

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Terénní cvičení z biologie: Životní projevy vodních bezobratlých živočichů

Diplomová práce

Bc. Kristýna HERYÁNOVÁ

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Učitelství biologie a geografie pro střední školy

Vedoucí práce: RNDr. Ivona Uvírová, Ph.D.

Olomouc 2024

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala sama pod vedením RNDr. Ivony Uvírové, Ph.D. a za použití uvedené literatury a zdrojů.

V Olomouci 10. července 2024

.....

Bc. Kristýna Heryánová

Poděkování:

Ráda bych poděkovala hlavně vedoucí práce RNDr. Ivoně Uvírové, Ph.D. za trpělivé a odborné vedení, cenné rady a její čas. Dále také rodině a všem ostatním, co mě během studií podporovali.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení autora: Bc. Kristýna Heryánová

Název práce: Terénní cvičení z biologie: Životní projevy vodních bezobratlých živočichů

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Katedra botaniky

Vedoucí práce: RNDr. Ivona Uvírová, Ph.D.

Rok obhajoby: 2024

Abstrakt: Tato diplomová práce se zabývá problematikou výuky vodních bezobratlých živočichů a jejich životních projevů nejen na základních a středních školách. Zpracovává výukové a podpůrné materiály pro učitele, tak aby je motivovalo zařadit do výuky terénní cvičení s touto tematikou. Zpracovaná témata ve formě terénních pracovních listů a průvodců pro učitele jsou životní projevy ploštěnek, mlžů, jepic, vodních ploštic, vážek, chrostíků a komárů.

Klíčová slova: vodní bezobratlí živočichové, učebnice biologie, životní projevy bezobratlých, pracovní list

Počet stran: 63

Počet příloh: 1

Jazyk: čeština

BIBLIOGRAPHICAL IDENTIFICATION

Authors name and surname: Bc. Kristýna Heryánová

Title: Fieldwork in biology: Life history of aquatic invertebrates

Type of thesis: Master

Department: Department of Botany

Supervisor: RNDr. Ivona Uvírová, Ph.D.

Abstract: This diploma thesis focuses on the issue of teaching aquatic invertebrates and their life history not only at primary and secondary schools. It processes teaching and support materials for teachers to motivate them to include field exercises with this topic in their teaching. The topics covered in the form of field worksheets and guides for teachers are the life history of flatworms, bivalves, mayflies, water heteropteran, dragonflies, caddisflies and mosquitoes.

Keywords: aquatic invertebrates, biology textbook, life history of aquatic invertebrates, worksheets

Number of pages: 63

Number of appendices: 1

Language: Czech

Obsah

Úvod	8
Cíle	9
1 Problematika.....	10
1.1 Význam terénního cvičení	10
1.2 Bezobratlí v praktické výuce	11
1.2.1 Vodní bezobratlí živočichové v terénní výuce	11
1.2.2 Pozorování životních projevů vodních bezobratlých živočichů v terénní výuce	12
2 Lokality.....	13
3 Metodika.....	18
2.1 Rešerše učebnic a jiných výukových zdrojů.....	18
2.2 Odběr a fixace živočichů	18
2.3 Tvorba podpůrných materiálů pro učitele	19
2.4 Tvorba terénních pracovních listů	21
3 Výsledky.....	22
3.1 Životní projevy vodních bezobratlých v učebnicích	22
3.2 Vodní biotopy s typickými modelovými živočichy – podpůrné materiály pro učitele	27
3.2.1 Podhorská řeka s kamenitým dnem	27
3.2.2. Splavy a jezy na řekách vyšších až středních poloh.....	29
3.2.3 Silně antropogenně ovlivněný tok s betonovým korytem	31
3.2.4 Stojaté vody – břehy rybníků a přehrad.....	32
3.2.5 Stojaté vody – kaluže, malé lesní tůňky a jezírka.....	34
3.2.6 Malé rezervoáry dešťové a jiné umělé nádoby	35
3.3 Terénní pracovní listy s průvodcem pracovním listem pro učitele	37
3.3.1 Ploštěnky	37
3.3.2 Mlži.....	41

3.3.3 Jepice	43
3.3.4 Vodní ploštice.....	46
3.3.4 Vážky.....	49
3.3.5 Chrostíci	52
3.3.6 Komáři.....	54
3.4 Tipy na další terénní pozorování	56
Diskuse	57
Závěr.....	60
Literatura a zdroje.....	61
Přílohy	64

Úvod

Tato diplomová práce popisuje možnosti rozšíření a zatraktivnění výuky o vodních bezobratlých živočiších a jejich životních projevech nejen na základních a středních školách, ale i v přírodovědných kroužcích apod. Učitelé zde najdou inspiraci a materiály s podrobným popisem typických biotopů, kde se vydat daného vodního bezobratlého živočicha hledat v jejich okolí bez nutnosti dojíždět na konkrétní lokality. Například učitel z Čech tak nemusí navštívit konkrétní lokalitu na Moravě, ale postačí, když se porozhlédne ve svém okolí, zda se tam nenachází podobný biotop jako je uveden a popsán v této diplomové práci. Dále byly zpracovány také tipy, jak a co na vybraných vodních bezobratlých pozorovat, případně jak je odlovit pomocí základních, běžně dostupných pomůcek s ohledem na vybavenost škol. Vytvořené terénní pracovní listy nabízí aktivity a experimenty k pozorování životních projevů vodních bezobratlých živočichů v terénu, které žáci znají z učebnic, ale ve většině případů je ve volné přírodě detailněji nepozorovali, a to z nejrůznějších důvodů, jako je například nenápadnost živočichů. Někteří žáci se jich také štítí nebo dokonce bojí. K terénním pracovním listům jsou navíc vytvořeny další podpůrné materiály ve formě průvodců terénním pracovním listem pro učitele, které obsahují základní informace k problematice a v případě zájmu i rozšiřující zajímavosti a další tipy k terénní výuce, včetně využití mezipředmětových vztahů.

Vodní bezobratlí jsou v učebnicích zmiňováni poměrně hojně, nicméně ve většině případů pouze jako soubor charakteristik daného živočicha s velkým množstvím pro žáka abstraktních informací. To často vede ke ztrátě motivace nejen k danému učivu, ale k předmětu a škole jako celku. Vlastní pozorování vodních bezobratlých živočichů a jejich životních projevů v terénu může být tím, co dělá nejen přírodopis a biologii atraktivní. Nabízí se proto zkoumat vybranou aktivitu v přirozeném prostředí nejlépe s využitím mezipředmětových vztahů, ať už při pozorování samotného živočicha a jeho projevů nebo pozorování přírodních procesů a prostředí, ve kterém žije. Tímto způsobem žák získává osobní zážitky pomocí zapojení smyslů, emocí i využití teoretických znalostí v reálném světě. To vede k úspěšnějšímu ukotvení nově nabytých informací a motivuje žáky k dalšímu studiu.

Cíle

- Vypracovat přehled životních projevů vodních bezobratlých živočichů, kterým je věnována pozornost v učebnicích biologie pro základní a střední školy.
- Najít v přírodě lokality s výskytem vybraných živočichů a pozorovat na nich jejich životní aktivity v přirozeném prostředí.
- Na základě pozorování a terénních zkušeností vytipovat vhodná témata pro realizaci terénního cvičení z biologie.
- Vypracovat podpůrné výukové materiály pro učitele s detailním popisem biotopů typických pro dané bezobratlé živočichy, s tipy na pozorování životních projevů bezobratlých živočichů a návody k terénním protokolům.
- Vypracovat terénní protokoly pro žáky, včetně autorského řešení.
- Navrhnout další aktivity vhodné k výuce na dané téma nebo poukázat na potenciál mezipředmětových vztahů.

1 Problematika

1.1 Význam terénního cvičení

Děti ale i dospělí tráví v porovnání s našimi předky čím dál tím méně času venku. Většina z nás mimo sluneční paprsky pracuje, učí se, ale i tráví velké množství svého volného času. To způsobuje už mnohokrát popsané problémy s psychickým ale i fyzickým zdravím. Zvyšující se míra dětské obezity, poruch učení a osobnosti nebo třeba poruch spánku můžeme označit za epidemie západního světa (Daniš, 2016). Trávit větší část mimo uzavřené prostory je ale neméně důležité i pro naše psychické zdraví, rozvoj a učení. Pobyt v přírodě snižuje stres, posiluje schopnost soustředění a zmírňuje příznaky poruch pozornosti, zvyšuje spokojenost a zlepšuje náladu. Čím více si dítě hraje venku v zeleni, tím méně trpí poruchami pozornosti a lépe se soustředí a také učí. Dvacet minut v parku stačilo k významnému zvýšení soustředění v porovnání s trávením času v jiných prostředích (Taylor, 2021). Pobyt v přírodě pomáhá také našemu sociálnímu zdraví, a protože je třída jedna z nejdůležitějších sociálních skupin v životě dětí, je i tento dopad velmi významný. Děti jsou méně agresivní a utužují vztahy mezi sebou. V neposlední řadě v nás venkovní prostředí a výuka v něm probouzí touhu zvědavosti a objevování, kterou děti realizují často pomocí hry. Terénní výuka je založená na vlastních zkušenostech, žáci si sami plánují postupy při řešení problémů a zadaných úkolů. Učí se tak kreativitě, improvizaci a případně i skupinové kooperaci. (Daniš, 2016).

V klasickém formálním vzdělávání máme jen omezenou možnost být s žáky mimo třídu. Nejen příprava ale i realizace terénních výuk a exkurzí zabere učiteli velké množství času. Učitel by měl tedy zvážit vhodnost zařazení terénní výuky u určitých témat a stanovit jasné cíle. Ke kvalitnímu vzdělání a naplnění Rámcového vzdělávacího programu je potřeba odučit některá složitější témata i tradiční frontální výukou, která ale bývá v posledních letech velmi kritizována. Největší efekt na vzdělávání má kombinace klasické výuky ve školní třídě s prvky aktivizačních metod, prokládanou právě výukou v terénu (Činčera, 2016). Speciálně pak v přírodních vědách má kontakt s přírodninami velký vliv na trvalost a kvalitu nabytých vědomostí (Altmann, 1975)

Kontakt s divokou a člověkem co nejméně dotčenou přírodou hlavně v době mladšího školního věku formuje kladné postoje k přírodnímu prostředí ve věku pozdějším. Posiluje odpovědné chování k přírodě a prohlubuje znalosti a uvědomění ekologické provázanosti (Tláškalová, 2021). Pokud se člověk nezajímá o životní prostředí a nikdy

nepozoroval například hmyz, to, že je určitý druh brouka na pokraji vyhynutí mu je vlastně jedno, protože ho, ani jeho příbuzné, nikdy předtím neviděl a netuší, že na existenci tohoto druhu může být navázán život dalších organismů. Jak řekl Robert Michael Pyle: „Co znamená vyhynutí kondora pro dítě, které nikdy nevidělo vránu?“ (Daniš, 2016).

1.2 Bezobratlí v praktické výuce

Pozorování, experimenty nebo dokonce chov bezobratlých během vyučování může být pro žáky velmi přínosný. Bezobratlí živočichové bývají nenároční na podmínky a ve volné přírodě je zpravidla jednodušší je odchytnout, po určitý čas držet v zajetí a následně ukázat žákům. Počáteční nevýhodou může být, že tito živočichové většinou nejsou u žáků tak oblíbení jako někteří obratlovci. U některých dětí dokonce mohou vyvolávat strach nebo fobie, a proto je většinou ve volné přírodě ani cíleně nevyhledávají. Výuka s bezobratlými živočichy, nejlépe terénní, tak v sobě skrývá velký potenciál pro rozvíjení vnímavosti a citlivosti k životnímu prostředí. Jak už bylo zmíněno, někteří žáci se mohou určitých živočichů velmi štítit. Tyto děti nenutíme na ně sahat, snažíme se také zamezit případnému posmívání ostatních žáků. Pomalu je s živočichy seznamujeme. U mladších dětí může pomoci prolomit bariéry pojmenování například lidským jménem nebo jménem domácího mazlíčka (Tláskalová, 2021). V tomto případě si ale musíme uvědomit didaktické zásady, včetně zásady vědeckosti a vyhnout se například antropomorfismu, který přisuzuje živočichům lidské vlastnosti (Vinter, 2016).

1.2.1 Vodní bezobratlí živočichové v terénní výuce

Vodní bezobratlé zkoumá obor hydrobiologie, který není na základních ani středních školách vyučován jako samostatný předmět a skrývá se tak částečně a někdy i velmi okrajově pod jinými tématy přírodovědných témat během celého vzdělávacího procesu. Voda je přitom pro život na planetě Zemi naprosto klíčová. Život jako takový se začal vyvíjet právě ve vodě. Dodnes je velká část i suchozemských živočichů alespoň části své ontogeneze na vodním prostředí přímo závislá (Chalupová Karlovská, 2018).

Možná i pro dnes lidé vyhledávají vodu nejen k rekreaci. Kontakt s vodou patří k lidským potřebám a pro děti je hra navázaná na vodní prostředí velmi atraktivní a z pohledu správného vývoje i žádoucí. Pomocí vody mohou žáci pozorovat nejrůznější procesy a jevy v živé i neživé přírodě. Pedagogům terénní výuka u vody umožňuje obsáhnout široké spektrum výchovně – vzdělávacího obsahu Rámcově vzdělávacího

programu včetně většiny průřezových témat, jako je například i mediální výchova. Zde už záleží jen na kreativitě učitele a motivaci žáků spolupracovat (Křivánková, 2015).

Velkou výhodou hlavně pro pedagogy je, že terénní výuka obsahující pozorování nebo pokusy s vodními bezobratlými se dá velmi dobře naplánovat. Vodní prostředí je mnohem stálejší než suchozemská stanoviště. To znamená, že pokud byl živočich nalezen na určitém místě jednou, bude se zde po čase s velkou pravděpodobností vyskytovat znovu. Také tolik nezáleží na počasí a u vodních toků a některých živočichů ani na ročním období. Živočichové závislí na vodě prakticky nemají kam utéct. Například ploštěnky nebo některé druhy jepic najdeme v řece celoročně. Jak bylo zjištěno už v mé bakalářské práci, nejvýhodnější pro terénní exkurze jsou ale samozřejmě jarní, případně letní měsíce. Ať už z důvodu největšího množství různých stádií vodních bezobratlých ve vodě nebo nerozvinuté vegetace a možnost lepšího pozorování krajiny.

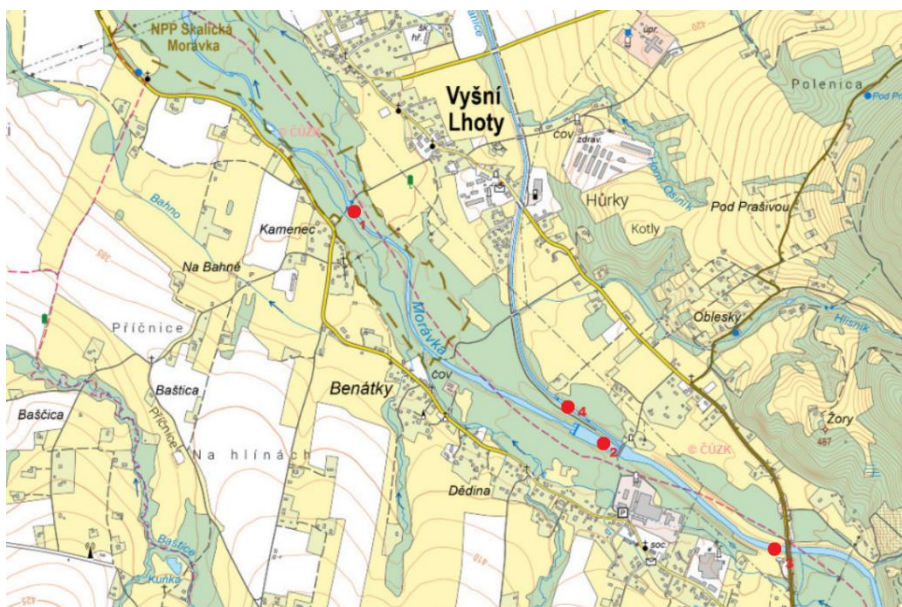
1.2.2 Pozorování životních projevů vodních bezobratlých živočichů v terénní výuce

Pozorování a pokus jsou nezastupitelnými metodami ve výuce hlavně přírodovědných předmětů. Jsou důležité pro pochopení souvislostí a následků nejrůznějších jevů (Vinter, 2016). Při pozorování si žák propojí teorii se skutečným světem, má možnost sledovat vzájemný vliv organismů a prostředí na sebe navzájem. Pozorování a pokusy s životními projevy vodních bezobratlých je pro žáky atraktivní a pro některé možná i lehce exotické. Probudí v žácích zájem a pomůže jim to lépe pochopit nejen konkrétního živočicha, ale například princip dýchání ve vodě napříč živočišnou říší včetně souvislostí a vazeb na mezipředmětové vazby. Od zřejmých, jako je fyzika nebo chemie – u dýchání například difuze a rozpustnost plynů v kapalinách, až po méně zřejmé jako je hudební nebo výtvarná výchova – inspirace stavbou těla živočicha atd (Křivánková, 2015).

2 Lokality

Řeka Morávka je podhorská řeka pramenící pod Bílým křížem. Na toku byla vystavěna stejnojmenná nádrž, sloužící jako rezervoár pitné vody. Spád řeky pak upravují další vodohospodářské objekty, jako jsou jezy (obr. 1, bodem 2) a splavy (obr 1, bod 3). Před těmito úpravami patřila řeka k nejrozkolísanějším tokům v České republice (Povodí Odry, 2016). Významné území související přímo s tokem Morávky je NPP Skalická Morávka, kde najdeme jeden z posledních fragmentů divočící řeky v České republice s vzácnými stanovišti a na ně vázanými rostlinami a živočichy, jako jsou rak říční, mihule potoční nebo oba druhy vranek. I tato chráněná oblast má ale značně ovlivněný průtok a celkovou dynamiku vodohospodářskými a jinými stavbami. Velkým problémem může být například nedostatek příchozích splavenin a zvýšená nepřirozená eroze až na skalní podloží (Kočárek, 2005).

Přivaděč Morávka-Žermanice je uměle vybudovaný kanál odvádějící část vod z řeky Morávky do říčky Lučiny napájející přehradní nádrž Žermanice. Vybudován byl hlavně z důvodu zmírnění povodňových vln na řece Morávce. Koryto je v celé své délce tvořeno litým betonem (Povodí Odry, 2016).



Obrázek 1: Odběrová místa na řece Morávce a na přivaděči Morávka-Žermanice (ČÚZK, 2024)

Řeka Čeladenka je také podhorská menší řeka pramenící v údolí Podolánek. V druhé polovině svého toku, má charakter průzračné horské bystřiny s malými vodopády

např. poblíž prvního odběrového místa (obr. 2, bod 1). Na řece se nenachází žádné vodní nádrže, jen menší splavy (obr. 2, bod 2). Je levostranným přítokem řeky Ostravice.



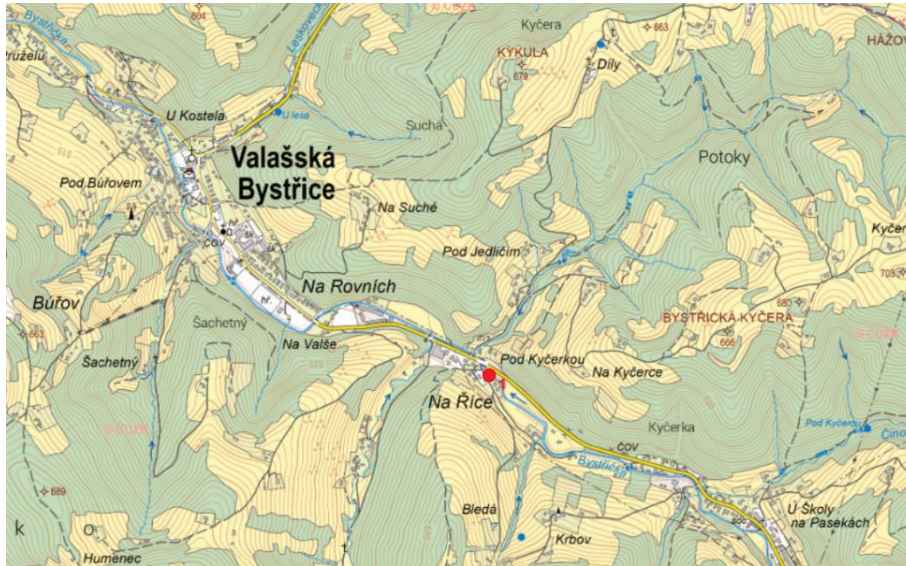
Obrázek 2: Odběrová místa na řece Čeladnice (ČÚZK, 2024)

Řeka Ostravice vzniká soutokem Černé a Bílé Ostravice. Průtok značně ovlivňuje přehradní nádrž Šance. Před výstavbou přehrady měla řeka Ostravice, stejně jako řeka Morávka, jeden z nejrozkolísanějších průtoků v České republice. Na úseku mezi přehradní nádrží a městem Frýdkem-Místkem řekou protékají poměrně čisté prokysličené vody. Dále až po ústí do řeky Odry se kvalita vod postupně zhoršuje. Pod přehradní nádrží Šance bylo provedeno mnoho regulačních zásahů, hlavně v podobě výstavby jezů (obr. 3, body 1 a 2) nebo zpevnění břehů (Povodí Odry, 2016).



Obrázek 3: Odběrová místa na jezích řeky Ostravice (ČÚZK, 2024)

Řeka Bystřička (obr. 4) nazývaná v některých zdrojích také jako Bystřice pramení pod vrcholem Tanečnice na území obce Valašská Bystřice a je pravostranným přítokem Vsetínské Bečvy. Před výstavbou ČOV byla řeka velmi znečištěná, v současné době se kvalita vody zlepšuje.



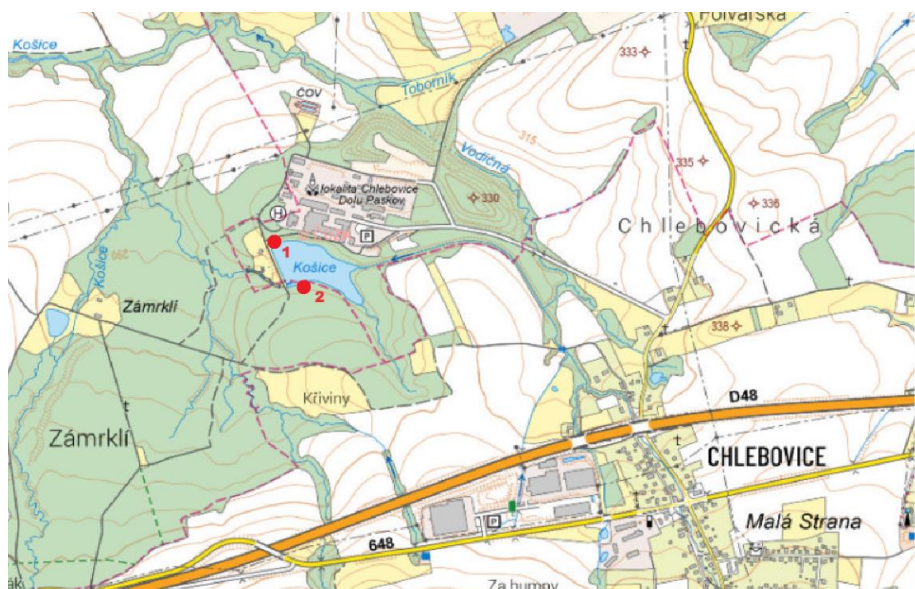
Obrázek 4: Odběrové místo na řece Bystřičce (ČÚZK, 2024)

Přehrada Olešná (obr. 5) je menší přehradní nádrž se sypanou hrází na stejnojmenné říčce vystavěna v šedesátých letech dvacátého století. Dnes je využívána převážně k rekreačním účelům (Povodí Odry, 2016). Do jihovýchodní části přehradní nádrže u přítoku je zakázán vjezd všem motorovým člunům a oblast slouží jako trdliště ryb a hnízdiště vodního ptactva. Severní část je pak uzpůsobená převážně k rekreaci.



Obrázek 5: Odběrová místa na přehradní nádrži Olešná (ČÚZK, 2024)

Vodní nádrž Košice u bývalého Dolu Staříč III. je malá přehradní nádrž v dnešní době sloužící hlavně sportovnímu rybolovu. Břehy jsou písčito šterkové prorostlé kořeny okolních stromů (obr.6, bod 1). Malá část břehů je zarostlá pobřežní vegetací, jako rákos a podobně (obr.6, bod 2).

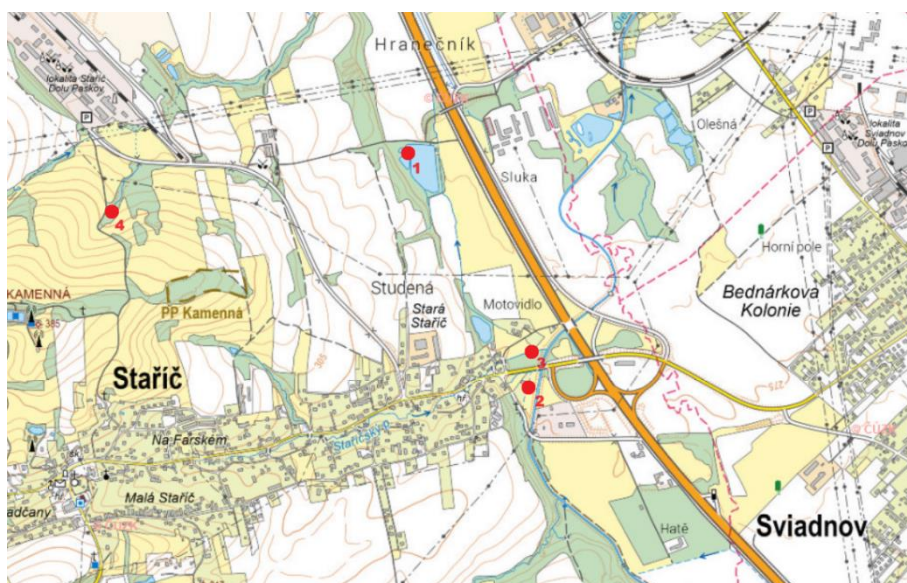


Obrázek 6: Odběrová místa na vodní nádrži Košice (ČÚZK, 2024)

Sudrův rybník (obr. 7, bod 1) je soukromý rybník na severním okraji obce Staříč v blízkosti dálnice D56. Je využíván hlavně pro sportovní rybolov. Asi jedna třetina břehu je oplocená bez možnosti přístupu. Zbýlé břehy jsou volně dostupné.

Slepé rameno zaniklé části potoku Řepník (obr. 7, bod 2) se nachází nedaleko **ústí umělého koryta potoku Staříč**. (obr. 7, bod 3) Při výstavbě dálnice D 65 byl upraven a posunut tok řeky Olešné na území obce Staříč. Ústí potoku Řepník se tak posunulo o zhruba šest set metrů proti proudu řeky Olešné (Hruban, 2018).

Bezejmenná pramenná oblast (obr. 7, bod 4) severozápadně od PP Kamenná na území obce Staříč. tato pramenná oblast se nachází na okraji bažinaté louky. Je zde několik plytkých tůňek s velkým množstvím živého i odumřelého rostlinného materiálu.



Obrázek 7: Odběrová místa na Sudrovém rybníku, zaniklé části potoku Řepník, umělém korytu potoku Staříč a pramenné oblasti (ČÚZK, 2024)

Umělé retenční nádrže do dvou metrů krychlových na zahradách v okrese Frýdek-Místek jsou nejčastěji vyrobeny z kovu nebo plastu. Slouží zejména k zachycení dešťové vody a následné závlaze zahrad a políček.

3 Metodika

2.1 Rešerše učebnic a jiných výukových zdrojů

K rešerši byly použity učebnice dostupné v knihovnách Univerzity Palackého nebo učební texty využívané při mých souvislých pedagogických praxích ve výuce biologie na ZŠ a SŠ. Využity byly tedy hlavně texty určené pro základní nebo střední školy. Učebnice a jiné publikace určené k výuce žáků na uvedených stupních vzdělání byly především v sekcích o bezobratlých postupně procházeny a zapisovány zmínky o životních projevech vodních bezobratlých živočichů, či bezobratlých živočichů vázaných alespoň části svého životního cyklu na vodní prostředí. Získané informace o životních projevech byly po analýze proveditelnosti ověřeny přímo v terénu. Případné tipy k pokusům a pozorování uvedené přímo v učebnicích byly následně v terénu také ověřovány a hodnoceny k využití pro terénní experiment. Vznikla tak přehledná tabulka sloužící jako materiál pro pedagogy zmíněná níže. Nejednalo se tedy o vědecké hodnocení učebnic pomocí analytických metod za účelem posouzení těchto publikací, zda vyhovují didaktickým účelům, ale pouze o konstatování míry využití vodních bezobratlých živočichů při terénní výuce.

Analyzované učebnice a jiné publikace určené k výuce žáků:

- Biologie: laboratorní a terénní cvičení (Dobroruková, 2015), Nakladatelství: Univerzita Palackého v Olomouci
- Biologie pro gymnázia (Jelínek, 2013), Nakladatelství: Olomouc
- Biologie v kostce pro SŠ (Hančová, 2008), Nakladatelství: Fragment
- Biologie v souvislostech (Šíma, 2023), Nakladatelství: EDUKO
- Poznáváme život – Přírodopis pro 6. ročník (Kvasničková, 1994), Nakladatelství: Fortuna
- Přírodopis 6 (Pelikánová, 2021), Nakladatelství: Fraus
- Přírodopis 7 (Kočárek, 2016). Nakladatelství: Prodos
- The Science Teacher's Book of Lists (Barhydt, 1993), Nakladatelství: Jossey-Bass

2.2 Odběr a fixace živočichů

Výběr pozorovaných vodních bezobratlých živočichů a jejich životních projevů byl proveden na základě zmínek ve výše uvedených učebnicích. Detailní systematické zařazení živočichů ve většině případů nebylo vzhledem k charakteru práce nutné.

Pozorování a případné odběry živočichů probíhaly v sladkovodních prostředích stojatých i tekoucích vod, v rozdílné časy, za různého počasí a během celého roku na dvanácti lokalitách a devatenácti odběrových místech. Každá lokalita byla navštívená minimálně třikrát s odstupem nejméně dvou týdnů. Stanoviště byla ve většině případů dobře přístupná a relativně bezpečná s ohledem na případnou práci v terénu s žáky nebo studenty. Nepřípustný byl proto odlov například v těsné blízkosti velkých jezů, hrází přehradních nádrží nebo v peřejích divokých toků, či na strmých kluzkých březích. Některé odběry byly volně inspirovány metodou Perla, která přesně vymezuje postup a použití pomůcek v tekoucích vodách do hloubky jednoho metru (Kokeš a Němejcová, 2006). Bylo využito například pravidlo postupu proti vodnímu proudu, aby se minimalizovalo vyplašení živočichů žijících po proudu a nedocházelo k narušení ještě neprozkoumaných míst.

Pomůcky při odchycích živočichů k následnému pozorování životních projevů byly taktéž použity s ohledem na vybavenost škol a žáků. Proto byly použity v co největší míře běžně dostupné a levné pomůcky jako jsou cedníky připevněné na násady, obouvací lžící apod., akvarijní síťky, prázdné bílé nebo světlé nádoby od potravin, pinzety a štětečky. Specializované nástroje pro odchyt vodních živočichů, jako je kupříkladu bentická síť bohužel ve většině škol a vzdělávacích nebo volnočasových institucí nejsou běžně dostupné.

Při odběrech ve většině případů k fixaci živočichů nedocházelo a většina odchycených organismů byla po pozorování, zdokumentování a provedení pokusů puštěna zpět do volné přírody. Někteří jedinci byli použiti k výrobě trvalých preparátů pro pozdější ukázkou, například pro žáky, kteří se exkurze nemohli účastnit. K fixaci byl použit 98% ethanol, který bylo nutné před použitím zředit destilovanou vodou na 70 %. Tato koncentrace je vhodná k trvalým preparátům, ale už ne k pozdější preparaci živočicha, který v alkoholu ztuhne a zkréhne (Mourek a Lišková, 2010), což ale v tomto případě nevadí, protože se samotným živočichem už později nemanipulujeme.

2.3 Tvorba podpůrných materiálů pro učitele

Navštívené lokality byly podle podmínek – proudění vody, tvaru dna, typu substrátu dna, míry zásahu člověka atd. rozřazeny do šesti typických biotopů. Biotopy byly detailně popsány a následně k nim přiřazeny typičtí vodní bezobratlí živočichové a s jejich životními projevy, kteří byli uvedeni v alespoň v jedné z analyzovaných učebnic. Na základě vlastní terénní zkušenosti pak byly vytvořeny návrhy na pozorování životních projevů vodních

bezobratlých živočichů včetně tipů na mezipředmětové vazby a rozšíření výuky. Z nejlépe pozorovatelných životních projevů pak byly vytvořeny terénní pracovní listy (viz. níže).

Další tipy na rozšíření terénní výuky o mezipředmětové vztahy učitel najde pod odstavcem „Tipy na další terénní pozorování“. Tyto návrhy nesouvisí přímo s pozorováním životních projevů vodních bezobratlých, ale s prostředím, ve kterém žijí.

Ke každému terénnímu pracovnímu listu byl vytvořen „průvodce pracovním listem pro učitele“ sloužící učitelům k rychlé orientaci v problematice včetně uvedení správných výsledků pozorování. Tyto materiály obsahují úvod například s časovou náročností a potřebnými pomůckami, dále základní teorii k problematice a návody na řešení jednotlivých úkolů, případně i odkazy se zajímavostmi nebo informacemi rozšiřující dané téma. Výsledky a základní informace o živočichovi a životních projevech se opírají hlavně o informace uvedené v učebnicích pro žáky ŽŠ A SŠ. Ověřovány, ale byly i za pomoci odbornějších publikací a determinačních klíčů, jako jsou *Biologie vodních živočichů* (Lellák a kol., 1982), *Jepice: Biologie vodních živočichů* (Uvíra, 2015), *Klíč k určování bezobratlých* (Buchar a kol., 1995), *Klíč vodních larev hmyzu* (Ježek a kol., 1995) a *Příroda České republiky: průvodce faunou* (Kolibáč a kol., 2019) nebo pomocí internetových stránek BioLib.cz, Živa.cz a Vážky.net. Tyto zdroje byly částečně využity i při tvorbě terénních pracovních listů pro žáky.

Pro rychlejší orientaci najde učitel ve výsledcích i tabulky s konkrétními životními projevy vodních bezobratlých živočichů. V tabulkách jsou uvedeny učebnice včetně stránky, na které byl daný projev zmíněn a v posledním sloupci vhodnost využití při terénní výuce, která byla opakovaně ověřována v terénu. Některé životní projevy byly pozorovatelné téměř vždy bez problému, a proto jsou k využití ve výuce velmi vhodné. Jiné byly naopak pro výuku nevhodné, například kvůli malé velikosti nebo hojnosti živočicha, časové náročnosti experimentu nebo potřeby použití specializovaných pomůcek a podobně. Podle vhodnosti využití životních projevů při terénní výuce různých vodních bezobratlých uvedených v učebnicích jsou pak životní projevy označeny následujícími znaky:

- 0–K využití při terénním cvičení **nevhodné**. K demonstraci životních projevů nebo k experimentu potřebujeme například speciální vybavení, laboratorní podmínky nebo delší jednotku času.
- X–K využití při terénním cvičení **vhodné, ale s obtížemi**. Živočich se v terénu nenachází tak hojně, potřebujeme velký vzorek živočichů apod.

- XX–K využití při terénním cvičení **vhodné**. Takto označené životní projevy jsou ve většině případů velmi dobře pozorovatelné se základním vybavením v kratším časovém úseku.

2.4 Tvorba terénních pracovních listů

Po ověření pozorovatelnosti živočichů a jejich životních projevů v terénu jsem vybrala několik nejvhodnějších témat, ke kterým byly zpracovány terénní pracovní listy včetně průvodce terénním pracovním listem pro učitele, jak bylo zmíněno výše. Do pracovních listů jsou zařazeny pouze životní projevy a experimenty, které byly pozorovány ve většině případů na všech lokalitách daného biotopu. Tyto listy jsou psány bezpatkovým písmem pro lepší čtení a orientaci. Terénní pracovní listy obsahují úkoly a experimenty pro žáky. Tyto úkoly nejsou záměrně řazeny podle náročnosti, a tak výběr a zařazení do výuky je přenechán na pedagogovi a jeho individuálních potřebách vzhledem k třídě nebo skupině. V terénních pracovních listech jsem uvedla také potřebné pomůcky nebo typický biotop, kde daného živočicha hledat. Ke každému terénnímu pracovnímu listu byly vypracovány i pracovní listy s autorským řešením.

Veškeré fotografie a videa živočichů i prostředí byly pořízeny pomocí mobilních telefonů Huawei P20 Lite a Samsung S23.

Jednotlivé terénní protokoly spolu s dalším podpůrným materiálem a obrázky jsou vypracovány v aplikacích MS 365 Office, konkrétně Power Piont a Word za použití počítače a tabletu se stylusem. Některé pracovní listy obsahují i doplňky typu výukových videí a animací, které jsou k materiálu připojeny pomocí QR kódu. Soubor výukových videí byl zpracován v základní verzi Microsoft Clipchamp a nahrán na You Tube.

3 Výsledky

3.1 Životní projevy vodních bezobratlých v učebnicích

Žádná ze zmiňovaných učebnic se většinou nevěnuje dopodrobna konkrétnímu životnímu projevu vodních bezobratlých živočichů nebo srovnáváním životních projevů jen v rámci vodního prostředí. Problematika bývá nejčastěji zmiňována buď obecně, při srovnání konkrétní fyziologie nebo anatomie orgánových soustav živočichů, anebo při popisu modelového organismu.

Například dýchání vodních bezobratlých živočichů, či bezobratlých živočichů na vodu vázaných je probíráno téměř u každého zmíněného zástupce zvlášť.

K životním projevům, které se naopak probírají jako samostatné téma patří například životní cyklus a rozmnožování hmyzu. K popisu hmyzu s proměnnou nedokonalou je často v učebnicích využívána jako modelový organismus vážka. Proměna dokonalá se nejčastěji popisuje na motýlech, kteří ale nejsou přímo svým životním cyklem vázání na vodu. Ve starších učebnicích je ale zmíněn příklad proměny dokonalé na životního cyklu komára.

Následující tabulky obsahují přehled životních projevů zmíněných v uvedených publikacích. Pokud se v učebnici nachází zmínka o konkrétním životním projevu sladkovodního bezobratlého živočicha, je zde zapsána strana.

Vhodnost využití vodních bezobratlých živočichů a jejich životních projevů při terénní výuce:

- 0 – při terénním cvičení **nehodné**
- X – při terénním cvičení **vhodné, ale s obtížemi**
- XX – při terénním cvičení **vhodné**

Z důvodu lepšího formátování jsou v tabulce použita čísla místo názvu učebnic:

1. Biologie: laboratorní a terénní cvičení (Dobroruková, 2015), Nakladatelství: Univerzita Palackého v Olomouci
2. Biologie pro gymnázia (Jelínek, 2013), Nakladatelství: Olomouc
3. Biologie v kostce pro SŠ (Hančová, 2008), Nakladatelství: Fragment
4. Biologie v souvislostech (Šíma, 2023), Nakladatelství: EDUKO
5. Poznáváme život – Přírodopis pro 6. ročník (Kvasničková, 1994), Nakladatelství: Fortuna

6. Přírodopis 6 (Pelikánová, 2021), Nakladatelství: Fraus
7. Přírodopis 7 (Kočárek, 2016). Nakladatelství: Prodos
8. The Science Teacher's Book of Lists (Barhydt, 1993), Nakladatelství: Jossey-Bass

Tabulka 1: Dýchání bezobratlých živočichů v učebnicích

Učebnice	Životní projev: Dýchání	Vhodnost
1		
2	str. 99: Ploštěnka dýchá celým povrchem těla.	0
	str. 112: Pijavice dýchají celým povrchem těla.	0
	str. 121: Buchanky dýchají celým povrchem těla.	0
	str. 121: Rak říční dýchá pomocí žaber v žaberní dutině pod krunýřem žije v čistých prokysličených vodách.	0
3	str. 67: Srovnání typů dýchacích soustav v živočišné říši s uvedenými příklady.	X
	str. 80: Srovnání dýchacích soustav měkkýšů.	0
	str. 82: Srovnání dýchacích soustav korýšů.	0
4	str. 155: K filtrování vody používají měkkýši mohutné žábry.	XX
	str. 187: Larvy komárů, pestřenek a dospělé ploštice dýchají pomocí otvoru na konci zadečku nad hladinou.	XX
	str 187: Larvy vážky a šídla mají hustě protkanou tkáň v konečníku, kterým nasávají vodu.	X
	str. 187: Larvy jepic, motýlic nebo chrostíků dýchají pomocí vzdušnicových žaber.	XX
	str 187: Někteří zástupci hmyzu dýchají pomocí vzduchových bublin připevněných na tělo.	X
	str. 191: Larvy komáru aktivně plavou a nadechují se u vodní hladiny.	XX
5	Str. 66: U raků a jiných vodních živočichů je přijímán kyslík pomocí žaber – drobných přívěsků u končetin.	0
6	str. 52: Ploštěnka dýchá celým povrchem těla.	0
	str. 60: Škeble dýchá pomocí žaber.	XX
	str. 68: Vodouch stříbřitý žije pod vodou, kde sprádá pavučinu, kterou plní vzduchem.	X
	str. 71: Rak dýchá žábry pod krunýřem.	0
	str. 74: Jakým způsobem dýchají organizmy na obrázcích? Ploštěnka, hlemýžď, ryba, motýl	X
7	str. Rak říční má po stranách těla v žaberních dutinách ukryty žábry.	0
8		

Tabulka 2: Pohyb bezobratlých živočichů v učebnicích

Učebnice	Životní projev: Pohyb	Vhodnost
1	Str. 154: Potápníci a vodní ploštice mají přizpůsobené nohy k plavání.	XX
	Str. 127: Pozorování ploštěnky v Petriho misce: ...způsob pohybu...	XX
2	str. 107 a 427: Škeble rybničná žije zahrabaná v písku a pohybuje se pomocí svalnaté nohy velmi pomalu.	XX
	str. 112: Pijavice se pohybuje píd'alkovitě nebo vlnitým pohybem	XX
	str. 127: Vážky loví za letu do lapacího koše z končetin.	0
	str. 129: Bruslařka obecná a vodoměrka štíhlá mají schopnost rychlého pohybu po hladině.	XX
	str. 416: Nezmar se pohybuje píd'alkovitě nebo přemety	0
3		
4	str. 150: Pijavice se přichycují pomocí dvou přísavek.	XX
	str. 155: Mlžům slouží k hrabání svalnatá noha.	XX
	str. 189: Vodoměrky a bruslařky využívají povrchového napětí vody k pohybu.	XX
	str. 189: Splešťule, klešťanky a znakoplavky se pohybují pod vodou.	XX
5	str. 57: Ploštěnky mají pod pokožkou svalovinu, pomocí které se pomalu pohybují po kamenech.	X
	str. 61: Obrázek znázornění pohybu mlže pomocí svalnaté nohy.	XX
6	str. 49: Nezmar žije přisedle.	XX
	str. 52: Tělo ploštěnek je kryto řasinkami, pod nimi je svalový vak umožňující pohyb.	XX
	str. 60: Škeble se pohybuje pomocí svalnaté nohy, lastury jsou spojeny svaly.	XX
	str. 71: Rak má čtyři páry kráčivých končetin a další specializované končetiny s různou funkcí.	X
	str. 72: Perloočky se pohybují veslovitým pohybem	X
	str. 80: Vážky jsou velmi dobří letci, protože jsou nenasytní dravci.	XX
	str. 80: Larvy vážek mají lapací masku k lovu. Jsou velmi nenasytné.	XX
	81: Motýlice a šidélka v klidu skládají křídla kolmo k tělu.	XX
	str. 84: Znakoplavka plave hřbetem dolů. Umí i létat.	XX
	str. 84: Vodoměrky a bruslařky se pohybují díky nesmáčitelným chloupkům po hladině. Na souši jsou neobratné.	XX
7	str. 84: Splešťule blátivá se pohybuje pomalu.	X
	str. 96: Dvoukřídlí (komár) udržují rovnováhu při letu kyvadélky.	X
7	str. 70. Vodoměrka štíhlá se pohybuje po povrchu hladiny, kde loví kořist probodnutím a vysátím.	X
8		

Tabulka 3: Rozmnožování a životní cykly bezobratlých živočichů v učebnicích

Učebnice	Životní projev: Životní cyklus, růst a rozmnožování	Vhodnost
1		
2	str. 99: Ploštěnky mají vývoj přímý. Lepí vajíčka v kokonech na kameny.	X
	str. 107: Na povrchu lastur mlžů se tvoří vrstevnice, dokládající růst živočicha.	XX
	str. 107: Mlži jsou gonochoristé s nepřímým vývojem přes larvu.	0
	str. 119: Pro perloočky je typická partenogeneze	0
	str. 121: Rak říční pravidelně svléká krunýř. Je ukrytý pod kameny, dokud neztvrdne.	X
	str. 122: Raci jsou odděleného pohlaví s vývojem přímým.	0
3	str. 85-86: Tabulka se způsoby života vybraných bezobratlých (včetně vodních).	X
4	str. 149: Ploštěnka po páření lepí na kameny stopkaté kokony.	X
	str. 150: Pijavice vytváří při rozmnožování dočasně opasek.	0
	str. 159: Po svlečení kutikuly u larev členovců nastává skokový růst.	X
	str. 155: Mlži jsou gonochoristé s larválním stádiem – veliger nebo glochidium	0
	str. 178: Před svlékáním raci čerpají ze svého krunýře maximum CaCO ₃	0
	str. 188: Samci vážek si přenesou spermie do pohlavní komůrky. Poté uchopí klíšťkami na konci zadečku samici za hlavu a provozují tzv. tandemový let, dokud samice nepřecherpe spermie. Často za tandemového letu klade i vajíčka na vodní hladinu.	XX
	str. 190: Larvy chrostíků se kuklí pod vodou.	XX
5	str. 55: Nezmar se nepohlavně rozmnožuje pučením.	0
	str. 57: Ploštěnka se líhne z vajíčka a postupně dorůstá – vývoj přímý.	X
6	str. 49: Nezmar se rozmnožuje nepohlavně pučením nebo pohlavně oplozenými vajíčky	X
	str. 53: Ploštěnka se rozmnožuje pohlavně. Je obojetník s vývinem přímým.	X
	str. 59: Plži se rozmnožují pomocí vajíček. Vývin je přímý. Je hermafrodit.	X
	str. 60: Škeble má oddělené pohlaví a vývin nepřímý – larva glochidie.	0
	str. 71: Vývin raka je přímý. Čas od času se musí svlékat.	X
	str. 78: Hmyz s proměnou nedokonalou – modelový organizmus vážka.	XX
	str. 80: Larva vážky se několikrát svléká. Pro posledním svlékáním vyleze na stéblo nad hladinu, kde dochází k praskání pokožky a vylezení dospělé vážky.	XX
7	str. 16: Polyp se může rozmnožovat pučením i dělením.	0
	str. 34: Mlži mají oddělené pohlaví. Vývoj v dospělé probíhá přes larvu.	0
8	str. 62: Přehled typů rozmnožování. Zmínění plži nebo polypi.	0
	str. 64: Srovnání proměny dokonalé a nedokonalé bez uvedených konkrétních druhů bezobratlých.	XX

Tabulka 4: Ostatní životní projevy bezobratlých živočichů v učebnicích

Učebnice	Životní projev: Ostatní	Vhodnost
1	Str. 127: Pozorování reakce ploštěnky na světlo v polovině zakryté a polovině odkryté Petriho misce. Jsou ploštěnky pozitivně nebo negativně fototaxické?	XX
	Str. 156: Stavba schránek mlžů a plžů se liší. Mlži mají lastury z 3 vrstev – na povrchu konchiolin, uprostřed uhličitan vápenatý a uvnitř perleť. Schránka plžů má jen 2 vrstvy, bez perleti.	XX
2	str. 95: Nezmaři mají vysokou regenerační schopnost.	0
	str. 99: Ploštěnka se živí dravě pomocí vychlípitelného hltanu.	X
	str. 99: Ploštěnky mají mimořádnou regenerační schopnost.	XX
	str. 122: Raci mají značnou regenerační schopnost.	0
	str. 127: Dospělci jepice skládají křídla kolmo nad tělem jako motýlice.	XX
3	str. 132: Larvy chrostíků si staví schránky z nejrůznějších materiálů.	XX
	str. 78: Při podráždění ploštěnka vymrští rhabdity a vytvoří rosolovitý obal.	XX
	str. 78: Ploštěnka má značnou regenerační schopnost.	XX
4	str. 80: Tvorba perel je obraná reakce organismu mlžů, pokud se dostane zrnko písku do plášťové dutiny.	0
	str. 148: Ploštěnky pomocí jednovrstevné pokožky produkují sliz v podobě tyčinek – rabsitů.	XX
	str. 149: Ploštěnka loví pomocí vychlípitelného hltanu na břišní straně.	0
	str. 150: Pijavice sají krev.	0
	str. 154: Měkkýši tvoří různé druhy vápenatých schránek.	XX
	str. 179: Beruška vodní žije v eutrofizovaných vodách, kde ožírá listy.	XX
	str. 188: Larvy jepic jsou náročné na čistotu a vysokou koncentraci kyslíku – bioindikátory čisté vody.	XX
5	str. 190: Larvy chrostíků žijí ve vodě, kde si staví ochranné schránky z různých materiálů nebo vytvářejí síť pavučin pod kameny.	XX
	str. 55: Obrázek, jak nezmar přijímá potravu pomocí svých žahavých chapadel. Nezmar rychle reaguje na vnější podněty (např. dotyk).	X
6	str. 57: Ploštěnka reaguje na světlo.	XX
	str. 49: Nezmar má značnou regenerační schopnost.	X
	str. 49: Nezmar loví pomocí žahavých buněk.	0
	str. 52: Ploštěnka se orientuje pomocí očních skvrn a hmatových laloků.	XX
	str. 53: Ploštěnka má velkou schopnost regenerace.	XX
	str. 58: Tělo měkkýšů je kryto vápenatou schránkou.	XX
	str. 59: Plži strouhají potravu pomocí jazýčku – raduly.	X
	str. 60: Měkkýši tvoří schránku z dvou lastur.	XX
	str. 65: Pijavky mají okrouhlé přísavky a živí se sáním krve z hostitele.	0
str. 96: Krev sají pouze samičky komárů.	0	
7	str. 16: Polyp má velmi dobrou regenerační schopnost.	0
	str. 34: Mlži tvoří dvě lastury.	XX
	str. 65: Drobní korýši jsou významní bioindikátoři vod.	0
	str. Rak říční se přes den ukrývá, v noci vylézá za potravou, kterou tvoří hlavně mrtví živočichové a vodní rostliny.	0

	str. 58: Blešivec potoční žije v čistých řekách a potůčcích.	XX
	str. 69: Komár pisklavý se živí nektare. Pouze samičky krví. Larvy požírají plankton.	0
	str. 70: Šídlo královské vylodává u hladiny s široce rozevřenými křídly. Nedokáže je skládat nad sebe.	XX
8	str. 52 a 61: Měkkýši tvoří schránky, plži jednu, mlži dvě.	XX
	str. 59: Přehled živočichů s dobrou regenerační schopností. Ze sladkovodních organismů zmíněni polyp a ploštěnka	X

3.2 Vodní biotopy s typickými modelovými živočichy – podpůrné materiály pro učitele

Všechny zkoumané lokality a z nich vycházející členění biotopů byly navštíveny v Moravskoslezském a částečně Zlínském kraji v Beskydech a jejich podhůří. Proto se zde nenacházejí všechny typy stanovišť vodních biotopů.

3.2.1 Podhorská řeka s kamenitým dnem

Pro podhorské řeky jsou typické čisté prokysličené vody s minimem živin. I když tento typ řek je na první pohled člověkem neovlivněný – v daném úseku nemá nebo má jen minimálně zpevněné břehy nebo dno. Už i tyto toky mají částečně ovlivněný průtok a celkovou dynamiku vodohospodářskými a jinými stavbami zasahujícími do koryta (obr. 8). Na obrázku můžeme vidět šipku, ukazující na část protipovodňového valu, který tak brání přirozenému rozlité řeky do okolní krajiny nebo meandrování. Velkým problémem pak může být například nedostatek příchozích splavenin a zvýšená nepřirozená eroze až na skalní podloží. Jako jeden z následků může být i úbytek vegetace a následně i skladba organismů v korytě řek. Většina bezobratlých se v silném proudu na hladkém skalním podloží bez možnosti úkrytu pod menšími kameny nebo právě na vegetaci neudrží.

Dno podhorské řeky je typicky tvořeno valouny, oblázky a na některých místech i štěrkem. Hloubka koryta, vzhled i míra vegetace okolo břehů se pravidelně mění v závislosti na čase i místu a je ovlivňována zejména mírou a četností povodňových vln. Proto je obtížné vytipovat přesná místa vhodná k pozorování nebo odběru. U tohoto biotopu je ale důležitý spíše substrát, protože většina pozorovaných bezobratlých živočichů se ukrývá právě mezi nebo pod valouny ve středně silném proudu. K nálezu a pozorování vodních bezobratlých živočichů tak většinou postačí otočení několika valounů a prohlédnutí spodní strany.



Obrázek 8: Koryto podhorské řeky – řeka Morávka (Heryánová, 2024)

Typičtí živočichové podhorských řek zmiňování ve vybraných učebnicích:

- **ploštěnka potoční** (*Dugesia gonocephala*) – Tento druh ploštěnky byl opakovaně pozorován na všech navštívených lokalitách během celého kalendářního roku. K úspěšnému nalezení je třeba postupně obracet jednotlivé kameny a ploštěnky sbírat s maximální opatrností pomocí štětečků. Přímou v řece můžeme pozorovat světlou ploštěnku, která se při otočení kamenu, pohybuje z osvětlené strany na spodní zastíněnou.
- **kamomil říční** (*Ancylus fluviatis*) – Kamomil říční je opět poměrně hojný druh plže obývající povrch větších valounů. Opakovaně, i když ne pokaždé byl pozorován na všech lokalitách. Na tomto živočichovi můžeme pozorovat hydrodynamický tvar ulity nebo sílu svalnaté nohy pomocí které se přidržuje na kamenech ve větším proudu. Kamomil v učebnicích sice zmíněn byl, ale ani jednou v souvislosti s životním projevem.
- **blešivec potoční** (*Gammarus fossarum*) – Blešivci se sice v čistých řekách nacházejí v hojných počtech. V přirozeném prostředí jsou dobře pozorovatelní, většinou pomalu lezoucí na boku. K odchytu budeme potřebovat alespoň akvarijní síťku, případně jinou síťku s menšími oky. Blešivce najdeme nejčastěji mimo silný proud v místech s opadaným listím, kterým se živí. Stejně jako u kamomila je v učebnicích i blešivec ve většině případů zmíněn pouze jako zástupce našich koryšů, bez popisu životního projevu.

- **rak říční** (*Astacus fluviatilis*) – Rak byl pozorován jen na území obce Raškovice v řece Morávce. Využití raka říčního pro pozorování životních projevů není vhodné, ať už z důvodu nízkého výskytu, nebo vysokého stupně ohrožení a nebezpečí poranění raka při případné neodborné manipulaci s ním. Rak říční se stal v posledních desetiletích velmi vzácným. Populace byly a jsou decimovány znečištěním nebo račím morem, což bylo zmíněno i ve většině učebnicích. Při zhlédnutí raka tak můžeme do výuky přímo zahrnout problematiku ohrožených druhů, a ještě více žákům prohloubit zážitek z pozorování tohoto vzácného živočicha.
- **jepice** (Ephemeroptera) – Jepice je opět velmi hojný druh podhorských potoků, i když některé menší druhy můžeme najít i ve stojatých vodách. Byla nalezena na všech lokalitách ve větších počtech. Larvy jepic s největší pravděpodobností nalezneme na spodní straně kamenů v slabším proudu řeky (ale i v hlavní proudnici nebo naopak zcela mimo proud – záleží na nárocích konkrétního druhu). Na jepicích je dobře pozorovatelné dýchání pomocí kmitání žaberních lupínek. V jarních měsících lze pod vodou (opět na spodní straně kamenů) poměrně často narazit na samičky dospělých jepic kladoucích povlaky vajíček. Na vegetaci a kamenech nad hladinou můžeme ne zřídka kdy pozorovat svlečky dokazující proměnu nedokonalou.
- **pošvatky** (Plecoptera) – Pošvatky jsou méně hojné a bez bentické sítě hůře odlovitelné. Nicméně lze na ně narazit v opravdu čistých vodách mezi kameny nebo při otáčení zespod kamenů v silnějším proudu. Případné pozorování a odlov ale není tak jistý jako například u jepic.
- **chrostíci** (Trichoptera) – Chrostíky můžeme najít ve dvou formách. Druhy stavějící si schránky z různých materiálů (např. *Sericostoma* sp. nebo *Potamophylax* sp.), které najdeme volně se pohybující mezi nebo pod kameny a druhy snovající sítě (*Hydropsyche* sp.), nejčastěji spleené s drobnými kamínky na bočních nebo spodních stranách větších valounů se silnějším proudem.

3.2.2. Splavy a jezy na řekách vyšších až středních poloh

Splavy a jezy na řekách vyšších až středních poloh většinou protékají čisté a prokysličené vody. Koryto řeky je nicméně v tomto úseku silně antropogenně ovlivněno, což má velký vliv i na složení druhové biodiverzity v těchto místech. Koryto v okolí splavů je

vybetonováno nebo zpevněno kameny a je zpravidla zcela bez vegetace, která by mohla poskytnout úkryty vodním nejen bezobratlým živočichům. V některých případech mohou být splavy lehce poškozeny erozními procesy a mohou se zde objevovat trhliny a škvíry doplující přirozené úkryty. Některé druhy jsou ale i přes silné antropogenní ovlivnění pro tato místa typické viz níže.

Splavy a jezy lze velmi dobře využít i k mezipředmětovým otázkám nejrůznějšího charakteru, typicky výuka fyziky a proudění kapalin. Tato místa jsou většinou velmi dobře dostupná, nicméně se musí dbát na zvýšenou opatrnost a individuálně zvážit bezpečnost pohybu v blízkosti těchto hydrologických staveb. Obecně pohyb těsně nad splavem je velmi rizikový. Bezpečnější je pak pohyb pod splavem za vývarovou linií směrem po proudu.

Typičtí živočichové splavů a jezů zmiňování ve vybraných učebnicích:

- **chrostíci** (Trichoptera) – Chrostíci se na splavech a jezích nacházejí v obou formách. Jak druhy snovající sítě, tak i druhy se schránkami. Druhy stavějící si schránky se nachází v největší hojnosti na bocích splavů na úrovni a za vývarovou linií, případně přímo na vývarové linii. Můžeme je pozorovat, včetně jejich životních projevů pouhým okem přímo ve vodě. K odlovu nepotřebujeme žádné nástroje. Lze je s opatrností sesbírat i ručně a pozorovat detailněji v menší nádobce. Druhý typ chrostíků najdeme v silnějším proudu ve škvírách nebo uměle vytvořených otvorech. Pouhým okem přímo v přirozeném prostředí řeky můžeme pozorovat důsledek životního projevu, a to snování sítí (obr. 9). Oproti přirozenému korytu ale v těchto sítích nejsou zapletené menší kamínky nebo organický materiál. Odchyt těchto chrostíků je navíc velmi náročný, protože se ukrývají hluboko ve škvírách, a jak už bylo zmíněno, v silnějším proudu, který omezuje náš pohyb.



Obrázek 9: Síť chrostiků v prostředí jezů (Heryánová, 2023)

3.2.3 Silně antropogenně ovlivněný tok s betonovým korytem

Výskyt vodních bezobratlých živočichů, ale i obratlovců je v těchto tocích velice nízký a spíše náhodný. Pokud zde nějakého živočicha pozorujeme, jedná se s největší pravděpodobností o organismus s širokou ekologickou valencí, který nalezneme i na většině jiných pro výuku vhodnějších stanovišť. Proto níže nebudou uvedeni žádní typičtí zástupci pro tuto lokalitu. Výskyt organismů se odvíjí také od typu protékajících vod. Betonová koryta mají po celé své délce stejný tvar podobnou hloubku (obr. 10). Mohou mít charakter toků se silně znečištěnými vodami nebo přivaděčů i s poměrně čistou vodou.

Návštěva těchto lokalit za účelem pozorování životních projevů vodních bezobratlých nebo živočichů samotných tedy postrádá smysl. Nicméně lokality těchto typů mají velký potenciál pro terénní cvičení jiných předmětů viz kapitola 3.4 Typy na další terénní pozorování.



Obrázek 10: Betonové koryto přivaděče Morávka-Žermanice (Heryánová, 2024)

3.2.4 Stojaté vody – břehy rybníků a přehrad

Stojaté vody mohou být různé velikosti, hloubky i kvality. Navštívené lokality patří spíše mezi menší vodní nádrže. Spojuje je podobný vzhled břehů, a tudíž i výskyt a možnost pozorování podobných druhů. Pozorování bylo prováděno pouze v okolí břehů zhruba do jednoho metru hloubky. Břehy těchto typů stanovišť jsou ve většině případů porostlé pobřežní vegetací (obr. 11), jako je například rákos nebo jiné vyšší traviny. Dno je z pravidla tvořeno štěrkopískem s nánosy odumřelého organického materiálu.



Obrázek 11: Břeh přehradní nádrže Olešná (Heryánová, 2024)

Typičtí živočichové stojatých vod – břehu rybníků a přehrad zmiňování ve vybraných učebnicích:

- **plovatka bahenní** (*Lymnaea stagnalis*) – Plovatka bahenní je jeden z nejhojnějších vodních plžů u nás. V menších počtech byla nalezena i na ostatních typech lokalit. S jistotou ji ale vždy nalezneme na březích stojatých vod na anebo v blízkosti pobřežní vegetace. Ne zřídka kdy vylézá po této vegetaci i nad hladinu. Speciální vybavení k pozorování životních projevů ani k odchytu není potřeba.
- **škeble** (*Anodonta* sp.) – Škeble byla pozorována mimo letní měsíce opakovaně, ale pouze na přehradě Olešné. Mnou pozorovaný druh byl konkrétně škeble říční (*Anodonta anatina*). V menších hloubkách lze škeble sesbírat a pozorovat i ručně, z hloubky větší, než padesát centimetrů si můžeme pomoci sítkou nebo cedníkem s tyčí. Škeble jsou většinou z části zahrabány v písčito štěrkovém dně. Je možné je pozorovat i přímo v přirozeném prostředí na dně za pomoci ponoření části průhledné nádoby.
- **pijavice** (Hirudinida) – Pijavice nejčastěji najdeme právě ve stojatých vodách s bahnitým dnem, vyskytují se ale i v mírně tekoucích vodách. Z pijavic byla nejčastěji pozorována hlitanovka bahenní (*Erpobdella octocolata*), kterou najdeme na spodní straně kamenů ležících v bahně nebo písku. U pijavic je pozorovatelný pohyb za pomoci přísavek, nebo rychlejší plavání vlněním.
- **buchanka** (*Cyclops* sp.) – Buchanky patří mezi drobné korýše. Byly pozorovány opakovaně při hladině hlavně během jarních měsíců. K detailnějšímu pozorování je třeba buchanky odebrat pomoci kbelíku nebo sítkou vyrobenou ze silonek.
- **vážky** (Odonata) – Vážky se vyskytují u všech vodních zdrojů, vůbec nejhojnější ale byli právě u větších vodních nádrží, kde bylo vždy k vidění i více jedinců. Nejčastěji byli pozorováni motýlice lesklá (*Calopteryx splendens*), šidélko brvonohé (*Platycnemis pennipes*), ale i robustnější druhy vážkovitých (Libellulidae). Na březích můžeme spatřit dospělce posedávající na vegetaci nebo velmi hbitě poletující okolo. Především na přelomu jara a léta lze pozorovat i rozmnožování (obr. 12 vpravo) a kladení vajíček do vody. Při kladení vajíček je možno výuku rozšířit o mezipředmětové vztahy, a to o téma povrchového napětí a jak je toto napětí vážkou při kladení překonáváno.

Ve vodě pak najdeme většinou larvy vážek lezoucí po ponořené vegetaci (obr. 12 vlevo) nebo v bahně. K odlovu pro detailnější pozorování larev můžeme využít bytelnější sítky nebo cedníky.



Obrázek 12: Larva vážky (vlevo) a rozmnožování vážek (vpravo), (Heryánová, 2024)

- **splešťule blátivá** (*Nepa cinerea*) – Splešťule blátivá je méně hojná, a i proto k pozorování životních projevů méně vhodná. Můžeme ji najít v blízkosti bahnitých břehů s vegetací.
- **bruslařka obecná** (*Gerris lacustris*) – Na hladině vodních nádrží se nachází někdy i velmi početná hejna „pobíhajících“ bruslařek. Pro odchyt a bližší pozorování je potřeba použít sítku s delší rukojetí. Bruslařky jsou velmi hbité a mohou snadno utéct. Bruslařky lze využít i k výuce mezipředmětových vztahů, a to výuky povrchového napětí.

3.2.5 Stojaté vody – kaluže, malé lesní tůňky a jezírka

Kaluže, malé lesní tůňky a jezírka mohou mít různý charakter. avšívěné lokality měly většinou od patnácti centimetrů do půl metru hloubky a velikost v průměru nepřesahovala pět metrů. Výhodou těchto typů stojatých vod je jejich rozměr. Při pozorování živočichů nemá kam utéct a ani možnost se schovat nebo uplavat do větší hloubky. Nevýhodou může být nevyzpytatelnost ohledně proměnlivé výšky hladiny a časté vysychání během letních měsíců. Najdeme zde proto opět druhy s širokou ekologickou valencí, kterým tato proměnlivost nevádí.

Tyto tůňky jsou zanesené zpravidla nánosem bahna, spadáním listím a jiným organickým materiálem. V letních měsících bývají tyto místa zarostlé vegetací.

Typičtí živočichové stojatých vod-kaluží, lesních tůňek a jezírek zmiňování ve vybraných učebnicích:

- **plovatka bahenní** (*Lymnaea stagnalis*) – V těchto typech vod se opět v hojném počtu nachází i plovatky, které ale byly zmíněny výše.
- **beruška vodní** (*Asellus aquaticus*) – Berušku vodní najdeme hlavně ve stojatých vodách bohatých na detrit, protože se živí opadaným listím. Nejlépe ji tedy najdeme za použití cedníku a sítěk, kterými nabereme tlející listy a v kbelíku, či jiné nádobě je postupně přebíráme.

3.2.6 Malé rezervoáry dešťové a jiné umělé nádoby

Na zahradách i školních pozemcích najdeme téměř vždy alespoň malý rezervoár dešťové vody nejčastěji ve formě sudů nebo IBC kontejnerů. I když jsou tyto nádoby zcela nepřírozené, a pro většinu vodních bezobratlých živočichů nevhodné, mají pro jejich pozorování hned několik výhod. Živočich je velmi dobře vidět při jeho životních projevech – nemůže nám nikde utéct a ani se schovat. Další výhodou je i dostupnost a bezpečnost. Za živočichy se nemusíme nikam vydávat, postačí ve většině případů školní nebo jiná zahrada. Nevýhodou ale může být minimální možnost zapojení mezipředmětových vztahů a pozorování živočichů v nepřírodném prostředí.

Typičtí živočichové rezervoárů a umělých nádob zmiňování ve vybraných učebnicích:

- **bruslařka obecná** (*Gerris lacustris*) – Bruslařka se v hojných počtech nachází i v těchto typech nádrží. Při pozorování bruslařky se nabízí sledovat její pohyb po hladině a vysvětlit žákům vliv povrchového napětí.
- **znakoplavka** (*Notonecta* sp.) – Znakoplavku opět najdeme i na výše zmíněných stanovištích. Nejlépe pozorovatelná je ale právě v menších umělých rezervoárech, kde je jednoduché ji i odchytit k detailnějšímu pozorování. Na znakoplavkách lze dobře pozorovat dýchání pomocí trubičky na zadečku nebo speciálně uzpůsobené plovací nohy. K odchytu využíváme sítky a minimalizujeme kontakt s holou kůží. Znakoplavky umí bolestivě bodnout.
- **komáři** (Culicidae) – I komáři se nachází téměř ve všech typech vod, jedná se o skupinu živočichů s vysokou ekologickou valencí. Nicméně pro účely pozorování je opět nejlepší menší rezervoár, například dvě stě litrový sud se

starší odstátou vodou. V těchto typech rezervoárů je možné sledovat celý životní cyklus komárů od vajíček až po vylíhnutí dospělého. K detailnějšímu pozorování můžeme larvy komárů odchytnout pomocí jemnější sítě.

3.3 Terénní pracovní listy s průvodcem pracovním listem pro učitele

3.3.1 Ploštěnky

Životní projevy ploštěnek – průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ/SŠ



ploštěnka (potoční)



60-80 min



spodní strana kamenů (v řece)



Petriho miska popř. jiná nádobka s plochým a světlým dnem, štětec popř. pinzeta, kousek kartonu, lupa, tužka a psací potřeby, pravoúhlé pravítko

Terénní pracovní list s životními projevy ploštěnek je určen spíše pro střední školy. S pomocí učitele ho ale zvládnou i mladší děti. Žáci středních škol používají odborné názvy. Mohou se pokusit vyhledat i latinské názvy jednotlivých ploštěnek. U žáků základních škol odborné názvy nevyžadujeme.

Jak reaguje ploštěnka na světlo?

Ploštěnka je fotofobní (světloplachá) – bojí se tedy světla. Ploštěnku nalezneme v přirozeném prostředí ve většině případů při obrácení kamenů v řece. Pokud kámen obrátíme, ploštěnka se snaží ihned přelézt na neosvětlenou stranu. V Petriho misce i po opakovaném přemístění na osvětlenou polovinu se vždy schová pod zastíněnou část.

Foto = světlo

Fobie = strach

Jak se ploštěnka brání a reaguje na podráždění dotykem?

Hlavová část nese smyslové orgány, proto při podráždění této části ploštěnka reaguje stáhnutím a změnou směru od podráždění pryč. Při podráždění ostatních částí těla ploštěnka stáhne v místě podráždění pouze svalový vak, ale pokračuje stejným směrem.

Ploštěnka má tzv. otáčivý reflex, proto se ihned šroubovitým pohybem otočí zpět na břišní stranu.

Při opakovaném dráždění ploštěnka z jednovrstvené pokožky s řasinkami vypouští tyčinkovité útvary – rhabdity, které ve vodě bobtnají a vytváří slizovitý obal chránící ploštěnku například před dravci, ale i před vyschnutím apod.

Jaký druh ploštěnky zkoumáme?

Druhy ploštěnek jsou velmi dobře rozpoznatelné podle tvaru přídě a počtu očí. Žáci s pomocí lupy detailně prozkoumají hlavně tvar přídě a pokusí se ji načrtnout včetně postavení miskovitých očí.

Ploštěnka je známá svou dobrou regenerací. Jak se projevuje? Co se stane po přepůlení těla ploštěnky? A jaké živočichy s dobrou regenerací ještě znáš?

Ploštěnka je známá pro svou výbornou regeneraci. Zbytečně ji ale neubližujeme, a proto se žáci podívají na video pomocí QR kódu.

Vidíme, že přední část ploštěnky ihned po přepůlení pokračuje v před. Zadní část je v pohybech pomalejší, nicméně po chvíli se také začne pomalu pohybovat v před. Celková regenerace ale trvá několik dní.



Ploštěnka je dvoustraně souměrný živočich. Co to znamená?

Ploštěnka je dvoustraně neboli bilaterálně souměrná. To znamená, že pokud vedeme tělem ploštěnky jednu osu souměrnosti, vzniknou nám dvě identické poloviny.

Životní projevy ploštěnek

Jméno:

Datum:



ploštěnka (potoční)



spodní strana kamenů (v čisté řece)



Petriho miska popř. jiná nádobka s plochým a světlým dnem, štětec popř. pinzeta, kousek kartonu, lupa, tužka a psací potřeby, pravouhlé pravítko

Jak reaguje ploštěnka na světlo?

Ploštěnku pozoruj v přirozeném prostředí a následně ji opatrně přenes do Petriho misky pomocí štětečku. Polovinu Petriho misky překryj neprůsvitným materiálem (např. kartonem). Ploštěnku opakovaně přemísťuj na obě strany misky.

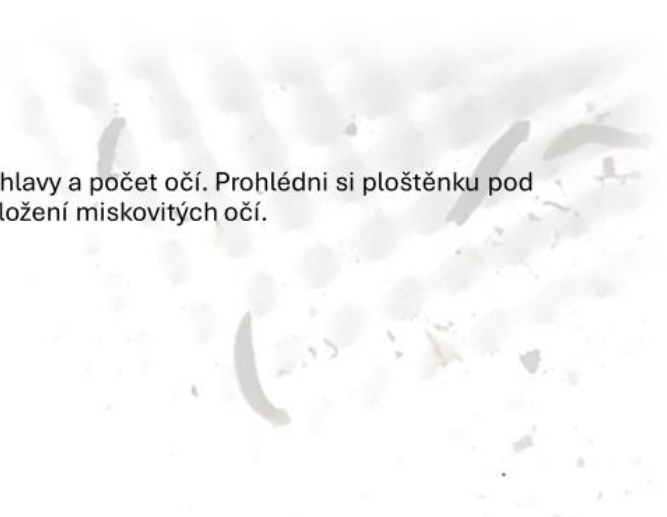
- Co znamená slovo fotofobní? Z jakých cizích slov je tento pojem složen?
- Můžeme říct, že je ploštěnka fotofobní?
- Jak se chová v přirozeném prostředí a jak v Petriho misce?

Jak se ploštěnka brání a reaguje na podráždění dotykem?

- Podráždí ploštěnku štětečkem na přídi, uprostřed a na konci těla. Jak reagovala?
- Otoč ploštěnku na záda. Co se stane?
- Ploštěnka na obranu produkuje okolo sebe jistou hmotu. Popiš, jak tato hmota vypadá. Dohledej v literatuře nebo na internetu, čím je tvořena.

Jaký druh ploštěnky zkoumáme?

Důležitým určovacím znakem je tvar hlavy a počet očí. Prohlédni si ploštěnku pod lupou a načrtni tvar přídě, včetně rozložení miskovitých očí.



Ploštěnka je známá svou dobrou regenerací. Jak se projevuje? Co se stane po přepůlení těla ploštěnky? A jaké živočichy s dobrou regenerací ještě znáš?

Ploštěnce zbytečně neubližuj! Podívej se na následující video.



Ploštěnka je dvoustraně souměrný živočich. Co to znamená?

Vzpomeň si z matematiky na osovou souměrnost a dokresli alespoň pomocí pěti kolmic druhou polovinu těla ploštěnky.



3.3.2 Mlži

Životní projevy mlžů– průvodce pracovním listem pro učitele



SŠ



škeble



40-50 min



přehrady se štěrkopísčítým dnem



Průhledný kbelík, kapátko s HCl, zbytky schránek škeblí, lupa, podběrák nebo cedník

Díky chemickému pokusu s rovnicí je terénní pracovní list určen primárně žákům střední školy. Při vynechání rovnice je pracovní list možné využít i při pozorování životních projevů s mladšími žáky. Při práci s kyselinou je nutné dbát zvýšené opatrnosti.

Jak škeble dýchá? Pozoruj škebli v klidu na dně průhledného kbelíku. Za pomoci lupy si prohlédni škvírou mezi lasturami vnitřní stavbu.

Škeble a obecně mlži dýchají pomocí žaber ukrytých mezi lasturami. Pokud necháme škebli pár minut v klidu, můžeme škvírou mezi pootevřenými lasturami vidět červené rozvětvené žábry.

Pokud nad škebli nasypeme jemný písek, vidíme že ho spolu s vodou nasává a pak vyvrhne.

Polož škebli do průhledného kbelíku s vodou a asi 5 cm vrstvou písku na dně. Nechej škebli v naprostém klidu minimálně 5 min a popiš co pozoruješ. Dále pozoruj po 10 a 15 minutách.

Pokud je škeble položená na bok, napřímí se pomocí postupného vysunutí a zaboření svalnaté nohy do substrátu. Pomocí této svalnaté nohy se také velmi pomalu pohybuje. Za sebou nechává nápadné stopy v podobě vyrytých „uliček“.

Ověř chemické složení lastury škeble. Na nalezené lastury (ne na živého živočicha!), nanes kapátkem postupně na obě strany kapku kyseliny chlorovodíkové. Kamenem odstraň kousek povrchové vrstvy a opět na ni kápní HCl.

Lastury škeble jsou tvořeny ze tří vrstev. Na povrchu je organická vrstva, která by s kyselinou neměla reagovat, uprostřed je vrstva z kalcitu a uvnitř vrstva perleti z aragonitu. Obě tyto vrstvy s kyselinou reagují. K prostřední vrstvě se dostaneme částečně seškrábnutím organické povrchové vrstvy.

Životní projevy mlžů

Jméno:

Datum:



škeble



přehrady se štěrkopísčítým dnem



Průhledný kbelík, kapátko s HCl, zbytky schránek škeblí, lupa, podběrák nebo cedník



Jak škeble dýchá? Pozoruj škebli v klidu na dně průhledného kbelíku. Za pomoci lupy si prohlédni škvírou mezi lasturami vnitřní stavbu.

- Vidíš uvnitř škeble dýchací orgány? Jak se tyto orgány jmenují a jak vypadají?
- Na hladinu nad škeblí postupně nasypej 3-5 špetek jemného písku. Pozoruj a popiš, jestli a jak ho škeble s okolní vodou nasává.

Polož škebli do průhledného kbelíku s vodou a asi 5 cm vrstvou písku na dně. Nechej škebli v naprostém klidu minimálně 5 min a popiš co pozoruješ. Dále pozoruj po 10 a 15 minutách.

Tip: mezi pozorování plň i následující úkol

Ověř chemické složení lastury škeble. Na nalezené lastury (ne na živého živočicha!), nanes kapátkem postupně na obě strany kapku kyseliny chlorovodíkové. Kamenem odstraň kousek povrchové vrstvy a opět na ni kápní HCl.

- Popiš co pozoruješ a zapiš chemickou rovnicí pozorovaného jevu.

3.3.3 Jepice

Životní projevy jepic– průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ



jepice



50-60 min



podhorská řeka s kamenitým dnem



Miska s plochým a světlým dnem, pinzeta, lupa



Tento terénní pracovní list neobsahuje žádné složité úkoly a proto je určen primárně pro žáky základních škol. Zároveň je ale využitelný i při výuce středoškoláků se kterými můžeme podrobněji probrat rozpustnosti plynů ve vodě v závislosti na teplotě nebo překonávání povrchového napětí jepicemi při kladení vajíček pod hladinou.

Přemísti jepici do světlé nádobky s trochou čerstvé vody. Nádobku s jepicí nech 15 minut na teplém místě. Pozoruj jakým způsobem jepice dýchá a vysvětli proč se během 15 minut změnila aktivita dýchacích orgánů?

Larva jepice dýchá pomocí žaberních lupínků (tracheálních žaber) umístěných na zadečku. Pro přísun většího množství kyslíku těmito lupínky kmitá. Pokud se teplota v nádobce zvyšuje, klesá i rozpustnost kyslíku ve vodě. Kyslík navíc spotřebovává i larva svým pobytem v nádobce. Čím déle larva v nádobce pobývá, tím větší nedostatek kyslíku má a tím více kmitá žaberními lupínky.

Tip 1: Detailní fotky žaberních lupínků a popis dýchání členovců se nachází v článku časopisu Živa.cz (Mourek, 2023).

Odkaz na článek při naskenování QR kódu.

Tip 2: Dýchání larev jepic je částečně srovnatelné s dýcháním larev pošvatek. Pošvatky nekmitají žaberními lupínky, ale při nedostatku kyslíku provádí tzv. klikací pohyby.



Na kamenech vyčnívající nad hladinu pozoruj svlečky jepic (případně i jiných bezobratlých živočichů). Z čeho jsou tvořeny? Proč se živočich musí svlékat a proč tyto svlečky zůstaly nad hladinou? Jedná se o proměnu dokonalou nebo nedokonalou?

Většina členovců jako je například hmyz mají tzv. exoskelet, který poskytuje živočichovi ochranu i oporu. To znamená že svaly a jiné vnitřní struktury se upínají na vnější kostru zevnitř. Tato vnější kostra je pevná a proto brání živočichovi v růstu. Čas od času ji tedy musí svléct. Živočichové s proměnou nedokonalou se při posledním svlékání mění přímo v dospělce (bez stádia kukly), tyto svlečky pak zůstávají nad hladinou po delší dobu, protože jsou převážně z chitinu a dalších chemicky odolnějších sloučenin jako je například uhličitan vápenatý apod.

Hlavně v jarních měsících můžeš najít pod částečně ponořenými kameny dospělé samice jepic. Proč slézají pod hladinu a co po sobě zanechávají?

Larvy jepic se líhnou a vyvíjí pod hladinou, dospělci naopak žijí na souši. Samička tak ihned po oplodnění leze pod hladinu (některé druhy ponoří pod hladinu jen zadeček), kde lepí vajíčka nejčastěji na spodní straně kamenů. Po naklazení pak umírá. Má však nesmáčitelný povrch těla, kterým si pod hladinu přenáší vzduch a ten ji umožňuje delší pobyt pod hladinou. Vajíčka pak vytváří na kamenech oblé světlé povlaky.

Tip 3: Dlouhodobé a opakované pozorování - Samička při lezení pod hladinu musí překonat povrchové napětí. Na drsném povrchu kamenů se jí to podaří poměrně snadno, pokud se snaží překonat toto napětí na nepřírozeném hladkém povrchu (například plastový kbelík), můžeme pozorovat opakovaný nezdár i po několika pokusech.

Tip 4: Video se samičkou jepice kladoucí povlaky vajíček na spodní straně kamenů v podhorské řece.



Životní projevy jepic



jepice



podhorská řeka s kamenitým dnem



Miska s plochým a světlým dnem, pinzeta, lupa

Jméno:

Datum:



Přemísti jepici do světlé nádoby s trochou čerstvé vody. Nádobku s jepicí nech 15 minut na teplém místě. Pozoruj jakým způsobem jepice dýchá a vysvětli proč se během 15 minut změnila aktivita dýchacích orgánů?

Jepici netrap moc dlouho! Po 15 minutách ji postupně začni do nádoby přilívat čerstvou vodu a následně ji vypusť na svobodu.

Na kamenech vyčnívající nad hladinu pozoruj svlečky jepic (případně i jiných bezobratlých živočichů). Z čeho jsou tvořeny? Proč se živočich musí svlékat a proč tyto svlečky zůstaly nad hladinou? Jedná se o proměnu dokonalou nebo nedokonalou?

Hlavně v jarních měsících můžeš najít pod částečně ponořenými kameny dospělé samice jepic. Proč slézají pod hladinu a co po sobě zanechávají?

3.3.4 Vodní plošnice

Životní projevy vodních ploštic – průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ/SŠ



bruslačka, znakoplavka



30-45 min



stojaté vody/umělé rezervoáry



Průhledný kbelík, sítko, lupa

Pracovní list s životními projevy ploštic je využitelný pro výuku žáků základních i středních škol. Speciálně při výuce na středních školách by měl pedagog využít tipy pro rozšíření o mezipředmětové vztahy (fyziky).

Detailně pozoruj pohyb bruslačky na hladině v přirozeném prostředí. Pak ji pomocí sítky odlov a přenes do kbelíku s vodou. Pozoruj lupou končetiny a zdůvodni proč se udrží nad hladinou. Nakonec bruslačku sítkou (ne holou rukou) přenes do trávy. Jak se lišil pohyb v různých prostředích?

Bruslačky jsou na volné hladině velmi hbité. Při detailnějším pozorování si můžeme všimnout jemných nesmáčitelných chloupků na 2 párech končetin. Chloupky na končetinách zvyšují dotykovou plochu končetin a efektivněji tak využívají povrchového napětí. První pár je zkrácený a slouží především k uchopení kořisti a k uchopení samičky během kopulace.

Tip 1: Povrchové napětí můžeme vysvětlit pomocí následujícího pokusu. Do nádoby s vodou nasypeme několik špetek mletého pepře. A pak se špejlí smočenou v detergentu dotkneme hladiny. Tím se naruší povrchové napětí. U starších žáků můžeme vysvětlit pomocí vzorců.

Sítkou odlov znakoplavku a přemísti ji do průhledného kbelíku. Pozoruj a popiš jak se mění tvar končetin při pohybu.

Zadní končetiny jsou přizpůsobeny plavání. Při pohybu končetiny dozadu se jemné chloupky roztahují a zvyšují tak svůj povrch a taky odpor vůči prostředí. Znakoplavka se tak snadněji pohybuje vpřed. Naopak při pohybu končetiny dopředu se chloupky stáhnou a končetina má menší odpor. Na podobném principu funguje například pádlo.

Tip 2: Toto téma lze opět rozšířit o výuku předmětu fyziky (téma odpor prostředí).

Tip 3: Výukové video. Znakoplavka při detailním zachycení pohybu a uchování vzduchové bubliny. Pro shlédnutí naskenujte QR kód.



Znakoplavku pozoruj nejlépe v průhledném kbelíku. Jak dýchá při hladině a jak pod hladinou?

Pokud jsou znakoplavky při hladině, vysunují nad hladinu část zadečku s nesmáčitelnými chloupky a tvoří si vzduchovou bublinu, kterou uchovávají pod polokrovkami nebo na břišní straně pomocí přichycení chloupky. Kyslík nejprve difunduje do těla ploštice, při poklesu parciálního tlaku pak i z okolní vody do vzduchové bubliny. Čas od času je nutné vzduchovou bublinu obnovit.

Tip 4: Rozšíření o výuku tématu difuze (pokusy z fyziky, chemie i biologie).

Tip 5: Rozšiřující informace o dýchání členovců, včetně dýchání znakoplavky (Mourek, 2023).



Životní projevy vodních ploštic



Bruslačka a znakoplavka



Stojaté vody/umělé rezervoáry



Průhledný kbelík, síťka, lupa

Jméno:

Datum:



Detailně pozoruj pohyb bruslačky na hladině v přirozeném prostředí. Pak ji pomocí sítky odlov a přenes do kbelíku s vodou. Pozoruj lupou končetiny a zdůvodni proč se udrží nad hladinou. Nakonec bruslačku sítkou (ne holou rukou) přenes do trávy. Jak se lišil pohyb v různých prostředích?

Sítkou odlov znakoplavku a přemísti ji do průhledného kbelíku. Pozoruj a popiš jak se mění tvar končetin při pohybu.

Znakoplavku pozoruj nejlépe v průhledném kbelíku. Jak dýchá při hladině a jak pod hladinou?

3.3.4 Vážky

Životní projevy vážek - průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ/SŠ



Vážky



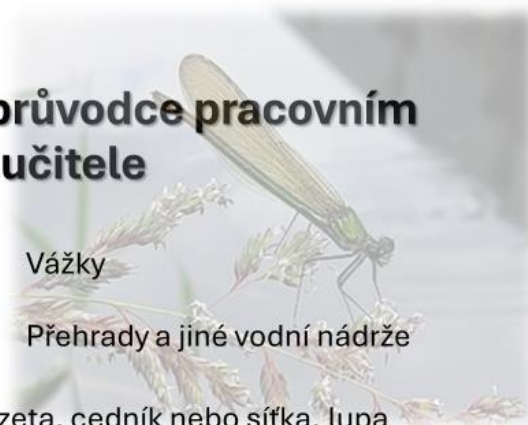
90-110 min



Přehrady a jiné vodní nádrže



Menší průhledná nádobka, pinzeta, cedník nebo síťka, lupá



Tento pracovní list se věnuje životním projevům vážek. Je vhodný jak pro žáky základních škol, tak i pro žáky středních škol. Vážky najdeme téměř u všech typů vodních ploch. Nejhojnější a nejlépe pozorovatelné jsou na březích vodních nádrží jako jsou rybníky. K vážkám je také zpracováno mnoho odborné literatury i rozšiřujících materiálů k výuce. Více o životě vážek nalezneme i na specializovaných internetových stránkách [Vážky.net](http://Vazky.net).

Pozoruj pohyb, tvar těla a složené křídla při dosednutí různých skupin dospělých vážek. Liší se?

Vážky jsou velmi dobří a obratní letci s dvěma páry velkých křídel. Menší druhy vážek, skupina zygoptera (např. motýlice a šidélka) jsou štíhlejší, mají složené oči, které se nedotýkají a při dosedu skládají křídla k sobě. Naopak robustnější skupina anisoptera (např. šídla a vážky) mají velké dotýkající se složené oči a v klidu jsou křídla kolmo k tělu.

Tip 1: Více o stavbě těla vážek po naskenování QR kódu (Hanel, 2001).



Pozoruj rozmnožování vážek a případně kladení vajíček.

Způsob páření je u vážek poměrně neobvyklý. Samec si nejprve přeneseme spermiu z konce zadečku do svého druhotného pohlavního orgánu v přední části zadečku. Pak bez namlouvání chytí samičku speciálními přívěsky na zadečku za hlavu a samička stočí své tělo, aby mohla přebrat pohlavní buňky právě z druhotného pohlavního orgánu. Z těl vážek vzniká kopulační prstenec připomínající tvar srdce, jako na obrázku.

Tip 2: Výukové video kladení vajíček vážky pod vodu. Pro shlédnutí naskenujte QR kód.



Popiš životní cyklus vážek. Pokus se na březích najít zbytky svleček, co se stalo s živočichy?

Vážky patří mezi hmyz s proměnou nedokonalou. Z vajíčka se pod vodní hladinou líhne první instar nymfy (larvy). Larva se postupně svléká a přechází přes několik instarů (počet instarů i délka vývoje je individuální podle druhu). Poslední stádium nymfy vylézá nad hladinu, kde ji praská pokožka a líhne se přímo dospělec bez stádia kukly.

Pomocí cedníku nebo sítky ulov larvy (nejlépe anisopterní i zygopterní), přemísti do průhledné nádoby a pozoruj dýchání larvy vážek. Jakým způsobem larvy vážek dýchají?

Zagopterní vážky dýchají pomocí 3 lupínků (tracheální žábry) umístěné na zadečku. Tyto lupínky mohou částečně sloužit i k pohybu.

Anisopterní vážky dýchají pomocí tracheálních žaber umístěných v koncovém rozšířeném střevě. Voda je aktivně nasávána. V případě ohrožení mohou larvy z tohoto orgánu prudce vystříknout vodu a rychle se tak přemístit vpřed.

Tip 3: Rozšiřující informace o dýchání členovců, včetně dýchání larev vážek (Mourek, 2023).



Tip 4: Výukové video anisopterní vážky nasávající vodu rektem. Pro shlédnutí naskenujte QR kód.



Pozoruj detailně larvu vážky. Jakým způsobem loví kořist?

Nejen dospělci, ale i larvy vážek jsou velmi žraví a zdatní dravci. Larvy vážek loví drobné bezobratlé (někdy i obratlovce) pomocí tzv. lapací masky. Tu dokáží velmi rychle vymrštit a tím uchvátit kořist. Lapací masku lze pozorovat nejlépe zespodu larvy. Proto je vhodné ji přemístit do průhledné nádoby. K „vyprovokování“ vymrštní ji můžeme jemně chytit do pinzety.

Tip 5: Výukové video. Vymrštní lapací masky. Pro shlédnutí naskenujte QR kód



Životní projevy vážek



Vážky a larvy vážek



Přehrady a jiné vodní nádrže



Menší průhledná nádoba, pinzeta, cedník nebo sítko, lupa



Pozoruj pohyb, tvar těla a složené křídla při dosednutí různých skupin dospělých vážek. Liší se?

Pozoruj rozmnožování vážek a případně kladení vajíček.

Popiš životní cyklus vážek. Pokus se na březích najít zbytky svleček, co se stalo s živočichy?

Pomocí cedníku nebo sítky ulov larvy (nejlépe anisopterní i zygopterní), přemísti do průhledné nádoby a pozoruj dýchání larvy vážek. Jakým způsobem larvy vážek dýchají?

Pozoruj detailně larvu vážky. Jakým způsobem loví kořist?

3.3.5 Chrostíci

Životní projevy chrostíků - průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ/SŠ



Larvy chrostíků



45-60 min



Podhorské řeky/splavy



Menší bílá nádobka, pinzeta, lupa, sklenice/kukátko



Pracovní list je vhodný pro základní i střední školu. Pro starší žáky je vhodné využít tipy na rozšíření výuky.

Přemísti do nádobky a detailně pozoruj různé druhy chrostíků stavějící si schránky. Jak schránky vypadají a z jakých materiálu jsou stavěny?

Chrostíci si stavějí schránky z nejrůznějších organických i anorganických materiálů. Nejčastěji tedy písek a drobné kamínky, jehlice, větvičky nebo kousky listů. Schránky jsou na průřezu většinou kulaté, u některých druhů mohou mít ale i hranatý nebo jiný tvar.

Tip 1: Chrostíci si někdy mohou stavět schránky z jakéhokoliv dostupného materiálu. Například francouzský umělec Hubert Duprat je využil k tvorbě šperků. Nicméně ve volné přírodě se můžeme setkat i se schránkami vytvořenými z mikroplastů, což může znamenat velký problém nejen pro chrostíky (více info po naskenování QR kódu). Žáci tedy mohou pozorovat nalezené chrostíky, jestli ve schránkách také nejsou zabudované umělé materiály. Výuku je pak možno rozšířit právě o problematiku mikroplastů.



Sleduj (nejlépe pomocí kukátka pod vodou) sítě chrostíků. Jaký mají sítě tvar vzhledem k proudu a jak velké jsou oka sítě vzhledem k velikosti chrostíka obývající konkrétní síť?

Sítě se většinou kuželovitě rozšiřují proti proudu, aby se do nich zachytilo co nejvíce případné kořisti. V sítích jsou někdy zabudovány i okolní menší kamínky, či organický materiál. Čím větší je chrostík a jeho čelisti, tím větší jakou také oka sítě.

Tip 2: Pro lepší pozorování přímo pod vodou můžeme použít čirou sklenici případně průhlednou větší epruvetu s rovným dnem. Kukátko si můžeme také vyrobit například z plechovky s odstraněným dnem a víkem. Z jedné strany pak natáhneme fresh fólii a pevně přichytíme několika gumičkami.

Tip 3: Proč se nám pod vodou lépe dívá přes sklenici/kukátko? Terénní cvičení je možno rozšířit o výuku fyziky na téma lom světla.

Jak vypadají kukly chrostíků? Popiš také stručně životní cyklus chrostíků.

Chrostíci mají životní cyklus s proměnou dokonalou. Larvy žijí pod vodou, kde se také kuklí do kukly s kožovitým obalem v pevné schránce z malých kamínků. Po čase aktivně vyplouvají nad hladinu, kde se proměna v imago dokončí.

Životní projevy chrostíků



chrostíci



Podhorské řeky



Menší bílá nádobka, pinzeta, lupa, sklenice/kukátko



Přemísti do nádoby a detailně pozoruj různé druhy chrostíků stavějící si schránky. Jak schránky vypadají a z jakých materiálu jsou stavěny?

Sleduj (nejlépe pomocí kukátka pod vodou) sítě chrostíků. Jaký mají sítě tvar vzhledem k proudu a jak velké jsou oka sítě vzhledem k velikosti chrostíka obývající konkrétní síť?

Jak vypadají kukly chrostíků? Popiš také stručně životní cyklus chrostíků.

3.3.6 Komáři

Životní projevy komárů - průvodce pracovním listem pro učitele



ZŠ



Larvy komárů



30 min (2-4 dny)



Stojaté vody



Menší bílá/průhledná nádobka, jemná síťka, lupa



Tento pracovní list není složitý tématem ani experimenty, je proto určený především žákům na základních školách, nicméně využitelný i u starších studentů. U druhého experimentu je vhodné zvážit dlouhodobé pozorování v zajetí.

Jemnou sítkou odlov larvy a kukly komárů. Přemísti je nejlépe do průhledné menší nádobky a pozoruj (lupou) jakým způsobem dýchají? Popiš rozdíl.

Larvy komárů dýchají vzdušný kyslík (trubičkou) sifonem na konci zadečku. Podobně jako například spleštle, jehlanka nebo některé larvy pestřenek. Pohyblivé kukly přijímají také vzdušný kyslík pomocí 2 trubiček umístěných na svrchní straně hlavohrudí. Tyto trubičky připomínají 2 malé tykadélky, i když funkčně se jedná o úplně jinou strukturu.

Tip 1: Rozšiřující informace o dýchání členovců, včetně dýchání znakoplavky (Mourek, 2023).



Pozoruj u vodní hladiny všechna vývojová stádia komárů. Na základě pozorování popiš jejich životní cyklus.

Samička klade velké množství k sobě slepených vajíček plovoucích přímo na hladině. Zpravidla na druhý den se líhnou malé larvy, které přechází přes několik stádií. Protože má komár životní cyklus s proměnou dokonalou, larvy se zakuklí do pohyblivé kukly, která se také drží při hladině jako larvy. V závislosti na teplotě se za pár dní líhne z kukly dospělý komár.

Tip 2: Vzhledem k množství jedinců lze životní cyklus pozorovat přímo v terénu. Nicméně je lepší odchytit do uzavřené nádobky jedince v různých vývojových stádiích včetně vajíček a chovat je několik dní (zhruba 2-4 dny) v zajetí. Můžeme tak pozorovat detailněji líhnutí a kuklení.

Životní projevy komárů



Larvy komárů



Stojaté vody



Menší bílá/průhledná nádobka, jemná síťka, lupa

Jméno:
Datum:



Jemnou sítkou odlov larvy a kukly komárů. Přemísti je nejlépe do průhledné menší nádoby a pozoruj (lupou) jakým způsobem dýchají? Popiš rozdíl.

Pozoruj u vodní hladiny všechna vývojová stádia komárů. Na základě pozorování popiš jejich životní cyklus.

3.4 Tipy na další terénní pozorování

Řeka Morávka v oblasti NPP Skalická Morávka –Lokalita nabízí množství aktivit týkajících se nejen pozorování životních projevů vodních bezobratlých, ale i dalších oborů nebo předmětů, jako je výuka **botaniky, ekologie a ochrany přírody** nebo **zeměpisu** – hlavně fluviálně erozní procesy. Právě zde v oblasti NPP Skalická Morávka můžeme žákům ukázat velmi vzácná stanoviště a na ně vázané chráněné druhy rostlin i živočichů nebo poslední fragmenty zcela přírodního neupraveného koryta.

Koryto **přivaděče Morávka–Žermanice** je postaveno z nepropustného litého betonu s minimem spojů a škvír. Pro záměrné pozorování projevů vodních bezobratlých je tato lokalita nevhodná. Díky pravidelnému tvaru koryta je však ideální pro výuku **fyziky** a proudění kapalin, výpočty průtoků, objemů atd. nebo základu **hydrologie**, případně i **matematiky**. Při návštěvě této lokality můžeme žákům také názorně ukázat a pozorovat ekologické důsledky nepřirozenosti koryta.

U vodních nádrží, jako je například navštívená **přehradní nádrž Olešná** se v letních měsících můžeme setkat s výskytem sinic. Jestli se jedná o sinice nebo řasy můžeme zjistit pomocí **tzv. Maršálkova testu**. Bude nám stačit pouze lahev, pomocí které odebereme vzorek vody. Sinice pak zůstanou na hladině, řasy v celém vodním sloupci. Průhlednost vody pak můžeme ověřit pomocí **Secchiho desky**, kterou lze vyrobit i z běžně dostupných materiálů.

Diskuse

Terénní cvičení s cílem pozorovat životní projevy vodních bezobratlých živočichů jsou poměrně netradiční. Může za to zřejmě hned několik faktorů. Bezobratlí živočichové a speciálně vodní, jsou ve většině případů drobní a nenápadní a pokud je cíleně nevyhledáme, nemusíme si jich všimnout. Mnoho dětí se jich také bezdůvodně štítí, a proto o hlubší poznání těchto živočichů nejví zájem. Některým žákům může pomoci například pojmenování bezobratlých lidským jménem (Tláskalová, 2021). Nicméně nesmíme zapomínat na didaktické zásady, a to hlavně zásadu vědeckosti (Vinter, 2016). V neposlední řadě může být důvodem k nízkému zájmu o učivo také neefektivní zpracování tohoto tématu v učebnicích. Chybí přehledy a propojení již dříve nabytých znalostí, ať už z biologie nebo i jiných předmětů. Hodně informací je probíraných stále dokola a jednotlivě. Někdy v učebnicích najdeme srovnání, například orgánových soustav, ty jsou ale zpracovány jen formou jednoduché tabulky bez příkladů konkrétních živočichů nebo dokonce tipů na jejich pozorování (Hančová, 2008).

Jako nejlepší současná česká učebnice přírodopisu obsahující téma vodních bezobratlých je dle mého názoru hybridní učebnice od nakladatelství Fraus. Tato učebnice je čtivá s velkým množstvím názorných obrázků a fotografií. Jako nejlepší učebnici ji vyhodnotil i výzkum Analýza didaktické vybavenosti učebnic přírodopisu pro 2. stupeň základních škol, který ale postupoval na rozdíl od mé rešerše podle přísných metodických pravidel za použití nejrůznějších koeficientů (Vácha, 2021). Velkou výhodou může být rozšíření tištěné učebnice o on-line verzi s cvičeními, obrázky, videi či kvízy (Pelikánová, 2021). Ze středoškolských učebnic nejlépe vyšla učebnice od nakladatelství Eduko Biologie v souvislostech, ke které momentálně vzniká i elektronická verze, takže lze očekávat podobné, ne-li lepší provedení jako u učebnic od Frause (Šíma, 2023). Obě učebnice už obsahují náznaky výuky s využitím mezipředmětových vztahů, nachází se zde hojně i zajímavosti a rozšiřující informace.

Obecně jsou v českých učebnicích stále opomíjeny mezipředmětové vazby nebo alespoň jakési propojení v rámci jednoho předmětu, například porovnání způsobů dýchání napříč živočišnou říší s uvedenými zástupci a tipy na pozorování ve volné přírodě. To vede pouze k memorování izolovaných informací a jejich brzkému zapomenutí. Využití některých zástupců jako didaktických tipů je často diskutabilní, kupříkladu detailní popis raka říčního (Kočárek, 2016), kterého většina žáků bohužel nemá šanci v české přírodě

potkat, a tak se jedná pouze o něco abstraktního, co opět velmi rychle zapomenou. Místo raka říčního by jako modelový organizmus pro výuku vodních korýšů našich vod mohl být využitý například blešivec potoční (*Gammarus fossarum*) nebo i jiné druhy blešivců dle lokality. V učebnicích jsou také často uvedeni pouze zástupci určité taxonomické skupiny, bez zmínky, kde, jak nebo co na živočichovi pozorovat (Jelínek, 2013). Díky nově vznikajícím hybridním učebnicím se tento problém postupně zlepšuje a žáci mohou vidět některé živočichy při svých životních projevech na videích, což může žáky částečně motivovat, zejména když smí používat moderní technologie jako jsou interaktivní tabule nebo své vlastní mobilní telefony (Halloran, 2011). Na druhou stranu tato skutečnost ještě více prohlubuje problematiku nízkého času stráveného dětmi venku v přírodě. Neméně důležitý je také rozvoj praktických a manuálních dovedností včetně zručnosti (Daniš, 2016), což se z dnešních učebnic i výuky jako takové bohužel vytrácí. Pozorování životních projevů bezobratlých živočichů v terénu přináší do výuky praktickou zkušenost a zážitek, které jsou k dostatečnému ukotvení nových informací potřebné a při výuce pouze formou frontální výuky často chybí. Takto nabyté informace zůstanou žákům v paměti mnohem déle. O pozitivních dopadech na učení pomocí zkušenosti a prožitku psal už například i Aristoteles, Komenský a další (Kolb, 1984). Díky pozorování životních projevů v přirozeném prostředí si pak žák může lépe představit složitost a provázanost přírodních procesů. Výuka v terénu navíc dává pedagogům možnost učit více v kontextu, nejen jeden předmět, jak tomu často bývá ve školní třídě. Při pozorování životních projevů bezobratlých živočichů lze nejčastěji využít poznatky fyziky. Vůbec nejzmiňovanější je téma povrchového napětí u pohybu bruslařky. Tento příklad je zmíněn i v učebnicích fyziky (Randa, 2021). Další rozšíření terénní výuky o mezipředmětové vztahy představuje kapitola „Tipy na terénní pozorování“. Pokud se s žáky do terénu vydáme, zabere to nějaký čas a bylo by škoda nevyužít terénní výuku na maximum, včetně výuky mezipředmětových vztahů. Žáci navíc opět budou mít zkušenost z reálného světa.

V této práci jsou vypsány pouze experimenty a tipy na pozorování životních projevů, které byly opravdu pozorovány a v terénu vícekrát ověřeny. Například v učebnicích několikrát opakovaná poznámka o dravosti a nenasytosti vážek včetně jejich larev (Šíma, 2023) se nepodařila ani jednomu případu ověřit. Larvy vážky byly krmeny pomocí kousků syrového masa nebo larev komárů. V ani jednom případě ale potravu nepřijmuli. Co bylo naopak zachyceno mnohokrát, bylo jejich vymrštní lapací masky. Jiný zástupce, a to v učebnicích mnohokrát zmiňovaný rak říční (Jelínek, 2013) s jeho životními projevy, byl

pozorován jen jednou a pouze na jedné z navštívených lokalit. I proto nebyl zařazen do pracovních listů. Poměrně špatně pozorovatelná byla i pošvatka, která ale v případě nalezení byla uvedena jako tip k rozšíření pozorování životních projevů jepic. Vůbec nejlépe pozorovatelným životním projevem bylo právě dýchání jepic, které se dalo pozorovat téměř celoročně. Nejhojnějším bezobratlým živočichem byl komár a jeho vývojová stádia. Jejich životní projevy lze pozorovat sice na většině lokalitách vázaných na vodu, ale jen v teplejších měsících roku.

Při výběru úkolů a experimentů do pracovních terénních listů byla brána v potaz i vybavenost škol. Záměrně tak nebyly použity profesionální pomůcky, jako je bentická síť nebo terénní mikroskop či binokulární lupa. Navíc právě možnost využití běžných věcí, které má každý doma, případně velmi levných pomůcek jako jsou cedník přivázaný na obouvací lžici nebo na násadu od smetáku, akvarijní síťka, světle nádoby od potravin, pinzety, běžně dostupné kapesní lupy atd., může zejména mladší děti motivovat k prozkoumání louže, zahradního jezírka, nebo nedalekého potůčku mimo výuku (Křivánková, 2015), což by byl ideální výsledek terénního cvičení realizovaného ve škole.

Závěr

V této diplomové práci byl vypracován přehled životních projevů vodních bezobratlých živočichů zmíněných v učebnicích biologie pro základní a střední školy ve formě přehledných tabulek sloužících k rychlé orientaci v učebnicích. Byly také zpracovány kompletní materiály pro pozorování vodních bezobratlých živočichů a jejich životních projevů v terénu. Z navštívených lokalit pak byly navrhnuty biotopy s nejpravděpodobnějším výskytem typických vodních bezobratlých živočichů. Životní projevy bezobratlých živočichů byly opakovaně ověřovány v terénu na dvanácti lokalitách a devatenácti odběrových místech. Každá lokalita byla navštívená minimálně třikrát. Na základě vlastní terénní zkušenosti pak byly vytvořeny návrhy na pozorování životních projevů vodních bezobratlých živočichů včetně tipů na mezipředmětové vazby a rozšíření výuky. Bylo vytvořeno sedm terénních pracovních listů pro žáky, věnující se životním projevům jednotlivých taxonomických skupin vodních bezobratlých živočichů. Ke každému terénnímu pracovnímu listu bylo navrženo také autorské řešení a průvodce terénním pracovním listem pro učitele se základními informacemi k dané problematice, případně tipy na další pozorování a experimenty. Součástí průvodce je také několik vlastních výukových videí, dostupných skrze vytvořené QR kódy.

Literatura a zdroje

- ALTMANN, Antonín, 1975. *Metody a zásady ve výuce biologie*. Praha.
- BARHYDT, Frances Bartlett a Paul W. MORGAN, 1993. *The Science Teacher's Book of Lists*. 1. San Francisco: Jossey-Bass. ISBN 0137933819.
- *BioLib* [online], 1999. [cit. 2024-06-15]. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/main/>
- BUCHAR, Jan, Václav DUCHÁČ, Karel HŮRKA a Jan LELLÁK, 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. V nakl. Scientia 1. vyd. Praha: Scientia. ISBN 80-85827-81-6.
- ČINČERA, Jan a Jakub HOLEC, 2016. *Terénní výuka ve formálním vzdělávání*. Praha. Dostupné z: doi:10.14712/18023061.533.
- DANIŠ, Petr, 2016. *Děti venku v přírodě: ohrožený druh?* [online]. TEREZA, vzdělávací centrum, z.ú. [cit. 2022-04-21]. ISBN 978-80-87905-10-4. Dostupné z: https://jdeteven.cz/_files/userfiles/Publikace/Deti_venku_v_prirode_2016_web.pdf
- DOBRORUKOVÁ, Jana; MACHÁČKOVÁ, Petra; HAŠLER, Petr a VINTER, Vladimír, MÜLLER, Lukáš (ed.). *Biologie: laboratorní a terénní cvičení*. Učebnice. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4592-2.
- FABER TAYLOR, Andrea a Frances E. KUO. Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *Journal of attention disorders* [online]. **2009** [cit. 2024-04-17]. Dostupné z: doi:10.1177/1087054708323000
- HALLORAN, Kevin. *Integrating New Technology in the Classroom: Top 10 Reasons*. [online]. 2011 [cit. 2024-05-12]. Dostupný z: <http://blog.ampli.com/2011/11/integrating-new-technology-in-classroom.html>.
- HANČOVÁ, Hana a Marie VLKOVÁ, 2008. *Biologie v kostce pro střední školy*. 1. Fragment. ISBN 976-80-253-0606-2.
- HANEL, Lubomír, 2001. Znáte stavbu těla našich vážek? *Živa.cz* [online]. [cit. 2024-06-05]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/znate-stavbu-tela-nasich-vazek.pdf>
- HRUBAN, Robert, 2018. [online]. In: . [cit. 2024-06-10]. Dostupné z: <https://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/hydrografie/olesna-reka/>

- CHALUPOVÁ KARLOVSKÁ, Vlastimila, 2018. *Obecná biologie*. 3. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-305-6.
- JELÍNEK, Jan a Vladimír ZICHÁČEK, 2013. *Biologie pro gymnázia: (teoretická a praktická část)*. 10. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc. ISBN 978-80-7182-333-9.
- JEŽEK, Jan, Jan KNOZ, Jaroslav KRAMÁŘ a František KUBÍČEK, 1980. *Klíč vodních larev hmyzu*. Redaktor Rudolf ROZKOŠNÝ. Praha: Academia.
- KOČÁREK, Petr, 2016. *Přírodopis 7*. Prodos. ISBN 978-80-7230-296-3.
- KOČÁREK, Petr a Jaroslav HOLUŠA, 2005. Štěrkové lavice Morávky a unikátní fauna bezobratlých. *Živa*. Academia, (5).
- KOKEŠ, Jiří a Denisa NĚMEJCOVÁ, 2006. *Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou perla*. VÚV TGM.
- KOLB, David, 1984. *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*. Prentice-Hall. ISBN 0132952610.
- KOLIBÁČ, Jiří, Karel HUDEC, Zdeněk LAŠTŮVKA a Milan PEŇÁZ, 2019. *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2993-5.
- KŘIVÁNKOVÁ, Dana, 2015. *Školní zahrada jako přírodní učebna 1*. 1. Brno: Lipka. ISBN 978-80-87604-62-5.
- KVASNIČKOVÁ, Danuše, Jan JENÍK, Pavel PECINA, Jiří FRONĚK a Jiří CAIS, 1995. *Poznáváme život – Přírodopis pro 6. ročník*. 1. Fortuna. ISBN 8071682225.
- LELLÁK, Jan, Vladimír KOŘÍNEK, Jan FOTT, Jaroslava KOŘÍNKOVÁ a Pavel PUNČOCHÁŘ, 1982. *Biologie vodních živočichů*. Praha: Univerzita Karlova.
- MOUREK, Jan a Eva LIŠKOVÁ, 2010. *Biologické sbírky – metody sběru, preparace a uchovávání: příručka k projektu Alma Mater Studiorum* [online]. Praha: Univerzita Karlova, 49 [cit. 2024-02-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/50995338_Biologicke_sbirky_-_metody_sberu_preparace_a_uchovavani_prirucka_k_projektu_Alma_Mater_Studiorum
- MOUREK, Jan. *Dýchací orgány členovců*. *Živa.cz* [online]. 2023 [cit. 2024-06-05]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2023-3/dychaci-organy-clenovcu.html>
- ŠÍMA, Petr, 2023. *Biologie v souvislostech*. 1. EDUKO. ISBN 978-80-88-473-13-8.

- TLÁSKALOVÁ, Andrea, 2021. *123 tipů pro výuku, která baví děti i učitelé*. 1. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3335-2.
- PELIKÁNOVÁ, Ivana, Věra ČABRADOVÁ, František HASCH a Jaroslav SEJPKA, 2021. *Přírodopis 6. 2*. Fraus. ISBN 978-80-7489-703-0.
- POVODÍ ODRY, 2016. *Atlas hlavních vodních toků Povodní Odry* [online]. [cit. 2024-06-22]. Dostupné z: https://www.pod.cz/atlas_toku.html
- RANDA, Miroslav, Karel RAUNER, Jitka PROKŠOVÁ a Josef KEPKA, 2021. *Fyzika 7: hybridní učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus.
- UVÍRA, Vladimír a Bronislava JANÍČKOVÁ, 2015. *Jepice: Biologie vodních živočichů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- VÁCHA, Zbyněk a Markéta BOHDALOVÁ, 2021. Analýza didaktické vybavenosti učebnic přírodopisu pro 2. stupeň základních škol. *Pedagogium*. **2021**, 53.
- *Vážky.net* [online]. [cit. 2024-06-22]. Dostupné z: <https://www.vazky.net/prehled-vazek/>
- VINTER, Vladimír a Ivo KARLÍČEK, 2016. *Začínající učitel biologie*. 1. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 978-80-244-5021-6.
- *Živa.cz* [online]. [cit. 2024-06-22]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/>

Přílohy

Životní projevy ploštěnek- autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



ploštěnka (potoční)



spodní strana kamenů (v čisté řece)



Petriho miska popř. jiná nádobka s plochým a světlým dnem, štětec popř. pinzeta, kousek kartonu, lupá, tužka a psací potřeby, pravouhlé pravítko

Jak reaguje ploštěnka na světlo?

Ploštěnku pozoruj v přirozeném prostředí a následně ji opatrně přenes do Petriho misky pomocí štětečku. Polovinu Petriho misky překryj neprůsvitným materiálem (např. kartonem). Ploštěnku opakovaně přemísťuj na obě strany misky.

- Co znamená slovo fotofobní? Z jakých cizích slov je tento pojem složen?

Slovo fotofobní je složeno z 2 řeckých slov foto=světlo a fobie=strach

- Můžeme říct, že je ploštěnka fotofobní?

Ano, bojí se světla.

- Jak se chová v přirozeném prostředí a jak v Petriho misce?

V přirozeném prostředí leze na neosvětlenou spodní část kamene. V Petriho misce do zastíněné části.

Jak se ploštěnka brání a reaguje na podráždění dotykem?

- Podráždí ploštěnku štětečkem na přídi, uprostřed a na konci těla. Jak reagovala?

Při podráždění na přídi změní směr pohybu. Při podráždění uprostřed a na konci těla se jen v místě podráždění smrští.

- Otoč ploštěnku na záda. Co se stane?

Otáčivým (šroubovitým) pohybem se otočí nazpět.

- Ploštěnka na obranu produkuje okolo sebe jistou hmotu. Popiš, jak tato hmota vypadá. Dohledej v literatuře nebo na internetu, čím je tvořena.

Při podráždění produkuje průhledný sliz. Jedná se o rhabdity (bobtnající tyčinky).

Jaký druh ploštěnky zkoumáme?

Důležitým určovacím znakem je tvar hlavy a počet očí. Prohlédni si ploštěnku pod lupou a načrtni tvar přídě, včetně rozložení miskovitých očí.



Ploštěnka je známá svou dobrou regenerací. Jak se projevuje? Co se stane po přepůlení těla ploštěnky? A jaké živočichy s dobrou regenerací ještě znáš?

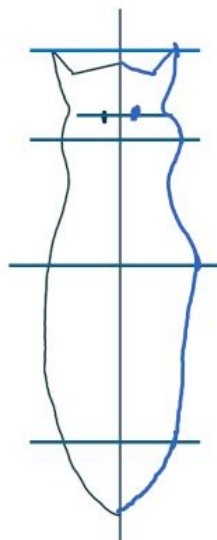
Ploštěnce zbytečně neublížuj! Podívej se na následující video.

Ploštěnka se i po přepůlení (poškození) pohybuje dále. Přední strana stejně rychle a dopředu jako před přepůlením. Zadní nejprve pomaleji a „zmateně“.



Ploštěnka je dvoustraně souměrný živočich. Co to znamená?

Vzpomeň si z matematiky na osovou souměrnost a dokresli alespoň pomocí pěti kolmic druhou polovinu těla ploštěnky.



Životní projevy mlžů- autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



škeble



přehrady se štěrkopísčítým dnem



Průhledný kbelík, kapátko s HCl, zbytky schránek škeblí, lupa, podběrák nebo cedník



Jak škeble dýchá? Pozoruj škebli v klidu na dně průhledného kbelíku. Za pomoci lupy si prohlédni škvírou mezi lasturami vnitřní stavbu.

- Vidíš uvnitř škeble dýchací orgány? Jak se tyto orgány jmenují a jak vypadají?

Přes škvíru lze vidět načervenalé rozvětvené žábry.

- Na hladinu nad škeblí postupně nasypej 3-5 špetek jemného písku, pozoruj a popiš, jestli a jak ho škeble s okolní vodou nasává.

Jemný písek nasává a ihned s proudem vody vyvrhne.

Polož škebli do průhledného kbelíku s vodou a asi 5 cm vrstvou písku na dně. Nechej škebli v naprostém klidu minimálně 5 min a popiš co pozoruješ. Dále pozoruj po 10 a 15 minutách.

Tip: mezi pozorování plň i následující úkol

Škeble začne vysouvat svalnatou nohu a napřimovat se, po chvíli se posouvá a nechává za sebou cestičky.

Ověř chemické složení lastury škeble. Na nalezené lastury (ne na živého živočicha!), nanes kapátkem postupně na obě strany kapku kyseliny chlorovodíkové. Kamenem odstraň kousek povrchové vrstvy a opět na ni kápní HCl.

- Popiš co pozoruješ a zapiš chemickou rovnici pozorovaného jevu.

Vnější neporušená strana nereaguje.

Vnitřní strana reaguje šuměním $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Po narušení vnější vrstvy podobná reakce jako na vnitřní straně.

Životní projevy jepic - autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



jepice



podhorská řeka s kamenitým dnem



Miska s plochým a světlým dnem, pinzeta, lupa



Přemísti jepici do světlé nádoby s trochou čerstvé vody. Nádobku s jepicí nech 15 minut na teplém místě. Pozoruj jakým způsobem jepice dýchá a vysvětli proč se během 15 minut změnila aktivita dýchacích orgánů?

Jepici netrap moc dlouho! Po 15 minutách ji postupně začni do nádoby přilívat čerstvou vodu a následně ji vypust' na svobodu.

Jepice začala čím dál tím víc častěji kmitat (pohybovat) žaberními lupínky. Jepice si během pobytu v nádobce spotřebovávala kyslík, navíc v teplejší vodě klesá rozpustnost plynů (kyslíku). Kmitáním si tak k žaberním lupínkům zajišťuje přísun čerstvější vody.

Na kamenech vyčnívající nad hladinu pozoruj svlečky jepic (případně i jiných bezobratlých živočichů). Z čeho jsou tvořeny? Proč se živočich musí svlékat a proč tyto svlečky zůstaly nad hladinou? Jedná se o proměnu dokonalou nebo nedokonalou?

Svlečky jsou z odolnějších materiálů jako je chitin. Hmyz má vnější kostru, která mu brání v růstu. Musí ji čas od času svléknout. Poslední stádium larvy vylézá nad hladinu a líhne se jedinec, bez stádia kukly → proměna nedokonalá.

Hlavně v jarních měsících můžeš najít pod částečně ponořenými kameny dospělé samice jepic. Proč slézají pod hladinu a co po sobě zanechávají?

Jepice kladou pod hladinu na kameny povlaky vajíček.

Životní projevy vodních ploštic - autorské řešení

Jméno: Jan

Datum: Novák



Bruslačka a znakoplavka



Stojaté vody/umělé rezervoáry



Průhledný kbelík, síťka, lupá



Detailně pozoruj pohyb bruslačky na hladině v přirozeném prostředí. Pak ji pomocí sítky odlov a přenes do kbelíku s vodou. Pozoruj lupou končetiny a zdůvodni proč se udrží nad hladinou. Nakonec bruslačku sítkou (ne holou rukou) přenes do trávy. Jak se lišil pohyb v různých prostředích?

Po hladině se bruslačka pohybuje velmi hbitě, v trávě (na suchu) pomalu a neohrabaně.

Na koncích kráčivých nohou se nachází drobné chloupky. Zvětšují plochu nohy a lépe využívají povrchového napětí.

Sítkou odlov znakoplavku a přemísti ji do průhledného kbelíku. Pozoruj a popiš jak se mění tvar končetin při pohybu.

Znakoplavka využívá k plavání poslední pár končetin. Na koncích se nachází velký počet jemných chloupků, které se při tempu roztahují a tvoří „pádlo“.

Znakoplavku pozoruj nejlépe v průhledném kbelíku. Jak dýchá při hladině a jak pod hladinou?

Pokud je znakoplavka při hladině, přijímá vzdušný kyslík rozšířenou částí zadečku. Pod hladinou dýchá pomocí vzduchové bubliny pod polokrovkami nebo přichycené na břišní straně jemnými chloupky.

Životní projevy vážek – autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



Vážky a larvy vážek



Přehrady a jiné vodní nádrže



Menší průhledná nádoba, pinzeta, cedník nebo sítkalupa



Pozoruj pohyb, tvar těla a složené křídla při dosednutí různých skupin dospělých vážek. Liší se?

Menší druhy vážek, skupina zygoptera (např. motýlice a šidélka) jsou štíhlejší, mají složené oči, které se nedotýkají a při dosedu skládají křídla k sobě. Naopak robustnější skupina anisoptera (např. šídla a vážky) mají velké dotýkající se složené oči a v klidu jsou křídla kolmo k tělu.

Pozoruj rozmnožování vážek a případně kladení vajíček.

Sameček chytí samičku za hlavu a samička se připojí koncem zadečku k sekundárním pohlavním orgánům samce. Jejich spojená těla připomínají tvar srdce.

Kladení vajíček probíhá různě podle druhu, musí se dostat pod vodu, např. samička narušuje koncem zadečku povrchové napětí narážením na hladinu.

Popiš životní cyklus vážek. Pokus se na březích najít zbytky svleček, co se stalo s živočichy?

Proměna nedokonalá - z vajíčka se pod vodní hladinou líhne první instar nymfy. Larva se postupně svléká a přechází přes několik instarů. Poslední stádium nymfy vylézá nad hladinu, kde ji praská pokožka a líhne se přímo dospělec.

Pomocí cedníku nebo sítka ulov larvy (nejlépe anisopterní i zygopterní), přemísti do průhledné nádoby a pozoruj dýchání larvy vážek. Jakým způsobem larvy vážek dýchají?

Zygopterní vážky mají umístěné na zadečku 3 lupínky pomocí kterých dýchají.

Anisopterní vážky dýchají pomocí tracheálních žaber umístěných v koncovém rozšířeném střevě. Voda je aktivně nasávána.

Pozoruj detailně larvu vážky. Jakým způsobem loví kořist?

Larvy vážek loví pomocí tzv. lapací masky. Tu dokáží velmi rychle vymrštit a tím uchvátit kořist.

Životní projevy chrostíků – autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



chrostíci



Podhorské řeky



Menší bílá nádobka, pinzeta, lupa, sklenice/kukátko



Přemísti do nádobky a detailně pozoruj různé druhy chrostíků stavějící si schránky. Jak schránky vypadají a z jakých materiálů jsou stavěny?

Schránky jsou stavěné z různých materiálů – písek, drobné kamínky, listy, jehlice, dřívka...

Většinou mají tvar zužujícího se válečku, někdy dutého kvádrů.

Sleduj (nejlépe pomocí kukátka pod vodou) sítě chrostíků. Jaký mají sítě tvar vzhledem k proudu a jak velké jsou oka sítě vzhledem k velikosti chrostíka obývající konkrétní síť?

Sítě se rozšiřují proti proudu (tvar kužele). Čím větší má síť oka, tím větší chrostík s většími kusadly ji obývá.

Jak vypadají kukly chrostíků? Popiš také stručně životní cyklus chrostíků.

Kukly jsou kožovité v pevných schránkách z kamínků „přilepené“ ke kamenům.

Proměna dokonalá → vajíčko – stádia larev – kukla – dospělec.

Životní projevy komárů – autorské řešení

Jméno: Jan
Datum: Novák



Larvy komárů



Stojaté vody



Menší bílá/průhledná nádobka, jemná síťka, lupa



Jemnou sítkou odlov larvy a kukly komárů. Přemísti je nejlépe do průhledné menší nádobky a pozoruj (lupou) jakým způsobem dýchají? Popiš rozdíl.

Larvy i kukly dýchají vzduch pomocí trubiček

Larvy mají jednu trubičku (sifon) na zadečku.

Kukly mají 2 malé trubičky na hlavohrudí.

Pozoruj u vodní hladiny všechna vývojová stádia komárů. Na základě pozorování popiš jejich životní cyklus.

Životní cyklus s proměnou dokonalou.

Vajíčko – několik stádií (velikosti) larev – pohyblivá kukla – dospělec.