

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vodní hladina jako prostředí a organismy, které ji využívají  
Water Surface as an Environment and Organisms That Exploit it

Dagmar Vachudová

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Říhová, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na vzdělávání –  
Výchova ke zdraví se zaměřením na vzdělávání

2019

Odevzdáním této bakalářské práce na téma „Vodní hladina jako prostředí a organismy, které ji využívají“ potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 12. 7. 2019

Upřímně děkuji své školitelce za trpělivost, empatii, odborné rady a citlivou péči, s jakou pročetala a komentovala mou práci. Dále děkuji své mamě za psychickou podporu a pomoc s korekturou textu, rovněž příteli a dobré kamarádce za podporu. Jsem vděčná každému, kdo mi jakýmkoliv způsobem pomohl k tomu, abych došla ve svém studiu až do stádia odevzdání bakalářské práce.

## **ABSTRAKT**

Práce pojednává o rozmanitosti využívání vodní hladiny bezobratlými živočichy a makrofyty a jejich jednotlivých druzích ve sladkovodních podmínkách mírného pásma střední Evropy. Po úvodní specifikaci fyzikálních a chemických vlastností vodní hladiny a jejich vlivu na okolní prostředí následuje taxonomicky uspořádaný přehled skupin bezobratlých živočichů, které různými způsoby využívají prostředí vodní hladiny, např. ke svému životu, pohybu, získávání potravy, rozmnožování apod. Kromě informací o konkrétních využitích vodní hladiny bezobratlými živočichy jsem se zaměřila na charakteristiku vybraných druhů, případně vyšších taxonomických jednotek a jejich specializací, vyplývajících z vazby na hladinu. Další část pojednává o vodních rostlinách vázaných na vodní hladinu. Nejprve je zúžena problematika hydrofyt přibližující čtenáři jejich komplexnost a také vliv na okolní prostředí. Následuje systematické rozčlenění s přednostním zaměřením na skupiny a druhy vodních rostlin, které využívají hladinu ke svému životu. Praktická část práce se zabývá konceptem vlastní naučné stezky určené širší veřejnosti s cílem její osvěty v tématu vodních bezobratlých a hydrobiologie. Navrhovaná trasa prochází pražskou přírodní památkou Hrnčířské louky a je vázána na komplex Šeberovských rybníků, u nichž jsou situována jednotlivá zastavení. Na úvodní charakteristiku naučné stezky navazují informace o postupu její tvorby, trase, zaměření informačních tabulí a vybrané lokalitě. Součástí praktické části je i popis metodiky sběru vzorků na Šeberovských rybnících a jejich vyhodnocení. Bakalářská práce je pro snazší pochopení doplněna slovníčkem méně známých pojmů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vodní bezobratlí, pleuston, hydrofyty, hydrobiologie, naučná stezka.

## **ABSTRACT**

This thesis is about the diverse means in which various invertebrate and macrophytes utilize freshwater surface in temperate climate of central Europe. After the initial specification of physical and chemical properties of water surface and their influence on its environment follows a taxonomically ordered overview of invertebrate groups which make use of water surface in various ways - to live on, to move over, to gain nutrition, to procreate etc. Apart from information about specific uses of water surface by the invertebrate I also focused on a characteristics of chosen species or even higher taxonomic units as well as their specializations regarding water surface. The next part of the thesis focuses on aquatic plants - at first the issue of hydrophytes is narrowed down to show their complexity and influence on their environment; the following part systematically divides them and focuses predominantly on groups and species of aquatic plants that make use of water surface. The practical part of the thesis is focused on a new educational trail for the public; its aim is to offer education on the topics of hydrobiology and aquatic invertebrate. The suggested trail goes through the Prague natural heritage site Hrnčírské louky and is tied to Šeberovské rybníky (lakes), where the individual stops are situated. The opening characteristic of the trail is then followed by information about the process of its creation, the specific path it takes, the focus of the educational tables and the locality chosen for the trail. Description of the methodics of gathering samples at the lakes and their evaluation are also part of the thesis. The thesis also has a small dictionary of less well known terms is attached for easier understanding.

## **KEYWORDS**

Aquatic invertebrates, pleuston, hydrophytes, hydrobiology, educational trail.

## Obsah

Slovníček pojmů .....	7
Úvod .....	9
1 Vodní hladina jako prostředí .....	11
1.1 Specifika prostředí vodní hladiny .....	11
2 Živočiškové využívající vodní hladinu .....	16
3 Rostliny vodní hladiny .....	33
3.1 Tvarové typy.....	35
3.2 Adaptace vodních rostlin .....	36
3.2.1 Adaptace vzplývavých a volně plovoucích rostlin .....	37
3.3 Vliv a význam vodních rostlin .....	39
3.4 Zástupci .....	40
4 Naučná stezka „Bezobratlí obyvatelé Šeberovských rybníků“ .....	49
4.1 Základní údaje o naučné stezce .....	49
4.2 Podrobnosti o naučné stezce.....	50
4.2.1 Lokalizace.....	50
4.2.2 Průběh tvorby naučné stezky .....	51
4.2.3 Mapa trasy .....	53
4.2.4 Popis trasy .....	54
4.2.5 Podrobnosti o jednotlivých zastaveních naučné stezky.....	55
4.3 Metodika sběru vzorků a vyhodnocování dat.....	61
4.3.1 Metodika sběru vzorků .....	61
4.3.2 Technika pořizování obrazového záznamu .....	62
4.3.3 Vyhodnocení dat.....	62
Závěr.....	67

Seznam použitých informačních zdrojů .....	68
--	----

## Slovníček pojmů

abdomen – zadeček členovců

bionomie – způsob života

brvy – vláskovitý útvar u živočichů (případně bičíky u prvoků)

cirkadiánní – pravidelně se opakující s periodou o délce přibližně 24 hodin

detrit – odumřelá organická hmota

epilimnion – horní vrstva vodní nádrže při tepelné stratifikaci (rozvrstvení)

eucefalní – typ larvy se zřetelně vyvinutou hlavou u hmyzu s proměnou dokonalou

eutrofizace – proces obohacování vod o živiny, zvláště fosfor a dusík

eutrofní – s vysokým obsahem živin

furka – skákací aparát ve formě vidlice u chvostoskoků

gemule – odolná stádia houbovců přečkávající nepříznivé podmínky (zima, vyschnutí)

hemolymfa – tělní tekutina měkkýšů a členovců, funkční ekvivalent krve

hydrofobní – vodu odpuzující, nesmáčivý

hydrofyt – vodní rostlina

hypolimnion – spodní vrstva vodní nádrže při tepelné stratifikaci

chelicery – klepítka, první pár končetin pavoukoců umístěný v přední části hlavohruďi

imago – dospělý jedinec hmyzu

karapax – krunýř chránící hlavohruď koryšů

kutikula – vícevrstevná ochranná struktura na povrchu těla některých skupin bezobratlých, tvořící vnější kostru

litorál – pobřežní zóna u stojatých vod

makrofyt – makroskopická rostlina řazená mezi „vyšší rostliny“

mezotrofní – středně bohaté na živiny

minování – vyžíráání vnitřního pletiva listu se zachováním jeho pokožky

nesmáčivý – viz hydrofobní

nymfa – larva hmyzu s proměnou nedokonalou

omatidium (+ rhabdom, retinula) – jednoduché očko, základní stavební jednotka složených očí přítomných u některých skupin členovců; rhabdom je světločivná část omatidia, retinula je smyslová buňka stimulovaná signály z rhabdomů



oligotrofní – s nízkým obsahem živin, vyšší stupeň viz mezotrofní a eutrofní  
pedální disk – diskovitý útvar na bázi těla sloužící k uchycení k podkladu, přítomný u přisedlých stádií žahavců  
pelagiál – zóna volné vody u stojatých vod  
pleuston – společenstvo organismů vázané na vodní hladinu  
pohlavní dimorfismus – rozdílný vzhled organismů různého pohlaví v rámci jednoho druhu  
prothorakální – předohrudní, na prvním článku hrudi hmyzu  
retinakulum – záchytné zařízení pro skákací vidlici (furku) chvostoskoků  
semiakvatický – žijící na souši i ve vodě, v našem případě i na rozmezí obou prostředí  
smáčivý – vodu přitahující, hydrofilní  
spermatofor – pouzdro se spermiiemi, tvořené různými skupinami živočichů  
stigma – ústí vzdušnic na povrchu těla členovců  
tracheální – vzdušnicové  
ventrální – břišní, spodní část těla

## Úvod

Jako téma bakalářské práce jsem si vybrala poměrně širokou problematiku variability bezobratlých živočichů a makrofyt vázaných na vodní hladinu i rozmanité způsoby, kterými ji využívají. Toto téma mě velmi zaujalo vzhledem k tomu, že hladina tvoří hranici dvou rozdílných prostředí, kde se mohou do jisté míry setkávat a ovlivňovat organismy z obou z nich, zároveň se zde však nacházejí i unikátní druhy vázané přímo na prostředí vodní hladiny. Snad každý člověk, který někdy sledoval vodní plochu s klidnou hladinou, si na ní mohl při bližším zkoumání povšimnout hbitých míhajících se bruslařek nebo zelených koberců z plovoucích lístků okřehků. Ve své práci jsem si kladla za cíl zpracovat ucelený systematický soupis dat, jenž bude poutavou a přístupnou formou i pro laičtější veřejnost informovat o výše zmíněné problematice. I z toho důvodu jsem se rozhodla do práce zahrnout slovníček méně známých pojmů a upřednostňovat české verze slov a názvů. Zároveň jsem téma zasadila do, pro česky mluvící čtenáře pravděpodobně známějších, sladkovodních podmínek mírného pásma střední Evropy.

Bakalářská práce se skládá ze čtyř kapitol, první tři náleží teoretické a čtvrtá praktické části. První kapitola se zabývá vodní hladinou jako prostředím, fyzikálními a chemickými podmínkami a jevy zde probíhajícími včetně jejich vlivu na okolní prostředí. Ve druhé kapitole se věnuji systematicky uspořádanému přehledu druhů a vyšších taxonomických jednotek v rámci živočichů (Animalia) využívajících vodní hladinu. Zmiňuji způsob jejího využívání a popisuji případné specializace a charakteristiky organismů související s tématem práce. Rovněž upozorňuji na různé zajímavosti. U vybraných známějších druhů rozvádím i způsob života a další náležitosti pro bližší seznámení a poukázání na rozmanitost života spjatého různými způsoby s vodní hladinou. Pro zúžení práce jsem se rozhodla nezařazovat živočichy, kteří se na hladině pouze nadechují nebo líhnou, pokud to není spojeno s jinými náležitostmi vztahujícími se k tématu. Ve třetí kapitole jsem se zaměřila na vodní makrofyty (Plantae), vzhledem k jejich různorodosti a proměnlivosti jsem se snažila celou problematiku zpočátku uvést a upřesnit svůj okruh zájmu. Kapitola následně pokračuje vysvětlením významu hydrofyt a jejich vlivu na okolní prostředí i ostatní organismy. Konec kapitoly zahrnuje popisy vybraných druhů nebo vyšších skupin hydrofyt vázaných na vodní hladinu.

Praktická část práce je zaměřena na popis koncipování naučné stezky s názvem „Bezobratlí obyvatelé Šeberovských rybníků“. Mým cílem bylo vytvořit čtivé a srozumitelné střípky informací týkající se tématu hydrobiologie a především vodních bezobratlých, které jsem zaznamenala do 5 naučných tabulí. Na jejich sepsání jsem využila poznatky již získané při zpracování teoretické části práce, při vlastním terénním průzkumu velmi atraktivní oblasti Hrnčířských luk a odlovem vzorků ze zde přítomných Šeberovských rybníků. Po vzoru tvorby alternativního fotografického herbáře během svých studií jsem se rozhodla i v tomto případě přizpůsobit své metody získávání dat o vzorcích tak, aby byl zachován život a pokud možno i zdraví všech využitých jedinců. Metodika a výsledky odlovů jsou zaznamenány v závěru kapitoly.

## 1 Vodní hladina jako prostředí

Hladina je místem styku dvou odlišných prostředí – vodního a vzdušného s některými specifickými vlastnostmi, kterými se od nich zároveň liší. Dle mého názoru se tak sama stává vlastním jedinečným prostředím k životu, které není totožné s jinými obydlenými místy pod vodou či nad ní. Vzhledem k mezní povaze tohoto prostředí se budu v dalších kapitolách zabývat rozličnými organismy, které využívají buďto spodní stranu hladiny, kdy jsou zcela nebo částečně ponořeny ve vodním prostředí, anebo svrchní stranu, na které jsou vystaveny podmínkám ovzduší.

### 1.1 Specifika prostředí vodní hladiny

**Povrchové napětí** je fyzikální vlastnost projevující se zvýšenou soudržností molekul vody na rozhraní kapalného a plynného prostředí. Tato vlastnost umožňuje vyšší pevnost vodní hladiny za vzniku tzv. vodní blanky. Hodnota povrchového napětí je udávána v mN/m a je nepřímo úměrná teplotě vody. Rovněž ji ovlivňuje obsah ve vodě rozpuštěných látek. Vyšší pevnosti vodní hladiny využívají mnohé organismy jako stabilizační plochu nebo místo pro krátkodobý či trvalý pobyt. Vzhledem k tomu, že povrchové napětí je rozrušováno vlněním, budu se v této kapitole věnovat výlučně podmínkám na hladině stojatých vod, která je oproti tekoucím vodám stabilnější a organismy využívanější a obývanější (Lellák a Kubíček, 1992, s. 23; Reichholf, 1998, s. 88; Ambrožová, 2001, s. 39; Hartman a kol., 2005, s. 21).

Každý sluneční paprsek, který prochází vodním sloupcem, musí nejprve proniknout přes vodní hladinu. Jelikož je tato styčná plocha se vzduchem zároveň pomezím dvou prostředí s rozdílnou hustotou, dochází zde k lomu **světla** a jeho částečnému odrazu od vodní hladiny. Odraz světla způsobuje jeho první ztráty ještě před vstupem do vodního sloupce a má různý procentuální rozsah v závislosti na úhlu dopadu, ročním období, klidnosti či rozvlněnosti hladiny (při vlnění odráží světla více) apod. Neodražené světlo je po průchodu vodním prostředím dále ovlivňováno absorpcí a rozptylem, na nichž závisí konečné množství světla a zastoupení jeho jednotlivých složek v různých hloubkách vodního sloupce.

Jako první jsou pohlcovány okrajové složky spektra již ve svrchních vrstvách vody. Vodní hladina spolu s horní vrstvou vody jsou tedy neprosvětlenějším místem vodního prostředí. Z pohledu rozdílů v distribuci světla ve vodním sloupci dokonce rozlišujeme dvě odlišné vrstvy – svrchní dobře prosvětlenou eufotickou vrstvou a spodní afotickou vrstvou, kde je světla nedostatek (Lellák a Kubíček, 1992, s. 32; Ambrožová, 2001, s. 41).

Vzhledem k rozdílnému rozložení světla ve vodním sloupci dochází i k vertikálnímu rozčlenění vodních ekosystémů. Světlo je pro život ve vodě zásadní především ve formě viditelného záření, díky němuž mohou rostliny fotosyntetizovat a tím prokysličovat vodu, a infračerveného záření. Upřednostňovaná míra světla se může u různých organismů během života měnit. Například mladší jedinci některých buchanek a perlooček jsou pozitivně fototaktičtí (na rozdíl od starších jedinců, kteří se světlu vyhýbají), a tak stoupají za světlem až k vodní hladině, odkud jsou snáze rozšiřováni po vodní nádrži. Rozdílné světelné podmínky ve dne a v noci mohou být příčinou pravidelných vertikálních migrací planktonu. Vliv na život organismů však má i výše zmíněný odraz od vodní hladiny. Odražené světlo totiž může limitovat v růstu vegetaci okolo vody, která si proto vyvinula četné adaptace, např. tvorbu silné zvrásněné kůry či voskovité vrstvy na povrchu těla (Lellák a Kubíček, 1992, s. 32, 36; Reichholf, 1998, s. 162; Ambrožová, 2001, s. 55; Hartman a kol., 2005, s. 208).

S problematikou světla souvisí i **teplo**, jež právě prostřednictvím slunečního záření (konkrétně jeho infračervené složky) vytváří zásadní zdroj tepelné energie pro vodní prostředí. Většina infračerveného světla je absorbována již ve svrchních vrstvách vody. Jeho přenos do větších hloubek bývá zčásti umožněn pomalým tepelným vedením anebo cirkulací vody. V letních prosluněných dnech za bezvětří jsou horní vrstvy vody výrazně teplejší než vzduch, jelikož ve vodním prostředí dochází k silnější absorpci záření nežli ve vzdušném. V nočních hodinách jsou horní vrstvy ochlazovány v důsledku na hladině probíhajících dějů – odpařování a vyzařování tepla; hladina však zůstává teplejší než půda. Takové noční ochlazení vodní hladiny vyvolává cirkadiánní proudění, k němuž přispívá i vítr, a kromě přenosu tepla umožňuje i koloběh živin mezi pelagiální a litorální oblastí vodní plochy, nejde však o úplné promíchání vodního sloupce na rozdíl od případů zmíněných v následujícím

odstavci (Schubert a Lellák, 1973, s. 16–17; Lellák a Kubíček, 1992, s. 32, 36, 39; Šálek, 1996, s. 30; Hartman a kol., 2005, s. 24).

V období tzv. jarní a podzimní cirkulace dochází k vyrovnání teploty vody ve všech jejích vrstvách. **Cirkulace**, kterou uvádí do pohybu teplo z prohříváných vnějších vrstev nádrže a vítr, zajišťuje přenos tepla, živin i kyslíku, jejichž promíchávání je z důvodu absence cirkulace v obdobích tzv. letní a zimní stagnace značně omezeno. V obou případech dochází k tepelné stratifikaci, kdy v letním období zůstává nejteplejším místem v nádrži svrchní vrstva vody, zatímco v zimě se nejteplejší, resp. nejhustší voda nachází v hypolimnionu a hladina vody se stává nejstudenějších místem v nádrži. Je stále ochlazována studeným vzduchem, jehož teplota může klesnout na nulu a méně stupňů Celsia, kdy dochází k zamrznutí hladiny. Na vodě vzniklý led se podílí různou měrou, v závislosti na tloušťce, na izolaci vodního prostředí od vlivů vnějšího prostředí včetně např. mrazu. Zároveň však zamezuje výměně kyslíku mezi vodou a atmosférou. Bodu mrazu může dosáhnout i vzduch poblíž hladiny během chladných nocí na začátku jara, pokud je vodní hladinou ochlazován (Lellák a Kubíček, 1992, s. 37; Šálek, 1996, s. 28, 30; Reichholf, 1998, s. 13; Ambrožová, 2001, s. 42; Brönmark a Hansson, 2006, s. 52).

Vodní hladina je místem **difúze** kyslíku z ovzduší do vodního prostředí, k níž dochází díky přítomným vlnám a větru. Množství kyslíku získaného prostou difúzí a následným rozpuštěním ve vodě je proměnlivé v závislosti na velikosti společné plochy vodního a vzdušného prostředí. Šálek (1996, s. 39) zmiňuje odhadované maximální množství takto získaného kyslíku na 4,8–7,2 g/m<sup>2</sup> denně. Atmosféra je tedy spolu s fotosyntézou vodních rostlin zdrojem kyslíku pro vodní prostředí (Lellák a Kubíček, 1992, s. 40; Šálek, 1996, s. 39; Reichholf, 1998, s. 55; Ambrožová, 2001, s. 46).

Na rozhraní vody a vzduchu probíhá **vypařování** vody, které vede k ochlazování nádrže a má obzvláště v letním období významný vliv na vodní bilanci. Šálek (1996, s. 50) o ní píše: "Podle Sommera (1973) činí v našich podmínkách denní výpar z volné vodní hladiny v zimních měsících 1 mm, v jarních a podzimních měsících 2 mm a letních měsících (VI. až VIII.) 3 až 4 mm". Ke zvýšení míry výparu výrazně přispívá zarůstání vodní hladiny

mokřadními rostlinami, které navyšují výpar oproti volné hladině až 3,5krát (Lellák a Kubíček, 1992, s. 36; Šálek, 1996, s. 28, 49–50).

Vodní hladina je vystavena činnosti **větru**, který v důsledku tření o vodu způsobuje její rozvlnění. Vítr však nemá vliv pouze na hladinu, ale i na hlubší vrstvy vody, které jsou v důsledku vlnění hladiny uvedeny do pohybu za vzniku proudění. Vlnění je však nadále nejsilnější a nejpatrnější právě na povrchu vody a s přibývajícím hloubkou postupně slábne. Vlny umožňují v mělkých nádržích periodické rozpohybování celého vodního sloupce, v hlubokých nádržích je jejich význam minimální. Vlny mohou rovněž zpomalovat a zkracovat dobu zamrznutí vodní hladiny např. u jezer (Lellák a Kubíček, 1992, s. 36–37; Reichholf, 1998, s. 47; Ambrožová, 2001, s. 44).

Kromě výše zmíněného proudění, kdy je voda rozpohybována jedním směrem, má vítr vliv i na vznik turbulentních proudů, tedy pohybu vodních mas do všech stran. Díky turbulenci je vodní prostředí homogennější než suchozemské, ovlivňuje však i dostupnost světla ve vodním sloupci. Turbulence tvoří ve vrchních vrstvách vody tzv. **Langmuirovy rotace**, které jsou patrné na vodní hladině jako pěnové čáry. Tento jev charakterizují specificky rozpohybované částice v horní vrstvě vody, kdy se každá z nich šroubovitě otáčí opačným směrem než částice sousední. Vždy se však pohybují v ose rovnoběžné se směrem větru. V důsledku protichůdných pohybů částic dochází ke vzniku sestupných (konvergentních) a vzestupných (divergentních) proudů, které mají vliv na ve vodě přítomné organismy. Stoupavé částice a organismy se koncentrují mezi divergentními proudy v pěnových čarách na hladině, klesající organismy jsou oproti tomu hromaděny mezi konvergentními proudy. Langmuirovy rotace mohou ovlivňovat i větší organismy žijící u dna vodních ploch, které vynášejí z bahna a vystavují je tak predátorům (Ambrožová, 2001, s. 44–45; Brönmark a Hansson, 2006, s. 9–10, 131).

Působení větru dále způsobuje periodické pohyby vody (tzv. **seiche**), které vedou ke kývavému rozpohybování vodní hladiny. K tomuto jevu dochází v důsledku dlouhotrvajícího vlivu větru, prudkého deště či dalších faktorů na hladinu, kdy je voda vychýlena do návětrné strany a rozšiřuje tam své hranice. Po skončení působení zmíněných vlivů dochází ke kývavým pohybům vodní hladiny z důvodu setrvačnosti a návratu do

původní polohy. U tepelně stratifikovaných nádrží se objevuje termoklinní typ seiche, který se projevuje vychýlením epilimnia a hypolimnia a je velmi důležitý pro výměnu tepla, živin a kyslíku mezi těmito jinak oddělenými vrstvami vody. I termoklinní typ seiche vyvolává činnost větru působící na vodní hladinu (Ambrožová, 2001, s. 45; Brönmark a Hansson, 2006, s. 11).

Zajímavou problematikou je i **tlak**. Na hladině moří má atmosférický tlak hodnotu přibližně 0,1 megapascalu (MPa), podobné hodnoty platí i pro vodu těsně u hladiny Lellák a Kubíček (1992, s. 29) uvádí: „s hloubkou roste tlak vody na každých 10 m o 0,1 MPa“, což znamená, že v hlubokých jezerech, a zvláště v hlubinách oceánů, jsou organismy vystaveny obrovskému tlaku neboli přetlaku oproti podmínkám blízko hladiny. Již v hloubce deseti metrů je tlak natolik vysoký, že způsobuje stlačení plic nebo plynového měchýře na poloviční objem oproti objemu na hladině (Lellák a Kubíček, 1992, s. 23, 28–30).

U menších vodních nádrží se může prostředí vodní hladiny druhotně podílet na výsledné barvě vody, pokud se v její blance nahromadí někteří zástupci **neuston**. Toto společenstvo vázané na vodní blanku zahrnuje mikroskopické organismy, z nichž např. krásnoočka rodu *Euglena* nebo zlativky rodu *Chromulina* mohou na klidné vodní hladině vytvořit monokulturu ve formě tzv. neustonické blanky. Tato blanka následně způsobí opalizaci hladiny (Lellák a Kubíček, 1992, s. 24, 35; Ambrožová, 2001, s. 20, 39, 42, 54).

Samostatnou problematiku tvoří sinice, jejichž zástupci dávají vznik tzv. **vodnímu květu**. Tento jev je způsoben jejich přemnožením a kumulací biomasy na vodní hladině v důsledku eutrofizace vod, kdy monokultura nahromaděných organismů může dokonce zabraňovat průniku světla do vody a výměně plynů mezi ní a atmosférou. K vytvoření vodního květu dochází ve stojatých a mírně tekoucích eutrofních vodách během léta nebo začátkem podzimu a způsobují jej např. sinice rodu *Microcystis*, *Anabaena* a *Aphanizomenon* nebo také zelené řasy rodu *Chlorella* a *Chlamydomonas* (Schubert a Lellák, 1973, s. 77; Ambrožová, 2001, s. 71, 76; Hartman a kol., 2005, s. 55–57).



## 2 Živočichové využívající vodní hladinu

V této kapitole se věnuji jednotlivým druhům živočichů (případně konkrétním stádiím jejich životního cyklu), kteří v různé míře i rozličným způsobem využívají vodní hladinu ke svému životu. V případě potřeby popisují též vyšší systematické jednotky živočichů. Nejedná se však o vyčerpávající soubor informací, ale o stručný přehled živočichů spjatých různým způsobem s vodní hladinou a z toho vyplývajících specializací. Zdrojem latinských a českých názvů taxonomických jednotek včetně druhů i celkové systematiky mi byla mezinárodní internetová encyklopedie BioLib; z ní jsem čerpala i v následujících kapitolách.

### **Kmen: živočišné houby (Porifera)**

Sladkovodní zástupci tohoto kmene vytvářejí na podzim před úhynem celé kolonie gemule, které se po jejím rozpadu vyplavují do okolí. Gemule jsou odolné vůči vymrznutí i vyschnutí, a tak slouží houbám jako zárodky nových kolonií, do nichž se rozrostou po přečkání nepříznivého zimního období. Jsou chráněny třemi vrstvami, z nichž ta vnější je nejsilnější a pneumatická, tvořená silnostěnnými buňkami. Po vysušení této vrstvy jsou gemule schopné plovat na hladině (Lellák a kol., 1982, s. 5; Ducháč a kol., 1995, s. 48–49).

### **Kmen: žahavci (Cnidaria)**

Lellák a kolektiv (1982, s. 7) zmínili zajímavá pozorování v chování hladovějící populace některých nezmarů, kdy se ukázalo, že takoví jedinci vytvoří na místě svého pedálního disku bublinku vzduchu, díky které se uvolní od podkladu a vyplují na hladinu. Odsud se pak šíří vlnami a větrem na jiná stanoviště (Lellák a kol., 1982, s. 7–8).

### **Kmen: měkkýši (Mollusca)**

#### **řád: plicnatí (Pulmonata)**

Do této skupiny řadíme převážně suchozemské druhy plžů dýchající vzdušný kyslík plicními vaky. Jsou však známi také zástupci žijící ve vodě (převážně sladké), kteří si vytvořili četná přizpůsobení pro přijímání kyslíku, například vytahovatelné dýchací rourky a kožní dýchání – to však poskytuje dostatek kyslíku pouze při 80% a vyšší okysličenosti okolní

vody. Mnoho plicnatých plžů tak musí zůstat poblíž vodní hladiny, aby se mohli nadechnout. K vystoupení na hladinu využívají různých prostředků: někteří plži snižují specifickou váhu roztažením vzduchu v plicním vaku a vysouváním těla z ulity (čeleď Lymnaeidae), jiní častěji ke hladině lezou po vodních rostlinách (čeleď Planorbidae), další vytvářejí ze svého slizu provazce, které jsou natažené mezi hladinou a rostlinami, případně hladinou a dnem (rod *Lymnaea*). Tito plži se dokážou pohybovat zespodu po hladinové blance pomocí vlastního slizu a někteří z nich (rody *Lymnaea* a *Planorbarius*) mohou požírat i přítomné spadlé organismy (Lellák a kol., 1982, s. 18, 21; Reichholf, 1998, s. 84; Horský a kol., 2013, s. 47; Smrž, 2013, s. 81–82).

### **Kmen: mechovky (Bryozoa)**

Sladkovodní mechovky mírného pásma utvářejí klidová odolná stádia zvaná statoblasty. Ty jsou obaleny tvrdou chitinovou vrstvou, která může na svém obvodu obsahovat háčkovité útvary a vzduchové komůrky, jež ve formě plovacího prstence umožňují splývání na vodní hladině. Takové plovoucí statoblasty zvané „floatoblasty“ mají velký význam pro rozšiřování kolonií mechovek, jelikož se na hladině zachycují na peří vodních ptáků a jsou jimi roznášeny na vzdálenější vhodná stanoviště (Ducháč a kol., 1995, s. 245; Smrž, 2013, s. 57).

### **Kmen: želvušky (Tardigrada)**

Mnoho želvušek si vybírá pro svůj život sladkovodní i mořská prostředí. Jejich končetiny jsou obvykle zakončeny komplikovaně utvářenými drápkami, díky nimž mohou právě vodní druhy vykonávat klouzavé či kráčivé pohyby na vodní hladině (Smrž, 2013, s. 104–105). Mezi sladkovodní želvušky řadíme např. druh *Pilatobius trachydorsatus* a *Hypsibius dujardini* (Bartoš, 1967, s. 154, 156, 164, 166).

### **Kmen: členovci (Arthropoda)**

Část členovců, kteří se druhotně navrátili do vodního prostředí, využívá stále atmosférický kyslík ke svému dýchání, a tak v různých intervalech musí putovat ke hladině, aby se nadechnula. Smáčivost či nesmáčivost povrchu těla členovců ovlivňují jednobuněčné

výběžky pokožky zvané „sety“ (česky chlupy), které pronikají kutikulou až na povrch těla. Kromě mechanorecepce mohou sloužit i k modifikování propustnosti těla členovce pro tekutiny nebo plyny. Toho je docíleno perforací či redukcí kutikuly na povrchu chlupů (Hartman a kol., 2005, s. 148; Smrž, 2013, s. 106).

**Třída: pavoukovci (Arachnida)**

**řád: pavouci (Araneida)**

Mezi pavouky je znám nespočet druhů, které se dokážou pohybovat po vodní hladině, a to díky hydrofobní kutikule pokryté vrstvou hustých chloupků. Často se pohybují velmi rychle za využití synchronního pádlování různých párů končetin. Slíďáci a lovčící rodu *Dolomedes* využívají druhý a třetí pár, čelistnatky první dva páry nohou. Pohyb je velmi efektivní a například u zmíněných čelistnatek umožňuje vyvinout dokonce vyšší rychlost než při chození na souši – i 20 cm/s. Vodní hladina bývá některými pavouky využívána jako místo k hledání potravy, jelikož přenáší vibrace pohybující se kořisti podobně jako pavoučí síť. Většina pavouků vyhledává potravu právě pomocí detekování vibrací přenášených různými povrchy.

Lovčící rodu *Dolomedes* řazení do čeledi lovčíkovití (Pisauridae) zahrnují jedny z našich největších druhů pavouků. Dokážou velmi rychle pobíhat po hladině a v případě ohrožení se i potopit a plavat pod vodou, kde mohou díky vzniklé vrstvě vzduchu na povrchu těla dokonce dýchat. Dospělci druhu lovčík vodní (*Dolomedes fimbriatus*), velcí až 22 mm, se vyskytují především v mokřadech a na březích a hladinách stojatých vod, jakými jsou rybníky a slepá ramena řek. Pro získání potravy nestaví síť, ale aktivně loví na březích a vodní hladině litorálu, kdy přední část těla ponoří do vody a chytají v ní svými chelicerami různou menší kořist včetně pulců a rybího potěru. Nymfy a o ně pečující samičky se vyskytují v podrostu poblíž vodních ploch. Podobný způsob života a místo výskytu má i lovčík mokřadní (*Dolomedes plantarius*), který však nevychází na souš.

Slíďáci rodu *Pirata* patřící do čeledi slíďákovití (Lycosidae) se stejně jako předchozí zmíněný rod dokážou i potápět a plavat. Kůrka a kolektiv (2015, s. 50) o nich píše: „Drobnější slíďáci rodu *Pirata* nadzvednou svoje tělo tak, aby se do něho mohl opírat vítr, po hladině tedy doslova plachtí“. Kromě břehů stojatých vod mohou vyhledávat i vlhké

louky. Některé druhy loví na hladině, například slíďák bahenní (*Pirata tenuitarsis*), jiné si při ní staví pavučinu se zavěšením na okolní rostliny a chytají kořist pasivně. Mezi takový druh patří slíďák potápivý (*Pirata piscatorius*) a z jiných čeledí například čelistnatka rákosová (*Tetragnatha striata*) nebo křížáček pobřežní (*Theridiosoma gemmosum*). Některé druhy využívají hladinu jako místo k úniku před nebezpečím, např. slíďák lužní (*Pardosa prativaga*) (Ducháč a kol., 1995, s. 114; Reichholf, 1998, s. 88; Hanel a Lišková, 2003, s. 46; Kůrka a kol., 2015, s. 11, 21, 50, 52–53, 176, 178, 416, 426, 434).

#### **řád: roztoči (Acarida)**

Larvy vodulí obecně parazitují na vodním hmyzu, rod *Limnochares* však putuje až k vodní hladině, kde se chytá svého hostitele patřícího mezi semiakvatický hmyz – vodoměrky (Hanel a Lišková, 2003, s. 46–47).

#### **Třída: lupenonožci (Phyllopoda – Branchiopoda)**

##### **Řád: perloočky (Cladocera)**

Mezi perloočky vyskytující se u hladiny řadíme zástupce rodů *Scapholeberis* (hladinovka) a *Megafenestra*, mezi pleuston je však řazen pouze první zmíněný rod. Druhy z obou skupin jsou viditelné často v obrovském množství v podobě černých teček při hladině vod, na kterou zesponu kotví. Rod hladinovka se pohybuje hřbetem dolů zachycená různě tvarovanou břišní stranou karapaxu. Některé druhy hladinovek mají např. na ventrální straně karapaxu vyvinutý trn, kterým se kotví na vodní blance a mohou se i takto zavěšené poměrně rychle pohybovat. Nejčastějším druhem hladinovek je hladinovka obecná (*S. mucronata*) žijící na hladině menších nádrží. Břišní část karapaxu je na svých okrajích pokryta štětinkami, které hladinovce umožňují uchycení, přesto je však schopna se od hladiny odpojit a plavat volně ve vodě. Zajímavým druhem je i ramenatka velká (*Leptodora kindtii*), která loví v noci u vodní hladiny (Schubert a Lellák, 1973, s. 113, 119; Ducháč a kol., 1995, s. 150; Hanel a Lišková, 2003, s. 49; Hartman a kol., 2005, s. 155).

#### **Třída: lasturnatky (Ostracoda)**

Mezi lasturnatkami jsou důležitými druhy především *Notodromas monacha* a

*Heterocypris incongruens*, které se vyskytují u vodní hladiny a požívají v ní přítomný neuston. Jejich ústní ústrojí má funkci nasávacího orgánu. Druh *Notodromas monacha*, který plave zavěšen ventrální stranou těla na povrchové blance, se tím velmi podobá výše zmíněné perloočce druhu *Scapholeberis mucronata* (Lellák a kol., 1982, s. 52; Hartman a kol., 2005, s. 156).

### **Třída: klanonožci (Copepoda)**

Klanonožci nebo také buchanky jsou známy svými cirkadiánními vertikálními migracemi ve vodním prostředí. Za svítání se tyto organismy drží v hlubších vrstvách vodního sloupce a za soumraku naopak stoupají k hladině. Druh buchanka slatinná (*Ectocyclops phaleratus*) však dokáže hranici hladiny i mírně přesáhnout. Vyskytuje se na rozhraní vody a souše, kde je schopna vylézat po rostlinách nad vodní hladinu, aniž by přerušila spojení s vodní blankou, ta zůstává prohnutá (Schubert a Lellák, 1973, s. 152; Lellák a kol., 1982, s. 57; Hanel a Lišková, 2003, s. 49).

### **Třída: Entognatha**

#### **Řád: chvostokoci (Collembola)**

Chvostokoci jsou drobní (jejich velikost nepřesahuje jeden centimetr) bezkřídlí bezobratlí, jejichž zadeček, tvořený převážně a maximálně šesti články, obsahuje důmyslný skákací aparát – vidličkovitou furku spolu s retinakulem. Díky přítomnému silnému svalstvu dokážou chvostokoci vyskočit i několik centimetrů do výšky. Hartman a kolektiv (2005, s. 161) o jejich zadečku píše, že „... nese zbytky specializovaných končetin. Na prvním článku tvoří trubičku, z níž mohou být tlakem hemolymfy vytlačeny dva váčky“. Tyto váčky jsou jedinou smáčivou částí těla a umožňují tak mnohým chvostokokům zakotvení na vlhkém povrchu nebo vodní hladině. Ve druhém případě hovoříme o druhích semiakvatických, které můžeme nalézt na povrchu stojatých vod od malých tůní po velká jezera. Mezi takto žijící chvostokoky řadíme druhy rodu *Sminthurides* (podrepka), *Isotoma*, *Hypogastrura* a druh mákovka vodní (*Podura aquatica*). Na začátku jara či v pozdním podzimu mohou za příznivých podmínek vytvářet na vodních hladinách i souvislou vrstvu.

Mákovka vodní (*Podura aquatica*) je výborným skokanem nepřesahujícím délkou

těla 1,3 milimetry, povrch těla je namodrale černý. Vyhledává stojaté i mírně tekoucí vody, kde se drží na hladině mezi vegetací převážně v oblasti litorálu. Kromě toho ji ale můžeme nalézt i na tajícím ledu na povrchu rybníků.

Podrepka vodní (*Sminthurides aquaticus*) je 1 milimetr dlouhý druh řazený mezi srostločlenky (Symphypleona), které mají díky slití hrudních a prvních čtyř zadečkových článků charakteristicky kulovitou zadní část těla. Vyskytuje se na hladině mezi vegetací menších stojatých vod, kde se živí napadaným rostlinným pylem a organickým prachem. Samčí tykadla jsou přeměněna na přichytný orgán, který v období rozmnožování slouží k zachycení podstatně větší samičky a jejímu přenesení na již připravený položený spermatofor (Lellák a kol., 1982, s. 72–73; Ducháč a kol., 1995, s. 176, 178; Hanel a Lišková, 2003, s. 51; Hartman a kol., 2005, s. 161–162).

#### **Třída: hmyz (Insecta)**

#### **Řád: chrostíci (Trichoptera)**

Dospělí jedinci nočních druhů chrostíků se dokážou pohybovat po vodní hladině podobně jako brouci čeledi vírníkovití (viz s. 27). Pro udržení na vodě využívají nesmáčivosti břišní strany svého těla. K pohybu pak slouží střední pár nohou, který je zkrácený a využíváný jako dvě vesla. Spolu se zadním párem zůstává ponořený ve vodě, zadní končetiny se však pohybu neúčastní. Těžkopádný let těchto nočních chrostíků můžeme zaznamenat poblíž vodních ploch nad pobřežní vegetací (Lellák a kol., 1982, s. 119).

#### **Řád: ploštice (Heteroptera)**

Ve své práci se budu zabývat především pleustonními plošticemi z infrařádu Gerromorpha a některými zástupci vodních ploštic z infrařádu Nepomorpha.

Infrařád Gerromorpha zahrnuje dravé semiakvatické ploštice vyskytující se na vodní hladině a na ní plovoucích částech rostlin. Hlavními čeleděmi této skupiny jsou vodoměrkovití (Hydrometridae), bruslařkovití (Gerridae), hladinatkovití (Veliidae), rašelínatkovití (Hebridae) a nártnicovití (Mesoveliidae).

Všechny pleustonní ploštice zmíněných čeledí mají své končetiny specializované pro

pohyb na vodní hladině. Oddálené kyčle umožňují široké rozpětí nohou do stran, a tak i rozložení hmotnosti a mnohem lepší stabilitu. Kromě toho jsou poslední články chodidel na druhém a třetím páru nohou, u vodoměrek na všech třech párech, opatřeny výrůstkem s hydrofobními brvami. Takto stavěné končetiny umožňují jak udržení se na hladině s využitím jejího povrchového napětí, tak i pohyb po ní, který může být kráčivý nebo klouzavý, kdy připomíná bruslení. Další přizpůsobení jsou patrná na břišní straně těla, která je hustě porostlá stříbřitými hydrofobními chloupky. Mnozí zástupci mají spolu s pravými vodními plošticemi společný zvýšený počet omatidií ve složených očích oproti plošticím suchozemským. U některých skupin (čeleď Hydrometridae, rod *Gerris*) se navíc můžeme setkat s rozdělením očí na dvě části, horní a dolní polovinu, z nichž každá má rozdílnou stavbu, podobně jako je tomu u brouků z čeledi Gyrinidae (viz s. 27) (Lellák a kol., 1982, s. 92, 94, 98–99; Ducháč a kol., 1995, s. 210, 212; Hanel a Lišková, 2003, s. 55; Sedlák, 2003, s. 110; Smrž, 2013, s. 155).

Pro semiakvatické plošticе je typické, že v rámci jednoho druhu vytvářejí více forem odlišujících se stupněm vyvinutosti křídel – tzv. křídelní polymorfismus. Různí jedinci téhož druhu tedy mohou být dlouhokřídlí (forma makropterní), s různými stupni redukce křídel (brachypterní, mikropterní) až bezkřídlí při jejich zakrnění (apterní). Velká proměnlivost forem se objevuje především u čeledí Gerridae, Hydrometridae, Veliidae a Mesoveliidae. Křídelní polymorfismus bývá často spjatý s pohlavním dimorfismem a přidružují se k němu další změny na tělech jedinců, například ve velikosti očí a stupni redukce jednoduchých oček, barvě těla a u samiček ve velikosti zadečku (fysogastrii). Kromě toho se mohou různé formy lišit i bionomicky. Formy krátkokřídle a apterní se vyskytují převážně v letní generaci na stabilních biotopech, jejichž podmínky zůstávají velmi podobné po celou sezónu. Formy dlouhokřídle se objevují častěji na nestálých a dočasných vodních biotopech, kde je větší pravděpodobnost, že budou potřebovat křídla pro přesun na vhodnější stanoviště. Makropterní jedinci se však mohou vyskytovat i na stejných místech jako krátkokřídle a bezkřídle, objevují se ale většinou později – v podzimním období. Velké množství druhů semiakvatických ploštic dokáže svá křídla během života dokonce shazovat a stát se bezkřídlymi, k čemuž dochází po migračních letech. Díky této ztrátě mohou daní jedinci šetřit energii a o to více jí vložit do rozmnožování (Lellák a kol., 1982, s. 94–95; Živa, 2008, s. 219).

U většiny zástupců čeledi infrařádu Gerromorpha se můžeme setkat s jednorocním životním cyklem. Dospělí jedinci, kteří přezimovali, dávají na jaře vznik nové generaci ploštic, která buďto rovněž přezimuje a rozmnoží se až na jaře, nebo vytvoří druhou generaci ploštic ve stejné sezóně a poté zemře, aniž by přezimovala.

Pleustonní ploštice se živí lovem a vysáváním drobných bezobratlých živočichů spadlých na vodní hladinu, případně obsahem jejich již mrtvých těl. Kromě vodoměrkovitých vpouští všechny čeledi do těla své kořisti sekrety slinných žláz. Stejně jako suchozemské druhy mají i ty pleustonní dlouhá a volná tykadla. První pár jejich křídel tvoří, pro ploštice původní, kožovité krytky. Nymfy se velmi podobají dospělcům svým vzhledem i způsobem života (Lellák a kol., 1982, s. 98; Ducháč a kol., 1995, s. 210, 212; Hanel a Lišková, 2003, s. 55; Hartman a kol., 2005, s. 166; Živa, 2008, s. 218–219).

Zástupci čeledi bruslařkovití (Gerridae) jsou na prostředí vodní hladiny přizpůsobeni nejlépe. Příkyčlí na všech jejich končetinách obsahují tzv. trichobotrie, receptory zaznamenávající otřesy ovzduší i vodní hladiny, díky nimž mohou rychle detekovat přítomnost topící se kořisti i směr, kterým se za ní mají vydat. První pár nohou nepřispívá k pohybu ani se nedotýká vodní hladiny – je uzpůsoben k přichycení a uchvácení nalezených drobných bezobratlých. Zadní dva páry umožňují klouzavý pohyb po hladině.

Nejznámějším rodem čeledi bruslařkovití je rod *Gerris*, jehož zástupci žijí obvykle ve větším počtu na volných hladinách v okolí břehů. Spolu s jehlankou válcovitou (*Ranatra linearis*), patřící do infrařádu Nepomorpha, mají nejdokonaleji vyvinuté dvojité oči. Mezi zástupce naší fauny řadíme například bruslařku obecnou (*Gerris lacustris*) a bruslařku horskou (*Gerris gibbifer*) (Lellák a kol., 1982, s. 98–99; Ducháč a kol., 1995, s. 212; Hanel a Lišková, 2003, s. 55; Smrž, 2013, s. 139, 155).

První zmíněný druh bruslařky se hojně vyskytuje na hladinách převážně stojatých vod, kde se často sdružuje do skupinek. Někdy ji lze potkat i na kalužích. Má 0,8–1 cm dlouhé tělo protáhlého tvaru, které je při pohybu po hladině šikmo vztyčené. Stehna nohou druhého a třetího páru mají stejnou délku, chodidla jsou složena ze dvou článků. Jedince rozdílného pohlaví lze mezi sebou rozlišit podle zbarvení břišní strany těla, samičky ji mají žlutohnědou s tmavými proužky, samečci načernale stříbřitou. Tento druh ploštice vytváří během roku dvě generace, dospělci přezimují a rozmnožují se v nadcházejícím jarním



období. Bruslařka obecná je velmi dobrý letec (Javorek, 1978, s. 99; Reichholf-Riehmová, 1997, s. 84).

Vodoměrky čeledi Hydrometridae žijí na mělčinách stojatých vod, kde vykonávají kráčivý pohyb po hladině se zapojením všech tří párů končetin. Jde však o pomalejší způsob pohybu než u klouzavého, využívaného jinými čeleděmi. Jsou aktivní především za šera. Svou kořist nabodávají a vysávají, aniž by si ji přidržovaly. V případě ohrožení mohou hrát mrtvé. Naším hojným druhem je vodoměrka štíhlá (*Hydrometra stagnorum*), která se vyskytuje při stojatých vodách od nížin po horské oblasti. Zde ji můžeme vidět kráčet na jejích šesti téměř stejně dlouhých nohách po mokřích březích i po hladině, kam se ovšem uchyluje jen kvůli lovu. Jelikož páření tohoto druhu probíhá od jara až do konce léta, mohou se po celou sezónu setkávat dospělí jedinci s nymfami. Přezimovávají na březích vod (Lellák a kol., 1982, s. 98–99; Hanel a Lišková, 2003, s. 55; Sedlák, 2003, s. 110; Hartman a kol., 2005, s. 168; Smrž, 2013, s. 155).

Hladinatkovití (Veliidae) se v mnohém odlišují od většiny ostatních pleustonních ploštic. Na rozdíl od jejich maximálně jednorocního života jsou hladinatky schopné přežít dvě zimování. S touto dlouhověkostí souvisí i rozdílný životní cyklus, v rámci něhož mají hladinatky podstatně delší období pohlavní aktivity – v obou zimujících letech od podzimu do jara může docházet k páření i kladení vajíček. Zástupci čeledi Veliidae upřednostňují menší toky a stružky s mírným proudem, drobné (2–3 mm) a kosmopolitní druhy rodu *Microvelia* se objevují na plovoucích okřehcích. Stejně jako bruslařkovití užívají hladinatky k pohybu po hladině posledních dvou párů končetin a prvním si přidržují kořist.

Typickým představitelem čeledi je druh hladinatka člunohřbetá (*Velia caprai*), patřící mezi nejhojnější semiakvatické ploštice v Evropě. Dokáže lovit nymfy pleustonních ploštic včetně jedinců vlastního druhu. Je schopná se dobře pohybovat jak na hladině, tak na souši, na níž přechází do kráčivého pohybu a takto pěšky může putovat i na delší vzdálenosti (Ducháč a kol., 1995, s. 212; Hanel a Lišková, 2003, s. 55; Živa 2008, s. 218–219).

Na plovoucích listech vodních rostlin můžeme nalézt některé druhy čeledi nártnicovitých (Mesoveliidae) a rašelínatkovitých (Hebridae). Jedinci druhé zmíněné čeledi dávají přednost lístkům okřehků a dokonce se u nich můžeme setkat s potápěním a pohybem po hladinové blance zespodu (Lellák a kol., 1982, s. 98; Hanel a Lišková, 2003, s. 55).

Infrařád Nepomorpha zahrnuje převážně ve vodě žijící dravé (méně také všežravé) ploštice, které vyžadují atmosférický kyslík, a tak se obvykle vyskytují při hladině. Zástupci znakoplavek rodu *Notonecta* jsou od chvíle prvního naplnění tracheí vzduchem až do konce svého života ve vodním prostředí pasivně nadnášeny ke hladině v důsledku překompenzování. Celý povrch jejich těla je díky hydrofobním chloupkům kryt tenkým filmem vzduchu. Znakoplavka obecná (*Notonecta glauca*), která se často kotví zadečkem zesponu na vodní hladinu, vnímá její chvění podobně jako bruslařky, a díky tomu může vystopovat na hladině přítomnou kořist. Tu uchopí předními loupeživými nohami podobně jako bruslařky. Pohybuje se hřbetem dolů pomocí veslovitých končetin posledního páru. Žije při hladině stojatých mírně tekoucích vod s bohatou vegetací.

Jehlanka válcovitá (*Ranatra linearis*) má velmi úzké a dlouhé tělo připomínající větvičku, které spolu s výrazně prodlouženou dýchací trubičkou na abdomenu může měřit i přes 7 cm do délky. Konec dýchací trubičky se snaží udržovat ve stálém kontaktu s atmosférou. Namísto plavání upřednostňuje lezení, při němž je navíc rychlejší. Někdy může být viděna i na vodní hladině, po které chodí s využitím plovoucích listů hydrofyt. Vyskytuje se v zarostlých stojatých vodách (Lellák a kol., 1982, s. 96, 97; Ducháč a kol., 1995, s. 212; Reichholf, 1998, s. 86, 88; Hanel a Lišková, 2003, s. 54–55; Sedlák, 2003, s. 110; Bellmann, 2015, s. 63).

### **Řád: blanokřídlí (Hymenoptera)**

Dospělci podčeledi Alysiinae, patřící do čeledi lumčíkovití (Braconidae), mohou být zpozorováni, jak lezou po vodní hladině a parazitují uvnitř vajíček vodních druhů dvoukřídlých (Hartman a kol., 2005, s. 171).

### **Řád: brouci (Coleoptera)**

#### **Podřád: masožraví (Adephaga)**

#### **Čeď: potápníkovití (Dytiscidae)**

Do této čeledi zahrnujeme dravé brouky, kteří žijí ve vodě ve stádiu larvy i dospělce. Po celý svůj život však brouk stále dýchá atmosférický kyslík, jehož zásobu si musí hlídat a

obnovovat u hladiny. Imago si uchovává ve vzdušné komoře pod krovkami zásobu kyslíku, kterou průběžně doplňuje nabíráním nového vzduchu. Stejně jako larva přijímá nový kyslík narušením vodní blanky a propojením zadečku s atmosférou. U některých rodů (např. *Dytiscus* a *Acilius*) larvy zůstávají zakotveny na hladině díky obrveným přívěskům na konci zadečku. Jejich počet je rodově charakteristický: *Dytiscus* a *Acilius* nesou dva přívěsky, *Hyphydrus* tři, u rodu *Cybister* není přítomen žádný. Imaga jsou převážně dobrými letci a jejich tělo má široce oválný tvar. Poslední pár nohou je zploštělý a obrvený, specializovaný na plavání ve vodním prostředí. Chodidla některých končetin samců potápníků obsahují přísavky určené k zachycení se těla samičky během páření.

Z našich zástupců jmenujme druh potápník vroubený (*Dytiscus marginalis*), který je typickým obyvatelem rybníků, tůní a menších jezer. Imaga mají tělo pokryto nesmáčivým olejovitým filmem. Prvními dvěma páry končetin lapají a přidržují kořist, kterou se mohou stát vodní bezobratlí stejně jako pulci, rybí plůdky, nebo dokonce drobné oslabené ryby. Svě úlovky si odnáší na hladinu, kde je sežerou. Ačkoliv jsou larvy schopné pomocí obrvených nohou pohybu ve volné vodě, zůstávají většinou zakotvené na vodní hladině, kdy jsou ústí jejich tracheálních stigmat v kontaktu s atmosférou. Kromě dýchání zde však také číhají na kořist s přední částí těla ve vodorovné poloze. Do svého úlovku vpravují žaludeční šťávy a vysávají jeho obsah. Larvy mohou dosahovat větší velikosti (50 mm) než dospělý jedinec (32 mm).

Larvy druhu *Ilybius fenestratus* žijí mimo litorál mělkých stojatých vod mezi vegetací, například plovoucími listy rdestů (Lellák a kol., 1982, s. 104–106, 109; Ducháč a kol., 1995, s. 238; Hanel a Lišková, 2003, s. 58; Hartman a kol., 2005, s. 168–169; Zahradník, 2008, s. 54–55; Smrž, 2013, s. 139, 168).

### **Čeď: vírníkovití (Gyrinidae)**

V rámci řádu brouků se jedná o čeď nejlépe adaptovanou na vodní prostředí. Dravé larvy přežívají na dně vod mezi rostlinami a dýchají tracheálními žábry. Imaga naproti tomu žijí na hladině vod, kde velmi rychle a často ve větším počtu plavou ve spirálách a kruzích. Mají drobné (3,5 až 8 mm dlouhé) hladké člunkovité tělo, které klade minimální

odpor při pohybu na hladině i pod vodou, navíc jsou jejich zadní dva páry nohou krátké a zploštělé tak, že připomínají svým tvarem a funkcí pádla. Vírníci mají čtyři složené oči, z nichž jeden pár je vynořený nad vodu a druhý ponořený pod hladinu. Vzhledem k tomu, že každá dvojice očí sleduje rozdílné prostředí, došlo k rozrůznění jejich stavby. Spodní pár očí má oproti hornímu delší retinuly a rhabdomy v jednotlivých omatidiích, díky čemuž získává větší světelnost. Vírník pohybující se na vodní hladině má tak současně přehled o dění na vzduchu i ve vodě. Kromě toho jsou mezi oběma páry očí zasazena krátká tykadla, o nichž Ducháč a kol. (1995, s. 238) píše, že „... leží na povrchové blance a zaznamenávají otřesy způsobené hmyzem spadlým do vody, jímž se vírníci živí“. Kromě na hladinu spadlých, často již mrtvých, bezobratlých mohou však vírníci i lovit (například larvy komárů). První pár jejich nohou je prodloužený a slouží k přichycení kořisti, kterou následně vysávají. V případě nebezpečí se imaga potápějí, jsou také velmi dobrými letci. Dávají přednost stojatým a pomalu tekoucím vodám, obzvláště v jejich tišinách. Imaga zimují na souši. U nás patří mezi nejhojnější druhy vírník obecný (*Gyrinus natator*) a *Gyrinus substriatus*.

Druh *Orectochilus villosus* dává na rozdíl od většiny ostatních vírníků přednost tekoucím vodám, kde dokáže vzdorovat i silným proudům. Oproti ploše klenutému tělu vírníků rodu *Gyrinus* má tělo vysoko klenuté. Jedná se o brouka s noční aktivitou, kdy připlouvá k vodní hladině a zde loví. Během dne zůstává zalezlý pod kameny, listím a dalšími objekty použitelnými jako úkryt (Lellák a kol., 1982, s. 103, 109–110; Ducháč a kol., 1995, s. 238; Hanel a Lišková, 2003, s. 57, 59; Zahradník, 2008, s. 58).

### **Podřád: všežraví (Polyphaga)**

#### **Čeleď: vodomilovití (Hydrophilidae)**

Pro předmět mé práce je nejzajímavější problematika tvorby snůšek u některých zástupců čeledi Hydrophilidae. Jedním ze zástupců, tvořícím na hladině plovoucí snůšku, je vodomil černý (*Hydrophilus piceus*) vyskytující se v zarostlých tůňích a rybnících převážně nížinných poloh. K samičkám tohoto druhu se Hanel a Lišková (2003, s. 60) vyjádřili takto: „Před kladením vajíček samička nejprve spřádá na hladině plovoucí list do člunkovitého tvaru a dovnitř klade asi 50 vajíček“. Tento člunek vyrábí z části spodní strany plovoucích

listů; díky předivu snovacích žláz samičky na nich zůstává připevněn tak, aby byl následně plný kokon vynořený nad vodou. Do vyhotoveného pouzdra naklade samička vajíčka, uzavře jej a vytvoří v něm komínkovitou trubičku zajišťující okysličování celé snůšky. Nakonec samičky kokony opouštějí a ty plovou na hladině i po oddělení se od rostliny. Vylíhlé larvy druhů tvořících plovoucí snůšky většinu času leží na vodní hladině nebo jsou k ní zesponu přichyceny koncem svého těla podobně jako larvy potápníků. Mezi tyto druhy řadíme *Hydrophilus caraboides*, *Hydrobius fuscipes*, některé druhy rodu *Enochrus* a jiné (Lellák a kol., 1982, s. 111; Hanel a Lišková, 2003, s. 60; Zahradník, 2008, s. 59–60).

I zástupci dalších čeledí mohou využívat prostředí vodní hladiny nebo se zde dočasně nacházet. Larvy některých zástupců čeledi mokřadníkovití (Scirtidae) často lezou zesponu po povrchové blance v zarostlých mělkých vodách. Jiné druhy využívají rostliny přítomné na hladině. Například larva druhu *Tanysphyrus lemnae*, který řadíme do čeledi nosatcovití (Curculionidae), minuje v listech plovoucích okřehků. V rámci čeledi mandelinkovití (Chrysomelidae) je znám druh *Donacia versicolore*, jehož jedinci pobývají na listech rdestu vzplývavého (*Potamogeton natans*). Mandelinka druhu *Galerucella nymphaeae* je dokonce vázaná celým svým životním cyklem na plovoucí listy stulíků a leknínů a na březích vod pouze zimuje (Reichholf, 1998, s. 91; Hanel a Lišková, 2003, s. 61; Hartman a kol., 2005, s. 17; Zahradník, 2008, s. 216).

### **řád: dvoukřídlí (Diptera)**

U řádu Diptera jsou pro mou práci nejzásadnější ve vodě žijící larvy některých čeledí a tvorba vajíčkových snůšek u čeledi komárovití (Culicidae).

Vodní larvy zástupců čeledi komárovití jsou eucefalní a žijí v mělkých klidných vodách, kde konzumují detrit a bakterie. Vzhledem ke své potřebě dýchat atmosférický kyslík setrvávají na vodní hladině. Mají proto dobře a specificky vyvinutý tracheální systém, kdy je ústí vzdušnic (stigmata) přítomno na abdomenu a chrání jej chlopně a nesmáčivé brvy. Ty slouží kromě bránění průniku vody do vzdušnic také k zakotvení na vodní blanku a jejímu proražení s následným propojením dýchací trubice s atmosférou. Umístění ústí vzdušnic na

zadečku se u jednotlivých skupin čeledi liší a tento rozdíl se projevuje na pozici larvy vůči hladině při jejím zavěšení.

Larvy tribu Anophelini jsou charakteristické vodorovným zavěšením těla vůči vodní hladině. Postrádají dýchací trubičku, hydrofobní brvy však nadále zůstávají kolem jejich stigmat a umožňují zakotvení na hladině. U rodu *Anopheles* jsou brvy přítomny kolem stigmatické jamky na hřbetní straně těla. Larvy tohoto tribu mají výrazně pohyblivou hlavu, kterou dokážou otáčet až o 180 stupňů, díky čemuž mohou přijímat a filtrovat částičky potravy ze spodní strany hladiny. Larvy jsou navíc schopny se pohybovat svou břišní stranou po povrchové blance vody. Larvy tribu Culicini se oproti předchozí skupině zavěšují dýchacím sífem na hladinu do šikmé polohy.

U čeledi Culicidae se také setkáváme se zajímavými plovoucími snůškami. V případě rodu *Anopheles* se Lellák a kolektiv (1982, s. 138) vyjádřili takto: „samičky r. *Anopheles* kladou vajíčka na hladinu jednotlivě, povrchovým napětím vodní blanky se však vajíčka shlukují v malé skupinky“. Každé jejich vajíčko má vzdušné komůrky (oproti jiným rodům bodavých komárů na našem území) a lišty, které fungují jako plovací zařízení a umožňují vajíčku vyvíjet se po celou dobu na hladině. Ostatní rody čeledi lepí svá vajíčka bočními stranami k sobě za vzniku člunkovitých plovoucích útvarů. Plovací zařízení a tvary snůšek jsou u komárovitých druhově charakteristické a lze podle nich určit druh, který je vytvořil. Plovoucí snůšky můžeme pozorovat na všech typech vodních nádrží včetně louží a hnojišť.

Bráněnkovití (Stratiomyidae) jsou další čeledí dvoukřídlých, jejichž vodní larvy se zachytávají na vodní hladině pomocí nesmáčivých brv na konci dýchací trubice, která je v tomto případě prodloužena dýchací rourkou vzniklou z osmého zadečkového článku. Jednotlivé tělní články jsou na obou koncích těla zúžené a částečně do sebe zatažitelné. Kutikula larev je zpevněná uhličitánem vápenatým, který jí zajišťuje větší ochranu a vyztužení těla. Kromě již zmíněných nesmáčivých brv na hladině drží larvy rovněž to, že jsou v důsledku naplnění svého těla vzduchem překompenzovány. Většinu času zůstávají zakotvené na vodní blance, kde se pohybují pomocí kmitání čelistí s následným rozhybáním i zbytku těla. V případě ohrožení larvy vytlačují z těla přebytečný vzduch, stahují brvy a plavou ke dnu, kde se zahrabávají. Pro svůj návrat pak opět využívají nadnášecí schopnosti vzduchu, který ve formě bublinky vytlačí z dýchací trubice. Díky zvýšení objemu svého těla

dojde k vystoupení k hladině, na niž se znovu zachytí hydrofobními brvami. Ve vodě žijící larvy druhů čeledi bráněnkovití můžeme nalézt při zarostlých březích menších stojatých vod, kde jsou nejčastější zástupci rodů *Stratiomys*, *Nemotelus* a *Odontomyia*. Na hladině se bráněnky koncem jara i kuklí.

Larvy čeledi koutulovití (Psychodidae) rovněž ulpívají na vodní hladině pomocí hydrofobních brv okolo stigmat. K dýchání využívají princip fyzikálních plic, které se objevují ve formě bublinky vzduchu na konci dýchací trubice a prothorakálních stigmat larev. I pohyblivé kukly některých koutulovitých zůstávají zachycené na hladině, aby byly napojeny na zdroj atmosférického kyslíku. Toto uchycení zajišťuje pár prothorakálních dýchacích růžků.

V rámci podčeledi Dixinae, která je řazena do čeledi komárcovití (Dixidae), jsou známi zástupci, jejichž larvy se na hladinu zavěšují brvami na respirační číšce osmého článku zadečku. Zde se dokážou i pohybovat pomocí smýkání.

V rámci čeledi pakomárovití (Chironomidae) jsou známi dospělci některých druhů, např. *Thienemanniola ploenensis*, kteří nedokážou volně létat, a tak zůstávají po celý svůj krátký život imaga na hladině vodních nádrží. U zralých kukel čeledi pakomárovitých zpravidla dochází k pasivnímu či aktivnímu vystoupení k hladině v důsledku překompenzování vzduchem, který se drží okolo imaga. Kukly podčeledí Tanypodinae a Podonidae jsou svým vzezřením a způsobem života dokonce podobnější kuklám komárů než kuklám vlastní čeledi. Lellák a kolektiv (1982, s. 133) o nich píší, že „na rozdíl od ostatních pakomárů mají tracheální systém otevřený pórem na prothorakálních růžcích.“ Těmito růžky se kukly zachycují na vodní hladinu a přes ústí stigmat dýchají atmosférický kyslík. Odpojují se jen na krátkou dobu v případě ohrožení, kdy používají švihavých pohybů zadečku k doplávání ke dnu nádrže.

Čeď lupicovití (Dolichopodidae) zahrnuje nejčastěji drobné kovově lesklé zástupce vyhledávající okolí vod a jiná vlhká stinná místa. Dokážou velmi rychle běhat, a to i po hladině, při běhu loví malé členovce. Larvy žijí v bahně nebo vlhké půdě a jsou rovněž dravé.

Na hladině se však nemusíme setkávat jen se specificky zakotvenými larvami. U ve vodě žijících larviček některých čeledí může docházet k překompenzování vzduchem a

následnému pasivnímu vynesení k vodní hladině. K takovým čeledím patří ovádovití (Tabanidae) nebo pestřenkovití (Syrphidae). Ve druhém případě jsou larvy na hladině schopné i pohybu pomocí švihavého vlnění těla. K častému překompenzování dochází například u rodu *Eristalis*. V případě čeledi pakomárcovitých (Ceratopogonidae) jsou přítomny na hladině ležící nepohyblivé kukly (Schubert a Lellák, 1973, s. 208; Lellák a kol., 1982, s. 130, 133, 138–140, 142, 145–146, 149–150; Ducháč a kol., 1995, s. 228; Hanel a Lišková, 2003, s. 64–67; Hartman a kol., 2005, s. 174; Smrž, 2013, s. 163).

### **řád: motýli (Lepidoptera)**

Z řádu motýlů mi pro téma práce dobře poslouží čeleď Pyralididae, jejíž zástupci jsou do značné míry přizpůsobeni vodnímu životu a dali by se označit dokonce za druhy akvatické.

Prvním zajímavým zástupcem této čeledi je vílenka okřehková (*Cataclysta lemnata*). Dospělé samičky tohoto druhu kladou a lepí svá vajíčka na spodní stranu plovoucích listů. Čerstvě vylíhlé housenky přebývají na hladině mezi okřehky, z jejichž lístků si staví plochá přenosná pouzdra. V tomto obalu dokonce přezimují, a to buďto zavěšené na rostlinách těsně nad vodou, nebo mezi okřehkem na hladině, kdy může dojít i k jejich zamrznutí. Po roztání ledu však nejeví žádné známky poškození. Housenky zpočátku dýchají ve vodě rozpuštěný kyslík povrchem smáčivého těla, po hibernaci a následném svlékání však u nich dochází k velkým změnám. Zprůchodní se tracheální stigmata a housenky přejdou na dýchání atmosférického kyslíku, který nabírají na hladině do svých pouzder. Kromě toho dochází ke změně povrchu jejich kutikuly – ta nově obsahuje nesmáčivé chloupky udržující na celém těle vrstvu vzduchu, která způsobuje díky překompenzování stálé nadnášení housenek k hladině. Jsou známy dvě populace larev, z nichž jedna se kuklí ve vytvořeném plovoucím vzdušném zvonu z okřehků.

Vílenka leknínová (*Elophila nymphaeata*) se v mnohém podobá předchozímu druhu. Z vajíček nakladených na spodní straně plovoucích listů se líhnou housenky, které minují na hladině přítomné části rostlin a jejich stonky. Tvoří si pouzdra ze spojených eliptických úkrojků listů rdestů, převážně druhu *Potamogeton natans*. Před zimováním larvičky



sestupují i se svým pouzdrém na bahnité dno, kde hibernují. Změna smáčivosti a způsobu dýchání je podobná jako u předchozího druhu. Housenky však samy přispějí i tím, že po změně smáčivosti svého těla začnou požírat horní strany plovoucích listů spolu s přítomnými hydrofobními vosky.

Housenky druhu vílenka zevarová (*Nymphula nitidulata*) žijí na vodní hladině ve svých pouzdrech, která si zhotovují z úkrojků plovoucích listů vodních rostlin, hlavně zevarů a stulíků. Živí se na vodě přítomnými částmi těla hydrofyt, obzvláště zevarů.

U vílenky bílé (*Acentria ephemerella*) známe dva typy samiček, z nichž jeden žije pod vodou u hladiny. Tyto samičky jsou apterní a nesmáčivé, díky čemuž zůstávají překompenzovány a drží se těsně pod hladinou stojatých vod mezi hustou vegetací. Pro svou orientaci vysouvají přední část hlavy z vody tak, že zbytek těla zůstává potopen. V období rozmnožování okřídlení samečci poletují těsně u vodní hladiny a vyhledávají ponořené samičky. K tomu využívají svých tykadel, která nechávají u hladiny nebo přímo na ní. V případě nalezení dochází ke kopulaci, kdy samička vystrkuje nad vodu pouze zadeček. Vajíčka klade na vodní rostliny těsně pod hladinou (Lellák a kol., 1982, s. 125–127; Reichholf, 1998, s. 76–77; Hanel a Lišková, 2003, s. 63).

### 3 Rostliny vodní hladiny

Vodní rostliny mohou být vázány na vodu či přímo vodní hladinu po celý život, případně jen v určité své růstové fázi. Zároveň vytvářejí více forem, které se mohou střídát na základě změn v jejich prostředí, především pak změn ve výšce vodního sloupce. Vzhledem ke komplikovanosti celé problematiky proměnlivých životních podmínek (v rámci této kapitoly pouze sladkovodních) hydrofyt a s tím souvisejícího přizpůsobování se na úvod upřesním, co bude hlavním předmětem mého zájmu (Vaněk a Stodola, 1987, s. 15–16).

Ambrožová (2001, s. 59) uvádí, že v hydrobiologii se speciálně rozlišují vodní a bažinné makrofyty. Dle tohoto dělení do první kategorie zahrnujeme různé formy rostlin žijících ve vodě anebo na vodní hladině. Naproti tomu rostliny bažinné jsou vázány spíše na vodu nasycenou půdou, a pokud rostou ze dna, hladina vody bývá natolik nízká, že větší část zakořeněné rostliny vyčnívá nad vodu. Pro svou vysokou přizpůsobivost k vodnímu režimu prostředí se tyto rostliny někdy označují jako obojživelné (amfibické). Kromě rostlin vodních a bažinných jsou zmíněny rostliny stanovišť středního stupně vlhkosti a vlhkomilné rostliny, těmi se však dále zabývat nebudu. V rámci vodních rostlin navíc rozeznává několik kategorií:

- a) submerzní (ponořené) – makrofyty žijící ve vodním sloupci buďto do dna zakořeněné nebo vznášející se
- b) natantní (vzplývavé) – rostliny zakořeněné ve dně a s plovoucími listy na hladině
- c) plovoucí – zahrnují jednak vznášející se nezakořeněné makrofyty, které obývají povrchovou vrstvu vody, jednak nekořenicí plovoucí rostliny s listy na hladině nebo nad ní (Ambrožová, 2001, s. 59)

Z tohoto výběru mě zajímají rostliny natantní a plovoucí s listy na hladině. Ačkoliv se vzplývavé hydrofyty drží vodní hladiny jen některými svými částmi, vytvářejí specializované vzplývavé orgány, které navíc ovlivňují jiné organismy žijící na hladině.

Naproti tomu podle Hartmana a kolektivu (2005, s. 113) je možné dělit vodní a bažinné rostliny ještě podrobněji podle jejich nároků na prostředí do následujících skupin:

- a) ponořené (submerzní) a splývavé rostliny

- b) volně plovoucí rostliny
- c) vynořené (emerzní) či bažinné rostliny (rákosiny)
- d) pobřežní rostliny
- e) rašelinné rostliny

Rostliny submerzní a splývavé se zakořeňují do dna a získávají živiny prostřednictvím kořenů z půdy i pomocí stonku a listů z okolního vodního prostředí. Hartman a kolektiv (2005, s. 113) o těchto rostlinách píše, že „rostou buď zcela ponořeny, nebo v mělkých partiích vytvářejí splývavé stonky s listy a květy na hladině“. Ponořené a splývavé listy, jež mohou být u splývacích rostlin částečně vzdušné, se od sebe mnohdy tvarově liší. Jedná se o jev zvaný různolistost. Rostliny se splývacími listy a květy se vyskytují nejčastěji v rámci litorálu v pásmu s hloubkou vody od půl do jednoho metru (lekníny rodu *Nymphaea*, rdesty rodu *Potamogeton* a jiné), přičemž nejhlubší vodu tohoto pásma využívají typy rostlin s dlouhými lodyhami kvetoucími na hladině, např. lakušníky rodu *Batrachium* (Vaněk a Stodola, 1987, s. 23–25). Na rozdíl od klasifikace podle Ambrožové (2001, s. 59) jsou u Hartmana a kolektivu sjednoceny submerzní a zakořeňující splývavé rostliny do jedné společné kategorie.

Do další skupiny jsou řazeny rostliny volně plovoucí, tedy takové druhy rostlin, které nezakořeňují na dně a volně plují po hladině. Hejný (2000, s. 37) takové hydrofyty nazývá „pleustonty“, které jsou vzhledem ke snadnému přenosu vodou i větrem přítomni „téměř všude“. Děle se však udržují výhradně v mělkých stojatých vodách, kde jsou chráněny před jejich činnostmi. Pleustonty tedy najdeme především v mělkých tůňkách, mělkých rybníků a jiných klidných stojatých vodách a při jejich březích zarostlých vegetací. Na rozdíl od prvního dělení hydrofyt zde autor nezmiňuje druhy vznášející se poblíž hladiny (Vaněk a Stodola, 1987, s. 23–24; Hartman a kol., 2005, s. 113–114).

V případě ostatních zmíněných skupin se nesetkáváme s plováním na vodě; se splýváním jen minimálně u některých druhů rákosin. Ty se dokážou rychle adaptovat na kolísání výšky vodního sloupce a někdy proto vytváří vzdušné nebo splývavé listy (Hartman a kol., 2005, s. 113–114).

Pro mou práci jsou v tomto případě zásadní kategorie s vodními rostlinami tvořícími volně plovoucí a vzplývající formy se zakořeněním na dně, ideálně pokud jsou konkrétní

makrofyty v těchto formách vidět nejčastěji (méně zásadní pro mě tedy budou rákosiny, které tvoří vzplývavé listy jen někdy).

### 3.1 Tvarové typy

Mnohem podrobněji lze formy vodních rostlin rozlišit podle tvarových typů, které si tvoří za účelem přizpůsobení se rozdílným životním podmínkám. Vaněk a Stodola jich uvádí deset, já se však budu v práci zabývat hlavně hydrofyty tvarového typu *Lemnida*, *Hydrocharida* a *Nymphaeida*. Každý název tvarového typu vychází z latinského pojmenování jeho typického zástupce, v našem případě *Lemnida* podle rodu *Lemna* (okřehek), *Hydrocharida* podle rodu *Hydrocharis* (vodňanka) a *Nymphaeida* podle rodu *Nymphaea* (leknín) (Vaněk a Stodola, 1987, s. 24–28).

**Tvarový typ *Lemnida*** zahrnuje drobné druhy plovoucích rostlin s redukovanými kořeny, listy a u některých z nich i stonkem. Vzhledem ke své malé velikosti a nezakořenění jsou jednoduše unášeny větrem nebo vodním proudem, díky čemuž jsou zároveň přemísťovány na nová místa. Můžeme je najít ve větších počtech na klidných hladinách vod v jejich závětrných a mělčích úsecích. Kromě okřeheků sem řadíme např. drobničku bezkořenou (*Wolffia arrhiza*), trhutku plovoucí (*Riccia fluitans*) nebo závitku mnohokořenou (*Spirodella polyrrhiza*) (Vaněk a Stodola, 1987, s. 24–25).

**Tvarový typ *Hydrocharida*** má větší a dokonale vyvinuté plovoucí hydrofyty, které se udržují na hladině díky nadnášecí schopnosti vzdušného pletiva aerenchymu nebo specializovaného hydrostatického aparátu, který rostlině slouží jako plovací zařízení. Rostliny mají vyvinuté kořeny, a tak se stává, že se v případě, že je voda dostatečně mělká, zakoření do dna. Zimují bez vody. Tímto tvarovým typem roste např. vodňanka žabí (*Hydrocharis morsus-ranae*), tokozelka nadmutá (*Eichhornia crassipes*) nebo kotvice plovoucí (*Trapa natans*) (Vaněk a Stodola, 1987, s. 26).

**Tvarový typ *Nymphaeida*** má na hladině vzplývající velké květy a listy a zároveň je hluboce zakořeněn v bahnitěm dně. První rostoucí listy jedince obvykle zůstávají v ponořené formě, vzplývavé listy jsou dlouze řapíkaté a svrchní strana jejich čepele obsahuje průduchy. Tyto rostliny přečkávají zimu nejčastěji ve formě oddenků v bahně. Patří sem kromě všech

druhů leknínů také stulíky rodu *Nuphar*, plavín štítnatý (*Nymphoides peltata*), rdesty rodu *Potamogeton* a další (Vaněk a Stodola, 1987, s. 28–29).

Většina ostatních tvarových typů zahrnuje rostlinné formy držící se v horních vrstvách vodního sloupce, jelikož jsou nejvíce prosvětlené a rostlinám tak nehrozí taková limitace růstu jako u jedinců v hlubších vrstvách. Tyto rostliny však nebývají vázány přímo na vodní hladinu nebo pouze krátce a obvykle pozbývají specializovanějších orgánů, pomocí nichž by se na vodě mohly dlouhodobě udržet. Vzhledem k adaptabilitě hydrofyt a měnícím se podmínkám jejich životního prostředí si však uvědomuji značnou subjektivitu při výběru toho, co do své práce zařadím (Reichholf, 1998, s. 18).

### 3.2 Adaptace vodních rostlin

Jak již bylo nastíněno v úvodu kapitoly, vodní potažmo bahenní rostliny využívají různé strategie pro přizpůsobování se proměnlivému vodnímu prostředí. Jedním ze zásadních faktorů určujícím, do jaké formy vyrostou a jaké další adaptivní způsoby použijí, je výška vodního sloupce. Vaněk a Stodola (1987, s. 19) uvádí: „Na výšku vody většina vodních rostlin reaguje velmi pružně a citlivě změnou tvaru, a tak stejný druh často vytváří více přechodných forem“. Ve vysokém vodním sloupci tak vodní rostliny vytvářejí ponořené, vzplývající, případně volně plovoucí formy. V dlouhodobě mělké vodě se rostliny již postupně přizpůsobují suchozemskému životu a při periodických změnách vznikají formy obojživelné anebo s krátkým vegetačním obdobím. Pobřežní (litorální) pásmo s mělkou vodou bývá často díky své nestabilitě osídlováno rozmanitějším výběrem druhů vodních rostlin i jejich forem než v oblastech pelagiálu. V nejpříbřežnějším pásmu litorálu nalezneme formy kořenící i volně plovoucí, ponořené i vynořené. V případě vzniku prostředí, kde se voda drží jen v rámci půdy, rostou i jedinci některých přizpůsobivějších vodních rostlin do životaschopných forem pozemních – rdesno obojživelné (*Persicaria amphibia*), rdest vzplývavý (*Potamogeton natans*), lakušníky a další; jsou však mnohdy silně zakrnělé, tzv. hladové (např. lekníny nebo stulíky) (Vaněk a Stodola, 1987, s. 19, 21–23; Ambrožová, 2001, s. 57; Hartman a kol., 2005, s. 77).

Proměnlivost výšky vody dále u některých vodních rostlin (např. rdestů či lakušníků) vyvolává různolístost, kdy v rámci jednoho jedince rostou listy různého tvaru, které jsou pro dané podmínky nejvýhodnější – rostliny tak mohou vytvářet odlišně tvarované listy vynořené (emerzní), plovoucí a ponořené včetně přechodných forem mezi nimi (Vaněk a Stodola, 1987, s. 19–20; Hartman a kol., 2005, s. 78).

### 3.2.1 Adaptace vzplývavých a volně plovoucích rostlin

U vodních rostlin vázaných na vodní hladinu se setkáváme s četnými adaptacemi, které nebývají přítomny pouze na listech, nejobvyklejších na hladině situovaných částí rostliny, ale i v rámci vnější a vnitřní stavby celého jedince. Častým jevem u hydrofyt jsou různé stupně zakrnění až úplná absence některých pletiv (např. oporných, vodivých) i celých orgánů (kupříkladu redukované kořeny u bublinek rodu *Utricularia* či lodyha s listy u okřehků). Zajímavým případem mohou být listy některých ponořených a vzplývajících rostlin s chybějícím nebo jen slabě vyvinutým kořenovým systémem, kdy přebírají jeho funkci vstřebávání látek z okolního prostředí (Vaněk a Stodola, 1987, s. 15, 18–19).

U vodních rostlin se setkáváme se specializovanou soustavou prostorů a kanálků vyplněných vzduchem, která uzavírá a vede plyny po celém jejich těle, čímž je provzdušňuje. Může mít však i nadnášecí funkci, pokud jsou plyny hromaděny v pletivech. Díky tomu dochází ke snížení hustoty v těle rostliny a k jejímu nadlehčení, což jí umožní vznášet se ve vodním sloupci nebo splývat na vodě. Rostliny volně plovoucí k setrvání na vodní hladině využívají vzduchové měchýřky případně tukové kapénky (Reichholf, 1998, s. 16). Vaněk a Stodola (1987, s. 18) k soustavě vzdušných kanálků dále uvádí „Takovým příkladem tenkostěnného a velkobuněčného pletiva s velkými, vzduchem vyplněnými prostorami mezi buňkami je aerenchym...“. U mnohých zakořeňujících vodních rostlin s plovoucími listy je zmíněné pletivo aerenchym využíváno pro lepší přizpůsobování se hydrostatickému tlaku a setkáme se s ním například u rdestů, leknínů, stulíků a dalších. Kromě toho jsou u některých zmíněných skupin (hlavně leknínů a stulíků) velmi vyvinutá vodivá pletiva, která přivádí vzduch získaný přes průduchy na listech až do kořenů hluboce zakořeněných ve dně. Díky tomuto systému může docházet k provzdušňování kořenů i výměně plynů a usnadněnému získávání oxidu uhličitého pro fotosyntézu (Vaněk a Stodola,

1987, s. 18–19; Reichholf, 1998, s. 95–96; Ambrožová, 2001, s. 57; Hartman a kol., 2005, s. 77).

Na plovoucích listech vzplývavých rostlin jsou, na rozdíl od zcela ponořených hydrofyt, na svrchní straně běžně lokalizovány průduchy, které u některých z nich chrání nesmáčivá vrstva hustých chloupků nebo vrstva voskovitá. Kromě zamezování vnikání vody do průduchů a následnému omezování výparu tyto vrstvy zabraňují zadržování vody v listech a jejich smáčení. Pro své setrvání na vodě využívají vzdušných kanálků i snižování hustoty ve svých řapících. Jelikož jsou plovoucí listy vystaveny silnému slunečnímu záření, potřebují se ochlazovat, čehož docilují kontaktem spodní strany čepele s vodní hladinou. Pokud je některým listům v důsledku boje o světlo a kontakt s vodou na hladině zabráněno v kontaktu s ní, poškozují se a jsou vytlačeny z vodních ploch. Pokud rostlina vytváří velké na hladině plovoucí listy, musí být zároveň pevně zakořeněná kvůli větší náchylnosti vůči pohybu, způsobeném činností větru a vlněním (Schubert a Lellák, 1973, s. 197; Reichholf, 1998, s. 92, 96, 98; Hartman a kol., 2005, s. 78).

Ve stojatých vodách s kolísající hladinou může dojít k tomu, že celé jinak zakořeněné a nesplývající rostliny plavou na vodě. K tomu dochází při zvýšení úrovně vody v důsledku silnějšího hydrostatického tlaku působícího na hydrofyty. Proto některé druhy mělce zakořeněných rostlin, jako např. bahnička jehlovitá (*Eleocharis acicularis*), hvězdoše rodu *Callitriche* či halucha vodní (*Oenanthe aquatica*), vystoupí i s kořeny na vodní hladinu a někdy mohou dokonce vytvářet celistvé plovoucí koberce (zmíněný druh bahničky nebo také psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*)). Tyto rostliny se pak znovu zakořeňují u pobřeží v mělčí vodě (Hejný, 2000, s. 36–37).

Některé druhy rostlin využívají vodní hladinu pro přenos svých plodů a semen. Ty se zde drží pomocí slizovitých obalů (lekníny, stulíky) nebo vzdušných pletiv (halucha vodní, šípatka rodu *Sagittaria*, zevary rodu *Sparganium*). Jejich plovatelnost se může v čase měnit (Hejný, 2000, s. 37).

### 3.3 Vliv a význam vodních rostlin

Vzplývavé a volně plovoucí rostliny stále patří mezi hydrofyty, mají tedy do značné míry velmi podobný vliv na své prostředí jako ostatní vodní rostliny. Dokážou ve svých tělech přetvářet anorganické látky na látky organické, které jsou pak lépe využitelné dalšími články potravního řetězce. Jako jiné fotosyntetizující hydrofyty okysličují vodu, kromě ní však mohou nasycovat kyslíkem některé zakořeňující rostliny (jako jsou lekníny) i půdu, jde však pouze o lokální okysličování v blízkosti místa zakořenění. Svými těly mohou vytvářet pro mnohé drobné živočichy místo k životu a rozmnožování. Kromě toho jsou využívány četnými druhy ryb jako úkryt a místo pro tření, po němž slouží jako bezpečný prostor i vyvíjejícím se plůdkům. Na dně kořenicí rostliny brání jeho půdě ve splavování.

V přílišném množství však mohou být hydrofyty i škodlivé. Za dlouhých prosluněných dnů zvyšují koncentraci kyslíku a snižují množství oxidu uhličitého, v důsledku čehož dochází k výraznému vystoupení hodnoty pH ve vodě. Naproti tomu je při hromadném úhynu hydrofyt ve vodě kyslíku nedostatek a kvůli rozkladu rostlinných těl v ní přibývá amoniak se sulfanem. Hydrofyty dále ochuzují o živiny okolní vodu, případně i půdu, ve které koření. Kromě toho přispívají k urychlování zazemňování vod (Reichholf, 1998, s. 214; Hartman a kol., 2005, s. 116–117).

Plovoucí listy rostlin jsou spolu se spadlými drobnými živočichy hlavním zdrojem potravy na vodní hladině. Kromě toho mají vliv na celý vodní biotop. Tak například splývající listy některých rostlin mohou způsobovat zastínění vod v případě, že tvoří husté porosty. Pokud je vodní plocha zakrytá na hladině plovoucími hydrofyty, dochází k úbytku kyslíku ve vodním prostředí. Naproti tomu, pokud velké listy porůstají celou vodní hladinu, snižují vliv větru a přispívají ke stabilizaci vodního prostředí. Hydrofyty s plovoucími listy navzájem soupeří o vhodné podmínky pro své vlastní listy, často pak dochází k vytlačení většiny druhů na úkor jednodruhového porostu. Čím příbuznější si konkurující rostliny jsou, tím méně se snesou ve své blízkosti oproti druhům odlišnějším. Celistvé koberce plovoucích rostlin bývají využívány některými ptáky jako místo pro hnízdění (Šálek, 1996, s. 37; Reichholf, 1998, s. 90–91, 96, 98; Hartman a kol., 2005, s. 117).

Některé rostliny jsou schopny natolik snižovat koncentraci anorganických látek ve vodě, že zpomalují proces eutrofizace, omezují růst vodního květu a významně přispívají k



samočištění vod. Takové čistící hydrofyty nalezneme mezi plovoucími rostlinami (jako jsou okřehky z podčeledi *Lemnoideae* nebo tokozelka nadmutá) i mezi vzplývavými a ponořenými (např. rdesty, lakušníky či zákrutichy rodu *Vallisneria*), přičemž větší vliv na čištění mají hydrofyty s málo vyvinutými kořeny než naopak. Čistící schopnost je umožněna výbornou absorpční schopností těchto rostlin, akumulací získaných anorganických látek z okolní vody v jejich tělech, případně i zvyšováním výparu z vodní hladiny, filtrací suspendovaných látek a dalšími mechanismy. Díky těmto schopnostem jsou tyto hydrofyty využívány i pro biologické čištění odpadních vod, např. v rámci průtočných nádrží. Biologické nádrže s plovoucí biomasou (převážně okřehkem) jsou schopné až 99,9% samočištění (Šálek, 1996, s. 43–45; Ambrožová, 2001, s. 171, 174; Hartman a kol., 2005, s. 116–117).

Některé splývavé a volně plovoucí rostliny jsou pěstovány pro okrasu, např. rdesno obojživelné, leknín bílý (*Nymphaea alba*), leknín bělostný (*Nymphaea candida*), stulík žlutý (*Nuphar lutea*), kotvice plovoucí či voďanka žabí (Hartman a kol., 2005, s. 120–121).

### 3.4 Zástupci

V této podkapitole se budu blíže věnovat vybraným zástupcům vzplývavých a volně plovoucích rostlin vyskytujících se v České republice. Informace o výskytu jednotlivých druhů jsem získávala z internetového portálu botany.cz, zmínky o stupni ohrožení ze seznamu zvláště chráněných rostlin a živočichů na oficiálních stránkách ministerstva životního prostředí (mzp.cz).

#### Vývojová větev: Mechorosty (Bryophytae)

##### Oddělení: Játrovky (Marchantiophyta)

Do tohoto oddělení řadíme například **trhutku plovoucí** (*Riccia fluitans*), která má lupenitou, vidličnatě větvenou stélku. Její rozmnožování je ve vodě pouze vegetativní prostřednictvím úlomků stélky. Trhutka se vyskytuje v čistých oligotrofních stojatých vodách, obzvláště v tůních a mělkých rybnících, kde ji můžeme nalézt v podobě plovoucích

"chomáčů". Může vytvářet i pozemní formu (Kremer a kol., 1998, s. 86; Reichholf, 1998, s. 98; Hartman a kol., 2005, s. 80).

Mezi játrovky dále patří **nalžovka vzplývavá** (*Ricciocarpos natans*), která obohacuje vodu kyslíkem a často slouží jako potrava některých vodních živočichů. Stélka je výrazně laločnatá a připomíná svým tvarem srdce. Najdeme ji v podobě na hladině plovoucích shluků často mezi okřehky a jinými plovoucími rostlinami. Může tvořit i pozemní formu (Hartman a kol., 2005, s. 80).

## **Vývojová větev: Cévnaté rostliny (Cormophytae)**

### **Oddělení: Kapradiny (Monilophyta)**

Mezi vodní kapradiny vázané na hladinu řadíme kriticky ohroženou jednoletou **nepukalku vzplývající** (*Salvinia natans*), která postrádá kořenový systém a volně plave na hladině. Roste v trojčetných přeslenech obsahujících dva typy listů různého tvaru a funkce. Jeden list z přeslenu s četnými vláskovitými úkrojky je ponořený a nejspíš nahrazuje některé funkce kořenů. Zbylé dva listy jsou plovoucí, případně vzdušné, a jejich funkce jsou zajištěny přítomností vzduchových komůrek uvnitř nich a hustým pokryvem jejich svrchní strany nesmáčivými chloupky. Nepukalka upřednostňuje klidná místa na stojatých vodách, kde je chráněna před činností větru. Můžeme ji tedy nalézt například na hladinách zarostlých tůní, rybníků a slepých ramen řek, kde často roste ve společnosti okřehků, vod'anek a dalších hydrofyt. Jedná se o nepůvodní evropský druh kapradiny, který byl nejspíš zavlečený z Asie prostřednictvím vodního ptactva (Vaněk a Stodola, 1987, s. 268; Kremer a kol., 1998, s. 278; Hartman a kol., 2005, s. 83).

Dalším zástupcem této skupiny je **azola americká** (*Azolla filiculoides*), drobná vodní kapradina s rozvětvenou a zpeřenou plovoucí lodyhou. Šupinovité listy tvoří dva laloky, z nichž jeden zůstává ponořený a druhý – široký a ztloustlý, obklopený hydrofobními chloupky plove na vodní hladině. Tato kapradina má velmi drobné kořeny a vyskytuje se na hladinách slepých ramen řek i mírně tekoucích vod s vyššími stupni trofie (Kremer a kol., 1998, s. 278).

## Oddělení: krytosemenné (Magnoliophyta)

- **Třída: nižší dvouděložné rostliny (Magnoliopsida)**

- **řád: leknínovité (Nymphaeales)**

Mezi leknínovité rostliny řadíme silně ohrožený druh **leknín bílý**. Tato vytrvalá rostlina s dlouhým plazivým oddenkem může kořenit až do třímetrové hloubky. Nevytváří ponořené listy, ale pouze vzplývavé, jež mají oválný tvar a tmavší vrchní stranu opatřenou průduchy. Řapík těchto listů může dorůstat do délky až 2,5 m a prochází jím vzdušné kanálky. Leknín bílý vytváří velké bílé plovoucí květy o průměru kolem 10 cm vyrůstající na dlouhých stoncích. Plody ve formě tobolky jsou rozšiřovány větrem a živočichy. Tento druh se vyskytuje na hladinách stojatých vod chráněných před činností větru, převážně v jezerních zálivech a mrtvých ramenech řek. Vyhovují mu eutrofní hlubší vody nížinných poloh až pahorkatin. Často tvoří společenstva se stulíkem žlutým a rdestem vzplývavým. Jedná se o vysoce toxickou rostlinu. Leknín bílý má četné kultivary, které se pěstují pro okrasu v zahradních nádržích (Vaněk a Stodola, 1987, s. 210; Hejný, 2000, s. 82–83; Skoumalová a Hrouda, 2018, s. 39).

Za leknín bílý bývá často zaměňován **leknín bělostný**, rovněž silně ohrožená vytrvalá rostlina. Na jeho vzplývavých listech jsou hlavní žilky obloukovitě prohnuty na rozdíl od téměř rovných žilek na listech leknínu bílého. Řada rozdílů je patrna také na květu, který u leknínu bělostného tvoří zespodu čtyři výrazné hrany (květu leknínu bílého nemají žádné patrné hrany), liší se v morfologii tyčinek a blizen. Leknín bělostný roste v jezerech, rybnících a jiných stojatých vodách s nižšími stupni trofie. Upřednostňuje chladnější místa od pahorkatin po horské oblasti, čímž se rovněž liší od teplomilnějšího leknínu bílého. Vytváří společenstva se rdestem vzplývavým (Hejný, 2000, s. 82–83; Hartman a kol., 2005, s. 86).

**Stulík žlutý** je vzácná vytrvalá vodní rostlina tvořící silný, dva metry dlouhý plazivý oddenek. Tato rostlina dokáže růst v hloubce až 2,5 m, neoptimálnější je však pro ni hloubka mezi jedním a dvěma metry. První vznikající listy jsou submerzní, téměř průsvitné, dlouhé a tenké s krátkým řapíkem. Později rostoucí vzplývavé listy se od nich značně liší: jsou velké, kožovité a ploché srdčité vejčitého tvaru s prodlouženými a velmi ohebnými řapíky.

Žluté květy široké kolem 5 cm rostou jednotlivě na dlouhých stopkách, kdy částečně vyčnívají nad hladinu. Jsou oboupohlavné a hmyzosprašné. Plody mají vejčitý tvar, semena jsou rozšiřována vodou. Stulík žlutý se vyskytuje na hladinách rybníků, tůní, mrtvých ramen řek ale i mírně tekoucích vod s vyššími stupni trofie, upřednostňuje nižší zeměpisné polohy. Mnohdy roste v blízkosti vodňanek či stolítku přeslenitého (*Myriophyllum verticillatum*), někdy může být doprovázen také leknínem bělostným, případně leknínem bílým (Vaněk a Stodola, 1987, s. 208; Hejný, 2000, s. 81–82; Hartman a kol., 2005, s. 87; Skoumalová a Hrouda, 2018, s. 38).

Velmi podobný předešlému druhu je kriticky ohrožený **stulík malý** (*Nuphar pumila*), v mnohém se však od něho liší. Je celkově menší s drobnějšími květy a plody, které jsou přenášeny jak prostřednictvím vody, tak i živočichů. Jeho listy mají elipticky okrouhlý tvar s mnohem hlubšími zářezy vedoucími až do jedné poloviny délky čepele (stulík žlutý max. do jedné třetiny délky). Upřednostňuje stojaté i pomalu tekoucí vody s nižšími stupni trofie od pahorkatin po hory (Hejný, 2000, s. 82).

- **Třída: vyšší dvouděložné rostliny (Rosopsida)**

- **řád: pryskyřníkotvaré (Ranunculale)**

**Lakušník vodní** (*Batrachium aquatile*) je hydrofyt s rozvětvenou vzplývavou lodyhou, která dorůstá délky až 2 m. Objevuje se u něho různolistost: plovoucí listy jsou lupenité a okrouhlé, zatímco ponořené listy mají niťovitý tvar. Bílé květy vyčnívají díky dlouhým stopkám nad vodu. Lakušník vodní se vyskytuje v mezotrofních a lehce eutrofních stojatých i mírně tekoucích vodách, např. kanálech a řekách. Zarůstá mělké vody jakožto pionýrský druh. Často dochází k tomu, že na dně vypuštěných rybníků začne lakušník hromadně klíčit a po následném napuštění vytvoří souvislý porost na vodní hladině (Hejný, 2000, s. 46–47; Hartman a kol., 2005, s. 86).

- **řád: hvozdíkotvaré (Caryophyllales)**

Zástupcem tohoto řádu je **rdesno obojživelné**. Tato vytrvalá obojživelná bylina se vyznačuje výraznou plastičností. Kromě pozemní formy, v níž roste vzpřímeně, vytváří i vodní formu, při níž má na hladině vzplývavé podlouhlé listy. Zakořeňuje se ve dně a svým

klasovitým květenstvím růžově kvete nad vodou. Jeho plodem jsou oříšky, kterými se živí vodní ptáci. Rdesno obojživelné je velmi hojné od horských oblastí po nížiny a nalezneme ho jak ve stojatých, tak tekoucích vodách, kde může na vodní hladině vytvářet i jednodruhové společenstvo. Pomáhá zabraňovat erozi půdy, bývá využíváno mnohými vodními organismy jako úkryt a svůj význam našlo i v lékařství, kde je používáno při léčbě ledvinových kamenů a revmatu (Hejný, 2000, s. 85; Hartman a kol., 2005, s. 85).

#### o řád: hvězdnicotvaré (Asterales)

V rámci této čeledi zmíním kriticky ohrožený druh **plavín štítnatý**. Tato vodní bylina, která je příbuzná s hořci rodu *Gentiana*, stavbou těla velmi připomíná lekníny. Vytváří vzplývavé listy srdčitého či oválného tvaru, jež jsou úzce vyřízlé a jejich řapík měří od 0,5 do 2,4 m. Žluté květy rostou v květenstvích na dlouhých stoncích. Plodem je tobolka přenášená prostřednictvím vody a některých živočichů – hlavně ptáků. Plavín štítnatý můžeme najít jak ve stojatých, tak pomalu tekoucích vodách s vyšší úživností od nížin po pahorkatiny. Upřednostňuje teplá místa se stálou hladinou vody, kde často tvoří uzavřený porost společně s kotvicí plovoucí. Působí protierozně, ve větším množství však způsobuje v rámci vodní plochy přílišné odčerpávání živin, zastiňování vody i její zabahňování (Vaněk a Stodola, 1987, s. 240; Hejný, 2000, s. 84; Hartman a kol., 2005, s. 95).

#### o řád: myrtotvaré (Myrtales)

V rámci řádu myrtotvarých je znám druh kořenícího hydrofytu s listy splývajícími na hladině – **kotvice plovoucí**. Tato kriticky ohrožená jednoletá bylina tvoří až metr dlouhou ponořenou lodyhu, z jejíž uzlin vyrůstají ve svazcích dlouhé jemné kořeny. Lodyhu zakončuje růžice plovoucích listů, rostou z ní však rovněž ponořené listy čárkovitého tvaru. Listová růžice obsahuje kolem 30 listů, které jsou na spodní straně opatřeny chlupy. K řapíkům vzplývavých listů se Hejný (2000, s. 108–109) vyjádřil takto: "Listy mají zduřelé řapíky s aerodynamickým tvarem k nadnášení těžkých růžic na hladině". Kotvice vzácně tvoří bílé květy, které vyrůstají z paždí listů, dochází u nich k samooplození. Rozmnožuje se pouze prostřednictvím svých plodů – oříšků šířených živočichy. Vyskytuje se na hladinách stojatých eutrofních vod s větším množstvím manganu v nižinných polohách i pahorkatinách. Tvoří obvykle jednodruhové porosty, někdy společně se stolítky (rod

*Myriophyllum*) a stulíky či některými druhy rdestů. Velmi přispívá k okysličování vody (Vaněk a Stodola, 1987, s. 284; Hejný, 2000, s. 108–109; Hartman a kol., 2005, s. 91).

- **Třída: jednoděložné (Liliopsida)**

- **řád: žabníkotvaré (Alismatales)**

- **čeleď: rdestovité (*Potamogetonaceae*)**

**Rdest vzplývavý** je vytrvalá rostlina se značně větveným oddenkem a lodyhou o délce jednoho až pěti metrů. V jarním období vyrůstají submerzní listy, v letním následně listy vzplývavé, které jsou široké a tuhé, vejčitého tvaru. Podobně jako lekníny má tento druh rdestu na svrchní straně čepele přítomny průduchy. Řapíky vzplývavých listů vytvářejí v hlubších vodách tzv. fylodia, listovitě rozšířené řapíky, v mělčinách k jejich vzniku však nedochází. Květy tvoří vnořená klasovitá květenství na stopkách. Prostřednictvím vody jsou šířeny velké plovatelné plody, jejichž semena mohou dosáhnout zvýšení klíčivosti o 60 až 90 %, pokud projdou trávícím systémem vodního ptactva. Rdest vzplývavý roste hlavně ve stojatých vodách, např. rybnících a tůních, může se však objevit i v tekoucí vodě, kdy nevytváří vzplývavé listy, ale pouze úzké ponořené listy a fylodia. Rovněž může vyrůst do zakrnělé pozemní formy s drobnějšími listy (Schubert a Lellák, 1973, s. 196; Vaněk a Stodola, 1987, s. 250; Hejný, 2000, s. 93; Skoumalová a Hrouda, 2018, s. 50).

V České republice je možné se rovněž setkat s **rdestem trávolistým** (*Potamogeton gramineus*), víceletou rostlinou s dlouhým rozvětveným oddenkem i lodyhou. V závislosti na hloubce vodního sloupce může vytvářet buď pouze ponořené listy, nebo submerzní spolu se vzplývajícími listy. Ty jsou slabě kožovité různého tvaru (kopinaté, srpovité apod.) i délky a vnikají rovněž u pozemních forem. Rdest trávolistý vytváří hroznovitá květenství drobných květů, které se přeměňují na vejčité plody. Semena roznáší voda a živočichové, rostlina se však může rozmnožovat také vegetativně prostřednictvím oddenků či fragmentace lodyhy. Vyskytuje se v mezotrofních až eutrofních vodách různého typu – v řekách, velkých kanálech, příkopech, jezerech atd. Upřednostňuje nádrže s kolísající hladinou vody, její pozemní forma dobře snáší dlouhodobější vysoušení i letnění. V důsledku eutrofizace rdestu trávolistého v ČR ubývá (Hejný, 2000, s. 91–92).

▪ **čeleď: áronovité (*Araceae*)**

**Okřehek hrbatý** (*Lemna gibba*) je volně plovoucí drobná rostlina skládající se z okrouhle tvarovaných článků o průměru 1–3 mm, které jsou tvořeny lodyhou. Spodní strana článků bývá vypouklá kvůli přítomnému aerenchymu a nese po jednom kořínku. Květy jsou redukovány na jedinou tyčinku a semeník vyrůstající z kraje článku. Plodem je nažka, převládá však rozmnožování vegetativní, v obou případech dochází k šíření prostřednictvím vody, vodních ptáků a měkkýšů. Tento druh okřehku žije na hladině stojatých a mírně tekoucích vod, kde často vytváří jednodruhové společenstvo v podobě celistvé plovoucí vrstvy. Bývá využíván pro čištění odpadních vod nebo jako krmivo pro vodní drůbež (Hejný, 2000, s. 71).

Velmi podobný předchozímu druhu je **okřehek menší** (*Lemna minor*), v řadě aspektů se však od něj liší. Jeho články postrádají vydutost, jsou ploché. Roste v chladnějších polohách než okřehek hrbatý, může zasahovat i do horských oblastí. Navíc je méně náročný na živiny ve vodním prostředí a snese i organicky znečištěné vody. Často tvoří spolu se závitkou mnohokořennou společenstvo, v němž během jarního a podzimního období dominuje, na podzim naopak převládá závitka (Hejný, 2000, s. 71–72).

Dalším druhem rodu *Lemna*, který se velmi podobá poslednímu zmíněnému druhu, je **okřehek červený** (*Lemna turionifera*). Jeho články na podzim mnohdy získávají načervenalou až nafialovělou barvu a porůstají hladiny mělkých stojatých vod, jako např. odkalovací nádrže nebo rybníky. Tvoří společenstva se závitkou mnohokořennou a okřehkem hrbatým. Byl k nám zavlečen ze Severní Ameriky (Chytrý, 2011, s. 52–54).

U **drobničky bezkořenné** došlo k redukci těla do té míry, že jej tvoří pouze kulovitý útvar o průměru maximálně 1 mm, který plní funkci listu i lodyhy. Kořeny rostlina nevytváří vůbec. Květy jsou zakrnělé podobným způsobem jako u předchozích zástupců čeledi – pouze jedna tyčinka a pestík vyrůstající na vrchní straně těla. Mezi evropskými cévnatými rostlinami tvoří dokonce nejmenší květy vůbec. Plodem je měchýřek, v našich podmínkách však drobnička kvete málokdy nebo nepravidelně. Vyskytuje se pouze v rámci říčních niv ve slepých a mrtvých ramenech řek a vodních kanálech s mírně tekoucí vodou. Dává přednost eutrofní vodě na teplejších místech nížinných oblastí (Hejný, 2000, s. 113–114).

**Závitka mnohokořenná** je vytrvalá vodní rostlina volně plovoucí na vodní hladině. Její tělo tvoří plochý článek vejčitého tvaru vzniklý srůstem stonku a listu. Jednotlivé plovoucí články se často spojují a nesou více nitkovitých kořenů. Květy rostou v mikrokvětenstvích složených z 3–4 květů, z nichž jeden je vždy samičí – květy jsou jednopohlavné. Plody ve formě měchýřků jsou rozšiřovány prostřednictvím vody a větru. Závitka se vyskytuje v teplejších stojatých vodách, zvláště tůních a rybnících, na místech chráněných před činností větru. Upřednostňuje vody s vysokým množstvím živin. Zpravidla tvoří společenstvo s okřehkem menším (Hejný, 2000, s. 107–108; Hartman a kol., 2005, s. 112; Skoumalová a Hrouda, 2018, s. 44).

**Babelka řezanovitá** (*Pistia stratiotes*) je další plovoucí rostlinou této čeledi. Její listy jsou na stonku spirálovitě uspořádány a tvoří na hladině plovoucí růžici. Jejich povrch pokrývají nesmáčivé trichomy (dlouhé výběžky pokožky připomínající chlupy), vnitřek listu je vyplněn aerenchymem umožňujícím plování rostliny. Babelka tvoří palicovitá květenství a množí se jak prostřednictvím semen, tak vegetativně pomocí výhonků (Vaněk a Stodola, 1987, s. 246).

▪ **čeleď: vodňankovité (*Hydrocharitaceae*)**

**Vodňanka žabí** je volně plovoucí vytrvalá rostlina, jejíž jemné husté kořínky se neuchycují do podkladu. Vytváří růžici ledvinitých plovoucích listů, které mají lehce nafialovělou spodní stranu čepele a obsahují palisty. Žlutobílé květy jsou jednopohlavné a liší se mezi sebou – samčí květy rostou jednotlivě na stopce a jsou celkově větší, samičí květy jsou uspořádané do květenství a položené níže než samčí. Rozmnožuje se prostřednictvím semen v tobolkách a zimních pupenů, z nichž po zimování vzniká nový jedinec. Vodňanka žabí se vyskytuje v teplých stojatých poříčních vodách od nížinných poloh po pahorkatiny. Často tvoří společenstva se stulíky, okřehkem trojbrázdým a dalšími hydrofyty (Vaněk a Stodola, 1987, s. 170; Hejný, 2000, s. 68; Hartman a kol., 2005, s. 101).

**Řezan pilolistý** (*Stratiotes aloides*) je vytrvalá vodní rostlina patřící mezi silně ohrožené druhy. Tvoří velmi specifickou nálevkovitou růžici z dlouze pilovitých zašpičatělých listů, která zůstává polovynořená, málokdy i zcela ponořená. Dlouhé svazčité kořeny neúplně zakořeňují do substrátu dna. Bílé květy jsou jednopohlavné lišící se v celkové velikosti a délce stopky, z níž vyrůstají, oba květy vyčnívají nad vodu.



Rozmnožování probíhá prostřednictvím tobolek i šlahounů a zimních pupenů. Řezan pilolistý ojediněle zarůstá stojaté vody teplých nížinných oblastí. V jeho listových růžicích se často usazují okřehky, které jsou zde chráněny před činností větru. Řezan může vytvářet i submerzní formu, kdy koření v bahnitěm dně a listová růžice zůstává zcela ponořená (Vaněk a Stodola, 1987, s. 280; Hejný, 2000, s. 108).

## **4 Naučná stezka „Bezobratlí obyvatelé Šeberovských rybníků“**

Pro praktickou část bakalářské práce jsem si zvolila vypracování naučné stezky, která svým okruhem zájmu souvisí s teoretickou částí bakalářské práce – vodní bezobratlí a hydrobiologie. Mým cílem bylo zmíněná témata prostřednictvím informačních tabulí přiblížit laické veřejnosti jak z řad školáků, tak i dospělých. Stezka se tedy může stát zajímavým rozšířením učiva biologie základních či středních škol. Jak uvádí Dyrťová a Špulák (2004, s. 49) „... naučná stezka tak vytváří zpestřující prvek systematického výchovně-vzdělávacího působení ve školách i námět k zastavení, poučení a přemýšlení pro každého vnímavého chodce“. Nenáročná trasa vhodná i pro kočárky prochází atraktivní lokalitou okrajové části Prahy s dobrou dopravní dostupností.

### **4.1 Základní údaje o naučné stezce**

název: Bezobratlí obyvatelé Šeberovských rybníků

kraj: Hlavní město Praha

katastrální území: Šeberov

začíná: Hrnčířský rybník, ulice U Hrnčířského rybníka

končí: Mlýnský neboli Šeberovský rybník, roh ulic Za Brůdkem – V Rákosí

délka trasy: 2 km

počet zastávek: 5

terén: rovinný

dopravní spojení: autobus od stanice metra Opatov (linka C), zastávka Hrnčířský hřbitov (začátek), zastávka V Ladech (konec)

zaměření: zoologie bezobratlých, hydrobiologie

účel: edukace, vzbuzení zájmu o přírodu

typ stezky: pěší

#### **Seznam zastávek**

1. Adaptace živočichů na vodní prostředí
2. Vodní hladina a její obyvatelé

3. Plankton
4. Co tu všechno žije?
5. Měkkýši

## 4.2 Podrobnosti o naučné stezce

### 4.2.1 Lokalizace

Oblast, kterou jsem se rozhodla vést trasu naučné stezky, je přírodní památka Hrnčířské louky. Tato lokalita se rozprostírá při okraji Prahy mezi Šeberovem a Hrnčíři. Hrnčířské louky zahrnují unikátní mozaiku druhově bohatých luk s různými stupni zamokření a většinu vodních ploch soustavy Šeberovských rybníků. Hlavním předmětem ochrany je právě komplex přítomných rybníků spolu s vodní a pobřežní vegetací, která zahrnuje především sladkovodní společenstva rákosin stojatých vod a společenstva vysokých ostřic. Předmětem ochrany jsou rovněž přilehlé blatouchové a bezkolencové louky. Největší terestrickou (suchozemskou) plochu v rámci přírodní památky zauímají vlhké pcháčové louky střídající se s vlhkými bezkolencovými loukami, kde bývá největší zastoupení chráněných druhů rostlin celé lokality. Vyskytuje se zde např. druh žluťucha žlutá (*Thalictrum flavum*), kosatec sibiřský (*Iris sibirica*) a upolín nejvyšší (*Trollius altissimus*). Jednotlivé typy porostů mají různý režim kosení, které bývá zvláště u luk mozaikovitě s ponecháním neposečených pásů vegetace. Prostředí přírodní památky slouží mnohým druhům vodních a bahenních ptáků jako místo pro hnízdění, např. vzácnému rákosníku velkému (*Acrocephalus arundinaceus*), lindušce luční (*Anthus pratensis*) nebo strnadu rákosnímu (*Emberiza schoeniclus*). Jiné druhy se zde zastavují na tahu, např. bekasina otavní (*Gallinago gallinago*) a slučka malá (*Lymnocyrtus minimus*). Rovněž se zde vyskytují četné druhy obojživelníků a některé vzácnější druhy bezobratlých živočichů. Z nich zmíním druh motýla ostruháčka jilmového (*Satyrion w-album*), rákosníčka druhu *Donaciella cinerea* a štítonoše druhu *Cassida rufovirens*.

Vzhledem k tématu práce jsem se primárně soustředila na zmíněný komplex Šeberovských rybníků a na bezobratlé živočichy obývající jednotlivé vodní plochy. Systém rybníků je vázán na pramennou oblast Kunratického potoka a jednotlivé vodní plochy situovány na jeho potůčky. Celý komplex zahrnuje celkem 10 umělých nádrží, z nichž šest

(Mlýnský, Brůdek, Jordánek, Jordán, Sladkovský a Hrnčířský) náleží přírodní památce Hrnčířských luk, těm jsem se věnovala přednostně. Rybníky jsou různého stáří od několika desetiletí po několik staletí a dodnes slouží k chovu ryb.

Důvodů, proč jsem si pro svou práci vybrala právě soustavu Šeberovských rybníků, bylo několik. Jedním z nich byla snadná dostupnost z hlediska dopravy a náležitosti k území hlavního města Prahy. Mnohem zásadnější však pro mě byla celková atraktivita a biologická zajímavost prostředí vyplývající z lokalizace v přírodní památce Hrnčířských luk. Dalším důvodem pro mne byla absence komplexnějších naučných stezek pojednávajících o Šeberovských rybnících.



Obr. 1 – Šeberovské rybníky (Dostupné na:

[http://www.mistopis.eu/mistopiscr/praha/praha11/seberovske\\_rybniky.htm](http://www.mistopis.eu/mistopiscr/praha/praha11/seberovske_rybniky.htm))

#### 4.2.2 Průběh tvorby naučné stezky

Zmíněnou lokalitu jsem navštívila celkem čtyřikrát a při každé návštěvě se soustředila na různé aspekty tvorby naučné stezky.

První návštěvu, kterou jsem vykonala začátkem září 2018, jsem zaměřila na průzkum terénu z hlediska schůdnosti a na vyhledávání konkrétních rybníků Šeberovského komplexu. Dále jsem přemýšlela nad vhodností zařazení jednotlivých vodních ploch do naučné stezky z hlediska dostupnosti a atraktivity prostředí. Na rybnících prvního hrubého výběru jsem provedla zkušební odlovy vzorků bezobratlých a vyhotovila fotografické snímky odchycených jedinců (viz podkapitola 4.3, s. 61) pro konzultaci a zařazení do vyšších taxonomických jednotek. Dále jsem vyhledávala případná zastavení již existujících naučných stezek, aby nedošlo k opakování předávaných informací, abych získala povědomí o možnostech odkazování se na ně a o místech, která jsou pro zastavení již zabrána.

Druhou návštěvu jsem uskutečnila koncem září 2018 a při ní jsem vyhledávala dosud nenavštívené rybníky v okolí. Následné porovnávání jednotlivých vodních ploch podle atraktivity, dostupnosti, vzdálenosti od ostatních rybníků i podle druhové rozmanitosti mi umožnilo snáze a pevněji určit, které z nich do své práce nakonec začlením. Na rozdíl od hrubých odlovů z první návštěvy jsem druhou sérii odchytů soustředila cíleněji a na větší počet rybníků, u nichž přicházelo v úvahu, že je do naučné stezky zařadím.

Třetí návštěvu jsem vykonala na začátku května 2019, kdy jsem si již zakreslovala do mapy průběh uvažované trasy a označila místa s předpokládaným umístěním jednotlivých informačních tabulí. Z vybraných rybníků jsem provedla jarní odlov a fotografování vzorků pro porovnání druhové osádky mezi podzimním a jarním obdobím a pro případné nalezení a zaznamenání zcela nových zástupců vázaných na vybrané rybníky.

Na poslední návštěvu, konanou v první polovině června 2019, jsem přizvala vedoucí své bakalářské práce, aby mi pomohla s přesnějším určováním odchycených zástupců bezobratlých přímo v terénu. V rámci jednoho rybníka jsme obvykle lovily na dvou alespoň několik metrů od sebe vzdálených místech při břehu. Kromě akvaristické sítě jsme využily i polokulovitého sítko pro zvýšení šance na druhově bohatší úlovky.



#### 4.2.4 Popis trasy

Návštěvníkům stezky doporučuji vystoupit na zastávce autobusu Hrnčířský hřbitov (směr od metra C „Opatov“) a přejít na druhou stranu ulice. Trasa k prvnímu zastavení vede po chodníku vpravo rovnou ulicí K Labeškám. Po pravé straně je stromořadí a dále přes silnici výhled na část komplexu Hrnčířských luk. Asi po 300 metrech se silnice stáčí doprava, v tomto místě je potřeba zahrnout úzkou ulicí vlevo (začíná dopravní značkou zákaz vjezdu). Přes porost je již vpravo patrný velký Hrnčířský rybník a v popředí u jeho břehu dobře viditelné informační tabule. Nejbližší z nich tvoří první zastávku naučné stezky „Bezobratlí obyvatelé Šeberovských rybníků“.

Ke druhému zastavení je třeba se vrátit do ulice K Labeškám a jít po ní zpět směrem k zastávce autobusu Hrnčířský hřbitov. Trasa po zhruba 200 metrech pokračuje přes silnici prvním dostupným přechodem pro chodce, kde začíná cesta se zábranami pro cyklisty a dopravní značkou „stezka pro chodce a pro cyklisty“. Cesta se po chvíli začne stáčet doprava k dřevěnému mostu, před ním je třeba zahrnout po vyšlapané cestě doleva. Již na tomto rozcestí by měla být vidět dvojice informačních tabulí jiných naučných stezek. Při cestě k nim je po pravé ruce vidět Sladkovský rybník. Zastavení č. 2 je o něco dále při jeho západním břehu.

Od tohoto rybníka je výhled i na blízký rybník Jordán, na jehož severní straně se nachází třetí zastavení naučné stezky. K němu lze dojít po pěšině vedoucí podél západního či východního břehu.

Trasa stezky pokračuje cestou mírně vpravo až k přechodu přes Kunratický potok a následně širokou vyšlapanou cestou vpravo po okraji louky, podél potoka. Po chvíli se po pravé straně objeví začátek protáhlého rybníka Brůdku a následně i čtvrté zastavení poblíž vysoké „smuteční“ vrby. Na druhém břehu rybníka je vidět výběh s daňky, ovce a pávy.



Tato cesta míří dále do zástavby a zároveň i k poslednímu pátému zastavení naučné stezky, které se nachází poblíž křižovatky ulic Za Brůdkem a V Rákosí (ulice Za Brůdkem je první možnou odbočkou vlevo po vstupu do obydlené zóny). Naučná stezka zde končí; lze pokračovat rovnou na zastávku autobusu "V Ladech" nebo navštívit nedaleké přírodní koupaliště Šeberák.

#### **4.2.5 Podrobnosti o jednotlivých zastaveních naučné stezky**

Vzhledem k hydrobiologickému zaměření naučné stezky jsem se rozhodla zastavení umisťovat jednotlivě poblíž vybraných rybníků, jejich počet je tedy totožný s množstvím vodních ploch zahrnutých do naučné stezky. Mezi Šeberovské rybníky patří celkem deset umělých nádrží: Hrnčířský, Sladkovský, Mlýnský, Kovářský a Nový rybník, dále Šmatlík, Jordán, Jordánek, Brůdek a Šmejkal. Pět z těchto rybníků jsem z různých důvodů vyřadila: některé byly v době průzkumu vypuštěné, jiné jsem vyhodnotila jako málo přitažlivé či špatně dostupné.

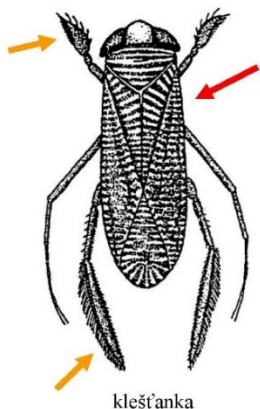
Nakonec jsem se rozhodla zahrnout rybník Hrnčířský, Sladkovský, Mlýnský (zvaný též Šeberovský), Jordán (Nový Šeberov) a Brůdek, z nichž každý zároveň náleží do přírodní památky Hrnčířské louky. Zastavení je celkem pět; každé pojednává o jiném tématu souvisejícím s vodními bezobratlými živočichy. V případě zmínek o konkrétních zástupcích jsem do informačního textu jednotlivých tabulí zahrnovala i rody, případně druhy nalezené ve více vybraných rybnících, pokud se týkaly probíraného tématu daného zastavení.

Následující obrázky znázorňují grafická podoba jednotlivých informačních tabulí.



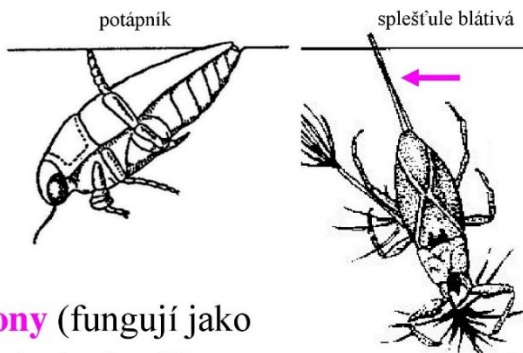
**1**

## Adaptace živočichů na vodní prostředí



Pohyb ve vodě je náročnější než na vzduchu kvůli vyšší hustotě prostředí, a tak tomu bezobratlí živočichové uzpůsobili i své tělo. To má tvar **torpéda** a zploštělé, někdy ochlupené končetiny, připomínající **vesla**. Mnozí si usnadňují pohyb tím, že lezou po potopených předmětech a površích, aniž by museli přímo plavat.

Řada bezobratlých nadále dýchá vzdušný kyslík, proto pravidelně vyplouvá k hladině, kde se nadechuje. Někteří si dopomáhají dýchacími **sifony** (fungují jako „šnorchl“) anebo si berou zásobu kyslíku s sebou pod vodu, aby nemuseli tak často vyplouvat. Pavouk vodouch stříbřitý si dokonce tvoří podvodní vzduchové **zvony**, kde zimuje, požívá kořist, páří se a stará o mladé.



## 2

## Vodní hladina a její obyvatelé

Některé organismy (tzv. PLEUSTON) využívají hladinu jako místo k životu. Mohou na ní být **zespodu zavěšeny** a dýchat tak bez omezení vzdušný kyslík. Tímto způsobem žijí např. larvy komárů a potápníků.



Jiní zástupci žijí na horní straně a často po ní velmi mrštně pobíhají nebo bruslí. Vodní hladinu využívají jako lapací zařízení, které je vibracemi nasměruje k topící se kořisti.



Aby se větší organismy na hladině udržely a nepotopily se, musí mít nesmáčivou část těla, kterou se jí dotýkají. Zástupci žijící na vrchní straně navíc rozkládají svou váhu **široce rozkročenými končetinami**.

### Zástupci z Šeberovských rybníků

chvostokoci



MÁKOVKA VODNÍ  
(*Podura aquatica*)

ploštice



BRUSLAŘKA OBECNÁ (*Gerris lacustris*)

ploštice



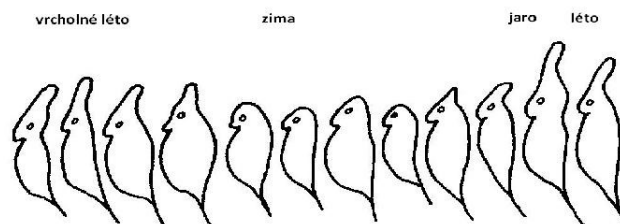
VDOMĚRKA ŠTÍHLÁ  
(*Hydrometra stagnorum*)

### 3

## Plankton

Mezi plankton řadíme obvykle drobné organismy, které se pasivně vznášejí ve vodě. K tomu jim pomáhají plynové měchýřky, tvorba olejových kapek a různých výběžků těla (ty mohou sloužit také jako obrana před sežráním predátory).

Jejich pohyb je závislý na vodních proudech a turbulencích.

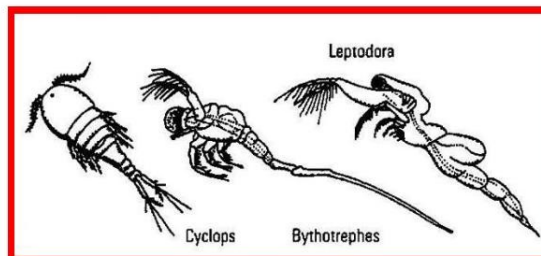
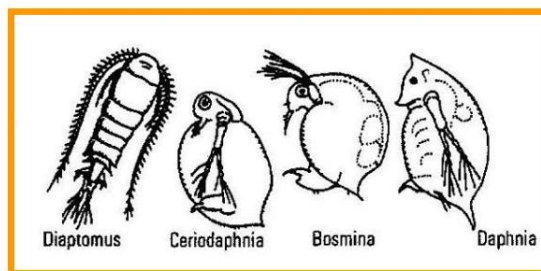
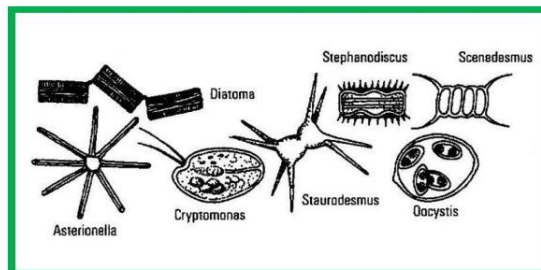


Změny ve tvaru těla v průběhu roku u perloočky rodu *Daphnia*

Plankton lze rozčlenit do několika skupin, mezi nimiž fungují potravní vztahy.

**Fytoplankton** (rostlinný plankton) je potravou pro **býložravý zooplankton** (živočišný plankton). Ten je požírán **dravými zástupci zooplanktonu**.

Celé společenstvo i jeho jednotlivé skupiny slouží rovněž za potravu mnohým tzv. „planktonožravým“ vodním živočichům.



4

## Co tu všechno žije?

NEZMAR (rod *Hydra*)



Typická skupina řádu nezmarů, kteří vynikají schopností regenerace a na rozdíl od jiných žahavců nevytvářejí pohyblivé stádium – medúzu.

CHOBOTNATKA (rod *Piscicola*)



Jedná se o rod vodních pijavic žijících se rybi krví.

PLOŠTĚNKA (rod *Polycelis*)



Tento rod ploštěnek je charakteristický větším počtem očí. Při bližším zkoumání obrázku jich zahlédnete mnoho v řadě.

## Zástupci členovců:

BERUŠKA VODNÍ (*Asellus aquaticus*)



Navzdory jménu se jedná o vodního koryše, který má bliže k rakům než broukům. Živí se organickými zbytky.

SLÍDÁK (rod *Pirata*)



Rod *Pirata* zahrnuje pavouky schopné se potápět a plavat. Některé druhy dokonce dokáží běhat po vodní hladině.

ZNAKOPLAVKA OBEČNÁ (*Notonecta glauca*)



Tato dravá vodní ploštěnce plave břišní stranou nahoru („na znak“) pomocí třetího páru obrvených nohou.

Řada zástupců hmyzu vytváří ve vodě žijící larvy, které se značně liší vzhledem i způsobem života od dospělců:



VODOMIL (řád brouci)



ŠÍDLO (řád vážky)

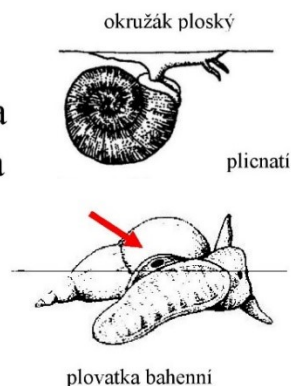


JEPICE (řád jepice)

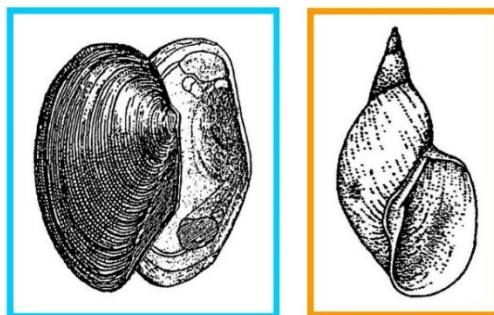
## 5

## Vodní měkkýši

Mezi naše vodní měkkýše řadíme plže a mlže. U plžů rozeznáváme dvě skupiny, z nichž jedna pochází z moře a dýchá žábami (předožábří), a druhá do vody pronikla ze souše a musí tedy nadále využívat vzdušný kyslík (plicnatí). Plicnatí plži si však stihli vyvinout kožní dýchání, které jim prodlužuje čas mezi **nádechy na vodní hladině**.



Méně našich zástupců patří mezi mlže, kteří se od plžů liší tím, že nemají hlavu, ale zato vytvářejí dvoudílnou schránku – tzv. **lastury**. Obě části jsou spojené svaly a vazy. U plžů je schránka jednodílná a nazýváme ji **ulita**.



### Zástupci z Šeberovských rybníků



PLOVATKA BAHENNÍ (*Lymnaea stagnalis*)



SVINUTEC ZPLOŠTĚLÝ  
(*Anisus vortex*)

suchozemští zástupci:



JANTARKA OBECNÁ (*Succinea putris*)



OBLOVKA LESKLÁ (*Cochlicopa lubrica*)



ŠKEBLE RYBNÍČNÁ (*Anodonta cygnea*)

## 4.3 Metodika sběru vzorků a vyhodnocování dat

### 4.3.1 Metodika sběru vzorků

V rámci praktické části práce jsem usilovala o využití co nejšetrnějších metod sběru a získávání dat vzhledem ke zdraví a životu lovených bezobratlých živočichů. Veškeré odchycené organismy jsem se snažila navrátit nepoškozené a co nejméně ovlivněné zpět do původního prostředí, a proto jsem zvolila fotografování organismů přímo v terénu namísto jejich přenášení a usmrcování, ačkoliv to znamenalo obecnější a nepřesnější údaje při konzultování jejich zařazení do taxonomického systému. Z toho důvodu jsem se rozhodla uskutečnit ještě jednu (čtvrtou) návštěvu Šeberovských rybníků s přizvanou vedoucí bakalářské práce.

**Pomůcky:** akvaristická síťka s držadlem délky 25 cm a průměrem oka 0,8 mm, polokulovité kovové síto s průměrem ok 0,8 mm, miska na vývojku, hluboký plastový talíř na jedno použití, botanická lupa, malá miska o průměru 3,5 cm, fotoaparát značky Nikon COOLPIX S7000, entomologická pinzeta.

#### **Postup odchyty:**

- 1) Nejprve jsem vyhledala přístupnou část břehu rybníka.
- 2) Vyndala jsem jednu z bílých misek a do zhruba jedné čtvrtiny výšky ji naplnila čistou vodou z právě zkoumaného rybníka.
- 3) Akvaristickou síťku jsem ponořila do vody a smýkavým pohybem, ve vzdálenosti dosažitelné z břehu, nabrala přítomný obsah.
- 4) Ze síťky jsem nechala odkapat vodu, odstranila větší kusy přírodnin a zbylý obsah síťky překlátila do misky.
- 5) Postup jsem opakovala vícekrát v závislosti na množství ulovených jedinců. V případě jejich nedostatku jsem síťkou navíc rozvířila dno a „smýkala“ síť v zakalené oblasti.

Ad 1) Snažila jsem se lovit na místech, která by byla dobře dostupná i pro návštěvníky naučné stezky. Navíc jsem si záměrně vybírala místa poblíž pravděpodobného umístění jednotlivých informačních tabulí. Pouze v případě Mlýnského rybníka jsem provedla odlov

na opačné straně rybníka, než by mělo být umístěno zastavení, jelikož břeh byl na daném místě špatně dostupný.

Ad 3) Na čtvrté návštěvě Šeberovských rybníků jsme kromě akvaristické sítky ke sběru vzorků použily i polokulovité kovové síto, kterým jsme namísto smýkání procezovaly ponořené části rostlin a substrát dna. Pro snazší odběr vzorků ze síta jsme rovněž využily entomologickou pinzetu.

#### **4.3.2 Technika pořizování obrazového záznamu**

- 1) Na stabilní místo v terénu jsem položila bílou misku s odchycenými organismy.
- 2) Fotoaparátem nastaveným na režim makro jsem zhotovila vždy několik snímků jednotlivých organismů nebo jejich identifikovatelných částí (svlečky, schránky).
- 3) Misky jsem po pořízení fotografií vylila a vypláchla, dokud nebyly všechny viditelné organismy a partikule vyplaveny.
- 4) Veškeré fotografie jsem protřídila a nejkvalitnější z nich poslala vedoucí práce ke konzultaci zařazení vzorků do taxonomického systému.

Ad 2) V případě problémů se zachycením a zaostřením rychle se pohybujících či drobných vzorků jsem se pokusila o jejich přesun do menšího prostoru (malá miska o průměru 3,5 cm) a následné vyfocení. U příliš drobných organismů jsem fotila navíc přes biologickou lupu.

Ad 3) a 5) Vzhledem k tématu bakalářské práce jsem svou pozornost při sběru vzorků zaměřovala na druhy žijící na vodní hladině a v její blízkosti ve svrchních vrstvách vodního sloupce.

#### **4.3.3 Vyhodnocení dat**

Tabulky č. 1–5 zobrazují výsledky odchytů z vybraných vodních ploch během prvních tří návštěv komplexu Šeberovských rybníků – 8. 9. 2018, 23. 9. 2018 a 3. 5. 2019. Údaj v prvním řádku tabulek udává datum sběru, druhý řádek uvádí seznam zaznamenaných organismů, které jsou řazeny podle vzájemné příbuznosti. Závorka vždy obsahuje

systematické zařazení vzorku včetně latinského názvu nejnižšího taxonu zjištěného v rámci konzultace a určování vzorků z fotografií. Dále jsem zaznamenala vývojová stadia chycených vzorků v případě, že se jednalo patrně o jiného než dospělého jedince. Závorka může obsahovat i další identifikační údaje a obecnou zmínku o kvantitativním výskytu konkrétního živočicha na místě odlovu.

Tabulka č. 1 – Fauna zaznamenaná při průzkumu Hrnčířského rybníka

8. 9. 2018	23. 9. 2018	3. 5. 2019
klešťanka (nadč. Corixoidea; nymfa)	ploštice (infrařád Nepomorpha; nymfa)	máloštětinátec (třída Oligochaeta), dvoukřídílí (řád Diptera; několik larev)

Tabulka č. 2 – Fauna zaznamenaná při průzkumu Sladkovského rybníka

8. 9. 2018	23. 9. 2018	3. 5. 2019
Nebyl zaznamenán žádný živý organismus	bruslařka (r. <i>Gerris</i> ; mnoho)	perloočka (podř. Cladocera; mnoho), buchanka (řád Cyclopoida), chvostoskok (r. <i>Podura</i> ; mnoho), chvostoskok (řád Collembola; mnoho), ploštice (infrařád Nepomorpha; nymfa), znakoplavka (čel. Notonectidae; nymfa), dvoukřídílí (řád Diptera; larva a dospělec)

Tabulka č. 3 – Fauna zaznamenaná při průzkumu rybníka Jordán

8. 9. 2018	23. 9. 2018	3. 5. 2019
Nebyl zaznamenán žádný živý organismus	Nebyl zaznamenán žádný živý organismus	chvostoskok (r. <i>Podura</i> ; mnoho), dvoukřídílí (řád Diptera; larva)

Tabulka č. 4 – Fauna zaznamenaná při průzkumu rybníka Brůdek

8. 9. 2018	23. 9. 2018	3. 5. 2019
chobotnatka (r. <i>Glossiphonia</i> ), chobotnatka (r. <i>Piscicola</i> ), perloočka (podř. Cladocera; mnoho), slíd'ák (r. <i>Pirata</i> ), chvostoskok (r. <i>Podura</i> ; mnoho),	perloočka (podřád Cladocera), buchanka (řád Cyclopoida), jepice (řád Ephemeroptera; larva; několik), chvostoskok (r. <i>Podura</i> ; několik), bruslařka (r.	buchanka (řád Cyclopoida; několik), chvostoskok (r. <i>Podura</i> ), jepice (řád Ephemeroptera; larva)



jepice (řád Ephemeroptera; larva), bruslařka (r. <i>Gerris</i> ; několik)	<i>Gerris</i> ; mnoho), ploštice (infrařád Nepomorpha; nymfa)	
---	---	--

Tabulka č. 5 – Fauna zaznamenaná při průzkumu Mlýnského rybníka

8. 9. 2018	23. 9. 2018	3. 5. 2019
Nebyl zaznamenán žádný živý organismus	škeble (podč. Unioninae), bruslařka (r. <i>Gerris</i> )	dvoukřídílí (řád Diptera; larva; mnoho), pakomár (čel. Chironomidae; vylíhlá kukla)

Vzhledem k mnohem přesnějším a bohatším výsledkům získaným během poslední návštěvy jsem se rozhodla o jejich oddělenou a podrobnější rekapitulaci pod tabulkami. Systém zaznamenávaných informací odpovídá již využitému systému v tabulkách č. 1–5.

### Výsledky odlovu 11. 6. 2019

#### Hrnčířský rybník

plovatka malá (*Galba truncatula*)  
oblovka lesklá (*Cochlicopa lubrica*)  
vodule (r. *Hydrachna*)  
chvostoskok (řád Collembola)  
člunovka (r. *Plea*)  
klešťanka (nadč. Corixoidea)  
znakoplavka (r. *Notonecta*)  
larva vodomila (čel. Hydrophilidae)  
pakomárovití (svlečka; čel. Chironomidae)

#### Sladkovský rybník

nezmar (r. *Hydra*; hnědý druh)  
ploštěnka (r. *Polycelis*)  
mechovka (r. *Plumatella*)  
pijavka (řád Arhynchobdellida; kokon)  
okrouhllice rybníčná (*Musculium lacustre*)

hrachovka obecná (*Pisidium casertanum*)  
beruška vodní (*Asellus aquaticus*)  
vážka (podř. Zygoptera; larva)  
vážka (podř. Anisoptera; larva)  
jepice (řád Ephemeroptera, larva)  
člunovka (r. *Plea*)  
klešťanka (nadč. Corixoidea)  
mokřadníkovitý brouk (čel. Scirtidae; larva)  
pakomár (čel. Chironomidae; larva)  
pestřenka (čel. Syrphidae; larva)

### **Jordán**

pijavka (řád Arhynchobdellida; kokon)  
plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*)  
jantarka podlouhlá (*Succinella oblonga*)  
jantarka obecná (*Succinea putris*)  
kružník (r. *Gyraulus*)  
okrouhlice rybničná (*Musculium lacustre*)  
škeble (čel. Unionidae)  
perloočka (podřád Cladocera; mnoho)  
beruška vodní (*Asellus aquaticus*)  
chvostoskok (řád Collembola)  
šidélko (nadč. Coenagrionoidea; larva)  
jepice (řád Ephemeroptera; larva)  
znakoplavka (r. *Notonecta*)  
bruslařka (r. *Gerris*)  
bodule (podč. *Naucorinae*)

### **Brůdek**

ploštěnka říční (*Dugesia polychroa*)

mechovka (kmen Bryozoa)  
uchatka nadmutá (*Radix auricularia*)  
kružník bělavý (r. *Gyraulus albus*)  
svinutec zploštělý (*Anisus vortex*)  
člunka pravohrotá (*Ferrissia fragilis*)  
perloočka (podř. Cladocera)  
slíďák (r. *Pirata*)  
chvostoskok (řád Collembola)  
vážka (řád Odonata)  
bruslařka (r. *Gerris*)  
člunovka (r. *Plea*)  
splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)

### **Mlýnský rybník**

mechovka (kmen Bryozoa)  
pijavka (řád Arhynchobdellida; kokon)  
slimáček (r. *Deroceras*)  
jantarka obecná (*Succinea putris*)  
buchanka (řád Cyclopoida)  
vodule (r. *Hydrachna*)  
slíďák (r. *Pirata*)  
chvostoskok (řád Collembola)  
šidélko (podř. Zygoptera; larva)  
člunovka (r. *Plea*)  
splešťule blátivá (*Nepa cinerea*)  
vodomil (čel. Hydrophilidae; larva)

## **Závěr**

Hladina může být místem k životu, podkladem pro pohyb či zakotvení, místem rozmnožování, kladení vajíček, kuklení i líhnutí a dalších důležitých okamžiků v životě bezobratlých organismů. Rovněž je využívána různými druhy rostlin, které zde nacházejí prostor k životu, zdroj světla, kontakt s opylovači (hmyzosprašné rostliny) či větrem (větrosprašné rostliny) atd.

Hladina může být využívána po celý život konkrétního druhu organismu nebo jeho části, případně pouze příležitostně s větší či menší důležitostí pro jeho existenci. Životy některých bezobratlých živočichů na hladině vyhasínají a toho využívají jiné specializované organismy, přizpůsobení životu na vodě, které je požírají. Tento fascinující svět jsem se snažila touto prací přiblížit jak soupisem teoretických poznatků, tak i prostřednictvím tvorby edukativní naučné stezky, která propojuje téma vodní hladiny s dalšími souvisejícími problematikami.

## Seznam použitých informačních zdrojů

- AMBROŽOVÁ, Jana, 2001. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. 226 s. ISBN 80-7080-463-7.
- BARTOŠ, Emanuel a Jaroslav ŠLAIS, 1967. *Fauna ČSSR*. Sv. 17, Želvušky - Tardigrada. Praha: Academia.
- BELLMANN, Heiko, 2015. *Hmyz, nový průvodce přírodou*. Praha: Knižní klub. 255 s. ISBN 978-80-242-4708-3.
- BRÖNMARK, Christer a Lars-Anders HANSSON, 2006. *The biology of lakes and ponds. Biology of habitats*. 2nd ed. Oxford: Oxford Univ. Press. 285 s. ISBN 0-19-851613-4.
- DUCHÁČ, Václav, Karel HŮRKA, Jan BUCHAR a Jan LELLÁK, 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia. 285 s. ISBN 80-85827-81-6.
- DYTRTOVÁ, Radka a Ondřej ŠPULÁK, 2004. Využívání alternativních organizačních forem v rámci didaktiky. In: *Strukturované studium geologie, biologie a environmentální výchovy. Acta katedry biologie a ekologické výchovy Univerzity Karlovy v Praze – Pedagogické fakulty. Svazek 10*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta, s. 47–53. ISBN 80-7290-191-5.
- HANEL, Lubomír a Eva LIŠKOVÁ, 2003. *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta. 74 s. ISBN 80-7290-131-1.
- HARTMAN, Pavel, Ivo PŘIKRYL a Eduard ŠTĚDRONSKÝ, 2005. *Hydrobiologie*. 3., přeprac. vyd. Praha: Informatorium. 359 s. ISBN 80-7333-046-6.
- HEJNÝ, Slavomil, 2000. *Rostliny vod a pobřeží*. Praha: East West Publishing. 118 s. ISBN 80-7219-000-8.
- HORSÁK, Michal, Lucie JURÍČKOVÁ a Jaroslav PICKA, 2013. *Měkkýši České a Slovenské republiky*. 1. vyd. Zlín: Kabourek. 264 s. ISBN 978-80-86447-15-5.
- CHYTRÝ, Milan, 2011. *Vegetace České republiky*. 3, Vodní a mokřadní vegetace. 1. vyd. Praha: Academia. 827 s. ISBN 978-80-200-1918-9.
- JAVOREK, Vladimír, 1978. *Kapesní atlas ploštic a křísů*. Obrazové atlasy pro všeobecné vzdělávací školy. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 398 s.

- KREMER, Bruno P., Gunter STEINBACH a Hermann MUHLE, 1998. *Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty: evropské druhy*. Průvodce přírodou. 1. vyd. Praha: Knižní klub. 286 s. ISBN 80-7176-804-9.
- KŮRKA, Antonín, Milan ŘEZÁČ, Rudolf MACEK a Jan DOLANSKÝ, 2015. *Pavouci České republiky*. 1. vyd. Praha: Academia. 622 s. ISBN 978-80-200-2384-1.
- LELLÁK, Jan, Jan FOTT a Vladimír KOŘÍNEK, 1982. *Biologie vodních živočichů*. Praha: Univerzita Karlova. 220 s.
- LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK, 1992. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
- PAPÁČEK, Miroslav, Vlasta MATĚNOVÁ, Josef MATĚNA a Tomáš SOLDÁN, 2000. *Zoologie*. 3. vyd. Praha: Scientia. 285 s. ISBN 80-7183-203-0.
- REICHHOLF, Josef, 1998. *Pevninské vody a mokřady: ekologie evropských sladkých vod, luhů a bažin*. 1. vyd. Praha: Ikar. Průvodce přírodou. 223 s. ISBN 80-7202-185-0.
- REICHHOLF-RIEHMOVÁ, Helgard, 1997. *Hmyz a pavoukovci*. Praha: Ikar. 287 s. ISBN 80-7202-196-6.
- SEDLÁK, Edmund, 2003. *Zoologie bezobratlých*. Druhé přepracované vydání. Brno: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. 336 s. ISBN 80-210-2892-0.
- SCHUBERT, Alfred Andreas a Jan LELLÁK, 1973. *Život ve sladkých vodách*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 285 s.
- SKOUMALOVÁ, Anna a Lubomír HROUDA, 2018. *Rostliny naší přírody*. 1. vydání. Praha: Academia. 850 s. ISBN 978-80-200-2867-9.
- SMRŽ, Jaroslav, 2013. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. 1. vyd. Praha: Karolinum. 192 s. ISBN 978-80-246-2258-3.
- ŠÁLEK, Jan, 1996. *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. Ostrava: Ministerstvo životního prostředí České republiky. Services for universities (PHARE). 141 s. ISBN 80-7078-370-2.
- VANĚK, Vlastimil a Jiří STODOLA, 1987. *Vodní a vlhkomilné rostliny. 100 nejkrásnějších*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 305 s.
- ZAHRADNÍK, Jiří, 2008. *Brouci*. Fotografický atlas. Praha: Aventinum. 288 s. Edice Fotografické atlasy. ISBN 978-80-86858-43-2.

## Internetové zdroje

BioLib [online]. Copyright 1999-2019 BioLib. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/>

DITRICH, Tomáš a Miroslav PAPÁČEK. Obyčejná i neobyčejná hladinatka. In: *Živa* [online]. 2008, 5, 218–219. ISSN 0044-4812. [cit. 28. 5. 2019]. Dostupné z: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/obycejna-i-neobycejna-hladinatka.pdf>

HOSKOVEC, Ladislav. Veškeré druhy rostlin České republiky (Abies – Hyssopus). In: *botany.cz* [online]. 17. 1. 2008. [cit. 11. 5. 2019]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/kvetena-ceske-republiky/>

HOSKOVEC, Ladislav. Veškeré druhy rostlin České republiky (Iberis – Zinnia). In: *botany.cz* [online]. 17. 1. 2008. [cit. 11. 5. 2019]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/kvetena-ceske-republiky-2/>

*Plán péče o přírodní památku Hrnčířské louky na období 2010–2022.* [cit. 6. 7. 2019]. Dostupné z: <http://www.praha-priroda.cz/priloha/51c199b8737d5/plan-pece-pp-hrncirske-louky-2010-2022-s-prilohami-51cc2be7cf88f.pdf>

*Seznam zvláště chráněných rostlin a živočichů podle § 56 odst. 1 a 2 zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.* [cit. 10. 7. 2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvlaste\\_chranene\\_druhy/\\$FILE/OP-seznam\\_ZCHD-20150527.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvlaste_chranene_druhy/$FILE/OP-seznam_ZCHD-20150527.pdf)

*Šeberovské rybníky.* [cit. 6. 7. 2019]. Dostupné z: [http://www.mistopis.eu/mistopiscr/praha/praha11/seberovske\\_rybniky.htm](http://www.mistopis.eu/mistopiscr/praha/praha11/seberovske_rybniky.htm)

Wikimedia Commons [online]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org>