

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



Bakalářská práce

**Vliv revitalizace toků na diverzitu vážek v povodí
řeky Moravy**

**The Influence of river revitalization on the diversity
of dragonflies in Morava catchment area**

Autor práce: Kristýna Šafářová
Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Filip Harabiš, Ph.D

© 2021 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kristýna Šafářová

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Vliv revitalizace toků na diverzitu vážek v povodí řeky Moravy

Název anglicky

The Influence of river revitalization on the diversity of dragonflies in Morava catchment area

Cíle práce

Vážky (Odonata) jsou velmi citlivé na změny kvality prostředí, ve kterém se nachází. Většina vodních toků byla v minulosti výrazně ovlivněna zásahy, které výrazně ovlivnily jejich biodiverzitu. Reofilní druhy vážek jsou velmi citlivé na změnu vodního režimu toku i změny břehové vegetace. V současné době existuje snaha o managementové zásahy podporující přirozené meandrování řeky. Cílem této bakalářské práce bude porovnat diverzitu vážek a početnost larválních stádií i dospělců vážek na úsecích s regulovanými břehy a úsecích kde byla nastavena managementová opatření podporující přirozené meandrování řeky.

Metodika

Výzkum této práce je zaměřený na monitorování dospělců, ale i larev vážek, konkrétně v oblasti CHKO Litovelské Pomoraví na vybraných úsecích řeky Moravy. Data budou sbírána od června do září roku 2020. Vliv revitalizace toku na diverzitu vážek, bude zjištěn porovnáním počtu jedinců vyskytujících se na místech upravených zásahem člověka a na místech vzniklých přirozeně. V osmi vybraných úsecích dlouhých 50 m budou zaznamenávány a vyhodnocovány změny, které souvisejí s lidským zásahem.

Harmonogram řešení

březen až duben 2020: příprava podkladů pro bakalářskou práci.

květen až září 2020: sběr dat.

říjen až prosinec 2020: analýza dat a sestavení osnovy práce. prosinec 2020 až duben 2021: vlastní zpracování bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

40 stran + přílohy

Klíčová slova

management, odonata, vodní bezobratlí

Doporučené zdroje informací

Dolný A., Bárta D., Waldhauser M., Holuša O., Hanel L., et al. (2007). Vážky České republiky: Ekologie, ochrana a rozšíření. Český svaz ochránců přírody Vlašim, 672 s.

Magoba R. N. & Samways M. J. (2010). Recovery of benthic macroinvertebrate and adult dragonfly assemblages in response to large scale removal of riparian invasive alien trees. *Journal of Insect Conservation*, 14, 627–636.

Remsburg A. J., Olson A. C. & Samways M. J. (2008). Shade alone reduces adult dragonfly (Odonata: Libellulidae) abundance. *Journal of Insect Behavior*, 21, 460–468.

Samways M. J. & Sharratt N. J. (2010). Recovery of endemic dragonflies after removal of invasive alien trees. *Conservation Biology*, 24, 267–277.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 25. 1. 2021

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv revitalizace toků na diverzitu vážek v povodí řeky Moravy" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28. 3. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu Mgr. Filipu Harabišovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a trpělivost při vypracovávání této práce a panu Mgr. Vladislavu Holeci za jeho cenné rady a povolení výzkumu v rámci CHKO Litovelské Pomoraví. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za neustálou podporu.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá vlivem revitalizací toků na diverzitu vážek a početnost larválních stádií. Data jsou sbírána v oblasti CHKO Litovelské Pomoraví na řece Morava v období od června do září. Zde probíhal výzkum na vybraných úsecích dlouhých 50 m. Cílem bylo zjistit, zda diverzita vážek je ovlivňována na tocích, kde člověkem proběhla úprava a na místech vzniklých přirozeně. Teoretická část v bakalářské práci se zabývá charakteristikou vážek, jejich nároky na prostředí a vlivy, které je ovlivňují, společně s úpravou vodních toků. Praktická část se zabývá monitorováním vyskytujících se vážek v povodí Moravy a porovnáním výsledků vzniklých na úsecích kde člověk provedl jistá opatření na podporu meandrování řeky a na úsecích vzniklých přirozeně.

Klíčová slova: odonata, vodní bezobratlí, ekologie, management, revitalizace, vodní tok

Abstract

The bachelor thesis deals with the influence of revitalization of streams to the diversity of dragonflies and the number of larval stages. Data are collected in the area of the Litovelské Pomoraví Protected Landscape Area on the Morava River in the period from June to September. The research was carried out here on selected sections 50 m long. The aim was to find out whether the diversity of dragonflies is affected in streams where man-made treatment took place and in places created naturally. The theoretical part of the bachelor's thesis deals with the characteristics of dragonflies, their demands on the environment and the influences that affect them, together with the treatment of watercourses. The practical part deals with the monitoring of dragonflies occurring in the Morava river basin and the comparison of results arising from sections where man has taken certain measures to support the meandering of the river and in sections naturally occurring.

Keywords: odonata, aquatic invertebrates, ecology, management, revitalization, water flow

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce a metodika	11
3 Literární rešerše	12
3.1 Základní charakteristika řádu <i>Odonata</i>	12
3.2 Systematické zařazení vybraných druhů vážek (Dolný & Bárta, 2007)	15
3.2 Charakteristika podřádu	16
3.2.1 Podřád: různokřídlice (<i>Anisoptera</i>).....	16
3.2.2 Podřád: stejnokřídlice (<i>Zygoptera</i>)	16
3.3 Ekologické nároky vážek	17
3.4 Ohrožení sladkovodních stojatých a tekoucích vod	20
3.4.1 Znečištění a kontaminace vod.....	20
3.4.2 Změna klimatu	21
3.4.3 Vliv invazní a přirozeně rostoucí vegetace	22
3.5 Přirozené členění vodních toků (Just et al., 2005).....	23
3.6 Úprava vodních toků	24
3.6.1 Žádoucí a nežádoucí úpravy vodních toků.....	25
3.6.1.1 Stavba přehrad	25
3.6.1.2 Narovnávání vodních toků.....	27
3.6.1.3 Těžba.....	28
3.6.1.4 Změna krajinného pokryvu.....	29
3.6.1.5 Úprava břehů.....	29
3.7 Vývoj a revitalizace vodních toků ve středí Evropě.....	30
3.7.1 Historický přehled	30
3.7.2 Revitalizace v ČR.....	31
3.7.3 Obnova přirozeného rázu	31
3.7.4 Revitalizační přínosy.....	32
4 Vlastní práce	34
4.1 Popis vybrané lokality	34
4.2 Metodika.....	36
5 Výsledky	38
6 Diskuze	41
7 Závěr	44
8 Seznam použitých zdrojů a literatury	45

9 Seznam použitých obrázků.....	50
10 Seznam příloh	51
11 Přílohy	52

1 Úvod

Už od pradávna jsou vážky součástí naší vyvíjející se přírody. Tak jak se příroda přirozeně vyvíjela a měnila společně s člověkem, jež zastával ve změně prvotní funkci, měnily se i podmínky pro život různých druhů organismů. Ne vždy tyto změny měly pozitivní dopad. Řada druhů vážek jsou považovány, jak na území České republiky, tak i ve světě, za ohrožené druhy nebo dokonce vyhynulé. Aby nebylo sváděno vše na zemědělství a průmysl i samotný člověk svojí činností zanechává na krajině nesmazatelnou stopu ovlivňující diverzitu vážek. Potencionální hrozbou je změna klimatu a s tím související dovoz (introdukcí) nepůvodních rostlin, které se v krajině dříve nevyskytovaly. Tato změna má neblahý dopad na diverzitu vážek, neboť je známo v souvislosti s invazivní rostlinou vyskytující se podél vodních toků jako je křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*). V její relativní blízkosti se diverzita vážek výrazně snižuje. Obecně jsou vážky ve většině případů velmi citlivé na změny, které se v přírodě projeví. Vlivy jako intenzivní těžba dřeva, hnojení půd pesticidy a herbicidy především v blízkosti vodních toků, likvidace břehových porostů, kontaminace vod a mnoho dalších. Časté změny proběhly i ve vodních tocích. V minulosti se narovnávaly vodní toky, což mělo vliv na rychlejší odtok vody z krajiny, časté záplavy a ničení přirozených vegetací kolem vodních toků. Veškeré změny, které se provedou, by proto měly být v souladu s podmínkami životního prostředí. V současné době v některých úsecích toků probíhá návrat k přirozenému meandrování řeky nebo zpevňování břehů kamennými záhozy, což je lepší pro krajinu, ale pro vážky vzhledem k přizpůsobení na změnu v prostředí v krátkodobém časovém horizontu nikoliv. Souvisí to se zánikem břehových porostů, které se v důsledku těžby zlikvidují. Početnost vážek se tímto výrazně mění a snižuje, do doby opětovného nárůstu vegetace (př. Rákos).

2 Cíl práce a metodika

Cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda při provedení revitalizace vodních toků změníme abundanci vážek na lokalitách, které běžně v oblasti CHKO Litovelské Pomoraví lze najít. V rešeršní části byla popsána kapitola o možných prováděných úpravách ve vodních tocích a jejich vliv na biologickou rozmanitost. Díky sledování vyskytujících se druhů na řece Moravě na vybraných lokalitách s revitalizací toků a bez jejího provedení se zachováním přirozeného meandrování řeky, bylo možné porovnat změny v početnosti daných vážek.

3 Literární rešerše

3.1 Základní charakteristika řádu *Odonata*

Vážky jsou odjakživa svojí pestrostí v barvě těla a odlišnou charakteristikou pro člověka i své okolí zajímavý druh. Jejich výskyt je znám již z období pozdního permu před více než 250 mil. let a jedním z nejstarších udávaných (období druhohor) patří podřád *Anisozygoptera*. Na změnu stavu prostředí nebo jejich podmínek reagují velmi citlivě. Proto se často vážky používají jako indikátor k hodnocení stavu a kvality krajiny. Lze je tímto využít na zjištění kontaminace vodního prostředí nebo jako indikátor v ochraně přírody. Díky nim lze velmi dobře popsat aktuální situaci, postupné změny nebo vývoj různých druhů biotopů (Dolný & Bárta, 2007). Dnes již známe přibližně 5400 druhů vážek a rozdělujeme řád *Odonata* do dvou podřádů na *Zygoptera* a *Anisoptera* (Dennis & Schorr, 2021).

Vážky se vyznačují polokulovitou, dostatečně pohyblivou hlavou, umožňující její otočení až o 180° se složenými očmi a tykadly (Dolný & Bárta, 2007). Složené oči jsou oproti jiným druhům hmyzu poměrně velké, složené až z tisíců drobných očí (ommatidií) umožňující mozaikovitě vidění. Vidění totiž koreluje s opsinem. Ten je u vážek zastoupený v nadměrném množství (15-33 genů). U larev se tento udávaný počet liší, kvůli snížené vizuální závislosti, je počet zastoupených opsinů menší. Postrádají tympanální orgán (sluchový orgán hmyzu) a jejich antény bývají zdegenerované. Z toho vyplývá, že mají skvělý vizuální kontakt, ale naopak velice špatný smysl pro čich a sluch (Futahashi, 2016). Díky této stavbě a utváření očí mohou vážky zjistit, zda se nachází nad vodní hladinou či nikoliv. K tomu slouží polarizace odráženého světla, protože ventrální oblast oka je vysoce citlivá na polarizaci ve viditelném ultrafialovém rozsahu (Bernáth et al., 2002). Vzhledem k tomu, že jsou od přírody predátoři aktivně lovcí kořist, mají vyvinuté kousací ústní ústrojí. Přičemž preferují spíše menší kořist a zaútočí i na varovně žlutočerné zabarvení hmyzu, kterým se většinou jiné druhy hmyzu vyhýbají (Rashed et al., 2005). Hrud' rozdělujeme na předohrud', středohrud' a zadohrud'. Z každého hrudního segmentu vyrůstá jeden pár noh. I když končetiny neslouží k chůzi, využívají je k lezení nebo jako ochranu před útočícími predátory. Pokud vážky loví, dokážou během letu kořist zachytit pomocí noh a díky kousacímu ústnímu ústrojí potravu

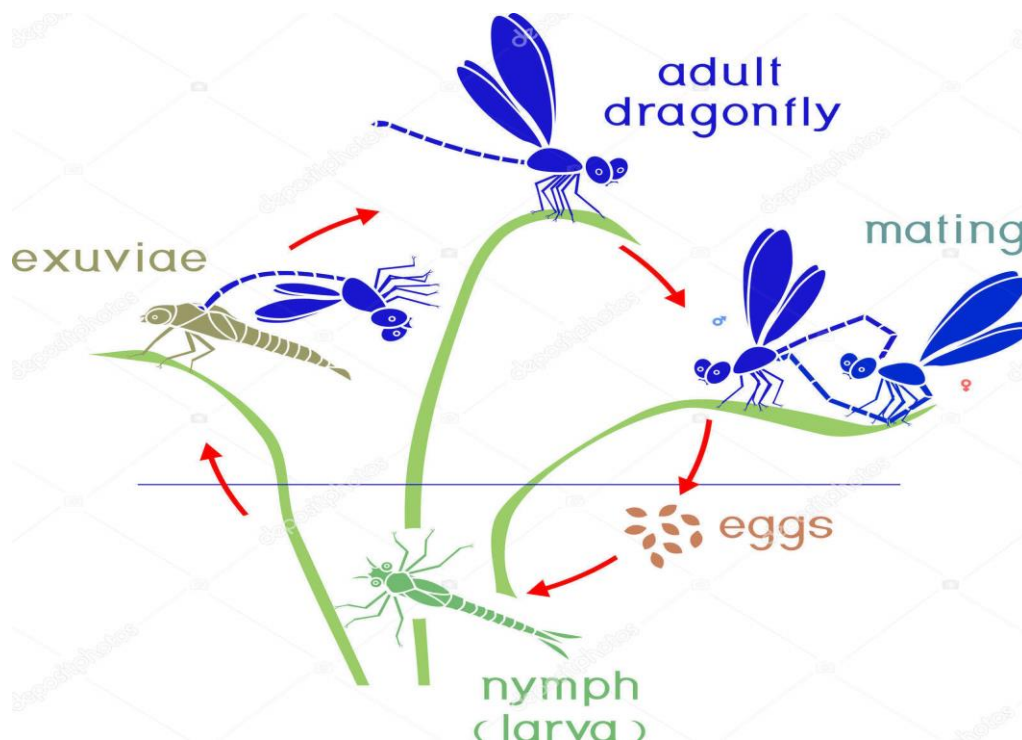
konzumovat (Dolný & Bárta, 2007). Nejčastějším pohybovým aparátem jsou blanitá křídla (Corbet, 1999). Každý druh má zbarvení křídel i celého těla odlišné, proto jsou známé pod pojmem sexuální dichroismus. Odlišné zbarvení je důležité pro komunikaci, termoregulaci nebo přizpůsobení se podmínkám prostředí (Tillyard, 1917). V neposlední řadě se tělo vážky skládá ze zadečku, který je protáhlý, tvořený jedenácti články, přičemž poslední je silně redukováný. (Dolný & Bárta, 2007).

Nejen případné zbarvení ale i k ochraně před predátory mohou sloužit křídla, protože řád Odonata je znám svojí vynikající leteckou zdatností (Sun et al., 2017). Je to dáno tím, že jednotlivá křídla jsou přímo napojena s křidelním svalem umožňujícím pohybovat s každým křídlem zvlášť. Druhům to zaručuje lepší koordinaci v krajině a pohyb za letu do všech stran. Mohou tak vyřadit druhý pár křídel za letu a pohybovat se pouze za pomoci prvního páru. Kmitáním křídel ve vzduchu dosahuje rychlostí okolo 20 kmitů/za sekundu. Proto vážky svým rychlým pohybem křídel za letu neslyšíme (Dolný & Bárta, 2007).

Vážky mimo jiné řadíme mezi poikilotermní organizmy s tzv. proměnlivou teplotou těla. Po určitou dobu dokážou při špatných podmínkách zvýšit tělesnou teplotu pomocí svého těla. Řadíme je tedy k endotermním organizmům. V této kategorii se nalézají i ptáci (*Aves*) a savci (*Mammalia*) (Corbet, 1999). Při lovu používají nejvíce zrak a reagují na pohyb kořisti za letu. Dospělci se živí středně velkým hmyzem z řádu dvoukřídlých (*Diptera*), čeledí komárovitých (*Culicidae*), pakomárovitých (*Chironomidae*) a dalších (Corbet, 1999). Nesmíme opomenout, že i vážky v přírodě mají své nepřátele. Mezi takové řadíme ryby, obojživelníky, ptáky nebo pavouky (Baruš & Oliva, 1995).

V přírodě je rozmnožování vážek velmi unikátní jev. Zpravidla probíhá v nižších výškách nad vodní hladinou, kde si sameček vybírá své teritorium a v průběhu této činnosti se jeho sekundární kopulační orgán plní spermatoforem. Sameček si samičku přichytí pomocí zadečkových přívěsků, které mají tvar podobný kleští (Corbet, 1999). To, v jaké části sameček samičku chytne, záleží, do jakého podřádu jednotlivé druhy vážek patří. V případě podřádu *Anisoptera* ji sameček chytí za occipitální oblast hlavy. Pokud by se jednalo o podřád *Zygoptera* tak za

předohrud' (Dolný & Bárta, 2007). Zůstávají v této tandemové pozici několik sekund až hodin (Corbet, 1999). Před předáním spermatoforu dochází k odstraňování genetického materiálu od jiných samců, protože zcela běžně u samic dochází k opakované kopulaci. Sameček cizí spermatofor vyjme, (časově trvá podstatně déle, ale má jistotu, že genetický materiál bude od něho a zajistí si více svých potomků), nebo spermatofor posune do méně přístupných míst, v tomto případě se může spářit s více samicemi, (časově méně náročný průběh, ale je zde menší šance, že se jeho sperma uchytí). Samička po kopulaci klade vajíčka buď do rostlinných pletiv, nebo do míst poblíž vody, popřípadě volně do vodního toku (Dolný & Bárta, 2007). V průběhu kladení mohou nastat tři situace v chování samečka. Buď sameček doprovází samičku a chrání ji během ovipozice, nebo během kladení jsou spolu fyzicky spojeni, (tandemové kladení), a tím si zajistí lepší ochranu před predátory, popřípadě samička není v rámci ovipozice samečkem hlídána a kontrolována (Schenk et al., 2004). U vážek se setkáváme s proměnou nedokonalou. Do šesti týdnů po naklazení vajíček samičkou se vyvine nejprve prolarva a následně larva. Vajíčka kladou obvykle v jarním období nebo brzy v létě. Pokud se tak stane ve druhé části léta, vyvíjí se až na jaře, prodělává tzv. diapauzu. Diapauza je nejlépe známá u zástupců šídlatek z rodu *Lestes* a dalších druhů z podřádu *Anisoptera*. Prolarva od dospělé je jiná. Není schopna pohybu pomocí svalové činnosti, ale z místa se dostává pomocí skákavého pohybu. Více vyvinutější druhý vývojový stupeň larválního stádia už dokáže pohybovat svými končetinami. Kolik vývojových stupňů daný jedinec bude mít, závisí na druhu. Obvykle je udáváno 8-15 a trvá několik týdnů až let, podle prostředí, ve kterém se vyskytuje, nebo zda má dostatek potravy (Dolný & Bárta, 2007). Časné instary přijímají za potravu drobné vodní živočichy, až u dalších instarů se larva živí mnohem větší potravou, (larvy vodního hmyzu, pulci, hlemýždi, menší ryby) (Corbet, 1999). Potravu ovšem nepřijímá v době svlékání (exuvie). Následně vodní prostor opouští, a místo análního dýchání začíná využívat vzdušný kyslík stigmatem. Konečné larvální stádium za sebou zanechá exuvii a stává se imágem. Stát se dospělcem je velmi nebezpečné období. Jedinci hrozí útoky od predátorů, či vliv špatného počasí. Řádově proces trvá několik minut nebo hodin podle druhu. Po skončení můžeme najít exuvii jedince nejčastěji na vegetaci. Již jako dospělec žije velmi krátce. U každého druhu je doba jejich žití jiná, ale udávají se 3 měsíce, jedna sezóna nebo dokonce týden (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 1: Vývojový cyklus vážek (Mariaflaya, 2018)

3.2 Systematické zařazení vybraných druhů vážek (Dolný & Bárta, 2007)

Říše: živočichové (*Animalie*)

Kmen: členovci (*Arthropoda*)

Podkmen: šestinozí (*Hexapoda*)

Třída: hmyz (*Insecta*)

Podtřída: křídlatí (*Pterygota*)

Nadřád: starokřídílí (*Palaeoptera*)

Řád: vážky (*Odonata*)

Podřád: různokřídlice (*Anisoptera*)

Klínatka obecná (*Gomphus vulgatissimus*)

Podřád: stejnokřídlice (*Zygoptera*)

Motýlice obecná (*Calopteryx virgo*)

Motýlice lesklá (*Calopteryx splendens*)

Šidélko brvonohé (*Platycnemis pennipes*)

3.2 Charakteristika podřádu

3.2.1 Podřád: různokřídlice (*Anisoptera*)

Zástupci podřádu *Anisoptera* mají přední a zadní pár křídel odlišný. Tím dosahují výborné obratnosti a vysoké rychlosti letu. Svá křídla skládají do vodorovné polohy těla, protože jejich strategie lovení závisí na rychlejší počáteční rychlosti. Jsou schopni uletět bez častých zastávek na odpočinek v kuse několik tisíc kilometrů, a dokonce u zástupce *Anax ephippiper* bylo zjištěno přes 40 000 km. Larvy i dospělci mají od narození robustnější tělo a jejich oči se vzájemně dotýkají (Dolný & Bárta, 2007).

3.2.2 Podřád: stejnokřídlice (*Zygoptera*)

Zástupci podřádu *Zygoptera* mají dva páry křídel poměrně stejné. V letu vykonávají pomalý, energetický pohyb. Svá křídla skládají podélně s osou těla. Tímto se snaží uniknout nevidané pozornosti útočících predátorů. Jejich strategií lovu není čekání na kořist, nýbrž aktivní vyhledávání a sledování potravy za letu. Často odpočívají na vegetaci a jako letci nejsou příliš zdatní. Tělo je menší a oproti podřádu *Anisoptera* výrazně štíhlejší. Oči se vzájemně nedotýkají (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 2: Porovnání řádu *Anisoptera* a *Zygoptera* (Romanchuk, 2019)

3.3 Ekologické nároky vážek

V dnešní době vážky od doby páření, kladení vajíček, přes fylogenetický vývoj až do konečné dospělosti využívají všechny druhy sladkovodních biotopů. Nalezneme je na úsecích v blízkosti meandrování vodních toků, od pramenů až po veletoky, kde v mírně tekoucích až stojatých vodách je početnost daleko významnější než v rychle proudících sladkovodních ekosystémech. Místa pro výskyt jsou nejen jezera, rybníky a vodní nádrže, ale i oblasti, jejichž rozloha je daleko menší. Mluvíme o tůňkách, kalužích či nádob s dešťovou vodou (Dolný & Bárta, 2007).

Z toho vyplývá, že díky vysoké variabilitě prostředí mohou být různě citlivé na panující podmínky a nároky v prostředí (Obos-Jiménez et al. 2016). Mnohé z nich charakterizujeme s širokou ekologickou valencí. Tedy mnohem odolnější snášet určité faktory v krajině (teplota, vlhkost, srážky). Méně zastoupené euryekní druhy, jejichž vývoj probíhá v tekoucích i stojatých vodách. Početněji zastoupenou skupinou pak rozlišujeme druhy stagnikolní (druhy pouze ve stojatých vodách) a reofilní (vázané na tekoucí vody) (Dolný & Bárta, 2007).

S nároky se pojí úprava na stanovištích, a pokud se jedná i o oblasti, kde jsou hojně zastoupené druhy vážek, může být zásah jedním z důvodů vedoucí k ubývání druhů. Ovšem každý jedinec reaguje zcela odlišně na následnou adaptaci. Doba trvání stádia dospělce tak může být zásadním prediktorem citlivosti na fragmentaci dané oblasti (Kadoya et al., 2008). To, jaká struktura krajiny bude převažovat, ovlivní jejich výskyt, protože z larvy vzniká dospělý jedinec, který se už ve vodním prostředí nenachází (Kadoya et al., 2008).

Pokud na stanovištích roste vegetace dosahující velkých porostních rozměrů, způsobí na dané oblasti zastínění, které změní termoregulaci, množství kořisti a dopad bude mít i na nižší vegetaci. Je to jedním z dalších faktorů, na které se vážky musí adaptovat, vlivem rychlé změny působících teplot (Remsburg et al., 2008). Ale přítomnost mnohem nižší vegetace napomáhá jednotlivcům s hledáním potravy nebo ochranou před nevhodnými panujícími podmínkami (Kadoya et al., 2008). I pro larvy je vodní vegetace zcela zásadní. Slouží jim, jako ochrana před predátory,

popřípadě se za pomoci výhonků dostávají z vodního prostoru na souš (Obos-Jiménez et al., 2016).

To, jaká struktura vegetace bude převládat a mít vliv na larvy i dospělé vážky, bude záležet na převládající teplotě v prostředí, která mění rychlost vývoje jak rostlinné vegetace, tak i hmyzu (Hassall & Thompson, 2008). S vysokou teplotou rychlost vývoje vážky stoupá, až do teplotního optima, kde se najednou zastaví, začne opět klesat a přestane s horním teplotním limitem. To samé se děje i s nízkými teplotami, kdy teplota klesá a jedinec se vyvíjí. V určité fázi růst zpomalí a přestane s nízkou teplotní hranicí. To, jaká teplota by měla na stanovištích být pro druhy, závisí na okolních podmínkách prostředí (Suhling et al., 2015). Jenže teplota vody má vliv na embryogenezi larev vážek. Pokud klesne pod 4 °C, je teplota dostatečná pro přežití, pod 6 °C již dostatečná není pro líhnutí larev, ale dojde alespoň k tvorbě očních skvrn (Koch, 2015). Až při vyšších teplotách se vývoj urychlí a jedinec z vodního prostředí přechází dokončit svůj vývoj na souš, aby následně mohl hledat potravu a partnera k reprodukci (Corbet, 1999). Některé druhy mají fenotypovou plasticitu, jejíž mechanismus lze chápat jako možnost se v prostředí snadněji vyrovnat s převládajícím klimatem, které se neustále mění, během celé doby života. Ovlivňuje pak vývoj (doba zrání, vývoj larev) a reprodukční chování (doba kopulace) jedince (Koch, 2015).

Pokud teplota bude pod požadovanou hodnotu pro normální fungování organismu, vážky postrádají energii pro případný let a tím ztrácí i možnost krmení a páření. V případě, že nastanou tyto podmínky, dokáží si regulovat teplotu hrudníku, protože hrudník je právě místem, kde se nachází letové a pohybové svaly. Nebo vybírají strategické místo v krajině s dostatkem světla a tím dochází k absorpci tepla z vyhřívaného místa. Jedná se o strategii termoregulace (Sheikh & Douglas, 2012). Pokud se zvýší melanizace, dojde ke zvýšení příjmu slunečního záření nebo naopak pro zabránění přehřátí od slunce se melanizace snižuje a tím i příjem. Obecně čím větší jedinec bude, tím více absorbovaného světla přijme. Čili menší jedinci více tepla ztrácí. Z toho vyplývá, že větší jedinec se bude rychleji přehřívat a bude častěji nucen si během letu dávat přestávky. Proto nejvíce aktivní bývají v ranních hodinách a v odpoledních hodinách, kdy teploty dosáhnou vyššího stupně celsia, se uchylují do

stromů. Zde nepůsobí tolik slunečního záření a umožňuje vázkám snížit teplotu svého těla. Naopak menší vážky jsou často spatřeny na slunných vyhřívacích místech (Sheikh & Douglas, 2012).

Čím více slunečního záření na ně působí, tím mají větší nároky na potravu. Protože rostoucí teploty mají za následek urychlení metabolismu jedince, proto je důležité přijmout dostatek kvalitní potravy pro následný vývoj (Suhling et al., 2015). Také díky zrychlení metabolismu docílíme i určití míry predace. Celkově se zlepši účinnost úchyty kořisti díky rychlejšímu pohybu jedince (Herrera et al., 2018).

Teplotní růst ovlivňuje i fotoperioda. Jedná se o dobu, kdy působí světelné podmínky. S prodlužující délkou světelného dne dostanou vážky informaci o panující sezóně a čekají na konkrétní období, ve kterém probíhá jejich životní aktivita (Flenner et al., 2010). Jenže jak se mění délka světelného dne s převládající teplotou v prostředí, může se vývoj jedince zpomalit při určité hodině, která byla dříve za normálních okolností vhodná pro vývoj, i když teploty jsou stále vysoké. Tím, že se fotoperioda zkracuje a teplota zvětšuje, se rychlost vývoje jedince bude snižovat (Koch, 2015). Proto dochází u většiny organismů k diapauze, která synchronizuje životní cyklus. Diapauza je řízená fotoperiodou. Umožňuje jedinci pozastavit vývoj v nepříznivých podmínkách, zlepši kondici a zabraňuje hledání potravy např. v zimních obdobích, kdy potravy není dostatečné množství (Sternberg, 1994).

3.4 Ohrožení sladkovodních stojatých a tekoucích vod

Vzhledem k intenzivně narůstajícímu průmyslu a urbanizaci bývají vodní zdroje řadou složek ovlivněné. Pokud dojde ke znečištění, stává se voda nevhodnou a nežádoucí pro veškerý ekosystém v krajině (Dudgeon, 2020).

3.4.1 Znečištění a kontaminace vod

Udává se, že průmyslové, domácí a komunální odpady tvoří největší část znečištění dostávající se z kanalizací do ústí vod. Orientačně 58 % odpadu prosakuje z městského prostředí a 81 % z průmyslového, avšak jejich čištění nemá výrazný vliv na zamezení dopadu kontaminace (Khalid et al., 2020).

Nicméně s rychle se rozvíjející lidskou společností žijeme v době s nadměrnou výrobou plastových komponentů (Khalid et al., 2020). Ty nejen, že se v prostředí hromadí, obtížně odstraňují, ale způsobují znečištění vodního prostředí mikroplasty (částice do 5 mm) nebo nanoplasty (částice <0,2 mm) (Batista et al., 2021). Do vodního prostředí se ovšem dostávají, a to i v některých případech ve velmi vysokém množství. Nicméně jejich průniku nelze nijak zabránit, pouze omezit intenzitu výskytu (Khalid et al., 2020). Vzhledem k malé velikosti částic a možnosti agregace, (např. adsorpce na jiné znečišťující látky a na organický materiál), se ukládají v sedimentech. Žijící bentičtí živočichové, nerozeznají tyto polutanty od normální velikostí zrn nacházejícího se sedimentu a dojde tak k pohlcení a akumulaci (Batista et al., 2021). Díky hromadění v organismů zvířat, jejich následným vývojem a přeměnou na dospělé jedince, z nichž některé druhy přecházejí z vodního prostředí na suchozemské, je možné tyto látky tak šířit vzduchem (Chagas et al., 2021). Jedním z bentických živočichů jsou i larvy vážek. Polutanty larvy vážek taktéž ovlivňují, a v jejich případech pronikají do organismu během výměny plynů, která je prováděna v tracheálních žábrech. Největší akumulace se proto nachází v tělních tkáních poškozující buňky. Může se tak zvýšit oxid dusný a thiobarbiturové kyseliny vedoucí k oxidačnímu stresu. Nebo se larvám vážek sníží aktivita ve vodním prostředí, která hraje velice důležitou roli pro zachování fyziologických funkcí, díky

přenosu impulsů mezi neurony (Batista et al., 2021). Dojde tak ke zhoršení nebo úplného zastavení vývoje larev (Chagas et al., 2021).

Podobné výsledky a dopad na vývoj larev vážek, ale i jiných druhů živočichů, mají ve vodě se akumulující chemikálie a kovy (Khalid et al. , 2020). Ovšem ne všechny kovy považujeme za nevhodné a životu ovlivňující. Kovy jako stříbro, nikl, zlato a měď tvoří součást zemské kůry a ve vodách lze výskyt přirozeně najít. Pro život nezbytné považujeme například železo či vápník, ale olovo nebo kadmium jsou kovy, které svým výskytem zatěžují prostředí, jsou nežádoucí a způsobují toxicitu v nadměrném množství (Lesch & Bouwman, 2018). Tolerance živočichů na jednotlivé druhy kovů bude rozdílná a při zvýšeném množství dojde nejčastěji k mortalitě odonátových larev, popřípadě i jiných druhů organismů. Z kovů, jež mohou být přítomné ve sladkovodních ekosystémech, se právě měď velice snadno akumuluje v larvách vážek (Tollett et al., 2009).

Kovy se ale v prostředí mohou měnit. Z půdy se lehce zavlažováním vyplavují soli, které bývají jedním z faktorů, jež složení kovů ve vodách přítomných mění. Pokud míra soli bude vysoká, dojde k podpoře růstu řas zabraňující průniku slunečního záření pod vodní hladinu (Khalid et al., 2020). Tím se vodní pH zvýší a stane se pro larvy vážek a řadu druhů nebezpečným, díky poškození senzorických vlastností, pro některé velmi potřebných k lovení a příjmu potravy (Khan & Ansari, 2005).

3.4.2 Změna klimatu

Změna klimatu velice často nastává nejen s převahou místně panujících podmínek, které se mění, ale i antropogenní činností. Vyšší teploty způsobí ve sladkovodních vodách rychlejší uvolňování fosforu obsaženého v sedimentech ze dna a společně se změnou evapotranspirace ohrozí obohacení vod živinami, čímž prospívá výskytu fytoplanktonu a sinic (Dudgeon, 2020). Jak bylo již popsáno v podkapitole znečištění a kontaminace vod, pokud se ve vodách namnoží Cyanobacterie, může to být spojeno se zvýšeným výskytem toxinů (Ekvall et al., 2013). Zastíněním hladiny a nemožnost průniku světla do hlubších vrstev vody, posléze působí na senzorické

vlastnosti řady druhů organismů, mezi nimi řadíme i larvy vážek, které se nachází v bentosu (Khan & Ansari, 2005). Pokud by fytoplankton a sinice nebyly namnoženy na hladině a sluneční svit by za těchto podmínek pronikl až ke dnu, lze předpokládat zvýšení teploty (McCauley et al., 2018). V tomto případě očekáváme tři možné reakce vodní fauny, včetně larev. Buď se druh dokáže přizpůsobit, nebo jedinci migrují do přijatelnějších oblastí, ale jsou to pouze ti, kteří mají možnost opustit vodní prostředí a dostat se na souš, popřípadě se pohybovat ve vodách a poslední reakcí je právě nepřizpůsobení se převládajícím podmínkám vedoucích k běžným úhynům jedince (Hassall et al., 2007).

Správná teplota působí i na koncentraci rozpuštěného kyslíku, který v chladnějších vodách roste a v teplejších zónách klesá (Dudgeon, 2020). Méně kyslíku přispívá k zpomalování metabolismu mající vliv na růst a vývoj (Lessard & Hayes, 2003). Právě u dna jedinci budou potřebovat větší příjem kyslíku, vzhledem k vyšším panujícím teplotním podmínkám.

3.4.3 Vliv invazní a přirozeně rostoucí vegetace

Další vliv, který působí na larvy a dospělé jedince vážek, popřípadě degraduje vodní toky svým výskytem a následným odstraněním jsou invazní a místně rostoucí rostlinná společenstva. Pojem invazní druh je druh, který se v prostředí přirozeně nevyskytuje, způsobující v místě růstu ekologické a ekonomické dopady na prostředí. Dopady se mohou projevit až po dlouhé době, protože změny nastávají postupně v menší míře (Dudgeon, 2020). Ve sladkovodních ekosystémech mění v povodí stávající tok energie, který má dopad na druhy ve vodě žijící (Dudgeon, 2020).

Pokud se nepůvodní rostliny, ale i jiný porost vyrůstající do značných výšek vyskytne v blízkosti vodního toku, způsobí zastínění stanoviště a odumírání menších travních porostů (Samways & Sharratt, 2010). Dochází tak ke snižování početnosti larválních i dospělých vážek, protože některé druhy provádí ovipozici na přilehlou pobřežní vegetaci, nebo na vodní vegetaci, aby tím zvýšili šanci přežití vajíček a larev (Remsburg & Turner, 2009). Jakmile tato vegetace přítomná nebude, opět se na

lokalitách začnou objevovat menší traviny vlivem působení světla alepší se podmínky ve vodách, které vlivem zastínění byly změněné v souvislosti s množstvím rozpuštěného kyslíku a fotosyntézou (Samways & Sharratt, 2010). Na druhou stranu, pokud se rozhodneme začít likvidovat pobřežní vegetaci, může dojít ke změně proudu vody a teploty. Co do vodního proudu, ten výrazně zvýší svoji rychlost, a to bude mít vliv na transpiraci a strhávání rostlin rostoucí v blízkosti toku (Salemi et al., 2012), ale jak již bylo zmíněno, teplota odstraněním vegetace se zvýší a v panujících podmínkách ve vodním prostoru zasahuje do možnosti přirozeného vývoje larev.

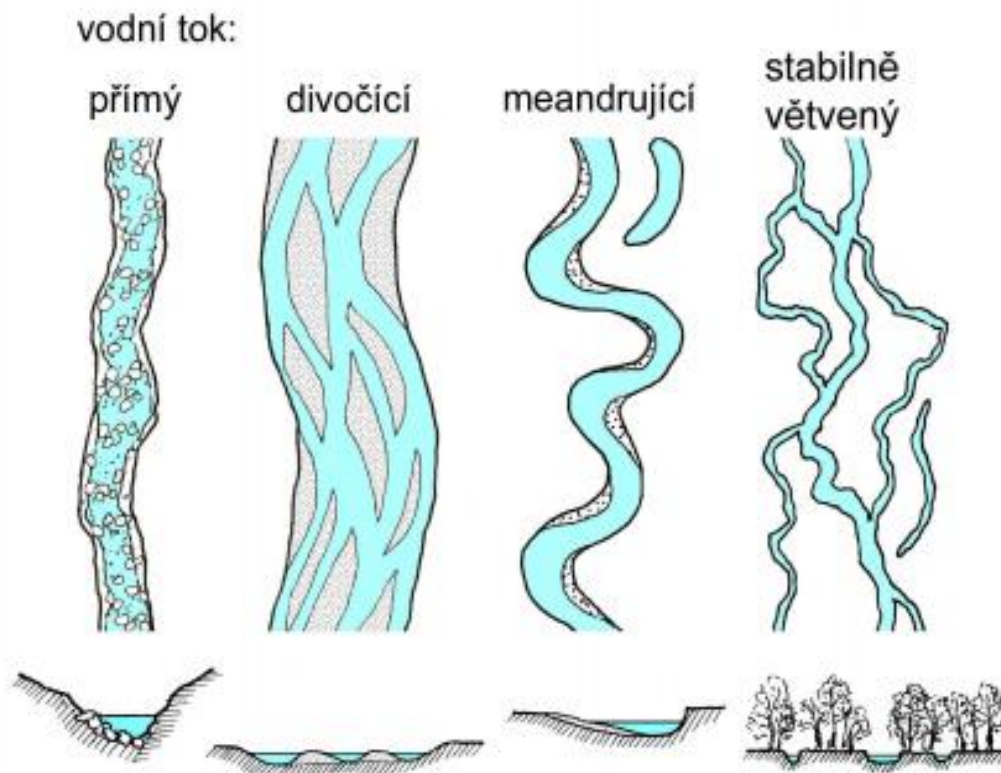
3.5 Přirozené členění vodních toků (Just et al., 2005)

Ať už jakýmkoliv antropogenním nebo přirozeným okolním zásahem, (teplota, pobřežní a vodní vegetace), nenajdeme v krajině nikdy identické vodní toky. Každý tok bude jedinečný, proto se rozdělují podle několika daných kritérií. V rámci toho rozdělujeme vytvoření koryta na přirozená nebo umělá. Přirozeným vznikem rozumíme utváření specifického povrchu za působení podmínek, nikoliv však činností člověka. Umělé nám slouží pro nějaký účel. Tedy člověk zde zasahuje a upravuje pro vlastní potřebu (kanály meliorační, odvodňovací atd.).

Podle klasifikace rozdělujeme toky podle umístění v povodí na:

- Pramenná oblast – oblast, ze které se řeka dostává z hlubokých podzemních vrstev na povrch
- Horní tok – v této zóně tok proudí nejrychleji, šířka koryta není velká a lze v toku pozorovat nárazem vody o objekty přeje
- Střední tok – na rozdíl od předcházejících umístění řeka postupně ubírá na rychlosti a koryto se zvětšuje
- Dolní tok – část, ve které řeka teče nejpomaleji
- Ústí – oblast, v níž se doteď proudící řeka neovlivněná jiným vodním tokem vlévá do jiné řeky

Existuje i klasifikace vodních toků na přímé, divočí, meandrující a stabilně větvené.



Obrázek 3: Tvary koryta (Just et al., 2005)

3.6 Úprava vodních toků

Podle toho, jak se členění a toky vypadají, je možné provést i jejich následnou úpravu, protože sladkovodní ekosystémy poskytují řadu služeb. Přepravují vodu a v ní tvořící materiály, podporují koloběh živin, řídí klima ve společenstvu (Castello & Macedo, 2015). Veškeré prováděné změny ve vodních tocích spojené s lidskou činností můžeme rozdělit na přímé a nepřímé. Do přímých úprav řadíme stavbu vodních nádrží, melioraci, zavlažování, zpevňování koryt, vyhloubením koryt, stabilizaci břehů. Nepřímé ukazatele jsou spojeny se zásahem do půdy, (změny v zemědělství, těžba, dopravní infrastruktura), nebo změna klimatu (Svobodová & Kirchner, 2013). Tyto stavby nebo možné zásahy pak způsobují v krajních mezích nežádoucí dopady na krajinu a organismy, nebo nám výrazně zlepšují podmínky v prostředí.

3.6.1 Žádoucí a nežádoucí úpravy vodních toků

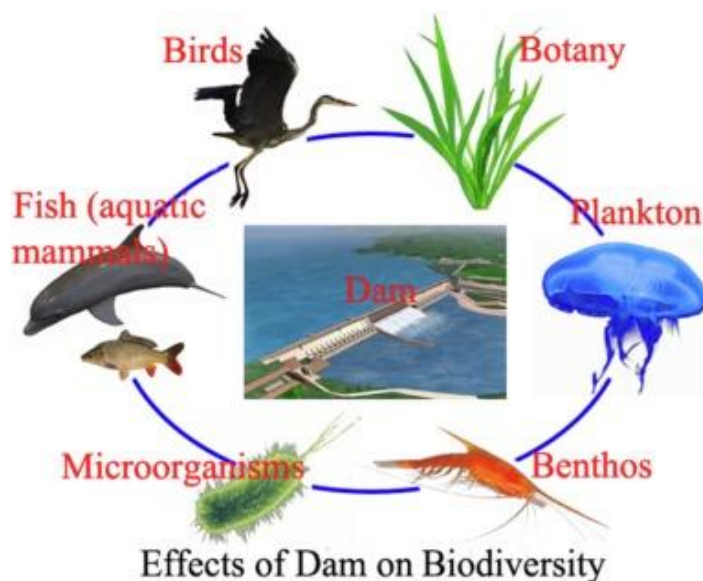
Pro zajištění udržitelného rozvoje vod je potřeba s ní zacházet efektivně, zajistit dostatečnou ochranu, mít přehled o měnících vlivech dopadající na regulaci vodního prostředí. Tyto zdroje ovšem nejsou neomezené (Altinbilek, 2002).

3.6.1.1 Stavba přehrad

Stavba přehrad je jednou z úprav, která byla provedena na vodních tocích. Její výstavba slouží na ochranu proti povodním, zavlažování, zásobování vodou a na počátku průmyslové revoluce také pro výrobu energie a elektřiny (Paul et al., 2013). Jedná se tedy o objekt umístěný přes potok nebo řeku, jejímž hlavním cílem bude zadržování vody (Altinbilek, 2002).

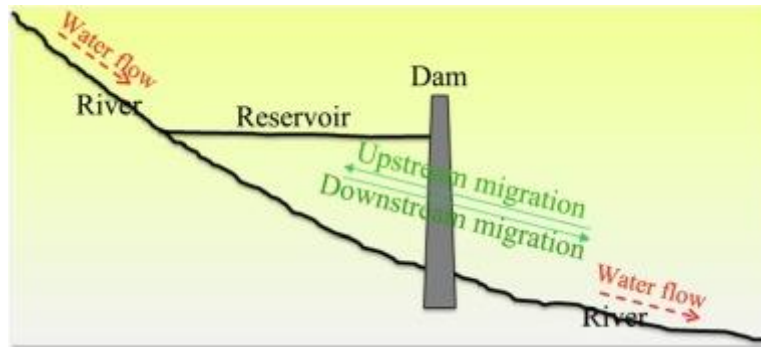
Vzhledem k tomu, že vodní energie nezpůsobuje znečištění ovzduší, se výstavba přehrad značně rozšířila, protože použitím správné techniky, nezpůsobíme nežádoucí vlivy a dopady na krajinu. Do atmosféry se neuvolňuje oxid uhličitý, jako u jiných energií, čímž nepřidělává problémy s dopadem skleníkových plynů a globálního oteplování (Altinbilek, 2002). Dalším z hlavních důvodů vzniku považujeme ochranu před povodněmi, které by jinak zničily charakter rostoucích rostlinných porostů, opatření pro lidskou civilizaci a pro zachování diverzity druhů. Dále pak poskytují vodu pro průmyslové odvětví, domácí potřebu, rekreaci a zajištění vodní energie (Paul et al., 2013).

I když využití pro účely antropogenní činnosti stavba přehrad má řadu výhod, jakoukoliv konstrukcí a zásahem do vodního prostředí a jejího přirozeného toku, způsobilé řadu problémů (Altinbilek, 2002). Z globálního hlediska pak tyto důsledky vyvolávají změny v režimech toku, režimech sedimentů a na celkovou rozmanitost druhů (Paul et al., 2013).



Obrázek 4: Přehled jednotlivých zástupců, které výstavba přehrad ovlivňuje (Wu et al., 2019).

Z obrázku č. 4 vyplývá, že ovlivňuje celou škálu odlišných zástupců a druhů. Mikroorganismy hrají v prostředí velmi důležitou roli. I když je možné snížit biomasu plísni v nádržích a po proudu, zejména díky sníženému proudu vody a změně teploty pod přehradou, stále hrají v prostředí další faktory, jako znečištění či jiné stresy, které by na bohatství hub nemělo žádný vliv (Wu et al., 2019). Jelikož výstavbou přehrad změním průtok, teplotu, kvalitu, množství a dostupnost potravy nebo celkově fyzikálně-chemické parametry vody, řadíme mezi další postiženou skupinou bentos (Paul et al., 2013). Komunita nacházející se v bentosu pravděpodobně změní své složení, strukturu a rozmanitost. Značnou výhodu budou mít ty druhy, které jsou tolerantnější na změny okolního prostředí a dokáží se rychle přizpůsobit na nové stanoviště, oproti méně tolerantnějším zástupcům, které na znečištění a na narušení citlivěji reagují, tudíž jejich počet začne slábnout (Wu et al., 2019). Pobřežní diverzita na tom není jinak, ohrožuje měkkýše, ryby, savce i ptáky (McCartney, 2009). Výstavbou přehrady ryby a vodní savce ovlivníme ze všech živočichů nejvíce, protože vznikne blokáce migračních tras, které jsou pro druhy velmi důležité, neboť neustále migrují po a proti proudu za třením. To vidíme na obrázku č. 5.



Obrázek 5: Jedná se o blokaci migračních cest ryb, kdy plná šipka znázorňuje směr migrace a přerušovaná šipka směr proudění vody (Wu et al., 2019).

Navíc hypolimnická voda, která odteče z nádrží do proudu za přehradou má jinou teplotu (Wu et al., 2019). Je to důsledkem toho, že voda v nádržích se akumuluje a stratifikuje. Z toho vyplývá, že pokud dojde k jejímu vypuštění, voda v nádržích bude mít jiný teplotní rozdíl než v řekách (McCartney, 2009). Nízká teplota má pak za následek potlačení embryonálního vývoje vážek, snížení jejich aktivity a druhovou bohatost. Na tyto faktory působí i změna průtoku vody v toku (Wu et al., 2019).

Je tedy zřejmé, že voda v nádržích má odlišné podmínky než řeka. Jelikož na první pohled je jisté, že řeky tvoří vzájemně propojenou síť cest povrchových nebo podpovrchových. Naopak rychlost vody uchovávané v nádržích závisí na celkové velikosti plochy (Oliveira et al., 2018).

3.6.1.2 Narovnávání vodních toků

Další úpravou v tocích, která oproti přehradám, jejíž cílem bylo vodu akumulovat, je spíše spojená s rychlejším odtokem vody z krajiny v důsledku jejího cíleného narovnávání. Proces narovnání probíhá odstraněním překážek, ohybů řeky až do dostatečného vyhloubení umožňující přijmout velký objem vody. Zrychlením hladiny vody snížíme erozi, a navíc podpoříme růst břehové vegetace, neboť k záplavám již dochází velmi ojediněle nebo vůbec (Just et al., 2003). Jenže urychlením toku narušíme přirozeně vyskytující se ekosystém. Oproti přirozenému meandrování řeky se dopustíme ztráty heterogenity stanoviště (Nakano & Nakamura,

2008). Forma života, které byla zvyklá na podmínky mírnějšího proudění vody, určitou teplotu, množství živin a sedimentů se s touto situací špatně vyrovnává (Glińska-Lewczuk & Burandt, 2011). Touto postiženou skupinkou budou i vážky, které špatně snáší rychlejší proudění vod, potlačující jejich vývoj u dna. Navíc při úpravách likvidujeme vegetaci, která napomáhá snižovat vysokou okolní teplotu a je důležitou potravou pro vodní organismy a pro vážky jako následná ochrana. Pro druhy nastane složitější situace dostat se ke stanovištím. Taktéž touto úpravou se voda nedostává do míst, kde se dříve přirozeně rozlévala a měla vliv na doplňování objemu podzemní vody (Glińska-Lewczuk & Burandt, 2011).

3.6.1.3 Těžba

Stejně tak zásahem do vodního prostoru kvůli těžbě se mění rychlost proudění, pobřežní struktura nebo množství vodního sedimentu. Těžba může mít různou podobu a to např. bagrování, vrtání studní, podpovrchové aktivity spojené v podzemních štolách. Všechny tyto těžební činnosti povedou k tvorbě sedimentů. Samozřejmě v dnešní době existují postupy, které zaručí správné provedení s minimálním dopadem na prostředí a druhy živočichů, ale do značné míry závisí tento úspěch na typu minerálů (Baptista et al., 2018). Uvolňování sedimentu při provádění výkopových procesů má vliv na zvětrání minerálů, díky tomu se do prostředí uvolní toxické látky nebo těžbou v dolech se mohou sedimenty dostat do vodních toků přispívající odkysličení vody (Younger & Wolkersdorfer, 2004). Vzhledem k jejich výskytu ve vodách se sloučeniny toxických kovů budou akumulovat v těle živočichů. Způsobí tak u larev vážek zpomalení pohybu a tím i možnost chycení potravy (Tollett et al., 2009). Bagrováním navíc přispíváme ve vodních ekosystémech k tvorbě zákalu (Just et al., 2003). Tento zákal sníží průchod světla vodní hladinou. Ztrácíme produkci fotosyntézy a potravy (Younger & Wolkersdorfer, 2004).

Často jsou proto budovány v prostorách povrchových a podzemních vod potrubí, které odvádí vodu jiným směrem (Just et al., 2003). Důvodem pro výstavbu těchto kanálů je zabránit vytékání toků, uchránit ještě nekontaminované vody kvůli těžbě a další úpravě (Younger & Wolkersdorfer, 2004).

3.6.1.4 Změna krajinného pokryvu

Jak již bylo zmíněno v kapitole ekologické nároky vážek, změnou krajinné struktury zhoršíme podmínky ve vodních tocích tak i živým organismům (Kadoya et al., 2008). Vodní toky ovlivňují husté porosty rostlinné vegetace v její blízkosti, tím že mění kvalitu vody, popřípadě světelný režim, teplotu, množství přítomného kyslíku a živin, zákal, případnou erozi (Samways et al., 2011). Následným odstraněním vegetace se dopustíme změny převládajících podmínek. Kdy na dřívě stinných místech začne působit světelný režim, který bude mít za následek zvýšení teploty vody a zhoršení rozpustnosti kyslíku v tocích nebo se sníží stabilita břehů (Castello & Macedo, 2015). Taktéž zvyšujeme odtok z povodí, které není pro řadu druhů organismů žádoucí (Samways et al., 2011). Larvy vážek na dně bentosu preferují spíše pomalu tekoucí vody (Corbet, 1999).

3.6.1.5 Úprava břehů

Jak pro vegetační složení nebo pro výskyt pestré řady organismů řadíme břehy mezi nejvíce ceněné oblasti, umožňující přechod mezi vodním a suchozemským prostředím (Strayer & Findlay, 2010). Vytváří podmínky pro rozvoj mnoha druhů či produkci organické hmoty. Jejich výskyt v krajině je jedním z dalších opatření proti povodním, ale na rozdíl od narovnávání koryt, kde podporujeme rychlejší odtok, zde břehy cíleně snižují účinek proudu (Just et al., 2003). Při rozbouřených vodách dopad vln odrazí a následně rozptýlí do prostoru. Díky omílání proudu, přináší pobřeží heterogenní oblast pro nespočet organismů. Například pro vážky, jejíž část životního cyklu probíhá na pobřežní vegetaci, budou vázány na strukturu břehů, především na rostoucí vegetaci. Rostliny zde vstřebávají nahromaděnou energii z vodních toků a zabrání tak erozi pobřeží a svými kořeny podporují stabilitu (Strayer & Findlay, 2010).

Sice zpevňování břehů rostlinami nebo jakákoliv úprava má své výhody, stále však platí, že přirozená oblast bez zásahů bude působit na ekosystém daleko lépe než lidskou činností upravené břehy. To samé platí i pro bagrování (Just et al., 2003).

3.7 Vývoj a revitalizace vodních toků ve středí Evropě

3.7.1 Historický přehled

První dochované záznamy vodních toků nalezneme v období středověku. V počátcích se jednalo o mlynářské, pilařské a hamernické úpravy, které zasahovaly do většiny údolí. Především mlynářské úpravy nalezneme zachované v dnešní době. Tehdy zásahy prováděny spíše ve smyslu obohacování ekosystému, a ne degradace toků, jež lze v současnosti vidět. Ovšem stavba mlýnských jezů má na svědomí první ovlivnění, působící na migraci vodní fauny. Ve středověku se setkáváme již s úpravou toků především v souvislosti s vytěženým dřevem, které bylo dopravováno na místo určení plavením po vodách, a začal převládat zájem o plavby. Zde úpravou myslíme odstraňováním překážek v korytě (př. Kameny). Oproti postupnému vývoji, změny na počátcích byly skromné, ale přesto členitost koryt ovlivňovali ztrátou geodiverzity (Just et al., 2005).

S rozvojem obchodu v 19. století přichází éra vodohospodářských úprav dopadající na usměrňování vodních toků, zejména pro posílení ochrany proti povodním, posílením plavby a odtokem ze zemědělsky využívaných oblastí. Na konci 19. století za pomoci parních a spalovacích motorů, technika nahradila břemeno člověka a pomohla odstranit silné materiály v nivách i v rámci celého toku. V českých zemích uspíšily úpravu silné povodně v roce 1890. Potoky a říčky mizely náhradou upravených vodních toků, svodnic a kanálů. Posílila se ochrana proti povodněmi, budováním odvodňovacích systémů a zlepšilo se odvodňování v nivách ze zemědělsky využívaných ploch (Just et al., 2005).

Kolektivizace a mechanizace velkovýroby se začala vyvíjet v 50. a 60. letech. V těchto letech se extrémně odvodňovalo, jenže nastaly problémy s kvalitou a množstvím vody. Její udržení v prostoru podzemních vod, bylo obtížné vlivem panujících nevyhovujících podmínek a pokračovalo narovnávání se ztrátou meliorace v tocích, nedostatkem půdních živin a všeobecnou ztrátou biodiverzity. Nástup 90. let přinesl extrémní sucho, bez srážek. V místních vodách důsledek problémů s eutrofizací (Just et al., 2005).

Stávající koncepce ve 20. století „neupravené koryto, špatné koryto“ během let natolik zesílila, že v dnešních dobách razantně převládla, bez uvědomění si negativních problémů s tím spojených. Proto na mnoha místech v současnosti probíhá revitalizace, odstraňující dřívější nevhodné zásahy v tocích (Just et al., 2005).

3.7.2 Revitalizace v ČR

Snaha pozměnit dopadající vývoj vodního hospodářství a ovlivnit stav, který vůči zásahům vzniká, nastoupila v roce 1989 revitalizace v ČR. Zbavit se starých zvyklostí a začít pracovat v duchu revitalizace nebylo jednoduché, ještě s ohledem na naprostou nepřipravenost realizovat tento nový pojem v praxi na vodních tocích. Pro začátek stačilo namísto vymýšlení vlastních postupů vodohospodářských revitalizací začít s nápady a osvědčenými postupy, jež probíhaly v zahraničí. Nezkoušet například odstraňovat komponenty upravených koryt, aby směr proudu převládal jiným směrem. Česká republika na rozdíl od jiných zemí provádí úpravy v drobných vodních tocích. Záměrný výběr s cílem zlepšit podmínky drobnějších toků, postižených člověkem. Proč právě drobné toky, je otázkou zpoždění v komplexním vnímání ochrany. Avšak i přes řadu nepříznivých situací, dnes probíhají četné revitalizace koryt, které svými pozitivními dopady na ekosystém potvrzují správnost rozhodnutí (Just et al., 2005).

3.7.3 Obnova přirozeného rázu

Obnovu vodního prostředí zaručíme pomocí 3 procesů (Just et al., 2003):

- 1) Dlouhodobá samovolná renaturace
- 2) Renaturace povodněmi
- 3) Technické revitalizace

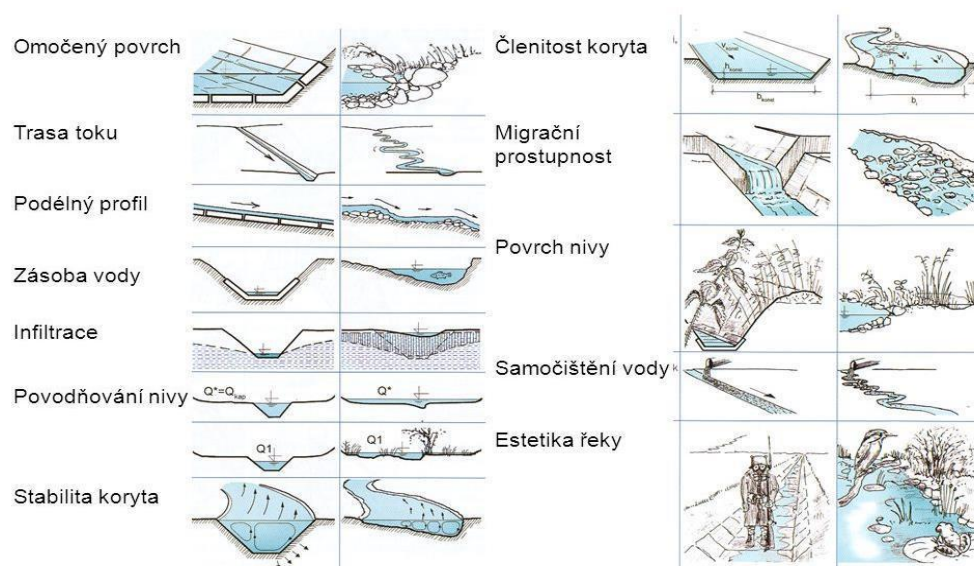
Samovolná renaturace – Obnova, jež probíhá bez velkých zásahů člověka. Zejména nechat plochy zarůstat samostatně vegetací, hromadit v korytech splaveniny, popřípadě samovolně proběhnout rozpad dřívějších opatření. Není potřeba zbytečně provádět údržbu, které by přirozený chod narušila. Tento způsob provedení není náročný, avšak je velmi zdlouhavý. Samovolnou renaturaci nemůžeme použít

pokaždé. Situace, kdy není vhodné se držet této metody je v zahloubení koryt. Koryto svými silnými proudy má tendenci neustále zvyšovat kapacitu koryta. Zde už je nejlepší variantou provést technické opatření (Just et al., 2003).

Renaturace povodněmi – Vzniklá povodeň může vzhledově měnit koryto bez lidského vlivu, avšak její podstata bývá zachována. Větší dopady budou v upravených korytech. Částečně upravené plochy bez opevnění následná povodeň, která s sebou přináší řadu nánosů, přirozeně revitalizuje koryto. Ochranu před povodněmi v oblastech s výskytem staveb je třeba řešit prioritně před potenciálně vzniklými škodami, jež mohou nastat tím, že koryto stabilizujeme. Avšak v úsecích toků a niv je důležité zvýhodnit přirozenou obnovu. Pokud koryto má tuhé opevnění, nastává při povodních destrukce. Celá práce na vyztužení ploch, ať už za pomoci betonových desek, tvárnice se zničí. Aby byla oblast zpátky navracena do přirozeného stavu, lze technickou revitalizací ji postupně navrátit (Just et al., 2003).

Technická revitalizace – Revitalizace, jejíž hlavním smyslem je zlepšit přírodní a krajinné hodnoty, které budou ve vzájemné rovnováze (Just et al., 2003).

3.7.4 Revitalizační přínosy



Obrázek 6: Suma revitalizačních zásahů, které lze provádět (Just et al., 2005).

Při provádění revitalizačních opatření se můžeme setkat s řadou úprav, které probíhají v prostředí vodního toku. Výčet některých opatření si lze všimnout na obrázku č. 7, které byly zmiňovány v předchozích kapitolách. Tento soupis si prioritně bere za cíl zlepšit přírodní a krajinné podmínky s cílem posílit zastoupení jednotlivých druhů a podpořit rozvoj či vývoj nových jedinců (Just et al., 2003).

4 Vlastní práce

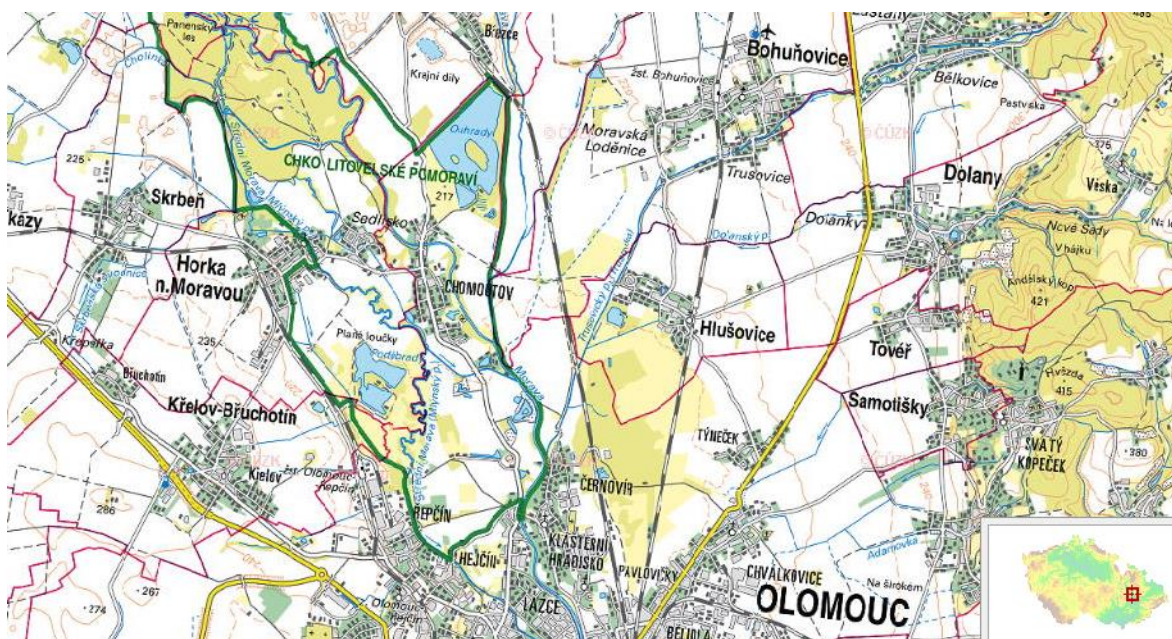
4.1 Popis vybrané lokality

Popisovaná lokalita zvolená pro bakalářskou práci se nachází v CHKO Litovelské Pomoraví na řece Moravě v Olomouckém kraji. Poblíž obce Horky nad Moravou byla před pár lety provedena revitalizace na vybraných úsecích řeky Moravy. Cílem této úpravy bylo podpořit dochovaný přirozeně meandrující tok řeky tím, že se na některých zvolených místech odstraňovaly kamenné záhozy staré několik let. Ovlivňovaly tok řeky postupným zahloubením. Díky použité speciální technice byly útvary z povodí odstraněny a došlo k podpoře bočních erozí.

Litovelské Pomoraví patří mezi jedny z menších chráněných krajinných oblastí, na ploše do 100 km². I když lze vidět zachovaný meandrující stav, antropogenní činností ovlivněná nakonec přece jen lokalita byla. Ovšem vzniklé zásahy vedly k podpoře a k zachování ekologii krajiny a ochrany vyskytujících druhů. Proud řeky velmi intenzivně podporuje vzniku meandrů nebo tvorbě ostrůvků. Meandrování přispěje ke zpomalení rychlosti proudu a odtoku z krajiny. Vzniklá členitost koryta podpoří čistící schopnost řeky daleko více. S tím souvisí i odlišná přítomnost rostlin a živočichů na lokalitách. Jak v regulovaných i v neregulovaných oblastech počty jedinců budou odlišné někdy se i s dotyčným druhem, dříve hojně vyskytujícím již nesetkáme.

Z geologického hlediska se jedná o oblast tvořící se na štěrkopiscích. Ve vodách nebo poblíž vodního prostředí vyrůstá stromová vegetace, které brání sesuvům půdy, svými kořeny. Nebo se ponechávají spadlé stromy rostoucí na pobřeží zasahující až do vodního prostředí. Na takových místech je zvýšený výskyt různých druhů hmyzu. Není pochyb, že převažující vegetací v blízkosti popisovaných lokalit byla tvořena hlavně stromovou vegetací. Nejvíce zastoupená vrba bílá (*Salix alba*). Porosty ovšem svoji výškou a blízkostí s vodním tokem často způsobovaly nevhodný zástin během dne. V těchto chvílích docházelo ke snížení až vymizení pohybové aktivity vážek a byly opět spatřeny na úsecích s plným dopadem slunečního záření. Na úsecích, pokud nejsou vlivem zvýšené hladiny vody poškozené nebo revitalizačním zásahem ovlivněné, roste v hojném počtu rákos obecný (*Phragmites australis*), chrastice

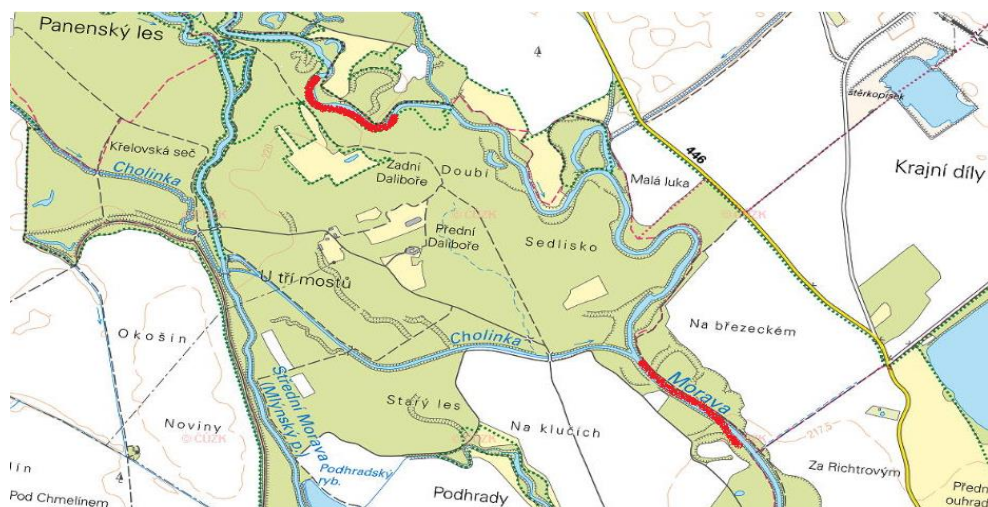
rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*) nebo ostřice (*Carex sp.*). Rostoucí traviny v tomto případě nejsou jedním z limitujících faktorů bránící vývoji vážek, neboť vegetace nedosahuje velkých porostních rozměrů. Díky menšímu vzrůstu tak nezpůsobují zástin na hladině vody a nesnižují okolní teplotu. To by ovšem neplatilo pro nepůvodní rostliny rostoucí podél břehů. I když se v CHKO Litovelské Pomoraví v současnosti nepůvodní rostliny již nevyskytují, stále svým zástinem ohrožují dynamický rozvoj řady druhů vážek v jiných zkoumaných oblastech.



Obrázek 7: Lokalizace CHKO Litovelské Pomoraví (Národní geoportál INSPIRE <<https://geoportal.gov.cz>>)

4.2 Metodika

Před zahájením mapování oblasti nacházející se na řece Moravě poblíž obce Horky nad Moravou a celkovým sběrem dat vztahující se k početnosti vyskytujících vážek, bylo nutné nejprve vytyčit lokality, které posloužily k získání potřebných analytických dat pro pozdější zpracování a vyhodnocení možných výsledků. Po pravém břehu řeky Moravy bylo náhodně vytipováno 10 specifických míst, které se jevily jako nejvhodnější pro získání požadovaných výsledků. Tato místa se nacházela na březích v blízké vzdálenosti vodního toku. Celková velikost jednotlivých vybraných ploch nepřesahovala délku 100 m a vzdálenost jednotlivých míst, se posuzovala náhodně, podle konkrétní situace v povodí, viditelnosti a dostupnosti. V celém CHKO Litovelské Pomoraví, byla tahle oblast pro získání údajů vybrána nikoliv náhodně, ale s jistým účelem, vzhledem k dříve prováděné revitalizaci vodních koryt. Půlka (tedy 5 míst) vybraných lokalit, se nacházela právě na takových lidskou činností ovlivněných místech a zbylé lokality na místech bez prováděné revitalizace s přirozeně utvářejícím korytem.



Obrázek 8: Na řece Moravě červenou barvou znázorněny oblasti použité pro mapování a sběr dat (Národní geoportál INSPIRE <<https://geoportal.gov.cz>>)

Sběr dat započal v hlavní sezóně od konce června do začátku září. Právě tohle období, bylo nejvhodnější pro vážky, jež začínají být aktivní. S odstupem každých čtrnácti dní, pokud počasí dovolilo, se v dopoledních hodinách kontrolovaly již vybraná místa, která se monitorovala v nepravidelných časových intervalech, po celou hlavní sezónu naprosto stejným způsobem. Během celé hlavní sezóny tato místa byla navštěvována celkem pětkrát. To znamená, že stanoviště od 1 do 10 bylo navštěvováno v náhodně vybraném pořadí tak, aby se navštěvovaly jednotlivé úseky v jiných časech, vzhledem k měnící se klimatické teplotě v rámci celého dne. Protože díky meandrování řeky a okolního porostu docházelo na úsecích v průběhu dne k rozdílným panujícím podmínkám. Tudíž na některých vybraných úsecích v ranních hodinách bylo nedostatek slunečního svitu, které způsobovalo menší aktivitu vážek a v odpoledních hodinách již zastínění nebylo problémem a následná aktivita vážek byla mnohem větší a výraznější. Na každé vyměřené ploše byly vážky vizuálně sledovány a jejich stanovený počet zapsán do kontrolního zápisníku, ve kterém byly charakterizovány podle pohlaví jednotlivých druhů. Pro stanovení druhů a pohlaví jedinců se použilo speciálního klíče. Jednalo se o tyto druhy vážek motýlice obecná (*Calopteryx virgo*), motýlice lesklá (*Calopteryx splendens*), šidélko brvonohé (*Platycnemis pennipes*) a klínatka obecná (*Gomphus vulgatissimus*) (Dolný et al., 2016). Aby nešlo pouze o vzdálenostní odhady jedinců, byla použita pro hmyz speciální síť, do které se odchyťovaly. Poté co byl druh určen, se jedinec opět vypustil do okolní krajiny. Tímto způsobem se procházely všechny lokality revitalizované tak i antropogenní činností neovlivněné úseky každých čtrnácti dní, tedy celkem pětkrát, po celou probíhající sezónu. Následně se získaná data vyhodnocovala na základě statistické analýzy v programu R verze 3.6.3 za použití zobecněných smíšených modelů. Na získání výsledků od každého pozorovaného druhu jsem vytvořila smíšený model pro každou vážku zvlášť. Zvolila jsem vysvětlovanou proměnou jako počet jedinců jednotlivých druhů vážek, pevný efekt jako kategorickou proměnnou o dvou kategoriích, která mi vyjadřovala, zda na lokalitách byla či nebyla provedena revitalizace a úseky jsem zvolila jako náhodný efekt lokality (jedná se o 10 navštěvovaných míst). Následně jsem data řešila pomocí funkce anova. Kde jsem porovnávala tento vytvořený smíšený model s modelem, ve kterém jsem zahrнула pouze stanoviště (s nebo bez revitalizace) jako náhodný efekt. Jelikož jevy nastávají nezávisle na sobě, pracovala jsem s Poissonovým rozdělením,

proto v testování byl použit Chi-kvadrát test. Na základě dvou stanovených nulových hypotéz jsem zjišťovala, zda počet jednotlivých vážek nemá vliv na provedenou revitalizaci a druhá udávala, zda rozptyl interceptů mezi stanovišti bude nulový. Tyto stanovené nulové hypotézy jsem zamítala na hladině významnosti p hodnota $< 0,05$. Pro zobecněné lineární modely jsem testovala předpoklady, zda mají normální rozdělení, nezávislost a homogenní rozptyl. Posledním krokem jsem pro každý druh vytvořila krabicový graf, který znázorňuje medián v počtu jednotlivých pozorovaných vážek na stanovištích, kde revitalizace provedena byla s místy bez provedené revitalizace.

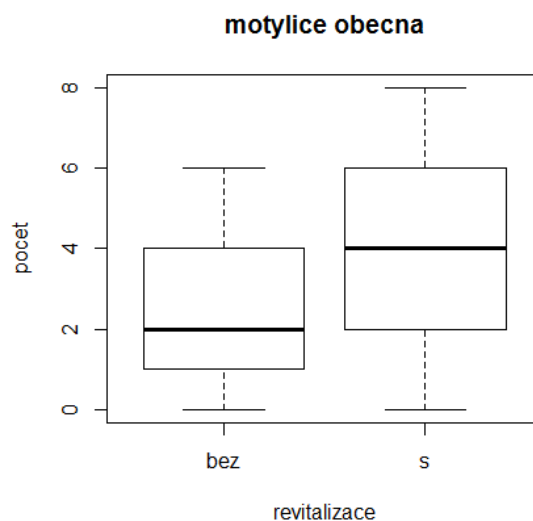
5 Výsledky

Tato práce byla založená na výzkumu, zda při provedení revitalizace vodních toků, zejména pro podpoření přirozeného meandrování řeky tím, že se odstranily nahromaděné kamenité záhozy na řece Moravě, ovlivňuje zásah abundanci vážek na vybraných lokalitách. Dle výsledků zjištěné ze statistické analýzy je patrné, že nulová hypotéza se nezamítá na hladině významnosti 0,05. Tedy provedená revitalizace nikterak neovlivňuje početnost vyskytující se motýlice lesklé (*Calopteryx splendens*), u které mi vyšla p hodnota větší než 0,05, tato výsledná hodnota je zapsána v tabulce č. 1 a motýlice obecné (*Calopteryx virgo*), taktéž s výslednou p hodnotou větší než 0,05 (tabulka č. 1) na zmíněných lokalitách (Dolný et al., 2016). Naopak u šidélka brvonohého (*Platycnemis pennipes*) revitalizace pozitivní vliv měla, neboť při provedené statistické analýze výsledkem byla p hodnota menší než 0,05. Výslednou hodnotu ze statistické analýzy lze vidět v tabulce č. 1 a nalezený počet jedinců, kterých bylo více v úsecích s provedenou revitalizací na obrázku č. 12. Možný výskyt klínatky obecné (*Gomphus vulgatissimus*) na lokalitách nalezen nebyl, proto není do analýzy a případných výsledků zahrnut (Dolný et al., 2016). Výsledky ze statistické analýzy je možné vidět v tabulce č. 1.

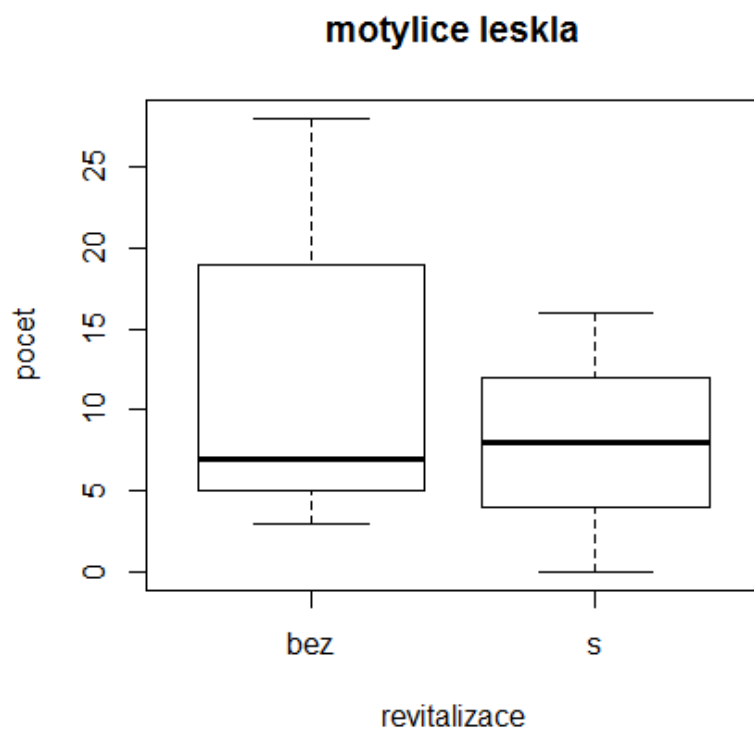
Tabulka 1: Vyhodnocení výsledků ze statistické analýzy pro každý druh vážky zvlášť. Na základě zjištěné p hodnoty, revitalizace ovlivní početnost u šidélka a naopak motýlice obecná a motýlice lesklá ovlivněna zásahem nebudou.

druh vážky	latinský název	p hodnota	hypotéza
motýlice obecná	<i>Calopteryx virgo</i>	0.181	BEZ=S
motýlice lesklá	<i>Calopteryx splendens</i>	0.5056	BEZ=S
šidélko brvonohé	<i>Platycnemis pennipes</i>	0.03326	BEZ<S

Pro každý druh jsem vytvořila v programu R krabicový graf, který udává medián výskytu každého měřeného druhu, kromě klínatky obecné na stanovištích bez a s revitalizací. Z této analýzy vyplývá, že dříve provedená revitalizace v tocích, má vliv na počet vážek vyskytujících se na řece Moravě. Tedy abundance vážek monitorovaná v letní sezóně podél toků, byla větší na lokalitách s případnou revitalizací, nikoliv na místech, kde revitalizace prováděná nebyla. Tento fakt, je možný vidět na obrázcích č. 8 pro motýlici obecnou, kdy mnohem více zastoupených druhů vážek se naměřilo v úsecích s provedenou revitalizací. Taktéž na obrázku č. 9 pro motýlici lesklou je počet větší na upravených lokalitách a na obrázku č. 10 znázorňující vážku šidélka brvonohého je měřený výsledek stejný ovšem při porovnání s oba druhy motýlic je jeho početní výskyt daleko menší.



Obrázek 9: Průměrná abundance motýlice obecné na místech s a bez provedené revitalizace.



Obrázek 10: Průměrná abundance motýlice lesklé na místech s a bez provedené revitalizace.



Obrázek 11: Průměrná abundance šidélka brvonoheho na místech s a bez provedené revitalizace.

6 Diskuze

Z výsledků vyplívající z provedené statistické analýzy je patrné, že byl signifikantní vliv revitalizaci toku na abundanci jedinců sledovaných vážek prokázán pouze u šidélka brvonohého. Může to být dáno tím, že se jedná o euryektní druh s nízkými nároky na obývací prostředí (Dolný et al., 2016). Tudíž by mu nevadila změna struktury krajiny a jeho adaptace na jiné převládající podmínky, by byly mnohem rychlejší, pokud by se v krajině prováděly změny ve vodních tocích (Dolný & Bárta, 2007). Buczyńska & Buczyński (2019) ve svých výsledcích z provedené studie o možnosti bagrování koryt a jejich dopad na druhovou rozmanitost uvádějí, že se populace šidélka brvonohého, po provedení regulovaného zásahu do vodních toků, výrazně zvýšila. Tato provedená studie se ale protřečí s další studií od (Buczyński et al., 2016), kteří taktéž zkoumali, jaký vliv má bagrování na zachování populací. Ale na rozdíl od (Buczyńska & Buczyński, 2019), své výsledky neměli ovlivněny zastíněním okolního porostu z důvodu jejího odstranění. Vznikl tak otevřený prostor, bez omezení slunečního záření, a to i na úsecích, kde revitalizace prováděna nebyla. Ovšem tyto místa bez provedené revitalizace do případných výsledků zahrnutý nejsou. Buczyński et al., (2016) z výsledků ale zjistili, že zásah měl negativní vliv na řadu vážek, který snižoval svoje početní zastoupení. Mezi nimi zmiňované šidélko brvonohé. I když (Dolný et al., 2016) v knize uvádějí, že není tento druh nikterak náročný, co se do prostředí týče, zde odstraněním vegetace v blízkosti vodního toku vlivem bagrování se počet rapidně snížil. Výsledkem bylo, že druh, který by se měl na upravených lokalitách hojně vyskytovat a neměnit početní zastoupení bez ohledu na provedenou revitalizaci, naopak svůj počet snižoval.

Ovšem zastoupení šidélka na deseti vybraných lokalitách nebylo dostatečně vysoké, a to jak v revitalizovaných úsecích, tak i v částech bez prováděného zásahu s přirozeně meandrujícím tvarem koryta. Naopak (Nakano & Nakamura, 2008) potvrdili, že v přirozeně meandrujícím úseku, bylo zastoupení jedinců větší, ale na místech, kde nebylo stabilní koryto řeky, které působilo, i na okolní porosty počet klesal. Nízký počet by tedy mohl být daný charakterem stanoviště, neboť u všech vybraných lokalit s výjimkou stanoviště č. 7 s intenzivním zastoupením slunečního

záření, převládalo mírné zastínění okolním porostem. Oproti studii od (Buczyński et al., 2016), se liší výsledek tohoto druhu v tom, že na revitalizovaném úseku č. 7, byl prokázán výrazný početní výskyt neovlivněný případným zastíněním, zatímco (Buczyński et al., 2016) tvrdili, že na nezastíněných stanovištích početnost ubývala. Nízké zastoupení může být taktéž spojené s částí vodního toku. Kdy podle (Dolný et al., 2016) jsou šidélka více zastoupená ve spodních úsecích řek (epipotamon, metapotamon). Nebo při narovnaném úseku bývá počet nízký (Nakano & Nakamura, 2008), kdežto v meandrováném úseku lze najít výraznější zastoupení druhů (Garcia, 2012). Zde ale vzorky byly odebrány ve středním toku, nikoliv však ve spodních úsecích řeky a díky provedené revitalizaci a již přirozenému meandrování se v této vybrané lokalitě narovnané úseky s větším proudem nevyskytovaly. Proto tyto možnost neberu v rámci tohoto výzkumu jako jedním z možných důvodů případného snižování jedinců. Další možností sníženého výskytu šidélka brvonohého mohlo být i v důsledku nepříznivého počasí v letním období, kdy bylo toto pozorování prováděno. Na to poukazuje i studie od (Samways & Sharratt, 2010). Mohlo to být kvůli zvýšené hladině toku řeky, která tak ničila okolní porost a zabraňovala všem druhům vážek se přirozeně vyskytovat na pobřežní vegetaci s výjimkou stanoviště č. 7, kde odebírané vzorky byly na nezničené vegetaci. Moje výsledky se shodují se studií od (Buczyński et al., 2016), kteří svůj výzkum prováděli taktéž v letních měsících, ale měli snižování počtu druhů ovlivněno bagrováním vegetace, zatímco z mého pozorování byla vegetace zničená zvýšenou hladinou vody. Taktéž od (Samways & Sharratt, 2010), kteří porovnávali, jak se změní výskyt vážek na stanovištích s a bez porostu. Z výsledků zjistili, že odstraněním vegetace případně vegetace způsobující na stanovištích zástin ovlivnilo populaci vážek a následně snížilo početní zastoupení. Tento zjištěný výsledek se u šidélka brvonohého taktéž shoduje s mým pozorováním na všech lokalitách s výjimkou č. 7. Z mých výsledků a poznatků od (Buczyński et al., 2016) a (Samways & Sharratt, 2010) vyplývá, že s největší pravděpodobností šidélko brvonohé nejvíce postihuje okolní teplota a případná ztráta pobřežní vegetace.

Naopak u motýlice obecné a motýlice lesklé signifikantní vliv z provedené analýzy prokázán nebyl. Mohlo by to být důsledkem kratší doby zjišťování výsledků, protože nelze říci, do jaké míry revitalizace motýlici lesklou a motýlici obecnou

ovlivnila, z důvodu proměnlivosti jedinců (Nakano & Nakamura, 2008). Avšak ze získaných záznamů o počtu jednotlivých druhů je patrné, že početnost obou druhů je více zřejmá na stanovištích s provedenou úpravou do vodních toků. Motýlice lesklá však byla o něco méně zastoupená na jednotlivých lokalitách. Důvodem je pravděpodobně přítomnost rostoucí vegetace, která zasahovala až do vodního toku (Samways & Sharratt, 2010). To je zřejmé i z prováděné studie od (Nagy et al., 2019) a od (Samways & Sharratt, 2010) kteří zjistili, že na výskyt vážek negativně působí vysoká a hojně se vyskytující vegetace. Obecně čím více vegetace, tím méně vážek (Samways & Sharratt, 2010). Podle výsledků z této studie, jsou více na tyto podmínky ovlivněné zástupci z podřádu Zygoptera, ale již méně má vliv na diverzitu vážek pocházející z podřádu Anisoptera (Nagy et al., 2019). Z toho vyplývá, že podle zjištěných výsledků, by mohla být motýlice lesklá patřící do podřádu Zygoptera náchylnější na extrémní zarůstání vegetačním pokryvem oproti motýlice obecné a také důvodem, proč byl zjištěn menší výskyt. Výsledky vyplívají i ze studie (Oliveira-Junior, 2019), kdy byly vážky z podřádu Zygoptera náchylné na změny vegetace, protože tím bývají více vystavovány přehřátí organismu. Taktéž vzhledem k vybraným lokalitám je možné, že v důsledku absence porostů na některých stanovištích s minimem zástínu, byl důvodem omezeného počtu vážek zvýšená teplota vody, potvrzující tento dopad i (Oliveira-Junior, 2017). I když byla zjištěna větší početnost u obou druhů na dřívě revitalizovaných tocích u motýlice obecné studií, kterou provedli (Buczyńska & Buczyński, 2019) zjistili, že právě motýlice obecná byla daleko hojnější po zásahu než motýlice lesklá, což se shoduje s výsledky prováděné v rámci mého výzkumu a obecně druhy mohou být ovlivněné ztrátou heterogenity stanoviště shodující se se studií (Oliveira-Junior, 2019). I když data nejsou sbírána ihned po úpravě v tocích, můžeme pouze předpokládat, zda by výsledky, které jsou uvedené na obrázku č. 8, byly stejné, pokud by se zahrnuly ihned po revitalizaci, společně se studií od (Nakano & Nakamura, 2008) odkazující na proměnlivost jedinců.

Z provedené statistické analýzy je patrné, že revitalizace vliv u některých druhů na abundanci má. Vzhledem krátké doby zjišťování výsledků, však nelze říct do jaké míry, provedená úprava vážky ovlivnila. Neboť na vážky působí celá řada dalších faktorů mimo jiné měnící se teplota, zastínění a okolní porost (Dolný & Bárta, 2007).

Tyto faktory by mohly, pokud by byly zahrnuty do výsledků, ovlivnit zastoupení druhů na úsecích s revitalizací či bez (Buczyński et al., 2016). Lze tedy předpokládat ze studie (Nakano & Nakamura, 2008) i z mých výsledků, že nově provedená revitalizace bude mít vliv na snižování početnosti vážek v krátkém časovém horizontu, protože jakýmkoliv zásahem se mění struktura přirostlé vegetace a okolní podmínky. Naopak čím starší úprava bude, tím větší existenci jedinců bude možné najít.

7 Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zjistit, zda revitalizace vodních toků, jakožto úprava prováděná antropogenní činností, má vliv na abundanci a vývoj vážek. Ze získaných výsledků je zřejmé, že statistická analýza prokázala signifikantní rozdíl u jednoho sledovaného druhu šidélka brvonohého (*Platycnemis pennipes*) u ostatních pozorovaných jedinců signifikantní rozdíl nebyl a výsledky z grafického znázornění ukazují více vyskytujících se vážek v prostředí provedené revitalizace.

Je tedy žádoucí podporovat přirozeně utvářené prostředí a zasahovat do vodních toků pouze v případě úpravy, ať už za účelem odstranění dlouhodobých nánosů, regulací koryt a břehů pro zlepšení odtoků a zpomalení vodního proudu. Při častých zásazích by mohl vzniknout problém do budoucna, protože prováděním revitalizace zasahujeme do krajiny a prostředí a měníme celkovou přirozenou strukturu utváření. Na takovou rychlou změnu se vážky, ale i jiná fauna nedokáže přizpůsobit a dochází tak k snižování počtu jedinců.

Data nashromážděná v rámci tohoto výzkumu, jsou pouze z malé části sledovaného vodního toku na řece Moravě. Pro přesnější a důkladnější výsledky je třeba sesbírat data z více oblastí, popřípadě i s různým typem stanovišť, na kterých by byla prováděná revitalizace vodních toků. Na závěr lze říct, že šetrnou úpravou vodních toků pro zlepšení kvality prostředí je možné podpořit abundanci a druhovou rozmanitost jedinců vážek, ale i jiných živočichů.

8 Seznam použitých zdrojů a literatury

- Altinbilek, D., 2002: The role of dams in development. *Water Science and Technology*, 45(8). S. 169-180. doi:10.2166/wst.2002.0172
- Baptista, L., Manuel, J., Aguiar, P. F., & Pereira, M. J. 2018: Impact of mining on the environment and water resources in northeastern Angola. *Biodiversity & Ecology*, 6. S. 155-159. doi:10.7809/b-e.00318
- Baruš, V., & Oliva, O., 1995: *Fauna ČR a SR. Mihulovci (Petromyzontes) a ryby (Osteichthyes)*. Academia, Praha
- BatistaGuimarães, A. T., Rodrigues, A. S., Pereira, P. é., Silva, F. G., & Malafaia, G. 2021: Toxicity of polystyrene nanoplastics in dragonfly larvae: An insight on how these pollutants can affect benthic macroinvertebrates. *Science of The Total Environment*, 752(15). S. 141936. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141936
- Bernáth, B., Szedenics, G., Wildermuth, H., & Horváth, G. 2002: How can dragonflies discern bright and dark waters from a distance? The degree of polarisation of reflected light as a possible cue for dragonfly habitat selection. *Freshwater Biology*, 47(9). S. 1707-1719. doi:10.1046/j.1365-2427.2002.00931.x
- Buczyński, P., Zawal, A., Buczyńska, E., Stepień, E., Dąbkowski, P., Michoński, G., . . . Czachorowski, S., 2016: Early recolonization of a dredged lowland river by dragonflies (Insecta: Odonata). *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 417(43). S. 1-11. doi:10.1051/kmae/2016030
- Buczyńska E., Buczyński P., 2019: Survival under anthropogenic impact: the response of dragonflies (Odonata), beetles (Coleoptera) and caddisflies (Trichoptera) to environmental disturbances in a two-way industrial canal system (central Poland). *PeerJ Life & Environment*, 6(4): e6215. doi:10.7717/peerj.6215
- Castello, L., & Macedo, M. N., 2015: Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, 22(3). S. 990-1007. doi:10.1111/gcb.13173
- Corbet, P. S., 1999: *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. Harley Books, ISBN: 9789004278608
- Dennis, P., & Schorr, M., 2021: *World Odonata List* (online) [2021.03.11], dostupné z <<https://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/world-odonata-list2/>>
- Dolný , A., Harabiš, F., & Bárta, D., 2016: *Vážky (Insecta: Odonata) České republiky*. Academia, Praha, 342 s.

- Dolný, A., & Bárta, D., 2007: *Vážky České republiky: Ekologie, ochrana a rozšíření/The dragonflies of the Czech Republic: ecology, conservation and distribution*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody. 672 s.
- DuBois, R. B., 2015: Detection probabilities and sampling rates for Anisoptera exuviae along river banks: influences of bank vegetation type, prior precipitation, and exuviae size. *International Journal of Odonatology*, 18(3). S. 205-215. doi:10.1080/13887890.2015.1045560
- Dudgeon, D., 2020: *Freshwater biodiversity : status, threats and conservation*. Cambridge University Press, United Kingdom: 512 s.
- Ekvall, M. K., Martin, J., Faassen, E. J., Gustafsson, S., Lurling, M., & Hansson, L.-A., 2013: Synergistic and species-specific effects of climate change and water colour on cyanobacterial toxicity and bloom formation. *Freshwater Biology*, 58(11). S. 2414–2422 . doi:10.1111/fwb.12220
- Flenner, I., Richter, O., & Suhling, F., 2010: Rising temperature and development in dragonfly populations at different latitudes. *Freshwater Biology*, 55. S. 397–410. doi:10.1111/j.1365-2427.2009.02289.x
- Futahashi, R., 2016: Color vision and color formation in dragonflies. *Global change biology * Molecular physiology*, 17. S. 32-39.
- Garcia, X. F., Schnauder, I., & Pusch, M. T. 2012: Complex hydromorphology of meanders can support benthic invertebrate diversity in rivers. *Hydrobiologia*, 685. S. 49-68. doi:10.1007/s10750-011-0905-z
- Glińska-Lewczuk, K., & Burandt, P. 2011: Effect of river straightening on the hydrochemical properties of floodplain lakes: Observations from the Łyna and Drwęca Rivers, N Poland. *Ecological Engineering*, 37(5). S. 786-795. doi:10.1016/j.ecoleng.2010.07.028
- Hassall, C., & Thompson, D. J., 2008: The effects of environmental warming on Odonata: a review. *International Journal of Odonatology*, 11(2). S. 131-153. doi:10.1080/13887890.2008.9748319
- Hassall, C., Thompson, D. J., French, G. C., & Harvey, I. F. 2007: Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. *Global Change Biology*, 13(5). S. 933-941. doi:10.1111/j.1365-2486.2007.01318.x
- Herrera, E. Q., Casas, J., Dangles, O., & Pincebourde, S., 2018: Temperature effects on ballistic prey capture by a dragonfly larva. *Ecology and evolution*, 8(8). S. 4303-4311. doi:10.1002/ece3.3975
- Chagas, T. Q., Costa Araújo, A. P., & Malafaia, G. 2021: Biomicroplastics versus conventional microplastics: An insight on the toxicity of these polymers in dragonfly larvae. *Science of The Total Environment*, 761. S.143231. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.143231

- Just, T., Matoušek, V., Dušek, M., Fišer, D., & Karlík, P., 2005: *Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi*. AOPK ČR a MŽP, Praha, 359 s.
- Just, T., Šámal, V., Dušek, M., Fišer, D., Karlík, P., & Pykal, J., 2003: *Revitalizace vodního prostředí*. AOPK ČR, Praha, 144 s.
- Kadoya, T., Suda, s.-i., Tsubaki, Y., & Washitani, I., 2008: The sensitivity of dragonflies to landscape structure differs between life-history groups. *Landscape Ecology* 23. S. 149–158. doi:10.1007/s10980-007-9151-1
- Khalid, R. H., Rouf, A. B., & Humaira, Q., 2020: *Bioremediation and Biotechnology: Sustainable Approaches to Pollution Degradation*. Springer Nature. ISBN: 978-3-030-35690-3
- Koch, K. 2015: Influence of temperature and photoperiod on embryonic development in the dragonfly *Sympetrum striolatum* (Odonata: Libellulidae). *Physiological Entomology*, 40(1). S. 90-101. doi:10.1111/phen.12091
- Lesch, V., & Bouwman, H. 2018: Adult dragonflies are indicators of environmental metallic elements. *Chemosphere*, 209. S. 654-665. doi:10.1016/j.chemosphere.2018.06.029
- Lessard, J. L., & Hayes, D. B., 2003: Effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams. *River Research and Applications*, S. 721-732. doi:10.1002/rra.713
- McCartney, M., 2009: Living with dams: managing the environmental impacts. *Water Policy*, 11. S. 121-139. doi:10.2166/wp.2009.108
- McCauley, S. J., Hammond, J. I., & Mabry, K. E. 2018: Simulated climate change increases larval mortality, alters phenology, and affects flight morphology of a dragonfly. *Ecosphere*, 9(3). S. e02151. doi:10.1002/ecs2.2151
- Nagy, H. B., László, Z., Szabó, F., Szócs, L., Dévai, G., & Tóthmérész, B. (2019). Landscape-scale terrestrial factors are also vital in shaping Odonata assemblages of watercourses. *Scientific Reports*, 9. doi:10.1038/s41598-019-54628-7
- Nakano, D., & Nakamura, F. 2008: The significance of meandering channel morphology on the diversity and abundance of macroinvertebrates in a lowland river in Japan. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystems*, 18. S. 780-798. doi:10.1002/aqc.885
- Obos-Jiménez, G. V., Dunn, A. M., & Hassall, C., 2016: Dragonflies and damselflies (Odonata) in urban ecosystems: A review. *European Journal of Entomology* 113. S. 217–232. doi:10.14411/eje.2016.027

- Oliveira, A. G., Baumgartner, M. T., Gomes, L. C., Dias, R. M., & Agostinho, A. A., 2018: Long-term effects of flow regulation by dams simplify fish functional diversity. *Freshwater Biology*, 63(3). S. 293-305. doi:10.1111/fwb.13064
- Oliveira-Junior, J. M., Dias-Silva, K., Teodósio, M. A., & Juen, L. 2019: The Response of Neotropical Dragonflies (Insecta: Odonata) to Local and Regional Abiotic Factors in Small Streams of the Amazon. *Insects*, 10(12). S. 446. doi:10.3390/insects10120446
- Oliveira-Junior, J. M., Junior, P., Dias-Silva, K., Leitão, R. P., Leal, C. G., Pompeu, P. S., . . . Juen, L. 2017: Effects of human disturbance and riparian conditions on Odonata (Insecta) assemblages in eastern Amazon basin streams. *Limnologica*, 66. S. 31-39. doi:10.1016/j.limno.2017.04.007
- Paul, S., Singh, B. H., & Hazarika, R., 2013: Environmental Impacts In The Construction Of Dams. *International Journal of Innovative Research & Development*. 2(11). S. 278-280.
- Rashed, A., Beatty, C. D., Forbes, M. R., & Sherratt, T. N. 2005: Prey selection by dragonflies in relation to prey size and wasp-like colours and patterns. *Animal Behaviour*, 70(5). S. 1195-1202. doi:10.1016/j.anbehav.2005.03.009
- Remsburg, A. J., & Turner, M. G. 2009: Aquatic and terrestrial drivers of dragonfly (Odonata) assemblages within and among north-temperate lakes. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(1). S. 44-56. doi:10.1899/08-004.1
- Remsburg, A. J., Olson, A. C., & Samways, M. J., 2008: Shade Alone Reduces Adult Dragonfly (Odonata: Libellulidae) Abundance. *Journal of Insect Behavior*(21). S. 460 - 468. doi:10.1007/s10905-008-9138-z
- Salemi, L. F., Groppo, J. D., Trevisan, R., Marcos de Moraes, J., Lima, W., & Martinelli, L. A., 2012: Riparian vegetation and water yield: A synthesis. *Journal of Hydrology*, 454-455. S. 195-202. doi:10.1016/j.jhydrol.2012.05.061
- Samways, M. J., Sharratt, N. J., 2010: Recovery of Endemic Dragonflies after Removal of Invasive Alien Trees. *Conservation Biology* 24(1). S. 267-277. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01427.x
- Samways, M.J., Sharratt, N.J. & Simaika, J.P, 2011: Effect of alien riparian vegetation and its removal on a highly endemic river macroinvertebrate community. *Biol Invasions* 13. S. 1305–1324. 10.1007/s10530-010-9891-8
- Sheikh , E. M., & Douglas, M., 2012: Biodiversity, Phenology, and Thermoregulatory Strategies of Odonates at Pierce Cedar Creek Institute. *Grants for the Environment Report*

- Schenk, K., Suhling, F., & Martens, A. 2004: Egg distribution, mate-guarding intensity and offspring characteristics in dragonflies (Odonata). *Animal Behaviour*, 68(3). S. 599-606. doi:10.1016/j.anbehav.2003.12.010
- Sternberg, K., 1994: Niche specialization in dragonfly. *Advances in odonatology*, 6(1). S. 177- 198.
- Strayer, D. L., & Findlay , S. E., 2010: Ecology of freshwater shore zones. *Aquatic Sciences*, 72. S. 127–163. doi:10.1007/s00027-010-0128-9
- Suhling, F., Suhling, I., & Richter, O., 2015: Temperature response of growth of larval dragonflies – an overview. *International Journal of Odonatology*, 18(1). S. 15-30. doi:10.1080/13887890.2015.1009392
- Sun, X., Gong , X., & Huang, D. 2017: A review on studies of the aerodynamics of different types of. *Archive of Applied Mechanics*, 87(3). S. 521–554. doi:10.1007/s00419-016-1208-7
- Svobodová, E., & Kirchner, K., 2013: Possibilities of Studying Anthropogenic Changes of River Networks Using Examples. *Životné prostredie*, 47(3). S. 172–174.
- Tillyard, R. J., 1917: *The biology of dragonflies : (Odonata or Paraneuroptera)*. Andesite Press, United States, ISBN 1297630602
- Tollett, V. D., Benvenuti, E. L., Deer, L. A., & Rice, T. M. 2009: Differential Toxicity to Cd, Pb, and Cu in Dragonfly Larvae (Insecta: Odonata). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56(77). doi:10.1007/s00244-008-9170-1
- Waldhauser, M., & Černý, M., 2014: *Vážky České republiky - příručka k určování našich druhů a jejich larev*. Vlašim: Český svaz ochránců přírody Vlašim, 184 s.
- Wu, H., Chen, J., Xu, J., Zeng, G., Sang, L., Liu, Q., . . . Ye, S. 2019: Effects of dam construction on biodiversity: A review. *Journal of Cleaner Production*, 221. S. 480-489. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.001
- Younger, P. L., & Wolkersdorfer, C. 2004: Mining Impacts on the Fresh Water Environment: Technical and Managerial. *Mine Water and the Environment*, 23. S. S2–S80.

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Vývojový cyklus vážek (Mariaflaya, 2018) (online), [cit. 2021.02.27], dostupné z < https://cz.depositphotos.com/211059254/stock-illustration-life-cycle-dragonfly-sequence-stages.html >)).....	15
Obrázek 2: Porovnání řádu <i>Anisoptera</i> a <i>Zygoptera</i> (Romanchuk, 2019) (online), [cit. 2021.02.27], dostupné z < https://www.ealt.ca/blog/fun-facts-dragonflies-vs-damselflies >)).....	16
Obrázek 3: Tvary koryta (Just et al., 2005).....	24
Obrázek 4: Přehled jednotlivých zástupců, které výstavba přehrad ovlivňuje (Wu et al., 2019).	26
Obrázek 5: Jedná se o blokaci migračních cest ryb, kdy plná šipka znázorňuje směr migrace a přerušovaná šipka směr proudění vody (Wu et al., 2019).	27
Obrázek 7: Suma revitalizačních zásahů, které lze provádět (Just et al., 2005).	32
Obrázek 8: Lokalizace CHKO Litovelské Pomoraví (Národní geoportál INSPIRE (online), [cit. 2021.03.7], dostupné z < https://geoportal.gov.cz >)).....	35
Obrázek 9: Na řece Moravě červenou barvou znázorněny oblasti použité pro mapování a sběr dat (Národní geoportál INSPIRE (online), [cit. 2021.03.7], dostupné z < https://geoportal.gov.cz >))	36
Obrázek 10: Průměrná abundance motýlice obecné na místech s a bez provedené	39
Obrázek 11: Průměrná abundance motýlice lesklé na místech s a bez provedené revitalizace.	40
Obrázek 12: Průměrná abundance šidélka brvonohého na místech s a bez provedené revitalizace.	40
Obrázek 13: Stanoviště s revitalizovaným tokem (vlastní foto).	53
Obrázek 14: Stanoviště vzniklé přirozeně bez revitalizace (vlastní foto).	54
Obrázek 15: Samec motýlice lesklé (vlastní foto)	56
Obrázek 16: Samec motýlice obecné (vlastní foto).	57
Obrázek 17: Samec šidélka brvonohého (vlastní foto).	59
Obrázek 18: Samec klínatky obecné (Cibulka, R: Klínatka obecná (online), [cit. 2021.03.7], dostupné z < https://salvia-os.cz/gomphus-vulgatissimus/ >)).....	61

9 Seznam příloh

1. Tabulka s daty ke statistickému vyhodnocení
2. Legenda pro tabulku 2
3. Stanoviště s revitalizovaným vodním tokem
4. Stanoviště vzniklé přirozeně bez revitalizace
5. Popis jednotlivých druhů vážek

10 Přílohy

Tabulka 2: Tabulka s daty ke statistickému vyhodnocení.

c.virgo	c.splendens	p.pennipes	g.vulgatissimus	useky	stanoviste
7	12	5	0	s	1
2	7	2	0	s	2
0	8	0	0	s	3
5	3	0	0	bez	4
4	6	2	0	bez	5
3	5	1	0	bez	6
5	8	31	0	s	7
0	13	4	0	s	8
1	21	0	0	bez	9
0	17	4	0	bez	10
8	15	7	0	s	1
3	5	2	0	s	2
1	8	0	0	s	3
6	3	0	0	bez	4
4	8	0	0	bez	5
2	5	1	0	bez	6
6	4	35	0	s	7
0	16	3	0	s	8
3	25	0	0	bez	9
2	19	2	0	bez	10
8	14	8	0	s	1
4	5	4	0	s	2
1	6	0	0	s	3
1	5	1	0	bez	4
2	4	2	0	bez	5
5	5	0	0	bez	6
2	3	36	0	s	7
1	15	3	0	s	8
0	27	0	0	bez	9
3	24	0	0	bez	10
5	10	6	0	s	1
6	5	4	0	s	2
2	4	2	0	s	3
4	8	3	0	bez	4
3	4	4	0	bez	5
0	3	0	0	bez	6
4	0	31	0	s	7
6	10	5	0	s	8
0	22	0	0	bez	9

2	19	0	0	bez	10
7	16	9	0	s	1
6	0	5	0	s	2
4	2	0	0	s	3
0	4	2	0	bez	4
1	7	3	0	bez	5
4	6	0	0	bez	6
2	4	35	0	s	7
3	11	6	0	s	8
4	19	0	0	bez	9
1	28	0	0	bez	10

Tabulka 3: Legenda pro tabulku 2.

zkratka	český název	latinský název	úseky	typy stanovišť
c.virgo	motýlice obená	<i>calopteryx virgo</i>	bez zásahu	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
c.splendens	motýlice lesklá	<i>calopteryx splendens</i>		
p.pennipes	šidélko brvonohé	<i>platycnemis pennipes</i>	s revitalizací	
g.vulgatissimus	klíntaka obecná	<i>gomphus vulgatissimus</i>		



Obrázek 12: Stanoviště s revitalizovaným tokem (vlastní foto).



Obrázek 13: Stanoviště vzniklé přirozeně bez revitalizace (vlastní foto).

Příloha 5: Popis jednotlivých druhů vázek.

Motýlice lesklá (*Calopteryx splendens*)

Rozpoznávací znaky

Druhy z řádu *Calopteryx* řadíme mezi největší zygopterní vážky. Svým zbarvením se dá pouze zaměnit s motýlicí obecnou (*Calopteryx virgo*). Tělo samců pokrývá nápadné kovově modré až zelenomodré zbarvení s typickou kresbou křídla. Tedy křídla u samců mají modrý odstín, kromě apikálního a bazálního konce, neboť ten bývá nepigmentovaný (Dolný & Bárta, 2007). Konec zadečku je nažloutlý. Samice na rozdíl od samečka modrá není. Tělo většinou světle hnědé s křídly zelenými až žlutozelenými. Na konci křídel, lze najít světlou pseudopterostigmu (Dolný et al., 2016).

Rozšíření

Areál výskytu tohoto palearktického, ponticko-mediteránního druhu se nachází téměř po celé Evropě od západní Evropy až severovýchodní Čínu. Nenašli bychom ho v severnějších oblastech Evropy (Norsko a Skotsko, Rusko, Švédsko) a ve vyšších nadmořských polohách (Dolný & Bárta, 2007). Co se týká České republiky, tento druh vážky se zde hojně vyskytuje, avšak chybí ve vysokohorských oblastech a na

stanovištích podél vodního toku, kde převládají stinné podmínky (Dolný et al., 2016).

Bionomie a fenologie

Samice kladou vajíčka do listů a stonků rostlin vyskytující se ve vodním prostředí a rostoucí v blízkosti břehů. Na této vegetaci v době kladení samička sedí, běžně se i ponořuje pod hladinu vody. Má aktivní ochranu od samce, který kolem ní hlídkuje a dává pozor na případné vetřelce. Nicméně páření probíhá na břehové vegetaci poblíž vodních toků. Následný larvální vývoj probíhá přes 11-12 instarů (Dolný & Bárta, 2007). Při panujících vyšších teplotách je larvální vývoj obvykle jednoletý, nicméně v naší zeměpisné oblasti se uvádí až dvouletý vývoj (Dolný et al., 2016). Po dokončení vývoje se líhne dospělec nejčastěji v období od května do konce července (Dolný & Bárta, 2007).

Nároky na stanoviště

Motýlici lesklou považujeme za reofilní druh vyskytující se nejhojněji v pomalu tekoucích vodních úsecích. V rychle tekoucích, horských, peřejnatých a chladných vodách se tento druh nevyskytuje (Dolný & Bárta, 2007). Taktéž v oblastech silně zarostlých okolní vysokou vegetací, která způsobí zastínění a tím nedostatek průniku světla, které je pro ně velice žádoucí. Vysoké nároky kladou na čistotu okolních vod. Je-li způsobeno znečištění ve vodních tocích, lze předpokládat snížený výskyt a to samé platí i s nadmořskou výškou. Na našem území preferuje nižší nadmořské oblasti (Dolný et al., 2016).

Ohrožení

V současnosti *Calopteryx splendens* neřadíme mezi druhy ohrožené v České republice. Blízko k tomu ale má při dlouhodobě převažujících znečištěných vodách a zarostlých oblastech (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 14: Samec motýlice lesklé (vlastní foto)

Motýlice obecná (*Calopteryx virgo*)

Rozpoznávací znaky

Calopteryx virgo řadíme mezi největší a nejtmaší jedince na území Evropy. Tělo samců se vyznačuje modrozeleným, hnědomodrým nebo modrofialovým odstínem. Charakteristické u těchto zástupců jsou nápadně zbarvená černomodrá křídla, která při správném úhlu na slunci působí i zeleným dokonce červeným odstínem. Z devadesáti procent je tato plocha křídel zbarvená, zbytek nejčastěji na apikálním konci je světlejší. Zadeček u samců hnědočerveně zbarven (Dolný & Bárta, 2007). Samice bývá často zaměňována s motýlicí lesklou. Ale v porovnání s *Calopteryx splendens* je tmavší a zbarvení těla i křídel hnědé až bronzové. Pseudopterostigmy jsou nyní posunuty dál od konce křídel s bělavým povrchem (Dolný et al., 2016).

Rozšíření

Areálem výskytu palearktického druhu je téměř celá Evropa. Od západní Evropy přes Afriku a severovýchodní Asii. Absence výskytu bývá v severněji položených oblastech Evropy (Britské ostrovy včetně Norska, Švédska a Ruska) a ve vyšších horských polohách (Dolný & Bárta, 2007). Co do rozdílu zastoupení u obou zástupců motýlic na území České republiky se výskyt nijak zvlášť neliší. Avšak od motýlice lesklé se vyskytuje hojněji v horských, podhorských a lesnatých oblastech (Dolný et al., 2016).

Bionomie a fenologie

Kladení vajíček samicí probíhá do vodního prostředí na listy či stonky vodních rostlin, rostoucí v blízkosti břehů. Samička při kladení je usilovně hlídána samcem. Na našem území mají larvální vývoj dvouletý, ale za jistých okolností mohou být výjimky a mít vývoj jednoletý. Po dokončení vývoje se dospělec následně líhne v období od začátku května do konce července. Aktivita dospělých jedinců bývá shodná s motýlicí lesklou (Dolný & Bárta, 2007).

Nároky na stanoviště

Calopteryx virgo je považován za reofilní druh vyskytující se na stanovištích s různým typem tekoucích vod (Dolný et al., 2016). Charakteristickým znakem pro výskyt jsou podhorské bystřiny a říčky s kamenitým dnem a chladnější vodou. Na rozdíl od motýlice lesklé se nachází v oblastech, které bývají porostem více zastíněné, neboť preferuje chladnější úseky toku. Na regulovaných tocích, které byly ovlivněny člověkem je zastoupení o něco vzácnější než u motýlice lesklé. Stanoviště preferuje s kvalitní čistou vodou v nižších nadmořských podmínkách. Při silném znečištění se jejich výskyt snižuje (Dolný & Bárta, 2007).

Ohrožení

V České republice se tento druh neřadí mezi ohrožené druhy vážek. Ale při konstantně znečištěném prostředí a prováděním zásahů za pomoci technických strojů se zvyšuje riziko ohrožení (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 15: Samec motýlice obecné (vlastní foto).

Šidélko brvonohé (*Platycnemis pennipes*)

Rozpoznávací znaky

Jedná se o středně velkou zygopterní vážku z čeledi *Platycnemis*. Charakteristické zbarvení těla dospělého jedince odpovídá modré, žlutohnědé, zelené až smetanové barvě, bez lesku. Jedinci mají hlavu podlouhlou s široce posazenými očmi a na křídlech bývá plamka. Tato plamka nebývá velká, obecně se udává, že odpovídá velikosti jednomu políčku ve strukturované křídelní žilnatině (Dolný & Bárta, 2007). Diskoidální políčko má tvar obdélníku. Tento tvar napomáhá rozeznat od sebe další jedince zygopterních vážek, neboť se tvarově políčko mění. U šidélka brvonohého jsou typické světlejší holeně končetin, které na první pohled bývají silně obrvené. Od ostatních zástupců taktéž patřící do čeledi *Coenagrionidae* lze velmi dobře rozeznat. Kdy typickým rozeznávacím znakem jsou právě holeně, které nebývají u ostatních druhů světlé, ale spíše tmavě zbarvené a často bez brv. Dalším rozeznávacím znakem jsou pak tvarově posazené plamky. Ty sice u šidélka brvonohého byly ve tvaru obdélníku, ale u ostatních zástupců se již obdélník nevyskytuje. Tvarově připomínají trojúhelník nebo lichoběžník (Dolný et al., 2016).

Rozšíření

Areál rozšíření palearktického, ponticko-kaspického druhu se uvádí po celé Evropě. Následně pokračuje přes Blízký východ až do Asie. Naopak absence výskytu je zejména na severu Velké Británie, Irsku a Skandinávie a na jihu v oblasti Středozemního moře. V České republice lze najít v nižších nadmořských oblastech ve velmi početném zastoupení (Dolný & Bárta, 2007).

Bionomie a fenologie

Kladení vajíček probíhá při dohledu a asistenci samce do rostlinných pletiv. Jedinec pak přezimuje ve stádiu larvy, kdy se larvální vývoj uskutečňuje mezi příbřežními rostlinami, které nejsou celé ponořené pod vodní hladinu, ale pouze z části ponořené (Waldhauser & Černý, 2014). Obvykle larva prochází deseti vývojovými instary. Velmi ojediněle lze pozorovat líhnutí dospělců od začátku května. Nejvíce početně zastoupené období považujeme červen, pak již méně často v červenci a nejméně v srpnu. Největší aktivita dospělců se pohybuje až v odpoledních hodinách, nejvíce

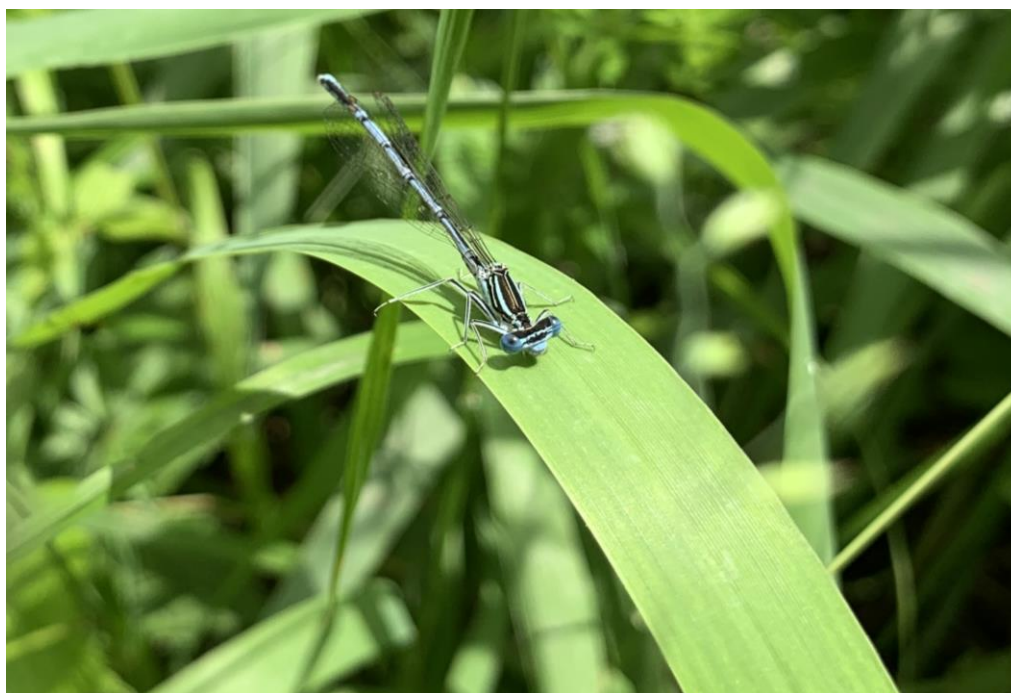
mezi třináctou až patnáctou hodinou. Mimo toto rozhraní jsou spíše méně pohyblivé (Dolný & Bárta, 2007).

Nároky na stanoviště

Šidélko brvonohé není náročné na stanoviště. Vyskytuje se v tekoucích vodách rozdílné velikosti, od pomalu tekoucích potoků až po větší řeky či stojatých vodách nejlépe na zatopených lomech, rybnících (Waldhauser & Černý, 2014). Na rašeliništích už ale výskyt hojný není. Avšak charakteristickým biotopem jsou spodní úseky řek jako epitamon a metapotamon. Pravděpodobně preferuje neutrální hodnoty pH ve vodách, i když není vyloučen výskyt v rozmezí jiných pH zastoupení (Dolný & Bárta, 2007).

Ohrožení

Vzhledem k početným populacím, které se vyskytují na našem území České republiky, není považován za ohrožený druh, a proto není potřeba provádět opatření na jeho ochranu (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 16: Samec šidélka brvonohého (vlastní foto).

Klínatka obecná (*Gomphus vulgatissimus*)

Rozpoznávací znaky

Jedná se o velmi robustního jedince s tmavým zabarvením. Typická barva u samců a starších zástupců je žlutozelená nebo žlutošedá, ale s výraznou černou kresbou. Nohy u klínatky obecné jsou celé černé. Na svrchní straně těla vážky se vyskytuje žlutý pruh, který akorát nedosahuje třech posledních zadečkových článků. Tato žlutá linie je daleko tenčí, než černé pruhy, které ji z každé strany obklopují. Hlavním poznávacím znakem jsou tvary zadečkových přívěšků u samce a kladélkové chlopně u samice (Dolný & Bárta, 2007).

Rozšíření

Areál rozšíření tohoto palearktického, eurosibiřského druhu se nachází téměř po celé Evropě. Od Francie, Velké Británie a pohořím Ural na východě. Udává se, že pokrývá největší plochu z hlediska ostatních jedinců pocházející z čeledi *Gomphidae* (Dolný & Bárta, 2007). Absence křídlatky obecné je pouze v některých středomořských oblastech, nejsevernějších částech Evropy a ve vysokohorských polohách střední a západní Evropy. V rámci České republiky se tento druh nalézá jen v některých oblastech. Nejčastěji na Moravě a ve Slezsku (Dolný et al., 2016).

Bionomie a fenologie

Udává se, že vývoj larev je dvouletý až čtyřletý, nicméně ve střední Evropě se můžeme setkat i s tříletým vývojem (Dolný et al., 2016). Stádium larvy přezimuje. Následná délka embryonálního vývoje závisí na přítomných teplotních podmínkách, zhruba trvá několik týdnů a larvální vývojové stádium prochází čtrnácti instary. Doba, po které se líhnou imaga, trvá zhruba hodinu. Nicméně panuje zde vysoká mortalita, která je spojena buď s vysokým množstvím líhnoucích se jedinců, nebo možnou predací od ptáků. Toto líhnutí probíhá od května až do půlky července. Imaga, kteří loví v blízkosti vodního toku, nacházejí odpočívát na vegetaci podél břehů. Dospělec žije pouze čtyřicet dní a kladení vajíček samicemi probíhá na rostlinnou vegetaci v břehových zónách a bez aktivního hlídání samcem (Dolný & Bárta, 2007).

Nároky na stanoviště

Areál reofilního druhu křídlatky se vyskytuje v různých typech tekoucích vod, nejlépe podhorské nebo nížinné řeky. Ale nejvíce charakteristickým biotopem jsou přirozeně meandrující toky s mělkým korytem a písčítým dnem. Nalézt by se dala i v umělých tekoucích vodách jako odtokové stoky, plavební kanály nebo i v klidných vodách se slepými rameny řek. Míru znečištění vodního prostředí relativně tolerují (Dolný & Bárta, 2007).

Ohrožení

V české republice se vyznačuje jako zranitelný druh. Je to spojeno s antropogenním zásahem do vodních toků nejčastěji při úpravách spojených s napřimováním a splavňováním toků, stavbou jezů a nádrží. Dalším faktorem je snižování kvality vod spojené se znečištěním (Dolný & Bárta, 2007).



Obrázek 17: Samec klínatky obecné (Cibulka,2015)