedinci vyskytují v blízkosti reprodukčních vodních nádrží (Ouden, Roosmalen, 2011). Oblast výskytu se pak postupně rozšiřuje. Vyhledávají zejména ekotony lesů a travních porostů, které poskytují dostatek potravy a umožňují jim přežít dlouhé před-reprodukční období. Dostatek potravy je zásadní pro fyzickou zdatnosti jedince (Baumann et al., 2021). Se snižující se teplotou je náročnější chytit potravu, protože schopnost letu a pohyblivost je omezenější.

Ve vzdálených mikrostanovištích setrvávají až do podzimu, kde aktivně vyhledávají vhodné místo pro období hibernace. Splynutí s okolím je hlavní předpoklad pro výběr místa. Vážky usedají vodorovně na stébla uschlých travin nebo křovin, kde jejich kryptické zbarvení zcela splyne. Tato adaptace v zimních měsících snižuje riziko predace (Harabiš 2016).

Z počátku jara se zvyšující se teplotou začíná i aktivita vážek. Ze zimovišť se přesouvají k vodním plochám za účelem reprodukce. Ekotony využívají už jen zřídka, a to za nepříznivých povětrnostních podmínek (Harabiš 2016).

3.3.2 Rozmnožování

Reprodukční období začíná časně z jara od poloviny března a trvá až do začátku května. V této době se dospělí jedinci začínají shlukovat kolem vodních ploch. Šídlatka hnědá využívá k rozmnožování široké spektrum mezotrofních až eutrofních nádrží, jako jsou rybníky, tůň nebo zatopené lomy (Sternberg, Buchwald, 1999; Baumann et al., 2021). Zásadní podmínkou pro úspěšné rozmnožení je rozvinuté litorální pásmo a části odumřelých rostlin plovoucích na hladině. Ostatní vhodné rostliny pro kladení v tomto brzkém ročním období chybí. Samička do těchto odumřelých rostlin klade vajíčka (Martens 2001). Ideální poměr vnořených částí rostlin, a to i ostrůvkovitě rozložených nad vodní hladinou, by neměl překročit 50 %. Její přítomnost je výhodná i jako ochrana před predátory. Příliš zastíněné prostředí s nedostatkem prostoru nevytváří vhodné podmínky pro vývoj larvy (Rademacher 1998).

Pro všechny druhy vážek při kopulaci šídlatky hnědé předchází zachycení a let v tandemu. Samec pomocí klíšťkovitých přívěsků na konci zadečku chytí samičku za hlavou. Samička se stočí koncem zadečku k druhotnému pohlavnímu orgánu samečka a dojde tak k předání spermií a oplození vajíček (Dolný et al., 2016). Samička klade vajíčka na vybraná místa. Proces výběru vhodnosti substrátu se skládá ze tří fází. První fáze je výběr místa. Druhá fáze zahrnuje test substrátu a třetí je samotné kladení vajíček (Baumann et al., 2021).

V době pohlavní dospělosti mají jedinci tohoto druhu modře zbarvené oči (Dolný et al., 2016). Dalším méně nápadným znakem je modré ožnění mezi křídly, které v klidové poloze vážky nelze spatřit. Viditelné je pouze při roztažených křídlech. Tento barevný motiv by mohl být dalším signálem vyzývajícím k páření (Tamm 2010).

3.3.3 Larvální stádium

Vodní prostředí představuje izolované stanoviště, které je velmi náchylné na vnější vlivy. Změna tohoto prostředí a synergické působení různých faktorů může ovlivnit vývoj larvy. Tyto faktory lze rozlišovat na biotické a abiotické. Mezi biotické lze zařadit například působení predátorů a konkurentů. Abiotické faktory vznikají a působí nadbytkem či nedostatkem chemických a fyzikálních vlivů, jako je eutrofizace, změna Ph, kontaminace, nízká nebo vysoká teplota (Śniegula, Golab, 2015).

Larvy šídlatky hnědé obývají dobře prohříváné mělké vody s množstvím vodních rostlin (Dolný et al., 2016). Dostatek rostlinného materiálu vytváří heterogenní prostředí, které jedincům slouží jako ochrana nejen před predátory, ale i před vnitrodruhovou a mezidruhovou konkurencí (Willigalla et al., 2015).

I díky optimálním teplotním podmínkám má šídlatka hnědá velmi rychlý embryonální a larvální vývoj, který za optimálních podmínek trvá 8 až 12 týdnů (Harabiš 2016). Vyššímu riziku mortality čelí vývojem opožděné larvy, které jsou často vystaveny predaci a kanibalismu větších jedinců (Śniegula, Golab, 2015). Proměna začíná v pozdním létě. V tomto stádiu vývoje se larva mění v imago. Exuvie larev jsou nalézány na stoncích rostlin převážně ve výšce několika centimetrů nad vodní hladinou (Dolný, Bárta, 2007). Oproti ostatním druhům z čeledi *Lestidae* mají proměněné vážky z rodu *Sympecma* výrazně prodloužené prereproduktivní období, které trvá zhruba 9 měsíců. V této době jsou jedinci rozptýleni mezi mikrostanovišti (Harabiš et al., 2012). Z počátku jara se jedinci opět přesouvají z mikrostanovišť

do okolí vodních ploch za účelem rozmnožování. Reproductivní období trvá v závislosti na podmínkách obecně 3 měsíce (Martens 2001).

3.3.4 Přezimování

Většina druhů vážek přezimuje ve vodním prostředí, které zajišťuje ustálené podmínky bez významných výkyvů. Výjimku tvoří šídlatky hnědé a další druhy spadající do rodu *Sympecma*, které si vyvinuly specifickou strategii a přezimují ve fázi imaga v suchozemském prostředí (Harabiš et al., 2012).

Období přezimování je spojené s vysokou úmrtností. Výzkumy odhadují, že zhruba 82 % jedinců přes zimu zahyne (Sternberg, Buchwald, 1999). Důležitým předpokladem pro úspěšnou hibernaci je výběr mikrostanoviště. Příliš exponované nebo naopak schované může vážku uvěznit pod sněhovou pokrývkou, kde nepřežije (Willigalla et al., 2015). Vhodné stanoviště zahrnuje otevřené plochy s částečně roztroušenými jehličnatými nebo listnatými lesy na okrajích. Mikrostanoviště musí splňovat řadu dalších podmínek, jako je dostatek potravy, místa pro úkryt, aby vážky byly chráněny před větrem a nepříznivými podmínkami. Zároveň by se zde měly také nacházet i dobře osluněné plochy (Baumann et al., 2021; Willigalla et al., 2015).

Šídlatky hnědé byly v zimních obdobích pozorovány, jak jsou ve vodorovné poloze přichyceny na stoncích a listech uschlých rostlin. V této poloze jsou běžně vystaveny působení větru, slunci, dešti a sněhu. Se zvyšující se teplotou a slunečním zářením se jedinci umějí orientovat, aby odhalili svá křídla a tělo způsobem, který vede ke zvýšení tělesné teploty. Při teplotě vyšší než 0 °C se jedinci dokážou pohybovat a při okolních teplotách dosahujících 15 °C mohou i létat (Gorb 2019).

Tato výjimečná strategie má i svá pozitiva. Jedinci se vyhnou sezónním maximům konkurence a predace, jak v dospělosti, tak larválním stádiu. Dospělí jedinci těžší zejména z volného prostoru v okolí vodních ploch a nižší míry konkurence v období, kdy je potrava omezena. Larvy mají naopak velikostní výhodu oproti ostatním konkurentům (Harabiš et al., 2012).



Obrázek č. 1: Šídlatka hnědá (*Sympecma fusca*)

3.4 Krypse v měnícím se prostředí

Studium kypse má v biologii dlouhou historii a způsoby skrývání ve zvířecí říši poskytly důležité příklady pro ilustraci přirozeného výběru a adaptace. Různé formy a mechanismy kypse se staly klasickými příklady evoluce. V širším smyslu byly aplikovány lidmi zejména v armádě, maskování ovlivnilo však i další obory, například umění a design. Krypse zahrnuje všechny strategie, a barevné a tvarové druhy maskování včetně určitého způsobu chování (Stevens et al., 2009). Teorie předpokládá, že kryptičtí jedinci se s větší pravděpodobností vyhnou predátorům než jedinci, kteří jsou nápadnější (Ortopn et al., 2018).

Krypse se často vyskytuje u organismů, kteří žijí v prostředích s vysokou mírou predace. Kryptické zbarvení pomáhá snížit pravděpodobnost zrakové detekce predátorů. Protože je kypse adaptací na specifický typ prostředí, míra predace se pravděpodobně bude v různých vizuálních prostředích lišit (Michalis et al., 2017; Ortopn et al., 2018). Organismy si musí často vybírat mezi různými stanovišti poskytujícími zdroje nezbytné pro přežití. Mezi těmito stanovišti hraje roli i míra

krypse. Heterogenní prostředí neposkytuje vždy stejné vizuální podmínky, a tak se v některých typech prostředí se organismy stávají nápadnější než v jiných (Magellan et al., 2013). Kryptické zbarvení může ovlivnit řada aspektů. Jedním z nich je antropogenní zásah do prostředí a nevhodný management, který může omezit dostupnost vhodných mikrostanovišť. Tato omezení mají dopad na domovský okrsek organismů. Zmenšení okrsku má pak vliv na schopnost shánět potravu nebo na úspěšnost při rozmnožování. Organismy jsou tak vystaveny selekčnímu tlaku, který na ně působí. Druhy, které se nedokážou rychle přizpůsobit změnám ve struktuře stanovišť, mohou trpět poklesem velikosti populace a čelit možnosti potenciálního vyhynutí (Ortopn et al., 2018).

Většina organismů obývá heterogenní prostředí. Schopnosti a vlastnosti krypse se liší a odlišnost stanovišť ovlivňuje organismy různými směry (Murali et al., 2021). Organismus je buď striktně omezený pouze na jeden typ stanoviště, kde jeho unikátní strategie sice zcela splyne, nevýhodou je malý okrsek, kde může snáz nastat snížená dostupnost zdrojů. Alternativou je strategie, kdy krypse odpovídá několika různým typům prostředí. V tomto případě si jedinci vybírají stanoviště v závislosti na jeho výkonnosti a konečné území je takové, které nejvíce vyhovuje jejich fenotypu (Magellan et al., 2013).

Krypsi v prostředí a její vývoj utvářejí 3 základní faktory. První hledí na fyzickou maximalizaci krypse, která nastavuje obrazný rozdíl mezi mikrohabitaty. Tato stanoviště bývají pro organismy omezujícím prvkem, protože optimální krypse v jednom mikrohabitatu snižuje krypsi v jiném (Murali et al., 2021). Tuto skutečnost ovlivňují zejména vizuální charakteristiky pozadí, jejichž účelem je odvedení pozornosti predátora (Ortopn et al., 2018). Optimální krypse je výsledkem různých nároků mikrohabitátů. Zvýšení efektivity krypse v prostředí mohou různé behaviorální adaptace, které si organismus vyvinul. Dle Merilaita (2001) je optimální krypse taková, která utváří biotop jako celek. Druhý je zaměřen na biologické a fyziologické limity a omezení, v tomto slova smyslu se jedná například o nedostatek genetických variací, které brání výběru a vytvoření nejlepšího fenotypu odpovídající prostředí. Vnímání predátora je třetí a zásadní faktor, který v konečném důsledku rozhoduje o úspěchu krypse v daném prostředí (Merilaita et al., 2001).

Výběr odpovídajícího stanoviště nezávisí pouze na faktoru krypte, kde jedinec nejvíce splyne s okolím, ale i na dalších faktorech prostředí, které mají vliv na výběr mikrostanoviště, jako je dostupnost zdrojů, konkurence, teplota, míra predace a další environmentální aspekty (Camacho et al., 2020). Příkladem může být faktor teploty, který maximální mírou ovlivňuje ektotermní organismy, jako je hmyz nebo plazy. Teplota dále úzce souvisí se zbarvením těla, schopností termoregulace a výkonosti organismu. Tmaví jedinci lépe absorbují teplotu a díky tomu jsou dříve aktivnější než jedinci světlejší. Volba stanoviště se také může lišit v závislosti na věku a pohlaví. Mladí jedinci mohou mít jiné preference než pohlavně zralí nebo starší jedinci. S tímto souvisí i chování při výběru mikrostanoviště (Ahnesjö et al., 2006).

Druhy se schopností změny barvy a tvaru mají v heterogenním prostředí jistou výhodu. Lze je dělit na dvě skupiny. První se přizpůsobují velmi rychle, mnohdy v několika sekundách, avšak do jisté míry nevykazují zásadní preferenci při výběru pozadí, či substrátu (Green et al., 2019). Typickým zástupcem této skupiny je chobotnice (Warren et al., 1974). Představitelem druhého typu je organismus, který se přizpůsobuje v delším časovém horizontu, řádově i několik dní. Příkladem jsou některé druhy žab nebo larvy motýlů (Kindermann et al., 2013; Eacock et al., 2019). V tomto případě je pro organismus zásadní výběr vhodného mikrohabitatu, aby proces přeměny nezvýšil riziko predace (Green et al., 2019). Organismy dosahují krypte několika mechanismy. Příkladem je přizpůsobení se pozadí, disruptivní zbarvení a protistín. Každá z těchto strategií má svá specifika (Merilaita et al., 1999).

3.4.1 Přizpůsobení se pozadí

Zvířata používají nepřeberné množství taktik, aby se skryla. Nejznámější je přizpůsobení se pozadí. Představuje fenotypovou adaptaci organismů přizpůsobení jasů, odstínu a vzoru na určitý druh pozadí, vůči kterému se stávají téměř neviditelnými (Michalis et al., 2017). Tato strategie závisí na třech hlavních podmínkách: zbarvení organismu by se mělo podobat barevnému spektru okolí, modifikace tvaru těla by měla připomínat složky prostředí a její efekt by měl spočívat v klidovém stavu, nikoli v pohybu (Schwanwltzsch et al., 1943). V případě homogenního prostředí, kde se jas, textura a odstín nemění, existuje pouze jedna

varianta maskovacího vzoru (Michalis et al., 2017). Tato skutečnost je však v přírodě málokdy proveditelná, protože prostředí je heterogenní a proměnlivé v čase. Maskovací druhy využívající strategii přizpůsobení se pozadí, můžeme rozlišit na specialisty a generalisty. Ukázalo se, že specialisté na určitý typ pozadí byli v prostředí s vysokou úrovní heterogenity méně predováni než generalisté. Jedním z faktorů, který ovlivňuje predaci, je vizuální složitost pozadí. Čím více prostředí ovlivňuje vizuální vjemy, tím je pro predátory obtížnější detekovat maskovací druhy (Murali et al., 2021).

3.4.2 Disruptivní zbarvení

Disruptivní neboli rušivé zbarvení je souborem kontrastních vzorů, které vytvářejí vzhled falešných hran a okrajů těla. Tyto vzory brání detekci nebo rozpoznání skutečného obrysu objektu nebo jeho části. Rušivé zbarvení se skládá ze dvou hlavních znaků. První znak zahrnuje vytvoření vzhledu falešných okrajů a druhý skrývá skutečnou hranici (Cuthill et al., 2006). Rušivé zbarvení je omezeno na konkrétní typ substrátu čili prostředí, ve kterém se určitý taxon vyskytuje. Klíčovým prvkem strategie je maximalizace rušivého kontrastu, který nesmí přesáhnout mezní hodnotu kontrastu prostředí. V případě, kdy je vnitřní kontrast organismu nápadnější než prostředí, ve kterém se nachází, stává se maskovaný druh pro jeho predátory viditelným. Dále se předpokládá, že vysoce rušivé kontrastní vzory jsou efektivnější než ty nízkokontrastní (Endler et al., 2006). Méně účinná je také symetrie vzoru, která predátorům prozrazuje obecný tvar maskování. Zásadní podmínkou pro dokonalé maskování je efektivní skrytí končetin, tykadel a očí. Při nedostačeném splnutí těchto částí se stávají organismy nápadnějšími, a tím i zranitelnějšími. V neposlední řadě je disruptivní zbarvení spojeno spíše s dvourozměrným tvarem těla, jako jsou křídla hmyzu. U trojrozměrných objektů závisí efekt disruptivního zbarvení na úhlu pohledu a optimální distribuci vzorů (Stevens et al., 2009a).

3.4.3 Protistínování

Tento pojem se používá k označení fenotypu organismu, kdy mají jedinci tmavší pigmentaci na stranách těla, která jsou vystavena osvětlení. V případě osvětlení

shora, je pro predátory snazší určit jejich trojrozměrný tvar. Obrannou strategií je tedy osvětlené plochy pomocí pigmentu ztmavit, aby při osvětlení nebyl rozpoznatelný stín. (Rowland et al., 2007). Protistínování nalezneme jak u vodních, tak u suchozemských organismů. Nicméně u suchozemských víc závisí na směru světla, které dopadá na maskovaný druh. Intenzita a úhel světla se mění v rámci hodin i během ročních období. Protistínování může fungovat i jako ochrana před UV zářením. U plazů a hmyzu představuje protistín řadu termoregulačních benefitů, například rychlé zvýšení tělesné teploty a s tím spojené aktivity. Jedna z teorií, která popírá protistínování jakožto kryptické zbarvení tvrdí, že udržení pigmentace i na ventrální straně je nákladné. Organismy jsou často napadány shora, a proto je hřbetní strana více přizpůsobena ochraně před predací a není tak potřeba stejné úrovně pigmentu i na břišní straně (Rowland et al., 2009).

3.4.4 Maškaráda

Dalším pozoruhodným typem kamufláže je maškaráda, kdy druhy sdílejí vizuální podobnost s neživými předměty. Nejčastěji napodobují uschlé větvičky, listy, kůru stromu nebo kameny. Maskované druhy mají prospěch z toho, že je predátoři nesprávně klasifikují jako věci, které by raději nejedli (Skelhorn et al., 2018). Tyto podobnosti jsou běžné zvláště u hmyzu. Maškaráda má i své nevýhody. Jednou z nich je omezený pohyb organismů a náročnost strategie na stavbu těla. Efekt maškarády se projevuje pouze na konkrétním pozadí. Pokud se maskované druhy vyskytnou v prostředí, které neodpovídá jejich typu vzhledu, stávají se velmi nápadnými pro predátory. Organismy s touto strategií lze nazvat specialisty na určitý typ prostředí. Maškaráda je často zaměňovaná s Batesovo mimikry, kdy neškodné druhy napodobují druhy nebezpečné nebo jedovaté. V případě, že dojde ke zvýšené predaci, ovlivní to populační dynamiku obou druhů (Skelhorn et al., 2010).

3.4.5 Flicker fusion

Obranné strategie byly z velké části studovány v kontextu toho, jak vzhled kořisti zlepšuje její přežití, když je nehybná. Avšak některé organismy se potřebují ve

svém areálu pohybovat nebo naopak používají pohyb jako součást obranného projevu (Umeton et al., 2017). Flicker fusion jsou viditelné vzory s vysokým kontrastem, v tomto případě pruhy, jejichž exprese nastává v pohybu. Pokud se kořist pohybuje dostatečně rychle, efekt pruhů způsobí rozostření a kořist přestane být vnímána (Titcomb et al., 2014). Organismus může být však velmi nápadný v klidové fázi a flicker fusion má tak opačný účinek. Částečně lze tento efekt snížit, pokud zbarvení pruhů odpovídá průměrnému jasů pozadí (Umeton et al., 2017).

3.4.6 Distractive markings

Distractive markings je soubor rušivých elementů a vysoce kontrastních vzorů za účelem odvedení pozornosti predátora (Dimitrova et al., 2009). Rušivé vzory fungují nejlépe, když úroveň kontrastu vzoru nepřekračuje úroveň pozadí. Pokud kontrast rušivých vzorů organismu překročí hranici kontrastů pozadí, stává se nápadným a riziko predace se mnohonásobně zvyšuje. Tímto způsobem je krypse organismu vysoce limitována výběrem vhodného mikrostanoviště. Další typ rušivých vzorů jsou i izolované skvrny, které mají funkci odvrácení nebo zastavení již zahájených útoků (Stevens et al., 2013).

3.4.7 Průhlednost

Průhlednost je typická pro organismy žijící ve vodním prostředí, které je nevýrazné (Johnsen et al., 2001). Nejčastěji je považováno za toto prostředí otevřený oceán, kde se není kam schovat. Pro organismy je však náročné udržet průhlednost v celém objemu svého těla. Aby byly tkáně neprůhledné, musí minimalizovat rozptyl světla, a to jak na povrchu, tak uvnitř. Oproti vodním organismům jsou suchozemské náchylnější k poškození ultrafialovým zářením, proto je u nich průhlednost většinou omezena jen na určitou část těla. Příkladem jsou průhledná křídla hmyzu (Bagge et al., 2019). Další adaptací organismů žijících ve vodním prostředí je stříbření.

3.5 Krypse u vážek

Rozmanitost barev dospělých vážek nezná hranic. V přírodě můžeme pozorovat červené, modré, zelené varianty a jejich kombinace. Tyto barevné variace a jejich exprese vznikají různými mechanismy, například skrz pigmenty nebo pomocí mikro a nanostruktur na kutikule neboli strukturálním zbarvení (Futahashi 2016). Tyto struktury odrážejí část světelného spektra a tímto způsobem vzniká duhové a kovové zbarvení. Výsledná barva se může lišit v závislosti na úhlu pohledu a odrazu světla. Strukturální zbarvení zahrnuje i pruinescenci neboli ojínění, nejčastěji je bělavé nebo modré a vzniká pomocí voskových krystalků (Suárez et al., 2022).

Odlišnost barev můžeme pozorovat nejen mezi druhy, ale i mezi jedinci v rámci druhu. Některé druhy vážek mají takzvaný pohlavní dimorfismus. To je jev, kdy se samička barevně i morfologicky liší od samce. Samci jsou obvykle mnohem pestřejší a nápadnější než samice (Futahashi 2016). Pohlavní dimorfismus úzce souvisí s přírodním výběrem. Rozdílnost pohlaví také nezávisle určuje i řada dalších faktorů, jako je potrava, stanoviště, systém páření nebo celková hustota populace (Mori et al., 2017). Dále jsou rozdílné barevné vzory pravděpodobně spojené s určitým typem chování, jako je například teritorialita. Bylo běžné, že barevné rozdíly podnítily nesprávnou klasifikaci druhů (Suárez et al., 2022). Některé vážek dokonce po čas svého životního cyklu barvu postupně mění (Futahashi 2016). Příkladem jsou druhy z rodu *Sympetrum*, kdy samci během dospívání přecházejí ze žluté barvy na červenou, zatímco samice zůstávají stále žluté. Další obdobná změna byla pozorována u *Erythemis simplicicollis*. Dospělí samci mají v době pohlavní dospělosti jasné barvy, které po skončení tohoto období blednou, případně tmavnou. U některých případů pestrost barev dospělých jedinců ovlivňují i další faktory jako jsou teplota, kvalita potravy a dynamika populace (Suárez et al., 2022).

Krypse u vážek nabývá mnoha směrů. Jedním z nich je maskování za pomoci iridescence. Tato strategie využívá jasné barvy, které korelují s jasnem okolí. Vážky se vyhýbají detekci za pomoci kovových a duhových barev. I když se tyto barvy zdají být velmi kontrastní, vůči vodní hladině, jsou téměř zcela neviditelné. Tato strategie není omezena pouze na torzo vážky, iridiscenci vykazují i křídla (Cezário et al., 2022). Iridiscence je dále významná i pro vnitrodruhovou komunikaci, například při

obhajování teritoria nebo páření (Guillermo et al., 2019). Dalším hojným typem maskování je napodobování pozadí. Vážky pomocí barev napodobují například stébla trav, větvičky a další podobné přírodní materiály. Mezi kryptické barvy, které snižují viditelnost v prostředí spadají odstíny barev od zelené až po hnědou (Schultz et al., 2013). Naproti tomu existují vážky s jasnými barvami, jako je červená nebo modrá. Tyto druhy pravděpodobně využívají strategii výstražného zbarvení. Většina vážek má průsvitná křídla, existují však druhy, které mají křídla částečně nebo celkově zabarvená (Futahashi 2016). Tento jev také souvisí s krypsí. Existuje několik variací a barevných vzorů křídel. Jedním z nich jsou například pruhy nebo různě velké pravidelné i nepravidelné skvrny, které pravděpodobně slouží k odvádění pozornosti. Křídla nabývají různých barev, v přírodě tak můžeme pozorovat například červené, černé, zelené nebo modré variace. Zabarvení křídel vzniká stejnými mechanismy jako zbarvení těla (Suárez et al., 2022).

3.5.1 Zbarvení šídlatky hnědé

Celá čeleď *Lestidae* zahrnuje mnoho variací barev a vzorů. Můžeme zde nalézt kombinace od zelené až po jasně modrou barvu. Pro rod *Sympecma* jsou však specifické pouze hnědé odstíny. Šídlatka hnědá je charakteristická světle a tmavě hnědým zbarvením. Horní oblast torza je výrazně tmavě hnědá oproti spodní. Přes jednotlivé články se po délce kapslovitého těla vinou v horní části tmavě hnědé pruhy, které se střídají se světle hnědými. Pruhy na dorzální straně torza jsou oproti jemně béžovému ventrálnímu silně kontrastní a tvoří hlavní část kryptického zbarvení (Waldhauser, Černý, 2014). Toto specifické zbarvení se může po čas životního cyklu měnit.

Čerstvě proměnění jedinci mají jasně pískově zbarvené torzo s metalicky zelenými částmi. Tato barva jim nezůstává dlouho a poměrně rychle se mění na hnědou. Na konci srpna se již vážky vyznačují světle hnědým pískovým zbarvením s bronzovými až tmavě hnědými vzory (Manger 2007).

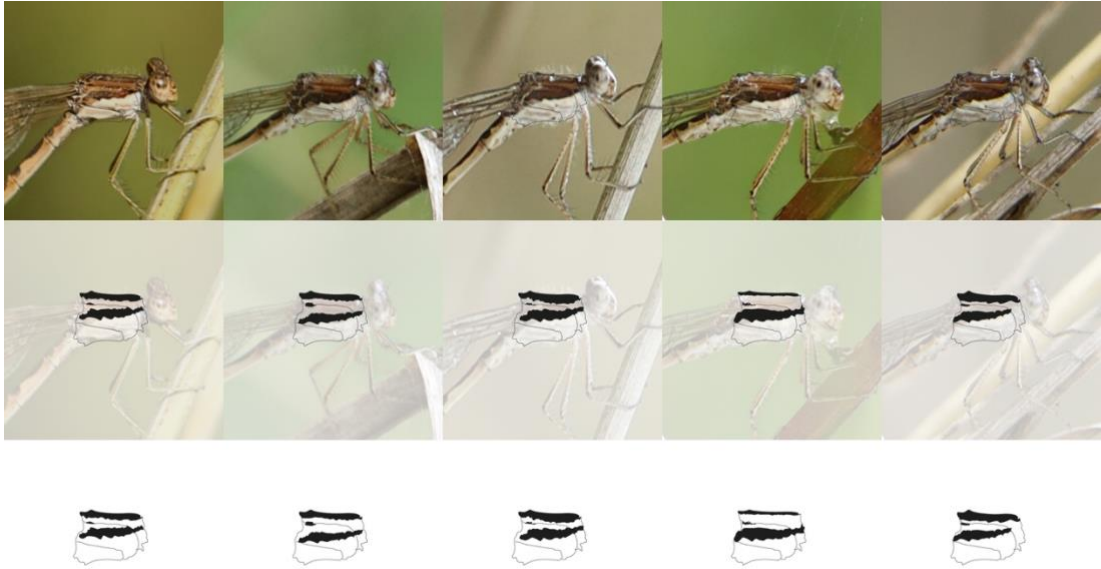
V době rozmnožování od poloviny března do května mají šídlatky hnědé typicky zabarvené oči do modra. U samců je zbarvení očí výraznější než u samic, kterým zmodrá pouze vrchní část (Manger 2007). Celková barva těla se nemění.

Šídlatka hnědá (*Sympecma fusca*) je lehce zaměnitelná s šídlatkou kroužkovanou (*Sympecma paedisca*). Nejvýraznějším poznávacím znakem je tmavě hnědý nepřerušovaný středový pruh s kostrbatými okraji. Šídlatka kroužkovaná má na jeho vnějším okraji v zadní části takzvaný „zub“. Dalším méně nápadným znakem jsou zadečkové přívěsky samců, které jsou velmi krátké (Waldhauser, Černý, 2014).

3.5.1.1 Kresba hrudi

Šídlatka hnědá má jemnou kresbu těla, jejíž funkcí je splynutí s okolím. Nejvíce připomíná uschlá stébla travin nebo malé větvičky. I když je tato kresba víceméně statická, lze mezi jedinci najít patrné rozdíly. Tyto rozdíly jsou viditelné na šířce a tvaru tmavě hnědého celistvého středového pruhu na trupu, který je napříč jedinci variabilní.

Pravděpodobnost odhalení záleží nejen na krypsi, ale zásadní je i výskyt organismu v mikrostanovišti a pravděpodobnosti setkání s predátorem (Merilaita et al., 1999). Pro šídlatku hnědou je důležité optimální zbarvení, které splyne i ve zcela odlišných mikrostanovištích.



Obrázek č. 2: Porovnání variability vzoru šídlatky hnědé

Na obrázku můžeme vidět 5 rozdílných variací středového a dorzálního tmavě hnědého pruhu. Jsou zde jasně viditelné rozdíly nejen ve struktuře, ale také v šířce. Do tohoto porovnání jsem zahrnula 4 samce a 1 samici.

3.5.2 Viditelnost barev

K pochopení viditelnosti barev se pojí několik dalších termínů jako je světlo a elektromagnetické záření. Světlo se někdy používá jako synonymum pro elektromagnetické záření, které zahrnuje ultrafialové, viditelné a infračervené záření, dále také rentgenové, gama záření a rádiový rozsah. Všechny tyto typy jsou spojené s určitou jednou vlnovou délkou nebo frekvencí. Pro šíření elektromagnetických vln v prostoru není potřeba žádné médium. Nejrozšířenější zdroj světla v našem přirozeném prostředí je slunce, jeho barevný stimul se ale v průběhu dne mění a vytváří různé odstíny od namodralého nádechu v poledne až po červenohnědý při západu slunce (Zwinkels 2014).

Lidské oko je za pomoci zrakových receptů schopno vnímat barvy o určité vlnové délce viditelného světla. Rozhraní této vlnové délky je 400 až 780 nm. Složení

viditelného světla definujeme jako RGB - červené, zelené, modré (Zwinkels 2014). Obecně se různé organismy liší složitostí oka a jeho viděním, s čímž je spojeno i vnímání jiného typu vlnové délky. Příkladem je hmyz, u kterého je nejrozšířenější typ vnímání krátkého ultrafialového záření, jehož délka se pohybuje od 320 do 380nm (Belušič et al., 2001). Pro člověka je UV a ostatní typy záření neviditelné.

Potencionální predátoři vážek jsou drobní savci a ptáci s odlišnou detekcí vnímání barev. Obecně platí, že ptáci mají lepší zrak než lidské oko. Ptáci dokáží vnímat barvy viditelného světla a UV spektra, které se pohybuje v oblasti záření 300 – 400 nm. Jejich zrak umí rozeznat mnohem větší množství odstínů barev (Šulc, Honza, 2014). Oproti tomu většina hlodavců má velmi omezenou zrakovou schopnost, částečně jsou citliví pouze na UV světlo a zelenou barvu (Szatko et al., 2022).

4 Metodika

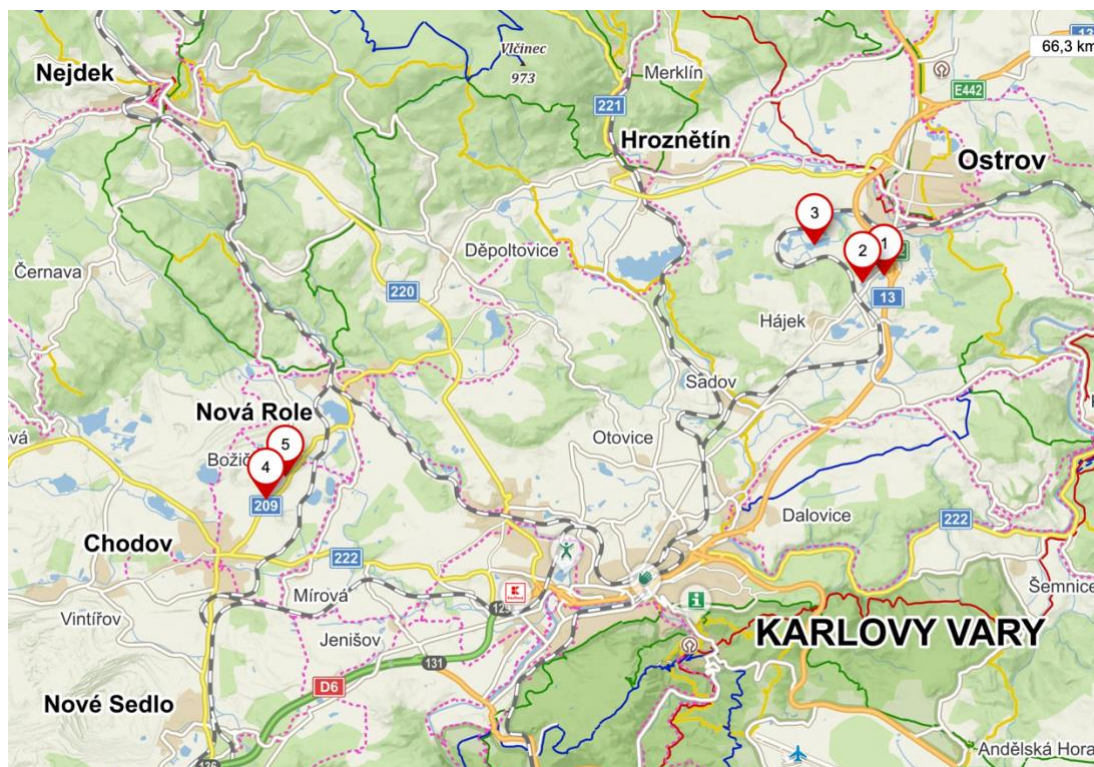
4.1 Zájmové území

4.1.1 Jarní lokality

Lokality jsem vybírala v závislosti na několika environmetálních proměnných, které jsem si určila na začátku práce. Vybrané lokality měly mít alespoň částečně rozvinuté litorální pásmo, zalesnění nemělo obklopotvat celou vodní plochu, břehy neměly být opevněné nebo jakkoliv upravené a krajina v okolí měla být ideálně mozaikovitého charakteru s různými typy biotopů. Data jsem sbírala v období výskytu šídlatky hnědé na vybraných lokalitách s predikovaným výskytem. I když je šídlatka hnědá poměrně hojný druh, ne na všech navštívených lokalitách se vyskytovala. Území byla vybrána v různých oblastech v okolí Karlových Varů. Nejideálnější vodní plochy s vysokým zastoupením šídlatky hnědé se nacházely na území nedaleko Ostrova (Pivovarský rybník, Konopka, Dolní štít). Další vodní plochy, kde se šídlatky hnědé vyskytovaly v hojném počtu, byly zatopené lomy u Velkého rybníka u obce Hroznětín. Zde okolní krajina i vodní plochy splňovaly veškeré podmínky pro výskyt.

4.1.2 Podzimní lokality

Na podzim v období září až říjen šídlatky hnědé využívají ekotony a jejich výskyt může být ve vzdálenosti až jeden kilometr od vodní plochy, kde se vyvíjely (Willigalla et al., 2015). Tyto lokality jsem si předem vytipovala za pomoci ortofoto map. Vybírala jsem vhodná místa nacházející se nedaleko vodních ploch podél přechodu biotopů, kde se střetává louka s lesem. Dle dostupných zdrojů v této fázi životního cyklu využívají tento typ prostředí. Nejčetnější počty šídlatek hnědých jsem našla na lokalitách poblíž Chodova na Sokolovsku. Jednalo se o lokality typické.



Obrázek č. 3: Mapa lokalit (mapy.cz - upraveno)

Lokality označené body 1, 2, 3 spadají do jarního sběru dat a lokality s body 4 a 5 do podzimního.

4.2 Charakteristika lokalit

Lokality se nacházejí nedaleko Karlových Varů. Jarní lokality představovaly vodní nádrže. Vybrány byly tři vodní plochy v okolí města Ostrov. Jednalo se o menší plochy zahrnující Pivovarský rybník, a rybníky Konopka a Hodinář. Všechny tyto plochy mají rozvinuté litorální pásmo. Konopka a Hodinář jsou částečně zastíněny břehovými porosty, které jsou z velké části tvořené olší lepkavou. Nejpočetnější zastoupení šídlatky hnědé bylo na Pivovarském rybníku. Tento rybník je mělký a zcela obklopený litorálem s navazující loukou. Lesní a křovinný porost se nachází ve vzdálenosti cca 400 metrů od vodní plochy. Litorál na těchto lokalitách je tvořený zejména orobincem. Flora kolem ploch je složena z vysokých travin, které na jaře byly ve formě stařin a v jejich podrostu byla často pozorována kopřiva dvoudomá. Další lokalita se nacházela poblíž města Hroznětín. Jednalo se o malý zatopený kamenolom.

Tato lokalita je velmi různorodá. Z jedné strany ho obklopuje strmá skála, která zasahuje až do vodní hladiny. V těchto místech není žádný litorál, protože břeh je hluboký. Protější strana lomu má pozvolný břeh. V této části litorální pásmo zasahuje zhruba 5 metrů do prostoru vodní plochy. Opět ho z velké části tvoří orobinec. Nachází se zde i 2 malé keřové ostrůvky. Oproti předešlým lokalitám se jedná o území s vysokým podílem vodních rostlin. Lokalitu obývají různé druhy ryb a obojživelníků. Je zde však dostatek mikrohabitátů, které poskytují ideální podmínky pro vývoj. V blízkosti tohoto lomu se nachází další lom. Prostor mezi nimi vyplňuje louka s fragmenty lesního porostu.

Šídlatka hnědá během svého životního cyklu vyskytuje v různých typech prostředí, které jsou velmi variabilní. Na konci léta se již v blízkosti vodních ploch nevyskytuje (Baumann et al.,2021). Vybrané podzimní lokality se nacházely podél přechodu biotopů. První lokalita se nalézá poblíž města Chodov. Jedná se o uzavřený a málo udržovaný prostor. V areálu se nachází menší louka s občasnými keřovými porosty. Louka je ze všech stran obklopena stromovým porostem. V přední části se nachází malá ovocná alej, která je tvořena jabloněmi. Louka se občasně seče, ale z větší části se nechává ladem. Převládají zde vysoké traviny. Druhá lokalita se nacházela nedaleko. Jednalo se o charakterově podobné území, které se skládalo z louky, která volně navazovala na stromový porost. Vážky byly nalézány v oblasti přechodu.

4.3 Sběr dat

Data jsem sbírala v roce 2022 ve dvou obdobích. První sběr se konal na jaře od 2.5.2022 do 25.5.2022 v době rozmnožování, kdy se jedinci přesouvají ze zimovišť do okolí vodních ploch. Tato skutečnost mi je umožnila snadno najít a posléze vyfotografovat. Šídlatky hnědé v této fázi představují dospělé jedince neboli imaga. Druhá fáze sběru se konala na přelomu září a října od 18.9.2022 do 2.10.2022. Tyto vážky jsou ve vývoji charakterizovány jako pre-imaga. V zájmovém území jsem vybrala čtyři lokality, které jsem opětovně navštěvovala. Výskyt šídlatky hnědé jsem zprvu zjišťovala vizuálně, zdali se na lokalitě vyskytují. Lokality jsem navštěvovala za mírně oblačného počasí, aby nedocházelo k ostrým stínům na fotografiích, s úplným

bezvětřím nebo se slabým větrem. Vážky jsem fotila mezi 10. a 17. hodinou, kdy byly nejaktivnější. V daném časovém rozmezí byla navštívena pouze jedna lokalita. Vážky jsem fotografovala v jednotné vzdálenosti. Fotky byly pořízeny fotoaparátem Canon 250D s APS-C snímačem a objektivem 18-55 mm IS STM. Při focení jsem se kladla důraz na úhel fotografie, aby vážky byly zaznamenány pokaždé ze stejného úhlu a nedocházelo ke zkreslení. Fotoaparát jsem měla stále stejně nastavený, aby fotografie byly co neoptimálnější. Kromě focení vážek jsem zaznamenávala i strukturu okolního prostředí.

4.4 Environmentální proměnné

Na vybraných lokalitách jsem kromě šídlatek hnědých pozorovala strukturu a vzhled krajiny. Tyto proměnné jsou důležité k pochopení kryptického zbarvení. Mezi sledované proměnné jsem zařadila typy porostu (keře, vegetace, stromy). Jedná se o proměnné, na kterých byla vážka přichycena a následně vyfotografována. Typ vegetace jsem dále rozlišila na živou a uschlou. Další proměnná se vztahovala k ročnímu období v závislosti na době fotografování. V tabulce jsem je popsala „jaro“ a „podzim“. Tento faktor je důležitý pro zhodnocení, zdali se kryptické zbarvení liší v závislosti na ročním období. Od ročního období se odvíjí další faktory zahrnující typ prostředí. Zde jsem vyhodnotila jako významné proměnné „okolí vodní plochy, „litorál“ a „louka“. Tyto proměnné jsou vztaženy k prostředí, kde byly vážky fotografovány. Okolí vodní plochy a litorál jsou typicky spjaty s jarní dobou sběru dat. Faktor „okolí vodní plochy“ je typ prostředí, které je do vzdálenosti 50 metrů od vodní nádrže. Naproti tomu faktor „louka“ je vztažen pouze k podzimnímu období sběru dat. Všechna zbývající data jsou již zaměřena na barevné složení hrudi šídlatky hnědé. Toto složení je zastoupeno 1 průměrnou barvou, kterou jsem definovala pomocí programu Adobe Photoshop. V rámci programu má každá barva svůj speciální kód, který jsem zahrnula do tabulky. Dále lze z programu vyčíst i RGB složení a zastoupení každé složky červené, zelené a modré barvy. RGB jsem zaznamenala i k prostředí.

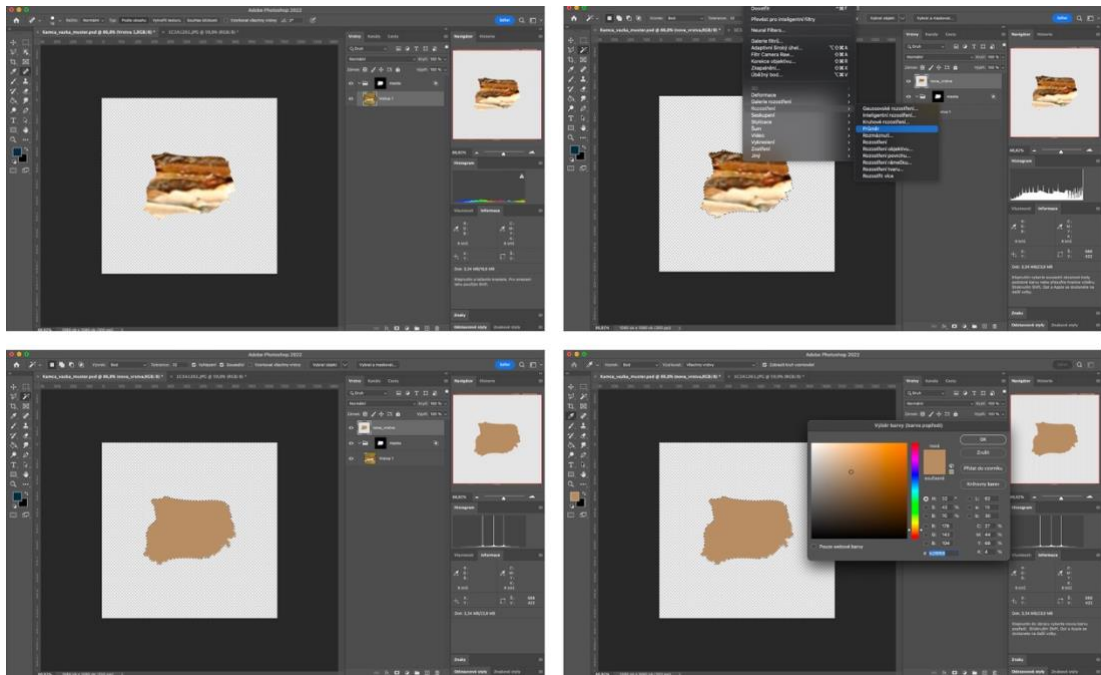
4.4.1 RGB

V digitálním světě existují různé barevné režimy jako je RGB, CMYK, indexový, odstíny šedé a bitmapový režim. Každý z těchto režimů zahrnuje jiný formát a počet barev. Barevný režim také určuje, jakým způsobem se barvy mezi sebou kombinují a jak vedou k různým úrovním detailu. Pro své účely jsem vybrala barevný režim RGB. Je to režim, ve kterém funguje záznam ve fotoaparátech a zobrazení na obrazovkách (monitorech). RGB režim dále dovoluje zobrazovat 16 581 375 odstínů viditelných barev. Model funguje na principu, kdy ke každému pixelu přiřazuje hodnotu intenzity barvy. Intenzity barev se v obrazech s 8 bity pohybují v rozmezí hodnot 0 až 255 pro každou složku (červená, zelená, modrá). V případě shody všech 3 složek nabývá obraz neutrálně šedé barvy. Když RGB docílí hodnoty složek 255, výsledkem je bílá barva. Když jsou naopak hodnoty 0, získáváme čistě černou barvu (Adobe Photoshop, 2021).

4.5 Postup hodnocení v Adobe Photoshop

Všechny pořízené fotografie jsem vyselektovala a vybrala z nich pouze optimální varianty. Často byly fotky rozmazané, nedoostřené nebo fotka neodpovídala vzoru (jiný úhel). S vyselektovanými fotkami jsem pracovala v programu Adobe Photoshop. Zde jsem si vytvořila speciální masku, aby výběr byl pokaždé identický. Masku mi sloužila jako vzor pro všechny fotografie. Vytvořená maska se vztahovala pouze na hrudník vážky. Každou fotku jsem do programu vkládala zvlášť. Fotku jsem si poměrově upravila tak, aby mi seděla do výřezu masky. Vždy jsem se řídila určenými body. Masku jsem dále musela duplikovat a vytvořit z ní nový ořez. Nyní jsem již mohla použít funkci výběr a průměr. Funkce průměr umí zprůměrovat barvy na fotce a vytvořit jednu, která je průměrem všech. Photoshop je specifický vysokým rozlišením barev. V tomto ohledu mi nástroj Adobe Photoshop při práci velmi vyhovoval. Dále jsem z průměrné barvy kapátkem získala informace (data) o jejím složení. Jednalo se o specifický kód barvy a jejím složení RGB (červená, zelená, modrá). Stejný proces jsem aplikovala na všechny vybrané fotografie. Obdobně jsem zpracovala i fotky prostředí. Získaná data jsem zapisovala do připravené excelovské tabulky. Pro hodnocení podobnosti zbarvení jedinců a jejich prostředí (obě ve variantě

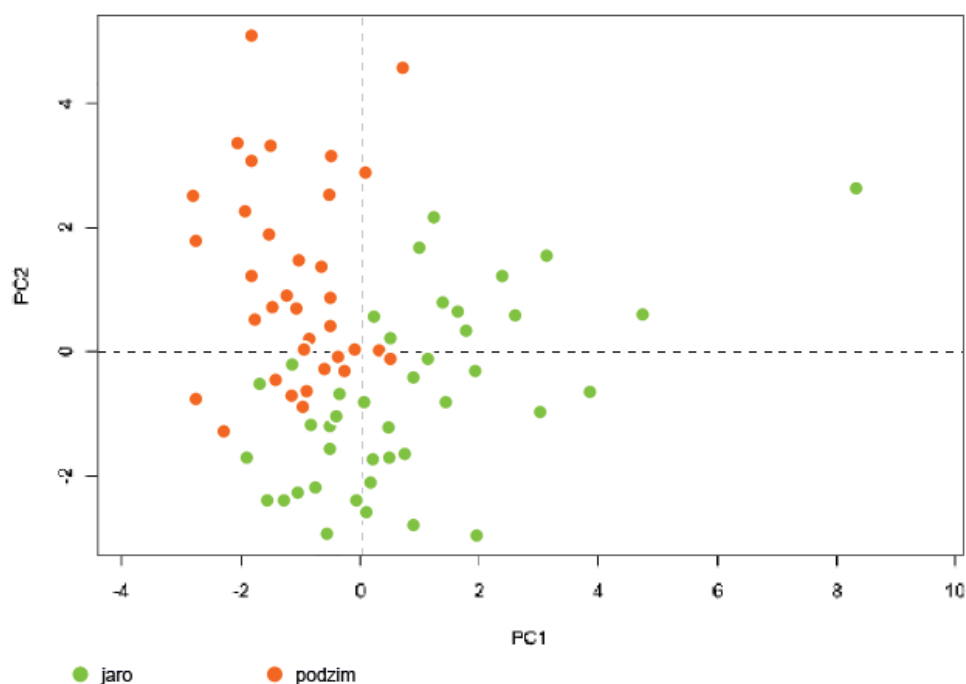
podzim / jaro) byla zvolena analýza hlavních komponent (PCA). Funkce envfit byla použita pro výpočet vícenásobné regrese proměnné prostředí (sezóny) s ordinačními osami (sezóna byla použita jako závislá a vybrané ordinační osy jako vysvětlující proměnné). Statistická významnost je testována permutačním testem. S takto připravenými daty následně pracovala ve statistickém programu R (R Development core 2020), balíčku funkcí vegan (Oksanen et al., 2022).



Obrázek č. 4: Postup výběru barev programu Adobe Photoshop

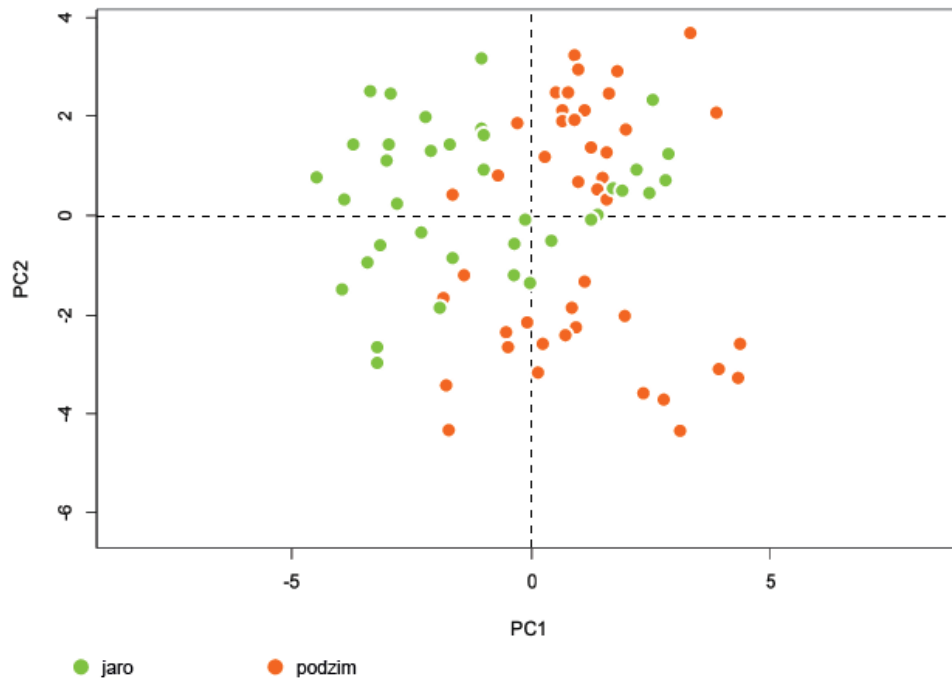
5 Výsledky

Ve své práci jsem analyzovala kryptické zbarvení celkem u 44 jedinců šídlatky hnědé, přičemž polovina byla sledována v jarním období a druhá polovina v období podzimním. Analýza zahrnovala faktory shrnující jejich barevné spektrum RGB a proměnné založené na charakteristikách prostředí.



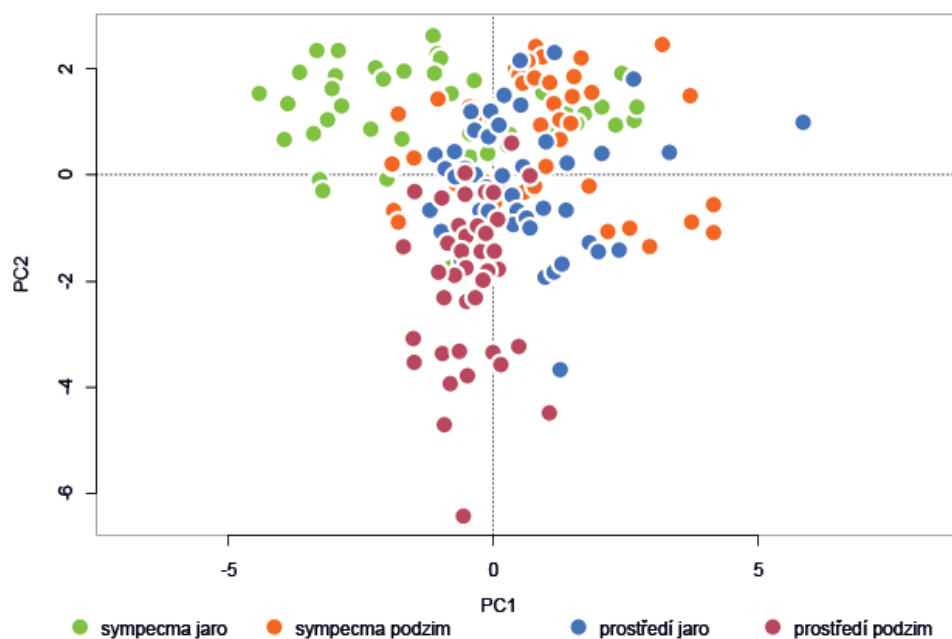
Graf č. 1: Preference prostředí jedinců v závislosti na období (jaro, podzim)

První hypotéza se zaměřila na zkoumání rozdílů v preferenci výběru stanovišť na jaře a na podzim. Cílem bylo posoudit, jestli se liší stanoviště, která si jedinci vybírají v určitých ročních obdobích. Výsledky znázorněné pomocí grafu naznačují, že body jsou soustředěny do dvou odlišných skupin. Tato skutečnost odpovídá jejich vzájemné odlišnosti při výběru jarního a podzimního stanoviště ($P < 0.001$). Výsledkům odpovídá i skutečnost, že jedinci na jaře byli pozorováni v okolí vodní plochy, naopak v podzimním období byli spatřováni především v prostředí louky s křovinnými porosty.



Graf č. 2: Zbarvení jedinců na jaře a na podzim

Druhá hypotéza je zaměřena na změnu kryptického zbarvení během celého období výskytu imág. Graf znázorňuje rozdíly zbarvení šídlatky hnědé během jarního a podzimního období. Cílem bylo zjistit, zda existuje variace ve zbarvení jedinců v závislosti na ročním období. Graf poskytuje vhled do distribuce a rozptylu naměřených hodnot. Obě skupiny pozorované v daném období pravděpodobně vykazují odlišné zbarvení během těchto sezón ($P < 0.001$). Konkrétně z grafu vyplývá, že jedinci vyfotografovaní na jaře měli jiné spektrum zbarvení hrudi než jedinci vyfotografovaní na podzim. Zároveň jedinci z podzimního období utváří v rámci grafu dvě skupiny na ose PC1.



Graf č. 3: Zbarvení vybraných jedinců v závislosti s výběrem stanoviště

Třetí hypotéza se zaměřuje na porovnání zbarvení šídlatky hnědé v jarním a podzimním období v závislosti na preferenci prostředí. Cílem bylo posoudit závislost těchto proměnných. V grafu lze vidět rozptýl a rozložení naměřených hodnot, přičemž nelze usoudit, zdali existuje přímá souvislost mezi těmito proměnnými. Body reprezentující prostředí kopírují druhou. Naproti tomu zbarvení šídlatky hnědé se překrývá s osou jedna. Výsledky naznačují, že výběr prostředí na jaře a na podzim v rámci analýzy nesouvisí se zbarvením jedinců. Zbarvení jedinců je blízké jarnímu zbarvení vegetace, zatímco podzimní zbarvení prostředí má určitě odlišnosti. Preference stanoviště tak může být ovlivněna dalšími významnými faktory, které do analýzy nebyly zahrnuty.

6 Diskuze

Ve své práci jsem vyhodnocovala změny kryptického zbarvení těla vážky druhu *Sympecma fusca* během jarního a podzimního období. Cílem bylo přiblížit vztah mezi zbarvením těla s ohledem na faktory prostředí a pochopit, jakou roli v tomto procesu hrají sezónní změny. K ověření těchto hypotéz jsem posuzovala zbarvení vážek během pozorovaného období a analyzovala rozsah vlivu těchto barevných změn. V další části diplomové práce jsem vyhodnocovala vliv stanoviště, které vážky během obou ročních období obývají.

První hypotéza se zaměřila na změny kryptického zbarvení během dvou sezón. Z výsledků analýzy bylo barevné spektrum jedinců odlišné v rámci těchto dvou sezón. Toto zjištění vyvolává otázky o podmínkách vlivu faktorů prostředí, jež jsou přítomny na jaře a na podzim a zdali souvisí s kryptickým zbarvením. Otázkou je také přizpůsobivost barevného spektra vážky na prostředí výskytu. Výběr stanoviště by mohl být také podmíněn změnou vegetační sezóny. Případně by to mohlo být způsobeno změnou jejich preferencí a posunem k výběru specifických stanovišť, která nabízejí odlišné vizuální podmínky. Tento faktor by pravděpodobně mohl hrát roli v pochopení výběru podzimního stanoviště šídlatky hnědé, které se významně liší od jarního. Zároveň je třeba zohlednit fakt, že jarní období je zřetelně odlišné od podzimního. U druhé analýzy je zřejmé, že i napříč jedinci lze rozpoznat zřetelné barevné rozdíly mezi podzimní a jarní částí sezóny, která ale pravděpodobně souvisí s pohlavním dospíváním jedince více než se samotnou krypsí. Jinými slovy jedinec vstupuje do přezimování (během podzimu) ještě nedospělý (juvenilní) a k pohlavní dospělosti dochází až na konci přezimování (brzy na jaře). Podle mé studie však tyto odlišnosti ve zbarvení příliš nereflektují změny v samotném prostředí.

Interakce mezi krypsí a prostředím je složitý a mnohostranný jev. Schopnost kryptických druhů splynout s okolím je pro jejich přežití klíčovým faktorem. Prostředí ovlivňuje vizuální vjemy a tím je pro predátory obtížnější detekovat kryptické druhy (Murali et al., 2021). Vážky jsou nejčastěji predovány ptáky. Ptáci mají schopnost vnímat nejen viditelné spektrum světla, ale také ultrafialové (UV) spektrum, které se pohybuje v rozmezí 300 až 400 nm. To znamená, že vidí širší škálu barev než lidé a jejich zrak je schopen rozlišit větší množství barevných odstínů (Šulc, Honza, 2014).

V mé diplomové práci jsem se omezila na vyhodnocení viditelnosti rozsahu vlnové délky 400 až 780 nm, to odpovídá běžnému vnímání lidského oka (Zwinkels 2014). Pochopení role UV spektra v krypsi vážek by mohlo mít důležitý význam pro naše chápání výběru jejich mikrostanovišť. Mnoho druhů hmyzu včetně vážek má složité vzory a zbarvení, které jsou viditelné pouze pod UV zářením. Zahrnutí viditelnosti barev v tomto spektru do analýzy by mohlo odhalit další zajímavé detaily o kryptickém zbarvení vážek a jejich schopnosti vyhýbat se predátorům.

Ve své práci jsem se zaměřila konkrétně na kryptické zbarvení trupu šídlatky hnědé v období jejich pre-adultního a adultního období vývoje. Stevens (2009a) provedl výzkum s orientací na části těla, jako jsou oči, tykadla a křídla, které následně označil jako jednu ze slabin krypse. Účinné maskování těchto částí může snížit detekci a následné riziko predace. Nelze jednoznačně určit, která z těchto částí je z hlediska viditelnosti nejkritičtější. Tuto skutečnost by bylo velmi zajímavé zahrnout do analýzy. Byla by však zapotřebí studie, která by posoudila viditelnost celého těla vážky z různých úhlů pohledu. Součástí by mohla být analýza viditelnosti těchto částí z pohledu predátorů. Nebo zahrnutí viditelnosti vážky na různých typech substrátu, které se nacházejí v místě výskytu. Taková studie by poskytla ucelenější obraz o kryptickém zbarvení hmyzu a jeho schopnosti uniknout detekci predátorů.

Krypse představuje velmi složitý komplex různých vztahů s prostředím. Kryptické zbarvení může být ovlivněno dalšími faktory, mezi které patří například působení predátorů, kteří vyvíjejí selekční tlak (Magellan et al., 2013). K ucelenějšímu pochopení tohoto vztahu mezi zbarvením šídlatky hnědé a faktory prostředí by byla nutná studie zahrnující více proměnných. Do analýzy by bylo vhodné zahrnout preferenci mikrohabitatu vážky v různých obdobích a jejich vizuality. Zároveň vyhodnotit účinnost kryptického zbarvení v návaznosti na viditelnosti ze strany predátorů.

7 Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit změnu a efektivitu krypse šídlatky hnědé během jarní a podzimní sezóny na lokalitách s predikovaným výskytem. Kromě krypse jsem hodnotila stanoviště, kde se šídlatky v určitém období vyskytovaly, a zdali existuje souvislost kryptického zbarvení v závislosti na prostředí. V práci jsem se zaměřila i na preferenci stanoviště. Celkově jsem analyzovala 44 jedinců, z toho první polovina byla pozorována na jaře a druhá na podzim. Do analýzy jsem zahrнула faktory obsahující jejich barevné spektrum a proměnné založené na charakteristikách prostředí. Šídlatky hnědé jsou specifické svým kryptickým zbarvením. Kombinace barev jejich těla je složena od světlých až po tmavě hnědé tóny, které se v přírodě přibližují odstínům uschlých stébel travin nebo větviček (Waldhauser, Černý, 2014).

První hypotéza se soustředila na distribuci jedinců v prostředí v závislosti na sledovaném období. Výsledky jasně ukázaly odlišnost výběru stanoviště. Šídlatky hnědé pozorované na jaře se vyskytovaly převážně v okolí vodních ploch. Zatímco podzimní jedinci se soustřeďovaly do míst vzdálených mimo vodní biotopy. V tuto dobu šídlatky hnědé vyhledávaly otevřenější lokality zahrnující louky s křovinnými komplexy. Naopak v druhé hypotéze jsem se zaměřila na změnu kryptického zbarvení jedinců během jara a podzimu. V rámci diplomové práce jsem sledovala, zdali existuje barevná odlišnost jejich těla. Mé dosažené výsledky prokázaly, že existuje změna jejich kryptického zbarvení v rámci sledovaného období. Jedinci pozorovaní na jaře měli značně odlišné zbarvení těla než jedinci na podzim. Nelze však v rozsahu zkoumání a dosažených výsledků jednoznačně určit, jaký faktor za touto změnou stojí. Změna by pravděpodobně mohla spíše souviset s životním cyklem než s krypsí. Třetí analýza se soustředila na závislost mezi zbarvením jedinců a výběrem stanoviště. V tomto ohledu analýza neprokázala žádný vztah mezi výběrem prostředí a krypsí. Výsledky naznačily pouze určitou barevnou podobnost jarních jedinců v návaznosti na sledovaném barevném složení prostředí. Lze předpokládat, že výběr stanoviště je podmíněn dalšími faktory, které nebyly součástí zadání, zkoumání a analýzy diplomové práce.

Výsledky diplomové práce poskytují pohled na význam a efektivitu kryptického zbarvení šídlatky hnědé v rámci životního cyklu. Celkově zkoumání,

pozorování a výsledky mé práce rozšiřují poznatky o krypsi šídlatky hnědé. Dosažené výsledky jsou zajímavé pro pochopení účinnosti a významu kryptického zbarvení. Uváděné výsledky mohou být využitelné jako podklad pro další komplexnější analýzy zaměřující se na funkci kypse v přirozeném prostředí.

8 Seznam literatury

AHNESJÖ, Jonas, Anders FORSMAN, Arjen E. VAN'T HOF, Carl J. YUNG, Nicola EDMONDS a Ilik J. SACCHERI. Differential Habitat Selection by Pygmy Grasshopper Color Morphs; Interactive Effects of Temperature and Predator Avoidance. *Evolutionary Ecology* [online]. 2006, 20(3), 235-257 [cit. 2022-10-06]. ISSN 0269-7653. Dostupné z: doi:10.1007/s10682-006-6178-8

André den Ouden & John A.M. van Roosmalen. (2011). Favoriete overwinteringsplaatsen van Bruine winterjuffers (*Sympecma fusca*). *Brachytron*, 14(1), 28–39.

ARIAS, Mauricio Muñoz, John K. DOUGLASS, Martin F. WEHLING a Doekele G. STAVENGA. Automated charting of the visual space of insectcompound eyes [online]. 2021 [cit. 2022-09-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/352280635_Automated_charting_of_the_visual_space_of_insect_compound_eyes

BAGGE, Laura E, Kate L. A. MARSHALL, Jolyon TROSCIANKO, Sive FINLAY, Dan BURNAND a Sarah L. CHADWICK. Not As Clear As It May Appear: Challenges Associated with Transparent Camouflage in the Ocean. *Integrative and Comparative Biology* [online]. 2019, 59(6), 1653-1663 [cit. 2022-09-03]. ISSN 1540-7063. Dostupné z: doi:10.1093/icb/icz066

Barevné režimy. *Adobe* [online]. USA: Adobe Photoshop, 2021 [cit. 2022-10-12]. Dostupné z: <https://helpx.adobe.com/photoshop/using/color-modes.html>

BAUMANN, Kathrin, Reinhard JÖDICKE, Friederike KASTNER, Angelika BORKENSTEIN, Werner BURKART, Uwe QUANTE a Torsten SPENGLER. *Atlas der Libellen in Niedersachsen/Bremen* [online]. In: . 2021, s. 45-49 [cit. 2022-08-18]. ISBN 978-3-931921-34-7. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/360609682_46_Sympecma_fusca_-_Gemeine_Winterlibelle

BELUŠIČ, Gregor, Primož PIRIH, Doekele G. STAVENGA, Sami MERILAITA, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. A cute and highly contrast-sensitive superposition eye - the diurnal owlfly *Libelloides macaronius*: The Ecology and Physiology of Organismal Transparency. *Journal of Experimental Biology* [online]. 2001, 201(3), 301-318 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1477-9145. Dostupné z: doi:10.1242/jeb.084194

BERRY, Richard P., Gert STANGE a Eric J. WARRANT. Form vision in the insect dorsal ocelli: An anatomical and optical analysis of the dragonfly median ocellus. *Vision Research* [online]. 2007, 47(10), 1394-1409 [cit. 2023-03-16]. ISSN 00426989. Dostupné z: doi:10.1016/j.visres.2007.01.019

BUCZYŃSKI, Paweł, Agnieszka BROŻONOWICZ a Izabela CZERNIAWSKA-KUSZA. A disjunctive site of *Sympetma paedisca* (Brau.) (Odonata: Lestidae) in Opole Silesia (south-western Poland). *Casopis slezského zemskeho muzea (A)* [online]. 2013, 62(1) [cit. 2019-02-28]. DOI: 10.2478/czma-2013-0003. ISSN 1211-3026. Dostupné z: <http://www.degruyter.com/view/j/czma.2013.62.issue1/czma-2013-0003/czma-2013-0003.xml>

CAMACHO, Carlos, Alberto SANABRIA-FERNÁNDEZ, Adrián BAÑOS-VILLALBA a Pim EDELAAR. Experimental evidence that matching habitat choice drives local adaptation in a wild population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2020, 287(1927) [cit. 2022-10-06]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2020.0721

CEZÁRIO, R. R., S. N. GORB a R. GUILLERMO-FERREIRA. Camouflage by counter-brightness: the blue wings of *Morpho* dragonflies *Zenithoptera lanei* (Anisoptera). *Journal of Zoology* [online]. 2022, 317(2), 92-100 [cit. 2022-10-07]. ISSN 0952-8369. Dostupné z: doi:10.1111/jzo.12955

CORBET, Philip S. Odonata. *Encyklopedie Britannica* [online]. Velká Británie: Philip S. Corbet, 2013 [cit. 2022-10-17]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/animal/Odonata>

CUTHILL, Innes C., Martin STEVENS, Amy M.M. WINDSOR a Hannah J. WALKER. The effects of pattern symmetry on detection of disruptive and background-matching coloration. *Behavioral Ecology* [online]. 2006, 17(5), 828-832 [cit. 2023-03-14]. ISSN 1465-7279. Dostupné z: doi:10.1093/beheco/arl015

DEGABRIELE, Godwin. An overview of the dragonflies and damselflies of the Maltese Islands (Central Mediterranean) (Odonata) [online]. 2013 [cit. 2022-09-13]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-overview-of-the-dragonflies-and-damselflies-of-Degabriele/6204ab8584347ea75cf21386da9e5762fc390d42>

DIMITROVA, Marina, Nina STOBBE, H. Martin SCHAEFER, Malcolm MERILAITA, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. Concealed by conspicuousness: distractive prey markings and backgrounds. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2009, 276(1663), 1905-1910 [cit. 2023-03-14]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2009.0052

DOLNÝ, Aleš a Dan BÁRTA. *Vážky České republiky: ekologie, ochrana a rozšíření = Dragonflies of the Czech Republic : ecology, conservation and distribution. Vlašim: Český svaz ochránců přírody, 2007. ISBN 9788086327662.*

DOLNÝ, Aleš, Filip HARABIŠ a Dan BÁRTA. *Vážky (Insecta: Odonata) České republiky. Praha: Academia, 2016. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-2503-6.*

EACOCK, Amy, Hannah M. ROWLAND, Arjen E. VAN'T HOF, Carl J. YUNG, Nicola EDMONDS a Ilik J. SACCHERI. Adaptive colour change and background choice behaviour in peppered moth caterpillars is mediated by extraocular photoreception. *Communications Biology* [online]. 2019, 2(1) [cit. 2022-10-06]. ISSN 2399-3642. Dostupné z: doi:10.1038/s42003-019-0502-7

ENDLER, John A, JUHA TUOMI a VEIJO JORMALAINEN. Disruptive and cryptic coloration. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2006, 273(1600), 2425-2426 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2006.3650

FUTAHASHI, Ryo. Color vision and color formation in dragonflies. *Current Opinion in Insect Science* [online]. 2016, 17, 32-39 [cit. 2023-03-17]. ISSN 22145745. Dostupné z: doi:10.1016/j.cois.2016.05.014

GREEN, Samuel D., Rafael C. DUARTE, Emily KELLETT, Natasha ALAGARATNAM, Martin STEVENS a Ilik J. SACCHERI. Colour change and behavioural choice facilitate chameleon prawn camouflage against different seaweed backgrounds: relationships between changeable polymorphic colour patterns and behaviour in a galaxiid fish. *Communications Biology* [online]. 2019, 2(1), 1925-1929 [cit. 2022-10-06]. ISSN 2399-3642. Dostupné z: doi:10.1038/s42003-019-0465-8

GORB, Stanislav N. Body temperatures in *Sympetma paedisca* (Zygoptera, Lestidae) in the autumn in the Central Ukraine. *International Journal of Odonatology* [online]. 2019, 22(2), 95-100 [cit. 2022-09-01]. ISSN 1388-7890. Dostupné z: doi:10.1080/13887890.2019.1587645

GUILLERMO-FERREIRA, Rhainer, Pitágoras C. BISPO, Esther APPEL, Alexander KOVALEV a Stanislav N. GORB. Structural coloration predicts the outcome of male contests in the Amazonian damselfly *Chalcopteryx scintillans* (Odonata: Polythoridae). *Animal Behaviour* [online]. 2019, 53(5), 923-931 [cit. 2022-10-07]. ISSN 14678039. Dostupné z: doi:10.1016/j.asd.2019.100884

GÜNTHER, André, Gert STANGE a Eric J. WARRANT. Reproductive behaviour of *Neurobasis kaupi* (Odonata: Calopterygidae). *International Journal of Odonatology* [online]. 2006, 9(2), 151-164 [cit. 2023-03-16]. ISSN 1388-7890. Dostupné z: doi:10.1080/13887890.2006.9748274

GÜNTHER, André, Gert STANGE a Eric J. WARRANT. Signalling with clear wings during territorial behaviour and courtship of *Chlorocypha cancellata* (Odonata, Chlorocyphidae): Calopterygidae). *International Journal of Odonatology* [online]. 2015, 18(1), 45-54 [cit. 2023-03-16]. ISSN 1388-7890. Dostupné z: doi:10.1080/13887890.2015.1012182

HARABIŠ, Filip. The value of terrestrial ecotones as refuges for winter damselflies (Odonata: Lestidae). *Journal of Insect Conservation* [online]. 2016, 20(6), 971-977 [cit. 2022-08-29]. ISSN 1366-638X. Dostupné z: doi:10.1007/s10841-016-9929-z

HARABIŠ, Filip, Aleš DOLNÝ, Jan ŠIPOŠ, et al., *Enigmatic adult overwintering in damselflies: coexistence as weaker intraguild competitors due to niche separation in time*. *Population Ecology*. 2012, [1959]-, 54(4), 549-556. DOI: 10.1007/s10144-012-0331-8. ISSN 1438-3896. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s10144-012-0331-8>

JOHNSEN, Sönke, Nina STOBBE, H. Martin SCHAEFER, Sami MERILAITA, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. Hidden in Plain Sight: The Ecology and Physiology of Organismal Transparency. *The Biological Bulletin* [online]. 2001, 201(3), 301-318 [cit. 2023-03-14]. ISSN 0006-3185. Dostupné z: doi:10.2307/1543609

KALKMAN, Vincent J., Viola CLAUSNITZER, Klaas-Douwe B. DIJKSTRA, Albert G. ORR, Dennis R. PAULSON a Jan VAN TOL. *Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater*. *Hydrobiologia* [online]. 2008, 595(1), 351-363 [cit. 2019-03-23]. DOI: 10.1007/s10750-007-9029-x. ISSN 0018-8158. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10750-007-9029-x>

KINDERMANN, Christina, Edward J. NARAYAN, Francis WILD, Clyde H. WILD a Jean-Marc HERO. The effect of stress and stress hormones on dynamic colour-change in a sexually dichromatic Australian frog: Calopterygidae). *Animal Behaviour* [online]. 2013, 165(2), 223-227 [cit. 2023-03-16]. ISSN 10956433. Dostupné z: doi:10.1016/j.cbpa.2013.03.011

KOLAR, Vojtech, Petr VLAŠÁNEK a David S. BOUKAL. The influence of successional stage on local odonate communities in man-made standing waters. *Ecological Engineering*. 2021, 173. ISSN 09258574. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecoleng.2021.106440

KRAPP, Holger G. Ocelli. *Current Biology* [online]. 2009, 19(11), R435-R437 [cit. 2022-09-13]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2009.03.034

LANCER, Benjamin Horatio, Bernard John Essex EVANS, Steven D. WIEDERMAN a Doekele G. STAVENGA. The visual neuroecology of anisoptera. *Current Opinion in Insect Science* [online]. 2020, 42, 14-22 [cit. 2022-09-12]. ISSN 22145745. Dostupné z: doi:10.1016/j.cois.2020.07.002

MAGELLAN, KIT, ERNST R. SWARTZ, Arjen E. VAN'T HOF, Carl J. YUNG, Nicola EDMONDS a Ilik J. SACCHERI. Crypsis in a heterogeneous environment: relationships between changeable polymorphic colour patterns and behaviour in a galaxiid fish. *Freshwater Biology* [online]. 2013, 58(4), 793-799 [cit. 2022-10-06]. ISSN 00465070. Dostupné z: doi:10.1111/fwb.12086+B65

MANGER, Rene. Uiterlijke kenmerken van de Noordse winterjuffer (*Sympecma paedisca*) in Nederland. *Brachytron* [online]. 2007, (11), 64-74 [cit. 2022-09-08]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/242480636_Uiterlijke_kenmerken_van_de_Noordse_winterjuffer_Sympecma_paedisca_in_Nederland

MARTENS, Andreas. Initial preference of oviposition sites: discrimination between living and dead plant material in *Sympecma fusca* and *Coenagrion caerulescens* (Odonata). *European Journal of Entomology* [online]. 2001, 98(1), 121-123 [cit. 2022-08-29]. ISSN 12105759. Dostupné z: doi:10.14411/eje.2001.021

MERILAITA, Sami, Anne LYYTINEN, Johanna MAPPES, Carl J. YUNG, Nicola EDMONDS a Ilik J. SACCHERI. Selection for cryptic coloration in a visually heterogeneous habitat: relationships between changeable polymorphic colour patterns and behaviour in a galaxiid fish. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* [online]. 2001, 268(1479), 1925-1929 [cit. 2022-10-06]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2001.1747

MERILAITA, SAMI, JUHA TUOMI a VEIJO JORMALAINEN. Optimization of cryptic coloration in heterogeneous habitats. *Biological Journal of the Linnean Society*

[online]. 1999, 67(2), 151-161 [cit. 2022-09-03]. ISSN 00244066. Dostupné z: doi:10.1111/j.1095-8312.1999.tb01858.x

MICHALIS, Constantine, Nicholas E. SCOTT-SAMUEL, David P. GIBSON a Innes C. CUTHILL. Optimal background matching camouflage: current issues and new perspectives. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2017, 284(1858), 423-427 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0962-8452. Dostupné z: doi:10.1098/rspb.2017.0709

MORI, Emiliano, Giuseppe MAZZA a Sandro LOVARI. Sexual Dimorphism. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2017, 2017-08-09, 1-7 [cit. 2022-10-22]. ISBN 978-3-319-47829-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-47829-6_433-1

MURALI, Gopal, Soumen MALLICK, Ullasa KODANDARAMAIAH, Alexander KOVALEV a Stanislav N. GORB. Background complexity and optimal background matching camouflage: Polythoridae). *Behavioral Ecology and Sociobiology* [online]. 2021, 75(4), 923-931 [cit. 2022-10-07]. ISSN 0340-5443. Dostupné z: doi:10.1007/s00265-021-03008-1

OKSANEN, Jari, Gavin L. SIMPSON, F. Guillaume BLANCHET, et al. (2022). *Vegan: Community Ecology Package*. R package 2.6-2. [online]. 2022 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>

ORTON, Richard W., Eric J. MCELROY a Lance D. MCBRAYER. Predation and cryptic coloration in a managed landscape. *Evolutionary Ecology* [online]. 2018, 32(2-3), 141-157 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0269-7653. Dostupné z: doi:10.1007/s10682-018-9931-x

PAULSON, Dennis R. Why do some zygoterans (Odonata) perch with open wings?. *International Journal of Odonatology* [online]. 2004, 7(3), 505-515 [cit. 2022-10-20]. ISSN 1388-7890. Dostupné z: doi:10.1080/13887890.2004.9748235

RADEMACHER, Michael. Untersuchungen zum Schlupf- und Eiablagehabitat der Gemeinen Winterlibelle (*Sympecma fusca*) am südlichen und mittleren Oberrhein und mögliche Schutzmaßnahmen [online]. 1998, 107 - 118 [cit. 2022-08-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/238775823_Untersuchungen_zum_Schlupf_und_Eiablagehabitat_der_Gemeinen_Winterlibelle_Sympecma_fusca_am_sudlichen_und_mittleren_Oberrhein_und_mogliche_Schutzmassnahmen

ROWLAND, Hannah M., Michael P. SPEED, Graeme D. RUXTON, Malcolm EDMUNDS, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. Countershading enhances cryptic protection: an experiment with wild birds and artificial prey. *Animal Behaviour* [online]. 2007, 74(5), 1249-1258 [cit. 2023-03-14]. ISSN 00033472. Dostupné z: [doi:10.1016/j.anbehav.2007.01.030](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.01.030)

ROWLAND, Hannah M, Nicholas E. SCOTT-SAMUEL, David P. GIBSON a Innes C. CUTHILL. From Abbott Thayer to the present day: what have we learned about the function of countershading?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2009, 364(1516), 519-527 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0962-8436. Dostupné z: [doi:10.1098/rstb.2008.0261](https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0261)

R Development core 4.2.2. *R 4.2.2* [software]. 2020 [cit. 2023-03-30]. Dostupné z: <https://www.r-project.org/>

SCHULTZ, Tom D., Ola M. FINCKE a R. GUILLERMO-FERREIRA. Lost in the crowd or hidden in the grass: signal apparency of female polymorphic damselflies in alternative habitats. *Animal Behaviour* [online]. 2013, 86(5), 923-931 [cit. 2022-10-07]. ISSN 00033472. Dostupné z: [doi:10.1016/j.anbehav.2013.08.008](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2013.08.008)

SCHWANWITSCH, B. N., Eric J. MCELROY a Lance D. MCBRAYER. Stereomorphism in Cryptic Coloration of Lepidoptera. *Nature* [online]. 1943, 152(3861), 508-508 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: [doi:10.1038/152508a0](https://doi.org/10.1038/152508a0)

SKELHORN, JOHN, HANNAH M. ROWLAND, GRAEME D. RUXTON a Innes C. CUTHILL. The evolution and ecology of masquerade: what have we learned about the

function of countershading?. *Biological Journal of the Linnean Society* [online]. 2010, 99(1), 1-8 [cit. 2022-09-03]. ISSN 00244066. Dostupné z: doi:10.1111/j.1095-8312.2009.01347.x

SKELHORN, John, Michael P. SPEED, Graeme D. RUXTON, Malcolm EDMUNDS, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. Prey mistake masquerading predators for the innocuous items they resemble: an experiment with wild birds and artificial prey. *Current Biology* [online]. 2018, 28(14), R780-R781 [cit. 2023-03-14]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2018.06.022

STERNBERG, Klaus a Rainer BUCHWALD. *Die Libellen Baden-Württem- bergs. Germany: Verlag Eugen Ulmer, 1999. ISBN 3-8001-3508-6*

STEVENS, Martin, Kate L. A. MARSHALL, Jolyon TROSCIANKO, Sive FINLAY, Dan BURNAND a Sarah L. CHADWICK. Revealed by conspicuousness: distractive markings reduce camouflage. *Behavioral Ecology* [online]. 2013, 24(1), 213-222 [cit. 2022-09-03]. ISSN 1465-7279. Dostupné z: doi:10.1093/beheco/ars156

STEVENS, Martin, Sami MERILAITA, David P. GIBSON a Innes C. CUTHILL. Defining disruptive coloration and distinguishing its functions: what have we learned about the function of countershading?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2009, 364(1516), 481-488 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0962-8436. Dostupné z: doi:10.1098/rstb.2008.0216

STEVENS, Martin, Sami MERILAITA a VEIJO JORMALAINEN. Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 2009, 364(1516), 423-427 [cit. 2022-09-03]. ISSN 0962-8436. Dostupné z: doi:10.1098/rstb.2008.0217

SUÁREZ-TOVAR, C. M., R. GUILLERMO-FERREIRA, I. A. COOPER, R. R. CEZÁRIO a A. CÓRDOBA-AGUILAR. Dragon colors: the nature and function of Odonata (dragonfly and damselfly) coloration. *Journal of Zoology* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2022, 2017-08-09, 317(1), 1-9 [cit. 2022-10-22]. ISBN 978-3-319-47829-6. ISSN 0952-8369. Dostupné z: doi:10.1111/jzo.12963

SZATKO, Klaudia P., Maria M. KORYMPIDOU, Yanli RAN, Philipp BERENS, Deniz DALKARA, Timm SCHUBERT, Thomas EULER a Katrin FRANKE. Neural circuits in the mouse retina support color vision in the upper visual field: the nature and function of Odonata (dragonfly and damselfly) coloration. *Nature Communications* [online]. 2020, 11(1), 1-9 [cit. 2022-10-22]. ISSN 2041-1723. Dostupné z: doi:10.1038/s41467-020-17113-8

ŚNIEGULA, Szymon, Lizanne JANSSENS a Robby STOKS. Integrating multiple stressors across life stages and latitudes: Combined and delayed effects of an egg heat wave and larval pesticide exposure in a damselfly. *Aquatic Toxicology*. 2017, 186, 113-122. ISSN 0166445X. Dostupné z: doi:10.1016/j.aquatox.2017.02.029

ŚNIEGULA, Szymon a Maria J. GOŁĄB. Test for latitudinal variation of life history, behavior and mortality in the strictly univoltine damselfly *Sympecma fusca* (Zygoptera: Lestidae). *Entomological Science* [online]. 2015, 18(4), 479-488 [cit. 2022-08-29]. ISSN 13438786. Dostupné z: doi:10.1111/ens.12139

ŠULC, Michal a Marcel HONZA. Svět očima zvířat aneb jak ptáci vnímají barvy. *Živa*. 2014, 180 - 183.

TALUCDHER, Rupan Ali. Morphological, Mechanical and Structural Characterization of Damselfly Wing. Greensboro, North Carolina, 2013. Disertace. North Carolina A&T State University. Vedoucí práce Dr. Kunigal N Shivakumar.

TAMM, Jochen. Keineswegs nur braun: Vom blauen Fleck an der Flügelbasis von *Sympecma fusca* (Odonata: Lestidae) – *Libellula* [online]. In: . 2010, s. 241-246 [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: https://www.zobodat.at/pdf/Libellula_29_0241-0246.pdf

TITCOMB, Georgia C., David W. KIKUCHI, David W. PFENNIG, Malcolm EDMUNDS, Martin STEVENS a Ian. F. HARVEY. More than mimicry? Evaluating scope for flicker-fusion as a defensive strategy in coral snake mimics: an experiment with wild birds and artificial prey. *Current Zoology* [online]. 2014, 60(1), 123-130 [cit. 2023-03-14]. ISSN 2396-9814. Dostupné z: doi:10.1093/czoolo/60.1.123

UMETON, Diana, Jenny C. A. READ, Candy ROWE a Innes C. CUTHILL. Unravelling the illusion of flicker fusion: what have we learned about the function of countershading?. *Biology Letters* [online]. 2017, 13(2), 1-8 [cit. 2022-09-03]. ISSN 1744-9561. Dostupné z: doi:10.1098/rsbl.2016.0831

VESELÝ, Milan a Aleš DOLNÝ. Mimikry u vážek. *Časopis vesmír*. 2008, 87(138), 314 - 318. ISSN 1214-4029.

WALDHAUSER, Martin a Martin ČERNÝ. *Vážky České republiky: příručka pro určování našich druhů a jejich larev*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, c2014. ISBN 978-808-7964-002.

WARREN, Linda R., Michael F. SCHEIER a Donald A. RILEY. Colour changes of *Octopus rubescens* during attacks on unconditioned and conditioned stimuli: Calopterygidae). *Animal Behaviour* [online]. 1974, 22(1), 211-219 [cit. 2023-03-16]. ISSN 00033472. Dostupné z: doi:10.1016/S0003-3472(74)80071-0

Willigalla, Christoph & Martens, Andreas. (2015). *Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820). *Libellula Supplement* 14.

WOOTTON, Robin. Dragonfly flight: morphology, performance and behaviour. *International Journal of Odonatology* [online]. 2020, 23(1), 31-39 [cit. 2022-09-10]. ISSN 1388-7890. Dostupné z: doi:10.1080/13887890.2019.1687991

ZWINKELS, Joanne. Light, Electromagnetic Spectrum. *Encyclopedia of Color Science and Technology* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, 2015-9-9, 1-8 [cit. 2022-10-03]. ISBN 978-3-642-27851-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-27851-8_204-1

9 Seznam grafů

Graf č. 1: Preference prostředí jedinců v závislosti na období (jaro, podzim)

Graf č. 2: Zbarvení jedinců na jaře a na podzim

Graf č. 3: Zbarvení vybraných jedinců v závislosti s výběrem stanoviště

10 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Šídlatka hnědá (*Sympecma fusca*)

Obrázek č. 2: Porovnání variability vzoru šídlatky hnědé

Obrázek č. 3: Mapa lokalit (mapy.cz - upraveno). Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z:

<https://mapy.cz/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>

Obrázek č. 4: Postup výběru barev programu Adobe Photoshop

11 Seznam příloh

Příloha č. 1: Tabulka vstupů do R

11.1 Příloha

ID	Obdobi	Kod_barvy	R	G	B	Typ_fotky	Typ_prostredi
JARO_1	Jaro	695b54	105	91	84	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_2	Jaro	75675e	117	103	94	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_3	Jaro	786460	120	100	96	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_4	Jaro	786360	120	99	96	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_5	Jaro	906646	144	102	70	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_6	jaro	695a4b	105	90	75	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_7	jaro	725f4a	114	95	74	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_8	jaro	927d6e	146	125	110	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_9	jaro	604e46	96	78	68	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_10	jaro	58453a	88	69	58	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_11	jaro	716048	113	96	72	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_12	jaro	97816b	151	129	107	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_13	jaro	a9927b	169	146	123	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_14	jaro	7c695e	124	105	94	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_15	jaro	9e8773	158	135	115	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_16	Jaro	8a715c	138	113	92	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_17	jaro	73604f	115	96	79	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_18	Jaro	7d7164	125	113	100	Bok	litoral
JARO_19	Jaro	644f3a	100	79	58	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_20	Jaro	634f3b	99	79	59	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_21	Jaro	9b8671	155	134	113	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_22	Jaro	8d7762	141	119	98	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_23	Jaro	a8947d	168	148	125	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_24	jaro	a58f77	165	143	119	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_25	Jaro	a18b77	161	139	119	Bok	litoral
JARO_26	Jaro	9b8370	155	131	112	Bok	litoral
JARO_27	Jaro	846e5c	132	110	92	Bok	litoral
JARO_28	Jaro	856f59	133	111	89	Bok	litoral
JARO_29	Jaro	a28f7f	162	143	127	Bok	litoral
JARO_30	Jaro	8d7862	141	120	98	Bok	litoral
JARO_31	Jaro	8c7361	140	115	97	Bok	litoral
JARO_32	Jaro	866f60	134	111	96	Bok	litoral
JARO_33	Jaro	5c524a	92	82	74	Bok	litoral
JARO_34	Jaro	534a46	83	74	70	Bok	litoral
JARO_35	Jaro	645c54	100	92	84	Bok	litoral
JARO_36	Jaro	5c524c	92	82	76	Bok	litoral
JARO_37	Jaro	4a433c	74	67	60	Bok	litoral
JARO_38	Jaro	5a5350	90	83	80	Bok	litoral
JARO_39	Jaro	716763	113	103	99	Bok	litoral
JARO_40	Jaro	544f4c	84	79	76	Bok	litoral
JARO_41	Jaro	534840	83	72	64	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_42	Jaro	5d4c40	93	76	64	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_43	Jaro	615349	97	83	73	Bok	okoli_vodni_plochy
JARO_44	Jaro	6e5e58	110	94	88	Bok	okoli_vodni_plochy
PODZIM_1	Podzim	ba946c	186	148	108	Bok	louka
PODZIM_2	Podzim	967b5e	150	123	94	Bok	louka
PODZIM_3	Podzim	b4906b	180	144	107	Bok	louka

PODZIM_4	Podzim	c6a27d	198	162	125	Bok	louka
PODZIM_5	Podzim	ad8d67	173	141	103	Bok	louka
PODZIM_6	Podzim	c19e77	193	158	119	Bok	louka
PODZIM_7	Podzim	c6a379	198	163	121	Bok	louka
PODZIM_8	Podzim	90816a	144	129	106	Bok	louka
PODZIM_9	Podzim	b2a088	178	160	136	Bok	louka
PODZIM_10	Podzim	948776	148	135	118	Bok	louka
PODZIM_11	Podzim	76654f	118	101	79	Bok	louka
PODZIM_12	Podzim	97846b	151	132	107	Bok	louka
PODZIM_13	Podzim	867b6d	134	123	109	Bok	louka
PODZIM_14	Podzim	8b7f73	139	127	115	Bok	louka
PODZIM_15	Podzim	8a7b70	138	123	112	Bok	louka
PODZIM_16	Podzim	77695b	119	105	91	Bok	louka
PODZIM_17	Podzim	8a7b6d	138	123	109	Bok	louka
PODZIM_18	Podzim	816e5f	129	110	95	Bok	louka
PODZIM_19	Podzim	877667	135	118	103	Bok	louka
PODZIM_20	Podzim	967c61	150	124	97	Bok	louka
PODZIM_21	Podzim	9b8a77	155	138	119	Bok	louka
PODZIM_22	Podzim	987c60	152	124	96	Bok	louka
PODZIM_23	Podzim	917357	145	115	87	Bok	louka
PODZIM_24	Podzim	776044	119	96	68	Bok	louka
PODZIM_25	Podzim	987f65	152	127	101	Bok	louka
PODZIM_26	Podzim	a5886a	165	136	106	Bok	louka
PODZIM_27	Podzim	7c5d43	124	93	67	Bok	louka
PODZIM_28	Podzim	91745a	145	116	90	Bok	louka
PODZIM_29	Podzim	856d53	133	109	83	Bok	louka
PODZIM_30	Podzim	97866f	151	134	111	Bok	louka
PODZIM_31	Podzim	6f6153	111	97	83	Bok	louka
PODZIM_32	Podzim	83705f	131	112	95	Bok	louka
PODZIM_33	Podzim	96877a	150	135	122	Bok	louka
PODZIM_34	Podzim	897b6d	137	123	109	Bok	louka
PODZIM_35	Podzim	897e75	137	126	115	Bok	louka
PODZIM_36	Podzim	8f8171	143	129	113	Bok	louka
PODZIM_37	Podzim	988573	152	133	115	Bok	louka
PODZIM_38	Podzim	97836e	151	131	110	Bok	louka
PODZIM_39	Podzim	a8998a	168	153	138	Bok	louka
PODZIM_40	Podzim	92836f	146	131	111	Bok	louka
PODZIM_41	Podzim	8b7258	139	114	88	Bok	louka
PODZIM_42	Podzim	8d7d6f	141	125	111	Bok	louka
PODZIM_43	Podzim	725f4a	114	95	74	Bok	louka
PODZIM_44	Podzim	876d53	135	109	83	Bok	louka

Typ_porostostu	Kod_barvy_prostredi	R_prostredi	G_prostredi	B_prostredi
uschla_vegetace	847b68	132	123	104
uschla_vegetace	a19580	161	149	128
uschla_vegetace	6c7854	108	120	84
uschla_vegetace	707c58	112	124	88
uschla_vegetace	d4b498	212	180	152
ker	a1a068	161	160	104
ker	9b9964	155	153	100
strom	aaa57e	170	165	126
strom	858069	133	128	105
strom	8d8869	141	136	105
strom	94a465	148	164	101
strom	78764b	120	118	75
strom	8a875a	138	135	90
strom	928f6a	146	143	106
ziva_vegetace	91a14f	145	161	79
uschla_vegetace	7b8263	123	130	99
ker	868e5c	134	142	92
uschla_vegetace	84935c	132	147	92
uschla_vegetace	91a073	145	160	115
uschla_vegetace	8f9a5d	143	154	93
uschla_vegetace	7b8459	123	132	89
uschla_vegetace	788159	120	129	89
uschla_vegetace	79824b	121	130	75
uschla_vegetace	6c7a4c	108	122	76
uschla_vegetace	88875b	136	135	91
uschla_vegetace	939264	147	146	100
uschla_vegetace	808156	128	129	86
uschla_vegetace	828f77	130	143	119
uschla_vegetace	7e836f	126	131	111
uschla_vegetace	8f985b	143	152	91
uschla_vegetace	968c57	150	140	87
uschla_vegetace	8a825c	138	130	92
uschla_vegetace	758661	117	134	97
uschla_vegetace	707f60	112	127	96
uschla_vegetace	708358	112	131	88
uschla_vegetace	6c7f55	108	127	85
uschla_vegetace	798c5e	121	140	94
uschla_vegetace	758c53	117	140	83
uschla_vegetace	778264	119	130	100
uschla_vegetace	7a8656	122	134	86
uschla_vegetace	8b8f60	139	143	96
uschla_vegetace	858862	133	136	98
uschla_vegetace	727e62	114	126	86
uschla_vegetace	7e755e	126	117	94
uschla_vegetace	958143	149	129	67
uschla_vegetace	91763b	145	118	59
ziva_vegetace	a48d45	164	141	69

strom	86763b	134	118	59
ker	928329	146	131	41
uschla_vegetace	8c7638	140	118	56
uschla_vegetace	897b32	137	123	50
uschla_vegetace	858750	133	135	80
uschla_vegetace	858156	133	129	86
uschla_vegetace	8.17E60	129	126	88
uschla_vegetace	7c8252	124	130	82
ziva_vegetace	7c8750	124	135	80
uschla_vegetace	737850	115	120	80
uschla_vegetace	7e7854	126	120	84
uschla_vegetace	716d4b	113	109	75
uschla_vegetace	777c4b	119	124	75
uschla_vegetace	7b7c4f	123	124	79
uschla_vegetace	848263	132	130	99
uschla_vegetace	8a8862	138	136	98
uschla_vegetace	887b47	136	123	71
uschla_vegetace	827442	130	116	66
uschla_vegetace	8f8444	143	132	68
uschla_vegetace	846b34	132	107	52
uschla_vegetace	8b7b4c	139	123	76
uschla_vegetace	978649	151	134	73
strom	847e3e	132	126	62
uschla_vegetace	7f6d37	127	109	55
uschla_vegetace	7a8a49	122	138	73
uschla_vegetace	837a4a	131	122	74
uschla_vegetace	817747	129	119	71
uschla_vegetace	6e7042	110	112	66
ker	7d7545	125	117	69
uschla_vegetace	76844d	118	132	77
uschla_vegetace	82854e	130	133	78
uschla_vegetace	808852	128	136	82
uschla_vegetace	7b7957	123	121	87
uschla_vegetace	857b58	133	123	88
uschla_vegetace	817a4f	129	122	79
uschla_vegetace	8b8662	139	134	98
uschla_vegetace	817c5b	129	124	91
uschla_vegetace	8c8257	140	130	87
uschla_vegetace	7d7453	125	116	83
uschla_vegetace	85754a	133	117	74
uschla_vegetace	8c7752	140	119	82

Příloha č. 1: Tabulka vstupů do R