

VODA

příručka k projektu OPPA

Podpora vzdělávání studentů středních škol
v přírodovědných předmětech a matematice

ZUZANA HOŘICKÁ

UK v Praze – Pedagogická fakulta

Praha 2014



Evropský sociální fond

Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti

VODA

RNDr. Zuzana Hořická, Ph.D.

Jazyková korektura: PhDr. Josef Lesák

Grafická úprava a sazba: Ing. arch. Olga Badová

Obálka: Ing. arch. Olga Badová

ISBN 978-80-7290-754-0

Vydala Univerzita Karlova v Praze – Pedagogická fakulta v roce 2014.

Tisk: RETIDA spol. s r.o., www.retida.cz

OBSAH

ÚVODNÍ SLOVO GARANTA	5
O PROJEKTU	7
SEZNAM KURZŮ	8
PŘÍRUČKU A KURZ PŘIPRAVILA	12
VODA	15
VODNÍ BIOCENÓZY	15
NAUKY O VODĚ: HYDROBIOLOGIE A LIMNOLOGIE	24
KDE LZE HYDROBIOLOGII NEBO LIMNOLOGII V ČESKÉ REPUBLICE STUDOvat?	29
UPLATNĚNÍ ABSOLVENTŮ	35
JAK SE PŘIPRAVIT NA PŘIJÍMACÍ ŘÍZENÍ?	36
OCHRANA VODY, VÝZNAM OCHRANY VODY	38
ZNEČIŠTĚNÍ VOD (HLAVNÍ PROBLÉMY)	39
VODA A PRÁVNÍ PŘEDPISY	41
DOMÁCÍ LABORATOŘ	46
POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA	46
ZAJÍMAVÉ INTERNETOVÉ ZDROJE	49
PODĚKOVÁNÍ	49

Vážení kolegové,

dostává se vám do rukou studijní příručka, která je podporou stejnojmenné vzdělávací akce. Příručky i kurzy vznikly v rámci projektu Podpora vzdělávání studentů středních škol v přírodovědných předmětech a matematice (CZ.2.17/3.1.00/36215) a budou do února 2015 bezplatně nabízeny studentům dvou posledních ročníků pražských středních škol a absolventi dostávají náležitý certifikát.

Lektoři kurzů byli pečlivě vybíráni. Kurzy jsou navrženy tak, aby účastníkům představily vybraná témata z oboru.

Environmentální témata v kurzech nabízená jsou zajímavá a lze je aplikovat do realizace průřezového tématu environmentální výchova.

Všechny nabízené kurzy projektu a další podrobnosti naleznete na webových stránkách <http://popularizacevedy.cuni.cz>.

Věříme, že pro vás tato nabídka bude atraktivní a že najdete v následujícím textu téma či témata, která vás zaujmou.

Kateřina Jančaříková

O PROJEKTU

Projekt:

CZ.2.17/3.1.00/36215

Název projektu:

Podpora vzdělávání studentů středních škol v přírodovědných předmětech a matematice

Operační program:

OP Praha – Adaptabilita

Období realizace projektu:

červenec 2013 – únor 2015

Řešitelské pracoviště:

Katedra biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta UK v Praze

Kontaktní osoba projektu:

Mgr. Anna Pošvicová, anna.posvicova@pedf.cuni.cz, +420 724 439 548

Cílem projektu

Je zlepšit a zatraktivnit výuku přírodovědných předmětů a matematiky na středních školách a rozvíjet spolupráci pražských gymnázií a dalších středních škol s Univerzitou Karlovou. Snažíme se podpořit zájem středoškolských studentů o vědu a seznámit je s vybranými nejnovějšími poznatky vědeckého výzkumu z oblasti biologie, environmentalistiky a ekologie, chemie a matematiky.

Cílová skupina projektu:

Aktivity projektu jsou nabízeny třem skupinám zájemců, a to:

- studentům středních škol (celým třídám),
- učitelům přírodovědných předmětů a matematiky,
- studentům středních škol se zájmem o přírodovědná témata či matematiku (jedincům či malým skupinám vybraných studentů z posledních dvou ročníků středních škol).

Místo realizace:

Vzdělávací akce budou realizovány jak v prostorách UK, tak i na všech pražských SŠ, které nabídky UK využijí. Všechny kurzy budou studentům a pedagogickým pracovníkům z Prahy nabízeny bezplatně.

Přihlášení na kurzy:

Více informací – stejně jako i elektronické přihlášky a kalendáře akcí – naleznete na webových stránkách projektu <http://popularizacevedy.cuni.cz>. Pro přihlášení na akci vyplňte prosím elektronickou přihlášku a vyberte si jeden z nabízených termínů kurzu, případně můžete nějaký termín navrhnout a my vás budeme dále kontaktovat.

SEZNAM KURZŮ

PRO SŠ TŘÍDY	AUTOR INFORMAČNÍ PŘÍRUČKY
BIOLOGIE	
Botanická zahrada jako prostor pro výuku (i odborná pozorování) (<i>exkurze 2 h</i>)	doc. RNDr. Lubomír Hrouda, CSc. Mgr. Věra Hroudová
Přírodovědná exkurze do Prokopského údolí (Chráněná pražská příroda jako ideální výukový i demonstrační prostor) (<i>exkurze 2–4 h</i>)	doc. RNDr. Lubomír Hrouda, CSc. Mgr. Dagmar Říhová
Ornitologická exkurze na zimoviště v centru, na severu a na jihu Prahy (<i>exkurze 2 h</i>)	Ing. Jan Andreska, Ph.D. RNDr. Jenny Andresková
Nebezpečné rostliny (invazní, jedovaté, alergenní) (<i>přednáška 2 h</i>)	RNDr. Zdeňka Chocholoušková, Ph.D.
Intimní život (lučních) rostlin (<i>přednáška 2 h</i>)	doc. RNDr. Lubomír Hrouda, CSc.
Exkurze na zimoviště netopýrů v Českém krasu (<i>exkurze 4 h</i>)	RNDr. Jenny Andresková Ing. Jan Andreska, Ph.D.
ENVIRONMENTALISTIKA	
Půda – příklad složitého a komplexního (eko)systému (<i>přednáška 2 h</i>)	prof. Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc.
CITES: proč a jak bojujeme proti překupníkům (<i>přednáška 2 h</i>)	Mgr. Pavla Říhová
Ochrana ohrožených druhů zvířat a rostlin (<i>přednáška 2 h</i>)	Mgr. Pavla Říhová
Voda v krajině (<i>přednáška 2 h</i>)	Jitka Rosická
Město a lidé (<i>přednáška 2 h</i>)	Jitka Rosická
Moderní otázky ochrany přírody a environmentalistiky (<i>přednáška 2 h</i>)	RNDr. Zdena Hrsinová Křesinová, Ph.D. RNDr. Tomáš Cajthaml, Ph.D.

PRO SŠ TŘÍDY	AUTOR INFORMAČNÍ PŘÍRUČKY
CHEMIE	
Léčiva – jejich historie, názvosloví a osud v organismu (přednáška 2 h)	Ing. Hana Kotoučová
Potravinářská aditiva a kontaminanty (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Karel Holada, CSc.
Tuky – jejich získávání, zpracování a využití (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Karel Holada, CSc.
Pohled do historie chemie a jejích předchůdců (přednáška 2 h)	RNDr. Pavel Zachař, CSc.
Toxické látky kolem nás (přednáška 2 h)	prof. Ing. František Liška, CSc.
Výroba anorganických kyselin a hydroxidů dříve a nyní (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Karel Holada, CSc.
MATEMATIKA	
Kontrolní součty ve světě kolem nás (přednáška 2 h)	RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D.
Gravitace a vesmír (přednáška 2 h)	Mgr. Vojtěch Pravda, Ph.D.
Od naměřených dat k jejich matematickému popisu pomocí funkce a zase zpátky (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Karel Segeth, CSc.
Matematika ve světě financí (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Jarmila Robová, CSc. doc. RNDr. Oldřich Odvárko, DrSc.
Matematika a bankovníctví (přednáška 2 h)	Mgr. Veronika Tůmová
Matematické modelování změn klimatu (přednáška 2 h)	doc. RNDr. Jaroslava Kalvová, CSc.

PRO PEDAGOG. PRACOVNÍKY SŠ	AUTOR METODICKÉ PŘÍRUČKY
BIOLOGIE	
Komplexní biologická exkurze	doc. RNDr. Lubomír Hrouda, CSc. prof. RNDr. Lubomír Hanel, CSc. Ing. Jan Andreska, Ph.D. Mgr. Dagmar Říhová
Vybrané kapitoly z biologie: Rozmnožování živočichů: teorie a praxe	Mgr. Alena Balážová
Ochrana přírody z pohledu biologa: nemoci v přírodě	Mgr. Vojtech Baláž, Ph.D. MVDr. Tomáš Najer
ENVIRONMENTALISTIKA	
Nové a osvědčené metody realizace ekologie, environmentalistiky a environmentální výchovy	PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D.
Doporučené očekávané výstupy: inovativní metodická podpora průřezového tématu environmentální výchova	Mgr. Petra Šimonová PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D.
Problémy životního prostředí a jak rozvíjet akční strategie k jejich řešení	Jitka Rosická Mgr. Lucie Kopecká
Křídlatka – rostlina hodná pozornosti (nejen) badatelů	RNDr. Marcela Kovářová RNDr. Helena Koblihová
Laboratorní cvičení bez laboratoře	prof. Ing. Jan Frouz, CSc.
CHEMIE	
Pokusy s běžně dostupnými látkami	prof. RNDr. Pavel Beneš, CSc. PhDr. Martin Rusek, Ph.D.
Moderní analytické metody	doc. RNDr. Karel Holada, CSc. PhDr. Martin Adamec, Ph.D.
Toxické látky a léčiva	Ing. Hana Kotoučová
MATEMATIKA	
Dynamická matematika	RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D.
Alternativní přístup k matematické analýze	RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D.
Chyby, překážky a výuka matematiky	prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

PRO MATURANTY	AUTOR STUDIJNÍ PŘÍRUČKY
BIOLOGIE	
Biologie známá neznámá: Molekulární biologie a fyziologie – praktický kurz pro pokročilejší zájemce (<i>dlouhodobý kurz</i>)	RNDr. Petr Zouhar Bc. Jana Pilátová
Biologické invaze (zejména rostlinné) (<i>krátkodobý kurz</i>)	RNDr. Kateřina Štajerová RNDr. Martin Hejda, Ph.D. Ing. Jan Pergl, Ph.D.
Botanická zahrada jako prostor pro výuku i vědu (<i>krátkodobý kurz</i>)	doc. RNDr. Lubomír Hrouda, CSc. Mgr. Věra Hroudová
Ochrana stanovišť a populací vzácných druhů – praktické ukázky (<i>krátkodobý kurz</i>)	RNDr. Filip Kolář
ENVIRONMENTALISTIKA	
Jak číst a psát odborný text (<i>dlouhodobý kurz</i>)	prof. Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc. Mgr. Olga Vindušková
Environmentální exkurze: Sokolovsko (<i>krátkodobý kurz</i>)	prof. Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc.
Půda a život v ní (<i>krátkodobý kurz</i>)	Mgr. Martin Bartuška prof. Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc.
Vzduch (<i>krátkodobý kurz</i>)	RNDr. Jan Hovorka, Ph.D. doc. RNDr. Iva Hůnová, CSc. Mgr. Petra Pokorná
Voda (<i>krátkodobý kurz</i>)	RNDr. Zuzana Hořická, Ph.D.
CHEMIE	
Moderní analytické metody (<i>dlouhodobý kurz</i>)	doc. RNDr. Karel Holada, CSc. PhDr. Martin Adamec, Ph.D.
Počítač a chemie (<i>krátkodobý kurz</i>)	PhDr. Martin Rusek, Ph.D. Mgr. Dagmar Stárková
Získávání a úprava vody (<i>krátkodobý kurz</i>)	PhDr. Martin Rusek, Ph.D. Mgr. Dagmar Stárková
Fyzikální chemie, koloidy a nanosvět kolem nás (<i>krátkodobý kurz</i>)	doc. Ing. Lidmila Bartovská, CSc.
MATEMATIKA (on-line dlouhodobé kurzy s podporou v prostředí Moodle)	
Kompendium středoškolské matematiky	RNDr. Alice Bílá, Ph.D. RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D. Mgr. Veronika Havelková Joel Jančařík
Matematická analýza	RNDr. Alice Bílá, Ph.D. RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D.
Matematický software	RNDr. Antonín Jančařík, Ph.D. Mgr. Veronika Havelková RNDr. František Mošna, Ph.D.

RNDr. Zuzana Hořická, Ph.D.

Zuzana Hořická (*1959) je hydrobiolog a limnolog, odborný asistent Ústavu pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (ÚŽP PřF UK). Na pražské přírodovědecké fakultě, kde celý život působí, vystudovala obor Systematická biologie a ekologie se specializací na hydrobiologii. Zabývá se zejména problematikou antropogenní acidifikace horských vod a jejich zotavování z acidifikace a ekologickou strategií vodních organismů, zajímá se o paleolimnologii.

Voda (latinsky *aqua*) je podivuhodná látka s mimořádnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi, jedna z nezbytných podmínek života na Zemi, zcela nepostradatelná pro lidský organismus. Vyskytuje se ve třech skupenstvích, přičemž kapalná voda existuje zřejmě pouze na Zemi, kde pokrývá téměř tři čtvrtiny jejího povrchu. Také naše tělo tvoří ze dvou třetin voda. V přírodě voda neustále koluje.

Voda je živel, možná nejzáhadnější ze všech čtyř živlů – je krásná, životadárná i divoká a nebezpečná. S nejrůznějšími aspekty toho, co je voda, co znamená pro lidský život a kulturu a také jak člověk ovlivňuje kvalitu a zásoby vody na Zemi, se lze seznámit např. v knize *Živel voda* (Bratrych, 2005).

Voda je také zcela svébytným prostředím, které nám při běžném pohledu zůstává utajené. Pod hladinou vodních ploch se skrývá celý svět organismů (živočichů a rostlin nejrůznější velikosti, hub, sinic a jednobuněčných organismů řazených mezi prvoky), které jsou vodnímu prostředí specificky přizpůsobeny, a jejich vztahů, často velmi zajímavých a zvláštních.

VODNÍ BIOCENÓZY

Organismy vytvářejí ve vodách různá *společenstva* (biocenózy). Ta se liší nejen podle toho, zda se jedná o vodu slanou či sladkou, stojatou nebo tekoucí, ale také podle fyzikálně-chemických vlastností prostředí a podle částí vodních těles, která obývají.

Společenstvo drobných organismů, které se vznášejí ve vodním sloupci a jsou unášeny vodními masami nebo mají jen omezené možnosti vlastního pohybu, se nazývá *plankton*. Pro pojmenování byl příhodně zvolen řecký výraz pro bezcílné bloudění či toulání. Rozlišujeme plankton živočišný – *zooplankton*, který je tvořen především prvoky, vírníky

a korýši, rostlinný plankton – *fytoplankton* (sinice a řasy) a bakteriální plankton – *bakterioplankton*. Planktonní společenstvo se vyskytuje v mořích i povrchových pevninských vodách, a to jak ve vodách stojatých, tak i v dolních, pomalu tekoucích úsecích řek. Představuje nenahraditelný zdroj potravy pro vodní bezobratlé i mnohé ryby a další obratlovce. Sám zooplankton, který může přes svou nepatrnou velikost (pohybující se ve sladkých vodách zhruba od 2 μm do několika cm) celkovou biomasou předčít všechny ostatní živočichy, plní v přírodě zásadní roli jako článek potravních sítí, stojící mezi fytoplanktonem (primárními producenty organické hmoty) a karnivorními živočichy.

Základními zástupci zooplanktonu sladkých vod jsou vírníci a drobní korýši: perloočky (Obr. 1) a klanonožci (buchanky a vznášivky). Vyskytují se v něm však také nálevníci, bičíkovci, kryténky a jiné měňavky, stejně jako další malí korýši – lasturnatky, larvy hmyzu (např. koreter, komárů a pakomárů), larvy některých mlžů a plůdek ryb.



Obrázek 1: Drobné perloočky rodu *Bosmina* (nosatička), které se vyskytují v zooplanktonu různých typů stojatých vod. Hojně jsou zejména ve vodách s vysokým predčním tlakem ryb. Jejich nápadný „nos“ tvoří dlouhá tykadélka, tykadla jsou naopak velmi krátká. Foto: Jan Fott

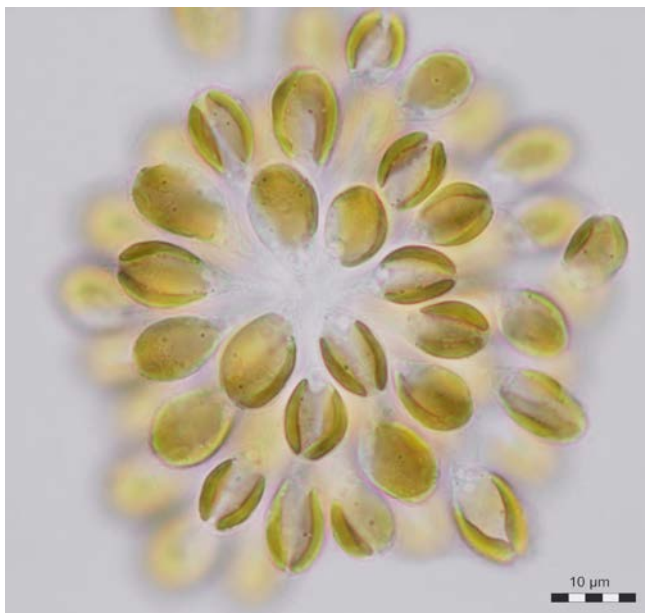
Mořský zooplankton je velmi různorodý, tvoří ho především klano-
nožci a mnozí větší koryši (krunýřovky, různonožci), ploutvenky, na-
hožábří plži, mnohoštětinatí červi, vršenky, žahavci (medúzky) a larvy
bentických nebo nektonních živočichů.

Řasy (eukaryotní autotrofní fotosyntetické organismy, jejichž tělo není
členěno na kořen, stonek a listy, ale tvoří tzv. stélku) a sinice (proka-
ryotní fotoautotrofní organismy) sladkých vod jsou většinou mikro-
skopické velikosti, některé však tvoří okem viditelné kolonie (Obr. 2).



Obrázek 2: Kolonie rozsivek a jiné planktonní řasy. Foto: Daniel Vondrák

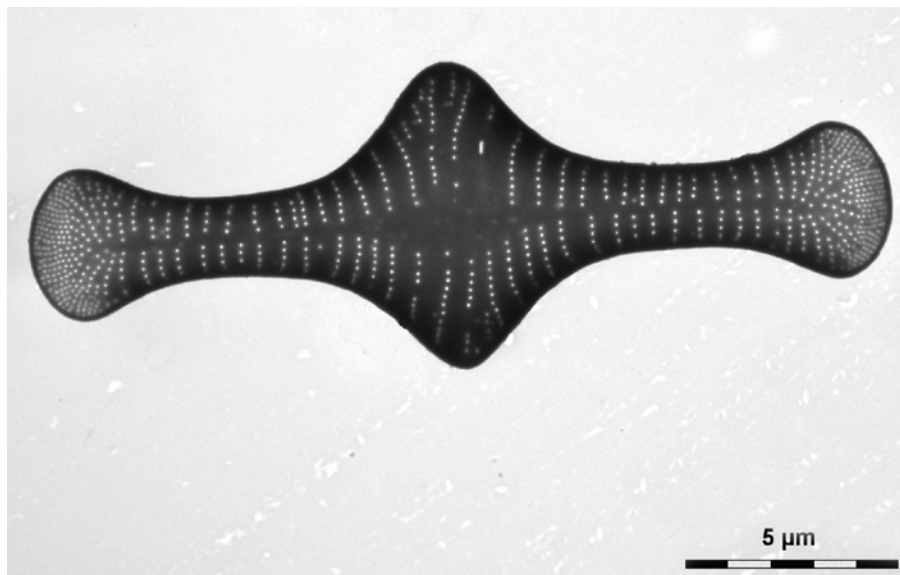
Řasy jsou jednobuněčné nebo mnohobuněčné (vláknité mnohobu-
něčné řasy, vyskytující se zejména mezi nárosty, mají makroskopický
charakter). Jejich zastoupení se velmi liší podle světelných a teplotních
poměrů stanoviště, kyselosti vody, množství živin a filtrujícího zoo-
planktonu – konzumentů řas. Obvykle dominují představitelé zelených
řas, běžné jsou také skrytěnky – bičíkovci s hnědými či modrozelenými
chloroplasty a zlativky s chloroplasty zlatavé barvy (Obr. 3). Zajímavou



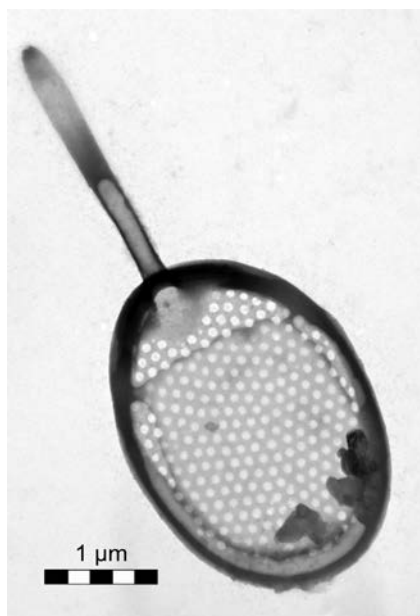
Obrázek 3: Koloniální zlativka rodu *Synura*. Foto: Lenka Procházková

skupinou řas jsou bičíkovci obrněnky, z nichž někteří tvoří velké schránky z celulózy, a rozsivky s křemičitými schránkami (Obr. 4). Některé zlativky mají buňku krytou křemičitými šupinkami (Obr. 5), které se překrývají jako tašky na střeše a jsou opatřeny ostny – toto „brnění“ slouží jako ochrana před konzumací zooplanktonem. U některých řas (obrněnek, zlativek) je známa **mixotrofie**, tj. schopnost žít se podle poměrů autotrofně či heterotrofně. Krásnoočka se obvykle také řadí mezi řasy, mají však i mixotrofní a heterotrofní zástupce (navíc k heterotrofnímu způsobu života mohou v prostředí s velkým obsahem živin přecházet i jejich zelení zástupci).

Hlavní složkou mořského fytoplanktonu jsou rozsivky. Hojně bývají i obrněnky, které se mohou za určitých podmínek přemnožit a vytvářet výrazné červenohnědé zbarvení pobřežních vod (tzv. rudý příliv – red tide). Tyto **vodní květy** (v české terminologii správně vegetační zákal) mohou být v důsledku produkce toxinů obrněnkami silně toxické jak pro mořské živočichy, kteří se jimi živí (korýše, měkkýše, ryby a další), tak pro konzumenty na vyšších trofických úrovních včetně člověka.



Obrázek 4: Rozsivka *Tabellaria flocculosa* s křemičitou schránkou v elektronovém mikroskopu. Foto: Lenka Procházková



Obrázek 5: Křemičitá šupina zlativky *Synura sphagnicola* v transmisním elektronovém mikroskopu. Foto: Lenka Procházková

V mořích se také vyskytují známé řasy s makroskopickými stélkami – červené (ruduchy), hnědé (chaluhy) a zelené (např. „mořský salát“, *Ulva lactuca*). Až na výjimky žijí přisedle na mořském dně.

K odběru planktonu slouží planktonní sítě (planktonky) z jemné syntetické tkaniny o různé hustotě ok (původně se pro lov nejmenších vodních živočichů používalo mlynářské hedvábí). Mají kuželovitý tvar, pevný kruhový rám a na zúženém konci jsou opatřeny výpustním zařízením. Pro kvalitativní odběry se většinou provádějí šikmé a horizontální tahy od břehu. Pro kvantitativní vzorkování jsou nejvhodnější vertikální tahy ode dna dlouhými sítěmi. Takto je odebráno ze zakotvené lodi, obvykle nad nejhlubším místem jezera či nádrže. Daleko přesnější výsledky o počtech organismů v různých hloubkách poskytují pevná odběrová zařízení z plexiskla ve tvaru kvádra nebo válce s různými mechanismy uzavírání vík. Ta se používají také pro odběr fytoplanktonu a bakterioplanktonu vedle otevřených trubic (sond). Vzorky zooplanktonu se ihned po odběru konzervují formaldehydem nebo ethanolem, vzorky sinic a řas vodním roztokem jódu a jodidu draselného (tzv. Lugolovým roztokem). Tak je možné uchovat odebraný materiál ve stavu, v jakém se nalézal v okamžiku odběru, pro pozdější analýzu.

Součástí vodních ekosystémů jsou vedle planktonu i další společenstva. Organismy, které aktivně plavou (ve sladkých vodách ryby, mihule, někteří obojživelníci a plazi, raci a nedospělá i dospělá stádia hmyzu, např. některých ploštic a brouků), tvoří **nekton** (ze starořeckého slova *nektós*, plovoucí). Zpravidla jsou větší a pohybují se rychleji než i ti zástupci planktonu, kteří se vyznačují určitým samostatným pohybem, jsou tedy ve vodách nejnápadnější. V mořích patří mezi nekton větší korýši (např. garnáti a krevety), medúzy, pásnice, mnohoštětinatí červi, pláštěnky a různí obratlovci: paryby (rejnoci a žraloci), mořské želvy, tučňáci a kytovci (velryby, delfini).

Vodní hladina je osídlena **neustonem** (mikroorganismy, které žijí nad nebo pod povrchovou blankou – bakteriemi a plísněmi, řasami, bičíkovci) a **pleustonem** (organismy využívajícími povrchového napětí vody, ať už se pohybují na hladině, jako např. chvostokoci nebo

ploštice vodoměrky a bruslačky či brouci vírníci, nebo jsou na ni zavěšeny ze spodní strany jako perloočky hladinovky).

Vedle tzv. volné vody (*pelagiálu*) lze u stojatých vod odlišit *litorál* – příbřežní mělké, dobře prosvětlené pásmo, často se zárostem makrovegetace, která skýtá živočichům úkryt a potravu. Litorální zóna proto bývá osídlena jiným a mnohdy rozmanitějším souborem druhů než pelagiál. Společenstvo břehů a dna (larvy hmyzu, nitěnky a jiní máloštetinatí červi, stejnonoží korýši berušky, měkkýši, avšak také přisedlé sinice a řasy) se nazývá *bentos*. Jedná se opět o řecký výraz (*benthos*), který označuje mořskou hlubinu.

Společenstva planktonu, nektonu a bentosu najdeme i v tekoucích vodách. Navíc se zde však vyskytuje společenstvo podříčního dna (až několik metrů hluboké zvodnělé vrstvy pod říčním tokem), *hyporeos*. Běžnými obyvateli takového prostředí, unikajícího pozornosti, jsou rozsivky, zelené řasy a sinice, prvoci, z živočichů např. želvušky, drobní měkkýši, korýši a hmyz (brouci, dvoukřídlí).

Plankton potoků a řek (*reoplankton*) je mnohem chudší než plankton stojatých vod, s vyšší rozmanitostí i biomasou ve spodních částech toků. Nacházíme v něm bakterie, sinice, z řas hlavně rozsivky a zelené řasy, prvoky (kryténky, nálevníky, bičíkovce), vírníky a korýše (buchanky i perloočky).

Naopak různorodé a často velmi bohaté je společenstvo bentosu potoků a řek – *reobentos*. *Zoobentos* (*makrozoobentos*) tvoří zejména larvy hmyzu (jepic, pošvatek, vážek, střechatek, chrostíků, dvoukřídlého hmyzu – hojně např. pakomárů nebo muchniček), kolonie mechovek a hub, ploštěnky, pijavice, plži, stejnonoží korýši berušky a různonoží korýši blešivci, vodule, ploštice. Velice zajímavé jsou adaptace některých organismů na život v silném proudu (mechanismy udržení se na podkladu a získávání potravy). Stejně fascinující jsou formy dýchání či přídatného dýchání pod vodní hladinou, potravní strategie a mechanismy přežívání. Na bahnitém dnu toků s velkým množstvím organické hmoty (živin) a nízkým obsahem kyslíku nacházíme ve velkých počtech

larvy pakomárů a máloštětinaté červy (hlavně nitěnky). Významnou, byť nenápadnou součástí dnových společenstev je **mikrozoobentos** (bakterie, houby, prvoci) – těmto organismům vděčíme za samočisticí schopnost vody.

Sinice, řasy (zejména rozsivky, zelené vláknité řasy, sladkovodní ruduchy) a mechy vytvářejí základ bohatých nárostových společenstev (perifyton, správněji **fytoobentos**), která jsou domovem prvoků, vířníků (Obr. 6), břichobrvků a plazivek, želvušek, ploštěnek, máloštětinatých červů a jiných organismů. V rašelinných vodách dominují ve fytoobentosu zelené řasy krásivky. Další významné „ostrovy bezpečí“ pro živočichy (místa úkrytu či přichycení a potravy) představuje i v tekoucích vodách makrovegetace, ať kořenicí na dně, nebo splývavá.



Obrázek 6: Vířník rodu *Philodina*, běžný zástupce skupiny pijavenek (Bdelloidea). Zatažitelná noha se dvěma prsty slouží vířníkovi k přichycování se na podklad, vířivý aparát přihání k ústnímu otvoru potravní částice a umožňuje i krátce plavat. Foto: Daniel Vondrák

Vzhledem k neustálému jednosměrnému pohybu vody v podélném profilu toku se v potocích a řekách významnou měrou uplatňuje *drift* (snos) – bentické organismy dočasně unášené proudící vodou, které se během tohoto přenosu nerozmnožují ani nevyvíjejí. Drift je důležitým kolonizačním mechanismem bezobratlých. Vedle stržení vodou driftují organismy i cíleně, především v noci, kdy poleví predační tlak ryb. Drift je vyrovnáván pozitivní reotaxí u některých zástupců a také výletem dospělého hmyzu proti proudu toků, kde samičky opět snesou vajíčka do vody.

Základní metodou odběru bentických organismů je tzv. metoda „kicking“ (kopání), kdy je nohama mechanicky rozrušováno dno toku a zároveň jsou po stejně dlouhé časové úseky (za podmínky srovnatelného úsilí při „kopání“) odebírány uvolněné organismy níže po toku do cedníku nebo sítě. Tento způsob lovu je obvykle doplňován ručním obíráním a oplachováním živočichů z kamenů nebo větví do misky s vodou. Ke studiu driftu se používá driftová síť. Nárostové sinice a řasy jsou sbírány ručně ze dna, kamenů a jiných podkladů, z mechu i z ponořených částí vegetace.

Oživení nádrží se mění na vertikálním profilu v závislosti na světelných a teplotních poměrech, pH, obsahu rozpuštěného kyslíku a živin, množství a kvalitě potravy, případně též na predaci a kompetici. U hlubokých nádrží, na nichž dochází v našich podmínkách v létě a v zimě k ustálené teplotní stratifikaci, bývá nejvíce oživeno *epilimnion* (nejvyšší vrstva vody promíchávaná větrem), na rozdíl od *hypolimnion* (spodní vrstvy se stabilní teplotou vody). Pojem *metalimnion* označuje tzv. skočnou vrstvu, v níž dochází k prudké změně teploty s hloubkou. Ve větší hloubce se organismy musí potýkat s nízkou teplotou vody, nedostatkem světla a někdy i nedostatkem kyslíku, a proto zde nachází domov jen menší počet dobře přizpůsobených druhů. V tekoucích vodách jsou nektonní živočichové dobře adaptováni na změny teploty, salinity a obsahu kyslíku. Výskyt ryb je však v tocích značně ovlivňován změnami průtoku a případnými překážkami, jako jsou jezy bez rybích přechodů. Oživení dna je dáno fyzikálně-chemickými a živinovými

poměry toku, charakterem dna, členitostí a celkovým povrchem substrátů, na nichž se organismy přichycují a žijí.

Zvláštní a nesmírně zajímavou kapitolou jsou periodické vody (louže, tůně, miniaturní vodní nádrže vznikající z gutační vody v paždí listů, dendrotelmy a litotelmy – tůňky v prohlubních stromů či kamenů, nebo pravidelně vysychající nádrže a koryta). Takové vody mívají obyvatele, kteří v nich (nebo poblíž) dokážou přežít a za vhodných podmínek je znovu okamžitě osídlit: prvoky, buchanky, perloočky, larvy pakomárů a komárů. Ve větších tůních se pak obvykle v krátkém období roku vyskytují „tajemní“ korýši žábřonožky, škeblivky a listonohové, jejichž vajíčka musejí projít obdobím sucha, aby se z nich mohla vylíhnout další generace. Výjimečné jsou také vody brakické, všechny vody extrémní – např. silně kyselé či slané, znečištěné vody – s výjimkou silně toxických jsou však všechny lokality oživené, byť „jen“ bakteriemi, prvoky či extrémofilními organismy.

NAUKY O VODĚ: HYDROBIOLOGIE A LIMNOLOGIE

Hydrobiologie, jak název napovídá (řecké *hydro-* znamená vodní), je věda o vodním životě (o struktuře a funkcích živé složky vodních ekosystémů). Nauka o chemismu vod se analogicky se nazývá **hydrochemie**. Hydrobiologie a hydrochemie se zabývají všemi typy vod (sladkými i slanými), přičemž hydrobiologie je obvykle pojímána širěji, jako odvětví ekologie – tedy společně s fyzikálně-chemickými parametry prostředí, vztahy mezi organismy a prostředím a vztahy mezi organismy navzájem. V české a moravské škole, respektive v celé střední Evropě je pozornost badatelů věnována téměř výhradně sladkovodní biologii (limnobiologii). Mořská biologie (oceánobiologie) je však i u nás jako dobrovolný předmět přednášena na čtyřech vysokých školách (PřF OU, PřF UK, PřF JU, PřF UP).

Limnologie je věda o sladkých (přesněji vnitrozemských) vodách: řecký základ *limno-* značí jezero, tůň či mokřad. Definici lze i zde rozvíjet – jedná se o komplexní nauku o struktuře, vlastnostech a funkci

vnitrozemských vodních ekosystémů (na rozdíl od *oceánografie* a *océánologie*, které se zabývají neživými a živými složkami oceánů a moří). Za zakladatele limnologie a autora názvu této nové jezerní disciplíny je pokládán *François-Alphonse Forel*, švýcarský lékař, který se na přelomu 19. a 20. století věnoval podrobnému studiu Ženevského jezera na rozhraní několika přírodovědných oborů. Popsal a vysvětlil tak zajímavé a běžnému pozorovateli utajené jevy, jako jsou hustotní proudy a sěse. Limnologie je jednou z disciplín ekologie: zabývá se jak neživou složkou vodního prostředí, tak společenstvy, která je obývají, a jejich interakcemi. Studuje vody tekoucí (potoky, řeky) i stojaté – jezera (přírodního původu), rybníky a přehradní nádrže vytvořené člověkem. Odvětví *aplikované limnologie* se zabývá využitím vod a problémy spojenými s jejich znečištěním (rybářství, rybníkářství, úpravárenství pitných vod, čištění odpadních vod).

Vědními obory, které se zabývají rekonstrukcí dávné historie jezer, jejich povodí (včetně změn vegetace a působení lidského osídlení) a potažmo klimatu a přírody na základě celulóznicích a chitinóznicích zbytků organismů zachovaných v jezerních sedimentech, jsou *paleoekologie* a *paleolimnologie*. V současné době zájem o ně roste, vzhledem k zájmu o odhad možných dopadů globálních klimatických změn.

Detailněji je možné proniknout do světa pod hladinou a jeho zákonitostí v příručce k biologické olympiádě zaměřené na hydrobiologii autorů Bílého a kol. (1994), dále v českých knihách a učebnicích hydrobiologie, zejména Schuberta a Lelláka (1973), Štěrbý (1986), Lelláka a Kubíčka (1992), Hudece (1996) a Hartmana a kol. (1998). Velmi hezká je i starší kniha Štěpánka (1954). Z cizích monografií doporučuji zejména výtečnou Kalffovu (2003) nebo Wetzelovu (2001) *Limnologii*. Také starší, stručnější učebnice limnologie Goldmana a Horneho (1983) by však byla pro samostudium velmi užitečná, stejně jako *Limnoekologie* Lamperta a Sommera (1997). Tekoucí vody českému čtenáři krásně přiblížili Šrámek-Hušek (1958), Králová (2001) a Štěrbý (2008), který vnesl do limnologie koncept říční krajiny. Zájemcům o některý směr praktické hydrobiologie se nabízejí publikace Zeliniky a Sládečka (1964), Ambrožové (2001) nebo Adámka a kol. (2010).

Velmi zajímavým materiálem o historii, charakteru a významu třeboňských rybníků je publikace IUCN pod redakcí Jandy a Pechara (1996). Při zájmu o paleoekologii a paleolimnologii se lze inspirovat naučně populárními články z posledních let v časopisu Vesmír a knihami našich autorů Petra Pokorného, Vojena Ložka a Václava Cílka, jinak je nejvhodnější základní učebnice Cohena (2003).



Všechny zájemce o limnologii v České republice sdružuje Česká limnologická společnost (ČLS, www.limnospol.cz/cz) – vědecká společnost zabývající se výzkumem kontinentálních vod ve všech jejich aspektech (fyzikálním, chemickém a biologickém), a to jak povrchových vod (jezer, údolních nádrží, rybníků, tekoucích vod a mokřadů), tak i vod podzemních. ČLS v současné době sdružuje téměř 200 odborníků z vědeckých institucí i aplikovaných a technicky zaměřených pracovišť. Členem společnosti se může stát i student, který v oboru teoretické či aplikované limnologie aktivně pracuje (studuje) – podmínkou členství je písemná přihláška doporučená dvěma členy ČLS.

Jak půvabně popisuje Šrámek-Hušek (1946), „tajemný vodní život poutal lidský zájem již od nejstarších dob“. Zmiňuje, že základy poznání na poli hydrobiologie vznikaly již ve starověku – *Aristoteles* (384 př. n. l.) údajně pozoroval larvy komárů, *Plinius* popisoval v r. 74 n. l. vodní květy sinic na hladině stojatých vod. Studium života ve vodách však jinak vždy souviselo hlavně s rybolovem a rybníkářstvím, začalo se tedy rozvíjet od pozdního středověku. U nás byl průkopníkem „vědeckého“ chovu sladkovodních ryb, založeného na znalosti vztahů mezi vodními organismy a jejich životních nároků, *Josef Šusta* (1835–1914), správce schwarzenberského velkostatku v Třeboni. Jeho kniha *Výživa kapra a jeho družiny rybníčné* (1884) je dodnes považována za základní dílo mezinárodního významu.

Velikým dílem přispělo k náhledu do podvodního světa a k rozvoji limnologie zdokonalení drobnohledu v polovině 17. století. Z 18. století

se dodnes v popisu a názvosloví mnoha vodních organismů zachovalo jméno dánského přírodovědce **Otto Friedricha Müllera** (1730–1784). Koncem 19. století se pak o rozvoj limnologie zasloužil zmíněný Forel a práce tří evropských skupin, z nichž jedna byla slavná škola Fričova. **Antonín Frič** (1832–1913), profesor Univerzity Karlovy a ředitel Národního muzea, byl naším významným a na svou dobu velmi moderním přírodovědcem, mimo jiné znalcem života ptáků a ryb – zavedl dodnes užívané podélné členění (pásma) řek podle výskytu rybích druhů. Také prosadil založení naší první terénní stanice, která umožnila zahájení skutečně ekologicky orientovaného výzkumu vod. Byla to přenosná skládací (dle samotného prof. Friče „**létací**“) **zoologická stanice** Komitétu pro přírodovědecký výzkum Čech při Národním muzeu (Obr. 7), která se stěhovala z Dolnopočernického rybníka u Prahy na Kačležský rybník u Jindřichova Hradce, potom na Černé a Čertovo jezero na Šumavě (1892–1896) a odtud na slepé labské rameno Skupice u Poděbrad (Kořínek, 1998, Janko, 2013).



Obrázek 7: „Létací“ zoologická stanice na břehu Černého jezera, kolem r. 1895. Tato malá mobilní laboratoř pro hydrobiologické výzkumy měla skládací konstrukci a na místo ji přepravoval koňský povoz. Převzato z práce Friče a Vávry (1898).

Česká hydrobiologie patřila ve Fričových dobách mezi světovou špičku. Za jeho pokračovatele srovnatelného významu lze pokládat **Karla Schäfernu** (1884–1950), profesora hydrobiologie a ichtyologie na Univerzitě Karlově a Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství v Praze, který r. 1925 založil **Hydrobiologickou a rybářskou stanicí na Lnářských rybnících** u Blatné (Kořínek, 1986). Tato stanice Univerzity Karlovy mezi rybníky Lnářsko-blatenské rybníční soustavy je dodnes v činnosti (Obr. 8).



Obrázek 8: Hydrobiologická stanice Univerzity Karlovy u rybníka Velký Pálenec u Blatné. Stanice byla zřízena r. 1925 v budově bývalé hájenky mezi mnoha rybníky a tůňemi a stala se významným terénním pracovištěm PřF UK.

Foto: David W. Hardekopf

Z dlouhé řady vynikajících českých a moravských hydrobiologů mnohdy světového významu zde jmenuji pouze Vladimíra Sládečka a Jaroslava Hrbáčka. Prof. **Vladimír Sládeček** (1924–2005) působil v Praze na Ústavu technologie vody a prostředí Vysoké školy chemicko-technologické a na Fakultě stavební ČVUT, kde prosadil výuku hydrobiologie mezi technickými předměty.

Zasloužil se o rozvoj aplikované hydrobiologie a zejména *saprobiologie* (nauky o oživení hnilobných vod, tj. odpadních vod obsahujících organické látky, které podléhají bakteriálnímu rozkladu). Navrhl způsob hodnocení kvality povrchových vod z biologického hlediska na základě přítomnosti *indikátorových druhů organismů*. Tento systém hodnocení zahrnoval posouzení znečištění či samočištění v prostředí a případný vliv toxicity. Významně reprezentoval českou hydrobiologii ve vědeckém světě – byl např. členem Mezinárodní limnologické společnosti (SIL) a editorem sborníků z jejích kongresů a členem redakční rady časopisu Hydrobiologia.

Doc. *Jaroslav Hrbáček* (1921–2010), zpočátku učitel Univerzity Karlovy, byl zakladatelem hydrobiologického pracoviště ČSAV (později AV ČR) a naší moderní hydrobiologie. Jeho rozsáhlé znalosti sladkovodního planktonu a originální způsob myšlení vedly k objevu tzv. *top-down regulačního mechanismu* (klíčového vlivu rybí predace na fungování ekosystémů stojatých vod), který se stal základem pro *biomanipulaci* – řízené ovlivňování sladkovodních ekosystémů. Většina jeho výzkumů byla spojena s tůňmi u Čelákovice v Polabí (dnes je tato přírodní rezervace pojmenována Hrbáčkovy tůně) a se Slapskou přehradou. Ve světě má velké jméno.

KDE LZE HYDROBIOLOGII NEBO LIMNOLOGII V ČESKÉ REPUBLICE STUDOVAT?

Hydrobiologii či limnologii jako samostatný vědní obor lze v Čechách a na Moravě studovat pouze na několika vysokých školách, obvykle až v magisterském stupni (po ukončení bakalářského studia, nejlépe s příbuzným zaměřením). Těto specializaci však již během bakalářského studia předchází výuka základních předmětů o vodním prostředí.

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze (PřF UK):

zaměření *Hydrobiologie* v rámci magisterského oboru Ekologie (program Biologie), v bakalářském oboru Ekologická a evoluční biologie (program Biologie) je přednášen předmět Vodní ekosystémy;

zaměření *Hydrochemie, limnologie a ochrana vod* v rámci magisterského oboru Ochrana životního prostředí (program Ekologie a ochrana prostředí), stejnojmenný bakalářský program a obor nabízí předmět Limnologie.

Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (PřF JU):

specializace *Hydrobiologie* (od 2. ročníku) v rámci bakalářského oboru Péče o životní prostředí (program Ekologie a ochrana prostředí), navazující specializace *Hydrobiologie* v rámci magisterského oboru Biologie ekosystémů (program Biologie).

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně (PřF MU):

specializace *Hydrobiologie* v rámci magisterského oboru Zoologie (program Ekologická a evoluční biologie), v průběhu bakalářského programu a oboru Ekologická a evoluční biologie je vyučována Hydrobiologie, Biologie vodních bezobratlých, Ekologie mokřadů. (Brněnská hydrobiologie je ve výzkumné činnosti, tedy také v bakalářských a diplomních projektech, zaměřená převážně na ekologii tekoucích vod.)

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci (PřF UP):

magisterský obor *Hydrobiologie* (program Biologie), některé „vodní“ předměty (např. Hydrobiologie) jsou zařazeny do bakalářských oborů Biologie a ekologie, Systematická biologie a ekologie, Ekologie a ochrana životního prostředí, Biologie v ochraně životního prostředí (pro učitele).

Na mnoha dalších vysokých školách jsou však hydrobiologie a jiné předměty o vodě a vodních ekosystémech přednášeny v bakalářském nebo magisterském stupni studia, které je primárně zaměřeno jinak, šířeji nebo ve smyslu některé aplikované disciplíny hydrobiologie a hydrochemie (vodárenství, čistírenství, rybářství a rybníkářství). Výzkumné aktivity vysokoškolských pracovišť však umožňují bakalářské a diplomové projekty zaměřené na živou i neživou složku vod, mokřadů a rašelinišť.

(Předměty a obory s anglickými názvy jsou vyučovány v angličtině.)

Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze (FŽP ČZU):

Výuka předmětů o vodním prostředí se prolíná celým studiem v bakalářském a magisterském oboru *Aplikovaná ekologie* (program Inženýrská ekologie). Kromě vlastního předmětu Hydrobiologie se v bakalářském stupni vyučují základy limnologických metod v rámci Metod studia ekosystémů. V navazujícím magisterském studiu je pak nabídka předmětů Aplikovaná hydrobiologie a Biologie vodních organismů. Stejně a další předměty (Technická hydrobiologie, Úprava a čištění vod, River Ecosystems Restoration) jsou přednášeny také v magisterských oborech *Voda v krajině, Land and Water Management* a Ochrana přírody / Nature Conservation.

Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (ZF JU):

Ekologie vod a mokřadů je vyučována v rámci oborů *Agroekologie*, Biologie a ochrana zájmových organismů a Pozemkové úpravy a převody nemovitostí. Bakalářské a diplomové práce řeší také hydrobiologická a hydrochemická témata (výzkum rybníků z hlediska chemismu vody, planktonu a vodních květů sinic, studium invaze mechovky bochnatky americké v našich vodách, sledování vlivu zemědělského hospodaření na kvalitu povrchových vod).

Agronomická fakulta Mendelovy univerzity v Brně (AF MENDELU):

magisterský obor **Rybářství a hydrobiologie** (program Zootechnika) – sladkovodní rybníkářství a související problematika (aplikovaná hydrobiologie, ichtyologie, ekologie vodního prostředí, ochrana přírody), navazuje na bakalářský program a obor Zootechnika (s předmětem Rybníkářské hospodaření).

Fakulta rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FROV JU):

bakalářské obory **Rybářství** (program Zootechnika) a **Ochrana vod** (program Ekologie a ochrana prostředí) – přednášeny jsou předměty Aplikovaná hydrobiologie, Obecná/Speciální limnologie s orientací zejména na rybníky (chov ryb), dále např. Základy hydrochemie, Čištění odpadních vod. Magisterské obory **Rybářství** a **Aquaculture** (program Zootechnika) pokrývají širokou oblast rybníkářství, vodního hospodaření a ochrany vod včetně hydrobiologie a chovu ryb a raků (s předměty Rybníkářská hydrobiologie, Úprava vody a vodárenství, Hydrochemie a analytická chemie aj.).

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze (PřF UK):

nově připravovaný magisterský program **Hydrologie, hydrogeologie a ochrana vod**, který bude otevřen v akademickém roce 2015/2016.

Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity v Ostravě (PřF OU):

magisterský obor Systematická biologie a ekologie (program Biologie) – hydrobiologie, včetně aplikované hydrobiologie, je obsažena v základním kurzu Limnobiologie a přednášce Vodní ekosystémy.

Přírodovědecká fakulta Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (PřF UJEP):

magisterský program a obor Biologie s přednáškou Hydrobiologie.

Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové (PřF UHK):

magisterský obor Systematická biologie a ekologie (program Biologie) – přednášen je předmět Hydrobiologie, od akademického roku 2014/2015 také Biologie vodních bezobratlých. V rámci diplomových projektů je možné zaměřit se na problematiku vod.

Fakulta životního prostředí Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (FŽP UJEP):

magisterské obory Revitalizace krajiny a Odpadové hospodářství (program Ekologie a ochrana prostředí) – problematika vod, včetně základů hydrobiologie, je začleněna do studia ochrany životního prostředí. Jsou vypisována hydrobiologická témata diplomových prací a témata zaměřená na dokumentaci zbytků mokřadů a jejich oživení.

Základy hydrobiologie jsou vyučovány i na **Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (PF JU)** a **Pedagogické fakultě Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU)**. **Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy v Praze (PeF UK)** a **Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně (PdF MU)** nabízejí témata diplomových prací zaměřená na vodní ekosystémy.

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze (FAPPZ ČZU):

magisterské obory Ekologické zemědělství, Reprodukční biotechnologie, Živočišná produkce, Speciální chovy – přednášen je předmět Rybářství a rybníkářství. V bakalářských oborech jsou dále vyučovány předměty Hydrobiologie, Ichtyologie, Mořská biologie, Akvakultura; nově byl v r. 2014 akreditován bakalářský obor **Rybářství a akvaristika** (zahrnující ekologii vodního prostředí), na který v budoucnu naváže také magisterský obor stejného zaměření.

Fakulta lesnická a dřevařská České zemědělské univerzity v Praze (FLD ČZU):

magisterský obor *Forestry, Water and Landscape Management* – základy ekologie a komplexní lesnická, krajinářská a environmentální problematika včetně ochrany vod a vodního hospodářství.

Fakulta tropického zemědělství České zemědělské univerzity v Praze (FTZ ČZU):

magisterský obor Sustainable Rural Development in the Tropics and Subtropics – zařazeny jsou předměty Water resources management (základy ekologie, problematika vodních zdrojů, hospodaření s vodou a znečištění vod v tropických a subtropických oblastech) a nově Aquaculture in tropical environments.

Fakulta stavební Českého vysokého učení technického v Praze (FSv ČVUT):

v magisterských oborech *Vodní hospodářství a vodní stavby* a Inženýrství životního prostředí se okrajově vyučuje také hydrobiologie, hydrochemie a limnologie.

Fakulta technologie ochrany prostředí Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (FTOP VŠCHT):

Hydrobiologie, případně Aplikovaná a technická hydrobiologie, je jako jedna z hlavních disciplín (spolu např. s Vodárenstvím) přednášena v magisterských oborech *Technologie vody, Analytická chemie životního prostředí* a *Chemie a technologie ochrany životního prostředí* (program Technologie pro ochranu životního prostředí), které jsou zaměřené na vodárenství a čistírenství, ochranu vodních zdrojů a zdravotní inženýrství. Zmíněné předměty se věnují zejména hodnocení stavu vodních ekosystémů na základě bioindikace a posuzování vlastností vodárenských a čistírenských technologií a chladících okruhů. Do bakalářských oborů ve stejném programu (*Analytická chemie*

životního prostředí, Chemie a technologie ochrany životního prostředí, Chemie a toxikologie životního prostředí, Průmyslová ekologie, Odpadové hospodářství) a oboru *Chemie a materiály ve forenzní analýze* (program Forenzní analýza) jsou zařazeny předměty Hydrochemie a/nebo Technická mikrobiologie a hydrobiologie. Bakalářské a diplomní projekty odrážejí výzkumné aktivity pracoviště, které souvisejí zejména s vodárenskou problematikou (jakost pitné vody v rozvodné síti, konstrukce úpraven vod, vodovodů a vodojemů, metody úpravy vody, včetně metod hodnocení struktury a aktivity aktivovaného kalu).

UPLATNĚNÍ ABSOLVENTŮ

Hydrobiologie a limnologie jsou rozsáhlé vědní obory s návazností na mnoho dalších směrů jak základního, tak aplikovaného výzkumu a využití – tomu odpovídá široké vzdělání jejich absolventů a rozsah možného uplatnění od základního výzkumu po různě orientovanou praxi. Absolventi hydrobiologických disciplín jsou vyškoleni v ekologii vod, včetně produkční ekologie, v biologii a systematice vodních organismů, hydrochemii, limnologických metodách, znečištění vod a možnostech náprav, ekotoxikologii vod, ochraně přírody; v základech chovu ryb a rybníkářství a v technologiích úpravy a čištění odpadních vod.

Uplatnění mohou najít ve středním a vysokém školství, v základním i aplikovaném výzkumu, ve státní správě – muzeích, úřadech a institucích ochrany přírody (Ministerstvo životního prostředí, Agentura ochrany přírody a krajiny, Česká inspekce životního prostředí, Státní fond životního prostředí ČR, CENIA, Česká geologická služba, správy národních parků a chráněných krajinných oblastí, Správa jeskyní ČR, krajské a obecní úřady), na hygienických stanicích, ve vodohospodářské praxi – v úpravnách vod, čistírnách odpadních vod, na správách povodí toků, případně v rybářské a rybníkářské praxi, v oboru ekotechnologií, poradenské a posudkové činnosti, vývoji metodik a monitoringu na zakázku. Vzhledem k vysoké kvalifikaci a „tradičním“ znalostem a dovednostem (v taxonomii, biologii druhů a komplexním pohledu na problematiku vod) se nabízí uplatnění i v zahraničí.

Absolventi bakalářského studia získávají akademický titul **Bc.** (bakalář). Absolventi magisterského studia na přírodovědeckých a pedagogických fakultách obdrží titul **Mgr.** (magistr), případně po vykonání rigorózního řízení tituly **RNDr.** (doktor přírodních věd) nebo **PhDr.** (doktor filosofie). Na ostatních školách (ČZU, ČVUT, VŠCHT, AF MENDELU, ZF JU, FROV JU, FŽP UJEP) je magisterské studium zakončené titulem **Ing.** (inženýr).

AK SE PŘIPRAVIT NA PŘIJÍMACÍ ŘÍZENÍ?

Základními předpoklady přijetí na vysokou školu je vždy ukončené střední nebo střední odborné vzdělání s maturitou, řádné podání přihlášky ke studiu (elektronické) a dále splnění předepsaných prospěchových či odborných podmínek nebo dobrý výsledek v testu (testech) znalostí. Tyto požadavky se u jednotlivých škol mírně liší.

Přehledné a podrobné informace o studijních programech a oborech a zejména o podobě přijímacího řízení do **bakalářského studia** (včetně hodnocení úspěšnosti zájemců v přijímacím řízení) lze nalézt na internetových stránkách každé vysoké školy. Velmi dobrou možností, jak se seznámit s „duchem“ každé školy, jejím lidským i pracovním prostředím a zázemím (posluchárny, laboratoře, knihovny, studovny, počítačové pracovny, stravování, ubytování, studentské spolky) a dozvědět se vše o přijímacím řízení, je navštívit ji v **Den otevřených dveří**. S dotazy se také lze obrátit na studijní oddělení příslušné školy.

Základní orientaci v možnostech studia poskytuje **Evropský veletrh pomaturitního a celoživotního vzdělávání GAUDEAMUS**, který se koná každý rok na podzim v Brně a koncem ledna v Praze. Návštěvníkům je k dispozici kompletní přehled studijních příležitostí, informace o přijímacím řízení a podmínkách studia, včetně kontaktů, termínů podání přihlášek a přijímacího řízení a nabídky studijních oborů, či poradenství při výběru dalšího studia.

Na přírodovědeckých fakultách, kde je možné studovat samostatně zaměřením hydrobiologie či limnologie, je pro přijetí do bakalářských studijních oborů obvykle vyžadován písemný test z **všeobecných studijních předpokladů**, který ověřuje studijní předpoklady a schopnost logického myšlení uchazeče, a odborný test z **biologie** a/nebo **chemie**, přičemž odborné testy vycházejí z rozsahu a úrovně učiva a učebnic pro gymnázia v ČR a jsou doplněny otázkami zjišťujícími zájem o obor (PřF UK, PřF MU) nebo také praktickým poznáváním živočichů a rostlin (PřF UP). Na PřF UP se vedle testu koná odborná ústní zkouška. O přijetí pak rozhoduje úspěšné složení přijímacích zkoušek (pořadí podle počtu dosažených bodů) a celkový prospěch na střední škole. Na PřF JU je podmínkou absolvování tří let výuky biologie a dvou let výuky chemie na střední škole nebo prokázání znalostí z těchto předmětů v odborných testech. O pořadí uchazečů rozhoduje prospěch z biologie během studia na gymnáziu nebo výsledek testů.

Bez přijímacích zkoušek, resp. na prvních místech, jsou do příslušných oborů na těchto školách přijímáni uchazeči, kteří již během středoškolského studia prokázali své odborné znalosti a schopnosti: řešitelé středoškolských předmětových soutěží (Biologické nebo Chemické olympiády), kteří se umístili na předních místech v krajském kole, případně se zúčastnili celostátního kola olympiády, autoři vynikajících samostatných odborných prací v přírodovědných oborech (nejen ze soutěže Středoškolské odborné činnosti – SOČ), případně úspěšní řešitelé speciálních seminářů a kurzů (např. korespondenčních seminářů inspirovaných chemickou či geologickou tematikou na PřF UK). Na PřF MU a PřF UP je možné prominout přijímací zkoušky také na základě vynikajícího prospěchu, výsledku u maturity nebo na základě prospěchu a současně olympiády či SOČ.

O **prominutí přijímací zkoušky** je třeba písemně požádat a přiložit originál diplomu či osvědčení o řešení korespondenčního semináře nebo úředně ověřenou kopii.

Podobně je písemný test z **biologie** vyžadován v přijímacím řízení na PřF UJEP a PřF OU, na PřF UHK je doplněn ústní zkouškou z biologie.

Na FAPPZ ČZU je podmínkou test z biologie nebo biologie a *chemie*, na FLD ČZU a FTZ ČZU testy či ústní pohovory z biologie, *matematiky* a případně *anglického jazyka*. Na FŽP ČZU *není přijímací zkouška* vyžadována u uchazečů, kteří dosud nebyli zapsáni ke studiu na vysoké škole, a u úspěšných řešitelů olympiád; jinak je předepsán test z biologie a *matematiky* nebo biologie a *chemie*. Přijímací zkoušky se *nekonají* na ZF JU, AF MENDELU, FROV JU, FŽP UJEP a FTOP VŠCHT, kde o pořadí přijímaných uchazečů rozhoduje prospěch na střední škole (v případě FŽP UJEP prospěch z biologie a chemie).

Některé vysoké školy (PřF UK, PřF MU, FAPPZ ČZU, ...) každoročně pořádají *přípravné kurzy k přijímacím zkouškám*, které mohou být pro uchazeče velkým přínosem, případně cykly odborných přednášek (např. Pokroky v biologii na PřF UK).

Tříleté bakalářské studium je zakončeno státní bakalářskou zkouškou, při které student skládá zkoušky a obhazuje bakalářskou práci před komisí. Přijímací zkoušky do dvouletého *navazujícího magisterského studia* ve schválených studijních programech a oborech jsou obvykle ústní, v rozsahu učiva příslušných bakalářských studijních programů/oborů (bakalářských zkoušek). Může být zjišťován také zájem o konkrétní zaměření (specializaci) a téma diplomové práce.

OCHRANA VODY, VÝZNAM OCHRANY VODY

Podle řeckého myslitele *Thaléta z Milétu*, který ji poprvé označil za živel (přírodní element), je voda podstatou všech věcí. Často bývá zdůrazňováno, že je kolébkou života, a každý z nás ví a bytostně cítí, že život náš i celé planety na ní zcela závisí. Lidské tělo obsahuje až 65 % vody. Voda vždy byla nezastupitelná i pro rozvoj civilizace, hospodářský růst a kvalitu života lidské populace, jak dokazují pozůstatky přehradních nádrží již z předkřesťanské doby. Mnoho kultur vyznávalo vodu jako nejvzácnější látku a přidělovalo jí svá božstva, nebo ji pokládalo za posvátnou.

22. březen je od r. 1993 slaven jako *Světový den vody* na návrh OSN – připomíná nám, že na světě víc jak miliarda lidí nemá přístup k pitné vodě. Vodní zdroje se neustále obnovují, zároveň jsou však omezené a sladká voda představuje pouze asi 2 % veškeré vody na Zemi.

V naší zemi uprostřed Evropy, jejíž krajinu zpestřuje hustá síť toků i hladiny více než 20 000 rybníků, téměř 200 vodních nádrží i několik jezer a kde je využíváno na 1 200 podzemních zdrojů vod, její možný nedostatek nepociťujeme. V běžném životě zapomínáme, že vodovodním potrubím k nám přichází pitná voda; jen asi 5 % této vody se v domácnostech vypije nebo použije na vaření (dalších 10 % je použito v potravinářském průmyslu). Vzhledem ke změně klimatických poměrů s nárůstem teplot, rozkolísaností a nepravidelnou distribucí srážek však lze očekávat nedostatek vody i v našich podmínkách. Velice důležitým úkolem naší generace i následovníků je tedy úsporné a moudré hospodaření s vodou, takové vodní a lesní hospodářství, které chrání vodní zdroje, posiluje retenci vody v krajině a umožňuje další akumulaci vody v povodích pro případná období sucha. Od toho se odvíjí vodní politika České republiky i celé Evropské unie.

ZNEČIŠTĚNÍ VOD (HLAVNÍ PROBLÉMY)

V souvislosti s vodou je v našich podmínkách hlavním problémem znečištění vod – ekologický stav, který nelze označit ve smyslu hodnocení Rámcové směrnice za „dobrý“. Znečišťování vod je bohužel průvodním jevem civilizace. Hlavními negativními jevy, které snižují kvalitu vod a ztěžují její čištění a upravitelnost na vodu pitnou, jsou eutrofizace, acidifikace a v současné době zejména znečištění specifickými polutanty (léčivý). Mezi palčivé problémy současné doby však patří také stále vysoké koncentrace těžkých kovů ve vodách, vypouštění znečištění do „čistých“ řek a přestavby koryt řek (ať už pro plavbu, protipovodňovou ochranu, nebo výstavbu nádrží pro energetické účely), což snižuje samočisticí schopnost vody a urychluje odnášení vody i polutantů do moře.

Eutrofizace

Eutrofizace je důsledkem zvýšeného přísunu živin, zejména **dusíku** a **fosforu**, ze splaškových vod a zemědělských hnojiv. Její negativní důsledky se projevují především v dolních tocích řek, jezerech a pobřežních vodách. Nadměrné obohacení vod živinami podporuje rozvoj sinic a řas – dochází k masovému rozvoji sinic (tvorbě tzv. **vodních květů**) a řas (vytváření **vegetačních zákalů**), ke snížení průhlednosti vody a často také k deficitu kyslíku. Tyto změny se negativně projevují na dalších složkách vodních ekosystémů, posléze i chemismu vody, s nežádoucími dopady na kvalitu vody samotné i na její další využití (při úpravě na vodu pitnou, při rekreačním využití apod.).

Tento typ znečištění z komunálních, průmyslových a zemědělských zdrojů byl za posledních dvacet let velmi účinně regulován, díky čemuž se kvalita evropských vod podstatně zlepšila – do některých úseků řek se vrátily známé druhy živočichů jako rak, losos či jeseter.

Acidifikace

Příčinou antropogenní acidifikace, která ve druhé polovině minulého století drasticky zasáhla horské vody Evropy a Severní Ameriky, byly emise **síry a dusíku**. Oxid siřičitý (SO_2) vzniká především spalováním hnědého uhlí, oxidy dusíku (NO_x) hlavně vysokoteplotním spalováním fosilních paliv (benzínu a nafty) v automobilových motorech. Emise těchto plynů se mohou v atmosféře šířit na velké vzdálenosti a na zemský povrch se pak dostávají jako tzv. **kyselá srážka** (kyselina sírová a dusičná). Lesní půdy a vody s nízkou pufrací kapacitou byly působením takových srážek silně okyseleny, došlo k nepříznivé změně chemismu (poklesu pH a alkality, nárůstu koncentrace síranů a dusičnanů) i oživení (snížení počtu druhů i jejich početnosti, v mnoha případech úplnému vyhynutí všech organismů). Nejvíce postižena byla jezera nad hranicí lesa v horských oblastech ležících na krystaliniku – vysoká průhlednost a krásná modrá či nazelenalá barva byly nápadným znakem takových „mrtvých“ jezer. Mechanismus acidifikace je podrobněji vysvětlen v knize Bratrycha (2005). V současné době dochází v důsledku

ústupu emisí k mohutnému zotavování horských vod z acidifikace, a to jak chemickému, tak biologickému. Problémem však zůstává stále vysoký obsah oxidů dusíku v atmosféře.

Znečištění vod farmaky

Přítomnost tzv. *civilizačních specifických polutantů* ve vodách je novým a vysoce znepokojujícím jevem. Jedná se o látky používané lidmi v domácnostech, které z nich posléze odcházejí s odpadními vodami – léčiva a doplňky stravy, kosmetické, hygienické, prací a čisticí prostředky, tedy většinou látky syntetické (těžko biologicky rozložitelné). Přestože se ve vodách vyskytují v nízkých koncentracích, mají či mohou mít závažné a především stále ne zcela známé důsledky. Mnohé z těchto látek, zejména léčiva, působí na vodní organismy. Alarmující skutečností je, že současnými vodárenskými technologiemi je nelze z vod odstranit, dostávají se tak do pitné vody (kontaminovány jsou nejen povrchové, ale i podzemní zdroje surové vody) a mohou zpětně ovlivňovat lidskou populaci. Za nejzávažnější lze označit tzv. *endokrinní disruptory* z dnes běžné hormonální antikoncepce, které mohou ovlivnit pohlaví ryb a plazů a vést tak k vyhynutí celých populací. Více uvádí souhrnně např. Fuksa (2012).

VODA A PRÁVNÍ PŘEDPISY

EU: RÁMCOVÁ SMĚRNICE O VODĚ

Základním právním předpisem Evropského parlamentu a Rady Evropské unie pro činnost Evropských společenství v oblasti vodní politiky členských států je *Rámcová směrnice vodní politiky Evropské unie 2000/60/ES* (též Rámcová směrnice o vodě; WFD, EU Water Framework Directive). Směrnice zavádí nový legislativní přístup k hospodaření s vodou a její ochraně, který není založen na státních nebo politických hranicích, ale na přirozených geografických a hydrologických útvarech, *povodích*, a který vyžaduje koordinaci různých politik EU.

Rok 2015 byl stanoven jako cílový rok pro dosažení *dobrého ekologického stavu* u 53 % sladkých vod v Evropě (k r. 2012 dosahovalo dobrého stavu 43 % sladkovodních útvarů).

Tento rámec pro vodní politiku EU z r. 2000 doplňují další právní předpisy, které upravují konkrétní aspekty využívání vody: *směrnice o podzemních vodách* (2006) a významná *směrnice o normách environmentální kvality* (2008). Stav ekologické kvality vodního útvaru podle Rámcové směrnice vychází ze srovnání aktuálního stavu s přirozenými či „původními“ (nejlepšími dostupnými) poměry bez antropogenních vlivů nebo velmi málo člověkem ovlivněnými. Vody jsou řazeny do 5 tříd *ekologického stavu*: velmi dobrý, dobrý, střední, poškozený, zničený.

Mezi předchozí a související právní předpisy patří: *směrnice o čištění městských odpadních vod* (1991), významná *směrnice o dusičnanech* (1991; též nitrátová směrnice, Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů), nová *směrnice o jakosti vod ke koupání* (2006), *směrnice o pitné vodě* (1998). Novějšími souvisejícími právními předpisy, které rozšiřují rozsah integrovaného hospodaření s vodou, jsou *směrnice o povodních* (2007) a *rámcová směrnice o strategii pro mořské prostředí* (2008).

ČR: VODNÍ ZÁKON

V České republice upravuje ochranu vod, jejich využívání a práva k nim zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (*vodní zákon*). Některá jeho paragrafová ustanovení jsou upřesněna či rozvedena tzv. podzákonými předpisy (nařízeními vlády, vyhláškami – např. vyhláška MZe 470/2001, kterou se stanoví seznam významných vodních toků, či NV 262/2007 o vyhlášení *Plánů hlavních povodí ČR*, kde je mj. zmíněna zásada „*znečišťovatel a uživatel platí*“).

Vod v ČR se významně týkají také zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (*zá-*

kon o vodovodech a kanalizacích), a vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se tento zákon provádí.

Účelem vodního zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých ekosystémů suchozemských.

Důležité části vodního zákona a hlavní obsažené body:

- **Práva k vodám a právní povaha vod (§ 3)** – Povrchové a podzemní vody nejsou předmětem vlastnictví a *nejsou součástí ani příslušenstvím pozemku, na němž nebo pod nímž se vyskytují*.
- **Nakládání s vodami – základní povinnosti (§ 5)** – Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami, je povinen dbát o jejich ochranu a zabezpečovat jejich hospodárné a účelné užívání. Každý, kdo nakládá s povrchovými nebo podzemními vodami k výrobním účelům, je povinen provádět ve výrobě účinné úpravy vedoucí k hospodárnému využívání vodních zdrojů a zohledňující nejlepší dostupné technologie.
- **Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (§ 28)** – V oblastech, které pro své přírodní podmínky tvoří významnou přirozenou akumulaci vod, je zakázáno zmenšovat rozsah lesních pozemků, odvodňovat lesní a zemědělské pozemky, těžit rašelinu, provádět těžbu nerostů či jiné zemní práce, které by vedly k odkrytí souvislé hladiny podzemních vod, těžit a zpracovávat radioaktivní suroviny nebo ukládat radioaktivní odpady.
- **Ochranná pásma vodních zdrojů (§ 30)** – K ochraně vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti zdrojů podzemních nebo povr-

chových vod využívaných nebo využitelných pro zásobování pitnou vodou s průměrným odběrem více než 10 000 m³ za rok (v závažných případech i pro vodní zdroje s nižší kapacitou) a zdrojů podzemní vody pro výrobu balené kojenecké vody nebo pramenité vody stanoví vodoprávní úřad ochranná pásma. Ochranná pásma se dělí na **ochranná pásma I. stupně**, která slouží k ochraně vodního zdroje v bezprostředním okolí odběrného zařízení, **ochranná pásma II. stupně**, která slouží k ochraně vodního zdroje tak, aby nedocházelo k ohrožení jeho vydatnosti, jakosti nebo zdravotní nezávadnosti. Do ochranného pásma I. stupně je **zakázán vstup a vjezd**.

- **Citlivé oblasti (§ 32)** – Vodní útvary povrchových vod, v nichž dochází v důsledku vysoké koncentrace živin k nežádoucímu stavu jakosti vod nebo které jsou využívány jako zdroje pitné vody, v níž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg l⁻¹.
- **Zranitelné oblasti (§ 33)** – Území, kde se vyskytují povrchové nebo podzemní vody, zejména využívané jako zdroje pitné vody, v nichž koncentrace dusičnanů přesahuje hodnotu 50 mg l⁻¹, nebo povrchové vody, u nichž v důsledku vysoké koncentrace dusičnanů ze zemědělských zdrojů může dojít k nežádoucímu zhoršení jakosti vody. Vláda ve zranitelných oblastech upravuje používání a skladování hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření, s přezkoumáním a případnými úpravami nejdéle ve čtyřletých intervalech.
- **Povrchové vody využívané ke koupání (§ 34)** – Koupání v nich je povoleno, pokud jakost vody odpovídá stanoveným požadavkům.
- **Podpora života ryb (§ 35)** – Jsou stanoveny povrchové vody, které jsou vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů, s rozdělením na **vody lososové a kaprové**. Je **zakázáno vypouštět ryby a ostatní vodní živočichy nepůvodních, geneticky nevhodných a neprověřených populací přirozených druhů** do vodních toků a nádrží.

- **Minimální zůstatkový průtok (§ 36)** – Průtok povrchových vod, který ještě umožňuje obecné nakládání s povrchovými vodami a ekologické funkce vodního toku.
- **Odpadní vody (§ 38)** – Vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu); průsakové vody z odkališť a skládek odpadu. Za odpadní vody se za stanovených podmínek **nepovažují** srážkové vody z dešťových oddělovačů ani srážkové vody z pozemních komunikací. Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování; při stanovování těchto podmínek je vodoprávní úřad povinen přihlížet k nejlepším dostupným technologiím v oblasti zneškodňování odpadních vod. Je také povinen měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění.
- **Povinnosti při havárii (§ 41)** – Ten, kdo způsobil havárii, je povinen činit **bezprostřední opatření k odstraňování příčin a následků** havárie. Kdo způsobil nebo zjistí havárii, je povinen ji neprodleně **hlásit** Hasičskému záchrannému sboru České republiky nebo jednotkám požární ochrany nebo Policii České republiky, případně správci povodí.
- **Vodní toky (§ 43), Ochrana vodních toků a jejich koryt (§ 46)** – Je zakázáno měnit směr, podélný sklon a příčný profil koryta vodního toku, poškozovat břehy, těžit z koryt vodních toků zeminu, písek nebo nerosty a ukládat do vodních toků nebo do jejich blízkosti předměty, kterými by mohlo dojít k ohrožení plynulosti odtoku vod, zdraví nebo bezpečnosti.

Některé zajímavé úlohy týkající se vodního prostředí a vodních organismů nabízí zvědavým čtenářům příručka Bílého a kol. (1994) a kniha Bratrycha (2005).

POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA

- ADÁMEK, Zdeněk, HELEŠIC, Jan, MARŠÁLEK, Blahoslav, RULÍK, Martin. Aplikovaná hydrobiologie. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybnářství a ochrany vod, 2010. ISBN 978-80-87437-09-4.
- AMBROŽOVÁ, Jana. Aplikovaná a technická hydrobiologie. Skriptum. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2001. ISBN 80-7080-463-7.
- BÍLÝ, Michal, ČERNÝ, Jan, CHVÁTALOVÁ, Lenka, MUSIL, Petr, PICHLOVÁ, Radka, REITER, Antonín. Úvod do hydrobiologie. Biologická olympiáda 1994-1995: přípravný text pro kategorie A, B. Praha: Institut dětí a mládeže MŠMT ČR, 1994. ISBN 80-85105-78-0. Dostupné též na http://www.biologickaolympiada.cz/files/pripravne_texty/PT1994.pdf.
- BRATRYCH, Václav (ed.). Živel voda: člověk, příroda, technika, životní prostředí. Praha: Agentura Koniklec, 2005. ISBN 80-902606-5-9.
- COHEN, Andrew S. Palaeolimnology: The History and Evolution of Lake Systems. New York: Oxford University Press, 2003. ISBN 0-19-513353-6.

- FRIČ, Antonín, VÁVRA, Václav. Výzkum dvou jezer šumavských, Černého a Čertova. Praha: Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech, 10 (3), 1898.
- FUKSA, Josef K. Farmaka ve vodách: znečištění, na které nejsme připraveni. VTEI, 3, 2012, 10–12.
- GOLDMAN, Charles R., HORNE, Alexander J. Limnology. New York: McGraw-Hill, 1983. ISBN 0-07-023651-8.
- HARTMAN, Pavel, PŘIKRYL, Ivo, ŠTĚDRONSKÝ, Eduard. Hydrobiologie. Praha: Informatorium, 1998. ISBN 80-86073-27-0.
- HUDEC, Igor. Hydrobiológia. Bratislava: Príroda, 1996. ISBN 80-07-00828-4.
- IUCN. Význam rybníků pro krajinu střední Evropy. Trvale udržitelné využívání rybníků v Chráněné krajinné oblasti a biosférické rezervaci Třeboňsko. Praha, Gland, Cambridge: IUCN, 1996. ISBN 2-8317-0322-0.
- JANKO, Jan. Antonín Frič – urputný vědec a gentleman. Živa, 6, 2013, 117. Dostupné též na <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/obsah-kuleru-str-cxvii-cxxx-pdf-nahled.pdf>.
- KALFF, Jacob. Limnology: Inland Water Ecosystems. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2003. ISBN 0-13-033775-7.
- KOŘÍNEK, Vladimír. Terénní stanice. K čemu sloužily a slouží v ekologii. Vesmír, 77/1, 1998, 30–31. Dostupné též na <http://www.vesmír.cz/clanek/terenni-stance>.
- KOŘÍNEK, Vladimír. Šedesát let Hydrobiologické a rybářské stanice přírodovědecké fakulty UK v Oboře u Blatné. Živa, 5, 1986, 180.

- KRÁLOVÁ, Helena (ed.). Řeky pro život. Revitalizace řek a péče o nivní biotopy. Brno: ZO ČSOP Veronica, 2001. ISBN 80-238-8939-7.
- LAMPERT, Winfried, SOMMER, Ulrich. Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. New York: Oxford University Press, 1997. ISBN 0-19-509592-8.
- LELLÁK, Jan, KUBÍČEK, František. Hydrobiologie. Praha: Karolinum, 1992. ISBN 80-7066-530-0.
- SCHUBERT, Alfred, LELLÁK, Jan. Život ve sladkých vodách. Praha: SPN, 1973.
- ŠRÁMEK-HUŠEK, Rudolf. Úvod do limnobiologie. Praha: Kropáč a Kucharský, 1946.
- ŠRÁMEK-HUŠEK, Rudolf. Život našich řek. Praha: Orbis, 1958.
- ŠTĚPÁNEK, Otakar. Oživené vody. Praha: Orbis, 1954.
- ŠTĚRBA, Otakar. Pramen života. Praha: Panorama, 1986.
- ŠTĚRBA, Otakar. Říční krajina a její ekosystémy. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008. ISBN 978-80-244-2203-9.
- ŠUSTA, Josef. Výživa kapra a jeho družiny rybníčné: nové základy rybochovu rybníčného. Praha: J. Otto, 1884.
- WETZEL, Robert G. Limnology. Lake and River Ecosystems. San Diego, California: Academic Press, 2001. ISBN 0-12-744760-1.
- ZELINKA, Miloš, SLÁDEČEK, Vladimír. Hydrobiologie pro vodohospodáře. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964.

ZAJÍMAVÉ INTERNETOVÉ ZDROJE

- ŘÍHOVÁ AMBROŽOVÁ, Jana. Encyklopedie hydrobiologie, 2006: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-006
- Ekologické aspekty technické hydrobiologie (multimediální výukový text): <http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty>
- Hydrobiologická stanice Univerzity Karlovy „Velký Pálenec“ u Blatné: <http://www.blatna.cuni.cz>, <https://www.natur.cuni.cz/fakulta/zivotni-prostredi/laboratore/HS%20Blatna>
- Další hydrobiologická literatura – knihovna doc. Martina Rulíka, PŘF UP – <http://hydrobiologie.upol.cz/uploads/files/knizni%20literatura%20s%20obr.pdf>.
- Česká limnologická společnost: www.limnospol.cz/cz.

PODĚKOVÁNÍ

Autorka děkuje za cenné rady a poskytnutí některých podkladů svým kolegům Ing. Libuši Benešové, CSc., prof. RNDr. Evženu Stuchlíkovi, CSc., a Mgr. Danielu Vondrákovi z Ústavu pro životní prostředí PŘF UK, RNDr. Janu Fottovi, CSc., a Mgr. Lence Procházkové z katedry ekologie PŘF UK, RNDr. Josefu K. Fuksovi, CSc., z Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., v Praze, Mgr. Pavle Wildové, Ph.D., z Povodí Vltavy, s. p., RNDr. Olze Skácelové, Ph.D., z katedry botaniky PŘF JU a doc. RNDr. Janě Říhové Ambrožové, Ph.D., z Ústavu technologie vody a prostředí FTOP VŠCHT v Praze. Poděkování patří také mnoha kolegům a studijním poradcům z jiných vysokých škol, kteří doplnili či upřesnili údaje o zaměřeních na vodní ekosystémy a vyučovaných „vodních“ předmětech na svých pracovištích.