

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2022

Pavλίna Glierová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE

EKOLOGICKÉ PASTI JAKO NEZAMÝŠLENÝ  
DŮSLEDEK OBNOVY TĚŽEBNÍCH OBLASTÍ  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

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

Konzultant: Ing. Anna-Marie Poskočilová

Bakalant: Pavlína Glierová

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavλίna Glierová

Environmentální vědy  
Aplikovaná ekologie

Název práce

Ekologické pasti jako nezamýšlený důsledek obnovy těžebních oblastí

Název anglicky

Ecological traps as an unintended consequence of restoration of mining sides

---

### Cíle práce

Rychlé změny v krajině způsobené lidskou činností přispívají ke vzniku takzvaných ekologických pastí. Ekologické pasti se mohou objevovat i tam, kde dochází k cílené obnově člověkem narušených stanovišť. Může k tomu dojít tehdy, když atraktivita stanoviště špatně odráží jejich vhodnost pro živočichy, a ti tak cíleně upřednostňují stanoviště, která se vyznačují nízkou kvalitou pro jejich reprodukci a přežití, před jinými dostupnými stanovišti. Preference kvalitativně horšího stanoviště může vést ke strádání celé populace i jejímu zániku. Post-těžební stanoviště patří mezi území s vysokou diverzitou, která se ale velmi rychle mění. Mnohé lokality skutečně splňují parametry ekologických pastí. Vážky patří mezi skupinu vodních bezobratlých, která pro posouzení kvality prostředí využívá tzv. „zástupné symboly“ (polarizované světlo, struktura vegetace), což může způsobit zkreslený výsledek při hodnocení kvality stanoviště. A právě tato adaptace je činí velmi zranitelnými vůči ekologickým pastem.

Cílem bakalářské práce bude na základě dostupné literatury shrnout informace o tom, zda post-těžební oblasti fungují jako ekologické pasti. V experimentální části bude cílem zjistit, jak larvy vážek prosperují na stanovištích nízké kvality, oproti stanovištím kvality vyšší. Výsledek bude sloužit jako podklad pro budoucí studii.

### Metodika

Experiment bude probíhat na Fakultě životního prostředí. Larvy rodu *Libellula*, pokud možno stejného instaru a velikosti, se umístí do experimentálních nádrží, kde budou chovány ve speciálně upravených klíčkách tak, aby se k nim dostala potrava. Nádrže se náhodně rozdělí do dvou skupin, kde do jedné skupiny nádrží bude průběžně dodáván dostatek potravy pro larvy, kdežto do druhé jen potřebné minimum. Na konci experimentu (říjen) budou larvy z nádrží vyloveny, změřeny jejich velikost a přírůstek, stanoví se množství zásobních látek a porovná se larvy z obou skupin.

**Doporučený rozsah práce**

50 stran + přílohy

**Klíčová slova**

ekologické pasti, obnova, post- těžební stanoviště

---

**Doporučené zdroje informací**

- A. Córdoba- Aguilar (2008)- Dragonflies and Damselflies: Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research  
B. A. Robertson, J. S. Rehage, A. Sih (2013)- Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps  
J. Battin (2004)- When Good Animals Love Bad Habitats: Ecological Traps and the Conservation of Animal Populations  
R. Hale, S. E. Swearer (2017)- When good animals love bad restored habitats: how maladaptive habitat selection can constrain restoration
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – FZP

**Vedoucí práce**

Mgr. Filip Harabiš, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

**Konzultant**

Ing. Anna-Marie Poskočilová

Elektronicky schváleno dne 15. 3. 2020

**doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2022

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Mgr. Filipa Harabiše, Ph.D. Další informace mi poskytla Ing. Anna-Marie Poskočilová. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 21.03.2022

---

## Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu práce Mgr. Filipu Harabišovi, Ph.D. za odborné vedení, věcné připomínky a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své konzultantce Ing. Anně-Marii Poskočilové za pomoc, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování této práce věnovala. Oběma také děkuji za pomoc při realizaci experimentu.

V Praze 21.03.2022

## Abstrakt

Ekologické pasti se stále častěji vyskytují v člověkem pozměněné krajině. Vzhledem k tomu, že krajina se v důsledku lidské činnosti stále více mění, problematika ekologických pastí nabývá na svém významu. Ekologické pasti jsou málo kvalitní, a přesto preferovaná stanoviště. Tato práce podává ucelený náhled na problematiku ekologických pastí. Definiuje ekologické pasti a pojmy s nimi související. Shrnuje informace o tom, jak ekologické pasti vznikají, jakou roli v tom hraje hodnocení stanovišť živočichy a jak ekologické pasti rozpoznat v krajině. Práce pojednává také o tom, jaký dopad na populace živočichů ekologické pasti mají. Důraz je zde kladen především na ekologické pasti spojené s obnovou člověkem narušených stanovišť se zvláštním zaměřením na oblasti po těžbě. Vzhledem k tomu, že vážky (*Odonata*) si vybírají vhodná stanoviště na základě signálů z prostředí, činí je to náchylnými k ekologickým pastem. Práce popisuje podněty, podle kterých si vážky vybírají stanoviště, což jsou stěžejní informace pro odhalení ekologických pastí v posttěžební krajině. To je pak dáno do souvislostí s ekologickými pastmi na posttěžebních stanovištích.

V experimentální části této práce byl proveden manipulační experiment, jehož cílem bylo zjistit, zda existují velikostní rozdíly mezi larvami chovanými v kvalitním a nekvalitním prostředí. Uměle byly vytvořeny dvě skupiny vodních ploch, které měly představovat kvalitní přírodní stanoviště s dostatkem potravy pro larvy vážek a nekvalitní posttěžební stanoviště s nedostatkem potravy. Experiment ukázal, že larvy vážek, které neměly dostatek potravy, vykazovaly větší rozptyl ve velikosti mezi jedinci. Vážky, které měly dostatek potravy, byly velikostně více homogenní. Větší rozptyl ve velikostech larev z nekvalitních stanovišť by mohl být způsoben tím, že potrava vystačila pouze pro některé jedince. Na stanovištích s nedostatkem potravy je fitness některých jedinců sníženo, a to může mít vliv na celkový stav populace. Rozdíly ve velikostech larev by také mohly sloužit jako ukazatele kvality prostředí.

Klíčová slova: ekologické pasti, posttěžební oblasti, obnova, vážky

## Abstract

Ecological traps are increasingly common in human-altered landscapes. With the growing change in landscapes as a result of human activity, the topic of ecological traps is of growing importance. Ecological traps are low-quality yet preferred habitats. This paper provides a comprehensive view of the issue of ecological traps. It defines ecological traps and related concepts. It summarizes information on how ecological traps are created, the role of habitat assessment by animals, and how to recognize

ecological traps in the landscape. The paper also discusses the impact that ecological traps have on animal populations. The emphasis here is on ecological traps associated with the restoration of human-disturbed habitats, with a particular focus on post-mining areas. Since dragonflies (Odonata) select suitable habitats based on environmental signals, this makes them susceptible to ecological traps. This paper describes the cues by which dragonflies select habitats, which is key information for detecting ecological traps in post-mining landscapes. This is then put into context with ecological traps in post-harvest habitats.

In the experimental part of this thesis, a manipulation experiment was conducted to determine whether there are size differences between larvae reared in high-quality and low-quality habitats. Two groups of water bodies were artificially created to represent high-quality habitats with sufficient food for dragonfly larvae and low-quality post-harvest habitats with a lack of food. The experiment showed that dragonfly larvae that did not have sufficient food showed a greater variance in size among individuals. Dragonflies that had sufficient food were more homogeneous in size. The greater variance in larval size from the poor quality habitats could be due to the fact that food was only sufficient for some individuals. In food-poor habitats, the fitness of some individuals is reduced, and this may affect the overall population status. Differences in larval size could also serve as indicators of habitat quality.

Key-words: ecological traps, post-mining sites, restoration, dragonflies



## Obsah

1. Úvod .....	1
2. Cíle práce .....	3
3. Ekologické pasti, jako důsledek změn v krajině .....	4
3.1 Přítomnost ekologických pastí v člověkem ovlivněném prostředí .....	5
4. Problematika ekologických pastí .....	9
4.1 Ekologická past .....	9
4.1.1 Aby byla ekologická past skutečně ekologickou pastí .....	9
4.1.2 První zmínky o ekologických pastech .....	9
4.1.3 Evoluční past .....	11
4.1.4 Percepční past .....	11
4.2 Vznik ekologických pastí .....	11
4.3 Jakou roli hraje hodnocení stanoviště živočichy .....	13
4.4 Dvě stanoviště, různá kvalita .....	14
4.5 Dopad ekologických pastí .....	15
5. Ekologické pasti a obnova posttěžebních oblastí .....	17
6. Ze života vážky .....	19
6.1 Faktory ovlivňující prospívání larev vážek .....	20
6.2 Projevy strádání u vážek .....	20
6.3 Jak vážky hodnotí stanoviště .....	21
6.3.1 Polarizované světlo .....	22
6.3.2 Vegetace .....	22
6.3.3 Barva substrátu .....	23
6.3.4 Rybí predátoři .....	23
6.3.5 Ostatní .....	24
6.4 Vážky a posttěžební oblasti .....	24
6.4.1 Atraktivita posttěžebních oblastí .....	25
6.4.2 Nestabilita posttěžebních oblastí .....	26
7. Význam studia ekologických pastí .....	27
8. Metodika .....	28
8.1 Popis experimentu .....	28
8.2 Příprava .....	28
8.3 Zástupce použitý v experimentu – Rod Libellula .....	29
8.4 Samotný průběh experimentu .....	29
9. Výsledky .....	32
10. Diskuze .....	35

11.	Závěr.....	38
12.	Seznam literatury .....	40
13.	Seznam tabulek, obrázků a grafů.....	44

# 1. ÚVOD

Ve stále se měnící člověkem ovlivněné krajině dochází k situacím, na které živočichové musí neustále reagovat a přizpůsobovat se jim. V některých případech živočichové nejsou schopni přizpůsobit své rozhodování novým situacím. Může se stát, že jejich preference neodpovídají tomu, co je pro ně vhodné. Při výběru vhodného stanoviště pak dělají chyby a mohou uvíznout v ekologické pasti (Schlaepfer et al. 2002). Ekologické pasti vznikají na stanovištích, která nejsou z nějakého důvodu natolik kvalitní, aby se zde jedincům dařilo a aby byli schopni udržet populaci, ale přesto je živočichové preferují před ostatními kvalitnějšími stanovišti (Schlaepfer et al. 2002, Battin 2004, Severns 2010). Zájem o problematiku ekologických pastí stoupá právě s rostoucími obavami o adaptivitu živočichů v člověkem narušeném prostředí (Schlaepfer et al. 2002). Studií, které se zabývají ekologickými pastmi teoreticky i prakticky, stále přibývá. Nejvíce z nich se věnuje ptákům (Robertson et al. 2013), ale velká část se zabývá také hmyzem (Konvicka et al. 2006, Kriska et al. 1998, Kriska et al. 2008, Bernáth et al. 2001). Vážky jsou jednou ze skupin hmyzu, která je velmi náchylná k ekologickým pastem. Důvodem je to, že si vážky vybírají vhodná stanoviště na základě signálů z prostředí, které však nemusí správně odrážet reálný stav stanoviště (Horváth et al. 1998, Horváth et al. 2007, Šigutová et al. 2015).

Lidé vnímají krajinu jinak než zvířata. Nejenže ekologické pasti mohou vznikat v oblastech, které byly nějak člověkem změněny či zničeny, ale mohou vznikat i tam, kde probíhají snahy o obnovu takových oblastí – např. při revitalizačních projektech (Severns 2011, Hale et Swearer 2017). Studium ekologických pastí může pomoci předvídat, kde se ekologické pasti budou s největší pravděpodobností vyskytovat, odhalit ekologické pasti v krajině a zmírnit jejich dopad (Robertson et Hutto 2006). Při studiu ekologických pastí je nedílnou součástí pochopení toho, jak konkrétní druhy živočichů vnímají, hodnotí a vybírají svá stanoviště. To může být velice užitečné při plánování managementu nejen posttěžebních oblastí (Kokko et Sutherland 2001, Hale et Swearer 2017).

Předpokládá se, že posttěžební oblasti by tedy mohly fungovat jako ekologické pasti pro vážky, protože prostředí se zde velmi rychle mění a vážky na tyto změny musí reagovat (Harabiš et Dolný 2012). Nově vznikající vodní plochy se vzrůstající vegetací v těchto oblastech, jsou vážkami vyhledávány (Dolný et al. 2016). Podmínky jsou na

těchto místech však velmi nestabilní a rychlé změny mohou ohrozit populace vážek (Tropek et al. 2010). To by se mohlo odrazit na jejich schopnosti přežití a rozmnožování. Faktory, které mohou mít vliv a přežívání vážek je nedostatek potravy (Pickup at Thompson 1990, Gribbin et Thompson 1990), nebo zvýšená predace (Šigutová et al. 2015). Zjištění, jak se nedostatek potravy či jiné formy strádání projevují na larvách vážek, by mohlo pomoci s odhalením ekologických pastí na posttěžebních stanovištích.

## 2. CÍLE PRÁCE

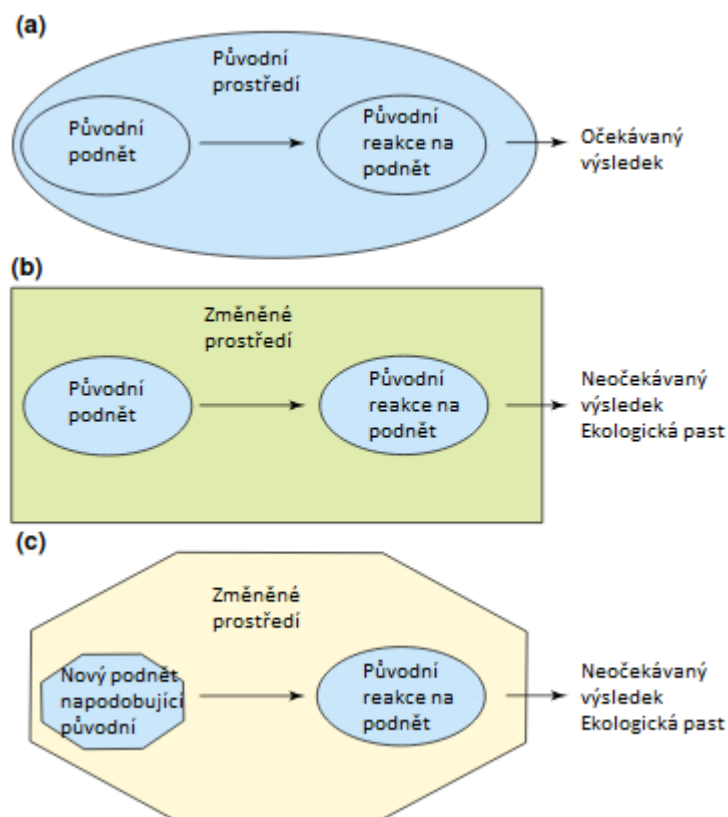
Cílem této bakalářské práce je na základě dostupné vědecké literatury shrnout informace o ekologických pastech, a to zejména s důrazem na ekologické pasti, které se objevují v oblastech po těžbě a které jsou spojené s jejich obnovou. Práce se zaměřuje na souvislost výskytu ekologických pastí s činností člověka v krajině a pro lepší pochopení jsou zde uvedeny konkrétní známé příklady ekologických pastí v člověkem ovlivněném prostředí. Důležité pro porozumění ekologickým pastem je to, jakým způsobem si živočichové vybírají stanoviště. Tato práce se soustředí především na vážky (*Odonata*). Proto je dalším cílem přiblížit, na základě čeho vážky hodnotí a vybírají stanoviště k jejich rozmnožování a vývoji larev. Dále vysvětlit, proč pro vážky mohou posttěžební stanoviště představovat ekologické pasti. V neposlední řadě je zde rozebrána otázka, proč obnova někdy není úspěšná při tvorbě stanovišť vhodných pro živočichy. A také na co je potřeba se zaměřit při snahách o zmírnění dopadu ekologických pastí.

Cílem experimentální části bylo zjistit, jak larvy vážek prosperují na stanovištích nízké kvality, oproti stanovištím kvality vyšší. Stanoviště nízké kvality jsou zde představována jako stanoviště s nedostatkem potravy a stanoviště vyšší kvality jako stanoviště s dostatkem potravy. Cílem je porovnat velikosti larev z obou stanovišť a pokusit se zjistit nějaký trend ve velikostech vážek při nedostatku či dostatku potravy. Předpokládáme, že larvy vážek ze stanovišť s nedostatkem potravy budou mít menší tělesnou velikost než larvy ze stanovišť s dostatkem potravy. Toho by se poté dalo využít ke zjištění kvality prostředí a odhalení potenciálních ekologických pastí v posttěžebních oblastech, kdy by se porovnávaly velikosti larev vážek z posttěžebních stanovišť s larvami z přirozených stanovišť. Výsledek by tedy mohl sloužit jako podklad pro budoucí studii.

### 3. EKOLOGICKÉ PASTI, JAKO DŮSLEDEK ZMĚN V KRAJINĚ

Člověk svými činnostmi neustále ovlivňuje a mění přírodní ekosystémy. Lidská činnost může působit na organismy přímo. To může být například lov či sběr. Nebo člověk ovlivňuje organismy nepřímo. V tomto případě se může jednat o vliv na množství, kvalitu a podobu stanovišť (Van Dyck 2012). Činnosti člověka, ať už je to urbanizace, industrializace, intenzifikace v zemědělství či rozvoj technické infrastruktury v krajině, vždy probíhají za procesu denaturalizace (Štýs 1981). Kvůli těmto činnostem dochází ke ztrátě stanovišť, znečištění, příliš intenzivnímu využívání, šíření invazních druhů a změnám klimatu. To všechno ohrožuje biologickou rozmanitost druhů. Přeměna či ztráta stanovišť je jedním z hlavních důsledků lidské činnosti, který má negativní vliv na organismy (Hale et Swearer 2017). Ekologické pasti často vznikají právě na místech, která prošla rychlou antropogenní změnou. Jedná se zpravidla o změnu vzhledu stanoviště, nebo změnu jeho kvality. Změny, které jsou způsobeny činnostmi člověka bývají mnohonásobně rychlejší, než přirozené změny prostředí (Schlaepfer et al. 2002). Právě rychlost změny může hrát ústřední roli ve vzniku ekologických pastí (Battin 2004). Živočichové jsou nuceni na tyto změny reagovat a přizpůsobit se jim, jinak může být ohroženo jejich přežití.

Zájem o problematiku ekologických pastí stoupá právě s rostoucími obavami o adaptivitu živočichů v člověkem narušeném prostředí (Schlaepfer et al. 2002). Ekologickou pastí rozumíme antropogenně pozmeněné stanoviště, které vykazuje vysokou atraktivitu, ale nízkou kvalitu. Takové stanoviště je velmi nevhodné pro vývoj populací a přežití potomstva, přesto je ale živočichy upřednostňováno před jinými dostupnými stanovišti (Schlaepfer et al. 2002, Battin 2004, Severns 2011). Hmyz se orientuje v krajině na základě podnětů z prostředí, podle kterých vybírá vhodná stanoviště například k páření či ovipozici. Tyto podněty v průběhu evolučního času korelovaly s přežitím a reprodukčním úspěchem. Může to být například struktura vegetace, kterou jedinci hodnotí a na základě tohoto podnětu vybírají místo pro ovipozici. Pokud se prostředí náhle změní, spolehlivé podněty už nemusí být v souladu s očekávaným výsledkem (Schlaepfer et al. 2002). Toto se může stát, pokud se v člověkem ovlivněné krajině změní kvalita prostředí, ale podněty používané při výběru stanoviště zůstanou beze změny (obr. 1 b). Nebo se objeví nové podněty, kvůli kterým jedinci hodnotí stanoviště jako atraktivní, ale jeho kvalita je nízká (obr. 1 c) (Kokko et Sutherland 2001, Schlaepfer et al. 2002).



Obrázek 1: Ekologické pasti jako důsledek změn prostředí, převzato ze Schlaepfer et al., 2002 a upraveno

### 3.1 PŘÍTOMNOST EKOLOGICKÝCH PASTÍ V ČLOVĚKEM OVLIVNĚNÉM PROSTŘEDÍ

V antropogenně ovlivněných oblastech najdeme mnoho příkladů, kdy se živočichové dostanou do ekologické pasti, přičemž někteří jsou k tomu více náchylní a jiní méně. Hodně studií zabývajících se ekologickými pastmi se zaměřuje na ptáky, kteří jsou citliví ke změnám v krajině (Robertson et al. 2013). Ekologické pasti, ovlivňující populace ptáků, představují člověkem ovlivněná a pozměněná místa, jako například městské oblasti (Boal et Mannan 1999), letištní louky (Kershner et Bollinger 1996), nebo nádrže na zpracování dešťové vody v blízkosti zastavěných oblastí (Tilton 1995). Mezi další skupiny živočichů, kteří jsou citliví na změny prostředí patří hmyz, protože často hodnotí vhodnost stanoviště podle vizuálních podnětů. V člověkem ovlivněném prostředí mohou ale vizuální podněty klamat (Robertson et Hutto 2006, Konvicka et al. 2006).

Například člověkem pozměněná struktura krajiny může být pro hmyz ekologickou pastí. Samci motýla jasoně dymnivkového (*Parnassius mnemosyne*) tráví většinu dne vyhledáváním samiček, které by se měly vyskytovat v otevřených lesních porostech

v okrajových částech lesa a jsou vázané výskyt rostlin rodu dymnivka (*Corydalis*). Samci při hledání samic pravděpodobně spoléhají na hrubé krajinné vzorce, jako je řídký pokryv stromů. Pokud se tedy v blízkosti takový prostor nachází, jsou k němu přitahováni. V moderní intenzivně využívané krajině jsou často ostré hranice mezi lesem a polem, které nahradily široké prosvětlené pásy řídké rostoucích stromů na okrajích lesa, které se zde vyskytovaly dříve. Proto se stává, že samečci vyhodnotí pole jako hodná výskytu samic. Hlídkování samců mimo místa, kde se reálně samičky nacházejí pak výrazně snižuje jejich reprodukční schopnost (Konvicka et al. 2006).

Velice významné a dobře zdokumentované ekologické pasti, především pro sladkovodní hmyz, jsou různé lesklé povrchy, které se objevují na lidmi ovlivněných stanovištích. Hmyz vázaný na sladkovodní stanoviště vyhodnocuje na základě polarizovaného světla odraženého od vodní hladiny místa vhodná nejen k ovipozici (Robertson et Hutto 2006).

Ve studii Bernáth et al., 2001 byla pozorována dvě stanoviště, a to tzv. jezero odpadních olejů v Budapešti a pole překryté tmavou fólií, která se používá v zemědělství. Obě tato stanoviště se ukazují jako velice atraktivní pro sladkovodní hmyz vyskytující se poblíž. Jezero odpadních olejů bylo nejvíce lákavé pro hmyz za teplého počasí, kdy byl povrch lesklý. Vážky, jepice, vodní ploštice a vodní brouci byli při své migraci, rojení či kladení vajíček často zachyceni v oleji, odkud nebylo možné se dostat. Toto jezero se vyskytovalo v Budapešti už padesát let a stejnou dobu velké množství sladkovodního hmyzu umíralo v této ekologické pasti. Černá fólie byla pro různý hmyz vázaný na sladkovodní prostředí také velice atraktivní. Jedinci byli k fólii vábeni silnými optickými signály, dotýkali se jí, zkoumali její povrch, snažili se na ní plavat a klást vajíčka a po tomto všem se úplně vyčerpali, uschli a uhynuli. Podobné fólie se používají v zemědělství na polích, ale pro hmyz se mohou stát ekologickou pastí (Bernáth et al. 2001).

Dalším příkladem ekologické pasti jsou budovy na březích řeky (Kriska et al. 2008). Zástupci *Hydropsyche pellucidula* vylétávající z řeky jsou na základě odraženého horizontálně polarizovaného světla přitahováni ke svislým skleněným plochám budov na březích Dunaje v Budapešti. Tyto plochy jim připomínají povrch vody, a dokonce se pro ně zdají být atraktivnější. Jedinci na těchto skleněných plochách přistávají, kopulují a setrvávají zde i několik hodin a tím je výrazně sníženo jejich fitness (Kriska et al. 2008).

Asfaltové silnice v blízkosti jezer, řek a potoků lákají jepice (*Ephemeroptera*) k rojení, páření a kladení vajíček ve velkém množství. Asfaltové silnice totiž odrážejí silně horizontálně polarizované světlo od svého povrchu, podobně jako vodní hladina



horských potoků odkud jepice pocházejí a kde by mělo zase dojít k páření a ovipozici. Silnice se ale v tomto případě zdají být pro jepice atraktivnější, a to čím více hladký a tmavý povrch mají, tím více atraktivní jsou. Na atraktivnosti přidává i jejich protáhlý tvar, otevřená obloha nad nimi a vyšší teplota. Jepice tedy volí asfaltové silnice ke kladení vajíček, která však záhy hynou, a to dělá z asfaltových silnic účinnou ekologickou past (Kriska et al. 1998).

Skupinou živočichů, která je k ekologickým pastem velice náchylná jsou vážky (*Odonata*). Vážky vybírají vhodná stanoviště na základě nepřímých (zástupných) signálů z prostředí, přičemž proces jejich výběru lze snadno pozorovat a kvůli tomu jsou vhodnými kandidáty pro výzkum ekologických pastí (Šigutová et al. 2015). Vážky se primárně orientují podle odrážejícího se horizontálně polarizovaného světla. Existuje mnoho studií, kde vážky kladou vejčka na umělé povrchy (Svihla 1961, Wildermuth et Spinner 1991, Watson 1992, Wildermuth 1993, Horváth et al. 1998, Wildermuth 1998, Bernáth et al. 2001, Günther 2003, Wildermuth et Horváth 2005, Horváth et al. 2007). Většinou se jedná o tmavé lesklé povrchy, které jim připomínají vodní hladinu (Wildermuth 1998).

Ve studii Horváth et al., 1998 vyšlo najevo, že pro vážky je dokonce olej, kvůli vyššímu stupni polarizace, vizuálně přitažlivější než vodní hladina. Vyhodnocují jej jako vhodné stanoviště k páření a ovipozici, ale reálně je zde jejich fitness snížena. Z tohoto zjištění vyplývá, že různé odpadní oleje na antropogenně ovlivněných vodních biotopech vykazují charakteristiky ekologické pasti (Horváth et al. 1998).

Horváth et al., 2007 pozorovali pět druhů vážek *Sympetrum flaveolum*, *S. striolatum*, *S. sanguineum*, *S. meridionale* a *S. danae*, které byly přitahovány černými leštěnými náhrobními kameny na hřbitově v Maďarsku. Vážky se v blízkosti těchto náhrobních kamenů chovaly stejně, jako v blízkosti vody. Páry nad nimi kroužily v tandemovém postavení, při letu se jich dotýkaly břišní stranou těla, chovali se teritoriálně a samičky se pokoušely o ovipozici. Avšak náhrobky nepředstavují vhodné místo k reprodukci, a tak na vážky působí jako ekologická past (Horváth et al. 2007).

Hodně studií se například zabývá i tím, jak jsou vážky přitahovány k lesklým povrchům automobilů, kde dochází k ovipozici (Svihla 1961, Watson 1992, Günther 2003) či teritoriálnímu chování samců. Lesklá karoserie automobilů totiž obvykle odráží silně polarizované světlo, podle kterého vážky vybírají stanoviště. Povrch osluněných automobilů se však může zahřát až na 90 °C, což představuje vážný problém pro vážky, které se zde vyskytují (Wildermuth et Horváth 2005).

Na výše uvedených příkladech bylo ukázáno, že ekologické pasti bývají často spojovány se stanovišti, která jsou nějak antropogenně degradovaná, ale mohou se

vyskytovat i tam, kde je snaha o obnovu člověkem narušených stanovišť (Severns 2011).

## 4. PROBLEMATIKA EKOLOGICKÝCH PASTÍ

### 4.1 EKOLOGICKÁ PAST

Termín ekologická past označuje stanoviště nízké kvality pro přežití a reprodukci, které je přesto preferováno před jinými dostupnými, kvalitnějšími stanovišti. Platí, že takové stanoviště není schopno udržet populaci (Donovan et Thompson 2001). To, že se stanoviště nižší kvality stane preferovaným, je následkem špatné adaptace chování živočichů. Živočichové se při výběru vhodných stanovišť řídí podle signálů z prostředí, které dříve korelovaly s reprodukčním úspěchem. Pokud dojde k chybnému hodnocení a výběru stanoviště, živočichové uvíznou v ekologické pasti. Tyto chyby v hodnocení stanoviště mohou nastat, jestliže se v důsledku rychlé změny v prostředí oddělí signály používané k hodnocení stanoviště od jeho kvality. V takovém případě už tyto signály nekorrespondují s kvalitou stanoviště a s tím spojeným reprodukčním úspěchem. Pokud na ně ale živočichové stále spoléhají, jsou vedeni na stanoviště, kde je míra jejich přežití a reprodukce snížena (Schlaepfer et al. 2002).

#### 4.1.1 ABY BYLA EKOLOGICKÁ PAST SKUTEČNĚ EKOLOGICKOU PASTÍ

Stanoviště fungující jako ekologická past musí splňovat především parametr nízké kvality ve srovnání se stanovišti vyskytujícími se v okolí, přesto ale musí být živočichy upřednostňováno (Battin 2004). Identifikovat ekologickou past v krajině není snadný úkol. Vyšší hustota populace na málo kvalitním stanovišti nemusí nutně ukazovat na ekologickou past. Může se například stát, že jsou jedinci vytlačeni z preferovaného stanoviště jinými dominantními jedinci (Robertson et Hutto 2006). To, jestli jedinci preferují stanoviště nižší kvality se dá zjistit tak, že ho osidlují jako první. Tyto informace je ale poměrně složité získat. Důkazem o preferenci nekvalitního stanoviště, a tedy výskytu ekologické pasti, tak bývá nejčastěji to, že na zjevně málo kvalitním stanovišti je vysoká hustota populace, zatímco na jiných kvalitnějších stanovištích hustota populace klesá (Battin 2004).

#### 4.1.2 PRVNÍ ZMÍNKY O EKOLOGICKÝCH PASTECH

Na pojmu “Ekologická past” a jeho definici se vědci shodli teprve nedávno, ale koncept ekologické pasti je užíván v různých studiích už padesát let. První studií zmiňující ekologickou past byl Dwernychuk et Boag, 1972, ale v této práci nebyla

ekologická past vnímána ve spojitosti s antropogenně pozměněným prostředím. Tato studie, v níž byl pozorován vztah mezi několika druhy kachen a racky vyskytujícími se na Kanadských ostrovech v Miquelon Lake, ukázala na pravděpodobnou ekologickou past ovlivněnou evoluční historií kachen a s tím spojeným výběrem stanoviště. Kachny jsou přitahovány na ostrovy, které dříve osidlovaly společně s rybáky obecnými (*Sterna hirundo*), přičemž tento vztah byl pro kachny výhodný, protože rybáři jim poskytovali ochranu před predací jejich vajec jinými ptačími druhy a zároveň ani nedocházelo k predaci vylíhlých mláďat. Později rybáři nahradili rackové, kteří také poskytují ochranu hnízdícím kachnám před potenciálními ptačími predátory, díky čemuž jsou kachny relativně úspěšné v líhnutí jejich vajec, avšak v době vylíhnutí mláďat jsou mladí rackové natolik velcí, že jsou schopni takovou kořist zkonzumovat. Tím rackové snižují úspěšnost odchovu kachňat a pokud je průměrné roční přežití kachňat nižší než průměrná úmrtnost dospělých, znamená to, že je tento vztah pro kachny ekologickou pastí. V dalších studiích už byla ekologická past chápána už v souvislosti s nějakými antropogenními změnami (Dwernychuk et Boag 1972).

Gates a Gysel 1978 pozorovali 21 druhů pěvců, kteří preferovali k hnízdění okraje lesů, pravděpodobně z důvodu výskytu heterogenní vegetace. V nenarušených lesích heterogenní vegetace vypovídá o vhodném místě, poskytujícím potravní příležitosti a ochranu před predátory. V důsledku lidské činnosti se v krajině objevuje stále více lesních okrajů, které s sebou přinášejí i velkou hustotu a diverzitu predátorů a parazitů. Preference lesních okrajů, kde se fitness ptáků snižuje, před ostatními stanovišti uvnitř lesů, odhalila ekologickou past (Gates et Gysel 1978). Dalším autorem zmiňujícím ekologickou past ve spojitosti s lidským působením byl Best, 1986. Tentokrát ekologickou past představovaly pole s šetrným obděláváním půdy. Tato pole poskytují pro hnízdící ptáky vhodnější hnízdní úkryt než pole intenzivně obdělávaná. Přesto jsou disturbance stále dostatečně časté, aby způsobily nízkou hnízdní úspěšnost (Best 1986).

Dnes je ekologická past v literatuře běžně používaným pojmem, ať už se jedná o jeho teoretické vymezení, nebo konkrétní empirické důkazy ekologických pastí. Různé studie se zabývají tím, jak ekologické pasti fungují, kde s největší pravděpodobností vznikají, jak je odhalit v krajině a také jak zmírnit jejich negativní dopady na populace živočichů. Dalšími pojmy užívanými v souvislosti s ekologickými pastmi jsou evoluční a percepční pasti (Schlaepfer et al. 2002, Patten et Kelly 2010).

### 4.1.3 EVOLUČNÍ PAST

Pojem ekologická past je spjatý s výběrem stanoviště. Ekologické pasti jsou ale součástí širšího fenoménu evolučních pastí. Chování živočichů je ovlivněno jejich evoluční historií. Jedinci se rozhodují na základě podnětů z prostředí, které v průběhu jejich evoluční historie korelovaly s reprodukčním úspěchem. Tyto adaptace přestávají být účinné, pokud dojde k náhlé změně, která způsobí nesoulad mezi těmito podněty a očekávaným výsledkem. Evoluční pasti tedy popisují jakékoliv maladaptivní rozhodnutí, které živočichové učiní v důsledku náhlého antropogenního narušení. Evoluční pasti se, narozdíl od ekologických pastí, netýkají pouze výběru vhodného stanoviště, ale různých behaviorálních rozhodnutí. Příkladem takového rozhodnutí je, kdy migrovat, kdy se rozmnožovat, s kým se pářit, kolik mít potomků, nebo co jíst. O evoluční pasti tedy mluvíme, pokud náhlá antropogenní změna způsobí, že jedinci učiní rozhodnutí, které v konečném důsledku sníží jejich fitness, i když jsou k dispozici lepší alternativy (Schlaepfer et al. 2002).

### 4.1.4 PERCEPČNÍ PAST

S ekologickými pastmi je spjatý další fenomén, a to percepční pasti. Podstatou ekologických pastí je to, že živočichové vyhledávají stanoviště nižší kvality. U percepčních pastí platí opačný přístup a sice, že se živočichové vyhýbají kvalitním stanovištím. Přičemž obojí je způsobeno nějakou změnou prostředí způsobenou člověkem (Patten et Kelly 2010).

Percepční pasti mají souvislost s člověkem obnovenými oblastmi. Mohou vzniknout tak, pokud se obnovou zlepší kvalita stanoviště, ale živočichům chybí vhodné podněty k tomu, aby toto stanoviště hodnotili jako kvalitní. Nebo se změny signály tak, že je stanoviště méně atraktivní, ale jeho kvalita je vysoká. Nebo se zároveň zvýší kvalita stanoviště a signály z prostředí se stanou méně atraktivní. V důsledku těchto změn se pak živočichové obnoveným oblastem vyhýbají (Hale et Swearer 2017).

## 4.2 VZNIK EKOLOGICKÝCH PASTÍ

Ekologické pasti jsou zpravidla následkem nějaké změny v prostředí, přičemž tato změna je způsobena činností člověka (Kokko et Sutherland 2001). Změny vyvolané člověkem jsou o dost rychlejší, než přirozené změny prostředí (Schlaepfer et al. 2002). Ekologická past vznikne vždy tak, že se oddělí atraktivita a vhodnost změněného stanoviště.

Mohou se změnit signály z prostředí, které živočichové používají k hodnocení stanoviště, zatímco kvalita stanoviště zůstane nezměněna. Pokud se změní intenzita, typ či počet podnětů z prostředí, je možné, že bude toto stanoviště hodnoceno jako atraktivnější. Pokud se zároveň nezmění kvalita, která je nízká, vedou tyto signály živočichy do ekologické pastí. Nebo může dojít k tomu, že se výrazně změní kvalita stanoviště, avšak signály, které byly dosud používány při výběru tohoto stanoviště, se nezmění. Jestliže se tedy sníží kvalita stanoviště, ale toto stanoviště je stále hodnoceno jako atraktivní, vzniká ekologická past. Dále může ekologická past vzniknout tak, že se se změnou stanoviště změní i signály. Na takovém stanovišti se pak sníží kvalita, ale zvýší se jeho atraktivita (Robertson et Hutto 2006).

Aby se vytvořila ekologická past, musí změna vyvolaná činností člověka způsobit buďto a) změnu signálů z prostředí a tím zvýšit atraktivitu, nebo b) snížit kvalitu stanoviště, nebo c) provést obojí současně (Tab. 1).

Stanoviště nízké kvality	-> Změna signálů	-> Hodnoceno jako atraktivní	-> Ekologická past
Snížení kvality stanoviště	-> Signály stejné	-> Hodnoceno jako atraktivní	
Snížení kvality stanoviště	-> Změna signálů	-> Hodnoceno jako atraktivní	

Tabulka 1: Vznik ekologické pastí – vytvořeno podle Robertson et Hutto, 2006

Vezměme v úvahu dvě stanoviště, jedno v nějakém aspektu změněné a jedno původní. Přičemž změněné stanoviště je nízké kvality a původní je vysoké kvality. Vždy záleží na tom, jak budou jedinci hodnotit jejich atraktivitu. Někdy se může stát, že obě stanoviště budou vykazovat stejnou míru atraktivity, ale budou se lišit kvalitativně. Nebo může být kvalitativně horší stanoviště atraktivnější, a to budou jedinci preferovat. Z toho vyplývá, že existují dva typy ekologických pastí (Tab. 2), pastí se stejnými preferencemi a pastí se silnými preferencemi (Robertson et Hutto 2006).

Atraktivní stanoviště vysoké kvality	Atraktivní stanoviště nízké kvality	-> ekologická past se stejnými preferencemi
Neatraktivní stanoviště vysoké kvality	Atraktivní stanoviště nízké kvality	-> ekologická past se silnými preferencemi

Tabulka 2: Typy ekologických pastí – vytvořeno podle Schlaepfer et al., 2002

Z pohledu živočichů vzniká past tehdy, když se jedinci nedokážou rychle adaptovat na změnu prostředí, ať už se změní kvalita stanoviště, nebo signály používané k jeho výběru. A kvůli své evoluční minulosti se tak při výběru stanoviště chovají maladaptivně (Schlaepfer et al. 2002, Robertson et Hutto 2006).

### 4.3 JAKOU ROLI HRAJE HODNOCENÍ STANOVIŠTĚ ŽIVOČICHY

Když si živočichové vybírají stanoviště pro svůj život a rozmnožování, je to vždy s cílem zvolit nejlepší dostupné stanoviště. Tato volba později ovlivní přežití a reprodukční úspěch celé populace. Živočichové ale nemohou znát důsledky této volby v době, kdy je třeba ji učinit (Robertson et Hutto 2006).

Chyby v hodnocení stanoviště jsou způsobeny tím, že živočichové v době osidlování stanoviště ještě nedokážou posoudit rizika v podobě nedostatku potravy, výskytu predátorů, parazitů, povodní, nebo vyschnutí stanoviště či vyrušování člověkem. Jediným ukazatelem jsou jim proto signály z prostředí (Kokko et Sutherland 2001). Tyto signály umožňují živočichům předvídat budoucí stav stanoviště. Schopnost na základě těchto signálů vybrat vhodné stanoviště je adaptivní, protože spoléhá na podněty, které v průběhu evoluce souvisejí s přežitím a reprodukčním úspěchem (Schlaepfer et al. 2002).

Pokud člověk nějakým způsobem změní kvalitu stanoviště, ale nezmění se vzhled stanoviště, nebo pokud se nezmění signály podle kterých se živočichové řídí při výběru pro ně vhodného stanoviště, stává se takové stanoviště ekologickou pastí. Platí, že čím méně času mají živočichové na přizpůsobení se, tím více chyb dělají při výběru stanoviště (Battin 2004). Pokud živočichové zažijí náhlou změnu kvality stanoviště, není možné, aby hned získali úplnou znalost nového vztahu mezi signály z prostředí a kvalitou stanoviště (Kokko et Sutherland 2001).

Pro jedince i celé populace by bylo přínosné, kdyby se nějak dokázali poučit o změně kvality stanoviště a změnit své preference při jeho výběru. Existují tři mechanismy, které ovlivňují preference stanovišť a které mohou živočichům pomoci vyrovnat se se změnami. Jedná se o 1) přirozený výběr a dvě formy fenotypové plasticity – 2) učení založené na zkušenostech a 3) preference natálního stanoviště. Úspěšnost přírodního výběru závisí na množství přítomné genetické variability a životní historii druhu, přičemž druhy s vysokou genetickou variabilitou a krátkou generační dobou se pravděpodobně dokážou změnám přizpůsobit rychleji. Pro druhy s delší generační dobou a pomalejším životním cyklem je výhodnější spoléhat na učení založené na zkušenostech. Celkově se zdá být úspěšná preference natálního stanoviště. To, že se jedinec narodil, pro něj může být dobrým ukazatelem toho, že stanoviště, ze kterého pochází je kvalitní. Zdá se, že druhy, které spoléhají na geneticky zděděné preference – přírodní výběr, jsou ke změnám kvality stanovišť zranitelnější (Kokko et Sutherland 2001).

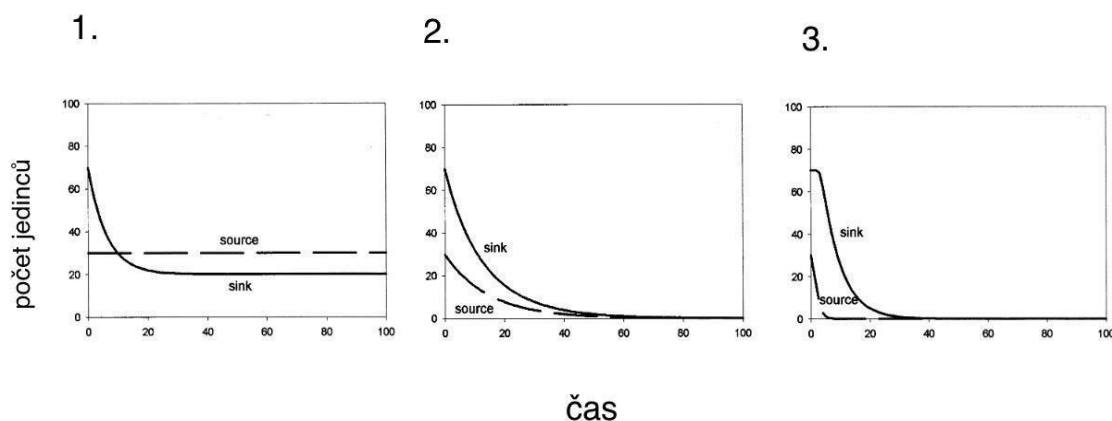
#### 4.4 DVĚ STANOVIŠTĚ, RŮZNÁ KVALITA

Source-sink populační dynamika zahrnuje dvě stanoviště. Jedno je vysoké kvality, kde převládá natalita nad mortalitou. Na tomto stanovišti je umožněn pozitivní růst populace, a to ústí v demografický přebytek. Takovéto stanoviště se nazývá source neboli zdroj. Druhý typ stanoviště (plošky) je kvality nízké, kde mortalita převládá nad natalitou, s negativním růstem populace. To se nazývá sink neboli propad. Přičemž se předpokládá, že živočichové se sdružují v oblasti zdroje a jednotlivci nebudou obsazovat stanoviště propadu, dokud bude možné obsadit zdrojové stanoviště. Pokud dojde k naplnění kapacity zdrojového stanoviště, zbývající jednotlivci jsou nuceni využít stanoviště nižší kvality. To vede ke zvýšení tempa růstu celkové populace (Pulliam 1988). Zdroj představuje stanoviště vysoké kvality, které je preferováno. Propad představuje stanoviště nízké kvality, které preferováno není. Ekologická past je pak stanoviště nízké kvality, které preferováno je. Source-sink teorie totiž předpokládá, že atraktivita stanoviště odpovídá jeho kvalitě. Zatímco v teorii ekologických pastí je atraktivita a kvalita stanoviště chápána odděleně (Kristan 2003, Battin 2004).

Delibes et al., 2001 popisuje tři scénáře vývoje populace podle preference stanoviště (obr. 2). První je klasický scénář „atraktivního zdroje“, kdy se jedinci vyhýbají stanovištěm propadu, který byl popsán o pár řádků výše. V takovémto modelu je populace zdroje i propadu stabilní (1.). Ve druhém scénáři nemají jedinci žádné preference ve výběru stanoviště (2.). A pak ještě existuje scénář „atraktivního



propadu“, kdy jsou jedinci oklamáni zdánlivě vysokým reprodukčním potenciálem a vyhledávají tak stanoviště propadu (3.). Druhý a třetí scénář ukazují na neschopnost jedinců vyhodnotit rizika úmrtí a možnost selhání reprodukce na stanovišti. Pokud jedinci nemají preference při výběru stanovišť, velikost populace klesá a z dlouhodobého hlediska může dojít k vyhynutí populace na obou stanovištích. K tomu samému směřuje i třetí scénář „atraktivního propadu“, ale tam populace zdroje a propadu nemusí klesat současně, protože propad absorbuje produkci zdroje. Takže se nejdříve zdá, že je populace propadu stabilní, ale po vyčerpání zdroje dochází k vyhynutí populace propadu (Delibes et al. 2001).



Obrázek 2: Vývoj populace podle preference stanoviště – převzato z Delibes et al., 2001 a upraveno

Z těchto tří scénářů je patrné, že source-sink populační dynamika závisí na preferencích stanovišť konkrétních jedinců (Delibes et al. 2001). Schopnost živočichů správně posoudit stanoviště je v tomto případě klíčová. Pokud jedinci správně posoudí stanoviště, ta nejkvalitnější budou osídlena jako první. Pokud ovšem dojde k chybnému hodnocení, jedinci opouštějí lepší stanoviště a usazují se na horších. Jestliže je stanoviště propadu preferováno před stanovištěm zdroje, stává se ekologickou pastí (Battin 2004). Živočichové, kteří pak uvíznou v této ekologické pasti, jsou nuceni vynaložit nepoměrně větší reprodukční úsilí do propadů a takováto populace směřuje k vyhynutí (Severns 2011).

## 4.5 DOPAD EKOLOGICKÝCH PASTÍ

Teorie ekologické pasti předpokládá, že pokud se v krajině vyskytuje ekologická past, je pravděpodobné, že dojde k vyhynutí místní populace (Battin 2004).

Určující pro populaci, která uvízne v ekologické pasti, je její počáteční velikost. Jestliže je počáteční velikost populace nízká, je předurčena k rychlému vymření.

Jedinci totiž nebudou využívat kvalitnější, méně preferovaná stanoviště. Ale pokud je počáteční velikost populace velká, dojde k úplnému obsazení méně kvalitního preferovaného stanoviště. Někteří jedinci pak budou nuceni obsadit méně preferovaná stanoviště, kde budou úspěšnější (Battin 2004).

Kokko et Sutherland, 2001 ukázali, že preference méně kvalitních stanovišť může vést k vymírání populace i v oblastech, které by jinak byly schopny populaci udržet. V důsledku toho může přidání nového stanoviště, které se zdá být vysoce kvalitní, ale není, zvýšit pravděpodobnost vymření (Kokko et Sutherland 2001). Pravděpodobnost vymření populace se zvyšuje, pokud je populace malá. To má souvislost s Aleeho efektem. Když je populace malá, většina jedinců má tedy možnost jednat podle svých, nyní maladaptivních, stanovištních preferencí. Pokud se většina jedinců tedy usadí v nekvalitním, ale pro ně atraktivnějším stanovišti, populace se rychle zmenšuje a může dojít k jejímu vymření. Naopak při vyšších populačních hustotách jsou někteří jedinci nuceni se usadit na méně atraktivních, ale kvalitnějších stanovištích. Díky tomu se jim pak může podařit populaci udržet. Další výhodou velké populace je, že je schopna přetrvávat dostatečně dlouho na to, aby mohlo dojít k adaptaci (Schlaepfer et al. 2002).

## 5. EKOLOGICKÉ PASTI A OBNOVA POSTTĚŽEBNÍCH OBLASTÍ

Obnovování stanovišť má za cíl zmírnit rizika spojená se ztrátou stanovišť a změnou biodiverzity. Ale i přes značné úsilí tato obnovená stanoviště často těchto cílů nedosahují. Obnova může selhat, pokud se živočichové vyhýbají obnoveným stanovištím, nebo naopak vyhledávají ty, kde je jejich fitness snížena. Ekologické pasti tedy mohou ohrozit úspěch obnovy (Hale et Swearer 2017).

Smyslem obnovy posttěžebních oblastí je tvorba krajiny, která by byla ekologicky vyvážená, ekonomicky potenciální, splňující hygienické standardy, dobře působící po estetické stránce a vhodná k rekreaci. Existují různé způsoby obnovy posttěžebních oblastí od zemědělské, lesnické a hydričké až po přirozené způsoby zarůstání (Štýs 1981). Způsob obnovy po těžbě ovlivňuje schopnost různých druhů kolonizovat území, a tím i ochránářský potenciál obnovených stanovišť (Tropek et al. 2010). Existují také různé způsoby toho, jak úspěšnost obnovy hodnotit (Hale et Swearer 2017).

Jedním z faktorů, které mohou způsobit neúspěch obnovy je lidské vnímání prostředí. Živočichové a lidé totiž vnímají prostředí odlišně. Strukturální vlastnosti stanovišť (např. typy půdního pokryvu, vegetace), jak je vnímá člověk, nemusí představovat funkční vlastnosti stanovišť pro jiné organismy. Jinak řečeno obnova se často zaměřuje právě na obnovu struktury stanovišť, ale opomíjí jejich funkční část (Van Dyck 2012). Nesoulad ve vnímání prostředí lidmi a živočichy je do značné míry neprozkoumaným důvodem neúspěchu obnovy. Ta může mít dopad neutrální, nebo také představovat riziko pro další vývoj populace. Obnova se setkává s neúspěchem, pokud kvalita stanoviště a preference živočichů nejsou silně propojeny. To nastává, pokud je obnovené stanoviště nízké kvality, ale živočichové ho vyhledávají, nebo naopak jestliže je stanoviště kvality vysoké, ale živočichové se mu vyhýbají. Tomuto problému je však zatím věnováno jen málo pozornosti (Hale et Swearer 2017).

Cílená obnova stanovišť se obvykle zaměřuje na původní druhy, které mají dlouhou společnou koevoluční historii. Ale výskyt a dostatečné množství původních druhů ještě nemusí znamenat úspěšnou obnovu. Člověkem idealizovaná komunita původních druhů může být totiž posunuta mimo jejich historickou niku. Obnova suchozemských či mokřadních stanovišť často zahrnuje narušení flóry. Sekání, vypalování, odstranění stromů či keřů, pastva, výsev semen původních rostlin, nebo odstranění veškeré vegetace a znovuvysazení vegetace původní, jsou sice běžné

nástroje managementu obnovy, ale náhlé změny v krajině jsou hnací silou pro vznik ekologických pastí (Severns 2011).

Příkladem ekologické pasti na rekultivovaném stanovišti se zabývala studie Severns, 2011, která ukázala, že samice motýla *Lycaena xanthoides* dává přednost kladení vajíček na hostitelskou rostlinu šťovík vrbolistý (*Rumex salicifolius*) rostoucí na zaplavovaných oblastech, kde je přežití přibližně sedmkrát nižší, oproti kladení vajíček na stejnou hostitelskou rostlinu vyskytující se na nezaplavovaných oblastech, a to v ještě hojnějším počtu. Důvodem je, že obnova tohoto stanoviště usnadnila ekologickou past invazí exotické trávy, která svým vzrůstem převyšuje hostitelskou rostlinu *Rumex salicifolius*, a ta se tak stává pro motýly špatně viditelnou (Severns 2011).

Ačkoli není známo, jak často takto nezamýšleně vznikají ekologické pasti během obnovy a publikovaných příkladů je málo (Severns 2011), z výše uvedených důvodů je patrné, že existuje riziko, že se v obnovených oblastech budou ekologické pasti objevovat.

## 6. ZE ŽIVOTA VÁŽKY

Vážky jsou vázány na vodní biotopy, protože k vývoji larev dochází právě ve vodním prostředí. Společenstva vážek lze nalézt na různých sladkovodních stanovištích s ohledem na abiotická a biotická omezení (Córdoba-Aguilar 2008). Obývají vody tekoucí i stojaté (Dolný et al. 2016). Několik druhů obývá různé fytotelmy, dendrotelmy, litotelmy či pluviotelmy a jiné druhy jsou schopny přežít i v brakických podmínkách, například dva druhy vážek lze najít ve slaných bažinách a mangrovech (Kalkman et al. 2007). Distribuce společenstev vážek kolísá v závislosti na změně podnebí, změně stanovišť, invazních druzích a dalších faktorech, které jsou spojené i s antropogenním vlivem (Córdoba-Aguilar 2008). V důsledku lidské činnosti jsou nejvíce ohrožené vyhynutím druhy odkázané na zbytky lesů v tropech (Kalkman et al. 2007). I v mírném pásu byl od druhé poloviny 20. století zaznamenán dramatický pokles jejich rozšíření a početnosti, ale zatím nejsou žádné druhy bezprostředně ohroženy vyhynutím, protože mají velký areál rozšíření. Důvodem je pravděpodobně ničení a přeměna stanovišť, zazemňování vodních ploch, eutrofizace, okyselování, znečištění vodních biotopů průmyslovými odpady, splachy hnojiv, herbicidů a pesticidů z polí. Dále pak kanalizace potoků či řek, zpevňování břehů, prohlubování a dláždění koryt řek, stavění jezů a přehradních nádrží, intenzivní chov ryb, odstraňování porostů vyšších rostlin, zarůstání koryt rákosinami a vysazování dřevin podél toku, které způsobuje zastínění a omezuje růst konkurenčně slabých vodních rostlin (Dolný et al. 2016). Vážky mají své využití, jako indikátory pro řízení ochrany životního prostředí, a to hlavně díky své citlivosti ke strukturální kvalitě stanovišť (Corbet 1999).

Vážky jsou to velice dobří letci s ostrým viděním (Grimaldi et Engel 2005) a proto není žádným překvapením, že se živí dravě. Dravý způsob života se vyskytuje u dospělců i larev (Kalkman et al. 2007). Predátory, kteří ovlivňují míru rizika v životě vážek jsou především ryby a další druhy vážek (Córdoba-Aguilar 2008).

Larvy vážek jsou vodní a tvoří důležitou součást sladkovodních ekosystémů (Rehn 2003). Živí se drobnými živočichy až do velikosti pulců a malých rybek. Zajímavostí je, že u larev vážek se lze setkat s kanibalismem, který má pro jedince funkci zajištění potravy, ale také vyřazení konkurence v boji o potravu (Fincke 1994). Vývoj larev může trvat od několika týdnů až do sedmi let (Gresens et al. 1982).

## 6.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PROSPÍVÁNÍ LAREV VÁŽEK

To, jestli budou larvy na stanovišti prosperovat závisí na různých faktorech, které ovlivňují jejich růst a přežívání. Jedním z nich je teplota. Čím nižší je teplota vody, tím méně kořisti larvy konzumují, a to negativně ovlivňuje jejich růst. Naopak se zvyšující se teplotou dochází ke zrychlení metabolismu larev a s tím spojenému zvýšení rychlosti konzumace kořisti (Gresens et al. 1982). S vyšší teplotou roste také rychlost vývoje larev. Na tu má vliv také dostupnost potravy. Se zvýšenou dostupností potravy se také zvyšuje rychlost vývoje larev (Baker et Feltmate 1987). Dalšími faktory, které mají na larvy vážek vliv je znečištění vody a míra predačního tlaku ryb (Dolný 2016). Důležitá je pro larvy, ale i dospělé vegetace poskytující úkryt a také místo pro lov kořisti (Buchwald 1992). Dále má nějaký vliv i hustota populace vážek s jejímž růstem ubývá zdrojů. Není ale snadné určit, co je pro larvy vážek limitujícím faktorem (Fricke 1994). Snížené prospívání larev bývá pravděpodobně kompenzováno prodloužením larválního stádia (Baker et Feltmate 1987). Po přeměně larvy v dospělé (emergenci) vážky opouštějí stanoviště v okolí vody, kam se záhy zase vracejí za účelem páření, kladení vajíček a samci kvůli vyhrazení teritoria (Corbet 1999).

## 6.2 PROJEVY STRÁDÁNÍ U VÁŽEK

Pokud jedinci z nějakého důvodu strádají, projeví se to na jejich kondici. Kondice odpovídá za velkou část fitness a odráží se na celkovém zdravotním stavu a reprodukčním úspěchu jedinců (Maya-Larafio et al. 2008). Kondice se u hmyzu dá odvodit na základě velikosti těla jedinců, jejich hmotnosti (čerstvé, suché), obsahu živin, zásob tuku a množství svalové hmoty (Rolf et Joop 2002, Maya-Larafio et al. 2008).

Velikost těla může být dobrým ukazatelem toho, jak jedinci prospívají. Čím jsou menší, tím více se snižuje jejich fitness. Menší a tím pádem i lehčí dospělí samci vážek jsou méně úspěšní v soubojích o teritorium. Také malé dospělé samice mají pravděpodobně menší reprodukční úspěšnost (Baker et Feltmate 1987). Do tělesné velikosti se dá zahrnout tělesná hmotnost, rozměry zadečku a délka těla, které vypovídají o skutečných zásobách živin (Maya-Larafio et al. 2008). Dalším důležitým ukazatelem kondice jsou tukové zásoby. U vážek jsou určujícím faktorem například úspěšnosti páření. Tukové zásoby jsou v tomto případě důležité při soubojích jedinců, přičemž jedinci s menšími tukovými zásobami jsou v soubojích méně úspěšní

(Plaistow et Siva-Jothy 1996). Tuková tkáň hraje také důležitou roli u larev, aby přežily období hladovění během metamorfózy (Arrese et Soulages 2010).

## 6.3 JAK VÁŽKY HODNOTÍ STANOVIŠTĚ

Po vylíhnutí se dospělí jedinci rozptýlí po okolí a záhy se zase shromažďují na místě kladení vajíček, které je pro daný druh specifické a je v jeho blízkosti. Aby byl výběr stanoviště úspěšný, musí být u obou pohlaví vyvinuty vhodné reakce, které jsou u samců zaměřeny na páření a u samic na páření a kladení vajíček (Corbet 1962). Samičky vážek, které se šíří z jejich původních stanovišť tak stojí před rozhodnutím, na které z dostupných stanovišť nakladou vajíčka. Tato místa vybírají na základě podnětů, dle kterých usuzují, zda jsou tato místa vhodná k naklazení vajíček nikoli k přežití larev (Corbet 1999). Larvy vážek jsou totiž vodní, zatímco dospělci jsou terestričtí. Jsou to ale právě dospělci, kteří rozhodují o tom, kde budou žít larvy. Vážky hodnotí stanoviště především na základě vizuálních podnětů (Corbet 1962).

Vážky se hodí pro výzkum ekologických pastí, protože jejich chování a proces výběru stanoviště lze dobře pozorovat (Šigutová et al. 2015). Jak už bylo na výše uvedených příkladech představeno, vážky jsou velice náchylné ke změnám prostředí v jejichž důsledku se někdy chovají maladaptivně. Stupeň maladaptace je dán vztahem mezi rychlostí změn prostředí a povahou a rozsahem geneticky podmíněných reakcí na tyto změny (Crespi 2000).

Vážky se při výběru vhodných stanovišť řídí tzv. "zástupnými symboly". Jsou to signály z prostředí, díky kterým vážky v průběhu evolučního času dostávaly informaci o kvalitě prostředí. Jedná se tedy o adaptaci na určité signály. Příkladem je již uvedené horizontálně polarizované světlo (Horváth et Varjú 1997), které se odráží od vodní hladiny a ukazuje tak na přítomnost vhodného místa, kde běžně dochází k páření a kam lze naklást vajíčka (Horváth et al. 1998). Horizontálně polarizované světlo se ale dobře odráží i od jiných umělých povrchů. Pokud se tedy v prostředí, v jehož blízkosti se vážky vyskytují, začnou v důsledku lidské činnosti objevovat tyto plochy, adaptace na horizontálně polarizované odrážející se světlo přestává být účinná. Pokud se vážky těmto změnám nepřizpůsobí, říkáme, že se chovají maladaptivně. Maladaptivní chování pak může ohrozit jejich další přežívání (Robertson et Hutto, 2006). Ekologické pasti jsou jednou z možných příčin špatné adaptace.

### 6.3.1 POLARIZOVANÉ SVĚTLO

Vážky používají k hodnocení stanoviště horizontálně polarizované světlo odrážející se od vodní hladiny. To je pro ně signálem k námluvám a kladení vajíček (Horváth et al. 1998, Wildermuth 1998), přičemž hloubka, zákal, barva, průhlednost, povrch hladiny a složení substrátu ovlivňuje odrazově-polarizační charakteristiku vodního útvaru (Bernáth et al 2002). Polarizační charakteristika vodních ploch se mění s měnícím se osvětlením a úhlem pohledu. Vyšším stupněm horizontální polarizace se vyznačují tmavé vodní plochy (Horváth et Varjú 1997).

Samičky vážek mají tendenci ke kladení vajíček na tmavé a lesklé povrchy, které jsou naprosto nevhodné pro ovipozici a samečci vykazují v přítomnosti takových lesklých povrchů různé znaky reprodukčního chování (Wildermuth et Spinner 1991, Wildermuth 1993). Tyto umělé povrchy vážkám právě kvůli odraženému horizontálně polarizovanému světlu připomínají vodní hladinu. Platí, že čím více odraženého světla, tím je daná plocha lákavější. Toto jsou vážky schopny vnímat z velké vzdálenosti a dostávají tak informaci o kvalitě stanoviště (Bernáth et al. 2002).

S polarizací velmi úzce souvisí i trofický stav vodních ploch. Trofický stav totiž ovlivňuje polarizaci, a to může ovlivňovat výběr stanoviště. Ve studii Šigutová 2015 se v průběhu sezóny měnil trofický stav vodních nádrží a s tím se měnily i preference jednotlivých druhů vážek (Šigutová et al. 2015).

Experiment Wildermuth et Spinner, 1991 odhalil, že samičky i samečci lesklíce severské (*Somatochlora arctica*), kteří reagovali na černou lesklou fólii různými způsoby směřujícími k reprodukci také opakovaně dělali pohyby, jako by se dotýkali vodní hladiny, v tomto případě fólie (Wildermuth et Spinner 1991). To ukazuje na to, že vážky hodnotí vhodnost stanoviště nejen vizuálně, ale také fyzicky. To dělají tak, že natáhnou zadní nohy a detekují povrch ponořením tarsů do substrátu (Wildermuth et Spinner 1991, Wildermuth 1992).

### 6.3.2 VEGETACE

Pro vážky je vegetace důležitou součástí biotopu. Vegetace je larvami vážek využívána jako úkryt před predátory, nebo jako místo k sehnání potravy. Dospělci vegetaci využívají při lovu, jako místo, kde samci čekají na samice za účelem páření, ke kladení vajíček, ke slunění, jako úkryt, k vymezení hranic teritoria, k ochraně před predátory, úkryt za nepříznivého počasí, k dospívání subadultních jedinců a v neposlední řadě je pro ně vegetace signálem při výběru stanoviště. Dokonce i pionýrské druhy vážek, které osidlují stanoviště chudá na vegetaci, vyžadují alespoň



minimální vegetační kryt, kterou potřebují minimálně jako úkryt za nepřízně počasí (Buchwald 1992).

Vegetace je tedy jedním ze signálů, podle kterého vážky hodnotí stanoviště. Mohou se zaměřovat buďto na rostlinné složení (rostlinná společenstva, dominantní druhy), nebo na strukturu vegetace (výška, pokryvnost, rozmístění rostlin). Některé druhy silně preferují určitá rostlinná společenstva, protože složení vegetace je spjato s příslušným typem vody (Buchwald 1992). Ve studii Foote et Hornung, 2005 se naopak ukázalo, že struktura mokřadní vegetace byla pro život vážek důležitější než složení vegetace. Pro některé druhy je tedy důležité rostlinné složení, přičemž jeho typ se mezi konkrétními druhy liší. Pro jiné druhy bude zase určující struktura vegetace. Ale je zřejmé, že vážky nějakým způsobem zahrnují vegetaci do svého hodnocení při výběru vhodných stanovišť (Foote et Hornung 2005).

Pro vážky je rovněž důležité, aby stanoviště nebylo vegetací úplně zahlceno (Rouquette et Thompson 2005). Preferují totiž větší vodní plochy s odrazivou hladinou, která není porušena vegetací. Také stanoviště se stromy nebývají preferovány, vážky raději dávají přednost otevřeným plochám, které nejsou kryté lesem (Wildermuth 1993).

### 6.3.3 BARVA SUBSTRÁTU

Vážky si vybírají stanoviště také podle barvy substrátu (Corbet 1962). Bylo zjištěno, že preference světlých, nebo tmavých substrátů se liší. Některé druhy preferují spíše světlé substráty, jiné naopak tmavé a některé druhy žádný z typů neupřednostňují (Bernáth et al. 2002). Nejvíce však bývají preferovány tmavé podklady, kvůli již zmíněné polarizaci světla (Horváth et Varjú 1997, Bernáth et al. 2002). Barva larev vážek má pravděpodobně souvislost právě s barvou substrátu. Jedná se s největší pravděpodobností o obranu proti rybím predátorům, kteří je pak na stejně barevném podkladu hůře vidí (Corbet 1962).

### 6.3.4 RYBÍ PREDÁTOŘI

Práce McPeck, 1989 podporuje to, že vážky velice pravděpodobně nedovedou přímo rozlišovat mezi vodními plochami, kde se vyskytují rybí predátoři a vodními plochami, kde se nevyskytují, přičemž zde experiment probíhal s druhy *Enallagma boreale* a *Enallagma cyathigerum* (šidélko kroužkované) (McPeck 1989). To samé vyšlo i ze studie Šigutová et al., 2015, kde vážky osidlovaly rybníky nehledě na výskyt ryb, což pro ně v tomto případě bylo ekologickou pastí (Šigutová et al. 2015). Ale se studií Šigutová, 2021 se ukázalo, habitatoví generalisté z řádu vážek mezi vodními útvary

s výskytem rybích predátorů a vodními útvary, kde se ryby nevyskytují sice nerozlišují, zatímco habitatoví specialisté ano. Zástupci vážky *S. danae* se významně vyhýbali tůním s výskytem rybích predátorů (Šigutová et al. 2021). Předpokládá se, že vážky o přítomnosti rybích predátorů pravděpodobně usuzují na základě struktury vegetace (Wildermuth 1993). Rybí predátoři totiž většinou chybí na raně sukcesních stanovištích, které se vyznačují málo rozvinutou vegetací vodních makrofyt (Šigutová et al. 2021). Ale právě ve studii Šigutová et al., 2021 byl ale záměrně vytvořen nesoulad mezi přítomností predátorů a strukturou vegetace, takže se podle ní vážky nemohly orientovat a vyhýbat se tak na základě toho tůním s výskytem ryb. Co jiného by kromě struktury vegetace mohlo hrát roli při detekci přítomnosti predátorů, zatím není jasné (Šigutová et al. 2021).

### 6.3.5 OSTATNÍ

Mezi další podněty, na jejichž základě vážky hodnotí stanoviště patří fyzikální vlastnosti vod. Ve studii Rouquette et Thompson, 2005 se pracovalo s šidélkem přilbovým (*Coenagrion mercuriale*) a ukázalo se, že hustota výskytu šidélka pozitivně koreluje s přítomností terasovitých zaplavovaných břehů. Ty poskytují teplou a mělkou vodu, kde je pomalý tok a tím pádem jsou vhodné pro larvy. Pozitivní vliv na výskyt šidélka měl substrát převážně z bahna, výskyt dvouděložných ve vodě či v bahně rostoucích rostlin a jednoděložných na břehu rostoucích rostlin, což také může souviset právě z přítomností zaplavovaných břehů. Takové rostliny slouží samičkám ke kladení vajíček a jejich kořeny pak jako stanoviště pro vývoj larev (Rouquette et Thompson 2005).

Zajímavostí je, že vážky také bývají přitahovány na stanoviště, na kterých je již vysoká hustota jedinců stejného druhu, to může být způsobeno určitým selekčním tlakem působícím na samičky, aby vybraly ta nejvhodnější stanoviště pro kladení vajíček a vývoj larev, nebo přítomnost jedinců stejného druhu může být použita jako signál svědčící o kvalitě stanoviště (Rouquette et Thompson 2005).

Všechny tyto podněty mohou vážky vnímat v kombinaci, nebo postupně, když hledají vhodná místa k rozmnožování (Bernáth et al. 2002).

## 6.4 VÁŽKY A POSTTĚŽEBNÍ OBLASTI

U oblastí, které byly degradované těžbou se přistupuje k jejich obnově pomocí technických rekultivací, nebo zanechání spontánní sukcese. Ukázalo se, že pokud je zvolena obnova pomocí spontánní sukcese, vznikají místa s vysokou biologickou

rozmanitostí a výskytem vzácných druhů v člověkem využívaných oblastech. Podmínky prostředí na posttěžebních stanovištích jsou nestabilní a velmi rychle se mění (Tropek et al. 2010). Právě z důvodu této proměnlivosti mohou posttěžební oblasti představovat pro vážky ekologické pastí (Harabiš et Dolný 2012). Jednotlivá sukcesní stadia jsou atraktivní pro různé druhy vážek (Wildermuth 2003). Ale kvůli rychlým změnám zde probíhajícím mohou vznikat podmínky, které pro vážky nejsou optimální (Harabiš et Dolný 2012).

Příklad ekologické pastí na území po těžbě byl uveden ve studii Harabiš et Dolný, 2012. Vážky osidlovaly nově vznikající vodní plochy v důlních poklesových kotlinách po těžbě uhlí. V důsledku nestability podloží zde ale často docházelo k zaplavení a zániku litorální zóny. To pokaždé vedlo k lokálnímu vyhynutí populace vážek. Po stabilizaci podmínek vážky vždy opět osidlovaly tato stanoviště. Tato stanoviště byla tedy pro konkrétní populace krátkodobou ekologickou pastí v důsledku své nestability (Harabiš et Dolný 2012).

#### 6.4.1 ATRAKTIVITA POSTTĚŽEBNÍCH OBLASTÍ

V oblastech, které byly ovlivněny těžbou vznikají významné biotopy pro různé skupiny organismů. Jsou to především mokřady, tůně a místa s řídkým vegetačním krytem, která spontánně vznikají výsypkách (Prach et al. 2009). Přesně taková místa jsou vyhledávána vážkami. Nalézáme je v blízkosti vodních biotopů posttěžebních stanovišť, jako jsou tůně vznikající po těžbě černého uhlí na důlních odkalištích, kanály a zavodněné poklesové kotliny v oblastech s hlubinnou těžbou, nebo nádrže hnědouhelných výsypek. Dále jsou pro výskyt vážek významné tůně vzniklé zaplavením kamenolomů a pískoven. Vážky jsou totiž přitahovány vodními útvary se šikmými a mělkými zaplavenými okraji a vzrůstající vegetací (Dolný et al. 2016).

Vegetace má důležitou roli v životě vážek. Vážky využívají makrofytní vegetaci k úkrytu, odpočinku, ovipozici a také jako signál pro výběr stanoviště (Wildermuth 2003). Změny ve složení a struktuře vegetace na posttěžebních stanovištích souvisí s výkyvy vodní hladiny, protože některé druhy rostlin jsou odolnější k vysychání a záplavám a jiné citlivější (Van Geest et al. 2005). S měnící se vegetací v průběhu sukcese dochází i ke změnám společenstev vážek. Někdy se jedná o druhy faunisticky významné či ohrožené (Dolný et al. 2016).

Při povrchové těžbě dochází například ke změnám barvy substrátu (Štýs 1981). A právě barvu substrátu používají vážky jako signál, podle kterého si vybírají stanoviště (Corbet 1962). Pokud se změní barva substrátu na barvu, kterou jednotlivé druhy hodnotí jako atraktivní, budou preferovat tato stanoviště před jinými.

Další výhodou těchto stanovišť je velice nízký predační tlak, díky absenci ryb (Dolný et al. 2016).

#### 6.4.2 NESTABILITA POSTTĚŽEBNÍCH OBLASTÍ

Posttěžební stanoviště mohou mít na populace vážek negativní vliv v důsledku své nestability. Kolísání vodní hladiny, změny vegetačního krytu a nedostatek potravy jsou faktory, které mohou negativně ovlivňovat populace vážek. To se může projevit snížením jejich fitness a lokálním vymíráním populací (Pickup et Thompson 1990, Van Geest et al. 2005, Frouz et al. 2008, Harabiš et Dolný 2012).

Protože jsou posttěžební oblasti v raných stádiích, dochází zde k častému kolísání vodní hladiny, narozdíl od starších oblastí (Van Geest et al. 2005). Jeden rok zde může být dostatek vodních ploch, kde samičky vážek kladou vajíčka a kde dochází k vývoji larev, v dalším roce může dojít vyschnutí tohoto stanoviště, nebo naopak k záplavám. Takové změny mohou způsobit vymření konkrétní populace (Harabiš et Dolný 2012).

Nejen, že na těchto místech dochází ke změnám struktury vegetace a rostlinného složení, ale společně s tím se mění i zastoupení skupin živočichů a jejich hustota (Frouz et al. 2008). Vzhledem k tomu, že se larvy i dospělci vážek živí dravě, mohou mít tyto změny pro vážky následky v podobě nedostatku potravy. Dostupnost kořisti pro larvy vážek má vliv na rychlost jejich vývoje (Pickup et Thompson 1990). Menší vzrůst larev v důsledku nedostatku potravy mívá spojitost s pozdější emergencí. Později vylíhlé larvy pak mohou trpět zvýšenou vnitrodruhovou konkurencí, která je může vytlačit do potravně chudších oblastí a mimo útočiště před predátory, a tak se sníží jejich reprodukční úspěšnost (Gribbin et Thompson 1990).

Pokud jsou takto nestabilní stanoviště vážkami preferována, což je velice pravděpodobné z důvodů uvedených v předchozí kapitole, fungují tyto oblasti jako ekologické pasti (Harabiš et Dolný 2012).

## 7. VÝZNAM STUDIA EKOLOGICKÝCH PASTÍ

Koncept ekologické pasti, jako mechanismus vysvětlující rozsáhlý úbytek populací původních druhů se v posledních letech těší zájmu z hlediska ochrany přírody. Aby bylo možné zmírnění dopadu ekologických pastí, je nutné správně chápat procesy, jak ekologické pasti vznikají (Robertson et Hutto 2006).

Nesoulad mezi kvalitou stanoviště a signály z prostředí, které živočichové přijímají, bude mít pravděpodobně stále větší význam, protože se krajina bude stále více měnit v důsledku lidské činnosti. Pochopení ekologických pastí by mohlo pomoci rozpoznat, kdy by tento nesoulad mohl vyústit ve snížení velikosti populace, nebo jejímu vymření. Při managementu stanovišť je důležité brát v úvahu jak skutečnou kvalitu stanoviště, tak kvalitu vnímanou (Kokko et Sutherland 2001). Snahy o zmírnění dopadu ekologických pastí se tak mohou zaměřit buď na zvýšení kvality stanoviště pasti, nebo na snížení atraktivity pasti (Battin 2004).

Abychom správně posoudili, proč živočichové vnímají některá stanoviště jako atraktivní, je nezbytné pochopit, jaké signály z prostředí používají k jejich hodnocení. V případech, kdy živočichy vede do ekologické pasti pouze přidání nějakého nového signálu, lze tento signál docela jednoduše upravit tak, aby vrátil živočichy zpět do prostředí vyšší kvality a zvýšit tak jejich reprodukční úspěch (Schlaepfer et al. 2002). Co se týče obnovy posttěžebních oblastí, je dobré mít znalosti o tom, jak si živočichové vybírají stanoviště. To může být využito k odhalení toho, zda byla obnova úspěšná. Cílem úspěšné obnovy stanovišť by mělo být také obnovení vazeb mezi kvalitou stanoviště a preferencemi živočichů (Hale et Swearer 2017).

## 8. METODIKA

### 8.1 POPIS EXPERIMENTU

Experiment probíhal na Fakultě životního prostředí v Praze. Experiment měl simulovat podmínky, jaké by se mohly vyskytovat v přírodě na přírodních stanovištích a na stanovištích posttěžebních. Cílem bylo zjistit, zda je viditelný a měřitelný rozdíl mezi larvami, které měly dostatek potravy (kontrolní stanoviště) a mezi těmi, které měly potravy jen potřebné minimum (potenciální ekologická past). Pokud by se ukázalo, že zde existuje průkazný rozdíl, bylo by možné provádět podobný experiment v přírodě, na přírodním a posttěžebním stanovišti, a následně zhodnotit, zda posttěžební stanoviště opravdu funguje jako ekologická past.

### 8.2 PŘÍPRAVA

Nejprve bylo nutné vyrobit klíčky, do kterých budou umístěny larvy vážek. Klíčky byly vyrobeny z plastových kbelíků (obr. 3), v jejichž stěnách byly vyříznuty velké otvory, které byly následně potaženy pletivem. Velikost ok pletiva byla vybrána taková, aby se skrze ně nedostaly ven larvy vážek, ale aby jimi mohla snadno projít potrava. Klíček bylo zhotoveno celkem deset. Poté byly ve volné přírodě naloveny larvy vážek, konkrétně vážky rodu *Libellula*, které byly roztrženy podle velikosti. Na experiment bylo potřeba použít larvy, pokud možno stejného instaru a velikosti, protože mezi rozdílně velkými larvami by mohlo docházet ke kanibalismu (Fincke 1994). Následně bylo vybráno sto larev přibližně stejné velikosti, které byly v experimentu použity. Z těchto byl vybrán náhodný vzorek deseti larev, u kterého se změřila jejich počáteční velikost (Tab. 3). Tento údaj slouží pouze jako informace o tom, jak larvy byly velké na začátku a také jako kontrola toho, že všechny byly přibližně stejné velikosti.

Larva	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Průměrná velikost
Velikost [mm]	11	12	11	11	12	11	11	11	10	9	10,9

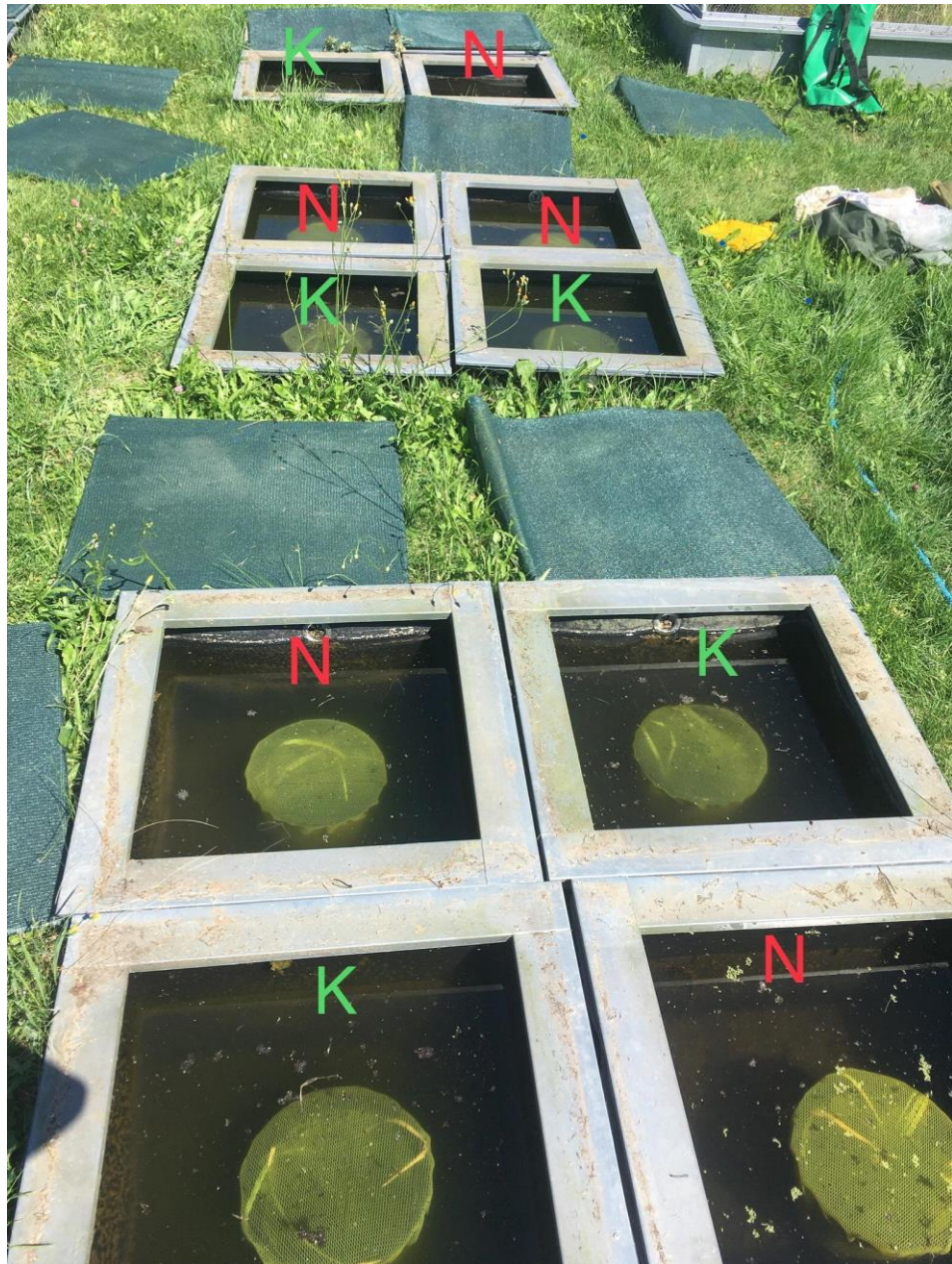
Tabulka 3: Počáteční velikosti náhodného vzorku larev

## 8.3 ZÁSTUPCE POUŽITÝ V EXPERIMENTU – ROD LIBELLULA

Experiment byl proveden s larvami vážek rodu *Libellula*. Společným znakem pro tento rod je výrazná tmavá skvrna trojúhelníkového tvaru na bázi zadních křídel. Zástupci se vyznačují dynamickým letem, přičemž jedinci dokážou rychle měnit směr. Samci rodu *Libellula* jsou velice teritoriální a své teritorium střeží z vyvýšených míst. Samice kladou vajíčka v tandemu. Jednotlivé druhy preferují různé biotopy, například *Libellula depressa* osidluje nově vznikající tůně, jiné druhy zase preferují stojaté vody, nebo naopak vody alespoň s částečným proudem (Dolný et al. 2016).

## 8.4 SAMOTNÝ PRŮBĚH EXPERIMENTU

Do klíček z plastových kbelíků a pletiva, vyrobených speciálně pro tento účel, byla dána zemina a několik rostlin a poté do nich byly umístěny larvy vážek. Vždy po deseti larvách do každé klíčky. Takto připravené klíčky s larvami byly vloženy do venkovních nádrží s vodou o rozměrech 1x1m. Nádrže byly náhodně rozděleny na dvě skupiny, přičemž jedna skupina měla reprezentovat přirozené stanoviště s dostatkem potravy a druhá stanoviště posttěžební, kde je potravy jen minimum (Obr. 3).



Obrázek 3: Nádrže s vážkami reprezentující dvě stanoviště různé kvality. K= kvalitní stanoviště, N= nekvalitní stanoviště

Experiment probíhal po dobu dvou měsíců od 6.8.2020 do 6.10.2020. Během této doby byly larvy pravidelně krmeny, a to v poměru 5:1. Pět odměrek s potravou do nádrže simulující kvalitní stanoviště a jednu odměrku do nádrže simulující stanoviště nízké kvality. Potravou byli různí drobní bezobratlí živočichové, především larvy jepic (*Ephemeroptera*).

Po uplynutí dvou měsíců byly larvy vážek z nádrží vyjmuty a uloženy do lihu, což usnadnilo jejich měření a skladování. Poté se larvy nechaly dva dny vyschnout a následně byly změřeny. Larvy byly měřené na pevné podložce a měření bylo provedeno posuvným měřítkem. Měřila se šířka hlavy, velikost masky a velikost

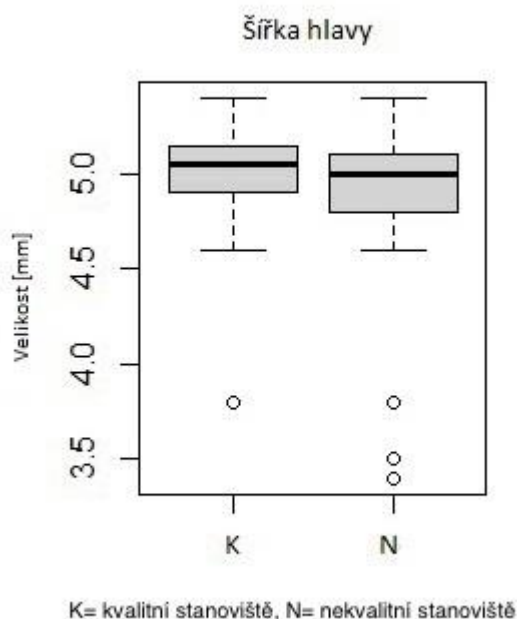


zadečku. Naměřené velikosti byly nakonec porovnány mezi larvami z nádrží, které reprezentovaly nekvalitní stanoviště a těmi, které reprezentovaly kvalitní stanoviště. Výsledky byly zpracovány v programu R Studio, programovacím jazyce R (R verze 4.1.1.). Pro porovnání středních hodnot naměřených velikostí mezi skupinami byl použit Wilcoxonův test. Pro porovnání variability mezi skupinami byl použit F-test. Nulové hypotézy byly zamítány na 5 % hladině významnosti.

## 9. VÝSLEDKY

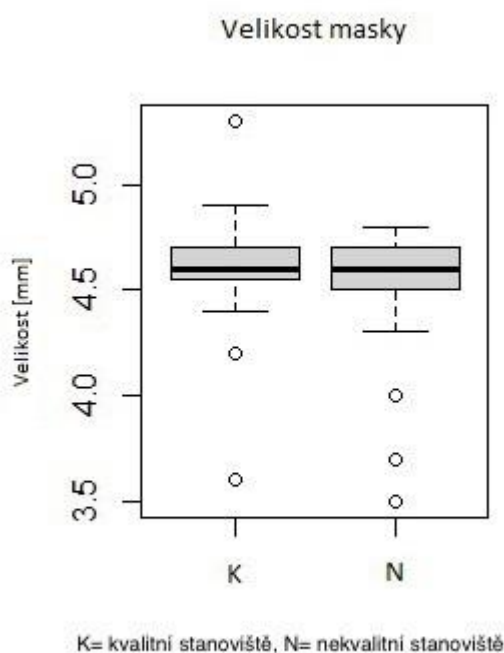
Z celkového počtu 100 jedinců přežilo experiment celkem 61. V nádržích, které měly simulovat kvalitní přírodní stanoviště a do kterých byl dodáván dostatek potravy přežilo 28 larev a v nádržích, které měly simulovat nekvalitní stanoviště, a do kterých bylo dodáváno jen minimum potravy jich přežilo 33. Našla se však pouze jedna mrtvá larva, a to v nádrži, kam bylo dodáváno dostatek potravy. Zbylí jedinci se nenašli.

V kvalitních nádržích byla průměrná šířka hlavy larev 4,99 mm a v nekvalitních byla průměrná šířka hlavy 4,87 mm. Průměrně měly tedy larvy, kterým byl dodáván dostatek potravy širší hlavu než ty, které měly potravy jen minimum. Nejmenší naměřená šířka hlavy byla 3,4 mm a bylo to u larvy z nekvalitní nádrže. Nejmenší naměřená hodnota u larev z kvalitních nádrží byla 3,8 mm. Největší naměřená šířka hlavy byla 5,4 mm a tato hodnota byla naměřena dvakrát u larev z kvalitních nádrží a dvakrát u larev z nekvalitních nádrží. Střední hodnoty šířky hlavy mezi larvami z kvalitních a nekvalitních nádrží se významně nelišily (s p-hodnotou= 0,3131). Významně se ale lišil rozptyl šířky hlavy mezi larvami z kvalitních a nekvalitních nádrží (s p-hodnotou= 0,02352). U nekvalitních nádrží se objevuje také více odlehklých hodnot (Graf 1).



Graf 1: Šířka hlavy larev ze dvou stanovišť různé kvality

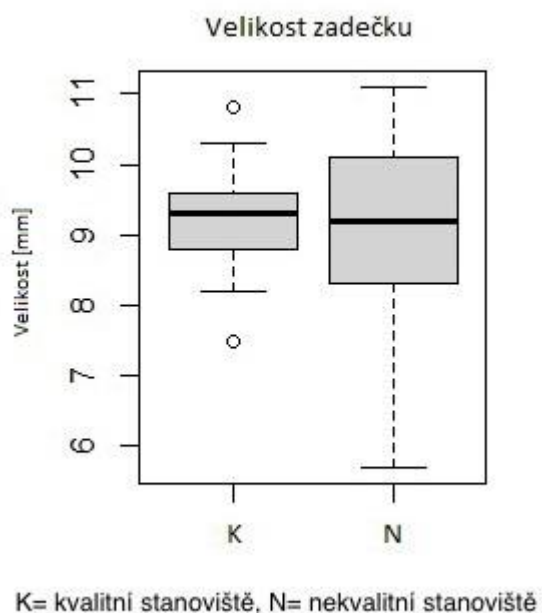
Dále se měřila velikost masky (Graf 2). V nádržích, které představovaly kvalitní stanoviště, byla průměrná velikost masky larev 4,61 mm a v těch, které představovaly nekvalitní stanoviště byla průměrná velikost masky 4,51 mm. Larvy, kterým byl dodáván dostatek potravy měly tedy průměrně větší velikost masky než ty, které měly potravy jen minimum. Nejmenší naměřená velikost masky byla 3,5 mm a bylo to u larvy z nekvalitní nádrže. Nejmenší naměřená hodnota u larev z kvalitních nádrží byla 3,6 mm. Největší naměřená velikost masky byla 5,3 mm a tato hodnota byla naměřena u larvy z kvalitní nádrže. Největší naměřená velikost masky u larev z nekvalitních nádrží byla 4,8 mm a to hned u pěti jedinců. Střední hodnoty velikosti masky mezi larvami z kvalitních a nekvalitních nádrží se signifikantně nelišily (s p-hodnotou= 0,1451). Signifikantně se larvy z kvalitních a nekvalitních nádrží nelišily ani v rozptylu velikosti masky (s p-hodnotou= 0,7927).



Graf 2: Velikost masky larev ze dvou stanovišť různé kvality

Dále se měřila velikost zadečku (Graf 3). V nádržích představujících kvalitní stanoviště, byla průměrná velikost zadečku larev 9,20 mm a v těch, které představovaly nekvalitní stanoviště byla průměrná velikost zadečku 9,08 mm. Larvy, kterým byl dodáván dostatek potravy měly tedy průměrně větší velikost zadečku než ty, kterým bylo dodáváno jen minimum potravy. Nejmenší naměřená velikost zadečku byla 5,7 mm a bylo to u larvy z nekvalitní nádrže. Nejmenší naměřená velikost zadečku u larev z kvalitních nádrží byla 7,5 mm. Největší naměřená velikost zadečku byla 11,1 mm a tato hodnota byla naměřena u larvy z nekvalitní nádrže. Největší

naměřená velikost masky u larev z kvalitní nádrže byla 10,8 mm. Střední hodnoty velikosti zadečku mezi larvami z kvalitních a nekvalitních nádrží se signifikantně nelišily (s p-hodnotou= 0,9884). Signifikantně se larvy z kvalitních a nekvalitních nádrží však lišily v rozptylu velikosti zadečku (s p-hodnotou= 0,001415). U nekvalitních nádrží se objevuje také více odlehlých hodnot.



Graf 3: Velikost zadečku larev ze dvou stanovišť různé kvality

## 10. DISKUZE

V lidmi ovlivněném prostředí, které se rychle mění najdeme mnoho příkladů, kdy živočichové uvíznou v ekologické pasti (Horváth et al. 1998, Kriska et al. 1998, Bernáth et al. 2001, Wildermuth et Horváth 2005, Konvicka et al. 2006, Horváth et al. 2007, Kriska et al. 2008, Šigutová et al. 2015). Ekologické pasti mohou vznikat i v oblastech, kde probíhají snahy o jejich obnovu (Severns 2011, Hale et Swearer 2017). Příkladem takových ekologických pastí jsou ty, které vznikají v posttěžebních oblastech (Harabiš et Dolný 2012).

Ekologické pasti vznikají, pokud se oddělí atraktivita stanovišť od jejich kvality (Robertson et Hutto 2006) a to často nastane právě v důsledku nějaké změny v prostředí (Kokko et Sutherland 2001). Mohou se změnit signály z prostředí, které živočichové využívají k hodnocení stanovišť. Může se snížit kvalita stanoviště. Nebo se mohou změnit jak signály, tak kvalita stanoviště (Robertson et Hutto 2006). Jestliže je v důsledku těchto změn nějaké stanoviště nízké kvality preferováno před ostatními dostupnými stanovišti, jedná se o ekologickou past (Severns 2011, Battin 2004, Schlaepfer et al. 2002). Posttěžební stanoviště nejen, že byla v důsledku lidské činnosti kompletně přeměněna, ale stále na nich dochází k rychlým změnám a podmínky jsou zde nestabilní. Proto je vysoce pravděpodobné, že ekologické pasti se budou objevovat právě zde (Tropek et al. 2010, Harabiš et Dolný 2012).

Velkou roli v problematice ekologických pastí hrají preference živočichů, a to jakým způsobem si vybírají stanoviště (Robertson et Hutto 2006, Kokko et Sutherland 2001, Schlaepfer et al. 2002, Battin 2004). Vážky využívají při výběru stanovišť podnětů z prostředí jako je horizontálně polarizované světlo odrážející se od vodní hladiny (Horváth et al. 1998, Wildermuth 1998), struktura vegetace a rostlinné složení (Buchwald 1992), barva substrátu (Buchwald 1992), vzhled vodního útvaru (Rouquette et Thompson 2005), nebo se orientují podle přítomnosti jedinců stejného druhu (Rouquette et Thompson 2005). Oblasti po těžbě často splňují charakteristiky stanovišť, které vážky vyhledávají (Dolný et al. 2016). Preferenci stanoviště je možné zjistit tak, že jej jedinci vyhledávají a osidlují jako první. Také je zde vyšší hustota populace oproti stanovištím v blízkosti (Battin 2004).

Pokud by se posttěžební stanoviště vyznačovalo vysokou atraktivitou pro vážky a zároveň nízkou kvalitou, mohlo by se jednat o ekologickou past. V experimentální části bylo zkoumáno, jak by se nízká kvalita stanoviště v podobě nedostatku potravy, projevila na velikosti larev vážek. Larvy vážek žijící v nádržích, které představovaly posttěžební stanoviště s nedostatkem potravy, se v průměrné velikosti nelišily od

larev žijících v nádržích, které měly představovat přírodní stanoviště s dostatkem potravy. Ale lišily se v rozptylu velikosti zadečku a šířky hlavy mezi jedinci z nádrží s dostatkem a nedostatkem potravy. V nekvalitních nádržích se naměřené velikosti výrazněji lišily od průměru než naměřené velikosti u larev v kvalitních nádržích. O nedostatku potravy a případné ekologické pasti na posttěžebních stanovištích by tedy mohl svědčit fakt, že na těchto stanovištích larvy vážek vykazují větší rozdíly ve velikostech.

Vzhledem k tomu, že 38 jedinců nebylo dohledáno, je možné, že v nádržích docházelo ke kanibalismu. Stejný jev u larev vážek byl pozorován ve studii De Block et Stocks, 2004, kde také kanibalizovaní jedinci nebyli v nádrži vůbec dohledáni, ale byla zjištěna jejich přítomnost ve střevě ostatních jedinců (De Block et Stocks 2004). Tento jev u larev vážek není neobvyklý. Ke kanibalismu dochází častěji při nedostatku potravy (De Block et Stocks 2004) a zvláště pokud se vyskytují pohromadě jedinci různých velikostí (Fincke 1994). V našem experimentu však byly do nádrží umístěny vždy larvy stejné velikosti. Mohlo se tedy stát, že některé larvy rostly rychleji v závislosti na množství jimi ulovené potravy a poté usmrtily menší jedince.

Větší rozptyl ve velikostech larev při nedostatku potravy může být vysvětlen tím, že potrava vystačila jen pro některé jedince a na ty ostatní nezbylo, nebo právě tím, že zde hrál roli kanibalismus, proto larvy v méně kvalitních nádržích byly různých velikostí. Větší jedinci mohli potlačovat růst menších soukmenovců, nebo je přímo predovat (Fincke 1994). Nedostatek potravy nemá vliv jen na velikost larev, ale také na rychlost jejich vývoje. Přičemž platí, že nedostatek potravy zpomaluje vývoj (Pickup et Thompson 1990). U později vylíhlých larev může být sníženo jejich fitness, protože se musí vyrovnávat se zvýšenou vnitrodruhovou konkurencí a někdy jsou nuceny obsadit stanoviště, kde je méně potravy, nebo více predátorů či jinak horší stanoviště (Gribbin et Thompson 1990).

Z výsledků experimentální části práce tedy vyplývá, že menší jedinci vyskytující se na nekvalitních stanovištích, nemusí vůbec přežít, a nebo opustí vodní prostředí později a jejich reprodukční úspěch může být ohrožen. Jestliže úmrtí převyšuje nad reprodukci, úspěšnost přetrvání populace je ohrožena (Battin 2004).

Budoucí studie by mohla probíhat už přímo na posttěžebních stanovištích. Bylo by vhodné porovnat, jak na těchto stanovištích larvy vážek prospívají oproti dostupným přírodním stanovištím. Kromě měření tělesné velikosti by bylo možné využít další možnosti ke zhodnocení toho, jak larvy prosperovaly. Například stanovení množství zásobních látek. Experiment popsany v této práci se zabýval pouze tím, jaký vliv by mohl mít výběr méně kvalitního stanoviště na prospívání larev, ale neřešil samotné

preferance dospělců. Proto by bylo možné se v budoucí studii zaměřit i na to, jestli jsou posttěžební stanoviště vážkami preferována.

Pokud bude známo, kde se ekologické pasti s největší pravděpodobností vyskytují a proč, může to pomoci s plánováním managementových opatření v těchto oblastech vedoucích ke zmírnění dopadu ekologických pastí na populace živočichů.

## 11. ZÁVĚR

Ekologické pasti byly v této bakalářské práci představeny na konkrétních příkladech, které poskytují empirické důkazy o ekologických pastech vznikajících v souvislosti s činností člověka v krajině. Dále práce poskytuje ucelený teoretický pohled na problematiku ekologických pastí od definice tohoto pojmu, přes první zmínky o ekologických pastech v literatuře, až po vysvětlení pojmů, které s ekologickými pastmi souvisí (evoluční pasti, percepční pasti). Díky spojení empirických důkazů a teoretických znalostí o ekologických pastech, lze tuto problematiku lépe pochopit a také předvídat, kde se ekologické pasti budou s největší pravděpodobností vyskytovat. V práci bylo přehledně shrnuto, za jakých podmínek ekologické pasti vznikají (tab. 1), jaké typy ekologických pastí existují (tab. 2) a co musí prostředí splňovat, aby se dalo říct, že funguje jako o ekologická past. Tohoto přehledu je možné využít při dalším studiu ekologických pastí a k jejich odhalení v krajině. Velký důraz byl kladen na to, jak si živočichové, především vážky, vybírají stanoviště. Díky těmto znalostem lze lépe porozumět nejen tomu, jak se tyto živočichové mohou dostat do ekologické pasti, ale také mohou pomoci s plánováním toho, jak tomu předejít. V neposlední řadě se práce soustředila na ekologické pasti, které mají spojitost s posttěžebními oblastmi a jejich obnovou. Byly uvedeny konkrétní příklady ekologických pastí v těchto oblastech a také bylo vysvětleno proč zde k výskytu ekologických pastí dochází. Tyto informace mohou sloužit jako podklad pro plánování managementových opatření v těchto oblastech.

Experimentální část této práce ukázala, že larvy chované v nádržích s nedostatkem potravy představující stanoviště nižší kvality sice neměly v průměru menší tělesnou velikost, jak se předpokládalo, ale lišily se v rozptylu velikostí mezi jedinci. Zatímco larvy chované v nádržích s dostatkem potravy představující stanoviště vyšší kvality byly ve velikostech více homogenní. Nicméně výsledky experimentu podporují to, že larvy vážek vykazují měřitelné rozdíly v tom, jak na jednotlivých stanovištích prospívají. Rozdíly ve velikostech larev by mohly sloužit jako ukazatele kvality prostředí. Tato práce tedy poskytla výsledky, které mohou pomoci nasměrovat budoucí studii. Budoucí studii by bylo žádoucí provést již v terénu na posttěžebních stanovištích a kontrolních přírodních stanovištích a sledovat, zda-li se budou vyskytovat rozdíly v tom, jak na jednotlivých stanovištích larvy prospívají. Dále by bylo



vhodné porovnávat larvy nejen na základě velikosti, ale například u nich měřit i množství zásobních látek.

## 12. SEZNAM LITERATURY

1. ARRESE, E., L.; SOULAGES, J., L., 2010: Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. *Annual review of entomology*, 55: 207-225.
2. BAKER, R., L.; FELTMATE, B., W., 1987: Development of *Ischnura verticalis* (Coenagrionidae: Odonata): effects of temperature and prey abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 44.9: 1658-1661.
3. BATTIN, J., 2004: When good animals love bad habitats: ecological traps and the conservation of animal populations. *Conservation Biology*, 18.6: 1482-1491.
4. BERNÁTH, B.; SZEDENICS, G.; MOLNÁR, G.; KRISKA, G.; HORVÁTH, G., 2001: Visual ecological impact of "shiny black anthropogenic products" on aquatic insects: oil reservoirs and plastic sheets as polarized traps for insects associated with water. *Archives of Nature Conservation [and Landscape Research]*, 40: 89-109.
5. BERNÁTH, B.; SZEDENICZ, 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: 1707-1719.
6. BEST, L., B., 1986: Conservation tillage: ecological traps for nesting birds?. *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)*, 14.3: 308-317.
7. BOAL, C., W.; MANNAN, R. W., 1999: Comparative breeding ecology of Cooper's hawks in urban and exurban areas of southeastern Arizona. *The Journal of wildlife management*, 77-84.
8. BUCHWALD, R., 1992: Vegetation and dragonfly fauna—characteristics and examples of biocenological field studies. *Vegetatio*, 101.2: 99-107.
9. CORBET, P., S., 1962: A biology of dragonflies. Witherby, London.
10. CORBET, P., S., 1999: Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. Colchester. UK: Harley Books.
11. CÓRDOBA-AGUILAR, A. (ed.), 2008: *Dragonflies and damselflies: model organisms for ecological and evolutionary research*. OUP Oxford.
12. CRESPI, B., J., 2000: The evolution of maladaptation. *Heredity*, 84.6: 623-629.
13. DE BLOCK, M.; STOKS, R., 2004: Cannibalism-mediated life history plasticity to combined time and food stress. *Oikos*, 106.3: 587-597.
14. DELIBES, M.; GAONA, P.; FERRERAS, P., 2001: Effects of an attractive sink leading into maladaptive habitat selection. *The American Naturalist*, 158.3: 277-285
15. DOLNÝ, A.; HARABIŠ, F.; BÁRTA, D., 2016: *Vážky (Insecta: Odonata) České republiky*. Academia.
16. DONOVAN, T., M.; THOMPSON, F., R., 2001: Modeling the ecological trap hypothesis: a habitat and demographic analysis for migrant songbirds. *Ecological applications*, 11.3: 871-882.
17. DWERNYCHUK, L., W.; BOAG, D., A., 1972: Ducks nesting in association with gulls—an ecological trap?. *Canadian journal of zoology*, 50.5: 559-563.
18. FINCKE, O., M., 1994: Population regulation of a tropical damselfly in the larval stage by food limitation, cannibalism, intraguild predation and habitat drying. *Oecologia*, 100.1: 118-127.

19. FOOTE, A., L.; HORNUNG, C., L., R., 2005: Odonates as biological indicators of grazing effects on Canadian prairie wetlands. *Ecological Entomology*, 30.3: 273-283.
20. FROUZ, J.; PRACH, K.; PIŽL, V.; HÁNĚL, L.; STARÝ, J.; TAJOVSKÝ, K.; MATERNA, J.; BALÍK, V.; KALČÍK, J.; ŘEHOUNKOVÁ, K., 2008: Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European journal of soil biology*, 44.1: 109-121.
21. GATES, J. E.; GYSEL, L., W., 1978: Avian nest dispersion and fledging success in field-forest ecotones. *Ecology*, 59.5: 871-883.
22. GRESENS, S., E.; COTHRAN, M., L.; THORP, J., H., 1982: The influence of temperature on the functional response of the dragonfly *Celithemis fasciata* (Odonata: Libellulidae). *Oecologia*, 53.3: 281-284.
23. GRIBBIN, S., D.; THOMPSON, D., J., 1990: Asymmetric intraspecific competition among larvae of the damselfly *Ischnura elegans* (Zygoptera: Coenagrionidae). *Ecological Entomology*, 15.1: 37-42.
24. GRIMALDI, D.; ENGEL, M., S., 2005: *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press.
25. GÜNTHER, A., 2003: Eiablage von *Sympetrum vulgatum* auf ein parkendes Auto (Odonata: Libellulidae). *Libellula*, 22.1/2: 19-23.
26. HALE, R.; SWEARER, S., E., 2017: When good animals love bad restored habitats: how maladaptive habitat selection can constrain restoration. *Journal of Applied Ecology*, 54.5: 1478-1486.
27. HARABIŠ, F.; DOLNÝ, A., 2012: Human altered ecosystems: suitable habitats as well as ecological traps for dragonflies (Odonata): the matter of scale. *Journal of Insect Conservation*, 16.1: 121-130.
28. HORVÁTH, G.; BERNÁTH, B.; MOLNÁR, G., 1998: Dragonflies find crude oil visually more attractive than water: multiple-choice experiments on dragonfly polarotaxis. *Naturwissenschaften*, 85.6: 292-297.
29. HORVÁTH, G.; MALIK, P.; KRISKA, G.; WILDERMUTH, H., 2007: Ecological traps for dragonflies in a cemetery: the attraction of *Sympetrum* species (Odonata: Libellulidae) by horizontally polarizing black gravestones. *Freshwater Biology*, 52.9: 1700-1709.
30. HORVÁTH, G.; VARJÚ, D., 1997: Polarization pattern of freshwater habitats recorded by video polarimetry in red, green and blue spectral ranges and its relevance for water detection by aquatic insects. *The Journal of experimental biology*, 200.7: 1155-1163.
31. KALKMAN, V., J.; CLAUSNITZER, V.; DIJKSTRA, K., B.; ORR, A., G.; PAULSON, D., R.; VAN TOL, J., 2007: Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. In: *Freshwater animal diversity assessment*. Springer, Dordrecht, p. 351-363.
32. KERSHNER, E., L.; BOLLINGER, E., K., 1996: Reproductive success of grassland birds at east-central Illinois airports. *American Midland Naturalist*, 358-366.
33. KOKKO, H.; SUTHERLAND, W., J., 2001: Ecological traps in changing environments: ecological and evolutionary consequences of a behaviourally mediated Allee effect. *Evolutionary Ecology Research*, 3.5: 603-610.
34. KONVICKA, M.; VLASANEK, P.; HAUCK, D., 2006: Absence of forest mantles creates ecological traps for *Parnassius mnemosyne* (Papilionidae). *Nota lepidopterologica*, 29.3/4: 145.

35. KRISKA, G.; HORVÁTH, G.; ANDRIKOVICS, S., 1998: Why do mayflies lay their eggs en masse on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts Ephemeroptera. *The Journal of Experimental Biology*, 201.15: 2273-2286.
36. KRISKA, G.; MALIK, P.; SZIVÁK, I.; HOTVÁTH G., 2008: Glass buildings on river banks as "polarized light traps" for mass-swarving polarotactic caddis flies. *Naturwissenschaften*, 95.5: 461-467.
37. KRISTAN, W., B., 2003: The role of habitat selection behavior in population dynamics: source-sink systems and ecological traps. *Oikos*, 103.3: 457-468.
38. MCPEEK, M., A., 1989: Differential dispersal tendencies among *Enallagma* damselflies (Odonata) inhabiting different habitats. *Oikos*, 187-195.
39. MOYA-LARAÑO, J.; MACÍAS-ORDÓÑEZ, R.; BLANCKENHORN, W., U.; FERNÁNDEZ-MONTRAVETA, C., 2008: Analysing body condition: mass, volume or density?. *Journal of Animal Ecology*, 77.6: 1099-1108.
40. PATTEN, M., A.; KELLY, J., F., 2010: Habitat selection and the perceptual trap. *Ecological Applications*, 20.8: 2148-2156.
41. PICKUP, J.; THOMPSON, D., J., 1990: The effects of temperature and prey density on the development rates and growth of damselfly larvae (Odonata: Zygoptera). *Ecological Entomology*, 15.2: 187-200.
42. PLAISTOW, S.; SIVA-JOTHY, M., T., 1996: Energetic constraints and male mate-securing tactics in the damselfly *Calopteryx splendens xanthostoma* (Charpentier). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 263.1374: 1233-1239.
43. PRACH, K.; FROUZ, J.; KAREŠOVÁ, P.; KONVALINKOVÁ, P.; KOUTECKÁ, V.; MUDRÁK, O.; NOVÁK, J.; ŘEHOUNEK, J.; ŘEHOUNKOVÁ, K.; TICHÝ, L.; TRNKOVÁ, R.; TROPEK, R., 2009: Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin, *Živa*. 57(2), 68-72.
44. PULLIAM, H., R., 1988: Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist*, 132.5: 652-661.
45. REHN, A., C., 2003: Phylogenetic analysis of higher-level relationships of Odonata. *Systematic Entomology*, 28.2: 181-240.
46. ROBERTSON, B., A.; HUTTO, R., L., 2006: A framework for understanding ecological traps and an evaluation of existing evidence. *Ecology*, 87.5: 1075-1085.
47. ROBERTSON, B., A.; REHAGE, J., S.; SIH, A., 2013: Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. *Trends in ecology & evolution*, 28.9: 552-560.
48. ROLFF, J.; JOOP, G., 2002: Estimating condition: pitfalls of using weight as a fitness correlate. *Evolutionary Ecology Research*, 4.6: 931-935.
49. ROUQUETTE, J., R.; THOMPSON, D., J., 2005: Habitat associations of the endangered damselfly, *Coenagrion mercuriale*, in a water meadow ditch system in southern England. *Biological Conservation*, 123.2: 225-235.
50. SCHLAEPFER, M., A.; RUNGE, M., C.; SHERMAN, P., W., 2002: Ecological and evolutionary traps. *Trends in ecology & evolution*, 17.10: 474-480.
51. SEVERNS, P., M., 2011: Habitat restoration facilitates an ecological trap for a locally rare, wetland-restricted butterfly. *Insect Conservation and Diversity*, 4.3: 184-191.
52. SVIHLA, A., 1961: An unusual ovipositing activity of *Pantala flavescens* Fabricius. *Tombo*, 4: 18.

53. ŠIGUTOVÁ, H.; HARABIŠ, F.; ŠIGUT, M.; VOJAR, J.; CHOLEVA, L.; DOLNÝ, A., 2021: Specialization directs habitat selection responses to a top predator in semiaquatic but not aquatic taxa. *Scientific Reports*, 11.1: 1-10.
54. ŠIGUTOVÁ, H.; ŠIGUT, M.; DOLNÝ, A., 2015: Intensive fish ponds as ecological traps for dragonflies: an imminent threat to the endangered species *Sympetrum depressiusculum* (Odonata: Libellulidae). *Journal of insect conservation*, 19.5: 961-974.
55. ŠTÝS, S., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Nakl. techn. lit.
56. TILTON, D., L., 1995: Integrating wetlands into planned landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 32.3: 205-209.
57. TROPEK, R.; KADLEC, T.; KARESOVA, P.; SPITZER, L.; KOCAREK, P.; MALENOVSKY, I.; BANAR, P.; TUF, I., H.; HEJDA, M.; KONVICKA, M., 2010: Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology*, 47.1: 139-147.
58. VAN DYCK, H., 2012: Changing organisms in rapidly changing anthropogenic landscapes: the significance of the 'Umwelt'-concept and functional habitat for animal conservation. *Evolutionary Applications*, 5.2: 144-153.
59. VAN GEEST, G., J.; COOPS, H.; ROIJACKERS, R., M., M.; BUIJSE, A., D.; SCHEFFER, M., 2005: Succession of aquatic vegetation driven by reduced water-level fluctuations in floodplain lakes. *Journal of Applied Ecology*, 42.2: 251-260.
60. WATSON, J., A., L., 1992: Oviposition by exophytic dragonflies on vehicles. *Notulae odonatologicae*, 3.9: 155-156.
61. WILDERMUTH, H., 1992: Visual and tactile stimuli in choice of oviposition substrates by the dragonfly *Perithemis mooma* Kirby (Anisoptera: Libellulidae). *Odonatologica*, 21.3: 309-321.
62. WILDERMUTH, H., 1993: Habitat selection and oviposition site recognition by the dragonfly *Aeshna juncea* (L.): an experimental approach in natural habitats (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica*, 22.1: 27-44.
63. WILDERMUTH, H., 1998: Dragonflies recognize the water of rendezvous and oviposition sites by horizontally polarized light: a behavioural field test. *Naturwissenschaften*, 85.6: 297-302.
64. WILDERMUTH, H.; HORVÁTH, G., 2005: Visual deception of a male *Libellula depressa* by the shiny surface of a parked car (Odonata: Libellulidae). *International Journal of Odonatology*, 8.1: 97-105.
65. WILDERMUTH, H.; SPINNER, W., 1991: Visual cues in oviposition site selection by *Somatochlora arctica* (Zetterstedt)(Anisoptera: Corduliidae). *Odonatologica*, 20.3: 357-367.

## 13. SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulka 1: Vznik ekologické pasti – vytvořeno podle Robertson et Hutto, 2006 .....	12
Tabulka 2: Typy ekologických pastí – vytvořeno podle Schlaepfer et al., 2002 .....	13
Tabulka 3: Počáteční velikosti náhodného vzorku larev .....	28
Obrázek 1: Ekologické pasti jako důsledek změn prostředí, převzato ze Schlaepfer et al., 2002 a upraveno .....	5
Obrázek 2: Vývoj populace podle preference stanoviště – převzato z Delibes et al., 2001 a upraveno.....	15
Obrázek 3: Nádrže s vážkami reprezentující dvě stanoviště různé kvality. K= kvalitní stanoviště, N= nekvalitní stanoviště .....	30
Graf 1: Šířka hlavy larev ze dvou stanovišť různé kvality .....	32
Graf 2: Velikost masky larev ze dvou stanovišť různé kvality .....	33
Graf 3: Velikost zadečku larev ze dvou stanovišť různé kvality .....	34