



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Diplomová práce

Konstrukce a použití živolovné světelné pasti na odchyt vodního hmyzu

Vypracoval: Bc. Lukáš Liebl
Vedoucí práce: doc. RNDr. Tomáš Ditrich, Ph.D.

České Budějovice 2024

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Datum.....

Podpis studenta.....

Bc. Lukáš Liebl

Poděkování

Rád bych zde poděkoval svému školiteli doc. RNDr. Tomáši Ditrichovi, Ph.D. za jeho odborné vedení práce, za jeho vstřícnost, rady a zejména čas, který mi po celou dobu jak během experimentů, tak i konzultací věnoval. Velký dík patří i mé rodině za podporu a především za trpělivost během zpracování této diplomové práce.

Abstrakt

Liebl L., 2024: konstrukce a použití živolovné světelné pasti na odchyt vodního hmyzu.

Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, 42 s.

Tato diplomová práce se zabývá konstrukcí vodní světelné pasti upravené pro odchyt vodního hmyzu dýchajícího vzdušný kyslík. Hlavním cílem této práce je navrhnout a vyzkoušet takové úpravy konstrukce stávající světelné pasti (číslo zápisu užitého vzoru 31825) tak, aby umožňovala uloveným exemplářům přístup k vodní hladině a tyto modifikace experimentálně ověřit.

Pro ověření funkčnosti byly v praktickém experimentu srovnány varianty původní pasti a nové, upravené konstrukce. Pokus byl proveden v létě 2022 na soukromé zahradě. Jako modelové organismy byli použiti zástupci vodního hmyzu z čeledi klešťankovití (Corixidae).

Výsledek experimentu ověřil funkčnost navržené modifikace pasti. Z výsledku vyplývá, že upravená konstrukce pasti je vhodná pro živolovné použití.

Klíčová slova:

vodní hmyz, světelná past, živolovná past

Abstract

Liebl L., 2024: Construction and use of subaquatic light trap for capture of living insects.

Diploma thesis. University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education, Department of biology, 42 pp.

This diploma thesis deals with construction of water light trap modified for capturing air-breathing water insects. The aim of this thesis is to design and prove such alterations in construction of the existing water light trap (utility model number 31825) to allow the captured specimens access to water surface and to verify these modifications in an experiment.

In order to prove the functionality, the original trap and the new variation with modified construction were compared. The experiment was conducted in a private garden in summer 2022. As model organisms representatives were used species of water insect family Corixidae.

The result of the experiment verified the functionality of designed modification of the trap. The result implies that the modified construction of the trap is suitable as live-capture method.

Keywords:

aquatic insects, light trap, trap for air-breathing aquatic insects

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Literární přehled.....	8
2.1. Způsoby odchyty vodního hmyzu.....	8
2.2. Přehled typů a konstrukcí vodních světelných pastí.....	9
2.3. Přehled odchycených organismů vodní světelnou pastí dýchajících vzdušný kyslík.....	17
2.4. Způsoby dýchání vzdušného kyslíku u vodního hmyzu	19
3. Materiál a metodika práce	21
3.1. Modelové organismy	21
3.2. Konstrukce výchozí vodní světelné pasti.....	21
3.3. Modifikace světelné pasti.....	24
3.4. Průběh experimentu	29
3.4.1. Ověření živolovného použití	29
3.4.2. Praktické použití nové modifikace pasti	30
4. Výsledky.....	33
5. Diskuze.....	34
6. Závěr	35
7. Seznam literatury.....	36

1. Úvod

V oblasti odchyty vodního hmyzu došlo v posledních letech k užívání speciálního zařízení zkonstruovaného v minulosti na katedře biologie PF JU záměrně pro tento účel. Jedná se o vodní světelnou past originální konstrukce určenou výhradně pro odchyt vodního hmyzu. Z dosud provedených výzkumů je zřejmé, že tato konstrukce byla navržena vhodně a její efektivita se v oblasti získávání vodních organismů osvědčila. Bylo provedeno několik pokusů, které se zabývaly konkrétními faktory a jejich vlivem na efektivitu odchyty. Výše zmíněná konstrukce ovšem neumožňuje zachyceným organismům, kteří dýchají vzdušný kyslík, přístup k hladině. Všechny studie, které byly dosud uveřejněny, byly zaměřené zejména na druhy získávající kyslík z vody nebo na takové druhy vodního hmyzu, které sice dýchají vzdušný kyslík, ale pro potřeby studie nebylo jejich přežití podstatné. V některých případech byli odchycení jedinci rovněž usmrceni.

Konstrukce této pasti byla tedy navržena tak, aby celá sběrná část byla potopena pod hladinou. Stejně jako výše zmíněná past tak i většina světelných pastí používaných v současnosti neumožňuje odloveným exemplářům přístup k vzdušnému kyslíku. Takto navržené pasti jsou vhodné pro metody, u kterých se např. neuvažuje o přežití celého odloveného vzorku. Pokud není důležité uchování živých exemplářů například pro konkrétní metodu výzkumu nebo pokud je naopak žádoucí přežití všech odchycených organismů, je nutné provést úpravu konstrukce tak, aby stávající past mohla být použita jako živolovná. To znamená, že ve sběrné nádobě musí být ponechána vzduchová kapsa, aby se živočichové v pasti mohli vynořit nad hladinu.

Fakt, že se základní koncepcí světelné pasti jsem měl možnost pracovat v předchozím studiu, mě vedl k prohloubení mého zájmu o tuto metodu odchyty vodního hmyzu. Tento důvod a rovněž snaha přispět k dalšímu rozvoji této unikátní konstrukce světelné pasti mě přivedly k výběru tohoto tématu.

Tato diplomová práce se zabývá úpravou konstrukce založené na konkrétním typu vodní světelné pasti. Hlavním cílem této práce je navrhnout úpravy stávající světelné pasti pro živolovné použití a následně tyto modifikace experimentálně ověřit z hlediska jejich funkčnosti v praxi.

2. Literární přehled

2.1. Způsoby odchyty vodního hmyzu

Ačkoli jsou společenstva vodních bezobratlých živočichů a především vodního hmyzu vyhledávanou skupinou živočichů pro různé výzkumy, metody, které by standardizovaly jejich odchyt dosud příliš definovány nebyly. Výzkumy zabývající se vodními bezobratlými přitom patří mezi běžné hydrobiologické a faunistické postupy (O'Connor, Bradish, Reed, Moran, Regan, Visser, Gormally & Skeffington, 2004; Ditrich, Čihák, Bohdalová & Liebl, 2017).

Mezi nejhojněji používané způsoby patří metoda odchyty pomocí klasických ručních sítí, které se používali v minulosti a jsou využívány i v současnosti (Čeloudová, 2009). Mezi výzkumníky jsou v oblibě zejména pro svoji jednoduchost a snadnou manipulaci pro kterou není třeba speciální příprava a skladnost. Navzdory uvedeným výhodám má tato metoda i své nevýhody. Především se jedná o invazní charakter, který zahrnuje nucené vyrušení lovených jedinců (Papáček, Čeloudová, Černá & Ditrich, 2009).

Možné úskalí této metody spatřují Papáček et al., (2009) v možnosti úniku rychle se pohybujících jedinců a problematické může být i zachycení málo početných druhů. Vliv na verifikace objektivitu výsledků má i samotný pracovník, který sběr provádí. Záleží to na jeho šikovnosti, schopnostech, zkušenostech popř. štěstí. (Papáček et al., 2009; Jeřábková & Boukal, 2012). Papáček et al., (2009) uvádějí, že u kvantitativních výzkumů je dokonce nižší účinnost než u jiných způsobů odchyty. Na tomto závěru se shodují i Čeloudová (2009) a Černá (2009), které se zabývaly stejnou problematikou. (Liebl L., 2020).

K dalším výzkumníkům patřila i skupina O'Connora et al., (2004), která srovnávala sběr ručními sítěmi a metodu sběru do krabice (box method). Krabicová metoda se osvědčila jako účinná, spolehlivá, objektivní a kvantitativní varianta ve vztahu k metodě sběru ruční sítí. Vhodná je zejména pro vzácné druhy, na které se vztahují zvláštní legislativní podmínky. (O'Connor et al., 2004 in Liebl, 2020)

Klečka a Boukal (2011) byli další výzkumníci, kteří provedli komplexní porovnání různých způsobů odchyty vodních organismů. Věnovali se především selektivě a míře účinku jednotlivých metod. Mezi zkoumané metody zařadili activity traps (ATs) - pasti

pro aktivní jedince, box traps (BT) - krabicové pasti, handnetting (HN) – odchyt ruční sítě a light traps (LT) – lov za pomoci světelné pasti. Společným faktorem všech způsobů odchytu byl čas, který byl posuzován u každé metody, a na jehož základě byly posuzovány jednotlivé způsoby odchytu. Klečka a Boukal (2011) uvedli, že metoda sběru pomocí ruční sítě je velice rozšířena pro svoji nenáročnost. Hustotu populací oproti předchozí metodě ovšem lépe určí metoda krabicových pastí. Pro druhy s vysokým stupněm pohyblivosti, např. vodní brouky byla nejlépe hodnocena metoda aktivních jedinců (Kolář, 2015; Kolář, Hadačová, Franta & Hesoun, 2018; Inoda & Ladion 2016). Odchyt létajícího vodního hmyzu byl nejefektivněji proveden světelnou pastí, která je vhodná pro sběr dospělců některých druhů, u kterých může být stádium larvy obtížně identifikovatelné (Klečka & Boukal, 2011 in Bohdalová, 2018).

Výše popsané metody jsou výsledkem snahy výzkumníků maximalizovat kvantifikaci odchytů vodního hmyzu a dalších živočichů žijících ve vodním prostředí. Jednotlivé metody se dále upravují a uzpůsobují různým výzkumům. Jednou z těchto metod je i vodní světelná past (Bohdalová, 2018).

2.2. Přehled typů a konstrukcí vodních světelných pastí

Jak je již zmíněno výše, vodní světelné pasti zastupují jednu z mnoha zajímavých metod sloužících ke kvantifikaci odchytů vodních živočichů. Tato alternativní technika lovu vodních organismů je používána již dlouhou dobu. Během své existence prošla vodní světelná past různými změnami v závislosti na potřebách konkrétních výzkumů a možnostech dané doby, ve které byla používána. Pozornost byla věnována i klíčovému prvku - světelnému zdroji. Je známo, že hmyz je schopen reagovat na ultrafialové světlo (Lepil, Kupka & Jirsa, 2010; Kammar, Rani, Kumar, Chakravarthy & Akshay, 2020). Této skutečnosti je využito jako nástrahy během odchytu. Proběhlo mnoho výzkumů zabývajících se hledáním vhodného typu světla. Některé výzkumy porovnávaly bílé a černé světlo (Carlson, 1971, 1972). Různým zdrojům světla se věnovali také Pieczynski (1962) nebo Barr (1979). Ve své studii zkoumala Benešová (1987) bílé denní světlo, Nikolaeva (2005) se věnovala bílému studenému (LED) světlu. Další experimenty zabývajících se touto problematikou vedli Bonada, Prat, Resh a Statzner (2006); Radwell a Camp (2009) nebo MacDonnell, Taylor & Lauff (2018).

Zřejmě nejstarším doloženým zařízením je past sestavená americkým profesorem H. B. Hungerfordem v roce 1931 (Hungerford, Spangler & Walker, 1955 in Papáček et al., 2009). Hungerford a kol., (1955) zkonstruoval svou past na principu pozitivní fototaxe (Washino & Hokama, 1968). Během nočního pozorování zaznamenal výrazné shromáždění znakoplavek a klešťanek u hladiny nádrže v místě, kde měl na břehu položenou svítilnu. Ve stejném roce proběhlo na prostoru univerzity v Michiganu a za asistence studenta R. W. Kobera sestavení první světelné pasti. Technicky šlo o poměrně jednoduché zařízení, které mělo drátěnou konstrukci tvaru kvádrů potaženou jemnou drátěnou sítí. Na vrchní straně této konstrukce bylo umístěno víko, které bylo možné odklopit a dostat se tak snáze do pasti. Na opačné straně byla do konstrukce vsazena síť trychtýřovitého tvaru s otvorem ve špičce, která naváděla hmyz do střední části pasti. Zde byl umístěn zdroj světla ve vodotěsné nádobě. Aby se předešlo nežádoucímu odplavení pasti, byla konstrukce zatížena několika železnými závažími. Takto připravená past byla poprvé instalována v létě 1931 do jezera Burt Lake ve státě Michigan v USA. Past byla sledována několik dní s pozitivním výsledkem. Efektivita pasti se prokázala nejen v odchytu klešťanek (*Corixidae*), ale i u jiných druhů vodního hmyzu. Stávající past byla používána až do začátku padesátých let s různými úpravami, aby se docílilo většího účinku. Změna nastala ve zdroji světla a v krycí síti, která byla jemnější než předchozí (Hungerford et al., 1955). Jako nový zdroj světla použil Hungerforda a kol. (1955) autožárovku z předního světlometu, připojenou k 6 V akumulátoru stojícímu na břehu. Takto připravená past vydržela svítit 10 hodin (Hungerford et al., 1955).

Další výzkumníci, kteří se zasloužili o posun konstrukce vodní světelné pasti, byli Baylor a Smith (1953). Jejich past byla použita pro sběr perlooček (*Cladocera*). Past pracovala na principu střídání modrého světla s krátkou vlnovou délkou a žlutého světla s dlouhou vlnovou délkou. Střídání barev bylo vyřešeno žlutým filtrem po stranách průhledné zkumavky a modrou folií nalepenou na spodní straně zkumavky pod zdrojem světla (Baylor & Smith 1953). Baylor a Smith (1953) také uvedli, že stačí i velmi slabé světlo pro nalákání jedinců do pasti. Konstrukce pasti byla velmi jednoduchá. Past plavala na hladině díky plováku, do kterého byla vsunuta zkumavka s malou žárovkou. Zdrojem proudu byla tužková baterie. Pod vodní hladinu směřoval hliníkový trychtýř, orientovaný užším otvorem dolů. Živočich byl do pasti vlákán žlutým světlem a následně se vydal přímo do sběrné nádoby, kde byl upoután zdrojem modrého světla. Dokola byla past obalena sítí chránící odchycené jedince před rybami. Experimenty s různými světelnými

zdroji se ukázaly jako efektivní a Baylor a Smith (1953) poukázali na jejich možné uplatnění v mnohých ekologických výzkumech. Baylor a Smith (1953) rovněž upozornili na velkou rozmanitost cílových skupin živočichů v závislosti na různých variantách barevných kombinací pastí. Každá kombinace může být úzce profilovaná na specifickou skupinu organismů (Baylor & Smith 1953).

Srovnáním různých konstrukcí světelných pastí se zabývali entomologové z univerzity v Kalifornii R. K. Washino a Y. Hokama. Washino a Hokama (1968) si kladli za cíl především porovnat světelnou past s dalšími způsoby odchyty a obohatit dřívější výzkumy jejich předchůdců. Jako světelnou past použili skleněný válec s průměrem 9 cm dlouhý 20cm s trychtýřem, zatímco druhá varianta pasti byla bez zdroje světla. Celkem bylo instalováno 6 pastí, od každé varianty 3 kusy. Skleněný válec byl uchycen na dřevěné tyči drátem tak, aby směřoval svisle. Ze spodní strany byl do válce vsunutý trychtýř, který měl zabránit odplutí již zachyceným živočichům. Na horní straně byla umístěna žárovka s 6 V článkem. Součástí konstrukce byla i nádoba s látkou pro usmrcení uloveného materiálu. Washino a Hokama (1968) jednoznačně potvrdili větší úspěšnost odchyty vodních živočichů do pastí se světelným zdrojem. Jejich studie prokázala vysokou míru efektivity zejména u jedinců řádu Hemiptera, Coleoptera a Diptera (Washino & Hokama, 1968).

O několik let později se Carlson (1971, 1972) zabýval srovnáním světelných pastí se světelnými zdroji o různých vlnových délkách. Používal černé (UV) a studené bílé světlo. Carlson (1971, 1972) uvádí, že větší účinnost mělo černé světlo, na které bylo v pasti zachyceno 68,4 % živočichů. Oba typy světelného záření měly vliv na odchycené zástupce a jejich druhové složení (Carlson 1971, 1972).

Porovnáváním pastí pracujících na shodném principu se dříve věnovali rovněž přírodovědci Sublette a Dendy (1959), jejichž studie sloužila D. Carlsonovi jako výchozí materiál. Použité lapače byly velmi jednoduché. Plastový kyblík sloužící jako hlavní konstrukční prvek měl místo dna nálevku a pod víkem umístěný zdroj světla. Buď černý nebo bílý. Takto zkonstruovaná past byla instalována v létě 1970 ve dvou uměle vytvořených vodních tělesech (Carlson, 1971).

Z důvodu nespokojenosti s do té doby používanými konstrukcemi vodních světelných pastí (Baylor & Smith, 1953; Hungerford et al., 1955; Husbands, 1967; Washino & Hokama, 1968; Zismann, 1969; Bertram, Varma, Page & Heathcote, 1970; Espinosa & Clark, 1972; Erwin & Haines, 1972), rozhodli se Charles S. Apperson a Dennis G. Yows vytvořit naprosto nové pasti, odlišné od předchozích konstrukcí. Apperson a Yows (1976) nebyli spokojeni především s velikostí některých konstrukcí, které se nedaly použít v mělké vodě. Apperson a Yows (1976) uvádí jako další nevýhodu vysokou cenu některých dílů a materiálů. Na základě těchto poznatků došlo k vytvoření levné a jednoduché pasti, přímo určené pro místa s mělkou vodou. Tento typ se v některých aspektech podobal již dříve používaným modelům (Baylor & Smith, 1953; Hungerford et al., 1955; Husbands, 1967; Washino & Hokama, 1968; Zismann, 1969; Bertram et al., 1970; Espinosa & Clark, 1972; Erwin & Haines, 1972 in Apperson & Yows, 1976). V konstrukci byla zohledněna možnost navržení individuálních rozměrů v závislosti na potřebách daného výzkumu. Apperson a Yows (1976) použili sklenici s velkým otvorem, do kterého byl mosaznými kruhy upevněn 8 cm široký trychtýř. Stěny sběrné nádoby byly zatmaveny tak, aby světlo mohlo procházet ze spodní části do trychtýře. Světelný zdroj byl prostrčen do plastové misky s prořízlým dnem a následně připevněn k polystyrenové desce tvaru čtverce o straně 300 mm. Všechny díly byly pevně utaženy za pomoci drátu. Past byla značně variabilní, po odchytu stačilo jen zašroubovat víko a obsah byl uchován uvnitř. Po odmontování plováku bylo možné položit past na dno (Apperson & Yows, 1976).

Konstrukcí pastí pro živolovné použití se zabývali zoologové L. Henrikson a H. Oscarson, kteří působili na katedře zoologie na univerzitě v Gothenburgu ve Švédsku. Henrikson a Oscarson (1978) se soustředili na druhy vodního hmyzu, které potřebují dýchat vzdušný kyslík. Vyvinuli past ve tvaru trychtýře, která řízeným způsobem umožňovala hmyzu přístup k vodní hladině z důvodu nádechu (Sedlák, 2002).

Past ve tvaru nálevky byla tvořena z dvou dílů. První díl byl tvořen z voděodolné sítě s oky 1mm smotané do tvaru válce. Na spodní části bylo k síti přidáno ocelové závaží o váze 3 kg ve tvaru kruhu. Podobné závaží vyrobené z hliníku bylo navlečeno na síťový válec každé dva metry a sloužilo jako výztuha zabraňující tvarové deformaci sítě. Druhým dílem byla válcovitá kostra z hliníkových prstenců spojených tyčkami. Na této části byly po obvodu připevněny plováky a od spodního prstence směrem vzhůru byl navlečený kužel ze sítě, který měl ve špičce prostříhnutý kruhový otvor o průměru

25 mm. Hliníková konstrukce se mohla volně pohybovat sítěným válcem. Přes vrchní část konstrukce mohla být přetažena síť proti odlétnutí již ulovených jedinců. Past fungovala tak, že jedinci zachyceni v síťovém válci byli nuceni stoupat k hladině skrze jediný otvor v kuželu a uvízli v hliníkové konstrukci se již nedokázali dostat zpět (Henrikson & Oscarson 1978).

I přes absenci světelného zdroje se jednalo o významný posun v oblasti živolovných pastí, jehož snahou bylo uchovat nasbírané jedince v živém stavu.

Zoolog R. B. Aiken z univerzity v Torontu v Kanadě prováděl výzkumy za použití světelných pastí, které srovnával v závislosti na selektivitě zachycených živočichů. Aiken (1979) podporuje účinnost této metody hodnotami z prací Engelmanna a Tobische (1972) a Engelmanna (1974). Aiken (1979) přišel s konstrukcí tvořenou krabicí z pevného plexiskla (silného 6 mm), vysokou 620 mm a širokou 220 mm. Uvnitř konstrukce byly umístěny pevné přepážky o rozměrech 65 mm a 440 mm. Jedna z desek byla vložena šikmo směrem do středu pasti. Další část byla volně zavěšena k pevné štěně pasti. Poslední deska postrádala vstupní otvory a byla vložena kolmo.

Aiken (1979) použil jako zdroj světla žárovku o napětí 12 V napájenou akumulátorem. Tento zdroj byl uložen v utěsněné plexisklové schránce. Aiken (1979) provedl řadu pozorování v srpnu 1977 v rybníce. Past byla navržena tak, aby její větší část spočívala pod hladinou. Z vody vyčnívala jen vrchní část se vzduchovou kapsou. Konstrukce pasti umožňovala nastavit různé velikosti vstupních otvorů, od 1,5 mm přes 5 mm až po největší 10 mm. Aiken (1979) uvedl, že s větším otvorem narůstal počet i velikost odchycených jedinců. Kromě vodních bezobratlých byla zpozorována i juvenilní stádia obojživelníků (Aiken 1979).

O několik let později byly prováděny odchyty vodních brouků Williamem L. Hilsenhoffem a Brynem H. Tracym. Hilsenhoff a Tracy (1985) pro svůj odchyt používaly ruční síť s plochým dnem vyrobené dle návrhu Spanglera (1981) a Wrighta a O'Briena, (1982), což se ukázalo jako neúčinnější z ručních metod. Nevýhodu však Hilsenhoff a Tracy (1985) viděli v přílišném zanášení materiálem ze dna a ve velké míře úniku aktivně plavoucích jedinců. Hilsenhoff a Tracy (1985) doporučili metodu ruční sítě jen pro vodní plochy s minimem vegetace. Pro ostatní vodní plochy doporučovali Hilsenhoff a Tracy (1985) vodní světelné pasti nastavené na optimální hloubku. (Hilsenhoff & Tracy, 1985 in Newhouse & Stahl, 2000). Hilsenhoff a Tracy (1985) zkoušeli různá konstrukční řešení již od druhé poloviny sedmdesátých let. Jedním

z takových typů byla past válcovitého tvaru dlouhá 430 mm a široká 130 mm. Válec byl vyroben z kovové mřížky a na každé straně byl dovnitř vsazený trychtýř. Každý trychtýř měl na sebe navázán látkový rukávec zafixovaný pryžovou objímkou. Tato konstrukce mohla být dle potřeb výzkumu doplněna světelným zdrojem (Hilsenhoff & Tracy, 1985).

Vlastní konstrukci vodní pasti vytvořil ve stejné době R. G. Weber, který se zabýval hydrobiologií. Ve svých studiích cílil na skupiny benticky žijícího hmyzu a prokázal, že jeho vodní světelná past byla schopna tyto organismy efektivně zachytit (Weber, 1987). Weber (1987) podřídil celou konstrukci pasti tak, aby umožňovala použití na dně jak ve stojaté, tak i tekoucí vodě. Právě tekoucí voda představovala problém z hlediska posouvání a obracení pasti. Weber (1987) na svou past použil kovovou hranatou nádobu 117 mm širokou, 175 mm dlouhou a 60 mm vysokou. Weber (1987) následně do stěn prořezal otvory a vnitřní část poté ošetřil bílým nátěrem, který chránil kovový povrch a lépe odrážel světlo. Světelný zdroj byl umístěn vedle hrdla a byl tvořen malou žárovkou o napětí 3V, připojené k baterii v ochranném obalu. Weber (1987) umístil zdroj proudu nad hladinu a s žárovkou jej propojil kabelem, který zároveň sloužil jako opora při umístění pasti. Kabel byl silně izolován vrstvou silikonu (Weber, 1987). Opačná strana pasti byla opatřena akrylovými pruhy, které byly vloženy šikmo přes sebe a tvořily tak otvory o velikosti 3,2 mm až 6,3 mm. určené pro vplouvání živočichů do pasti. Výhodou této konstrukce byla velmi nízká cena, jednoduchá manipulace i doba, po kterou past vydržela svítit. Touto pastí došlo k odchytu živočichů, kteří do té doby nebyli odchyceni jiným typem pasti aplikovaným na dně (Weber, 1987).

Přínosem v konstrukcích vodních světelných pastí byl také výzkum vodních brouků na mokřadních stanovištích, kterému se věnovali biologové Williams, Ellis, a Fickle (1996). Ti monitorovali především druhovou pestrost, k čemuž používali několik různých metod sběru organismů. Jednou z technik byla i vodní světelná past (Williams, Fickle, Bartelt, & Dowd., 1993). I přes různé odchytové techniky používané dříve Williamsem a kol. (1993), byla vodní světelná past poprvé použita až v roce 1994. Výzkumný tým použil jako základ pasti dvoulitrovou PET lahev, ze které odřízl hrdlo a obráceně jej vložili zpět. Do prostoru pasti byl následně vložen chemický zdroj světla (lightstick) a kámen vhodné velikosti sloužící jako závaží. Světlo intenzivně vyzařovalo po dobu 8 hodin, slabší, přesto viditelné světlo ze zdroje vycházelo ještě dalších 8 hodin. Instalace pasti probíhala vždy v odpoledních hodinách a druhý den dopoledne se past vyzvedla. Nasbíraný materiál se následně přecedil a uschoval v denaturovaném lihu (Williams et al., 1996).

Další zmínkou o použití vodní světelné pasti byl výzkum pracovníků vodního hospodářství Stevense A. Newhouse a Jamese R. Stahla, kteří se na konci devadesátých let věnovali výzkumu planktonních organismů a jejich reakci na světlo (Newhouse & Stahl, 2000). Jejich výzkum se odehrával ve třech vodních nádržích za použití světelných pastí vlastní konstrukce. Past se skládala ze sklenice na zavařování, do jejíhož hrdla byla vsunuta nálevka a pod ní se nacházelo chemické světlo. K pasti byl připojen plovoucí předmět a ze spodní strany byla sklenice zafixována přivázaným závažím. Efektivitu této pasti dokládají údaje o velkém množství zachycených organismů, kterých bylo skoro 30 000 (Newhouse & Stahl, 2000).

Odchytům vodních organismů světelnou pastí se na přelomu tisíciletí věnovali vědci Dennett a Meish (2001), kteří prováděli výzkum na zaplavených polích pro pěstování rýže. Dennett a Meish (2001) se inspirovali konstrukcí použitou ve výzkumech jejich předchůdců (Zalom, Grigarick & Way, 1980, Zalom 1981 in Dennett & Meish 2001). Tyto konstrukce byly zaměřené na lov vodních brouků. Dennett a Meish (2001) použili čirou plastovou nádobu s objemem více jak 5,5 litru. Z bočních stran nádoby byly připojeny plováky a na vrchní část byl umístěn plastový box pro elektrický článek. Článek napájel mikro diodu emitující bílé světlo, uschovanou v malé skleněné baňce. Na spodní straně byl vytvořen vstupní otvor a okolo něj byl vytvořen límec z aluminiové fólie, sloužící pro nasměrování organismů do otvoru. Takovýchto pastí bylo zkonstruováno a použito celkem 38 kusů (Dennett & Meish, 2001).

Srovnávací studii konstrukcí pastí a vlivu různých vnějších faktorů zveřejnil výzkumný tým také v Austrálii (Meekan, Wilson, Halford, & Retzel, 2001). Meekan a kol. (2001) si jako cílové organismy zvolili ryby a vodní bezobratlé živočichy. Meekan a kol. (2001) zkonstruovali dvě pasti, které fungovaly stejně, jen se lišily ve velikosti. Pasti byly zhotoveny z plexisklových desek smontovaných do tvaru kvádrů. Na vrchní desce byl připevněn světelný zářič vydávající bílé světlo, který lákal organismy do sběrné nádoby. Během zkoušek obou pastí bylo prokázáno, že velikost pastí neměla na efektivitu odchytu velký vliv. Důležitějším aspektem se ukázal výběr konkrétního místa, na kterém byla past instalována (Meekan et al., 2001).

Jones (2006) se pokoušel o vytvoření levné, praktické a nenáročné pasti pro odchyt ryb žijících na korálových útesech. Jones (2006) použil vhodné materiály s ohledem na cenu, trvanlivost a nízkou hmotnost. Ve své konstrukci vycházel Jones (2006) z komorových

pastí otestovaných Meerkanem a kol. (2001). Jones (2006) použil dva plastové kbelíky, hliníkový rámeček, vodotěsnou krabici pro umístění fluorescenční žárovky se zdrojem a časovačem. Jones (2006) si kladl za cíl zkonstruovat past co nejlevnější a nenáročnou na instalaci např. z malého člunu. Design pasti byl velmi jednoduchý. V hliníkové konstrukci byl umístěn větší kbelík, na jehož děrované dno byl připevněn druhý (menší) kbelík sloužící pro uschování odchycených živočichů. Na víku větší nádoby byla umístěna odolná schránka pro elektrické zařízení. Otvory pro vplouvání byly vytvořeny po stranách centrální nádoby (Jones, 2006).

Různé varianty již popsaných konstrukcí byly nadále využívány v mnoha výzkumech. Konstrukce byly upravovány v závislosti na cílové skupině živočichů, podmínkách použití nebo požadavcích výzkumníků. Studií využívajících vodní světelné pasti pro odchyt vodních živočichů bylo uskutečněno velké množství (Čihák, 2017; Bohdalová, 2018).

Vodní světelnou past je možno nalézt ve výzkumech, které prezentovali Nikolaeva (2005, 2007, 2008, 2015), Lecaillon a Lourie (2007), Radwell a Camp (2009), Schilling, Loftin, a Huryn. (2009), Čeloudová (2009), Černá (2009), Klečka a Boukal (2011), Dinh (2012), Ahmadi (2012), Ahmadi a Rizani (2012), Ditrich a Čihák (2017), Ditrich a kol. (2017), Bohdalová (2018), Liebl (2020) nebo Dvořáková (2021).

Z dosud zaznamenaných studií je zřejmé, že vodní světelné pasti jsou často používanou metodou pro odchyt vodních organismů (Bohdalová, 2018). Mnoho výzkumů se zabývalo porovnáním efektivity světelných pastí a jiných tradičních způsobů odchytu (Benešová, 1987; Čeloudová, 2009; Černá, 2009; Papáček et al., 2009; Klečka & Boukal, 2012).

Stoupající trend spočívající ve větším zapojování světelných pastí v různých výzkumech poukazuje na větší zájem o kvantifikaci odchytů. Díky moderním technologiím a stále většímu množství informací lze předpokládat další posun v odchytočných metodách včetně zefektivňování metody odchytu vodní světelnou pastí.

2.3. Přehled odchycených organismů vodní světelnou pastí dýchajících vzdušný kyslík

Vodní světelné pasti našly své uplatnění v řadě výzkumů a studií jejichž cílovými skupinami byly organismy žijící ve vodním prostředí. V některých případech se jednalo o vodní obratlovce, například o vývojová stádia ryb (Meekan et al., 2001). Většina odchytů byla ovšem prováděna na bezobratlých organismech, především zástupcích vodního hmyzu. Někteří zástupci vodního hmyzu dokáží efektivně získávat kyslík přímo z vody, jiní zástupci přijímají kyslík vzdušný. Schopnost dýchat kyslík rozpuštěný ve vodě nebo ve vzduchu se může odvíjet od vývojového stádia některých zástupců vodního hmyzu (Kodrík, 2000).

Z dosud provedených výzkumů je patrné, že druhy hmyzu dýchající vzdušný kyslík byly do světelných pastí zachycovány již na počátku rozvoje této odchytové metody. Entomolog Hungerford (1955) provedl zřejmě jako první odchyt některých zástupců vodního hmyzu již v roce 1931. Do jeho pastí byli odchyceni ve velkém množství např. klešťanky Corixidae (Hemiptera), potápníci čeledi Dytiscidae, plavčíci čeledi Haliplidae i další čeledi Hydrophilidae nebo Gyrinidae (Coleoptera). Odchyceny byly také larvy dvoukřídlého hmyzu čeledí Chironomidae, Culicidae, Haleidae a Chaoboridae (Diptera). Past vykazovala značnou efektivitu také zachycením následujících čeledí vodních ploštic (Nepidae, Belostomatidae, Notonectidae, Pleidae, Veliidae, Hydrometridae, Mesoveliidae) (Hungerford, 1955).

Podobně jako Hungerford (1955), tak i Carlson (1971) zachytil za pomoci světelné pasti zástupce dvoukřídlých (Diptera). Úspěšnost byla i v nalákání jedinců z řádu plokřídlých (Hemiptera). Výzkum zaměřený na larvy komáru prováděl Bertram a kol. (1970). Bertram a kol. (1970) se svým týmem zachytil především druhy *Culex pipiens molestus*, *Culex pipiens. Fatigans*, *Aedes togoi* a *Anopheles labranchiae* (Culicidae: Diptera). Výzkum cílený přímo na druhy vodního hmyzu vyžadující přístup k atmosférickému kyslíku provedli zoologové Henrikson a Oscarson (1978). Jejich past byla uzpůsobena k odchytu klešťanek Corixidae (Hemiptera), především klešťanky horské (*Glaenocorisa propinqua*, Corixidae, Hemiptera) (Henrikson & Oscarson, 1978).

Aiken (1979) byl úspěšný v odchycích většiny řádů, z nichž byli nejpočetněji zastoupeni polokřídlí (Hemiptera) a vodní brouci (Coleoptera). Vodní brouci (Coleoptera) se

nacházeli také ve sběrných nádobách pastí sestavených Hilsenhoffem a Tracym (1985) nebo Williamsem s kol. (1996). V obou případech se jednalo o vodní brouky z čeledí Dytiscidae, Hydrophilidae a Haliplidae. Dennett a Meish (2001) se specializovali na rod *Tropisternus sp.* (Coleoptera: Hydrophilidae). Nutno podotknout, že prováděli odchyt larev nikoli dospělců (Dennett & Meish, 2001).

Nedávné výzkumy se specializovaly především na vodní plošnice (Heteroptera). Tyto organismy byly cílovou skupinou v pracích Čeloudové (2009), Černá (2009) nebo Papáčka a kol. (2009). Další nedávné studie se zabývaly některými konkrétními druhy vodních ploštic, např. klešťankou zdobenou (*Sigara lateralis*), klešťankou velkou (*Corixa Punctata*) (Heteroptera: Corixidae). Pro účely výzkumu byly také použity znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*) (Heteroptera: Notonectidae). Ze zástupců dvoukřídlého hmyzu (Diptera) byly odchyceny larvy koretry (*Chaoborus sp.*) (Diptera: Chaoboridae) (Ditrich & Čihák, 2017; Ditrich et al., 2017; Čihák, 2017; Bohdalová, 2017; Liebl, 2020).

V řadě výzkumů docházelo k odchytu jen některého vývojového stádia. Například Hungerford a kol. (1955) zachytil v pastech také nymfy vážek (Odonata), které na rozdíl od dospělců vzdušný kyslík obecně přijímat nemusejí. Podobné je to např. s dospělci a larvami jepic (Ephemeroptera) (Kodřík, 2000).

Z toho důvodu tyto živočichové v přehledu uvedeni nejsou.

2.4. Způsoby dýchání vzdušného kyslíku u vodního hmyzu

Vodní hmyz si vyvinul různé respirační strategie, které sahají od dýchání atmosférického vzduchu po dýchání rozpuštěného kyslíku. Tyto strategie vedou k obrovským morfologickým rozdílům mezi taxony, pokud jde o povrchové plochy výměnného epitelu, které jsou v přímém kontaktu s okolní vodou, což zase ovlivňuje fyziologické procesy (Kodrík, 2000).

Metody, které ve vodě slouží k získávání kyslíku, se liší v závislosti na prostředí, ze kterého je organismy čerpán. Obecně ovšem platí, že hmyz dýchá za pomoci tracheálního systému (Hsia, Schmitz, Lambertz, Perry & Maina, 2013). Přes tento společný znak se nacházejí odlišnosti u druhů, kteří jej přijímají z vody a druhů využívajících atmosférický kyslík (Kodrík, 2000). Tyto odlišnosti do jisté míry reflektují fyzikální vlastnosti kyslíku. Obsah kyslíku ve vodě je menší než ve vzduchu (Kodrík, 2000). Vodní hmyz dýchající atmosférický kyslík má otevřený tracheální systém a funkční stigmata. Tím se liší od jedinců přijímajících kyslík z vody. Těmi jsou převážně larvální stádia některých druhů vodního hmyzu (Kodrík, 2000).

U druhů přijímajících vzdušný kyslík se vyvinuly různé strategie příjmu tohoto plynu. Jedná se o schopnosti dovolující obývat i silně znečištěná vodní tělesa včetně extrémních míst jakými mohou být například ropná jezírka. (Kodrík, 2000) Vyvinutou adaptací na taková prostředí může být vylučování tenké lipidovité vrstvy specializovanými žlázami, která následně slouží k utěsnění spirákula (Hsia at al., 2013).

V případě častěji se vyskytujících druhů vodního hmyzu je jednou z nejrozšířenějších strategií využití specializované části těla (sifonu) jako dýchací trubičky připomínající potápěčský šnorchl (Abowei & Ukoroije, 2012). Sifon je napojen na stigma na zadečku a tvoří ho dvě podélně spojené části zakončené hydrofobními chloupky. Toto přizpůsobení lze pozorovat u některých vodních dravých ploštic, jakými jsou splešťulovití (*Nepidae*) a jehlankovití (*Nepidae*). (Hanel, 2018). Podobný útvar lze nalézt i u larev komárů (*Culicidae*) nebo potápníků (*Dytiscidae*). (Hanel, 2018; Nicholson, 2015).

Zřejmě nejjednodušším způsobem je prosté vynořování se nad hladinu v pravidelných intervalech. Tuto metodu lze pozorovat například u některých druhů Dipter, pro které

tudíž obsah kyslíku ve vodě není rozhodujícím faktorem. (Kordík, 2000) Jako další pozoruhodný příklad uvádí Kordík (2000) způsob příjmu kyslíku z vodivých pletiv kořenů nebo stonků vodních rostlin. Velmi častým projevem doprovázejícím výše zmíněné strategie je tvorba zásob vzduchu v různých částech hmyzího těla. Zásoba vzduchu ve formě bublin může být umístěna pod výběžky kutikuly, nalezena může být i pod křídly nebo mezi chlupy. (Kordík, 2000)

Dalším specializovaným způsobem je tvorba vzduchového obalu - plastronu, který obklopuje celé tělo. Tento obal v podobě tenké vrstvy vzduchu je zachycen na hydrofobních chloupkách a funguje tak jako fyzikální žábry. Plastronové dýchání je poměrně efektivní metoda založena na prosté difúzi. Kyslík z vody tedy vstupuje do plastronu na základě jeho snížené koncentrace v plastronu. Efektivitě tohoto způsobu dýchání přispívá i specifické složení vzduchu v plastronu. Z velké části obsahuje dusík, který napomáhá udržet kyslíkový gradient na efektivní úrovni. Plastronové dýchání využívají např. hlubenky (*Hemiptera*). (Kordík, 2000).

Nejen vodní hmyz ale i někteří další zástupci členovců například z třídy pavoukoců (*Arachnida*) dokáží přežít pod vodní hladinou, ačkoli jsou přizpůsobeni k dýchání atmosférického kyslíku. Z toho důvodu je zde uveden i následující příklad poukazující na ojedinělý způsob dýchání, u kterého dochází k vytvoření zásobárny vzduchu v podobě podvodního zvonu. Tento způsob je typický pro vodoucha stříbřitého (*Argyroneta aquatica*) (*Ditictidae*: *Arachnida*), jediného dosud známého zástupce reprezentujícího řád pavouků (*Araneae*), který žije pod vodní hladinou. (Hanel, 2018) Vodouch přenáší vzduch mezi hustými chloupky na těle a postupně jím plní podvodní kokon utkaný z pavučiny (de Bakker, Baetens, van Nimmen, Gellynck, Mertens, van Langenhove & Kiekens, 2006, Seymour & Matthews 2013).

3. Materiál a metodika práce

Experimentálními pokusy za použití různých modifikací vodní světelné pasti a vybraných druhů vodního hmyzu docházelo ke zkoumání efektivity pastí během odchyty vodního hmyzu.

3.1. Modelové organismy

Pro účely experimentálního ověření nově navržené modifikace vodní světelné pasti byly zvoleny vybrané druhy vodního hmyzu. Z důvodu používání stávající pasti v předešlých výzkumech, byli vybráni zástupci stejných druhů vodního hmyzu jako v předchozích studiích (Ditrich & Čihák, 2017; Ditrich et al., 2017; Čihák, 2017; Bohdalová, 2017; Liebl, 2020). Z důvodu ověření živoľovného použití nové modifikace pasti byli použiti zástupci vodních ploštic (Heteroptera), konkrétně zástupci klešťanek blíže nespécifikovaného druhu (*Sigara* sp.), (Fabricius, 1775), (Heteroptera: Corixidae).

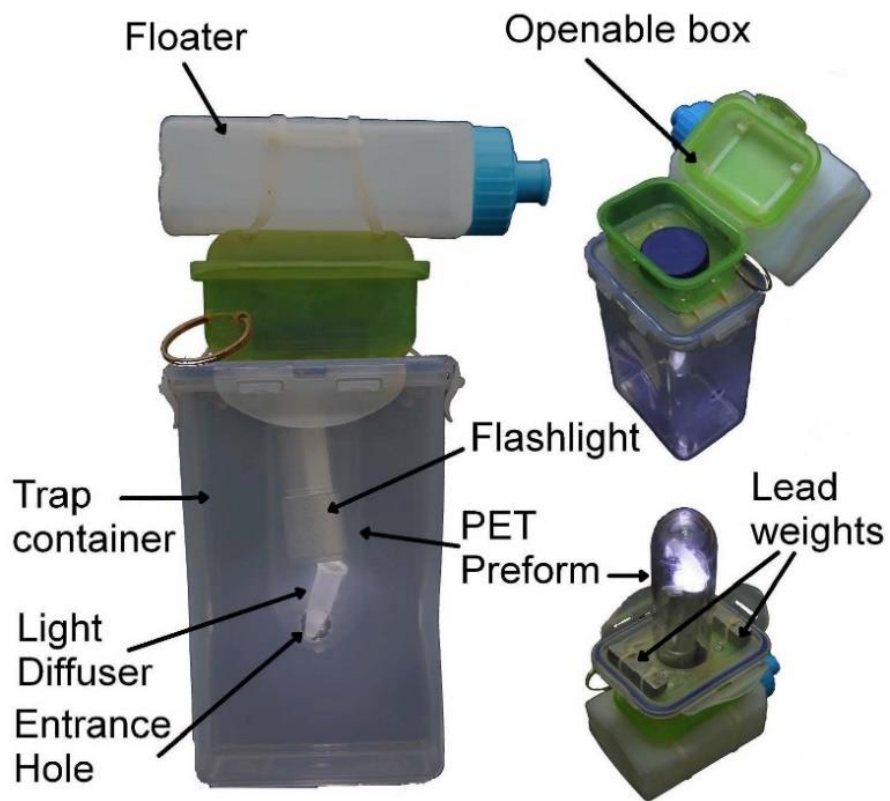
3.2. Konstrukce výchozí vodní světelné pasti

Nový návrh živoľovné světelné pasti byl založen na konstrukci původní vodní světelné pasti užitého vzoru 31825 (obr. 1), která byla v minulosti zkonstruována na katedře biologie pedagogické fakulty Jihočeské univerzity na základě originálního návrhu Tomáše Ditricha (Ditrich & Čihák, 2017). Takto zkonstruované pasti jsou na katedře biologie doposud hojně využívány. V různých obměnách byly tyto pasti použity již v mnoha výzkumech týkajících se především vodního hmyzu. Tyto studie se zaměřovaly na porovnávání různých odchytových metod (Černá, 2009; Čeloudová, 2009), nebo na faktory ovlivňující efektivitu odchytu. (Čihák, 2017; Ditrich & kol. 2017; Bohdalová, 2018; Liebl, 2020). V některých výzkumech figurovaly pasti jako jeden z prostředků pro získání vzorku vodního hmyzu (Hetflajš, 2017; Dvořáková, 2021).

Past vyniká řadou výhod, díky kterým byla mezi výzkumníky v oblibě. Především je složena z běžně dostupných dílů, které jsou standardizovány. Past je tak snadné postavit kterýmkoli zájemcem téměř kdekoli. Podstatná část je tvořena průhlednou sběrnou nádobou obdélníkového půdorysu vyrobenou z plastu. Jedná se o nádobu pro kuchyňské použití se systémem uzavírání „Lock & Lock“ (Lock&Lock, Seoul, Jižní Korea, kód

výrobku HPL809; o rozměrech 137 mm x 104 mm x 185 mm). Objem činní 1,3 l. Sběrná nádoba má ve víku vytvořený otvor, do kterého se vložil prefabrikát PET láhve dlouhý 14,5 cm a široký 4,5 cm. Do této ochranné preformy byl volně umístěn zdroj světla. Tím byla ruční svítlna s LED diodami (EMOS Company, Přerov, Česká republika, číslo produktu 1440093102). Za účelem zlepšení rozptylových podmínek byl mezi dno preformy a svítlnu umístěn difuzér ve formě otevřené, plastové, bílé zkumavky typu Eppendorf. Do výše její úrovně byl do každé stěny vyvrtán jeden otvor, nacházející se asi 6,5 cm od dna sběrné nádoby (Ditrich & Čihák, 2017 in Liebl, 2020).

Každá sběrná nádoba měla vždy sadu čtyř otvorů se shodným průměrem. Bylo zhotoveno několik variant sběrných nádob s různými průměry vstupních otvorů, v závislosti na lovené skupině živočichů. V provedených experimentech se nejčastěji používaly otvory od 0,4 cm až po největší 1,8 cm. Aby se loveným exemplářům ulehčilo vplouvání dovnitř a naopak minimalizovala možnost úniku, došlo k vytvoření principu obráceného trychtýře tak, že stěny byly po nahřátí mírně protlačeny směrem dovnitř. K víku sběrného kontejneru byl za pomoci šroubů a matek připojen plastový otevíratelný box systému „klickbox“ (TVAR v. d., Pardubice, Česká rep., kódové označení 820463), do jehož dna byl vytvořen otvor shodný s tím ve víku sběrné nádoby. Oběma otvory prochází preforma PET láhve a je tak zjednodušen přístup k světelnému zdroji. Do boční strany byl navíc vsazen ocelový kroužek pro možnost uvázání. K víku otevírací krabičky byl zdrhovacími pásky připojen plovák ve formě zploštělé PET láhve. Po ponoření udržoval past ve vhodné pozici u hladiny. Stabilizaci pasti ve vhodné poloze přispěla i olovená závaží upevněná zdrhovacími pásky na spodní stranu víka sběrné nádoby (Ditrich & Čihák, 2017 in Liebl, 2020).



Obr. 1. Design a konstrukce vodní světelné pasti (floater – plovák, trap container – sběrná nádoba, light diffuser – světelný rozptylovač, entrance hole – vstupní otvor, flashlight – ruční svítilna, PET preform – prefabrikát plastové láhve, lead weights – závaží z olova, openable box – otevíratelná krabička), převzato z Ditrich & Čihák (2017).

3.3. Modifikace světelné pasti

Nové modifikace pasti byly navrženy tak, aby co nejvíce odrážely potřeby dané problematiky, byly funkční, praktické a snadno použitelné. Byl kladen důraz na zachování co největší kompatibility s předchozím typem (obr. 1) (užitný vzor 31825) a vzájemným zaměňováním jednotlivých dílů podle konkrétní metody odchyty a cílové skupiny živočichů. Snahou bylo rovněž provést takové úpravy, aby se co nejméně narušila stávající past a mohla být snadno vrácena do původní podoby určené pro podvodní použití.

První krok spočíval v úpravě horní části. Původní konstrukce pasti byla určena k použití pod úrovní vodní hladiny, nad kterou vyčníval pouze plovák. V případě živolovného použití pasti bylo nezbytné umístění plovoucí části níže, tedy k horní úrovni sběrné nádoby. Tato úprava vedla k redukci všech částí, které se u výchozího modelu nacházely nad sběrným kontejnerem. Pro nový účel použití pozbývala původní nástavba svou funkci a mohla být tím pádem jednoduše odstraněna. Dosavadní plovák tvořený prázdnou lahví nešlo použít. Z toho důvodu byl vyroben plovák nový. Bylo připraveno více typů plovoucích těles, ne všechny se ale během experimentů osvědčily. Pro zachování co největší kompatibility s původní konstrukcí byly podstatné části pasti zachovány. To znamená, že nový plovák musel být přizpůsoben hranatému tvaru sběrné nádoby.

Byly provedeny pokusy s různými materiály. Z hlediska dostupnosti a ceny byl jedním z vyzkoušených materiálů polystyren. Polystyrenovou desku lze koupit v různých tloušťkách, je to materiál snadno upravitelný, ale poměrně křehký. Nebylo také jednoduché přesně vyříznout otvor tak, aby těsně obepínal celou sběrnou nádobu. Ta je totiž konická. Ve spodní části je tedy užší než v horní. Pokud by byl plovák volný, bylo by možné jen pevně připevnit ke sběrné nádobě. V tom případě by bylo komplikované jeho zpětné odmontování a vrácení pasti do původního stavu. V případě příliš těsného plováku by mohlo při neopatrném navlékání dojít k jeho prasknutí. Dalším negativem polystyrenu je jeho drobivost během manipulace a uvolňování drobných částí do okolí. V úvahu připadal i polystyren tvrzený, který je odolnější, práce s ním je ale více náročná. Navíc v obou případech jde o velmi lehký materiál, který by se vlivem větru mohl snadno odfouknout.

Materiál, který se osvědčil nejlépe a byl nakonec použit i ve finálním ověření funkčnosti pasti byl Polypropylen (PP). Přesněji z něj vyrobené plastové odpadní potrubí (obr. 2) s označením HT (systém pro domovní instalaci) (Horníková, 2017). Jedná se o pevný, stálý výrobek, který se po nahřátí velice snadno tvaruje a po vychladnutí zůstává v požadovaném tvaru. Přitom u něj nehrozí nechtěné deformace např. v důsledku přímého slunečního záření. Materiál je odolný proti běžnému mechanickému poškození a je cenově dostupný. Navíc se vyrábí v různých provedeních a je běžně dostupný v prodejnách s vodoinstalačním materiálem. Vzhledem k velikosti sběrné nádoby měl použitý typ potrubí průměr 40 mm (DN 40).



Obr. 2. Části plováku v rozloženém stavu

Plovák byl sestaven celkem z osmi dílů (obr. 2), které lze rozdělit do třech skupin podle tvaru. V rozích byla umístěna čtyři pravoúhlá kolena (90°), dále dvě normovaná hrdla (bez vnitřního dorazu) a zbytek byl podle konkrétních rozměrů uříznut z rovného potrubí. Výhodou použitých dílů je to, že jsou normované. Jediná část, kterou bylo potřeba upravit (zkrátit) byla rovná trubka, ze které se uřízly dva stejné kusy o délce 100mm. Všechny

komponenty následně stačí jen mírným tlakem pospojovat (obr. 3). Není k tomu nutné žádné nářadí ani další pomůcky. V každém hrdle se nachází pružná gumová manžeta, která bezpečně utěsní všechny spoje a celá sestava je tím pádem vodotěsná a plave na hladině. V případě nefunkčního nebo chybějícího těsnění by bylo možné poskládaný celek nafoukat např. montážní pěnou. Tím by se do konstrukce nedostala voda, ale snížila by se možnost opětovného rozebrání. Připevnění sestaveného plováku na sběrnou nádobu se provádí jen nasazením od dna kontejneru směrem k víku. Díky konickému tvaru tvoří sběrná nádoba klín, který je po naplnění vodou tlačěn směrem dolů proti plováku, který má tendenci směřovat vzhůru. Tímto způsobem jsou k sobě oba díly pevně spojeny. Díky stabilitě plováku nedošlo k převrácení konstrukce ani ve větru nebo v důsledku vln.



Obr. 3. Plovák ve složeném stavu

Částečnou úpravou prošla i sběrná nádoba s odnímatelným víkem (obr. 4). Z důvodu alespoň minimální obměny vzduchu bylo do víka vyvrtáno několik malých otvorů o průměru 3 mm. Během cvičných zkoušek se ovšem při simulaci deště ukázalo, že se na těchto otvorech drží voda a brání tak přístupu vzduchu do vzduchové komory. To by mohlo vést k úhynu odchycených živočichů, pokud by jich v pasti bylo velké množství

nebo by past zůstala ve vodě příliš dlouhou dobu. Možností jak tomuto nežádoucímu faktu předejít by bylo zvětšení otvorů. To by ale mohlo způsobit únik některých odchycených jedinců. Nabízela se také možnost překrýt otvory sítí. Sít' se ale při simulovaném dešti pokryla tenkou vrstvou vody a byla neprodyšná stejně jako původní otvor. Řešením se ukázalo vyvrtat několik malých otvorů stejného průměru 3 mm do horní části stěn sběrné nádoby, těsně pod dosedací plochu víka. Otvory byly vyvrtány do rohů nádoby a do míst kde jsou držáky pro zacvaknutí víka (obr. 4). Díky svislým stěnám se voda v otvorech nadržuje a sama stéká pryč.



Obr. 4. Kompletní past rozložená na dílčí části. Vlevo se nachází plovák, uprostřed je sběrná nádoba s vytvořenými otvory v horní části sloužící pro přívod vzduchu a vpravo je víko se zabudovaným zdrojem světla.

Pokud je past potopena ve vodě, horní část sběrné nádoby vyčnívá několik centimetrů nad hladinu a poskytuje tak dostatečnou vzduchovou kapsu pro zachycené živočichy. Tato kapsa je přítomna i když není past v rovné poloze. Např. během pohupování se na zvlněné hladině.

Původní konstrukce měla ze spodní strany víka připevněná dvě olověná závaží, která sloužila ke stabilizaci pasti ve svislé poloze. Tato závaží byla z důvodu obav z možného převrnutí odstraněna (obr. 5). Během experimentů se ale ukázalo, že plovák je natolik stabilní, že na hladině udrží sběrnou nádobu i s původním závažím.

Způsob instalace světelného zdroje i zdroj samotný zůstaly stejné jako u původní pasti. Během experimentů, které se uskutečnily na veřejně přístupném rybníce, byl k pasti připevněn provázek pro ukotvení pasti k pevnému předmětu na břehu. Na horním dílu konstrukce byla přilepena zpráva upozorňující na probíhající experiment a kontaktní údaje.



Obr. 5. Celkový pohled na kompletně sestavenou past bez závaží, původně umístěných ve víku.

3.4. Průběh experimentu

Experiment ověřující funkčnost a použitelnost navržených modifikací se skládal ze dvou částí. První část se uskutečnila na soukromé zahradě a měla prakticky ověřit, zda navržené modifikace splňují požadavek pro živolovné použití. Druhá část experimentu měla ověřit praktické použití nově zkonstruované pasti v autentickém prostředí přirozeného vodního tělesa.

3.4.1. Ověření živolovného použití

Pro ověření funkčnosti z hlediska živolovnosti, byl proveden jednoduchý pokus, který spočíval v porovnání původní pasti a nové modifikace. Před samotným uskutečněním pokusu bylo potřeba zajistit dostatečné množství jedinců klešťanek (*Sigara sp.*). Místem, kde byly klešťanky loveny metodou ruční sítě, byl rybník Blatec nedaleko obce Čejkovice (49°00'22.2"N 14°22'45.3"E). Do obou pastí byl nejprve vložen stejný počet padesáti jedinců dospělců klešťanek (*Sigara sp.*).

Obě pasti se následně uzavřely a ponořily se do umělého vodního tělesa, kterým byla zahradní nádrž na dešťovou vodu (obr. 6). V nádrži byly pasti ponechány po dobu 24 h. Po jejich vyndání proběhlo sečtení jak živých tak i uhynulých jedinců z každé pasti. Aby se zamezilo zkreslení výsledků v důsledku úniku jedinců ze sběrné nádoby vstupními otvory, byly tyto průchody uzavřeny přelepením průhledné pásky.

Smyslem tohoto pokusu bylo ověřit, zda nová modifikace umožňuje živočichům přístup k atmosférickému kyslíku v takové míře, aby odchycení jedinci dokázali v pasti přežít po dobu aplikace pastí až do doby vyzvednutí výzkumníkem.



Obr. 6. Původní past (vlevo) a nová konstrukce (vpravo) s definovaným počtem jedinců klešťanek (*Sigara sp.*) v experimentu ověřujícím živolovné použití nové konstrukce.

3.4.2. Praktické použití nové modifikace pasti

Druhá část experimentu se uskutečnila v autentickém prostředí uměle vytvořené vodní nádrže. Černodubský rybník se nachází mezi obcemi Nové Homole a Černý Dub, asi 6 km vzdušnou čarou jihozápadně od Českých Budějovic. Nejen jeho lokace ale především snadný přístup k litorální oblasti byl jedním z hlavních důvodů pro jeho výběr. Předchozím průzkumem bylo zjištěno, že se v tomto vodním tělese nachází dostatek zástupců vodního hmyzu, použitého jako testovací skupinu ve výzkumu této diplomové práce.

Stejně jako u předchozí části experimentu ověřující živolovné použití, byly i v tomto pokusu použity pasti dvě. Původní konstrukce i nově upravená modifikace.

K instalaci pastí došlo na východním břehu rybníka v místě poblíž jeho výpusti (48°56'02.6"N 14°24'50.4"E). Toto místo bylo zvoleno z několika důvodů. Především kvůli bezproblémovému přístupu k místu pokusu, možnosti uvázání pasti k pevnému předmětu na břehu, snadné instalaci pasti i jejímu vylovení a možné vizuální kontrole. Aby se minimalizovalo riziko vylovení pasti např. náhodným kolemjdoucím, byla horní část pasti opatřena kontaktem na odpovědnou osobu a popiskem upozorňujícím na probíhající experiment.

K instalaci pastí došlo ve večerních hodinách při soumraku (obr. 7). Pasti byly ponechány ve vodě po celou noc až do doby jejího vyzvednutí následující den ráno krátce po svítání (obr. 8). Pro srovnání bylo provedeno nastražení pasti upravené pro živolovné použití, tak i pasti původní odzkoušené konstrukce. V obou pastech byl zachycen hojný počet jedinců cílové skupiny vodního hmyzu. Po vyjmutí obou pastí z vody došlo jen k vizuální kontrole obou zachycených vzorků a jejich přibližnému porovnání. Následně byl obsah z obou sběrných nádob vrácen zpět do vody.



Obr. 7. Obě pasti (původní typ vlevo, nová modifikace vpravo) krátce po instalaci v pobřežní části Černodubského rybníka



Obr. 8. Past modifikované konstrukce následující den ráno, krátce po vytažení z vody, s velkým množstvím zachycených jedinců.

4. Výsledky

Experimenty ověřující nově navržené modifikace z hlediska živolovného použití proběhly ve dvou dílčích pokusech, v různých časových obdobích. Obě části experimentu zahrnovaly použití živých zástupců vodního hmyzu. První část experimentu se odehrála na soukromé zahradě na začátku července 2022. Následně došlo k ověření funkčnosti nové modifikace v polovině srpna téhož roku.

První část pokusu měla ověřit, zda nově navržená úprava konstrukce pasti umožňuje odchyceným organismům přístup k atmosférickému kyslíku nad vodní hladinou. Během tohoto pokusu byl do původní konstrukce i do její modifikace vložen pokaždé stejný počet padesáti dospělých jedinců klešťanek (*Sigara sp.*). Do obou konstrukcí byl umístěn stejný počet modelových organismů. Obě konstrukce byly ponechány ve vodě po dobu 24 hodin. Po jejich vyzvednutí bylo spočítáno množství uhynulých a přeživších jedinců. Tato část pokusu byla provedena celkem třikrát. Rozdíly v mortalitě u původní konstrukce a nové modifikace pasti jsou patrné z tabulky č. 1.

Tabulka č. 1. Přehled živých a uhynulých jedinců u jednotlivých konstrukcí pasti.

Datum jednotlivých pokusů	Modelový organismus	Počet vložených jedinců	Původní konstrukce užitného vzoru 31825		Nově navržená modifikace		Úroveň mortality	
			živí	mrtví	živí	mrtví	původní	nová
4. července 2022	Sigara sp.	50	4	46	42	8	92 %	16 %
6. července 2022		50	2	48	45	5	96 %	10 %
8. července 2022		50	3	47	43	7	94 %	14%

5. Diskuze

Výsledky obou experimentů prokázaly funkčnost navržených modifikací v umělých podmínkách i v autentickém prostředí. Teprve zapojení těchto modifikací do různých výzkumů by mohlo detailněji otestovat nové úpravy a použité materiály. Je možné, že se v některých výzkumech mohou nově navržené modifikace dostat na své limity a bude potřeba upravit past, výsledky nebo přizpůsobit metodiku výzkumu. V každém případě hrají velkou roli přírodní podmínky a konkrétní pracovník, který výzkum provádí.

Provedené modifikace byly provedeny s ohledem na požadavky v předešlých výzkumech (Papáček et al., 2009; Ditrich & Čihák 2017; Ditrich et al., 2017). Podmínky, ve kterých byly modifikace testovány lze považovat takřka za ideální. Vliv na odchyt vodního hmyzu může mít např. přítomnost vodní vegetace (Washino a Hokama, 1968). Nové modifikace pasti a jejich efektivita mohou být závislé na době, po kterou jsou nastražené. Tímto faktorem se již zabývali někteří biologové ve svých studiích (Williams et al., 1996; Dinh, 2012; Ditrich & Čihák, 2017, Liebl, 2020).

Živolovná úprava pasti umožňují jedincům dýchajícím atmosférický kyslík volný přístup k hladině v prostoru vzduchové kapsy. To ovšem nemusí znamenat, že takto zabezpečení jedinci mohou zůstat v pasti neomezeně dlouhou dobu. Přesto že se do pasti organismy nedostanou jinou cestou než vstupním otvorem, nelze vyloučit vniknutí dravých organismů do prostoru pasti (Ditrich & Čihák 2017). Právě predace odchycených jedinců by mohla vést ke snížení efektivit nově navržených modifikací (Hilsenhoff a Tracy, 1985; Dennett & Meisch, 2001).

Past s navrženými modifikacemi by mohla být přínosem ve výzkumech, které mají za cílovou skupinu například chráněné živočichy. Předchozí konstrukce neumožňovala zachyceným jedincům přístup k vodní kladině. Jedním z rozhodujících faktorů byl čas, po který byla past ponechána ve vodě. Nová varianta pasti může sloužit jako alternativa k jiným živolovným metodám odchytu, například vodních brouků (Klečka & Boukal 2011; Dvořáková, 2021).

Z výsledků je zřejmé, že design experimentu byl zvolen vhodně, mortalita u nově navržené modifikace byla výrazně nižší než u původní světelné pasti. V budoucnu by se modifikace měla podrobit dalšímu testování zejména v odlišných přírodních podmínkách a s použitím jiných druhů vodního zmyzu.

6. Závěr

Z výsledků provedených experimentů je zřejmé, že navržené modifikace vodní světelné pasti jsou funkční a mohou být uplatněny v praxi při úpravách standardních podvodních pastí (užitého vzoru 31825), za účelem živolovného použití.

Pro správné fungování pasti je důležitá obnova vzduchu ve sběrné nádobě. Samovolný přísun vzduchu je zajištěn skrze malé otvory vytvořené do bočních stěn sběrné nádoby (nad vodní hladinou) nikoli do víka. Otvory ve víku mohou fungovat jen za předpokladu, že budou suché a čisté. Vzhledem k malému průměru děr nelze vyloučit ucpání těchto ventilačních otvorů a znemožnění jejich správného fungování během určitých klimatických podmínek. Zejména v případě deště nebo zaplavením vodou jiným způsobem může dojít k jejich neprodyšnému uzavření. Větrací průduchy by měly mít vždy menší rozměry než chytané spektrum živočichů z důvodu zamezení jejich případnému úniku.

Byla ověřena vhodnost některých materiálů včetně výrobků sloužících primárně pro odlišné účely. Ve vhodném zpracování přinášejí výhodu oproti jiným tradičním a dříve používaným materiálům. Při srovnání původní pasti, její aplikace v dřívějších studiích, a nové modifikace lze konstatovat, že vodní světelná past může efektivně fungovat v obou režimech i bez nutnosti velkého zásahu so konstrukce. Poskytuje tak široký rozsah použití v závislosti na typu výzkumu, cílové skupině organismů a potřebám výzkumníků.

7. Seznam literatury

- Abowei, J. F. N., & Ukoroije, B. R. (2012). The identification, types, taxonomic orders, biodiversity and importance of aquatic insects. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, 3(5), 218-229.
- Ahmadi, 2012. An Introduction of Light Traps for Sampling Freshwater Shrimp and Fish in the Barito River, South Kalimantan. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 7(2): 173–182.
- Ahmadi, Rizani, A. 2012. Catch Efficiency of Low-Powered Incandescent Light and LED Light Traps Fishing in Barito River of Indonesia. *Journal of Fisheries and Environment* 36(3): 1-15.
- Aiken R. B., 1979: A Size Selective Underwater Light Trap. *Hydrobiologia*, 65, 65-68.
- Apperson, C.S., and Yows, D.G. (1976), 'A Light Trap for Collecting Aquatic Organisms', *Mosquito News*, 36, 205–206.
- Barr D., 1979: Water mites (Acari, Parasitengona) sampled with chemiluminescent bait in underwater traps. *International Journal of Acarology*, 5, 187-194.
- Baylor E. R., Smith F. E., 1953: A Physiological Light Trap. *Ecology*, 34, 223-224.
- Benešová E., 1987: Srovnání výsledků entomofaunistického průzkumu dosažených metodou světelné pasti a klasickou metodou. Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 89 s.
- Bertram D. S., Varma M. G. R., Page R. C., Heathcote O. H. V., 1970: A betalight trap for mosquito larvae. *J. Med. Entomol*, 7, 267-270.
- Bohdalová, M., 2018: Selektivita odchyty vodního hmyzu světelnou pastí. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 45 s.
- Bonada N., Prat N., Resh V. H. & Stanzner B. (2006): Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. – *Annual Review of Entomology* 51: 495–523.

Carlson D., 1971: A Method for Sampling Larval and Emerging Insects Using an Aquatic Black Light Trap. *The Canadian Entomologist*, 103, 1365-1369.

Carlson D., 1972: Comparative Value of Black Light and Cool White Lamps in Attracting Insects to Aquatic Traps. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 45, 194-199.

Čeloudová M., 2009: Prostorová distribuce vodních ploštic (Heteroptera: Nepomorpha) v rybářsky obhospodařovaných rybnících: odhad a srovnání na základě výsledků dosažených klasickou metodou odchyty (cedníkem) a metodou světelných pastí. Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 68 s.

Černá L., 2009: Srovnání výsledků užití vybraných metod odchyty při studiu taxocenu vodních ploštic (Heteroptera: Nepomorpha). Diplomová práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 103 s.

Čihák, P., 2017: Vliv turbidity vody na efektivitu odchyty vodního hmyzu světelnou pastí. Bakalářská práce. Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 49 s.

De Bakker, D., Baetens, K., Van Nimmen, E., Gellynck, K., Mertens, J., Van Langenhove, L. & Kiekens, P. (2006): Description of the structure of different silk threads produced by the water spider *Argyroneta aquatica* (Clerck, 1757) (Araneae: Cybaeidae). *Belg. J. Zool.*, 136 (2): 137-143.

Dennett J. A., Meisch M. V., 2001: An aquatic light trap designed for live capture of predatory *Tropisternus sp.* (Coleoptera: Hydrophilidae) larvae in Arkansas rice fields. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 17, 268-271.

Dinh, T.E.N. (2012), 'The Effectiveness of 2-Litre Bottle Light Traps in Collecting Aquatic Beetles (Insecta: Coleoptera) and Other Aquatic Insects on the Island of Dominica, WI.' Student research project report, Texas A&M University, Dept. of Entomology.

Ditrich T., Čihák P., 2017: Efficiency of subaquatic light traps. *Aquatic Insects. International Journal of Freshwater Entomology*, 38, 171-184 s.

- Ditrich T., Čihák P., Bohdalová M., Liebl L., 2017: Efektivita vodních světelných pastí na odchyt vodního hmyzu. In: Bryja J., Horsák M., Horsáková V., Řehák Z., Zukal J. (Eds): Zoologické dny Brno, 2017. Sborník abstraktů z konference 9. - 10. 2. 2017, 254 s.
- Dvořáková A. (2021). Vodní brouci a ploštice aluviálních tůní ve Vltavském luhu na Šumavě (bakalářská práce). Masarykova univerzita v Brně, Brno, 111 s.
- Engelmann H. D., Tobisch S., 1972: Fangergebnisse mit einer Unterwasser-Lichtfalle. *Naturkundemus*, 47, 27-31.
- Engelmann H. D., 1974: Lichtfang unter Wasser. *Folia Entomologica Hungarica*, 27, 173-176.
- Erwin J. L., Haines T. A., 1972: Using light to collect an separate zooplankton. *Fish Culturist*, 34, 171-174.
- Espinosa L. R., Clark W. E., 1972: A polypropylene light trap for aquatic invertebrates. *Fish & Game*, 58, 149-152.
- Hanel, L. (2018): Náměty na pokusy a pozorování vodních živočichů ve školním akváriu II (dýchání vodních živočichů). *Biologie, chemie, zeměpis*, 2: 11-21.
- Henrikson, L. and Oscarson, H. (1978), A quantitative sampler for air-breathing aquatic insects. *Freshwater Biology*, 8: 73–77.
- Hetflajš, P. (2017). Posouzení zoocenóz zahradních koupacích jezírek z hlediska vybraných skupin vodního hmyzu (např. Coleoptera, Odonata).
- Hilsenhoff W. L., Tracy B. H., 1985: Techniques for Collecting Water Beetles from Lentic Habitats. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 137, 8-11.
- Horníková, B. (2017). Zpětné využití odpadní vody v domově důchodců (diplomová práce). České vysoké učení technické v Praze, Praha, 23 str.
- Hsia, C. C., Schmitz, A., Lambertz, M., Perry, S. F., & Maina, J. N. (2013). Evolution of air breathing: oxygen homeostasis and the transitions from water to land and sky. *Comprehensive Physiology*, 3(2), 849–915.

- Hungerford H., P.J. Spangler, and N.A. Walker. 1955. Subaquatic light traps for insects and other animal organisms. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 58(3):387–407.
- Husbands R. C., 1967: A subsurface light trap for sampling aquatic insect populations. *Vector Views*, 14, 81-82.
- Inoda, T., and Ladion, T.M.A. (2016), ‘New Box Trap for Large Predaceous Diving Beetles *Cybister* Curtis, 1827 and *Dytiscus* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Dytiscidae)’, *Aquatic Insects*, 37, 259–265.
- Jones D. (2006). Design, construction and use of a new light trap for sampling larval coral reef fishes. 544.
- Kammar, V & Rani, A. & K P, Kumar & Chakravarthy, Akshay. (2020). Light Trap: A Dynamic Tool for Data Analysis, Documenting, and Monitoring Insect Populations and Diversity. 10.1007/978-981-15-0794-6_8.
- Klečka J., Boukal D. S., 2011: Lazy ecologist’s guide to water beetle diversity: Which sampling methods are the best? *Ecological Indicators*, 11, 500-508.
- Kodřík, D. (2000). Fyziologie hmyzu učební texty. *Entomologický Ústav AV ČR a Biologická fakulta Jihočeská Univerzita*.
- Kolář V. (2015): Vliv struktury biotopu na společenstva vodních brouků v jižních Čechách. – Ms., 76 p. Diplomová práce, depon. in: Akademická knihovna JU, České Budějovice.
- Kolář V., Hadačová V., Franta P., Hesoun P., 2018. Vodní brouci a ploštice vybraných maloplošných zvláště chráněných území jižních Čech II; Water beetles and bugs of selected reserve areas in South Bohemia II. 58. 79-94.
- Lecaillon G. a Lourie S. (2007). Current status of marine post-larval collection: Existing tools, initial results, market opportunities and prospects. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*. 17.
- Lepil O., Kupka Z., Jirsa M.: Fyzika pro gymnázia: Optika. Prometheus, 2010, 206 s.

MacDonnell M., Taylor B. R., Lauff R. F., 2018: Chemical light sticks as bait to trap predaceous aquatic insects: effect of light colour. St. Francis Xavier University, Nova Scotia, Canada, 22 s.

Meekan, M.G., Wilson, S.G., Halford, A., & Retzel, A. (2001). A comparison of catches of fishes and invertebrates by two light trap designs, in tropical NW Australia. *Marine Biology*, 139, 373-381.

Newhouse S. A., Stahl J. R., 2000: A Comparison of the Mid-Water Planktonic Invertebrate Communities of Eagle Creek, Geist and Morse Reservoirs in Central Indiana Using Underwater Light Trapping. Indiana Department of Environmental Management, Biological Studies Section, 26 s.

Nikolaeva N. E., 2005: Possibilities of using LEDs (LED) as a source of light in an underwater light trap for studying hydrobionts. *A Series of Biology and Ecology*, 4, 103-107.

Nikolaeva N. E., 2007: A comparative analysis of the effectiveness of three models of underwater light traps for the collection and study hydrobionts. *A Series of Biology and Ecology*, 21, 119-123.

Nikolaeva N. E., 2008: Analysis of Freshwater Invertebrate Fauna, Caught in Underwater Light-Trap. *A Series of Biology and Ecology*, 7, 95-105.

Nikolaeva N. E., 2015: Species Composition of the Freshwater Invertebrates, Collected by Underwater Light-Traps. *A Series of Biology and Ecology*, 3, 109-124.

O'Connor Á., Bradish S., Reed T., Moran J., Regan E., Visser M., Gormally M., Skeffington M. S., 2004: A comparison of the efficacy of pond-net and box sampling methods in turloughs – Irish ephemeral aquatic systems. *Hydrobiologia* 524, 133-144.

Papáček M., Čeloudová M., Černá L., Ditrich, T., 2009: Methodological approach to the study of water bug taxocenoses (Heteroptera: Nepomorpha): hand net sampling versus light trapping. P. 66 – 69. In Soldán T., Papáček M., Boháč J. (Eds) *Communications and Abstracts, SIEEC 21, June 28 – July 3, 2009*. University of South Bohemia, České Budějovice, 96 s.

Pieczynski E., 1962: Notes on the use of light traps for water mites (Hydracarina). *Série des Sciences Biologiques*, 10, 421-424.

Radwell A. J., Camp N. B., 2009: Comparing Chemiluminescent and LED Light for Trapping Water Mites and Aquatic Insects. *Southeastern Naturalist* 8(4):733-738.

SEDLÁK, Edmund. Zoologie bezobratlých. 2. přepracované vydání. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2002. 337 s. ISBN 80-210-2892-0.

Seymour, R. S. & Matthews, P. G. (2013): Physical gills in diving insects and spiders: theory and experiment. *Journal of Experimental Biology* 216: 164-170.

Schilling, E.G., Loftin, C.S., and Huryn, A.D. (2009), 'Macroinvertebrates as Indicators 367 of Fish Absence in Naturally Fishless Lakes', *Freshwater Biology*, 54, 181–202.

Spangler, P. J. 1981. A durable, lightweight net and a manual aspirator for collecting aquatic organisms. *Pan-Pacific Entomologist* 57: 245-250.

Sublette, J. E., Dendy J. S., 1959: Plastic materials for simplified tent and funnel traps. *S.W. Natur*, 3, 220-223.

Taylor, J.S. & J.E. MCPHERSON (2000) Comparison of two population sampling methods noted in field life history studies of *Mesovelia mulsanti* (Heteroptera: Gerromorpha: Mesoveliidae) in Southern Illinois. *The Great Lakes Entomologist* 33(3-4): 223-230.

Washino, R.K., and Hokama, Y., 1968, 'Quantitative Sampling of Aquatic Insects in a Shallow-Water Habitat', *Annals of the Entomological Society of America*, 61, 785–786.

Weber R. G., 1987: An Underwater Light Trap for Collecting Bottom-Dwelling Aquatic Insects. *Entomological News*, 98, 246-252.

Williams, R. N. Fickle D. S, R.J.Bartelt, and P. F.Dowd 1993 Responses by adult Nitidulidae (Coleoptera) to synthetic aggregation pheromones, a coattractant and effects of trap design and placement. *European J. Entomol.* 90: 287-294.

Williams, R.N., Ellis, M.S., and Fickle, D.S. (1996), 'Insects in the Killbuck Marsh Wildlife Area, Ohio: 1994 Survey', *Ohio Journal of Science* 96(3), 34–40.

Wright D., O'Brien W., 1982: Differential Location of Chaoborus Larvae and Daphnia by Fish: The Importance of Motion and Visible Size, *The American Midland Naturalist*, 108, 68-73.

Zalom F. G., Grigarick A. A., Way M. O., 1980: Habits and relative population densities of some hydrophilids in California rice fields. *Hydrobiologia*, 75, 195-200.

Zalom F. G., 1981: Interactions potentially affecting the seasonal abundance of selected aquatic invertebrates in a rice field habitat. *Hydrobiologia*, 80, 251-255.

Zismann L., 1969: A light-trap for sampling aquatic organisms. *Isr. J. Zool.*, 18, 343-348.