Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí

Příspěvek k tvorbě pobytového programu na středisku ekologické výchovy

Helena Dostálová

Bakalářská práce
předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Helena Nováčková

Olomouc 2010

Dostálová H.: **Příspěvek k tvorbě pobytového programu na středisku ekologické výchovy. Bakalářská práce, Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci, 115 s., 11 příloh, česky**

Klíčová slova: **Environmentální výchova, středisko ekologické výchovy, pobytový program, dusík, fosfor, pH, teplota, kyslík**

Abstrakt: **Tématem této bakalářské práce je „Příspěvek k tvorbě pobytového programu na středisku ekologické výchovy.“ První část práce je zaměřena na problematiku environmentální výchovy, druhá část je odborná a jsou v ní popsány charakteristiky vybraných ukazatelů jakosti povrchových vod. Na konci práce je návrh metodiky pro použití laboratorní sady Aquamerck ke stanovení ukazatelů jakosti povrchových vod.**

Dostálová H.: **Contribution to creation of weeklong course at the centre for ecological training. Bachelor thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Fakulty of Science, Palacký University, Olomouc, 115 pp., 11 attachements, Czech.**

Keywords: **Environmental education, centre for ecological training, weeklong course, nitrogen, phosphorus, pH, temperature, oxygen.**

Abstrakt: **The topic of this bachelor thesis is: „Contribution to creation of weeklong course at the centre for ecological training“. In the first part is explained environmental education and weeklong course as one of it‘s possible realization. In the second part are described parameters of selected indicators of water quality. In the end of thesis are suggestions for using compact laboratory Aquamerck for determination of quality of surface water.**

© Helena Dostálová, 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Heleny Nováčkové a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 7. května 2010 ……

podpis

1 ÚVOD 1
2 CÍLE PRÁCE 2
3 PROBLEMATIKA ENVIRONMENTÁLNÍ VÝCHOVY 3
3.1 Cíle a pojetí environmentální výchovy v ČR 3
3.2 Současný stav environmentální výchovy v ČR 6
3.3 Environmentální výchova v kontextu reformy školství 7
3.4 Realizace environmentální výchovy ve Sluňákově 9
4 ODBORNÁ ČÁST 14
4.1 Znečištění povrchových vod 14
4.2 Metody odběrů a rozborů vody 15
4.3 Popis lokalit 16
4.4 Zkoumané fyzikální a chemické parametry vod 17
4.4.1 Teplota 17
4.4.2 Hodnota pH 18
4.4.3 Dusík 20
4.4.4 Fosfor 23
4.4.5 Kyslík 25
4.5 Znečištění vody podle živočišných indikátorů 35
5 METODIKA VÝUKOVÉHO PROGRAMU 40
6 DISKUZE 60
7 ZÁVĚR 63
8 LITERATURA 64
9 PŘÍLOHY 68

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.: Hodnoty vybraných ukazatelů jakosti vod na jednotlivých lokalitách 28
Tab. 2.: Třídy jakosti povrchových vod 31
Tab. 3.: Klasifikace jakosti vod 31
Tab. 4.: Rozsah hodnot měřitelných pomocí laboratorní sady Aquamerck s určenou třídou jakosti povrchových vod 34

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČSN	česká technická norma
EV	environmentální výchova
EVVO	environmentální vzdělání, výchova a osvěta
LC_5	minimální letální koncentrace tj. koncentrace ve které uhyne 5 % jedinců ze zkoumaného souboru v časovém úseku 48 hodin
LC_{50}	letální koncentrace, při které uhyne 50 % jedinců ze zkoumaného souboru v časovém úseku 48 hodin
MD	mez detekce dané metody
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
RVP	Rámcový vzdělávací program
ŠVP	Školní vzdělávací program

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala především své vedoucí Mgr. Heleně Nováčkové za cenné rady a čas, který mi věnovala. Mgr. Jiřímu Popelkovi za pomoc s přípravou pomůcek a vlastní realizací aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě. Zdeňku Mikulkovi za pomoc s technickou úpravou mé bakalářské práce. Dále RNDr. Petru Hekerovi, PhD. za ochotu a odborné konzultace a v neposlední řadě svým rodičům, kteří mě podporují při studiu.

1 ÚVOD

V současné době se stále častěji ozývají varovné hlasy ze strany odborníků i laiků upozorňující na přetrvávající nevhodný způsob chování člověka ke svému životnímu prostředí. Budeme-li se ptát po příčinách neochoty některých lidí změnit své návyky, vyvstane před námi spousta důvodů. Jedním z nich je jistě i nevhodný systém školní výchovy, která má velice významnou roli při formování si vlastního názoru na svět. Samotný obsah vědomostí a způsob, jakým jsou nám předkládány, ovlivňuje náš postoj ke světu jako celku i k jeho jednotlivým částem. Zda je tento systém vhodný či nikoli se následně odráží i v našem přístupu k životnímu prostředí. Školní systém se neustále vyvíjí, je však otázkou, zdali je tempo změn dostatečně rychlé vzhledem k měnícímu se stavu životního prostředí.

A právě tady se do školní výchovy zapojuje environmentální výchova s cílem částečně zaplnit mezery, které ve školní výuce vznikají z důvodu nedostatku času, materiálních pomůcek a potřebného vyškolení učitelů. Snahou Environmentální výchovy je poskytnout dětem a dospívajícím možnost podívat se na přírodu a na problémy životního prostředí odlišným způsobem, než je tomu ve školách. Vychovává novou, životnímu prostředí více nakloněnou generaci, před kterou bude postaven nelehký úkol nápravy chyb svých předků. K tomu je zapotřebí týmu obětavých pracovníků, kteří svou prací a nadšením posouvají environmentální výchovu kupředu.

I já se snažím přispět svou troškou ke společné práci týmu lidí zabývající se environmentální výchovou. V první kapitole této práce stručně shrnuji pojetí environmentální výchovy a její cíle, postavení středisek ekologické výchovy v systému vzdělávání s konkrétním zaměřením na Centrum ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov. Vysvětluji, co jsou to ekologické výukové programy, podrobněji se pak zaměřuji na program pobytový. Druhá kapitola shrnuje odborné podklady týkající se fyzikálně-chemických vlastností povrchových vod, které budou sloužit jako pomůcka pro lektory při realizaci konkrétní aktivity. V třetí kapitole navrhuji metodiku aktivity, ve které bude využita laboratorní sada od firmy Aquamerck ke zkoumání fyzikálně-chemických ukazatelů čistoty vod.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je uvést odborné vědecké poznatky do běžné praxe v environmentální výchově. Snahou autorky bylo hledat zajímavé způsoby, kterými by bylo možné předat studentům odborné informace k danému tématu a probudit tak jejich zájem o téma znečištění a ochranu vod. Hlavním cílem této práce je návrh metodiky výukového programu Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě, ve kterém bude využita kompaktní laboratorní sada Aquamerck od firmy Merck pro zjišťování chemických ukazatelů jakosti povrchových vod. Návrh metodiky vychází z praktického vyzkoušení měření chemických ukazatelů pomocí této pomůcky, které provedla nejdříve autorka bakalářské práce samostatně, později se dvěmi skupinami studentů ve spolupráci s lektory výukových programů Centra ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov. Tato práce by tak mohla napomoci k rozšiřování spolupráce mezi Přírodovědeckou fakultou Univerzity Palackého a Sluňákovem i v oblasti popularizace vědy.

3 PROBLEMATIKA ENVIRONMENTÁLNÍ VÝCHOVY

3.1 Cíle a pojetí environmentální výchovy v ČR

Počátek environmentálního hnutí ve světě se datuje od roku 1962, kdy byla publikovaná kniha Rachel Carson s názvem *Silent Spring* (česky „Tiché jaro“ nebo „Mlčící jaro“). Tato kniha se zabývá riziky velkoplošné aplikace biocidu DDT bez dostatečných znalostí jeho vlivů na životní prostředí a lidské zdraví. U veřejnosti způsobila znepokojení a změnu v dosud bezstarostných názorech na budoucnost planety (http://en.wikipedia.org/wiki/Environmentalism). Mnozí pak začali hledat alternativní cesty ke všeobecně rozšířené cestě konzumu. Jednou z těchto alternativ je přístup environmentální výchovy.

Pojem environmentální výchova byl u nás zaveden koncem devadesátých let Ministerstvem životního prostředí a nahrazuje pojem ekologická výchova, používaný v předchozích letech (Máchal, 2007). Ekologická výchova vznikla z anglického a mezinárodního termínu „environmental education“. Tento termín byl nejprve překládán jako „výchova k péči o životní prostředí“ nebo poněkud delším opisem „výchova k ochraně přírody a k péči o životní prostředí“. (Čeřovský et Záveský, 1989). V tehdy ještě Československé republice termín ekologická výchova poprvé použila Dr. Kvasničková v roce 1985 při obhajobě resortního výzkumného úkolu „Výchova k péči o životní prostředí na školách všech stupňů“ (Máchal, 1996). „Pro účely ekopedagogické praxe ve školách a střediscích ekologické výchovy je však možné považovat pojmy „ekologická výchova“ a „environmentální výchova“ za stejnocenné“ (Máchal, 2007).

Environmentální výchova vznikla v době uvědomění si hrozby budoucí ekologické krize jako pokus o to, tuto krizi odvrátit či zmenšit její následky. Počátky EV můžeme nalézt v zahraničí, odkud se pak šířila i na naše území. Já osobně vnímám jako hlavní myšlenku EV zajistit do budoucna udržitelný a smysluplný život lidí na planetě. K naplnění této myšlenky mohou vést definované cíle EV, které nám už přesněji a výstižněji říkají, čemu je potřeba se věnovat v praktickém životě.

Přesné cíle EV byly poprvé nastíněny v Bělehradské chartě, která je výstupem mezinárodního semináře o ekologické výchově konajícího se v roce 1975. Jako hlavní

cíl environmentální výchovy charta považuje: vychovat takové obyvatelstvo světa, které si uvědomuje a zajímá se o životní prostředí a problémy s ním spojené, a které má poznatky dovednosti, postoje, motivace a angažovanost jednotlivě i společně řešit současné problémy a předcházet novým problémům (http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action=preview/id=1011467/The%2BBelgrade%2BCharter.pdf).

Z mezivládní konference o ekologické výchově v Tbilisi o dva roky později vyšlo Prohlášení ze Tbilisi (*Tbilisi Declaration*), které v podstatě potvrzuje a ušesňuje jinými slovy Bělehradskou chartu. Cíle EV jsou zde formulované jako: posílit naše povědomí a porozumění ekonomické, sociální, politické a ekologické provázanosti v městských a venkovských oblastech; poskytovat každému možnosti získat poznatky, hodnoty, postoje, odpovědnosti a dovednosti potřebné k ochraně a zlepšování stavu životního prostředí; vytvořit nové vzorce chování jednotlivců, skupin a společnosti jako celku vstřícné k životnímu prostředí (http://www.cnr.uidaho.edu/css487/The Tbilisi Declaration.pdf; Činčera et Kulich, 2009).

Výše popsané dokumenty by mohly být chápány jako základ při charakteristice cílů environmentální výchovy, nicméně podle Kulicha (2006) v ČR přispěly hlavně k pevnějšímu zakotvení EV v struktuře institucí a dokumentů a proto se pozitivně promítly do praxe. Kulich se však nedomnívá, že by závěry vycházející z dokumentů z Tbilisi a z Vilniusu ovlivnily českou praxi tak, že by se EV začala podle nich realizovat. Spíše pomohly v potvrzení toho, že trendy a snahy v ČR jdou správnou cestou.

Stejně jako se každý obor či lidská činnost postupem času vyvíjí a proměňuje, tak je potřeba myslet na to, že ani environmentální výchova nestojí na místě, nýbrž prochází určitým vývojem. Jejím proměnám je pak nutné přizpůsobit i definice či vysvětlení cílů. Z novějších literárních pramenů u nás považuji za výstižnou definici Aleše Máchala (2007), podle nějž lze za cíle environmentální výchovy považovat také: „zvyšovat spoluzodpovědnost lidí za současný i příští stav přírody i společnosti, za místo ve kterém žijí a které je jim domovem, za smysluplné využívání místních zdrojů; rozvíjet citlivost, vstřícnost a tvořivý přístup lidí k řešení problémů péče o přírodu i problémů lidské společnosti; utvářet ekologicky příznivé hodnotové orientace, které kladou důraz na dobrovolnou střídmost a na nekonzumní, duchovní kvality lidského života“. Cíle EV pak Máchal (2006) také specifikuje z pohledu praktické pedagogické činnosti: „ve které jde o dosažení vyváženého souladu nezbytných odborných ekologických poznatků s citovými a smyslovými prožitky, které pomáhají nalézat lásku k přírodě, zvnitřňovat úctu ke všemu životu a zvyšovat úroveň mezilidských vztahů“.

Co by si tedy měli v konečném důsledku žáci osvojit po svém seznámení se s EV? Žáci by měli vnímat svět, jako místo, kde je vše vzájemně provázáno, a na kterém nikdo není oddělený ostrov. Měli by se naučit uvědomovat si krásu přírody a mít radost ze světa, dále být schopni aktivního soucitu při uvědomění si zbytečného utrpení. Žáci by také měli respektovat jiné živé bytosti a mít úctu k životu. Důležité pro ně bude také aby byli schopni určit, jak jejich běžné chování ovlivňuje svět a tedy jakou zanechávají ekologickou stopu. Z občanského života by žáci měli porozumět demokratickým principům a stát se aktivními občany. A nakonec by také měli všechny informace, které k nim přicházejí, podrobit kritickému vyhodnocení (Činčera, 2007).

Stejně jako je potřeba vzít v potaz při definování cílů EV vývoj a současný stav určité země, je také důležité si uvědomit, že cíle EV nebudou v různých zemích shodné. To potvrzuje např. názor Jana Činčery (2007), který říká, že: „kulturní, environmentální i sociální podmínky například v Nigérii a v České republice jsou natolik odlišné, že se ani cíle a metody environmentální výchovy v obou zemích nemohou shodovat“. Takže i za předpokladu, že by formulace cílů EV v obou uvedených zemích vycházely ze stejného dokumentu, je více než jisté, že právě vlivem různých podmínek těchto zemí se budou lišit. Na druhé straně však Jan Činčera (2007) také varuje, že: „současný trend k volným definicím a individuálním výkladům představuje riziko rozpuštění specifických rysů environmentální výchovy“.

K určení cílů EV a prostředků jejich dosažení nám může pomoci, když budeme mít jasno v tom, jakým způsobem vlastně uchopit EV. Co bude v našem podání její náplní? Pojetí, tedy náplň či chápání EV můžeme vyjádřit pomocí několika významných proudů. Proud „Poznej a chraň“ klade důraz na odborné znalosti přírodovědeckých disciplín. Výstupem jsou nové poznatky, které si mají studenti osvojit. Proudem „Zpět ke kořenům“ chceme zmenšit velikost odcizení člověka přírodě a proto se snažíme o bezprostřední kontakt studentů s přírodou. Důraz na porozumění vybraným problémům lidstva je zastoupen proudem „Hledání souvislostí“, kdy je naším cílem rozvoj postojů, dovedností a znalostí studentů. Samostatnost studenta nám pomáhá rozvíjet proud „Učení praxí“, kdy studenti pracují na samostatných projektech, které vedou k přímým změnám životního prostředí v jejich okolí. Posledním proudem je „Výchova o Zemi“. Tento proud má jasně definované cíle, kterých dosáhneme pomocí naučných a emocionálních aktivit na pobytových akcích (Činčera et Kulich, 2009).

3.2 Současný stav environmentální výchovy v ČR

V České republice funguje celostátní síť organizací specializujících se na ekologickou výchovu, vzdělání a osvětu. Tato síť je realizována Sdružením středisek ekologické výchovy Pavučina. Sdružení středisek ekologické výchova Pavučina vzniklo v dubnu 1996 a mělo 8 zakládajících středisek ekologické výchovy. Počet členů sdružení postupně rostl, až se dostal na 37 členských organizací v roce 2009. Podmínkou členství pro každé středisko je jeho činnost v oblasti ekologických výukových programů pro školy. Další obvyklou činností středisek je vzdělávání pedagogických pracovníků a studentů učitelství. Sdružení Pavučina podporuje vzájemnou výměnu zkušeností mezi středisky v oblasti praktické ekologické výchovy, vzdělání a osvěty, přijímá aktuální informace zvenčí a dále je šíří mezi své členy. Koordinuje činnost jednotlivých středisek a také zastupuje a prosazuje jejich společné zájmy ve vztahu k ústředním orgánům státní správy, k partnerským organizacím, k dárcům a sponzorům. Svým členům pomáhá udržet si pospolitost, vzájemnou podporu, dbá na kvalitu činností středisek a podporuje jejich odborný růst (www.pavucina-sev.cz).

Počátky středisek ekologické výchovy u nás můžeme datovat od 60. let minulého století, kdy se objevila myšlenka vytvořit specializovaná zařízení pro výchovu dětí a mládeže k ochraně přírody a k nim vytvořit specializované přírodní areály pro vzdělávací činnost. Snahy o vytvoření těchto zařízení po celé republice, následně i v zahraničí mezi prvními propagoval RNDr. Jan Čeřovský a v Prachaticích pak Aleš Záveský. Později v 70. a 80. letech položilo základy budoucím střediskům ekologické výchovy i působení dalších osobností. Jednalo se mj. o snažení Květoslavy Burešové na Třebíčsku (Chaloupky), Emílie Strejčkové v Praze (Toulcův Dvůr), Aleše Máchala a Hany Korvasové v Brně (Lipka). Několika střediskům posloužily za základ i hnutí Brontosaurus (např. Paleta v Pardubicích), ČSOP či DDM. Inspirace přicházela také ze zahraničí. Nejvíce středisek vzniklo v počátcích 90. let. Ne všechny se však kvůli období nepřízně státních úředníků (zhruba období let 1994 – 1998) či personálním změnám udržely až do současnosti (např. zaniklé středisko ve Vyškově či Přerově). Právě v tomto období nepřízně vznikala již zmiňovaná celostátní sít Pavučina. Po roce 1998 se opět zvedá státní zájem podporovat střediska, který zatím trvá až do dnešních dnů. Střediska nabízejí výchovnou, vzdělávací, informační, poradenskou a jinou činnost různým skupinám veřejnosti. Charakterizují je mj. zaměření se na činnosti prospěšné pro životní prostředí,

poskytování veřejně prospěšných služeb, komunikace s cílovými skupinami veřejnosti, systematická činnost a určité zázemí. Střediska ekologické výchovy v užším slova smyslu (existují totiž také střediska informační, poskytující především informace o životním prostředí či poradenská neboli ekologické poradny aj.) fungují obvykle jako organizace, které nabízejí služby pro školy (tj. žáky, studenty a učitele) ve formě ekologických výukových programů, školních ekologických projektů a dalšího vzdělávání učitelů (Kulich, 2006). Většina z nich také vydává různé metodické pomůcky a příručky (např. pracovní listy nebo určovací klíče,…).

3.3 Environmentální výchova v kontextu reformy školství

Realizace EV probíhá nejen na střediscích ekologické výchovy, ale také ve školách, kde jí před rokem 2005 (s účinností od 1. ledna 2002) upravoval Metodický pokyn Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k environmentálnímu vzdělávání, výchově a osvětě (EVVO). Metodický pokyn není pro školy dokumentem závazným, má spíše doporučující charakter. Na některých školách samozřejmě probíhala realizace EV i dříve. Podle Metodického pokynu se EVVO ve školách provádí formou integrace do vyučovacích předmětů a celoškolních akcí. Důležitá je spolupráce školy s rodinou, obcí, podniky a jinými subjekty, které ovlivňují vzdělávání a výchovu žáka v této oblasti. Cílem je pomoci žákovi pochopit vztahy mezi člověkem a přírodou, význam udržitelného rozvoje a vytvořit u něj odpovědný postoj k životnímu prostředí (Sokolovičová et Daňková, 2009).

Po roce 2005 vstoupil v účinnost Rámcový vzdělávací program (dále RVP), podle kterého jsou školy povinny realizovat EV. RVP se týkají předškolního, základního, gymnaziálního, středního odborného a ostatního vzdělávání (např. základní umělecké vzdělávání). Podle RVP si každá škola vytváří vlastní školní vzdělávací program (dále ŠVP).

Učitelé se už nemusí striktně držet tradičních osnov, protože ve svých ŠVP nepopisují co se má probrat, ale jaké dovednosti mají jejich žáci mít. Za účelem splnění stanovených cílů výuky lze tedy některé méně podstatné pasáže látky vynechat či zredukovat nebo naopak podstatné a přínosné informace více rozebrat (http://cs.wikipedia.org/wiki/Rámcový_vzdělávací_program). Součástí RVP pro základní vzdělávání jsou tzv. průřezová témata. Jejich cílem je, aby se vědomosti, doved-

nosti a schopnosti získané v různých oborech vzdělávání promítaly do osobních hodnot a postojů žáků. Pro školy jsou závazná jen samotná průřezová témata a tematické okruhy. To, jakým způsobem bude škola výuku realizovat a jaký přesný obsah budou mít jednotlivá témata, je ponecháno v kompetenci každé škole. Aby se školy nedobraly naprosto odlišných výsledků, jsou stanoveny společné cíle, ke kterým má výuka pomocí průřezových témat dojít (metodiky.cz/download/vmegs_I_ukazka.pdf). Z předchozího textu vyplývá, že je tedy možné vhodně začlenit do výuky i návštěvu jiné organizace než školy (např. střediska ekologické výchovy), kde si mohou žáci doplnit či prohloubit poznatky získané ve škole, případně si některé dovednosti prakticky vyzkoušet a získat nový pohled na daný problém. Myslím si, že střediska mohou nabídnout nejen doplnění v průřezového tématu Environmentální výchova, ale mohou napomoci začlenění i ostatních průřezových témat např. Osobnostní a sociální výchova, Výchova demokratického občana, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova a Mediální výchova.

Ať už bude výuka EV probíhat ve škole, na středisku ekologické výchovy nebo jiné organizaci, bude nás především zajímat, zda byl zvolený způsob podávání informací vhodný a tudíž zda došlo k nějakým změnám v chování, názorech, hodnotách studentů, zda se jim činnost líbila.

Hodnocení kvality výuky (v prostředí školy) či výukových programů (ve středisku) označujeme termínem evaluace, původem z anglického slova *evaluation*, které obvykle překládáme jako hodnocení nebo vyhodnocování. Smyslem evaluace je získat informace pomocí kterých můžeme kontrolovat kvalitu výuky, programu či aktivity. Evaluace nám pomůže odhalit slabé stránky a dá nám možnost je odstranit (Sokolovičová, 2009). Pro zjištění kvality programu jsem si v prvním zkoušení zvolila formu písemné práce týkající se problematiky chemismu vody, ve druhém zkoušení jsem se studentů ptala na jejich názor pomocí dotazníku.

Nevýhodou znalostní písemky je, že měří to, co student ví v daném okamžiku a ne co se naučil v průběhu programu. Dotazník používáme v případě, že chceme zjistit nečíselné hodnoty. Při jeho sestavování bychom měli dodržet několik zásad. Dotazník by měl být přiměřeně dlouhý. Je lepší položit menší množství důležitých otázek než riskovat ztrátu pozornosti dotazovaného při vyplňování příliš podrobného dotazníku. Důležitá je formulace otázek. Ze zadání musí být jasné, jak se má odpovídat. V otázkách, kde nabízíme jednu nebo více variant odpovědi, musíme uvést všechny

možné varianty případně ponechat místo na vlastní názor. Rovněž nesmíme ovlivňovat dotazovaného nevhodně zvolenými slovy, označením, slovosledem, interpunkcí apod. (Sokolovičová, 2009).

Následující kapitola pojednává o realizaci EV přímo v Centru ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov. Jsou v ní vysvětleny termíny ekologický výukový program a pobytový program, podrobněji pak popisuje pobytový program Sedm bran do Litovelského Pomoraví.

3.4 Realizace environmentální výchovy ve Sluňákově

Centrum ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov sídlí v Horce nad Moravou. Je jednou z největších organizací zabývajících se environmentálním vzděláváním v České republice. Díky svému výhodnému umístění v blízkosti Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví zpřístupňuje lidem poznání lužních lesů v okolí řeky Moravy, informuje je o výjimečném přírodním bohatství tohoto území a zároveň rozvíjí porozumění přírodě, krajině a kultuře regionu. Hlavní náplní Sluňákova je tvorba a realizace vzdělávacích programů pro všechny typy škol. Mezi jeho další činnosti patří vzdělávání pedagogických pracovníků v oblasti environmentální výchovy, vysokoškolská výuka, poskytování poradenství, pořádání výletů, soutěží, besed a přednášek pro veřejnost. Rovněž je dlouhodobým pořadatelem Ekologických dnů Olomouc (EDO) a Ekologických večerů (www.slunakov.cz).

V roce 1999 byl schválen pojem „výukový program“ jako oficiální termín pedagogické činnosti ekopedagogů. O rok později byl tento pojem definován jako „interaktivní tvořivá výchovně vzdělávací lekce, jejímž cílem je upevnění, prohloubení a rozšíření učiva všech stupňů škol v souladu se školními vzdělávacími programy“ (Máchal, 2007). Bližší specifikací tohoto pojmu je pojem Ekologický výukový program (EVP). Jeho poslední podoba z roku 2000 zní: „Ekologický výukový program je interaktivní tvořivá výchovně vzdělávací lekce s cílem obohatit učivo všech stupňů škol o ekologický a environmentální rozměr. Probíhá zpravidla mimo školu tj. v přírodě, ve středisku ekologické výchovy, v zahradě apod.“ (Máchal, 2007). Tento pojem pak Máchal dále rozvádí při vysvětlení cíle ekologických výukových programů takto: „Cílem

ekologických výukových programů je pojednat o určitém tématickém celku učiva v souvislostech, napříč vyučovacími předměty, s obzvláštním důrazem na ekologické souvztažnosti, na rozvíjení komunikativních a kooperativních dovedností žáků, na utváření postojů přátelských vůči přírodě a životnímu prostředí. Podstatnou roli v ekologickém výukovém programu hraje aktivizace žáků a jejich obohacování o praktické poznatky“ (Máchal, 2006).

Podle mého názoru kladou ekologické výukové programy důraz na přímý kontakt s přírodou, na její pozorování a poznávání praktickou činnosti. Žáci/studenti mohou jít do přírody a vnímat jí všemi smysly. Dostávají podněty, které u nich vyvolávají určité citové zážitky. Čím více nejrůznějších podnětů dostanou, tím jsou tyto zážitky silnější. Podpořit sílu zážitku můžeme např. doplněním programu různými pomůckami např. lupa nebo dalekohled na pozorování, atlasy pro poznávání, videofilmy, záznamy zvuků přírody,…

V programech si žáci/studenti osvojují hravou formou znalosti a souvislosti v oblasti ochrany životního prostředí a zároveň mohou prohloubit a doplnit školní učivo. Důležité je podporovat vlastní tvůrčí proces mezi žáky a rozvíjet jejich představivost (Barveníčková, 2002).

Pobytový program je vícedenní ekologicko-vzdělávací akce pro školní kolektivy základních i středních škol. V areálu biocentra Sluňákov jsou nabízeny vícedenní pobytové programy se zaměřením na životní prostředí, ekologickou výchovu a vzdělávání. Programy kladou důraz na mezipředmětový přístup v otázkách životního prostředí a použití interaktivních metod. Vyváženost pobytových programů je zajištěna prostřednictvím seznamovacích, tvořivých a týmových aktivit, které jsou zaměřeny na stmelení skupiny, osobnostní rozvoj a poznání sebe sama. Konkrétní podoba pobytového programu je přizpůsobena věku dětí. U mladších účastníků je kladen větší důraz na prožitkové a rukodělné aktivity. Pro starší účastníky jsou pak do programu zařazeny týmové simulační hry a komunikační aktivity. V současné době nabízí Sluňákov pět pobytových programů, kterými jsou: pětidenní program Příroda jako dům, určený pro žáky 1.-5. tříd ZŠ. Tento program je zaměřený na bližší poznání základních typů ekosystémů, ve kterých žijeme. Pro starší žáky 6.-8. tříd ZŠ a nižších stupňů gymnázií je pak v nabídce pětidenní program Sedm barev duhy, kdy barvy duhy znázorňují prolínání se součástí přírodního světa a světa lidí. Program postupuje od poznání sebe samého a vnitřních vztahů mezi žáky ve třídě, přes poznávání přírodních ekosystémů a krajiny v okolí až po

globální pohled na svět a jeho problémy. Třetí pobytový program nabízený Centrem Sluňákov je pětidenní program Sedm bran do Litovelského Pomoraví, který je blíže popsaný dále v textu. Kromě těchto tří pětidenních programů je v nabídce i zkrácený třídenní program Labyrint, určený pro II. stupeň ZŠ a SŠ. Tento program se dotýká témat ze školních předmětů jako jsou přírodopis, biologie, zeměpis, občanská výchova a základy společenských věd. Pro 2. stupeň ZŠ a SŠ je možno si objednat i program Džbán plný kultur aneb putování prioritními zeměmi rozvojové spolupráce ČR, který zajišťují lektoři Agentury rozvojové spolupráce Olomouckého kraje. Cílem tohoto programu je seznámit žáky s informacemi o prioritních zemích, s českou zahraniční rozvojovou spoluprací a budovat v nich toleranci k jiným národům a kulturám (www.slunakov.cz).

Zásady tvorby pobytového programu

Při sestavování programu do jeho jednotlivých bloků nebo programu jako celku je dobré věnovat pozornost vyváženosti programu tzn. že po celou dobu trvání programu by se v něm měly rovnoměrně prolínat pohybové a kreativní aktivity s aktivitami diskusními. Musíme zajistit udržení spádu programu tedy postupně rozvíjet jeho téma od jednoduchých věcí po složité. Důležitá je také logická struktura programu. Program musí mít začátek ve formě motivace, navození atmosféry či vzbuzení zájmu účastníků a samozřejmě také konec, kdy proběhne reflexe a evaluace. Další nedílnou součástí každého programu jsou přestávky. Není vhodné lpět na přesném dodržování jejich časového naplánování, ale spíše přestávky zařadit až po ukončení aktivity, kdy proběhnou i diskuse a shrnutí. Do skupin je dobré účastníky rozdělovat různými způsoby pomocí aktivit a her. Prostředí programu má velký význam, proto je důležité ho vytvořit co nejpříjemnější. Každý účastník je spolutvůrcem programu, proto na začátku zjistíme co účastníci od programu očekávají a v průběhu pak sledujeme jejich reakce a program dle situace upravujeme. Na začátku programu jsou také stanovena pravidla, která pak platí po celou dobu trvání (Hruška, 2005).

V centru ekologické výchovy Sluňákov probíhají pobytové výukové programy celoročně. Jedním z nich je i program Sedm bran do Litovelského Pomoraví, který je stručně popsán v následujícím textu.

Pětidenní program Sedm bran do Litovelského Pomoraví probíhá v nízkoenergetickém domě a v přírodě Chráněné krajinné oblasti Litovelské Pomoraví. V jeho průběhu projdou účastníci sedmi pomyslnými branami, které symbolizují hledání vztahu k sobě navzájem, vztahu k místu a ke světu. Program je vhodný pro žáky 8. a 9. tříd ZŠ a středoškolské studenty.

Dělení programu podle jednotlivých dní:

Pondělí: Brána Větrná a Sluneční. První den se studenti seznámí s tím, jak funguje nízkoenergetický dům, proč se třídí odpad a také se zásadami šetrného spotřebitelství. Zařazeny jsou hry, které mají rozvinout komunikaci a spolupráci mezi účastníky.

Úterý: Bránu Poutníků, Ohňovou a Zemní studenti objeví na cyklistickém výletě do Litovle. Po cestě je naplánováno několik zastavení, na kterých budou mít možnost sledovat vývoj krajiny a vztah člověka k ní. Jejich úkolem bude připravit si reportáže z cesty.

Středa: Brána Vodní je zaměřena na terénní průzkum vodních a lesních ekosystémů v okolí Sluňákova

Čtvrtek: Brána Sluneční vysvětluje, co jsou to globální problémy, které trápí naši planetu i její obyvatele.

Pátek: Brána Větrná studentům objasní obnovitelné zdroje energie a dynamiku říční nivy

(www.slunakov.cz).

Podrobnější rozepsání třetího dne programu –Brány Vodní:

dopoledne: Aktivita MALÁ VÝPRAVA DO TAJŮ CHEMIE A ŽIVOTA VE VODĚ

9:00 – 9:30 odebrání vzorků k analýzám
9:30 – 10:00 prezentace o chemismu vody
10:00 – 10:30 analyzování odebraných vzorků
10:30 – 10:45 vysvětlení výsledků chemismu vody
10:45 – 11:05 lovení vodních živočichů
11:05 – 11:25 prezentace o vodních živočiších
11:25 – 11:45 pozorování vodních živočichů

11:45 – 12:00 příprava odpovědí na otázky a odpovídání

(v případě vynechání prezentace o vodních živočiších se časy změní na: 11:05 -11:45 pozorování vodních živočichů s výkladem)

12:00 – 14:00 oběd a polední klid

odpoledne: 14:00 – 17:00 simulační hra „Stavba přehrady“

Aktivita Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě je vhodná pro věkovou skupinu 14 – 20 let, tedy pro žáky 8. a 9. tříd ZŠ a pro středoškolské studenty. Tento věk byl vybrán proto, že pro takto staré žáky a studenty je už ve školních plánech zařazen předmět chemie.

Přáním pracovníků centra Sluňákov bylo začlenit do výuky práci s kompaktní laboratorní sadou Aquamerck od firmy Merck pro zjišťování chemických ukazatelů jakosti povrchových vod. Práci s touto pomůckou jsem vyzkoušela v předvýzkumu, kde jsem zjišťovala jakých orientačních hodnot dosahují předem určené ukazatele jakosti povrchových vod. Při určování, jaké ukazatele budu měřit, jsem vycházela z možností této laboratorní sady a náročnosti měření jednotlivých ukazatelů s ohledem na pozdější použití této pomůcky při práci se studenty. Odborné informace, které jsou vysvětlovány v následující kapitole, mají posloužit jako základní informace o problematice znečištění povrchových vod a ukazatelích jakosti vody pro lektory výukových programů v centru Sluňákov. Na každém lektorovi pak záleží, zda bude vycházet pouze z těchto informací, nebo své znalosti bude dále rozšiřovat. Domnívám se, že pro realizaci mnou navrhované aktivity jsou uváděné odborné informace dostačující.

4 ODBORNÁ ČÁST

4.1 Znečištění povrchových vod

Příklady zdrojů znečištění povrchových vod a jejich rozdělení zde uvádím proto, že se budu následně zabývat některými ukazateli znečištění, které lze podle jejich povahy či způsobu vniknutí do vodního prostředí zařadit do některého zdroje znečištění. Tyto zdroje lze samozřejmě rozdělit i podle dalších kritérií, ne jen podle mnou vybraných.

Pro pojem znečištění povrchových vod přijala Světová zdravotnická organizace tuto definici: „Řeka je znečištěna, je-li složení vody změněno v důsledku přímé nebo nepřímé činnosti člověka tak, že je méně vhodná pro některé nebo všechny účely, pro které je voda vhodná v přirozeném stavu“ (Svobodová et al., 1987).

Znečistění vody můžeme rozdělit např. podle původu na: **přirozené** (zakalení vody po silném dešti, okyselení vod v důsledku výplachu rašelinišť nebo náhlých odtoků sněhových vod) nebo **antropogenní** znečištění. Podle Svobodové et al., (1987) se u antropogenního znečištění většinou jedná o odtok odpadních vod z průmyslové a zemědělské výroby do vodních toků. Je však potřeba ještě zmínit, že mezi antropogenní znečištění patří i komunální odpadní voda, která vzniká každodenní lidskou činností v domácnostech, školách, na úřadech apod. Je složena ze splašků a v případě jednotné kanalizace také z oplachových vod tj. vody z mytí ulic a dešťové vody (http://cs.wikipedia.org/wiki/Odpadní_voda)). Znečištění vody přirozenou cestou pomocí částic jako jsou hlína, jehličí, listy a těla odumřelých organismů dostávajících se do vody, zpravidla nepřekročí II. třídu jakosti vody a zastavuje se zhruba v její polovině. Při tomto znečištění je zachována přírodní ekologická rovnováha (Štěrba, 1986). Podle povahy znečišťujících látek můžeme dělit znečištění vody dále na: **fyzikální** (pohyblivý materiál jako písek a bahno; plyny např. metan, oxid uhličitý, sirovodík,…; oleje; organické látky atd.), **biologické** (bakterie, řasy,…), **chemické** (sloučeniny dusíku a fosforu, kovy, soli,…) (http://www.aquarion.empatia.cz/voda/znecisteni.htm). Při praktickém posuzování znečištění vod rozlišujeme podle rozsahu znečištění **bodové**, kdy se do povrchových vod dostávají odpadní vody, výjimečně i pevné odpady a mění jejich kvalitu (Svobodová et al., 1987). U bodového znečištění se jedná o odpadní vody z dobře zjistitelných míst např. výpustě z továren, dolů, kanalizací, čistíren odpadních vod, atd. Zvláštním druhem bodového znečištění jsou **havárie**, při nichž se látky dostá

vají do toků náhle a ve vysokých koncentracích. Znečištění označené za havárii vznikne neočekávaně, není pravidelné a obvykle je okamžité. Nejčastější příčinou havárií jsou nedbalost a chybná manipulace se zařízením, dále dopravní nehody a technické závady. Haváriemi se do toků, nádrží a podzemních vod dostávají nejčastěji ropné látky a nejrůznější chemikálie (Braniš, 2004). **Plošné** znečištění nastává jako důsledek odtoku atmosférických srážek v podobě povrchových vod z velkých ploch do vodních toků (Svobodová et al., 1987). Do plošného znečištění patří zejména znečištění ze zemědělské činnosti (rostlinná výroba), splachy z terénu (eroze) a znečištění atmosféry (atmosférické depozice). Plošné znečištění můžeme zařadit do tzv. nebodového znečištění kam patří také difuzní zdroje znečištění, tzn. drobné rozptýlené zdroje komunálního charakteru a chov hospodářských zvířat. Pojmy plošné a difuzní znečištění jsou při jejich hodnocení díky jejich charakteru často slučovány dohromady (http://www.gymjil.cz/test.php?arch=1020).

4.2 Metody odběrů a rozborů vody

V rámci této práce byly stanovovány vybrané chemické a fyzikální parametry vod na předem zvolených lokalitách. Zvolila jsem tři lokality na tekoucích a dvě na stojatých vodách. Zajímalo mě, zda se budou výrazně lišit hodnoty mezi tekoucími a stojatými vodami či mezi jednotlivými lokalitami navzájem. Cílem nebylo dlouhodobé sledování parametrů jakosti vod, ale jen orientační zjištění v jakých hodnotách se vybrané parametry pohybují. K tomuto účelu byly odebrány v předběžném měření tři vzorky na každé lokalitě. Vzorky byly odebírány vždy na stejných místech do půllitrových skleněných láhví pomocí odběrového zařízení. Pokud to výška vodního sloupce dovolila, byly vzorky odebírány z hloubky přibližně 20 cm. Odběry byly prováděny ve stejnou denní dobu (mezi jedenáctou a třináctou hodinou). Vzorky byly analyzovány bezprostředně po odběru a z toho důvodu je nebylo třeba uchovávat či konzervovat. Tři předběžná měření jsem provedla sama. Při zkoušení práce s laboratorní sadou se studenty byla provedena další dvě měření s pomocí studentů, které jsem doplnila do výsledné tabulky hodnot měřených ukazatelů jakosti povrchových vod.

Hodnoty jednotlivých ukazatelů jakosti povrchových vod byly stanoveny kolorimetricky. Podstatou kolorimetrie je reakce zkoumaného vzorku s určitým činidlem, při níž vzniká výrazně zbarvený reakční produkt. Důležitou podmínkou stanovení je, aby

intenzita zbarvení roztoku byla alespoň v určitém rozmezí přímo úměrná koncentraci stanovované látky. Při této metodě je používán čistý vzorek vody jako srovnávací, aby se předešlo chybám měření vzniklých změnou intenzity vzniklého zbarvení v důsledku přirozeného zabarvení vody. Přesnost výsledků chemických analýz odpovídá použitým kolorimetrickým metodám. Případná chyba měření může být závislá i na vlastnostech zraku uživatele, případně chybném provedení analýzy.

Při praktickém používání mobilní laboratoře Aquamerck bylo zjištěno, že tato pomůcka je nevhodná pro stanovení nízkých obsahů dusičnanů a dusitanů v příliš čistých vodách tzn. povrchové vody patřící do tříd jakosti I. a II., protože používané chemické metody nedetekují příliš nízký obsah těchto látek.

4.3 Popis lokalit

Při volbě lokalit pro odběr vzorků jsem zohlednila budoucí praktické využívání laboratorní sady Aquamerck v pobytovém programu Sedm bran do Litovelského Pomoraví. Lokality pro odběr vzorků jsem zvolila tak, aby byly dobře přístupné a nebyly příliš vzdálené od areálu střediska Sluňákov z důvodu omezených časových možností při realizaci pobytového programu. Zvolila jsem dvě lokality na stojatých vodách a tři na tekoucích vodách. Lokality stojatých vod jsou rybník Rozvišť a jedna ze čtyř tůní vytvořených v areálu, která se nachází směrem na jih od rybníku Rozvišť a je nejblíže k přístřešku. Lokality tekoucích vod jsou Mlýnský potok, Častava a splašková kanalizace. Lokality měření jsou zaznačeny na mapách (viz Příloha 4).

Rybník Rozvišť

Jedná se o rybník nacházející se v areálu biocentra Sluňákov Rybník má vlastní náhon a odtok. Nachází se na zatravněném pozemku a uvnitř jeho vodní plochy je ostrov. V jeho širším okolí se nachází louky.

Tůň

Tato tůň se nachází také v areálu biocentra Sluňákov. Jedná se tůň nejblíže venkovnímu přístřešku, která je umístěna směrem na jih od rybníka Rozvišť. Nemá žádný přítok ani odtok. Okolí tůně je zatravněné.

Splašková kanalizace

Tento vodní tok teče z vesnice Horka nad Moravou a jsou do něj vypouštěny splaškové odpadní vody z této vesnice.

Tok Častava

Vodní tok Častava teče okolo vesnice Horka nad Moravou. Vlévá se do něj tok Skrbeňská svodnice. Častava ústí do Mlýnského náhonu. Protéká přes zemědělskou půdu.

Mlýnský potok

Tento vodní tok přitéká od města Litovel. Protéká přes Národní přírodní rezervaci Ramena řeky Moravy a chráněnou krajinou oblast Litovelské Pomoraví.

4.4 Zkoumané fyzikální a chemické parametry vod

Při předběžném měření, jsem zjišťovala šest ukazatelů jakosti povrchových vod, kterými jsou: teplota, pH, koncentrace amoniaku, dusitanů, dusičnanů a fosforečnanů. V následujícím textu stručně vysvětluji jejich význam ve vodním prostředí.

4.4.1 Teplota

Její význam spočívá hlavně v ovlivnění chemické a biochemické reaktivity u přírodních i užitkových vod a to úzkém teplotním rozmezí od 0 °C do 30 °C. Při teplotách blížících se 0 °C probíhá většina biochemických procesů jen velmi zvolna. Teplota je nezbytným údajem pro výpočty chemické rovnováhy ve vodách, při stanovování biochemické spotřeby kyslíku, při hodnocení samočištění povrchových vod aj. Teplota např. zvyšuje zastoupení toxického nedisociovaného (nerozloženého) amoniaku (NO_3) v celkové koncentraci amoniakálního dusíku a ovlivňuje rozpustnost kyslíku ve vodách. U povrchových vod může docházet k tepelnému znečištění, které vzniká vypouštěním oteplených vod do vodotečí (Pitter, 1999). Rozpětí mezi 0 - 45 °C mohou využívat organismy pro svůj život. Jen výjimečně se některým organismům podařilo tyto hranice překročit. Patří k nim některé bakterie horkých pramenů a některé ryby z jižních ledových moří. Ostatní organismy však musejí vyhledat bezmrazí úkryt, klesne-li teplota vody pod 0 °C. Horní hranice je dána teplotou 43 °C, při které se začínají v tělech orga-

nismů srážet bílkoviny. Při teplotě 4 °C dosahují molekuly vody nejvyšší možné stability a nejvyšší hustoty, proto je voda při této teplotě nejtěžší. To je důležité zejména v zimním období, kdy se u dna shromažďuje těžší voda o teplotě 4 °C, zatímco led, který má teplotu 0 °C je lehčí a plave na hladině. Vrstva vody u dna, která nezamrzá a udržuje si stálou teplotu, umožňuje organismům přežít chladné období (Reichholf, 1998).

Vliv teploty vody na ryby

Ryby patří mezi poikilotermní živočichy, tzn. že jejich tělo má teplotu shodnou nebo lišící se o 0,5 až 1 °C od teploty vodního prostředí. V oblasti svého přirozeného výskytu ryby dobře snášejí sezónní změny teplot, to v našich podmínkách znamená v zimním období teploty k 0 °C, v létě podle druhu ryb až 20 – 30 °C. Velmi nebezpečné pro všechny druhy ryb jsou však náhlé změny teplot (Svobodová et al. 1987).

Vliv teploty vody na obojživelníky

Druhy obojživelníků aktivní již brzy na jaře preferují nižší teplotu, než druhy, jejichž aktivita začíná až na začátku léta. U každého druhu se mění odolnost k teplotám s ročním obdobím. S postupným oteplováním prostředí jsou preferovány i vyšší teploty. Kritická hranice je při teplotě 38 °C, preferované teploty se pohybují v rozsahu od 12 °C do 35 °C s průměrem při 23 °C (Svobodová et al. 1987).

Vliv teploty vody na vodní bezobratlé

Pro vodní bezobratlé se v našich podmínkách považuje za optimální teplotní rozpětí 10 – 18 °C, s poklesem ke 4 °C v zimním období. Obecně chladnější voda zpomaluje růst a vývoj organismů, teplejší voda pak růst a vývoj urychluje (např. organismy přijímají potravu i v zimním období). Dlouhodobá teplota nad 20 °C již narušuje přirozené složení společenstva organismů vod (Svobodová et al. 1987).

4.4.2 Hodnota pH

Část molekul vody je disociována (rozložena) na vodíkové ionty H^+ a na hydroxylové ionty OH^-. Pro posouzení reakce vodných roztoků je významné, jaké koncentrace v nich dosahují vodíkové ionty. Kyselost vodných roztoků je způsobena nadbytkem vodíkových iontů H^+, zásaditost pak nadbytkem hydroxylových iontů OH^- (www.rybarstvi.eu). Hodnota pH vody výrazně ovlivňuje toxicitu celé řady dalších látek

(např. amoniaku). V čistých přírodních vodách povrchových i podzemních (ne minerálních) se hodnota pH pohybuje v rozmezí od 4,5 do 9,5. Pokles hodnoty pH pod 4,5 je způsoben přítomností volných anorganických nebo organických kyselin. Přírodní a užitkové vody jejichž hodnota pH je vyšší než 8,3 obsahují mimo hydrogenuhličitanů také ionty CO_3^{2-} a při hodnotách nad 10 je zde i významný vliv působení iontů OH^-. Srážkové vody pocházející z neznečištěných oblastí mívají hodnotu pH od 5 do 6. Ve střední Evropě však bývá hodnota pH srážek vzhledem k okyselení atmosférických vod oxidy síry a dusíku v rozmezí 4 – 5, výjimečně i kolem hodnoty 3 (Pitter, 1999). Snížení pH rybniční vody bývá způsobeno kyselými odpadními vodami nebo kyselými dešti. Rovněž v jarním období při tání sněhu se může pH vody snížit z důvodu nahromadění kyselých produktů emisí ve sněhu. Zvýšení naopak způsobuje intenzivní fotosyntéza vodních rostlin, sinic a řas. Ke změnám pH vody dochází také při havarijních únicích kyselin, hydroxidů či jiných látek s kyselou nebo alkalickou reakcí do vody. Je třeba zohlednit i to, že pH vody se mění jak během roku, tak i v průběhu 24 hodin (www.rybarstvi.eu).

Vliv pH na ryby

Optimální hodnota pH vody pro ryby se pohybuje v rozmezí 6,5 – 8,5. Poškození a úhyn lze pozorovat u lososovitých ryb při pH nad 9,2 a pod 4,8 a u kaprovitých ryb pokud hodnoty pH přesahují 10,8 nebo jsou menší než 5,0. Vody s pH menším než 5,5 a vyšším než 9,0 proto již nejsou vhodné pro chov ryb. Organismus ryb se proti působení nízkého nebo vysokého pH vody chrání zvýšeným vylučováním hlenu na povrch kůže a na vnitřní stranu skřelí. Při mimořádně vysokých nebo nízkých hodnotách dochází k poškození tkání, zejména žaber (Svobodová et al. 1987).

Vliv pH na obojživelníky

Hodnota pH je pro obojživelníky nejdůležitější, když se nachází ve vývojovém stadiu zárodku a larvy, jelikož v těchto stádiích jsou svázáni s vodním prostředím. Larvy tolerují nižší pH než zárodky, s narůstajícím vývojovým stadiem larev pak vzrůstá i jejich tolerance vůči nízkému pH. Ocasatí obojživelníci (např. mlok skvrnitý, čolek horský) jsou k nízkému pH odolnější než bezocasí (např. ropucha obecná, skokani, kuňka obecná, rosnička zelená, blatnice skvrnitá). Hodnota pH 3 se udává pro larvy a zárodky obojživelníků jako kritická, zvyšuje se počet abnormalit v morfologii těla, které většinou vedou k úhynu jedinců ještě před metamorfózou (Svobodová et al. 1987).

Vliv pH na vodní bezobratlé

Bezobratlí většinou snášejí hodnoty pH v rozpětí 4 – 10. Nepříznivé působení nízkého pH na vodní bezobratlé se projevuje např. únikem některých iontů (např. Na^+, Ca^{2+}, K^+) z plazmy buněk do okolního vodního prostředí (Svobodová et al. 1987).

4.4.3 Dusík

Dusík je spolu s fosforem důležitý pro rozvoj mikroorganismů. Je nezbytný pro všechny biologické procesy probíhající v povrchových, podzemních a odpadních vodách, dále v biologických procesech při čištění a úpravě vod. Sloučeniny dusíku mohou být anorganického nebo organického původu. Mezi formy anorganicky vázaného dusíku patří dusík amoniakální, dusitanový (NO_2^-) a dusičnanový (NO_3^+) dusík. Součtem hodnot těchto jednotlivých forem dusíku dostaneme celkový anorganicky vázaný dusík. Další možnou formou výskytu anorganického dusíku jsou např. volné kyanidy a amminokomplexy. Dusík organicky vázaný se ve vodách vyskytuje ve formě bílkovin a jejich rozkladných produktů (peptidy, aminokyseliny), močoviny a dusíkatých látek vznikajících při rozkladu biomasy mikroorganismů (www.aquar.cz). Zdroje dusíku jsou rozkladné procesy organických látek, splaškové odpadní vody, odpady ze zemědělství, z potravinářského průmyslu a atmosférické vody. Zastoupení jednotlivých forem dusíku ve vodách je jen momentální stav jelikož dusíkaté sloučeniny jsou ve vodách málo stabilní a podléhají biochemickým přeměnám (Pitter, 1999).

amoniak

Patří mezi ukazatele, podle nichž se vody řadí do tříd čistoty. Vzniká, když je ve vodách malé množství rozpuštěného kyslíku redukcí dusičnanů a při mikrobiálním rozkladu organických látek. V anaerobních podmínkách se amoniakální dusík již dále nemění. V podmínkách aerobních však podléhá procesu nitrifikace a mění se přes dusitany až na dusičnany. Chemickými analytickými metodami se stanoví současně forma NH_4^+ i NH_3 jako celkový amoniakální dusík (N). Jeho koncentrace se vyjadřuje hmotnostní koncentrací v mg/l a vzájemný poměr forem NH_4^+ a NH_3 závisí na pH a teplotě vody (Pitter, 1999).

Dusík ve formě NH_3 je ve vzduchu i ve vodě toxický pro všechny živočichy. S klesajícím obsahem kyslíku a stoupající teplotou ve vodě stoupá i toxicita amoniaku

(www.aquar.cz). V povrchových vodách dosahují koncentrace amoniakálního dusíku setin až desetin mg/l, ve splaškových odpadních vodách pak desítky mg/l (Pitter, 1999).

Vliv amoniaku na ryby

Stěna buněk organismu ryb je poměrně nepropustná pro amonný ion NH_4^+, naopak molekulární amoniak NH_3 proniká dovnitř buněk velmi snadno a je tedy pro ryby jedovatý. Hodnota LC_{50} u kaprovitých ryb se pohybuje v rozmezí 1 – 1,5 mg/l NH_3, u lososovitých ryb v rozmezí 0,5 – 0,8 mg/l NH_3. Minimální letální koncentrace amoniaku LC_5 je u kaprovitých ryb v rozmezí 0,6 – 0,8 mg/l NH_3. Nejvyšší přípustná koncentrace amoniaku (NH_3) pro kaprovité ryby je 0,05 mg/l, pro lososovité ryby 0,0125 mg/l. Intoxikace: zpočátku mírný neklid, zrychlení dechu, zvedání ryb k hladině, nouzové dýchání, dech nepravidelný, pak fáze excitace (fáze zvýšené dráždivosti, neklidu, podrážděnosti), ryby ztrácejí rovnováhu, vyskakují nad hladinu, křeče svaloviny. Následující fáze se jeví jako zotavení, ale vystřídá jí nová excitace, která končí úhynem ryb. Autointoxikace: omezení vylučování amoniaku z těla, zvýší se jeho hladina v krvi a vzniká nemoc *toxická nekróza žaber* (Svobodová et al., 1987).

Vliv amoniaku na vodní bezobratlé

Bezobratlí snášejí v povrchové vodě poměrně vysoké koncentrace amoniaku, přesto je všeobecně uváděno, že koncentrace amoniaku 0,2 mg/l vody již může působit negativně na nejcitlivější vodní organismy (Svobodová et al., 1987).

dusitany

Dusitany vznikají biochemickou oxidací amoniakálního dusíku (nitrifikací) nebo biochemickou redukcí dusičnanů jako přechodný člen v cyklu dusíku. Tvoří se také při elektrických výbojích v atmosféře oxidací elementárního N. Zdrojem dusitanů jsou průmyslové odpadní vody z výroby barviv a ze strojírenských závodů a srážky. Koncentrace dusitanů v povrchových vodách bývá zpravidla velmi malá (setiny až desetiny mg/l), větší je pak u odpadních splaškových vod (jednotky až desítky mg/l). Důvodem jejich nízkých hodnot je jejich nestálost (snadno podléhají oxidaci a redukci), z tohoto důvodu se musí stanovovat co nejdříve po odběru. Obsah dusitanů ve vodách je zpravidla udáván hmotnostní koncentrací NO_2^- nebo $N\text{-}NO_2^-$ v mg/l. Jejich mezní hodnota v pitné vodě je 0,1 mg/l (jako NO_2^-) (Pitter, 1999).

Vliv dusitanů na ryby

Toxicita dusitanů pro ryby je závislá na faktorech vnitřních (druh a věk ryb, …) i vnějších (kvalita vody, …). Dusitanové ionty se dostávají do organismu ryb přes žaberní aparát a v krvi se váží na hemoglobin za vzniku methemoglobinu. Jeho vznikem se snižuje kapacita krve pro přenos kyslíku. Jakmile se množství methemoglobinu zvýší na 70 – 80 %, chování ryb se začne měnit: ryby jsou malátné, ztrácejí orientaci a schopnost reagovat. K úhynům nemusí dojít, protože červené krvinky ryb obsahují enzym reduktázu, který přeměňuje methemoglobin zpět na hemoglobin během 24 – 48 hodin po převedení ryb do vody bez přítomnosti dusitanů. Toxicitu dusitanů snižují chloridy, hydrogenuhličitany, vápník a další ionty. Vliv na tuto toxicitu má i hodnota pH, množství rozpuštěného kyslíku ve vodě a teplota vody (Svobodová et al., 1987).

Vliv dusitanů na obojživelníky

Nadbytek dusitanů v těle obojživelníků vede k jejich vstřebávání do krve, kde způsobují přeměnu hemoglobinu na methemoglobin za vzniku methemoglobinemie (tj. snížená schopnost přenosu kyslíku krví). Nadbytek dusitanů v těle může vzniknout, když jsou působením dusičnanů narušeny symbiotické vztahy organismu se střevními bakteriemi, kterých pak není dostatečné množství pro odbourání dusitanů (Rouse, Bishop et Struger, 1999).

Vliv dusitanů na vodní bezobratlé

Dusitany nepatří k příliš toxickým látkám na vodní bezobratlé. Např. nitěnky snášejí až hodnotu 30 mg/l. Ve srovnání s dusičnany jsou však toxičtější. V koncentracích, ve kterých se dusitany vyskytují přirozeně ve vodách, jsou hygienicky nevýznamné. Ve větších koncentracích mohou způsobit methemoglobinemii (Svobodová et al., 1987).

dusičnany

Jsou konečným produktem rozkladu dusíkatých organických látek v aerobním prostředí. V těchto podmínkách jsou stabilní. V anaerobních podmínkách však podléhají denitrifikaci za vzniku elementárního dusíku. Vznikají také při elektrických výbojích v atmosféře oxidací elementárního dusíku. Dalším zdrojem jsou dusíkatá hnojiva, která jsou spláchnuta z půdy do vodního prostředí a odtoky z čistíren odpadních vod. Formou

jejich výskytu ve vodním prostředí je pouze jednoduchý anion NO_3^-. Maximální koncentrace se vyskytují hlavně v podzemních vodách v zimním tj. mimovegetačním období, kdy jsou jen velmi slabě odčerpávány vegetací. V letním, tedy vegetačním období, jsou z vody odčerpávány vegetací a jejich koncentrace je malá. Dusičnany se spíše vyskytují v podzemních vodách, kam se dostávají vymýváním půdy při deštích. Samy o sobě jsou dusičnany málo škodlivé. Jejich nebezpečí spočívá v redukci v gastrointestinálním traktu na toxičtější dusitany. Denní dávka dusičnanů přijatá vodou by u člověka neměla překročit 100 mg NO_3^-. Pro povrchové toky platí hodnota 50 mg/l NO_3^- (Pitter, 1999).

Vliv dusičnanů na ryby

Dusičnany jsou pro ryby jen velmi slabě jedovaté. Toxické či letální účinky dusičnanů se projevují až při koncentracích nad 1000 mg/l. Nejvyšší přípustná koncentrace NO_3^- pro kapra je 80 mg/l a pro pstruha duhového 20 mg/l. (Svobodová et al., 1987).

Vliv dusičnanů na obojživelníky

Nepříznivý vliv dusičnanů na obojživelníky se u nich projevuje už při koncentracích 3mg/l. Mezi tyto projevy patří omezený příjem potravy, čímž obojživelníci ztrácí tělesnou hmotnost a snižuje se jejich pohyblivost. Dochází k vyšší úmrtnosti jedinců. Fyzické změny se mohou projevit jako deformace hlavy, ocasu a na těle se mohou vyskytnou zduřeniny a otoky. Mezi další projevy patří poruchy zažívacího systému. U larev obojživelníků (pulců) dusičnany v těle narušují symbiotické vztahy organismu se střevními bakteriemi. Množství defektů se zvyšuje v závislosti na rostoucí koncentraci dusičnanů ve vodě (Rouse, Bishop et Struger, 1999).

Vliv dusičnanů na vodní bezobratlé

Dusičnany do množství 1 g/l nepůsobí příliš toxicky na vodní bezobratlé. Udává se, že toxické začínají být až tehdy, když ovlivňují osmotickou hodnotu vody (Svobodová et al., 1987).

4.4.4 Fosfor

Ve vodách se celkový fosfor dělí na rozpuštěný a nerozpuštěný a tyto jednotlivé formy pak dále na fosfor anorganicky a organicky vázaný. Přirozeným zdrojem anorganického fosforu ve vodách jsou minerály a horniny, ze kterých se fosfor uvolňuje

vyluhováním. Do geochemického koloběhu se dostává také zvětráváním vyvřelých a metamorfovaných hornin. Antropogenním zdrojem anorganického fosforu jsou fosforečná hnojiva, odpadní vody z prádelen, do kterých se dostávají fosforečnany z pracích prostředků, splaškové vody, odpadní vody z pivovarského a textilního průmyslu, apod. Organický fosfor se do vody dostává rozkladem rostlinné a živočišné biomasy na dně jezer a z živočišných odpadů. Do povrchových vod se fosfor dostává i z atmosférických depozic. V povrchových neznečištěných vodách se koncentrace pohybují v tisících až setinách mg/l fosforu, ve znečištěných v desetinách mg/l, výjimečně i jednotkách mg/l fosforu. Nejvyšší množství fosforu ve vodě je v zimním období, protože probíhá mineralizace těl odumřelých organismů v sedimentech dna a fosfor je odtud uvolňován do vodního prostředí, aniž by byl spotřebováván jinými organismy. S nástupem jarní vegetace se jeho obsah začíná rychle snižovat a svého minima dosahuje na konci léta. V mělkých nádržích je rychlejší koloběh fosforu a značná část se ho vrací do vody, v hlubokých nádržích má fosfor tendenci zůstávat v sedimentech dna a do oběhu se ho vrací jen malá část. Důležitý je obsah kyslíku u dna nádrží; v případě dostatku kyslíku je fosfor poután v sedimentech (např. ve formě $FePO_4$), v případě nedostatku se uvolňuje zpět do vody. V celkovém koloběhu fosforu převažuje jeho posun do sedimentů nad zpětným uvolňováním (www.rybarsti.eu).

Následující informace vysvětlující jev eutroficaze jsou zařazeny za kapitolu 4.4.4 Fosfor, protože fosforečnany jsou jednou z látek, která tento jev způsobuje. Je však důležité upozornit, že důležitý je i vliv dusíkatých látek na jev eutrofizace. Informace o dusíku jsou zařazeny do kapitoly 4.4.3 Dusík, která se nachází před kapitolou 4.4.4 Fosfor.

eutrofizace

Kvalita vody se neustále snižuje z důvodu prudkého nárůstu industrializace a urbanizace. Nevhodné změny fyzikálně – chemických vlastností způsobené znečištěním vody ovlivňují všechny vodní organismy. Růst vodních rostlin je limitován dostupným obsahem fosforu nebo dusíku, které mají hlavní úlohu v procesu eutrofizace. Vodní plochy, které obsahují velké množství živin, se nazývají eutrofní. Eutrofizace může být definována jako složitý proces neustálého obohacování vod minerálními živnými látkami, a tím rostoucí intenzity biologických pochodů. Za příčinu eutrofizace se obecně označuje zvýšení přísunu živných látek z různých zdrojů lidské činnosti. Ve skutečnosti

je to velmi pomalý, přírodní proces. Působením člověka však může být tento proces urychlen (Khan et Ansari, 2005). Znakem začínající nebo již probíhající eutrofizace je nadměrný rozvoj fytoplanktonu a makrovegetace, druhově chudé společenstvo fytoplanktonu, výskyt typických organismů v planktonu, břehové nebo říční vegetaci, snížení průhlednosti a změny barvy vody, výskyt kyslíkového maxima a minima ve skočné vrstvě, v létě snížení nasycení vrstev kyslíkem, kvalitativní a kvantitativní změny fauny dna a příbřežní oblasti, změny v druhovém složení rybích obsádek a také chemicky stanovitelné zvýšení průměrné hladiny živin (Štěpánek, 1974). Oligotrofní vodní tělesa obsahují méně než 5-10 μg/l fosforu a méně než 250-600 μg/l dusíku. Ve středně eutrofních vodách je obsah fosforu 10-30 μg/l a obsah dusíku 500-1100 μg/l. Jestliže je ve vodě obsaženo nadměrné množství fosforu a dusíku, vodní rostliny mohou růst v nadměrném množství. Po odumření jsou vodní rostliny rozkládány bakteriemi, které spotřebovávají kyslík rozpuštěný ve vodě. Pokud koncentrace rozpuštěného kyslíku klesne pod určitou mez, ryby nemohou dýchat a umírají (Khan et Ansari, 2005).

Přestože v aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě není zahrnuto měření koncentrace rozpuštěného kyslíku, uvádím zde základní informace o tomto ukazateli, protože se domnívám, že je to důležitý ukazatel. Měření kyslíku jsem do aktivity nezahrnula z důvodu časové náročnosti měření a také proto, že množství kyslíku ve vodách není bezprostředně ovlivňováno činností člověka. Z lidské činnosti se dostává do vod nadbytek živin, což způsobuje eutrofizaci a teprve jako následek eutrofizace můžeme považovat nedostatek kyslíku ve znečištěné vodě.

4.4.5 Kyslík

Tento plyn se do vody dostává difúzí z atmosféry a při fotosyntéze vodních rostlin a řas. Rozpustnost atmosférického kyslíku ve vodách závisí na teplotě, koncentraci ve vodě rozpuštěných látek a atmosférickém tlaku. Kyslíkové poměry ve vodách se vyjadřují koncentrací rozpuštěného kyslíku nebo také procentem nasycení. Stav, kdy voda není nasycena kyslíkem, se může označovat jako tzv. kyslíkový deficit. Podzemní vody jsou na kyslík obvykle chudé, protože kyslík je při průchodem půdou spotřebováván pro chemické a biochemické pochody. V povrchových vodách kolísá jeho koncentrace v závislosti na tom, zda jde o vody tekoucí či stojaté a také je závislá na organickém znečištění, protože biochemickými rozkladnými procesy se kyslík z vody odčerpává.

K přesycení vody kyslíkem může dojít v eutrofních nádržích s intenzivní fotosyntézou a při mimořádné turbulenci vody (např. peřeje, jezy, vodo-pády). Množství kyslíku ve vodách ukazuje na třídu čistoty vody a rozhoduje, zda budou ve vodě probíhat aerobní či anaerobní pochody. Žádoucí jsou anaerobní pochody při samočištění povrchových vod a biologickém čištění odpadních vod. Pokles množství kyslíku je jedním z prvních příznaků organického znečištění vody. Při nedostatku kyslíku jej organismy získávají např. oxidací dusičnanů (Pitter, 1999).

Vliv kyslíku na ryby

Nároky na koncentraci kyslíku se liší podle druhu ryb a podmínek. Náročné jsou ryby lososovité u nich lze pozorovat příznaky dušení při poklesu pod 3 mg/l. Méně náročné jsou ryby kaprovité, u kterých může vyvolat dušení koncentrace pod 1,5 mg/l. Potřeba kyslíku je u ryb závislá na teplotě (klesá spolu s klesající teplotou), na hodnotě pH, hmotnosti ryb aj. Nedostatek kyslíku zvyšuje toxicitu působení některých látek na ryby (Pitter, 1999).

Vliv kyslíku na obojživelníky

Larvy obojživelníků jsou schopny přijímat kyslík rozpuštěný ve vodě stejně jako vzdušný kyslík, proto mohou při kyslíkovém deficitu pokrýt svou potřebu vzdušným kyslíkem. Limitující pro pulce se může stát situace, kdy ve vodě není dostatek kyslíku a zároveň je jim znemožněn přístup k hladině. Pro dospělce je důležité množství kyslíku hlavně v období přezimování ve vodě (Svobodová et al., 1987).

Vliv kyslíku na vodní bezobratlé

Organismy z horských úseků řek jsou na obsah kyslíku náročnější než organismy z nížinných úseků. Rovněž jsou náročnější organismy z tekoucích vod než ze stojatých. Náročnost na vysoký obsah kyslíku většinou souvisí i s požadavkem nižší teploty. Koncentrace kyslíku nižší než 4 mg/l je v povrchových vodách již pro vodní bezobratlé nežádoucí (výjimku tvoří např. organismy žijící v sedimentech) (Svobodová et al., 1987).

V Tab.1 jsou uvedeny výsledky měření vybraných ukazatelů jakosti vody na vybraných lokalitách. Měření 16. 10. a 23. 11. provedli studenti při zkoušení aktivity „Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě“. Některé hodnoty jsou zařazeny do třídy jakosti povrchových vod.

Tab.1.: Hodnoty vybraných ukazatelů jakosti vod na jednotlivých lokalitách

Lokalita	pH [-]	PO_4 [mg/l]	NH_4^+ [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	Teplota [°C]	datum
Častava	7,25	1,5	>MD*	0,1	<MD**	12	23. 2. 2009
Častava	7,5	0,75	2	>MD	50	13	9. 3. 2009
Častava	7	0,75	1	>MD	50	15	23. 3. 2009
Častava	7,5	2	>MD	>MD	10	9	16. 10. 2009
Častava	7,5	1,5	5	0,5	100	7	23. 11. 2009
dešť. kanalizace	7,25	<MD	>MD	>MD	<MD	11	23. 2. 2009
dešť. kanalizace	7,25	<MD	0,4	0,3	100	10	9. 3. 2009
dešť. kanalizace	7	0,25	0,2	>MD	<MD	11	23. 3. 2009
dešť. kanalizace	7,5	0,25	1	0,15	<MD	10	16. 10. 2009
dešť. kanalizace	7,5	0,75	0,2	0,2	10	13	23. 11. 2009
Mlýnský potok	7,5	<MD	1	0,15	<MD	10	23. 2. 2009
Mlýnský potok	7,5	<MD	0,2	0,075	<MD	9	9. 3. 2009
Mlýnský potok	7,5	<MD	0,2	0,075	<MD	10	23. 3. 2009
Mlýnský potok	7,5	0,25	0,2	0,075	10	9	16. 10. 2009
Mlýnský potok	7,5	<MD	0,2	0,15	150	9	23. 11. 2009
rybník Rozvišť	4,5	<MD	0,2	0,05	<MD	13	9. 3. 2009
rybník Rozvišť	8	<MD	<MD	0,05	<MD	14	23. 3. 2009
rybník Rozvišť	8,5	0,25	<MD	0,05	<MD	14	9. 4. 2009
rybník Rozvišť	8	0,1	<MD	<MD	<MD	12	16. 10. 2009
rybník Rozvišť	>MD	<MD	0,2	0,075	<MD	10	23. 11. 2009
tůň	8	<MD	0,2	<MD	<MD	14	9. 3. 2009
tůň	8	<MD	0,2	0,1	<MD	16	23. 3. 2009
tůň	8	<MD	<MD	0,025	<MD	16	9. 4. 2009
tůň	8	0,25	0,2	<MD	<MD	13	16. 10. 2009
tůň	8,5	1	<MD	<MD	<MD	10	23. 11. 2009

pozn. ***** >MD - větší než mez detekce dané metody, ******<MD - menší než mez detekce dané metody. Skutečné meze detekce daných metod jsou uvedeny v následujícím textu.

Legenda:

Třídy jakosti vody	I.	II.	III.	IV.	V.

Pomocí laboratorní sady Aquamerck je možné měřit hodnoty v níže uvedeném rozmezí. Nižší hodnoty nelze touto metodou zachytit. U vyšších hodnot je možné ředění odebraného vzorku, které je nutno provést před přidáním chemikálií pro analýzu. Celá analýza je pak časově náročnější.

Skutečné meze detekce daných metod v mg/l:

	dolní mez detekce	horní mez detekce
PO_4	0,25	3
NO_2^-	0,025	0,5
NO_3^-	10	150
NH_4^+	0,2	5
pH	4,5	9

Pro účel aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě mohou být výsledky měření porovnány s normou ČSN 75 7221 (viz. tab. 3) a následně zařazeny do tříd jakosti povrchových vod. Tato norma vymezuje pět tříd jakosti vody s použitím soustavy mezních hodnot uvedených v Tab. 3. Pro porovnání je nutné naměřené hodnoty přepočítat podle převodních vztahů uvedených na str. 34. Toto srovnání však není směrodatné, protože norma udává minimální počet odebraných vzorků za rok 11, kdy se výsledná třída jakosti stanoví jako průměr tří nejnepříznivějších hodnot ukazatele jakosti vod.

Naměřené hodnoty, které se pohybovaly v mezích detekce, jsem zařadila do tříd jakosti a podle toho i barevně odlišila v tabulce. (Pouze u ukazatele NO_2^- jsem zařadila i hodnoty nad mezí detekce, a to proto, že v tomto případě patří do V. třídy i nejvyšší možná detekovaná hodnota a u ukazatele NH_4 jsem zařadila hodnoty pod mezí detekce, protože v tomto případě zase patří první možná detekovaná hodnota do I. třídy). Následně jsem orientačně určila výslednou třídu jakosti povrchových vod. Toky Častava a dešťová kanalizace patří do V. třídy a to díky ukazatelům NO_2^- a NO_3^-. U toku Mlýnský potok se vyskytla jedna hodnota patřící do V. třídy jakosti a to u ukazatele NO_3^-. V tomto případě bych se ale spíše řídila ostatními hodnotami, jelikož se mohlo jednat o výjimečný stav, případně chybu měření (toto měření prováděli studenti), a proto bych tento tok zařadila do IV. třídy jakosti a to z hlediska ukazatele NO_2^-. Na lokalitě rybník Rozvišť se vyskytla jedna hodnota patřící do V. třídy a to u pH, dvě hodnoty patřící do

IV. třídy (pH, NO_2^-) a tři hodnoty patřící do III. třídy (NO_2^-). Tuto lokalitu bych zařadila spíše do III. třídy a to z důvodu toho, že hodnota pH patřící do V. třídy se vyskytla v době tání sněhu a byla tím ovlivněná a dvě hodnoty (pH, NO_2^-) patřící do IV. jsou prvními hodnotami patřící do této třídy. Mohla bych také vypočítat průměrnou hodnotu ze dvou nejméně příznivých hodnot pH (4,5 – V. tř. a 8,5 – IV. tř.). Vyšla by hodnota 6,5, která je řazena do I. – III. třídy (v tomto případě spíše III). Určení koncentrace měřené látky pomocí barevné stupnice při vlastních analýzách je hodně závislé na zraku pozorovatele. Někdy se stává, že dva různí lidé mohou přiřadit stejnému vzorku rozdílné hodnoty (např. když je vzorek někde mezi dvěma jasnými hodnotami a každý z pozorovatelů ho posoudí jinak). Lokalitu tůň řadí dvě hodnoty (pH, NO_2^-) do IV. třídy a jedna hodnota (NO_2^-) do III. třídy. Také u této lokality bych se spíše přikláněla k celkovému zařazení do III. třídy z důvodu malého rozdílu naměřených hodnot IV. třídy od mezních hodnot ve III. třídě. Samozřejmě pro přesnější zařazení by bylo vhodné i další výsledky měření zaznamenávat a získat tak delší časovou řadu.

Při měření ukazatele pH se většina hodnot pohybovala v oblasti slabě zásadité. Výjimka nastala dne 9. 3. na lokalitě Rybník Rozvišť, kdy byla naměřena hodnota pH 4,5. Tato odchylka mohla být pravděpodobně způsobena vlivem tání sněhu v předchozích dvou dnech, kdy se do vody dostávají kyselé produkty emisí ze sněhové pokrývky. Druhá výjimka pak nastala 23. 11. na stejné lokalitě, kdy byla naměřena nad mezí detekce. Vzhledem k tomu, že toto měření prováděli studenti, se nejspíše jedná o chybu měření. Vzorky vody odebrané na lokalitách stojatých vod vykazují o 0,5 – 1,25 vyšší pH než vzorky tekoucích vod. To by mohlo být ovlivněné chemickým složením podloží a sedimentu, makrofyty, obsahem rozpuštěných plynů, atd. Hekera (2010, ústní sdělení). Pitter (1999)udává u čistých povrchových vod hodnotu pH v rozmezí 4,5 – 9,5, čehož bylo dosaženo na všech lokalitách.

Hodnota parametru PO_4 nemohla být jako jediná porovnána s hodnotami uvedenými v ČSN, jelikož norma hodnotí parametr „celkový fosfor“. Danou metodou byl zjišťován pouze fosfor rozpuštěný. Ve dvanácti případech z dvaceti pěti provedených měření se hodnoty rozpuštěného fosforu pohybovaly pod mezí detekce dané metody. Pitter (1999) udává, že ve znečištěných vodách se hodnoty fosforu pohybují v desetinách, výjimečně i jednotkách mg/l fosforu. Všechny hodnoty ukazatele PO_4 pohybující se v mezích detekce se po přepočítání na celkový fosfor pohybovaly v rozmezí 0,0815 – 0,652 mg /l P- PO_4^{3-}, což by znamenalo podle dolní mezní hodnoty vody významněji

neznečištěné, podle horní mezní hodnoty pak vody znečištěné. Ovšem musíme vzít v úvahu, že nebyl zjišťován nerozpuštěný fosfor, který může tyto hodnoty navýšit.

Nejvyšší hodnoty amoniaku byly naměřeny na lokalitách Častava a dešťová kanalizace, kde tyto hodnoty přesáhly mez detekce dané metody. Amoniak vzniká redukcí dusičnanů při malém množství rozpuštěného kyslíku a při mikrobiálním rozkladu organických látek (Pitter, 1999), takže tyto hodnoty mohly být závislé na množství organických látek a na množství kyslíku (ten však nebyl měřený) v daném čase ve vodě. Lokalita Častava se tímto ukazatelem ve 4 z 5 případů zařadila do IV. - V. třídy jakosti povrchových vod. U této lokality může být patrný i vliv dusíkatých hnojiv, jelikož voda protéká přes zemědělskou půdu. U lokality dešťová kanalizace, do které jsou svedeny odpadní vody z vesnice Horka nad Moravou (splachy ze střech), by mohly být vysoké hodnoty amoniaku způsobené antropogenním znečištěním z této vesnice. U ostatních lokalit se tento ukazatel pohyboval v malých koncentracích.

Koncentrace dusitanů bývá obvykle velmi nízká z důvodu jejich nestálosti ve vodním prostředí. V anaerobních podmínkách však mohou vznikat redukcí dusičnanů (Heteša et Kočková, 1997). Dusitany působí již v malých koncentracích toxicky na organismy ve vodách, proto již poměrně nízké hodnoty dusitanů nám zařadí sledovanou vodu do vyšší třídy jakosti. U lokalit Častava a dešťová kanalizace se naměřené hodnoty pohybovaly od hodnoty 0,1 mg/l výše, některé pak přesáhly mez detekce dané metody, která je 0,5 mg/l. Díky tomuto ukazateli se lokality Častava a dešťová kanalizace řadí do V. třídy jakosti vod. Lokalita Mlýnský potok se pak řadí do IV. třídy jakosti, jelikož hodnoty dusitanů na této lokalitě nepřesáhly 0,15 mg/l. Na lokalitě rybník Rozvišť hodnoty dusitanů nepřesáhly mez 0,075 mg/l, která už patří do IV. třídy jakosti, většinou se však pohybovaly v nižších hodnotách a voda na této lokalitě proto patří do III. a nižší třídy jakosti povrchových vod.

V 17 případech z 25 se koncentrace dusičnanů pohybovala pod mezí detekce dané metody. To může ukazovat na jinou formu výskytu dusíkatých sloučenin ve sledovaných vodách než jsou dusičnany (např. ve formě dusitanů či amoniaku). Pouze tři z naměřených hodnot přesáhly mezní hodnotu pro povrchové toky, kterou je 50 mg/l (Pitter, 1999) a to u toků Častava (23. 11. 2008), Mlýnský potok (23. 11. 2008) a dešťová kanalizace (9. 3. 2009). Ve zmiňovaných dnech byly naměřeny i vyšší hodnoty dusitanů, proto se dá usuzovat, že byla v těchto dnech vyšší celková koncentrace dusíkatých sloučenin ve sledovaných vodách.

Naměřené teploty mají spíše doplňující charakter. Na vybraných lokalitách nedochází k významnějším a zajímavým odchylkám.

Následující tabulky a charakteristiky se týkají jakosti povrchových vod a jejího rozdělení do tříd. Tyto informace jsou zde uvedené jako základ k dané problematice.

Tab. 2.: Třídy jakosti povrchových vod

I.	velmi čistá voda
II.	čistá voda
III.	znečištěná voda
IV.	silně znečištěná voda
V.	velmi silně znečištěná voda

Laciná (2008)

Tab. 3.: Klasifikace jakosti vod
(podle Norma ČSN 75 7221)

		třída				
ukazatel	**jednotka**	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**
pH		6,0 – 8,5			5,5 – 6,0 8,5 – 9,0	< 5,5 > 9,0
teplota vody	°C	< 22	< 23	< 24	< 26	> 26
$N\text{-}NH_4^+$	mg/l	< 0,3	< 0,5	< 1,5	< 5,0	> 5,0
$N\text{-}NO_2^-$		< 0,002	< 0,005	< 0,02	< 0,05	> 0,05
$N\text{-}NO_3^-$		< 1,0	< 3,4	< 7,0	< 11,0	> 11,0

Laciná (2008)

Příklady užití vody jednotlivých tříd podle ČSN 75 7221 "Klasifikace jakosti povrchových vod":

I. třída Voda je obvykle vhodná pro všechna užití, zejména pro:
- vodárenské účely
- potravinářský a jiný průmysl, požadující jakost pitné vody
- koupaliště
- chov lososovitých ryb

Voda má velkou krajinotvornou hodnotu

II. třída Voda je obvykle vhodná pro většinu užití,zejména pro:
- vodárenské účely
- vodní sporty
- chov ryb
- zásobování průmyslu vodou

Voda má krajinotvornou hodnotu

III. třída Voda je obvykle vhodná jen pro zásobování průmyslu vodou. Pro vodárenské využití je podmínečně použitelná jen v případě, že není k dispozici zdroj lepší jakosti, a to za předpokladu použití vícestupňové technologie úpravy.

Voda má malou krajinotvornou hodnotu.

IV. třída Voda je obvykle vhodná jen pro omezené účely.

V. třída Voda se obvykle nehodí pro žádný účel.

Laciná (2008)

Hodnoty, které je možné naměřit pomocí laboratorní sady Aquamerck (tzn. meze detekce daných metod), byly nejdříve přepočítány podle níže uvedených převodních vztahů a následně byla u každé hodnoty stanovena třída jakosti povrchových vod. Hodnoty pH od 6,5 do 8 patří do tříd jakosti I. - III. Množství fosforu není ukazatelem jakosti povrchových vod.

Převodní vztahy pro přepočet:

fosforečnanu na fosforečnanový fosfor	1 mg/l PO_4^{3-}	=	0,326 mg/l P- PO_4^{3-}
amoniaku na amoniakální dusík	1 mg/l NH_4^+	=	0,777 mg/l N- NH_4^+
dusitanu na dusitanový dusík	1 mg/l NO_2^-	=	0,304 mg/l N- NO_2^-
dusičnanů na dusičnanový dusík	1 mg/l NO_3^-	=	0,226 mg/l N- NO_3^-

Laciná (2008)

Tab. 4.: Rozsah hodnot měřitelných pomocí laboratorní sady Aquamerck s určenou třídou jakosti povrchových vod

zkoumaný parametr:	rozsah měřených hodnot									
PO_4^3- [mg/l]	0	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3		
NO_2 [mg/l]	0	0,025	0,05	0,075	0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	
NO_3 [mg/l]	0	10	25	50	75	100	125	150		
NH_4^+ [mg/l]	0	0,2	0,4	0,6	1	2	3	5		
pH [-]	4.5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9

(tabulka je sestavena z informací uvedených na internetové adrese: www.merck-chemicals.com/compact-laboratory-for-water-testing/MDA_CHEM-111151/p_Rbeb.s1L1bQAAAEWmuIfVhTl?attachments=PI)

Legenda:

Třídy jakosti vody	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**	**V.**

4.5 Znečištění vody podle živočišných indikátorů

Při posuzování čistoty vody je jejím důležitým ukazatelem tzv. saprobita, která vyjadřuje množství organických látek ve vodním prostředí a stupeň jejich rozkladu. Zjištění saprobity se provádí pomocí biologických indikátorů. Každý vodní organismus má určité nároky na své životní prostředí a tedy i na čistotu vody. Podle zastoupení druhů, které ve sledovaném místě či úseku žijí můžeme proto usuzovat na čistotu vody. Určování čistoty vody pomocí nalezených organismů nás informuje o dlouhodobém stavu vodního prostředí, kdežto chemické a fyzikální metody postihují pouze momentální stav, který se výrazně liší např. v období sucha a po dešti (Štěrba, 1986).

Současná klasifikace systému saprobit se dělí podle Sládečka a Sládečkové (1995) na Katarobitu (K), Limnosaprobitu (L), Eusaprobitu (E), Transaprobitu (T). Vody v okolí centra Sluňákov, které slouží při výuce k odchytu organismů, patří do kategorie Limnosaprobita. Tuto kategorii charakterizuje Sládeček a Sládečková (1995) jako: v různé míře znečištěné vody podzemní a povrchové, dále vody užitkové a provozní. Znečištění v těchto vodách může být slabé, střední až silné a podle toho rozeznáváme pět saprobních stupňů. V každém saprobním stupni nacházíme několik charakteristických životních společenstev, které se vzájemně liší a je proto možné jejich využití pro klasifikaci.

V následujícím textu se detailněji zabývám popisem jednotlivých saprobních stupňů Limnosaprobit a zaměřuji se živočišné indikátory, pomocí kterých můžeme sledovanou vodu do některého ze saprobních stupňů zařadit.

Nejčistší vody v pramenech a pramenných stružkách patří do stupně **Xenosaprobita**. Je zde jen nepatrné množství hnilobných látek, proto jsou rozkladné procesy zanedbatelné. Kyslíku je zde dostatek a druhová diverzita je poměrně nízká. Typickými indikátory jsou: ploštěnky (ploštěnka horská - *Crenobia alpina*), plži (praménka rakouská - *Bythinella austriaca*), jepice (larva jepice horské - *Ameletus inopinatus*), pošvatky (larva *Diura bicaudata*) a chrostíci. Ze zástupců ryb se vyskytují vranka (*Cottus*) a pstruh (*Salmo*) (Sládeček et Sládečková, 1995). Lelák a Kubíček (1992) doplňují druhy charakteristické pro Xenosaprobitu o plže *Sadlerianna pannonica* a zástupce chrostíků *Plectrocnemia conspersa.*

Vody pod pramennou stružkou, tedy vody pstruhového a lipanového pásma řek, patří do oddělení **Oligosaprobita**. Tyto vody mají jen nepatrné organické zatížení, do-

statek kyslíku a vyšší druhovou diverzitu. Jako bioindikátory slouží: ploštěnky (ploštěnka potoční - *Dugesia gonocephala*), plži (kamomil říční - *Ancylus fluviatilis*), korýši (blešivec potoční - *Gammarus fossarum*), jepice (jepice bystřinná - *Rhitrogena semicolorata*), pošvatky (pošvatka rybářice - *Perla marginata*, pošvatka hlavatá - *Dinocras cephalotes*), chrostíci (*Rhyacophila vulgaris*) (Sládeček et Sládečková, 1995). Podle Kubíčka a Zelinky (1982) sem dále patří druhy chrostíků *Micrasema minimum, Glossosoma boloni* a z ryb pstruh obecný (*Salmo trutta*).

Stupěň saprobity **Beta-mezosaprobita** je dán přirozeným zatížením organickými látkami středních a dolních toků nebo menším sekundárním znečištěním dolní části lipanového pásma toků. Toto prostředí je dostatečně eutrofní, a proto poskytuje podmínky pro mnoho organismů. Kyslíku je zde dostatek a druhová diverzita je vysoká (Sládeček et Sládečková, 1995). Lelák a Kubíček (1992) doplňují, že samočištění v tomto stupni probíhá hlavně na úrovni oxidačních pochodů.

Mezi typické indikátory patří: ploštěnky (ploštěnka mléčná - *Dendrocoelum lacteum*), začínají pijavice (hltanovka - *Erpobdella sp. div*.) dále pak korýši (blešivec hřebenatý -*Gammarus roeselii*), mlži (velevrub - *Unio sp. div.*, hrachovka - *Pisidium sp. div.*), jepice (jepice sporožilná - *Oligoneuriella rhenana*, *Heptagenia lateralis*), chrostíci (chrostík proudový - *Hydropsyche angustipennis*, *Anabolia nervosa*) a většina našich ryb (Sládeček et Sládečková, 1995). Kubíček a Zelinka (1982) pak ještě doplňují organismy o jepice (jepice žlutá - *Potamanthus luteus*, *Heptagenia flava*). U stojatých vod se vytváří podle těchto autorů vegetační zabarvení.

Alfa-mezosaprobita jako stupeň rozkladu může nastat ve všech úsecích toku při středně silním znečištění. Kyslíku zde bývá poměrně málo a začíná docházet k přeměně společenstva, kdy řada původních druhů mizí a zůstávají či nastupují ty, které jsou odolnější. Charakteristické jsou: pijavice (hltanovka bahenní - *Erpobdella octoculata*) (Sládeček et Sládečková, 1995). Podle Kubíčka a Zelinky (1982) je v tomto stupni přirozený charakter vodního společenstva vždy zřetelně změněný. Dochází k silnému rozmnožení některých druhů organismů jako např. pijavky rodu *Herpobdella* nebo korýše berušky vodní (*Asselus aquaticus*), hojné jsou larvy pakomárů. Z ryb vydrží jen některé druhy odolné k nedostatku kyslíku. Samočistícími procesy dochází k výraznému zlepšení kvality vody v tomto stupni. Podle Leláka a Kubíčka (1992) se dále v tomto stupni vyskytuje pakomár kouřový (*Chironomus sk. plumosus*).

Poslední stupeň nazvaný **Polysaprobita** je charakteristický až úplnými deficity kyslíku, proto zde nežijí ryby. Můžeme zde nalézt kolonie nitěnek a červené larvy pa-

komárů např. pakomára kouřového (*Chironomus sk. plumosus*) nebo pakomára *Chironomus sk. thummi.* V klidnější vodě nalezneme krásnoočka, zvláště krásnoočko zelené (*Euglena viridis*) (Sládeček et Sládečková, 1995). Lelák a Kubíček (1992) tento stupeň dále doplňují o prvoky bobovku (*Colpidium*), ledvinovku (*Colpoda*) a vířenku (*Vorticella*).

Následující druhy vodních bezobratlých jsou běžně lovené v rybníku Rozvišť, v tuních areálu biocentra Sluňákov případně ve vodním toku Častava a studenti by se s nimi mohli setkat při poznávání vodních živočichů v aktivitě „Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě“. Pro možnost bližšího seznámení studentů s živočichy uvádím základní informace o živočiších.

chrostíci (**Kmen:** *členovci,* **Třída:** *hmyz*)
- dospělci žijí v blízkosti čistých vod a mají vysoké nároky na obsah kyslíku, slouží jako bioindikátory; vajíčka kladou do vody nebo její těsné blízkosti; larvy jsou vodní a staví si schránky z materiálu charakteristickým pro daný druh (např. kamínky, jehličí, písek, schránky jiných živočichů,…) (Hartman, Přikryl, Štědrovský, 2005).

okružák ploský (***Planorbarius corneus*; Kmen:** *měkkýši***, Třída:** *plži*)
- má pevnou terčovitou ulitu s mírně prohnutou spodní stranou barvy rudohnědé až olivově hnědé, zespodu bělavé; živí se rostlinnou potravou; (http://akvapedie.cz/okružák-plosky-(eurosibirsky)_planorbarius-corneus/). Žije ve stojatých zarostlých vodách; je hermafrodit; dýchá vodními plícemi (http://sumpersky.rej.cz/clanky/okruzak-plosky/).

plovatka bahenní (***Lymnaea stagnalis*; Kmen:** *měkkýši***, Třída:** *plži*)
- má vejčitou pravotočivou ulitu s ostrým vrcholem světle hnědé barvy; vyskytuje se v zarostlých stojatých vodách; najdeme ji i ve znečištěných vodách; dýchá vodními plícemi; živí se rostlinnou potravou; je hermafrodit (http://www.naturabohemica.cz).

bruslařka obecná (***Gerris lacustris*; Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)
- klouže po hladině po dvou zadních párech nohou, přední pár slouží k uchvacování kořisti (Hartman, Přikryl, Štědrovský, 2005). Tělo má štíhlé a protáhlé; loví menší hmyz; žije na hladině pomalu tekoucích vod, případně kaluží (http://cs.wikipedia.org/wiki/Bruslařka_obecná).

vodoměrka štíhlá (***Hydrometra stagnorum*; Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- má štíhlé, protáhlé, černohnědě zbarvené tělo; dlouhou dopředu protaženou hlavu (http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodoměrka_štíhlá). Vyskytuje se na vodní hladině v blízkosti břehu nebo na mokrém břehu; pohybuje se kráčivě po všech třech párech nohou (Hartman, Přikryl, Štědrovský, 2005).

splešťule blátivá (***Nepa cinerea*; Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- má ploché, podélně oválné tělo; hlava je vnořena do štítu; první pár končetin je přizpůsobený k lovu, další dva páry jsou kráčivé; dospělci mají asi 8 mm dlouhé dýchací trubičky na konci zadečku, které slouží k dýchání vzdušného kyslíku bez vynoření se nad vodní hladinu; žije na dně stojatých nebo pomalu tekoucích vod (http://cs.wikipedia.org/wiki/Splešťule_blátivá).

znakoplavka obecná (***Notonecta glauca*; Kmen:***,* *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- dobře plave hřbetem dolů pomocí dlouhých veslovitých zadních nohou; její tělo je kryto tenkým filmem vzduchu, proto se ve vodě stříbřitě leskne; loví menší druhy vodního hmyzu (Hartman, Přikryl, Štědrovský, 2005).

potápník vroubený (***Ditiscus marginálie*; Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- dospělci mají hladké, zploštělé tělo, které je nesmáčivé z důvodu pokrytí jemným olejovým filmem; pod krovkami mají zásobu vzduchu; pohybují se pomocí třetího páru nohou, který je veslovitý; první a druhý pár nohou slouží k uchopení kořisti. Živý se vodním hmyzem i larvami ryb a obojživelníků. Larvy jsou dravé; jsou zavěšeny koncem těla na vodní hladinu; do kořisti vpouštějí žaludeční šťávy a po rozkladu pak vysávají obsah (Hartman, Přikryl, Štědrovský, 2005).

vážky (**Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- dravý vodní hmyz; vyvíjí se proměnou nedokonalou tzn. vývoj nezahrnuje stádium kukly; z vajíčka se vylíhne larva, která několikrát svléká, při čemž odvrhuje pokožku s dýchacím a zažívacím traktem; larva je dravá a žije ve vodě (http://cs.wikipedia.org/wiki/Vážky).

larva komára pisklavého (***Culex pipiens*; Kmen:** *členovci***, Třída:** *hmyz*)

- živí se vodním organickým detritem nebo planktonem; dospělé samice se živí sáním krve, samci sají nektar z květů (http://cs.wikipedia.org/wiki/Komár_pisklavý#.C5.B Divotn.C3.AD_cyklus).

blešivec obecný (***Gammarus pulex*; Kmen:** *členovci* **Třída:** *korýši*)

- má obloukovitě zahnuté tělo; dýchá žábrami; žije v tekoucích vodách na spodní straně kamenů či mezi rostlinami; je schopen se aktivně pohybovat poskoky po boku; je indikátorem čisté vody (http://chaos.pedf.cuni.cz/aqua/skoly/melnik/blesivec.htm).

5 METODIKA VÝUKOVÉHO PROGRAMU

Následující výuková aktivita je navržena pro Centrum ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov. Výuka bude realizovaná v areálu střediska (lokality rybník Rozvišť, tůň, dešťová kanalizace), v jeho blízkém okolí (lokality vodní tok Častava, Mlýnský potok) a přímo v budově centra Sluňákov. V přípravné části jsem prováděla měření na vybraných lokalitách za účelem zjistit, jakých hodnot vybrané ukazatele jakosti povrchových vod dosahují. Rovněž jsem chtěla vyzkoušet práci s kompaktní laboratoří Aquamerck, abych následně mohla navrhnout, jakým způsobem by mohla být používána při výuce. Před zahájením vlastního měření jsem pro účely této práce byla proškolena k práci s touto pomůckou.

Název: MALÁ VÝPRAVA DO TAJŮ CHEMIE A ŽIVOTA VE VODĚ

Cílová skupina: 8. a 9. třídy ZŠ, SŠ

Návaznost na vzdělávací oblasti a průřezová témata:

Člověk a příroda: Chemie, Přírodopis, Biologie

Environmentální výchova: Základní podmínky života, Lidské aktivity a problémy životního prostředí

Klíčové kompetence:

Kompetence k učení: žák samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti.

Kompetence k řešení problémů: žák vyhledá informace vhodné k řešení problému, volí vhodné způsoby řešení problému.

Kompetence občanská: žák chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, u žáka se utváří ohleduplný vztah k přírodě.

Vzdělávací a výchovné cíle:

Cíle ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda: žák zkoumá přírodní fakta a jejich souvislosti s využitím pozorování a experimentu, žák porozumí souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem životního prostředí.

Cíle v průřezovém tématu Environmentální výchova: žák rozvíjí porozumění důsledkům lidských činností na prostředí, žák se učí komunikovat o problémech životního prostředí a obhajovat své názory, žák je vedený k ochraně životního prostředí.

Začlenění: Jako součást pobytového programu Sedm bran do Litovelského Pomoraví, nebo jako samostatná aktivita

Pojmy: Znečištění povrchové vody, dusík, fosfor, pH, vodní bezobratlí

Převažující metody práce: Chemické experimenty a pozorování

Pomůcky:

Stanoviště 1. - pomůcky k analýze amoniaku (NH_4)

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, teploměr, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly NH_4-1, NH_4-2, NH_4-3, porovnávací stupnice NH_4, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi), destilovaná voda.

Stanoviště 2. - pomůcky k analýze fosforečnanů (PO_4) a pH

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 sklenic pro filtrát, 5 nálevek , 5 filtračních papírů, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly PO_4-1, PO_4-2, pH-1, 2 porovnávací stupnice, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi).

Stanoviště 3. - pomůcky k analýze dusitanů (NO_2) a dusičnanů (NO_3)

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly NO_2-1, NO_2-2, NO_3-1, porovnávací stupnice NO_2 a NO_3, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi).

Lovení a určování vodních organismů:

Síťky, nádoby na přenos organismů, misky, pinzety, lupy, určovací klíče, ubrusy na stoly.

Prostorové požadavky: učebna, areál biocentra Sluňákov

Doba trvání: 120 - 150 min

Motivace: Z celkového množství sladké vody ~35 000 000 km^3 může člověk používat pouze asi 200 000 km^3 (= 0,6% sladké vody). Dva z každých pěti obyvatel naší planety se potýkají s nedostatkem pitné vody. V současnosti lidstvo (~ 6 miliard lidí) používá 54 % zdrojů sladké vody, při současném populačním přírůstku by mohlo v roce 2025 využívat až 90 % zdrojů. Nedostatek vody v budoucnu hrozí 2/3 lidské populace. Každé další znečišťování vody nás připravuje o zásobu pro nás použitelné vody. Představte si, že v budoucnosti (a ne moc vzdálené) hrozí války ne kvůli náboženství nebo nerostnému bohatství ale **o vodu**. Snižování znečištění vody a ochrana pitné vody je pro lidstvo životně důležitým úkolem.

Popis:

1. ODBĚR VZORKŮ

Lektor si dopředu přichystá prezentaci, pomůcky pro chemické analýzy rozdělené na jednotlivá stanoviště a potřeby pro pozorování živočichů. Při kratší verzi programu půjde sám předem nalovit živočichy.

Před vlastním zahájením aktivity se studenti vydají společně odebrat vzorky vody z 5 určených lokalit. Studenti dostanou pět nádob popsaných názvy lokalit, mapky a fotografie lokalit. Je nutné, aby s nimi šel i jeden či více dospělých. (Druhá varianta: při nedostatku času rozdělit studenty do 5 skupin a každou skupinu poslat na jednu lokalitu. Je nutné zajistit nejméně dva dospělé, jeden půjde se skupinami odebírající vodu z lokalit Mlýnský náhon a Častava, druhý půjde se skupinami k tůni a rybníku Rozvišť. K dešťové kanalizaci je možné poslat studenty samostatně). Před odchodem je nutné studentům vysvětlit jakým způsobem vodu odebrat (bez nečistot tj. bahno, listy,…) a kolik je jí pro analýzy potřeba (cca ½ objemu připravené sklenice z každé lokality). Přinesenou vodu je lepší nechat venku ve stínu, než v místnosti (neměla by se příliš ohřát, protože se mohou změnit koncentrace stanovovaných látek) a analýzy se musí provést co nejdříve po odběru (půlhodinová pauza, ve které bude probíhat prezentace, nevadí). Specifikaci lokalit je možné buď provést přímo při odběru na jednotlivých lokalitách, pokud je přítomna celá skupina studentů, nebo později při prezentaci.
čas: cca 10 – 30 minut

2. PREZENTACE

Po odebrání vzorků a návratu s nimi do budovy, jdou studenti do připravené učebny. Lektor jim vysvětlí, s pomocí počítačové prezentace, co je to znečištění vody, které chemické látky či ionty mohou znečištění způsobovat a jakou roli ve znečišťování má člověk. Konkrétně se prezentace zabývá sloučeninami fosforu, dusíku a hodnotou pH vody. Jsou v ní k vidění i odběrové lokality zakreslené na mapce a jejich fotografie (vhodné hlavně v případě, že by studenti byli při odběru rozdělení do skupin a tudíž by neviděli všechny lokality na vlastní oči). Je vhodné vyzvat studenty, aby se ptali nejlépe přímo v průběhu prezentace na to, čemu nerozumí, případně ponechat čas na dotazy po skončení prezentace.
čas: cca 30 minut

3. CHEMICKÉ ANALÝZY

Po prezentaci následují vlastní analýzy. Studenti se rozdělí stejnoměrně do tří skupin (určeno podle počtu stanovišť). Na každém stanovišti pak samostatně provádějí jednu nebo dvě analýzy vzorků ze všech 5 lokalit. Před začátkem analýz vyzveme studenty, aby si přečetli návody a ptali se na to, čemu nerozumí. Lektor či učitelé jim mohou pomoci v případě nepochopení některých vysvětlovaných věcí v návodu a objasnit

je. Seznam pomůcek na každé stanoviště je přesně rozepsaný. Studenti budou potřebovat měřit čas, proto je požádáme, aby si zajistili stopky (na mobilu) nebo hodinky. Stačí jeden student měřící čas na jedno stanoviště. V tomto případě je nutné, aby všechny analýzy začaly probíhat ve stejný čas. Je však možné, že se studenti budou chtít rozdělit jinak (více měřičů, kdy není nutné začít dělat všechny analýzy ve stejný čas). Varianta s více měřiči času na jednom stanovišti, kdy každý má na starosti několik studentů provádějících analýzy, je vhodnější, záleží však na počtu studentů na stanovišti. Voda používaná při analýzách se vylévá do společných nádob. Voda, která sloužila pouze jako čistý srovnávací vzorek se vylévá do společné nádoby označené „čistý vzorek“. Tato nádoba je na každém stanovišti a po skončení aktivity je možné vodu z ní vylít do odpadu. Voda, do které byly přidávány chemikálie či sloužila jako vyplachovací voda vialek s chemikáliemi, se musí vylévat zvlášť buď do jedné společné nádoby pro všechny stanoviště, či do nádoby na každém stanovišti označené nápisem „odpad“. Po skončení analýz požádáme studenty o vypláchnutí používaného nádobí (vialky, stříkačky, nálevky, sklenice s „čistým vzorkem“, sklenice se vzorky z lokalit). Bezpečnost práce s chemikáliemi a zásady první pomoci jsou uvedené v bezpečnostních listech každé chemikálie. (Významy symbolů nebezpečnosti na nádobkách s chemikáliemi jsou vysvětlené v příloze této práce).

čas: cca 30 minut

4. VYHODNOCENÍ

Výsledky analýz studenti zaznamenávají do připravených tabulek, které lektor přepíše do tabulek a grafů v počítači a ve vyhodnocovací části promítne a vysvětlí.

čas: cca 10 – 15 minut

5. VODNÍ ORGANISMY

Po chemické části následuje část biologická. Je možné podle času tuto část odučit v několika variantách:

1) <u>nedostatek času:</u>

- lektor si předem naloví živočichy a zařadí prezentaci o vodních organismech
- lektor si předem naloví živočichy, prezentaci o vodních organismech vynechá a informace řekne studentům přímo při pozorování organismů

2) <u>dostatek času:</u>

- studenti půjdou s lektorem k vodě lovit vodní organismy (lovení je možné zařadit před i po prezentaci o vodních organismech)
- po lovení se studenty lektor vynechá prezentaci o vodních organismech a informace řekne studentům přímo při pozorování organismů
- po lovení se studenty lektor zařadí prezentaci o vodních organismech

čas: cca 20 - 40 minut

Záleží také na počasí!!!

Pro kontrolu, zda studenti pochopili problematiku chemismu vody, můžeme každé skupině (podle rozdělení při analýzách) položit jednu či více otázek týkající se chemických parametrů, které studenti měřili na svém stanovišti. Skupina by pak měla za úkol se společně zamyslet nad odpovědí na položenou otázku a v určeném čase vysvětlit jednoduše odpověď ostatním studentům. Toto vysvětlení by se hodilo zařadit před závěrečné vyhodnocení případně po něm.

čas: cca 15 minut

Návrhy otázek pro studenty:

stanoviště pH + PO_4

Otázka: Pokuste se vysvětlit, proč je možné, že se v jarním období po tání sněhu sníží pH povrchové vody?

Správná odpověď: Ve sněhu se přes zimu hromadí kyselé produkty emisí, které se po roztátí sněhu dostávají do povrchové vody a mohou způsobit změnu pH ke kyselejším hodnotám.

Otázka: Fosfor je jednou z živin způsobující eutrofizaci. Pokuste se vysvětlit, jakou úlohu v tomto procesu obohacování vod o živiny mají lidé a jejich činnosti?

Správná odpověď: Lidé vypouštějí do vodního prostředí nadměrné množství živin a tím narušují stabilitu vodního prostředí. Lidské činnosti, ze kterých se do vod nejčastěji dostává fosfor, jsou: zemědělství (hnojiva), vypouštění splaškových nebo průmyslových odpadních vod do povrchových vod, fosfátové prací prášky (v současnosti ustupují bezfosfátovým).

stanoviště NH_4

Otázka: Působí nějak na toxicitu amoniaku teplota a pH vody?

Správná odpověď: Toxicita amoniaku se zvyšuje se stoupající teplotou a vyšším pH vody. (Tato toxicita se také dále zvyšuje s klesajícím obsahem kyslíku ve vodě).

Otázka: Celkový dusík je jednou z živin způsobujících eutrofizaci. Pokuste se vysvětlit proč je tento jev v přírodě nežádoucí?

Správná odpověď: Eutrofizovaná voda ztrácí širší možnost využití člověkem (nedá se pít, koupat se v ní,…). Změní se druhové složení společenstev, protože se v ní rozšíří několik druhů organismů, kterým vyhovuje vyšší množství živin ve vodě a vytlačí konkurenčně slabší druhy. Tím je ochuzena diverzita (druhová bohatost) společenstva. Nadbytek živin způsobí zvýšený rozvoj vodních rostlin, které jsou po svém odumření rozkládány bakteriemi za zvýšeného čerpání kyslíku z vody. Nedostatek kyslíku pak limituje ostatní organismy, např. ryby, které mohou při jeho nedostatku až uhynout. Změní se barva, průhlednost, chemické složení vody,…

stanoviště NO_3 + NO_2

Otázka: Pokuste se vysvětlit, proč jsou dusitany (NO_2) ve vodě spíše v malých koncentracích? Jsou pro vodní organismy toxičtější dusitany (NO_2) nebo dusičnany (NO_3)?

Správná odpověď: Protože jsou pouze přechodný člen v cyklu dusíku a snadno podléhají oxidaci a redukci. Toxičtější jsou dusitany a to již v malých koncentracích. Dusičnany jsou toxické až při vyšších koncentracích.

Otázka: Z jakých zdrojů se dusík dostává do vodního prostředí?

Správná odpověď: Zemědělství, splaškové odpadní vody, atmosférické vody, rozkladem organických látek ve vodách.

Znalosti, které potřebuje mít lektor:

Popis odběrových lokalit

Mlýnský potok – přitéká od města Litovel. Protéká přes Národní přírodní rezervaci Ramena řeky Moravy a CHKO Litovelské Pomoraví, díky čemuž v něm nejsou obsaženy významně vyšší koncentrace znečišťujících látek.

Častava – teče okolo vesnice Horka nad Moravou. Vzniká soutokem 3 melioračních struh. Ústí do Mlýnského náhonu. Protéká přes zemědělskou půdu. Mohou se vyskytnout vyšší koncentrace PO_4 a NH_4.

dešťová kanalizace – teče z vesnice Horka nad Moravou a jsou do ní vypouštěny splaškové odpadní vody z této vesnice (splachy ze střech). Vyskytují se vyšší hodnoty NH_4, NO_2, NO_3

tůň – tůň nejblíže k přístřešku, která nemá žádný přítok ani odtok. Okolí tůně je zatravněné.

rybník Rozvišť – má vlastní náhon a odtok. Probíhá z něj odlov živočichů pro pozorování. Při jarním tání sněhu je možné naměřit výrazně nižší pH z důvodu okyselení vody produkty emisí usazených ve sněhu, které se dostávají přítokem do rybníka.

Dále by se měl lektor orientovat v oblasti chemie vody a znát základní fakta o chemických ukazatelích čistoty vody, které jsou měřeny v popsané aktivitě. Následující text je shrnutím základních informací o těchto ukazatelích. Jako možnost doplňujících informací jsou v závěru uvedeny některé knihy, či internetové stránky, které se touto problematikou zabývají a odkud by mohl lektor čerpat další informace.

Hodnota pH

- vyjadřuje, zda vodný roztok reaguje kysele či zásaditě. Molekula vody H_2O se může rozložit na vodíkové ionty H^+ a na hydroxylové ionty OH^-. Posuzuje se koncentrace vodíkových H^+ iontů ve vodě.
- vyjadřuje se rozsahem hodnot 0 - 14; kyselé pH (nadbytek H^+ iontů) < 7; zásadité pH (nadbytek OH^- iontů) > 7; neutrální pH =7
- úzce souvisí s teplotou a ovlivňuje toxicitu dalších látek (např. amoniaku).

Zjištěním pH vody můžeme posuzovat např. agresivitu vody (tj. schopnost vody rozrušovat beton, kovy a jiný materiál, z kterých jsou vyrobené např. lodě a vodní stavby).

pH srážek: čisté oblasti 5 – 6, znečištěné oblasti 4 – 5, kyselé deště 3 (vznik: CO_2 + H_2O (srážková voda) = H_2CO_3 (kyselina uhličitá). Srážková voda pak rozpouští při styku s geologickým podložím minerály).

- pH čistých povrchových a podzemních vod: 4,5 – 9,5
- Snížení pH je způsobeno kyselými odpadními vodami, kyselými dešti, volnými kyselinami; na jaře při tání sněhu je snížení způsobené kyselými produkty emisí, které se hromadí ve sněhu a při jeho roztátí se dostanou do vody.
- Zvýšení pH způsobuje intenzivní fotosyntéza vodních rostlin, sinic a řas.
- pH vody se mění během roku i v průběhu 24 hodin.

***Vliv na ryby*:** optimální hodnota: 6,5 – 8,5
poškození a úhyn: lososovité ryby při pH nad 9,2 a pod 4,8
kaprovité ryby při pH nad 10,8 a pod 5,0

Ryby se před extrémními hodnotami pH chrání zvýšeným vylučováním hlenu na povrch kůže a na vnitřní stranu skřelí.

Vliv na obojživelníky: nejvíce jsou ovlivněny zárodky a larvy (jsou přímo ve vodě). Hodnota pH 3 je pro zárodky a larvy kritická.

Vliv na bezobratlé: snášejí rozpětí 4 – 10, závislé na druhu

Při měření ukazatele pH se většina hodnot pohybovala v oblasti slabě zásadité a to v rozmezí 4,5 – 9,5. Výjimka nastala dne 9. 3. na lokalitě Rybník Rozvišť, kdy byla naměřena hodnota pH 4,5. Tato odchylka mohla být pravděpodobně způsobena vlivem tání sněhu. Vzorky vody odebrané na lokalitách stojatých vod vykazují o 0,5 – 1,25 vyšší pH než vzorky tekoucích vod. (To by mohlo být způsobené tím, že voda v tekoucích vodách je více ředěná a promíchávaná než ve stojatých?).

Dusík

- s fosforem je důležitý pro rozvoj mikroorganismů, je nezbytný pro biologické procesy ve všech vodách

Zdroje dusíku ve vodách:

- rozkladné procesy organických látek, odpadní vody z průmyslu a splaškové odpadní vody, odpady ze zemědělství, atmosférické vody

Sloučeniny dusíku:

- anorganického původu: dusík amoniakální, ((NH_3 + NH_4)-N), dusitanový (NO_2^-), dusičnanový (NO_3^-)
- organického původu: bílkoviny a jejich rozkladné produkty (peptidy, aminokyseliny), močovina a dusíkaté látky vznikající při rozkladu biomasy

Dusíkaté sloučeniny jsou ve vodách málo stabilní a podléhají biochemickým přeměnám v závislosti na hodnotě pH a oxidačně-redukčním potenciálu.

- **Amoniak:** ve formách NH_4^+ a NH_3, kdy vzájemný poměr závisí na pH a teplotě vody. Amoniak je ukazatel čistoty povrchových vod. Vzniká redukcí dusičnanů nebo při mikrobiálním rozkladu organických látek. V anaerobních podmínkách se nemění**,** v aerobních podléhá nitrifikaci (mění se přes dusitany na dusičnany). Chemickými metodami se stanoví forma NH_4^+ i NH_3 jako celkový amoniakální dusík (N). Forma NH_3 je ve vzduchu i ve vodě toxická pro všechny živočichy. Toxicita amoniaku stoupá s klesajícím obsahem kyslíku a stoupající teplotou ve vodě.

Povrchové vody setiny až desetiny mg/l; splaškové odpadní vody v desítkách mg/l; odpady ze silážování až 400 mg/l; močůvka až 7000 mg/l.

***Vliv na ryby**:* LC_{50}* u kaprovitých 1 – 1,5 mg/l NH_3, u lososovitých 0,5 – 0,8 mg/l NH_3. Nejvyšší přípustná koncentrace pro kaprovité ryby je 0,05 mg/l, pro lososovité ryby 0,0125 mg/l. Nad pH 7,6 je podíl toxického amoniaku NH_3 nebezpečný pro ryby.

Vliv na vodní bezobratlé: 0,2 mg/l vody působí negativně na nejcitlivější bezobratlé.

Nejvyšší hodnoty amoniaku byly naměřeny na lokalitách Častava a dešťová kanalizace, kde tyto hodnoty přesáhly mez detekce dané metody. Tyto hodnoty mohly být závislé na množství organických látek a na množství kyslíku v daném čase ve vodě (amoniak vzniká redukcí dusičnanů při malém množství rozpuštěného kyslíku a při mikrobiálním rozkladu organických látek). Lokalita Častava se tímto ukazatelem ve 4 z 5 případů zařadila do IV. - V. třídy čistoty povrchových vod. U této lokality může být

patrný i vliv dusíkatých hnojiv, jelikož voda protéká přes zemědělskou půdu. U lokality dešťová kanalizace, do které jsou svedeny splaškové odpadní vody z vesnice Horka nad Moravou (splachy ze střech), by mohly být vysoké hodnoty amoniaku způsobené antropogenním znečištěním z této vesnice. U ostatních lokalit se tento ukazatel pohyboval v malých koncentracích.

- **Dusitany:** ve formě NO_2^-, jsou přechodný člen v cyklu dusíku, podléhají oxidaci a redukci, vznikají nitrifikací amoniakálního dusíku. Zdrojem jsou průmyslové odpadní vody a srážky.

Povrchové vody: setiny až desetiny mg/l; splaškové odpadní vody: jednotky až desítky mg/l; mezní hodnota v pitné vodě je 0,1 mg/l

Vliv na ryby: dusitanové ionty se dostávají do organismu ryb přes žábra a v krvi se váží na hemoglobin za vzniku methemoglobinu, následně vzniká jev zvaný methemoglobinemie**. Se stoupajícím množstvím methemoglobinu se ryby stávají malátnými, ztrácejí orientaci a schopnost reagovat.

Vliv dusitanů na obojživelníky: Nadbytek dusitanů v těle obojživelníků může vzniknout při narušení střevní mikroflóry působením dusičnanů, která pak odbourává dusitany jen omezeně. Vede ke vzniku methemoglobinemie**.

Vliv na vodní bezobratlé*:* ve větších koncentracích způsobují methemoglobinemii**.

Koncentrace dusitanů bývá obvykle velmi nízká z důvodu jejich nestálosti ve vodním prostředí. V anaerobních podmínkách však mohou vznikat redukcí dusičnanů. Dusitany působí již v malých koncentracích toxicky na organismy ve vodách, proto již poměrně nízké hodnoty dusitanů nám zařadí sledovanou vodu do vyšší třídy čistoty. U lokalit Častava a dešťová kanalizace se naměřené hodnoty pohybovali od hodnoty 0,1 mg/l výše, některé pak přesáhly mez detekce, která je 0,5 mg/l. Díky tomuto ukazateli se lokality Častava a dešťová kanalizace řadí do V. třídy čistoty vod. Lokalita Mlýnský potok se pak řadí do IV. třídy čistoty, jelikož hodnoty dusitanů na této lokalitě nepřesáhly 0,15 mg/l. Na lokalitě rybník Rozvišť hodnoty dusitanů nepřesáhly mez 0,075 mg/l a voda na této lokalitě patří podle tohoto ukazatele do III. a nižší třídy čistoty povrchových vod.

- **Dusičnany:** ve formě NO_3^-, jsou konečným produktem rozkladu dusíkatých organických látek v aerobním prostředí. V anaerobních podmínkách podléhají denitrifikaci a vznikne elementární dusík. Zdrojem jsou elektrické výboje v atmosféře, dusíkatá hnojiva, odtoky z čistíren odpadních vod. Jsou spíše v podzemních vodách.

Vliv na ryby: toxické či smrtelné účinky až při koncentracích nad 1000 mg/l. Nejvyšší přípustná koncentrace pro kapra je 80 mg/l a pro pstruha duhového 20 mg/l.

Vliv na obojživelníky: nepříznivý vliv při koncentracích 3mg/l. Projevy: omezený příjem potravy, ztráta tělesné hmotnosti a snížení pohyblivosti.. Deformace hlavy a ocasu, otoky na těle. Poruchy zažívacího systému. U pulců methemoglobinemie**.

Vliv na vodní bezobratlé: do 1 g/l nepůsobí toxicky.

V 17 případech z 25 se koncentrace dusičnanů pohybovala pod mezí detekce dané metody. To může ukazovat na jinou formu výskytu dusíkatých sloučenin ve sledovaných vodách než jsou dusičnany (např. ve formě dusitanů či amoniaku). Pouze tři z naměřených hodnot přesáhly mezní hodnotu pro povrchové toky, kterou je 50 mg/l a to u toků Častava (23. 11. 2009), Mlýnský potok (23. 11. 2009) a dešťová kanalizace (9. 3. 2009). Ve zmiňovaných dnech byly naměřeny i vyšší hodnoty dusitanů, proto se dá usuzovat, že byla v těchto dnech vyšší celková koncentrace dusíkatých sloučenin ve sledovaných vodách.

** LC_{50} je letální koncentrace, při které uhyne 50 % jedinců ze zkoumaného souboru v časovém úseku 48 hodin*

*** jev, při němž dochází působením některých oxidačních činidel jako dusitanů, dusičnanů, oxidu dusnatého atd. k přeměně hemoglobinu na nefunkční derivát, tzn. methemoglobin. Výsledkem je ztráta schopnosti krve přenášet kyslík do tkání, čímž se poškozuje buněčné dýchání.*

Fosfor

- s dusíkem je důležitý pro rozvoj mikroorganismů
- vyskytuje se v anorganické a organické formě

Zdroje fosforu ve vodách

- v přírodě se fosfor vyskytuje pouze ve sloučeninách
- přirozené zdroje anorganického fosforu: atmosféra, minerály a horniny (jejich vyluhování a zvětrávání)
- antropogenní zdroje anorganického fosforu: fosforečná hnojiva, odpadní vody z prádelen, z pivovarského a textilního průmyslu, splaškové vody
- zdroje organického fosforu: rozklad ž. a r. biomasy v nádržích, živočišné odpady

Množství fosforu ve vodě během roku

- maximum: v zimě, kdy probíhá mineralizace těl odumřelých organismů a fosfor je uvolňován do vody, aniž by ho spotřebovávali jiné organismy
- snížení: na jaře, kdy je odebírán z vody rostlinami
- minimum: na konci léta

Koloběh fosforu: v mělkých nádržích je koloběh rychlejší a značná část fosforu se vrací do vody; v hlubokých nádržích zůstává v sedimentech dna a do oběhu se vrací jen malá část fosforu. Při dostatku kyslíku = fosfor poután, při nedostatku kyslíku = fosfor uvolňován ze sedimentů.

Eutrofizace

- proces neustálého obohacování vod minerálními živnými látkami (hlavně N, P) z různých zdrojů lidské činnosti = roste intenzita biologických pochodů
- **znaky:** nadměrný rozvoj fytoplanktonu a makrovegetace, které jsou však druhově chudé, výskyt typických organismů v planktonu a břehové vegetaci, změny průhlednosti a barvy vody, v létě snížení nasycení vrstev kyslíkem, změny v druhovém složení ryb a zvýšení hladiny živin.

Růst vodních rostlin je limitován dostupným obsahem fosforu nebo dusíku, které mají hlavní úlohu v procesu eutrofizace. Jestliže je ve vodě obsaženo nadměrné množství fosforu a dusíku, vodní rostliny mohou růst v nadměrném množství. Po odumření jsou vodní rostliny rozkládány bakteriemi, které spotřebovávají kyslík rozpuštěný ve vodě.

Pokud koncentrace rozpuštěného kyslíku klesne pod určitou mez, ryby nemohou dýchat a umírají.

Ve dvanácti případech z dvaceti pěti provedených měření se hodnoty rozpuštěného fosforu pohybovaly pod mezí detekce dané metody. Udává se, že ve znečištěných vodách se hodnoty fosforu pohybují v desetinách, výjimečně i jednotkách mg/l fosforu. Všechny hodnoty ukazatele PO_4 pohybující se v mezích detekce by pak znamenali zařazení dané lokality do znečištěných vod, protože tyto hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,25 – 2 mg PO_4/l.

Hlavní živočišní indikátoři různých typů vod

Vody pramenů a pramenných stružek s dostatkem kyslíku, nepatrnými rozkladnými procesy, nízkou druhovou diverzitou: **ploštěnka horská, praménka rakouská, larva jepice horské, pošvatky, chrostíci, vranka, pstruh.**

Vody pstruhového a lipanového pásma řek s nepatrným organickým zatížením, dostatkem kyslíku a vyšší druhovou diverzitou: **ploštěnka potoční, kamomil říční, blešivec potoční, jepice bystřinná, pošvatka rybářice a pošvatka hlavatá, chrostíci, pstruh obecný.**

Vody středních a dolních toků řek s přirozeným zatížením organickými látkami nebo menším antropogenním znečištěním, s vysokou druhovou diverzitou z důvodu většího množství živin: **ploštěnka mléčná, pijavice (hltanovka), blešivec hřebenatý, velevrub, jepice sporožilná a žlutá, chrostíci a většina našich ryb.**

Vody všech úseků toků při středně silném znečištění a malém množstvím kyslíku: **pijavice (hltanovka bahenní), beruška vodní, larvy pakomárů. Z ryb jen druhy odolné k nedostatku kyslíku.**

Vody s úplnými deficity kyslíku: **nežijí zde ryby pouze kolonie nitěnek, larvy pakomárů, krásnoočko zelené, prvoci.**

Doporučené zdroje pro získání dalších informací k tématu chemie vody:

Tištěné publikace:

Pitter, P., 1999: Hydrochemie, 3. – přepracované vydání, Vydavatelství VŠCHT, Praha
problematika dusíku, fosforu, pH, teploty vody

Reichholf. J., 1998: Pevninské vody a mokřady, 1. vydání, Nakladatelství IKAR, Praha
problematika teploty vody, kyslíku a živin ve vodách

Svobodová, Z. et. al., 1987: Toxikologie vodních živočichů, Státní zemědělské nakladatelství, Praha
problematika vlivu znečišťujících látek na některé skupiny organismů ve vodách

Internetové zdroje:

http://www.rybarstvi.eu/

Reflexe

Před tím, než jsem začala sestavovat metodiku k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě, jsme vyzkoušeli tuto aktivitu dvakrát nanečisto. První vyzkoušení probíhalo se studenty, kteří byli na Sluňákově na pobytovém programu dne 16. 10. 2009, druhé pak se studenty 1. ročníku 4-letého gymnázia speciálně pozvanými na tuto aktivitu dne 23. 11. 2009. V následujícím textu stručně vysvětlím, jak obě vyzkoušení probíhala.

První vyzkoušení proběhlo třetí den pobytového programu, výhodou proto mohlo být, že studenti už trochu znali okolí Sluňákova a nebylo pro ně problémem dojít k odběrovým lokalitám. Studentům byla nejdříve pomocí počítačových prezentací vysvětlena problematika chemismu vody a podány informace o vodních živočiších. Po prezentacích odešlo 5 dobrovolníků odebrat vzorky vody z vybraných lokalit. Se vzorky vody pak studenti prováděli samostatně případně po poradě s lektorem chemické analýzy, jejichž výsledky zaznamenávaly do předtištěné tabulky. Při analýzách byli studenti rozděleni podle počtu stanovišť do tří skupin. Jelikož na aktivitu bylo jen omezené množství času, tak ihned po dokončení analýz proběhlo pozorování vodních živočichů, aniž by studenti uklízeli pomůcky použité při analýzách. Odpad použitý při analýzách měli studenti vylévat zvlášť s chemikáliemi a zvlášť bez chemikálií do dvou připravených nádob na každém stanovišti. Na závěr aktivity lektor s pomocí studentů zhodnotil získané výsledky analýz, které prezentoval ve formě tabulek a grafů.

Druhé vyzkoušení se lišilo od prvního tím, že odebrat vzorky vody šli všichni studenti rozdělení do 5 skupin, kdy každá z nich šla na jinou lokalitu. Odběr proběhl ještě před začátkem prezentace, tedy bezprostředně po příchodu studentů do areálu Sluňákova. K odběru měli studenti k dispozici i mapky odběrových míst a doprovod dvou vyučujících, kteří s nimi přijeli. Jeden vyučující šel se skupinami k tůni a rybníku, druhý k Mlýnskému potoku a Častavě. Studentky, odebírající vzorek ze splaškové kanalizace, ho přinesly znečištěný, proto jsem jim znovu vysvětlila, že vzorek nesmí být znečištěna a poslala je pro nový. Ani napodruhé se jim však nepodařilo nabrat vodu bez organického znečištění. Z důvodu nedostatku času (ostatní studenti ze vzdálenějších lokalit se už vraceli) jsem šla nabrat vzorek sama. V čase, kdy studenti odebírali vzorky, lektor aktivity nalovil vodní živočichy. Tentokrát byla studentům vysvětlena pomocí prezentace pouze problematika chemismu vody. Více informací o vodních živočiších dostali studenti až přímo při vlastním pozorování živočichů. Po prezentaci následovaly analýzy vodních vzorků. Oproti předešlému zkoušení byla určena na odpad

s chemikáliemi jedna společná nádoba a na odpad bez chemikálií opět tři nádoby, každá na jednom stanovišti. Ze začátku potřebovali studenti poradit od učitele nebo lektora jak provádět analýzy, jakmile jim však byly vysvětlené některé pro ně nejasné věci v návodech, byli schopní pracovat samostatně. Po ukončení analýz po sobě studenti vymyli používané nádobí a nanosili všechny pomůcky na jedno společné místo. Na uklizených stanovištích pak studenti pozorovali vodní živočichy. Na konci aktivity proběhlo vyhodnocení výsledů chemických analýz.

Evaluace

V následujícím textu shrnuji kladné a záporné části či okamžiky při praktickém zkoušení aktivity a jejich možnou změnu v dalším zkoušení.

Každá první realizace navržené aktivity je vždy trochu krok do neznáma. To až praxe ukáže, co je v aktivitě potřeba vylepšit či změnit. A tak s každou další realizací by měla být aktivita modelována a přetvářena, až do té nejlepší možné podoby. Zpětnou vazbou, podle které je možné provádět změny, nám je naše osobní zkušenost, ať už v roli lektora či pozorovatele a ohlasy zúčastněných studentů případně dalších osob. To, jaké budou mít zúčastnění na aktivitu ohlasy závisí na mnoha faktorech, jedním z nich je i atmosféra nebo vztahy v samotném třídním kolektivu. V následujícím testu shrnuji kladné a záporné části či okamžiky při praktickém zkoušení aktivity a jejich možnou změnu v dalším zkoušení.

Naše první skupina patřila určitě mezi méně náročnější kolektivy, studenti v ní byli ukáznění a zvídaví. Podle mého názoru byl průběh aktivity zdařilý. Na začátku byly studentům promítnuty dvě prezentace; o chemismu vody a o vodních živočiších. Obě byly z mého pohledu zajímavé, jen bych je možná trochu zkrátila (dohromady trvaly cca 45 minut), protože ke konci už byli studenti nepozorní. Také bych prezentace nedávala bezprostředně po sobě, ale tu o vodních živočiších bych zařadila až po skončení chemických analýz. Nevýhoda tohoto rozdělení prezentací by mohla být v možné neochotě studentů opustit praktickou činnost, jít si znovu sednout a poslouchat výklad lektora. Vzorky vody šlo odebrat pouze 5 studentů, takže ostatní viděli odběrové lokality pouze na mapce a fotografii v prezentaci. Je možné, že studenti lokality navštívili během předchozích dvou dnů pobytového programu. Nemůžeme se však spoléhat na to, že si lokality vybaví a dají do souvislosti s probíhající aktivitou. Lepší varianta by byla jít odebírat vzorky se všemi studenty. To ovšem nebylo možné z důvodu omezeného času na aktivitu. Při vlastních analýzách se někteří studenti nudili, jiné to zase naopak

zaujalo a bylo vidět, že je práce baví. V jakékoliv činnosti je těžké se zavděčit všem, bohužel vždy se najdou jedinci, které to nebaví. V této skupině se studenti, kteří se příliš nezapojili, chovali ukázněně a nerušili ostatní. Při čtení návodů nás studenti upozorňovali na nejasnosti, které jim pak lektor či vyučující dovysvětlili. Návody byly proto do dalšího použití přepracovány. Odpadní vodu měli původně studenti rozdělovat na tu s chemikáliemi a bez chemikálií a podle toho jí vylévat do odpadních nádob, které byly vždy dvě umístěny na každém stanovišti. V průběhu analýz jsme však zjistili, že ne všichni správně pochopili, kam kterou vodu vylévat a proto jsme museli s veškerou použitou vodou zacházet, jako by v ní byly obsaženy chemikálie. Tím se navýšil objem vody, kterou nebylo možno vylévat do odpadu. Po chemické části následovala část, při níž studenti pozorovali vodní živočichy. Studenti se ptali lektorů na živočichy, které neznali a celkově působili dojmem, že je tato činnost baví. Z důvodu nedostatku času po sobě studenti neuklízeli stanoviště, to jsem po odjezdu studentů prováděla já spolu s lektorem programu. Po ukončení pozorování a vysvětlení výsledků analýz byli studenti požádáni o zpětnou vazbu formou znalostní písemky. Tato forma evaluace se však ukázala jako nevhodná a to z několika důvodů: nebylo provedeno zjištění znalostí studentů před aktivitou, takže v konečném důsledku písemka nemohla odhalit, zda získali své vědomosti v proběhnuté aktivitě nebo se je dozvěděli již dříve. Někteří studenti to pojali jako legraci a jejich odpovědi tudíž neměly žádnou vypovídací hodnotu. A konečně jsem se nevhodně zvolenou formou evaluace nedozvěděla nic o názoru studentů na aktivitu, pouze jsem zjistila (u některých), jaké jsou jejich znalosti o dané problematice.

Druhé vyzkoušení proběhlo se skupinou přímo pozvanou na tuto aktivitu. Od prvního se lišilo hned v úvodu, kdy jsem studenty bezprostředně po příjezdu požádala o rozdělení se do pěti skupin, které se následně vydaly odebrat vzorky vody z lokalit. Tato varianta se mi zdála vhodnější, studenti na vlastní oči uvidí odkud je vzorek vody. Nejlepší by však bylo obejít lokality se všemi studenty postupně. Jakým způsobem proběhne odběr (tedy kdy lektor půjde s celou skupinou na všechny lokality či skupinu rozdělí a pošle vždy několik žáků na jednu lokalitu) závisí kromě časových možností také na počasí, i když osobně si myslím, že ani v horším počasí by neměl být problém obejít s celou skupinou všechny lokality. Studenti rozdělení do skupin dostali před odběrem instrukce, kam mají jít a odběrové místo jim bylo ukázáno na mapce. Vhodné doplnění charakteristiky místa odběru by byla i jeho fotografie, protože skupiny, které šly k Mlýnskému potoku a Častavě nevěděly, který je ten jejich určený tok (tyto dva vodní

toky jsou v sousedství). Celé skupině byla prezentovaná pouze část chemická, informace o živočiších pak studenti dostali přímo při jejich pozorování. Návody k analýzám byly některým studentům nejasné, proto se ze začátku ptali nás nebo učitelů, co mají dělat. Po doplňujícím vysvětlení však studenti bez problémů dál pracovali samostatně. Skupina stanovující amoniak byla s analýzami hotová podstatně dříve než ostatní skupiny, studenti se chovali ukázněně a počkali než své úkoly dokončí i ostatní. Při přemýšlení, jak vyplnit tento „hluchý“ čas, kdy jedna skupina skončí dříve, mě napadlo zadat na každé stanoviště několik otázek týkajících se stanovovaných látek. Studenti by měli za úkol si stručně připravit odpovědi na zadané otázky a později s nimi seznámit ostatní. Počet odpadních nádob byl tentokrát jiný. Nádoba na čistý vzorek byla na každém stanovišti, kdežto nádoba na odpadní vodu s chemikáliemi pak byla pouze jedna společná. Jiná velikost nádob i jiné umístění mělo předejít vylití vzorku s chemikáliemi do nesprávné nádoby. Tato varianta se více osvědčila, i když bohužel se nemůžu stoprocentně zaručit, že žádný vzorek s chemikálií nebyl vylitý do nesprávné nádoby. Podle reakcí studentů jim však bylo jasnější, kam kterou vodu vylévat. Po dokončení všech analýz následovalo pozorování vodních živočichů s výkladem lektora. O vymytí a sesbírání použitého laboratorního nádobí na jedno určené místo jsme požádali studenty, což se ukázalo jako vhodné. Stejně jako předchozí skupina byli studenti po skončení aktivity požádáni o evaluaci. Tentokrát jsem zvolila formu dotazníku, ve kterém jsem se ptala přímo na jejich názor na proběhlou aktivitu. Tato forma evaluace byla rozhodně vhodnější než předchozí znalostní písemka.

Vyhodnocení dotazníků

Přesné znění všech otázek v dotazníku a odpovědi studentů jsou uvedeny v příloze 6. Z odpovědí studentů jsem vyvodila tyto závěry:

Studenti se po skončení aktivity orientovali až na pár výjimek v základech problematiky jevu eutrofizace. Všech 27 dotazovaných vybralo správně dva prvky jejichž sloučeniny způsobují eutrofizaci vody a také v otázce, kde měli studenti přímo vysvětlit jev eutrofizace ve vodách odpovědělo 20 studentů správně a tento jev podrobněji rozepsali, 4 studenti věděli, že se jedná o nechtěný jev s negativním vlivem na organismy, 1 student věděl, že se mění barva vody a 2 studenti odpověděli nesprávně. Nemůžu ovšem zaručit, že tyto znalosti získali studenti až v průběhu aktivity a ne již dříve.

Další otázky se zabývaly názorem studentů na průběh aktivity. Pouze 14 studentů považovalo svoji účast na odběru vzorků za přínosnou, 8 studentům by stačilo vidět

lokality na fotografii a zbytku se tato část aktivity zdála zbytečná. Zastávám však názor, že by studenti měli vidět odběrové lokality v terénu a vzorky vody sami odebrat.

Prezentaci o chemismu vody hodnotilo jako zajímavou 20 studentů. Při prezentaci hodně záleží na znalostech přednášejícího lektora a jeho schopnosti studenty zaujmout, proto případná změna obsahu a formy prezentace je jen částí výsledného efektu.

Studentů jsem se také ptala, která část aktivity je nejvíce zaujala. Největší počet, a to 19 studentů zvolilo část chemické analýzy, ukázka vodních živočichů zaujala 17 studentů, podstatně méně pak studenti volili odběr vzorků (5), prezentaci o chemismu vody (5) a vyhodnocení (1) z tohoto můžu vyvozovat, že největší úspěch měly tedy ty části aktivity, ve kterých se mohli studenti sami zapojit formou zajímavé činnosti.

Z otázky týkající se srozumitelnosti návodu k analýzám jsem se dozvěděla, že 26 studentů podle návodu vědělo, co má dělat. 1 student na tuto otázku neodpověděl. Mým postřehem je, že několik studentů z obou třídních kolektivů, se ptalo, co jsou to vialka a mikrolžička, které jsou v návodech uvedené. Řešením může být tyto termíny příště studentům vysvětlit předem, nebo dodat k návodům fotografie těchto pomůcek.

Při konkrétním hodnocení částí „chemické analýzy“ a „ukázka vodních živočichů“, se 22 studentů vyjádřilo, že je analýzy bavily z toto 20 studentům se zdály snadné a pro 2 studenty byly příliš složité. Možnost, že analýzy nebyly zajímavé a tudíž se student nezapojil, zvolili pouze 4 studenti a 1 studenta analýzy nebavily z důvodu přílišné jednoduchosti. Zařazení chemických analýz do aktivity hodnotím jako vhodné stejně jako ukázku vodních živočichů, k níž se kladně vyjádřilo 25 studentů. Dva studenti odpověděli, že se při ukázce vodních živočichů nezapojili.

Díky otázce týkající se kvality konečného zhodnocení výsledků, jsem se dozvěděla, že grafy použité pro ukázku výsledků jsou podle 5 studentů nepřehledné a bylo by proto vhodné uvažovat o jejich zpřesnění či jiném grafickém provedení. 14 studentů označilo zhodnocení kladně, naopak 5 studentů se nudilo. 1 studen označil zhodnocení za trošku zmatené a 1 student ho nepochopil.

6 DISKUZE

Jedním z cílů této bakalářské práce je použít odborné vědecké poznatky v environmentální praxi na ekocentru Sluňákov. Tento cíl jsem si zvolila z důvodu přiblížení odborných informací žákům druhého stupně základních škol, studentům víceletých gymnázií a středoškolským studentům. Domnívám se, že zušlechťování environmentálního cítění žáků a studentů by mohlo napomoci jejich budoucí angažovanosti v ochraně přírody. Jedním z předpokladů aktivního postoje k environmentálním tématům je předání základních znalostí o tématu a především probuzení zájmu. Množství mnou dodaných odborných informací, které mohou lektoři používat při praktické výuce, považuji pro tento účel za dostačující.

Druhým cílem této práce je navrhnout metodiku jedné aktivity pobytového programu a tu pak vyzkoušet v praxi. Tohoto cíle bylo dosaženo, je však třeba brát v úvahu fakt, že při přípravě nového programu je běžné, že metodiku po každém vyzkoušení upravujeme až do doby, než se ustálí ve své nejlepší podobě. Stejně tomu bylo i u předkládané metodiky, ve které na základě vyzkoušení docházelo k drobným změnám. Konečná podoba metodiky se tedy od prvotní liší. Je pravděpodobné, že při praktickém využívání metodiky při výuce na centru Sluňákov bude i nadále docházet k vylepšením, což už samozřejmě není předmětem této bakalářské práce.

Cílem aktivity „Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě" je umožnit studentům provádět prakticky chemické analýzy a pozorovat vodní živočichy. To u nich může vyvolat hlubší zájem o problematiku chemie vody, jejího oživení a znečištění, takže později budou mít snahu sami získat rozšiřující znalosti. Je velmi pravděpodobné, že studenti ve škole dosud neprováděli chemické analýzy vody ani neměli možnost pozorovat ve volné přírodě některé vodní živočichy. Proto je pro ně aktivita, kde mohou tyto věci prožít, velmi vhodná. Po dvou praktických vyzkoušeních této aktivity se domnívám, že v tomto ohledu aktivita splnila svůj účel. V obou skupinách se našlo několik studentů, které problematika očividně zaujala a kladli doplňující otázky.

Z časových důvodů nelze při vysvětlování problematiky zacházet do přílišných podrobností a také není předem známo, co studenti o tomto tématu vědí. Snahou lektora tedy bylo podat základní informace a motivovat studenty k provádění chemických analýz a pozorování živočichů. Problematika chemie a oživení vod se probírá v malé míře už i na základních školách, více informací pak budou mít středoškoláci. Informace o chemismu vody jsou proto spíše zopakováním či doplněním látky, se kterou se

studenti setkali ve škole. Tím samozřejmě nezlehčuji význam odbornosti, pouze předkládám názor, že je lepší studenty nezahlcovat informacemi, ale snažit se u nich vyvolat zájem o dané téma.

Při prvním zkoušení hodnotím kladně přítomnost dvou lektorů z důvodu rozdělení si organizace a odpovědnosti za průběh aktivity. Jeden lektor si vzal na starost chemickou část (prezentaci a analýzy) a druhý biologickou část (prezentaci a ukázku živočichů). U druhého zkoušení už pak byl jen jeden lektor, který vedl obě části. Domnívám se, že do budoucna zvládne tuto aktivitu vést i jeden lektor s dostatečnými znalostmi.

Také bych upřednostnila, aby si studenti po sobě uklidili pomůcky použité při analýzách, jako tomu bylo u prvního vyzkoušení. Studenti zvládnou vymýt používané nádoby a lektor bude mít po skončení aktivity ulehčenou práci s úklidem.

Po vyzkoušení v praxi jsme rovněž zjistili, že je problém v odlišení lokalit Mlýnský potok a Častava. Z pohledu lidí, co znají okolí centra Sluňákov, se může zdát zbytečné dávat studentům k odběrům fotky a mapy lokalit. Mohlo by stačit přece vysvětlení, kde to je. V některých případech však vysvětlení nestačí a konkrétně u těchto dvou lokalit, které spolu sousedí, je vhodné je od sebe odlišit více způsoby. V druhém vyzkoušení studentka donesla vodu s kousky rostlin a to i přes předchozí upozornění, že vzorek nesmí být znečištěný. Tady bych jako prevenci použila upozornění studentů (a to i opakované) před odchodem na lokality, že vzorek nesmí být znečištěný a co už je považováno za jeho znečištění.

Centrum ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov nabízí tři různé pětidenní pobytové programy. Každý z nich je přizpůsoben jedné věkové kategorii účastníků. Nejmladší žáci mohou přijet na pobytový program Příroda jako dům, který je zaměřen především přírodovědně, a to na poznávání ekosystémů v okolí centra Sluňákov. Pro tuto kategorii žáků je vhodnější zařadit odborně nenáročné aktivity, které budou zaměřeny spíše na prožitek přírody. Pro žáky 6. – 8. tříd ZŠ a nižší stupně gymnázií Sluňákov nabízí pobytový program Sedm barev duhy. Tento program obsahuje mimo poznávání přírody v okolí centra Sluňákov také část o globálních problémech světa. Pro nejstarší žáky 9. tříd a středoškoláky je v nabídce pobytový program Sedm bran do Litovelského Pomoraví, který je podobný předešlému programu. Žáci a studenti poznávají nejen přírodní ekosystémy v okolí Sluňákova, ale také se zabývají environmentálními tématy jako je třídění odpadu, vztah člověka a krajiny, globální problémy planety a nakonec jsou jim přiblíženy některé možnosti šetrnějšího chování k přírodě.

Domnívám se, že smysl výukových programů na střediscích ekologické výchovy spočívá především v možnosti nabídnout žákům a studentům jiné prostředí pro výuku, netradiční formu výuky, případně jiný pohled na dané téma prezentovaný pracovníky ekologického střediska. Z mého pohledu jsou pobytové programy obdobou škol v přírodě, na které jezdí především žáci základních škol. Rozdíl je v tom, že pobytové programy mohou být více připravené, protože pracovníci ekologických center mají s touto formou výuky více zkušeností a samozřejmě jsou na pobytové programy prioritně zaměřeni. Naproti tomu učitelé, kteří připravují např. zmiňovanou školu v přírodě jsou více časově omezeni a je možné, že jim chybí i potřebné znalosti k přípravě environmentálně zaměřených aktivit. Jak jsem již uváděla v úvodu této práce, střediska ekologické výchovy mohou vhodně doplňovat školní výuku a dát tak žákům a studentům možnost osvojit si další pohled na věc. Rozdíly v kvalitě jednotlivých výukových programů na různých střediscích ekologické výchovy mohou být rozpoznány pomocí Hodnotící tabulky pro EVP uvedené v příloze 11. Při zkoušení aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě jsem tuto tabulku nepoužila, protože při dvou zkoušeních jsme se spíše snažili ihned objevit nedostatky, které mohly být buď odstraněny přímo nebo po skončení aktivity. Teprve při vlastním zkoušení bylo možné si uvědomit chyby, kterých jsem se dopustila při vymýšlení metodiky a proto mohla být metodika po vyzkoušení dále upravována. Hodnocení z těchto vyzkoušení by se tudíž nevztahovala na aktuální metodiku, kterou uvádím v této práci.

7 ZÁVĚR

Problematika chemismu a oživení povrchových vod a z toho vyplývající znečištění vod se mně osobně jeví jako velice zajímavá a vhodná k použití pro výukové účely v Centru ekologických aktivit města Olomouce Sluňákov. Pokud by byla aktivita učená v takové podobě, jako jsem jí navrhla (tedy chemismus i oživení vod) je vázána na příhodné venkovní podmínky od jara do podzimu. V zimním období musí být aktivita upravena a to tak, že je vynecháno pozorování živých živočichů. Pozorování může být nahrazeno ukázkou živočichů na obrázcích. Aby mohli lektoři učit tuto aktivitu, musí mít dostatečné znalosti v dané problematice, proto jsem se snažila přehledně a co nejstručněji vysvětlit základní informace k chemismu a oživení povrchových vod. Jako vhodné se mi také jeví výsledky chemických analýz pečlivě zaznamenávat a vytvářet tak názornou ukázku proměn vybraných ukazatelů jakosti povrchových vod v čase.

8 LITERATURA

Tištěné publikace

Barveníčková, P., 2002: Návrh výchovně vzdělávacího programu s přírodovědně ekologickým zaměřením pro mladší školní věk. Diplomová práce Pedagogické fakulty UP Olomouc.

Braniš, M., 2004: Základy ekologie a ochrany životního prostředí, 3. vydání, nakladatelství INFORMATORIUM, Praha, 203 s. *ISBN 80-7333-024-5*

Čeřovský, J., Záveský, A., 1989: Stezky k přírodě, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 239 s. *ISBN 80-04-22378-8*

Činčera, J., 2007: Environmentální výchova: od cílů k prostředkům, Paido, Brno, 116s. *ISBN 978-7315-147-8*

Činčera, J., Kulich J., 2009: Škola pro život II: jak na ekologickou/environmentální výchovu po zavedení Rámcových vzdělávacích programů, Praha: Sdružení středisek ekologické výchovy Pavučina, Praha, 260 s. *ISBN 978-80-903345-9-5*

Hartman, P., Přikryl, I., Štědrovský, E., 2005: Hydrobiologie, 3. vydání, nakladatelství INFORMATORIUM, Praha, 357 s. *ISBN 80-7333-046-6*

Heteša, J., Kočková, E., 1997: Hydrochemie, 1. vydání, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 106 s. *ISBN 80-7157-289-6*

Hruška, J.(ed.), 2005: Globální a environmentální výchova na pobytových akcích, Ekocentrum PALETA, Pardubice, 112 s.

Khan, F.A., Ansari, A.A., 2005: Eutrophication: An Ecological Vision, In The Botanical Review 71(4): The Nex York Botanical Garden s. 449–482. *ISSN 1874-9372*

Kubíček, F., Zelinka, M., 1982: Základy hydrobiologie, 1. vydání, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 140 s.

Kulich, J., 2006: Co jsou a kde se vzala střediska ekologické výchovy, ekocentra, ekologické poradny. – Bedrník 4 (2): s. 12–14. *ISSN 1801-1381*

Laciná, J., 2008: Rybniční soustava CHKO Pálava – její charakteristika a monitoring vybraných ukazatelů kvality vody, Diplomová práce Přírodovědecké fakulty UP Olomouc.

.

Lelák, J. and Kubíček, F., 1992: Hydrobiologie, 1. vydání, Univerzita Karlova vydavatelství Karolinum, Praha, 260 s.

Máchal, A., 1996: Špetka dobromysli (Kapitoly z praktické ekologické výchovy), 1.vydání, EkoCentrum Brno, Brno, 153 s. *ISBN 80-901668-6-5*

Máchal, A. (ed.), 2006: Malý ekologický a environmentální slovníček (upravené a rozšířené vydání), Rezekvítek, Brno, 56 s. *ISBN 80-86626-08-3*

Máchal, A., 2007: Průvodce praktickou ekologickou výchovou, 2. vydání, Rezekvítek ve spolupráci s Lipkou, Brno, 205 s. *ISBN 80-902954-0-1*

Norma **ČSN 75 7221** Klasifikace jakosti povrchových vod

Pitter, P., 1999: Hydrochemie, 3. – přepracované vydání, Vydavatelství VŠCHT, Praha, 568 s. *ISBN 80-7080-340-1*

Reichholf. J., 1998: Pevninské vody a mokřady, 1. vydání, Nakladatelství IKAR, Praha, 223 s. *ISBN 80-7202-185-0*

Rouse, J.D., Bishop, Ch.A., Struger, J., 1999: Nitrogen Pollution: An Assessment of Its Threat to Amphibian Survival, Environmental Health Perspectives Vol. 107, č. 10, October 1999, National Institute of Environmental Health Science s. 799 – 803 *ISSN 0091-6765*

Sládečková, A., Sládeček, V., 1995: Hydrobiologie, 1. vydání, Vydavatelství ČVUT, Praha, 141 s. *ISBN 80-01-01298-0*

Sokolovičová, J., 2009: Škola pro život II: jak na ekologickou/environmentální výchovu po zavedení Rámcových vzdělávacích programů, Praha: Sdružení středisek ekologické výchovy Pavučina, Praha, 260 s. *ISBN 978-80-903345-9-5*

Sokolovičová, J., Daňková, L., 2009: Škola pro život II: jak na ekologickou/ environmentální výchovu po zavedení Rámcových vzdělávacích programů, Praha: Sdružení středisek ekologické výchovy Pavučina, Praha, 260 s. *ISBN 978-80-903345-9-5*

Svobodová, Z. et. al., 1987: Toxikologie vodních živočichů, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 231 s.

Štěpánek, M., 1974: Problémy eutrofizace v praxi: Příručka pro pracovníky hygienické, vodohodpodářské a lázeňské služby, 1. vydání, Avicenum, Praha, 232 s.

Štěrba, O., 1986: Pramen života, 1. vydání, Panorama, Praha, 224 s.

Vojtásek, S., 1997: Saprobita říčky Cholinky. Diplomová práce Přírodovědecké fakulty

UP Olomouc.

Internetové zdroje:

Aquamerck - *http://www.merck-chemicals.com/compact-laboratory-for-water-testing/ MDA_CHEM-111151/p_Rbeb.s1L1bQAAAEWmuIfVhTl?attachments=PI (citace květen 2010)*

Blešivec obecný - *http://chaos.pedf.cuni.cz/aqua/skoly/melnik/blesivec.htm (citace leden 2010)*

Difuzní zdroje znečištění vod - *http://www.gymjil.cz/test.php?arch=1020 (citace květen 2010)*

Dusík - *www.aquar.cz (citace duben 2009)*

Hodnota pH - *http://www.rybarstvi.eu/ (citace duben 2009)*

Okružák ploský - *http://akvapedie.cz/okruzak-plosky-(eurosibirsky)_planorbarius corneus/); http://sumpersky.rej.cz/clanky/ okruzak-plosky/ (citace leden 2010)*

Plovatka bahenní - *http://www.naturabohemica.cz (citace leden 2010)*

Průřezová témata - *http://www.metodiky.cz/download/vmegs_I_ukazka.pdf (citace leden 2010)*

Síť středisek ekologické výchovy Pavučina - *http://www.pavucina-sev.cz/ (citace duben 2009)*

Sluňákov - *http://www.slunakov.cz/index.php?2-1008x (citace duben 2009)*

UNESCO: Belgrade Charter - *http://www.envir.ee/orb.aw/class=file/action =preview /id=1011467/The%2BBelgrade%2BCharter.pdf (citace leden 2010)*

UNESCO: Tbilisi Declaration - *http://www.cnr.uidaho.edu/css487/The Tbilisi Declaration.pdf (citace leden 2010)*

Wikipedia: Bruslařka obecná - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Bruslařka_obecná (citace leden 2010)*

Wikipedia: Environmentalism - *http://en.wikipedia.org/wiki/Environmentalism (citace leden 2010)*

Wikipedia: Komár pisklavý - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Komár_pisklavý#.C5. BDivotn.C3.AD_cyklus (citace leden 2010)*

Wikipedia: Odpadní voda - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Odpadní_voda (citace květen 2010)*

Wikipedia: Rámcový vzdělávací program - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Rámcový_ vzdělávací_program (citace leden 2010)*

Wikipedia: Splešťule blátivá - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Splešťule_blátivá (citace leden 2010)*

Wikipedia: Vážky - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Vážky (citace leden 2010)*

Wikipedia: Vodoměrka štíhlá - *http://cs.wikipedia.org/wiki/Vodoměrka_štíhlá (citace leden 2010)*

Znečištění vody - *http://www.aquarion.empatia.cz/voda/znecisteni.html (citace duben* 2009)

9 PŘÍLOHY

seznam příloh:

PŘÍLOHA 1 Reálný manuál aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 2 Návody k chemickým analýzám pro studenty rozdělené podle stanovišť

PŘÍLOHA 3 Tabulky pro studenty k zapisování zjištěných hodnot při aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 4 Mapy lokalit odběrů se zaznačenými místy měření

PŘÍLOHA 5 Vyhodnocení dotazníků

PŘÍLOHA 6 Fotografie ze zkoušení aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 7 Fotografie pomůcek pro aktivitu Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 8 Ukázka prezentace o chemismu vody k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 9 Ukázka prezentace o vodních živočiších k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 10 Ukázka grafů používaných v aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

PŘÍLOHA 11 Hodnotící tabulka pro EVP

PŘÍLOHA 1 Reálný manuál aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

Věková skupina: 8. a 9. třídy ZŠ, SŠ

Výchovně vzdělávací cíle:

Cíle ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda: žák zkoumá přírodní fakta a jejich souvislosti s využitím pozorování a experimentu, žák porozumí souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem životního prostředí.

Cíle v průřezovém tématu Environmentální výchova: žák rozvíjí porozumění důsledkům lidských činností na prostředí, žák se učí komunikovat o problémech životního prostředí a obhajovat své názory, žák je vedený k ochraně životního prostředí.

Doba trvání: 120 - 160 min

Místo programu: učebna, areál biocentra Sluňákov

Doporučený počet účastníků: 20 - 30

Pomůcky:

Odběr vzorků: 5 odběrových nádob, mapky a fotografie lokalit

Chemické analýzy: Ubrusy na stoly, cedulky s názvy stanovišť, 15 sklenic se vzorky, 15 dřevěných stojánků na vialky, 30 vialek (15 dvojic se stejnou barvou), 15 injekčních stříkaček, 5 teploměrů, hadříky, 6 lamin s návody k analýzám, lahvičky s příslušnými činidly k analýzám na každému stanovišti, porovnávací stupnice, tabulky na zapisování výsledků, nádoby na odpad (3 nádoby na čisté vzorky a 1 společnou nádobu nebo 3 samostatné na každé stanoviště na vzorky s chemikáliemi), destilovaná voda, nálevky, filtrační papíry.

Lovení a určování vodních organismů: Síťky, nádoby na přenos organismů, misky, pinzety, lupy, určovací klíče, ubrusy na stoly.

Motivace:

Z celkového množství sladké vody ~35 000 000 km^3 může člověk používat pouze asi 200 000 km^3 (= 0,6% sladké vody). Dva z každých pěti obyvatel naší planety se potýkají s nedostatkem pitné vody. V současnosti lidstvo (~ 6 miliard lidí) používá 54 % zdrojů sladké vody, při současném populačním přírůstku by mohlo v roce 2025 využívat až 90 % zdrojů. Nedostatek vody v budoucnu hrozí 2/3 lidské populace. Každé další znečišťování vody nás připravuje o zásobu pro nás použitelné vody. Představte si, že v budoucnosti (a ne moc vzdálené) hrozí války ne kvůli náboženství nebo nerostnému

bohatství ale **o vodu**. Snižování znečištění vody a ochrana pitné vody je pro lidstvo životně důležitým úkolem.

Osnova programu:

1. ODBĚR VZORKŮ
2. PREZENTACE O CHEMISMU VODY
3. CHEMICKÉ ANALÝZY
4. VYHODNOCENÍ CHEMICKÝCH ANALÝZ
5. PREZENTACE O VODNÍCH ORGANISMECH
6. LOVENÍ VODNÍCH ORGANISMŮ
7. POZOROVÁNÍ VODNÍCH ORGANISMŮ
8. OPAKOVACÍ OTÁZKY PRO STUDENTY

Popis programu:

Lektor si dopředu přichystá prezentace, pomůcky pro chemické analýzy rozdělené na jednotlivá stanoviště a potřeby pro pozorování živočichů. Při kratší verzi programu (tedy nedostatku času na lovení) půjde sám předem nalovit živočichy.

1. ODBĚR VZORKŮ

Před vlastním zahájením aktivity se studenti vydají společně odebrat vzorky vody z 5 určených lokalit. Studenti dostanou pět nádob popsaných názvy lokalit, mapky a fotografie lokalit. Je nutné, aby s nimi šel i jeden či více dospělých. Půjdou společně na všechny lokality. Před odchodem je nutné studentům vysvětlit jakým způsobem vodu odebrat (bez nečistot tj. bahno, listy,…) a kolik je jí pro analýzy potřeba (cca ½ objemu připravené sklenice z každé lokality). Přinesenou vodu je lepší nechat venku ve stínu, než v místnosti (neměla by se příliš ohřát, protože se mohou změnit koncentrace stanovovaných látek) a analýzy se musí provést co nejdříve po odběru (půlhodinová pauza, ve které bude probíhat prezentace, nevadí). Specifikaci lokalit je možné buď provést přímo při odběru na jednotlivých lokalitách, pokud je přítomna celá skupina studentů, nebo později při prezentaci.

(Při nedostatku času lze studenty rozdělit do 5 skupin a každou skupinu poslat na jednu odběrovou lokalitu. Je nutné zajistit nejméně dva dospělé, jeden půjde se skupinami odebírající vodu z lokalit Mlýnský náhon a Častava, druhý půjde se skupinami k tůni a rybníku Rozvišť. K lokalitě dešťová kanalizace je možné poslat studenty samostatně).

čas: cca 10 – 30 minut

2. PREZENTACE O CHEMISMU VODY

Po odebrání vzorků a návratu s nimi do budovy, zavedeme studenty do připravené učebny. Lektor jim zde vysvětlí s pomocí počítačové prezentace, co je to znečištění vody, které chemické látky či ionty mohou znečištění způsobovat a jakou roli ve znečišťování má člověk. Konkrétně se prezentace zabývá sloučeninami fosforu, dusíku a hodnotou pH vody. Jsou v ní k vidění i odběrové lokality zakreslené na mapce a jejich fotografie (vhodné hlavně v případě, že by studenti byli při odběru rozdělení do skupin a tudíž by neviděli všechny lokality na vlastní oči). Je vhodné vyzvat studenty, aby se ptali nejlépe přímo v průběhu prezentace na to, čemu nerozumí, případně ponechat čas na dotazy po skončení prezentace.

čas: cca 30 minut

3. CHEMICKÉ ANALÝZY

Po prezentaci následují vlastní analýzy. Studenti se rozdělí stejnoměrně do tří skupin (podle počtu stanovišť). Na každém stanovišti pak samostatně provádějí jednu nebo dvě analýzy vzorků ze všech 5 lokalit. Před začátkem analýz vyzveme studenty, aby si přečetli návody a ptali se na to, čemu nerozumí. Lektor či učitelé jim mohou pomoci v případě nepochopení některých vysvětlovaných věcí v návodu a objasnit je. Seznam pomůcek na každé stanoviště je přesně rozepsaný. Studenti budou potřebovat měřit čas, proto je požádáme, aby si zajistili stopky (na mobilu) nebo hodinky. Stačí jeden student měřící čas na jedno stanoviště. V tomto případě je nutné, aby všechny analýzy začaly probíhat zhruba ve stejný čas. Je však možné i mít více měřičů času na jednom stanovišti, kdy není nutné začít dělat všechny analýzy ve stejný čas. Tato varianta je vhodnější. Voda používaná při analýzách se vylévá do společných nádob. Voda, která sloužila pouze jako čistý srovnávací vzorek se vylévá do společné nádoby označené „čistý vzorek“. Tato nádoba je na každém stanovišti a po skončení aktivity je možné vodu z ní vylít do odpadu. Voda, do které byly přidávány chemikálie či sloužila jako vyplachovací voda vialek s chemikáliemi, se musí vylévat zvlášť buď do jedné společné nádoby pro všechny stanoviště, či do nádoby na každém stanovišti označené nápisem „odpad“. Tuto vodu není možné vylévat do odpadu a musím být odborně zlikvidována (nejlépe odvezena odbornou firmou jako nebezpečný odpad). Po skončení analýz požádáme studenty o vypláchnutí používaného nádobí (vialky, stříkačky, nálevky, sklenice

s „čistým vzorkem“, sklenice se vzorky z lokalit). Bezpečnost práce s chemikáliemi a zásady první pomoci jsou uvedené v bezpečnostních listech každé chemikálie. Zdůrazníme, že při analýzách se nesmí jíst a pít.

Pomůcky:

Stanoviště 1. - pomůcky k analýze amoniaku (NH_4)

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, teploměr, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly NH_4-1, NH_4-2, NH_4-3, porovnávací stupnice NH_4, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi), destilovaná voda.

Stanoviště 2. - pomůcky k analýze fosforečnanů (PO_4) a pH

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 sklenic pro filtrát, 5 nálevek , 5 filtračních papírů, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly PO_4-1, PO_4-2, pH-1, 2 porovnávací stupnice, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi).

Stanoviště 3. - pomůcky k analýze dusitanů (NO_2) a dusičnanů (NO_3)

Ubrusy na stoly, cedulka s názvem stanoviště, 5 sklenic se vzorky, 5 dřevěných stojánků na vialky, 10 vialek (5 dvojic se stejnou barvou), 5 injekčních stříkaček, hadřík, 2 lamina s návody k analýze, lahvičky s činidly NO_2-1, NO_2-2, NO_3-1, porovnávací stupnice NO_2 a NO_3, tabulka na zapisování výsledků, 2 nádoby na odpad (čisté vzorky a vzorky s chemikáliemi).

čas: cca 30 minut

4. VYHODNOCENÍ

Výsledky analýz studenti zaznamenávají do připravených tabulek. Průběžně nebo až mají splněny všechny analýzy hlásí své výsledky lektorovi, který je přepíše do tabulek a grafů v počítači a ve vyhodnocovací části promítne a vysvětlí. Je vhodné mít v tabulkách a grafech zaneseny i výsledky měření předchozích skupin pro možnost srovnání aktuálních hodnot s dřívějšími.

čas: cca 10 – 15 minut

5. PREZENTACE O VODNÍCH ORGANISMECH

Lektor promítne v učebně studentům prezentaci o vodních organismech, které se mohou nacházet v areálu centra Sluňákov a jeho okolí. Je možné prezentaci vynechat a informace o jednotlivých organismech říci studentům při společném odlovu či pozdějším pozorování organismů. Prezentace je zaměřena hlavně na poznání různých druhů organismů a možnost detekování čistoty vody podle určitých druhů.

čas: cca 20 - 30 minut

6. LOVENÍ VODNÍCH ORGANISMŮ

Lektor jde se skupinou všech studentů nalovit k některé z odběrových lokalit vodní organismy (lépe se organismy loví ze stojatých vod – rybník, tůň). Nalovené organismy se mohou dát přímo do pozorovacích misek a pozorování provést na lokalitě. V tomto případě je však nutné si s sebou vzít veškeré pomůcky pro odlov i pozorování (síťky na lovení, určovací klíče, lupy, pinzety, misky). Je také možné nalovené organismy přenést do učebny a pozorování provést až tam. Vezmeme si pouze nádobu na přenos organismů a síťky na lovení.

To, zda pozorování provedeme na lokalitě nebo v učebně, záleží také na počasí.

Pomůcky: síťky, nádoby na přenos organismů, misky, pinzety, lupy, určovací klíče

čas: cca 15 minut

7. POZOROVÁNÍ VODNÍCH ORGANISMŮ

Vodní organismy dáme do mělkých oranžových misek a společně se studenty poznáváme jednotlivé druhy pomocí určovacích klíčů a vlastních znalostí. Pro pozorování můžeme použít i lupy vhodné především k odlišení určitých druhů a jejich bližšího prozkoumání. Pozorování vodních organismů je možné provádět v učebně nebo při dobrém počasí přímo na lokalitě.

Pomůcky: nádoby na přenos organismů, misky, pinzety, lupy, určovací klíče, ubrusy na stoly.

čas: cca 15 minut

8. OPAKOVACÍ OTÁZKY PRO STUDENTY

Pro zjištění, zda studenti pochopili problematiku chemismu vody, jim položíme několik opakovacích otázek. Otázky jsou rozdělené podle stanovišť a proto vždy skupi-

ně, která pracovala na daném stanovišti dáme i otázky patřící k tomuto stanovišti. Úkolem studentů je domluvit se ve skupině na odpovědi a ve stanoveném čase tuto odpověď vysvětlit ostatním studentům. Takto se vystřídají všechny skupiny. V případě nedostatečného vysvětlení dáme prostor k doplnění odpovědi ostatním skupinám případně odpověď doplní lektor.

čas: cca 5 - 10 minut

stanoviště pH + PO_4

Otázka: Pokuste se vysvětlit, proč je možné, že se v jarním období po tání sněhu sníží pH povrchové vody?

Správná odpověď: Ve sněhu se přes zimu hromadí kyselé produkty emisí, které se po roztátí sněhu dostávají do povrchové vody a mohou způsobit změnu pH ke kyselejším hodnotám.

Otázka: Fosfor je jednou z živin způsobující eutrofizaci. Pokuste se vysvětlit, jakou úlohu v tomto procesu obohacování vod o živiny mají lidé a jejich činnosti?

Správná odpověď: Lidé vypouštějí do vodního prostředí nadměrné množství živin a tím narušují stabilitu vodního prostředí. Lidské činnosti, ze kterých se do vod nejčastěji dostává fosfor, jsou: zemědělství (hnojiva), vypouštění splaškových nebo průmyslových odpadních vod do povrchových vod, fosfátové prací prášky (v současnosti ustupují bezfosfátovým).

stanoviště NH_4

Otázka: Působí nějak na toxicitu amoniaku teplota a pH vody?

Správná odpověď: Toxicita amoniaku se zvyšuje se stoupající teplotou a vyšším pH vody. (Tato toxicita se také dále zvyšuje s klesajícím obsahem kyslíku ve vodě).

Otázka: Celkový dusík je jednou z živin způsobujících eutrofizaci. Pokuste se vysvětlit proč je tento jev v přírodě nežádoucí?

Správná odpověď: Eutrofizovaná voda ztrácí širší možnost využití člověkem (nedá se pít, koupat se v ní,…). Změní se druhové složení společenstev, protože se v ní rozšíří několik druhů organismů, kterým vyhovuje vyšší množství živin ve vodě a vytlačí konkurenčně slabší druhy. Tím je ochuzena diverzita (druhová bohatost) společenstva. Nadbytek živin způsobí zvýšený rozvoj vodních rostlin, které jsou po svém odumření rozkládány bakteriemi za zvýšeného čerpání kyslíku z vody. Nedostatek kyslíku pak

limituje ostatní organismy, např. ryby, které mohou při jeho nedostatku až uhynout. Změní se barva, průhlednost, chemické složení vody,…

stanoviště NO_3 + NO_2

Otázka: Pokuste se vysvětlit, proč jsou dusitany (NO_2) ve vodě spíše v malých koncentracích? Jsou pro vodní organismy toxičtější dusitany (NO_2) nebo dusičnany (NO_3)?

Správná odpověď: Protože jsou pouze přechodný člen v cyklu dusíku a snadno podléhají oxidaci a redukci. Toxičtější jsou dusitany a to již v malých koncentracích. Dusičnany jsou toxické až při vyšších koncentracích.

Otázka: Z jakých zdrojů se dusík dostává do vodního prostředí?

Správná odpověď: Zemědělství, splaškové odpadní vody, atmosférické vody, rozkladem organických látek ve vodách.

PŘÍLOHA 2 Návody k chemickým analýzám pro studenty rozdělené podle stanovišť

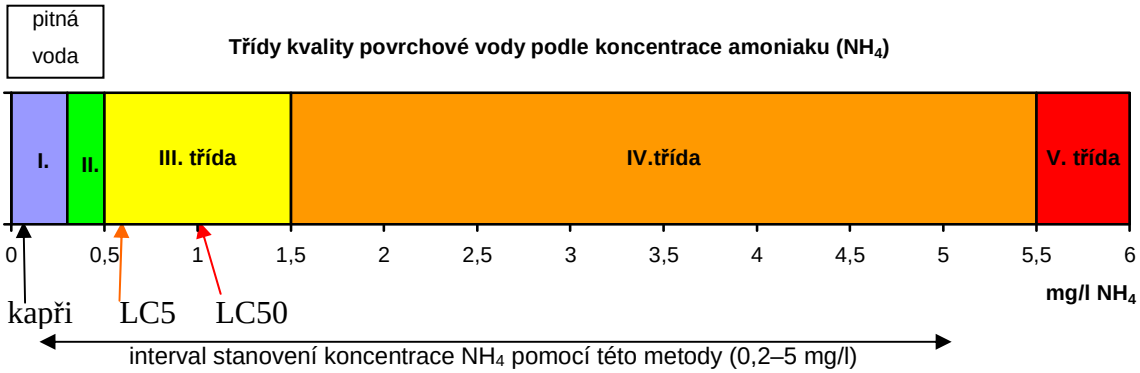
Stanoviště 1.:

amoniak NH_4

pracovní postup:

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte
2. Vezměte dvě vialky stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku. Použitou vodu vylijte do odpadní nádoby označené jako „čistý vzorek“.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte.
5. Druhou vialku, označenou písmeny zahřejte v ruce na 20–30 °C.
6. Při dosažení předepsané teploty nakapejte 12 kapek činidla NH_4-1 (lahvička s činidlem má kapátko) a zavřenou protřepejte.
7. Přidejte 1 mikrolžičku činidla NH_4-2 (mikrolžička je pod uzávěrem a plná by neměla mít „kopeček“) a protřepávejte zavřenou nádobku do rozpuštění.
8. Počkejte 5 minut a pak přidejte 4 kapky činidla NH_4-3 a zavřenou vialku protřepejte.
9. Počkejte 7 minut .
10. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně s prázdnými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od žluté k zelené. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
11. Výsledek zapište a podle následující tabulky stanovte třídu kvality vody.
12. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
13. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.
14. Koncentrace a odpovídající třídy kvality vody napište do tabulky a za skupinu přineste lektorovi.

Pozn. Pokud změřená koncentrace NH_4 přesáhne mez detekce dané metody, je vhodné provést další analýzu nového vzorku ze stejné lokality a to tak, že před přidáváním chemikálií vzorek vody (5 ml) naředíme 10x destilovanou vodou, odebereme množství 5 ml naředěného vzorku, přidáme chemikálie dle návodu a výsledek měření (po odečtení koncentrace na barevné stupnici) násobíme 10x.



tabulka tříd kvality povrchové vody

I. třída	velmi čistá voda
II. třída	čistá voda
III. třída	znečištěná voda
IV. třída	silně znečištěná voda
V. třída	velmi silně znečištěná voda

LC5 = minimální letální koncentrace tj. koncentrace látky, ve které uhyne 5 % jedinců ze zkoumané skupiny po působení látky po dobu 48 hodin.

LC50 = letální koncentrace tj. koncentrace látky, ve které uhyne 50 % jedinců ze zkoumané skupiny po působení látky po dobu 48 hodin.

poznámky k amoniaku

- signalizuje znečištění odpadními vodami, případně silný pokles koncentrace kyslíku
- povrchové vody desetiny až setiny mg/l, splaškové vody jednotky až desítky mg/l

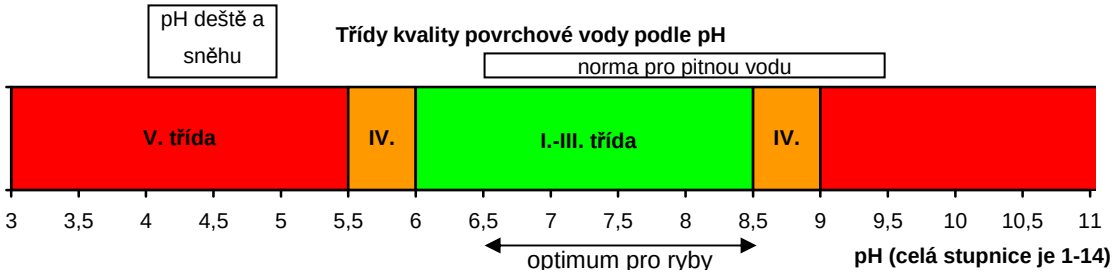
Stanoviště 2.:

1. pH

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se, že rozumíte
2. Vezměte dvě vialky se štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku. Použitou vodu pak vylijte do odpadní nádoby označené jako „čistý vzorek“.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny přidejte 2 kapky činidla pH-1 (lahvička s činidlem má kapátko) a zavřenou protřepejte.
6. Počkejte 1 minutu
7. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně s prázdnými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od oranžové k modré. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
8. Výsledek zapište a podle následující tabulky stanovte třídu kvality vody.
9. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
10. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.

tabulka tříd povrchové vody



Tabulka tříd povrchové kvality vody		
číslo	název	co to zhruba znamená
I. třída	velmi čistá voda	voda je pitná
II. třída	čistá voda	voda je pitná po úpravě
III. třída	znečištěná voda	voda je použitelná pro průmysl
IV. třída	silně znečištěná voda	voda je omezeně použitelná pro průmysl
V. třída	velmi silně znečištěná voda	voda je nepoužitelná

poznámky k pH

- pH se v povrchových vodách snižuje kvůli srážkám („kyselé deště“), které mají pH 4–5.
- V povrchových vodách se udržuje neutrální pH (kolem 7) díky dostatku hydrogenuhličitanu vápenatého a dalších pufračních mechanismů.
- pH povrchových vod klesá zejména při tání sněhu, kdy se do vod dostává mnoho nahromaděných škodlivin ze srážek
- pH se také může snižovat přísunem kyselých odpadních vod
- pH ovlivňuje toxicitu ostatních látek např. amoniaku

2. fosfáty PO_4

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že rozumíte
2. Všechny vzorky je třeba nejprve přefiltrovat – k tomu slouží další sada sklenic, nálevky a filtrační papíry.
3. Vezměte dvě vialky se štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku a použitou vodu vylijte do odpadní nádoby označené jako „čistý vzorek“.
4. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
5. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
6. Do vialky označené písmeny přidejte 5 kapek činidla PO_4-1 a zavřenou protřepejte.

7. Přidejte 1 lžičku činidla PO_4-2 (lžička je pod uzávěrem lahvičky, měla by být bez „kopečku“), zavřete nádobku a protřepávejte do rozpuštění.
8. Počkejte 2 minuty.
9. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na bílém místě a vialka se slepým vzorkem na některém modrém terčíku. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
10. Koncentrace a odpovídající třídy kvality vody napište do tabulky a za skupinu přineste lektorovi.
11. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
12. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.

poznámky k fosfátům

zdroje:

může pocházet z fosforečných hnojiv, ale zejména je v odpadních vodách kvůli používání fosfátových pracích prášků

Bývá limitujícím prvkem pro růst řas a sinic, a proto při přísunu odpadních vod dochází k růstu vodního květu (řas a sinic, které produkují toxiny)

Nejvíce ho bývá v zimě, neboť rostliny ho v té době málo spotřebovávají.

Fosfáty zde nemají tabulku, neboť nepatří mezi ukazatele tříd kvality vody.

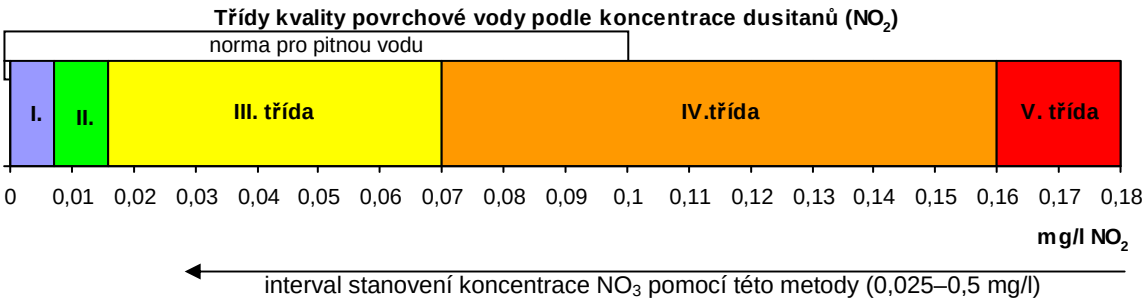
Stanoviště 3.:

1. dusitany NO_2

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte.
2. každý vezměte dvě vialky označené štítkem stejné barvy a injekční stříkačku, všechno důkladně propláchněte vodou vzorku a použitou vodu vylijte do odpadní nádoby označené jako „čistý vzorek“.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny nakapejte 5 kapek činidla NO_2-1 (lahvička s činidlem má kapátko) a zavřenou protřepejte.
6. Přidejte 1 lžičku (zarovnanou – bez „kopečku) činidla NO_2-2, zavřete nádobku a protřepávejte dokud se veškerá přidaná látka nerozpustí. Lžička je pod šedým uzávěrem lahvičky.
7. Počkejte 1 minutu
8. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně se žlutými terčíky a vialku se slepým vzorkem na stranu, kde terčíky přecházejí od žluté k oražové. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
9. Výsledek zapište a podle následujících tabulek stanovte třídu kvality vody.
10. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
11. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.
12. Výsledek zapište do tabulky.

třídy povrchové vody podle koncentrace NO_2



Tabulka tříd povrchové kvality vody		
číslo	název	co to zhruba znamená
I. třída	velmi čistá voda	voda je pitná
II. třída	čistá voda	voda je pitná po úpravě
III. třída	znečištěná voda	voda je použitelná pro průmysl
IV. třída	silně znečištěná voda	voda je omezeně použitelná pro průmysl
V. třída	velmi silně znečištěná voda	voda je nepoužitelná

poznámky k dusitanům

jsou silně toxické pro člověka i pro ostatní živočichy

při dostatku kyslíku ve vodě jsou nestálé a bývá jich tam málo.

při nedostatku kyslíku se ovšem dusičnany mění na dusitany a tak se koncentrace zvyšuje.

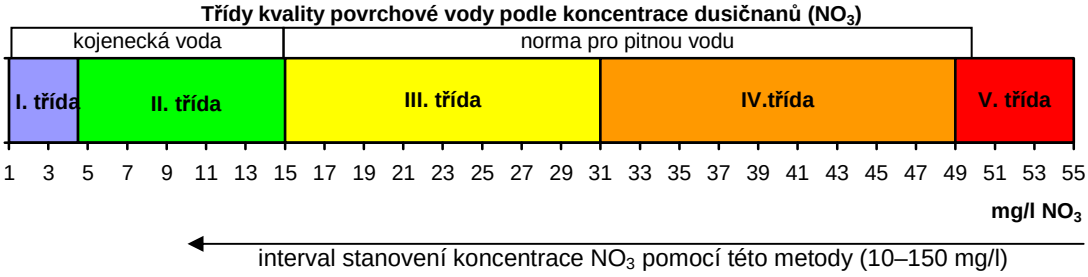
2. dusičnany NO_3

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte.
2. Každý vezměte dvě vialky označené štítkem stejné barvy, injekční stříkačku, všechno důkladně propláchněte vodou vzorku a použitou vodu vylijte do odpadní nádoby označené jako „čistý vzorek“.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny přidejte 2 lžičky (zarovnanou – bez „kopečku) z lahvičky označené NO_3-1, zavřete nádobku a po dobu jedné minuty s ní třepejte až do úplného rozpuštění. Lžička je pod zeleným uzávěrem lahvičky.
6. Počkejte 5 minut
7. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně s

prázdnými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od světlé k tmavě oranžové. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.

8. Pokud koncentrace dusitanů v předchozí analýze přesáhla hodnotu 0,5 mg/l, ovlivní výsledek měření dusičnanů. Chybu měření opravíme pomocí vzorce: A = B-1,35*C (A je správná hodnota koncentrace dusičnanů, B je naměřená hodnota koncentrace dusičnanů, C je naměřená hodnota koncentrace dusitanů).
9. Výsledek zapište do výsledkové tabulky a stejně jako minule stanovte třídu kvality vody.
10. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
11. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.
12. Výsledky za skupinu napište do tabulky a přineste lektorovi.



poznámky k dusičnanům

zdroje: dusíkatá hnojiva které splachuje déšť z polí do potoků a řek

odpadní vody z domácností

Přirozená koncentrace v povrchových vodách bývá 2 mg/l

Kvůli znečištění zejména z průmyslových hnojiv stoupají koncentrace například v podzemních vodách až 20 mg/l

Pro člověka jsou nebezpečné jen tím, že se v trávícím traktu mění na toxické dusitany

Norma pro pitnou vodu je 50 mg/l (pro kojence 15 mg/l) ovšem např. obojživelníci mají problém už s 3 mg/l

(návody pro studenty zhotovil Jiří Popelka, upravila Helena Dostálová)

PŘÍLOHA 3 Tabulky pro studenty k zapisování zjištěných hodnot při aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

tabulka pro zapisování koncentrace PO_4 [v mg/l] a pH

datum:

lokalita	koncentrace PO_4	pH	zařazení do třídy jakosti vody
tůň			
rybník Rozvišť			
Mlýnský náhon			
dešťová kanalizace			
potok Častava			

tabulka pro zapisování koncentrace NO_2^- a NO_3^- [v mg/l]

datum:

lokalita	koncentrace NO_2^-	koncentrace NO_3^-	zařazení do třídy jakosti vody
tůň			
rybník Rozvišť			
Mlýnský náhon			
dešťová kanalizace			
potok Častava			

tabulka pro zapisování koncentrace NH_4^+ [v mg/l]

datum:

lokalita	koncentrace NH_4^+	zařazení do třídy jakosti vody
tůň		
rybník Rozvišť		
Mlýnský náhon		
dešťová kanalizace		
potok Častava		

PŘÍLOHA 4: Mapy lokalit odběrů se zaznačenými místy měření

Obr. 1.: Mapa areálu Sluňákov

Obr. 2 .: Mapa okolí areálu Sluňákov

PŘÍLOHA 5 Vyhodnocení dotazníků

Otázka č. 1.: **Nadbytek sloučenin kterých dvou prvků způsobuje eutrofizaci vody?**

A) dusíku a síry B) fosforu a dusíku

C) chloru a fosforu D) dusíku a železa

Všech 27 studentů odpovědělo možnost B, což je správná odpověď.

Otázka č. 2.: **Jaký má vliv eutrofizace na organismy ve vodách? Je prospěšná nebo naopak nechtěná? Co se v eutrofních vodách změní?**

Na tuto otázku mohli studenti volně odpovídat. Studenti ve 20 případech popisovali eutrofizaci jako: *ve vodách nechtěný jev, kdy dochází nadbytkem živin k přemnožení vodních rostlin. Živiny jsou pak zpětně vodními rostlinami odčerpávány. Látky, které rostliny vylučují do vody mohou být pro ostatní organismy toxické. Rostliny také spotřebovávají větší množství kyslíku*. 4 studenti odpověděli, že eutrofizace ve vodách je: *nechtěná se špatným vlivem na organismy*. 1 student odpověděl na tuto otázku slovy: *zelená voda*. Odpověď 1 studenta byla: *fakt nevím* a 1 student napsal, že: *pro organismy je to plus; mohou se lépe množit a vyživovat; změní se barva vody, obsah látek ve vodě a čistota vody*.

Otázka č. 3.: **Jaké bylo společné odebírání vzorků z lokalit?**

A) velmi přínosné; lokality jsem viděl na vlastní oči a to mi pomohlo při hodnocení výsledků analýz

B) stačilo by vidět lokality na fotografii a na mapce

C) zbytečné; jen časové zdržení

U této otázky 14 studentů považovalo odebírání vzorků za přínosné a odpovědělo možnost A; 8 studentům by stačilo vidět lokality jen na fotografii či mapce a odpovědělo možnost B; možnost C zvolili 4 studenti a tudíž se jim odběr vzorků zdál zbytečný; 1 student neuvedl žádnou možnost.

Otázka č. 4.: **Jaká byla prezentace o chemismu vody?**

A) zajímavá, srozumitelná

B) zajímavá, ale příliš dlouhá

C) hodně věcem jsem nerozuměl

D) zbytečná, nedozvěděl jsem se nic nového

Možnost A, tedy že prezentace byla zajímavá srozumitelná, zvolilo 13 studentů; možnost B zvolilo 7 studentů, kterým se zdála být prezentace zajímavá, ale příliš dlouhá; 2 studenti hodně věcem v prezentaci nerozuměli a zvolili možnost C; 4 studentům se zdála prezentace zbytečná a nic nového se nedozvěděli; 1 student nezvolil žádnou možnost.

Otázka č. 5.: **Co se vám líbilo? (můžete zakroužkovat i více možností)**

A) odběr vzorků vody

B) prezentace o chemismu vody

C) chemické analýzy

D) ukázka vodních živočichů

E) závěrečné vyhodnocení

Při hodnocení části aktivity, která studenty nejvíce zaujala byla možnost D, tedy ukázka vodních živočichů vybrána 19 studenty; o dva studenty méně, tedy 17 studentů, vybralo jako zajímavou část chemických analýz a zvolilo možnost C; podstatně méně se pak líbily ostatní části. Možnost A zvolilo 5 studentů, možnost B zvolilo také 5 studentů; závěrečné hodnocení v možnosti E se líbilo pouze 1 studentovi.

Otázka č. 6.: **Návod k analýzám byl:**

A) srozumitelný, věděl jsem, co mám dělat

B)* méně srozumitelný, musel jsem se zeptat kamaráda, co mám dělat

C)* málo srozumitelný, musel jsem se zeptat lektora, co mám dělat

*(u odpovědi B a C: konkrétně jsem nerozuměl:…….....……)

U této otázky odpovědělo 26 studentů shodně možnost A, tedy že návod k analýzám se jim zdál srozumitelný a věděli co mají dělat. 1 student nezvolil žádnou možnost.

Otázka č. 7.: **Analýzy vzorků mě:**

A) bavily, byly snadné

B) zaujaly, ale byly příliš složité

C) nebavily, nezapojil jsem se

Možnost A zvolilo 20 studentů a analýzy je tedy bavily a zdály se jim snadné; 2 studenty analýzy sice zaujaly, ale byly pro ně příliš složité a zvolili proto možnost B; možnost C, tedy že mě analýzy vzorků nebavily a nezapojil jsem se, zvolili 4 studenti a 1 student si upravil možnost A na odpověď: *nebavily, byly snadné.*

Otázka č. 8.: **Ukázka vodních živočichů mě:**

A) bavila; většinu živočichů jsem znal
B) zaujala; dozvěděl jsem se nové věci a viděl jsem živočichy naživo
C) nebavila; nezapojil jsem se

U této otázky zvolili možnost A pouze 2 studenti a 1 student spolu s možností A zvolil i možnost B; nejvíce studentů (22) zvolilo možnost B a 2 studenty tato část aktivity nebavila, a proto zvolili možnost C.

Otázka č. 9.: **Konečné zhodnocení analýz vysvětlením a pomocí grafů bylo:**

A) zajímavé; mohl jsem porovnat výsledky své s ostatními ze skupiny a s dřívějším měřením
B) nezajímavé; nudil jsem se
C) jiné ***(napiš vlastní postřeh**……..**)***

Konečné zhodnocení se zdálo zajímavé 13 studentům, kteří zvolili možnost A; nezajímavé bylo zhodnocení pro 4 studenty, kteří zvolili možnost B; zbylých 10 studentů mělo na zhodnocení jiný názor. Konkrétně pěti z těchto deseti studentů se zdály nepřehledné a zmatené grafy; jeden student odpověděl, že zhodnocení moc nepochopil; jednomu studentu se zdály být výsledky neprůkazné; jeden student označil zhodnocení za nudné naopak jiný jeden student označil zhodnocení slovem super. Poslední student označil zhodnocení za trošku zmatené.

PŘÍLOHA 6 Fotografie ze zkoušení aktivity Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

Obr. 3.: Studenti provádějí chemické analýzy

Obr. 4.: Studenti poslouchají závěrečné zhodnocení lektora

Obr. 5.: Studenti pozorují vodní živočichy

Obr. 6.: Studenti vyplňují dotazníky o průběhu aktivity

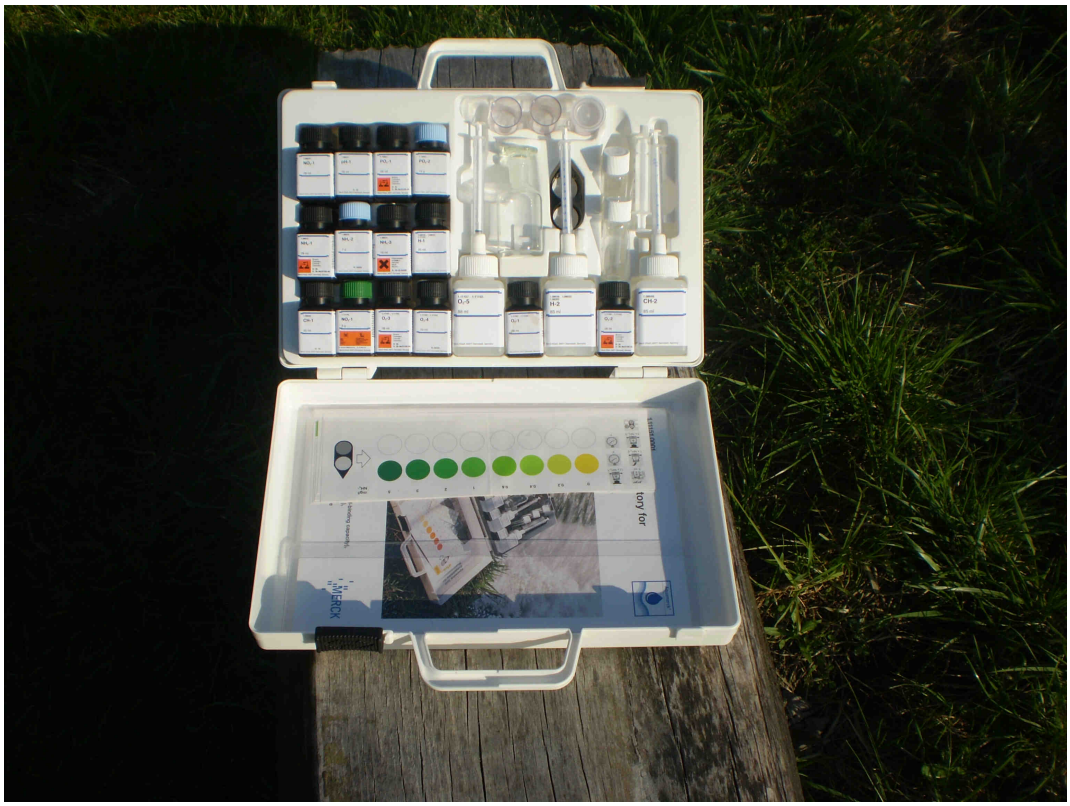
PŘÍLOHA 7 Fotografie pomůcek pro aktivitu Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

Obr. 7.: Srovnávací vialky označené počátečními písmeny z názvů lokalit

Obr. 8.: Odběrové nádoby pro pět lokalit

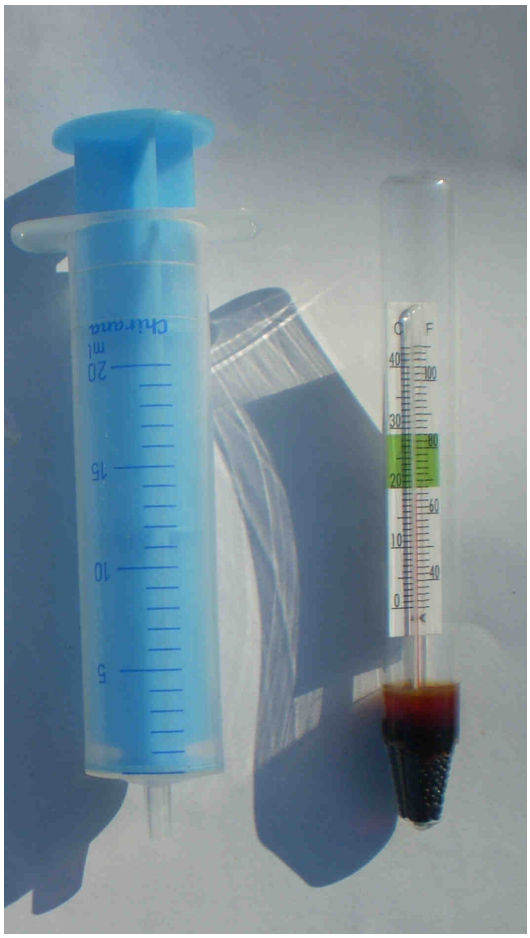
Obr. 9.: Nádoby sloužící k odlití vzorku z odběrových nádob na každé stanoviště

Obr. 10.: Odpadní nádoby na vodu používanou při chemických analýzách



Obr. 11.: Kompaktní laboratorní sada Aquamerck od firmy Merck

Obr. 12.: Srovnávací stupnice pro dusitany, dusičnany, amoniak, pH a fosforečnany

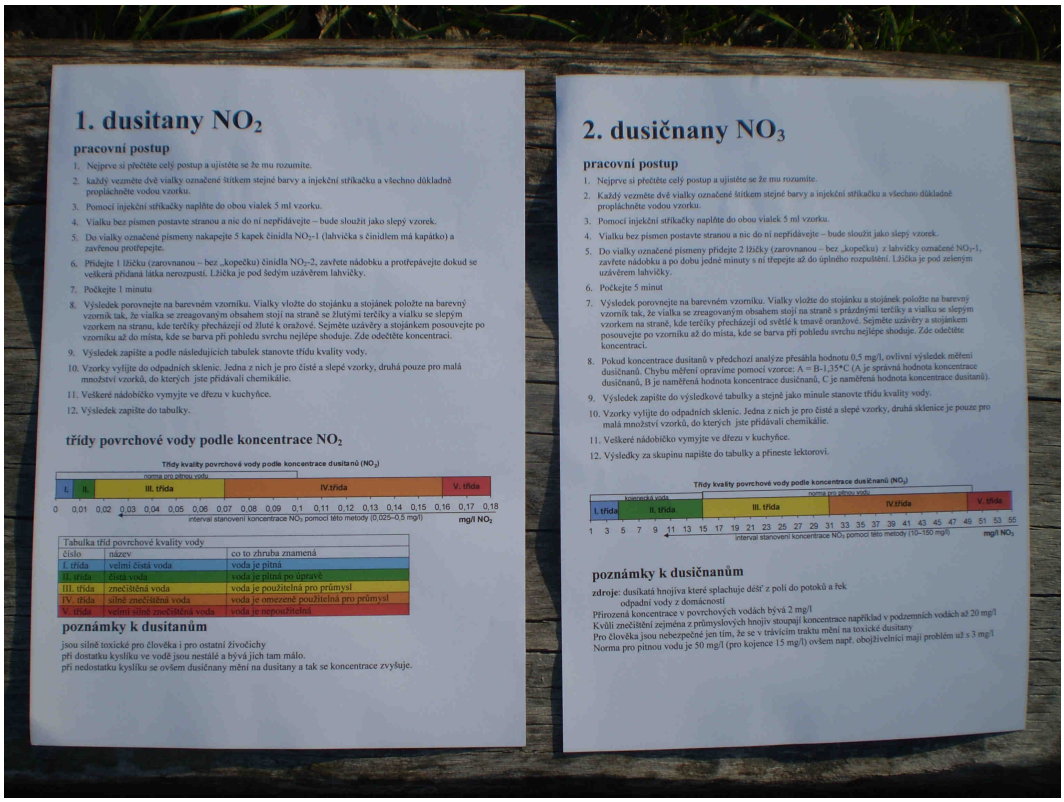


Obr. 13.: Injekční stříkačka pro přesné odměření objemu vzorků a teploměr

Obr. 14.: Destilovaná voda pro ředění vysokých koncentrací, nálevka a filtrační papír

Obr. 15.: Cedule s názvy stanovišť, které se umísťují na stanoviště při chemických analýzách

Obr. 16.: Cedule s názvy stanovišť, které se umísťují na stanoviště při chemických analýzách



1. dusitany NO_2

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte.
2. každý vezměte dvě vialky označené štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny nakapejte 5 kapek činidla NO_2-1 (lahvička s činidlem má kapátko) a zavřenou protřepejte.
6. Přidejte 1 lžičku (zarovnanou – bez „kopečku) činidla NO_2-2, zavřete nádobku a protřepávejte dokud se veškerá přidaná látka nerozpustí. Lžička je pod šedým uzávěrem lahvičky.
7. Počkejte 1 minutu
8. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně se žlutými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od žluté k oranžové. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
9. Výsledek zapište a podle následujících tabulek stanovte třídu kvality vody.
10. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
11. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.
12. Výsledek zapište do tabulky.

třídy povrchové vody podle koncentrace NO_2

Třídy kvality povrchové vody podle koncentrace dusitanů (NO_2)

norma pro pitnou vodu

I. | II. | III. třída | IV.třída | V. třída

0 0,01 0,02 0,03 0,04 0,05 0,06 0,07 0,08 0,09 0,1 0,11 0,12 0,13 0,14 0,15 0,16 0,17 0,18

interval stanovení koncentrace NO_2 pomocí této metody (0,025–0,5 mg/l)

mg/l NO_2

Tabulka tříd povrchové kvality vody		
číslo	název	co to zhruba znamená
I. třída	velmi čistá voda	voda je pitná
II. třída	čistá voda	voda je pitná po úpravě
III. třída	znečištěná voda	voda je použitelná pro průmysl
IV. třída	silně znečištěná voda	voda je omezeně použitelná pro průmysl
V. třída	velmi silně znečištěná voda	voda je nepoužitelná

poznámky k dusitanům

jsou silně toxické pro člověka i pro ostatní živočichy
při dostatku kyslíku ve vodě jsou nestálé a bývá jich tam málo.
při nedostatku kyslíku se ovšem dusičnany mění na dusitany a tak se koncentrace zvyšuje.

2. dusičnany NO_3

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte.
2. Každý vezměte dvě vialky označené štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny přidejte 2 lžičky (zarovnanou – bez „kopečku) z lahvičky označené NO_3-1, zavřete nádobku a po dobu jedné minuty s ní třepejte až do úplného rozpuštění. Lžička je pod zeleným uzávěrem lahvičky.
6. Počkejte 5 minut
7. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně s prázdnými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od světlé k tmavě oranžové. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
8. Pokud koncentrace dusitanů v předchozí analýze přesáhla hodnotu 0,5 mg/l, ovlivní výsledek měření dusičnanů. Chybu měření opravíme pomocí vzorce: A = B-1,35*C (A je správná hodnota koncentrace dusičnanů, B je naměřená hodnota koncentrace dusičnanů, C je naměřená hodnota koncentrace dusitanů).
9. Výsledek zapište do výsledkové tabulky a stejně jako minule stanovte třídu kvality vody.
10. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
11. Veškeré nádobíčko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.
12. Výsledky za skupinu napište do tabulky a přineste lektorovi.

Třídy kvality povrchové vody podle koncentrace dusičnanů (NO_3)

koncová voda | norma pro pitnou vodu

I. třída | II. třída | III. třída | IV.třída | V. třída

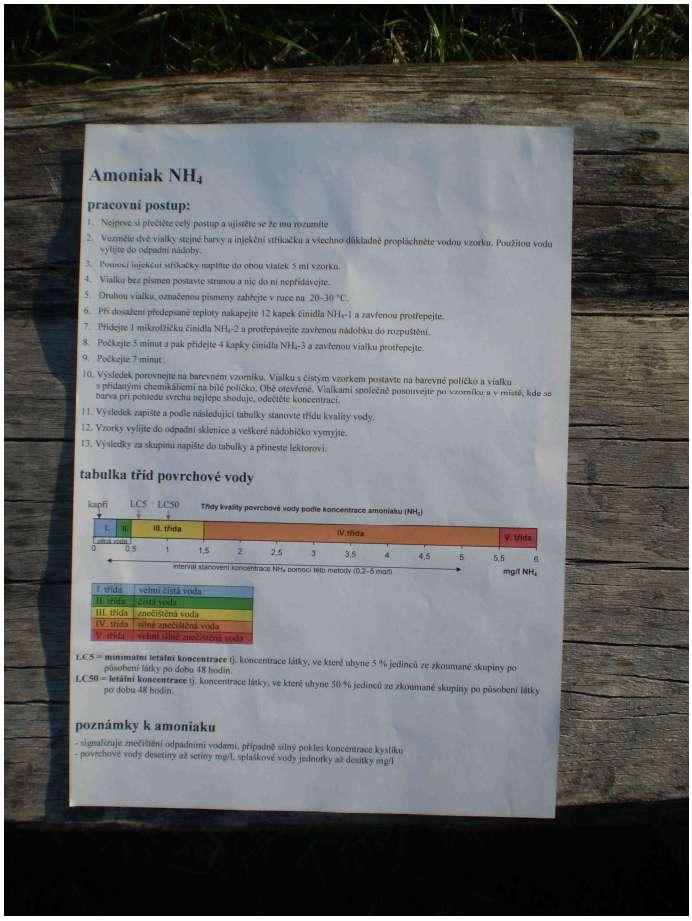
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 49 51 53 55

interval stanovení koncentrace NO_3 pomocí této metody (10–150 mg/l)

mg/l NO_3

poznámky k dusičnanům

zdroje: dusíkatá hnojiva které splachuje déšť z polí do potoků a řek
odpadní vody z domácností
Přirozená koncentrace v povrchových vodách bývá 2 mg/l
Kvůli znečištění zejména z průmyslových hnojiv stoupají koncentrace například v podzemních vodách až 20 mg/l
Pro člověka jsou nebezpečné jen tím, že se v trávicím traktu mění na toxické dusitany
Norma pro pitnou vodu je 50 mg/l (pro kojence 15 mg/l) ovšem např. obojživelníci mají problém už s 3 mg/l



Amoniak NH_4

pracovní postup:

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že mu rozumíte
2. Vezměte dvě vialky stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku. Použitou vodu vylijte do odpadní nádoby.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte.
5. Druhou vialku, označenou písmeny zahřejte v ruce na 20–30 °C.
6. Při dosažení předepsané teploty nakapejte 12 kapek činidla NH_4-1 a zavřenou protřepejte.
7. Přidejte 1 mikrolžičku činidla NH_4-2 a protřepávejte zavřenou nádobku do rozpuštění.
8. Počkejte 5 minut a pak přidejte 4 kapky činidla NH_4-3 a zavřenou vialku protřepejte.
9. Počkejte 7 minut .
10. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialku s čistým vzorkem postavte na barevné políčko a vialku s přidanými chemikáliemi na bílé políčko. Obě otevřené. Vialkami společně posouvejte po vzorníku a v místě, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje, odečtěte koncentraci.
11. Výsledek zapište a podle následující tabulky stanovte třídu kvality vody.
12. Vzorky vylijte do odpadní sklenice a veškeré nádobíčko vymyjte.
13. Výsledky za skupinu napište do tabulky a přineste lektorovi.

tabulka tříd povrchové vody

kapří | LC5 | LC50

Třídy kvality povrchové vody podle koncentrace amoniaku (NH_3)

I. | II. | III. třída | IV třída | V. třída

pitná voda

0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6

interval stanovení koncentrace NH_4 pomocí této metody (0,2–5 mg/l)

mg/l NH_4

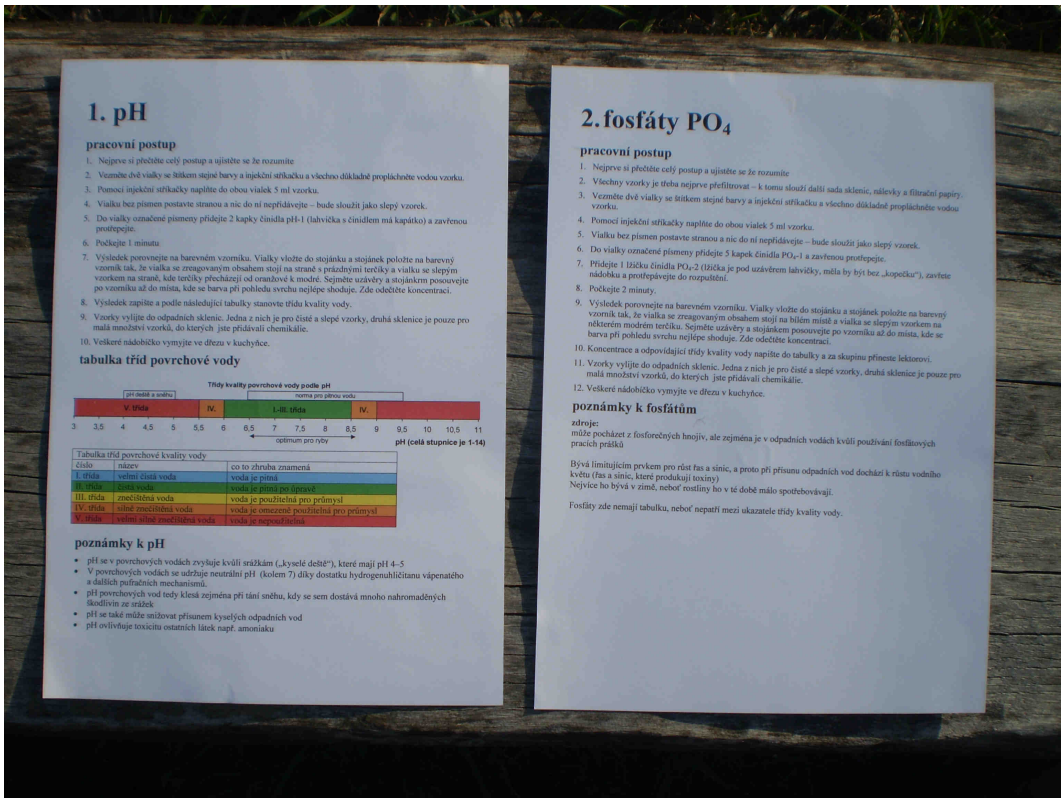
I. třída	velmi čistá voda
II. třída	čistá voda
III. třída	znečištěná voda
IV. třída	silně znečištěná voda
V. třída	velmi silně znečištěná voda

LC5 = minimální letální koncentrace tj. koncentrace látky, ve které uhyne 5 % jedinců ze zkoumané skupiny po působení látky po dobu 48 hodin.
LC50 = letální koncentrace tj. koncentrace látky, ve které uhyne 50 % jedinců ze zkoumané skupiny po působení látky po dobu 48 hodin.

poznámky k amoniaku

- signalizuje znečištění odpadními vodami, případně silný pokles koncentrace kyslíku
- povrchové vody desetiny až setiny mg/l, splaškové vody jednotky až desítky mg/l

Obr. 18.: Pracovní postup pro studenty k analýze amoniaku



1. pH

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že rozumíte
2. Vezměte dvě vialky se štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku.
3. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
4. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
5. Do vialky označené písmeny přidejte 2 kapky činidla pH-1 (lahvička s činidlem má kapátko) a zavřenou protřepejte.
6. Počkejte 1 minutu
7. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na straně s prázdnými terčíky a vialku se slepým vzorkem na straně, kde terčíky přecházejí od oranžové k modré. Sejměte uzávěry a stojánkrm posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
8. Výsledek zapište a podle následující tabulky stanovte třídu kvality vody.
9. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
10. Veškeré nádobičko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.

tabulka tříd povrchové vody

Tabulka tříd povrchové kvality vody		
číslo	název	co to zhruba znamená
I. třída	velmi čistá voda	voda je pitná
II. třída	čistá voda	voda je pitná průmyslová
III. třída	znečištěná voda	voda je použitelná pro průmysl
IV. třída	silně znečištěná voda	voda je omezeně použitelná pro průmysl
V. třída	velmi silně znečištěná voda	voda je nepoužitelná

poznámky k pH

- pH se v povrchových vodách zvyšuje kvůli srážkám („kyselé deště"), které mají pH 4–5
- V povrchových vodách se udržuje neutrální pH (kolem 7) díky dostatku hydrogenuhličitanu vápenatého a dalších pufračních mechanismů.
- pH povrchových vod tedy klesá zejména při tání sněhu, kdy se sem dostává mnoho nahromaděných škodlivin ze srážek
- pH se také může snižovat přísunem kyselých odpadních vod
- pH ovlivňuje toxicitu ostatních látek např. amoniaku

2. fosfáty PO_4

pracovní postup

1. Nejprve si přečtěte celý postup a ujistěte se že rozumíte
2. Všechny vzorky je třeba nejprve přefiltrovat – k tomu slouží další sada sklenic, nálevky a filtrační papíry.
3. Vezměte dvě vialky se štítkem stejné barvy a injekční stříkačku a všechno důkladně propláchněte vodou vzorku.
4. Pomocí injekční stříkačky naplňte do obou vialek 5 ml vzorku.
5. Vialku bez písmen postavte stranou a nic do ní nepřidávejte – bude sloužit jako slepý vzorek.
6. Do vialky označené písmeny přidejte 5 kapek činidla PO_4-1 a zavřenou protřepejte.
7. Přidejte 1 lžičku činidla PO_4-2 (lžička je pod uzávěrem lahvičky, měla by být bez „kopečku"), zavřete nádobku a protřepávejte do rozpuštění.
8. Počkejte 2 minuty.
9. Výsledek porovnejte na barevném vzorníku. Vialky vložte do stojánku a stojánek položte na barevný vzorník tak, že vialka se zreagovaným obsahem stojí na bílém místě a vialka se slepým vzorkem na některém modrém terčíku. Sejměte uzávěry a stojánkem posouvejte po vzorníku až do místa, kde se barva při pohledu svrchu nejlépe shoduje. Zde odečtěte koncentraci.
10. Koncentrace a odpovídající třídy kvality vody napište do tabulky a za skupinu přineste lektorovi.
11. Vzorky vylijte do odpadních sklenic. Jedna z nich je pro čisté a slepé vzorky, druhá sklenice je pouze pro malá množství vzorků, do kterých jste přidávali chemikálie.
12. Veškeré nádobičko vymyjte ve dřezu v kuchyňce.

poznámky k fosfátům

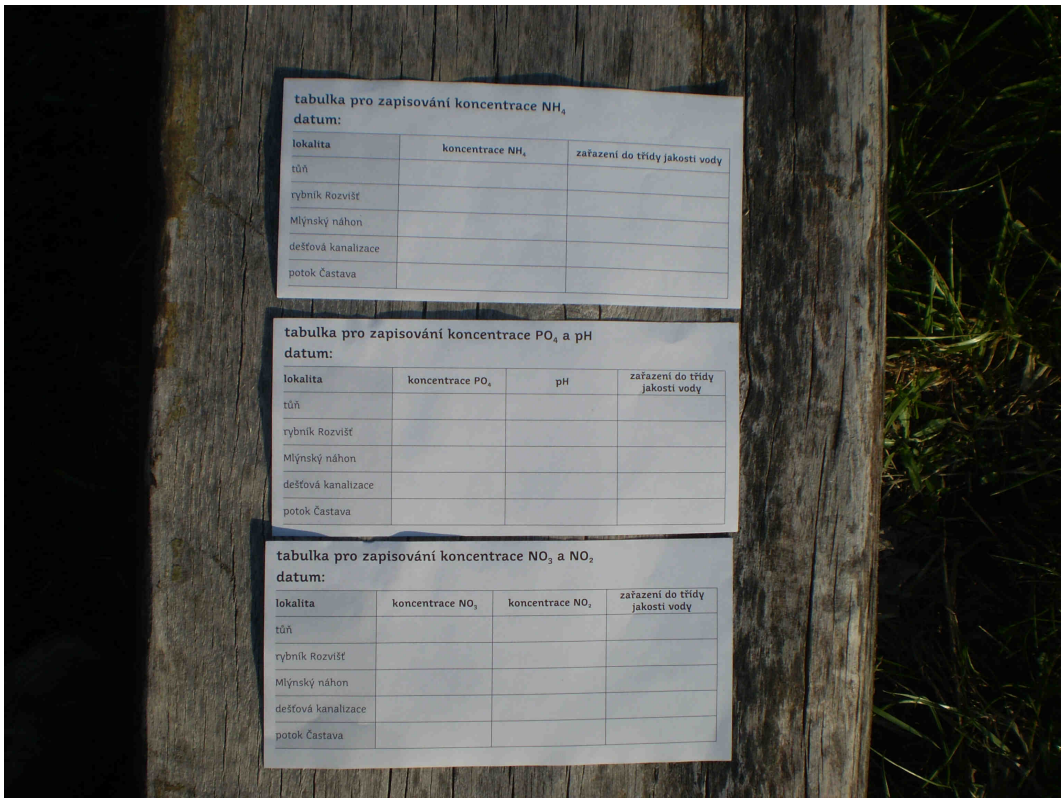
zdroje:
může pocházet z fosforečných hnojiv, ale zejména je v odpadních vodách kvůli používání fosfátových pracích prášků

Bývá limitujícím prvkem pro růst řas a sinic, a proto při přísunu odpadních vod dochází k růstu vodního květu (řas a sinic, které produkují toxiny)
Nejvíce ho bývá v zimě, neboť rostliny ho v té době málo spotřebovávají.

Fosfáty zde nemají tabulku, neboť nepatří mezi ukazatele třídy kvality vody.

Obr. 19.: Pracovní postup pro studenty k analýzám pH a fosforečnanů

Obr. 20.: Mapa lokalit, kterou dostanou studenti před odběrem vzorků



tabulka pro zapisování koncentrace NH_4
datum:

lokalita	koncentrace NH_4	zařazení do třídy jakosti vody
tůň		
rybník Rozvišť		
Mlýnský náhon		
dešťová kanalizace		
potok Častava		

tabulka pro zapisování koncentrace PO_4 a pH
datum:

lokalita	koncentrace PO_4	pH	zařazení do třídy jakosti vody
tůň			
rybník Rozvišť			
Mlýnský náhon			
dešťová kanalizace			
potok Častava			

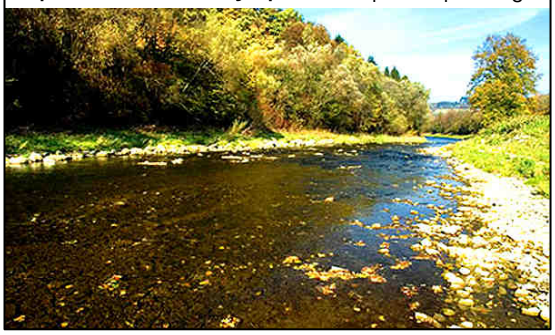
tabulka pro zapisování koncentrace NO_3 a NO_2
datum:

lokalita	koncentrace NO_3	koncentrace NO_2	zařazení do třídy jakosti vody
tůň			
rybník Rozvišť			
Mlýnský náhon			
dešťová kanalizace			
potok Častava			

Obr. 21.: Tabulky pro zapisování výsledků chemických analýz pro jednotlivá stanoviště

PŘÍLOHA 8 Ukázka prezentace o chemismu vody k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

Stanovení znečištění a kvality povrchové vody: pH, PO_4, NH_4, NO_3



proc se zabývat znečištěním vody?

1) ochrana zdroju pitné vody – podzemní i povrchové
2) Nadmerné koncentrace živin mají negativní úcinky na všechny organismy

-sladká voda = asi **3%** z celkového množství
? použitelné pro lidi je **0,015%**

Copak je na dne?

Nadbytek živin - eutrofizace fosfor (PO_4) a dusík (NO_3, NO_2 NH_4)

znecištení: bodové – odpadní vody

znecištení: plošné – splachy z polí

fosfor ve vodách

- cerpají ho vodní rostliny, zadržován ve dne nádrže
- eutrofizace (10–30 µg fosforu/l)

zdroje:
- prirozené: vyluhování z minerálu a hornin, rozkladem organismu
- umelé: hnojiva, prací prostredky, prumysl

nejvíce v zime (rozklad odumrelých organismu)
nejméne v léte (fosfor je odcerpáván rostlinami)

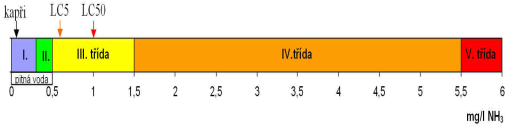
dusík ve vodách

zdroje: rozklad organismu, zemedelství, prumysl, atmosféra

formy:

NO_3<–––––––––––––––––> **NO_2** <–––––––––> **NH_3**
(dusicnany) (dusitany) (amoniak)
dostatek O_2 <–––––––––> nedostatek O_2

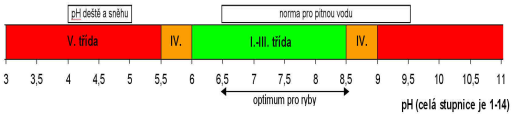
Třídy kvality vody a smrtelné dávky pro kapry (príklad amoniak – NH_3)



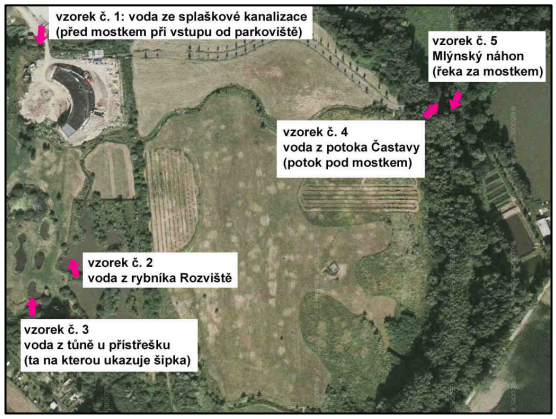
I. třída	velmi čistá voda
II. třída	čistá voda
III. třída	znečištěná voda
IV. třída	silně znečištěná voda
V. třída	velmi silně znečištěná voda

pH

- pH závisí na rovnováze H+ a OH- iontu ovlivnuje toxicitu ostatních látek



I. třída	velmi čistá voda
II. třída	čistá voda
III. třída	znečištěná voda
IV. třída	silně znečištěná voda
V. třída	velmi silně znečištěná voda



vzorek c. 1: deštová kanalizace

vzorek c. 2: rybník Rozvišt

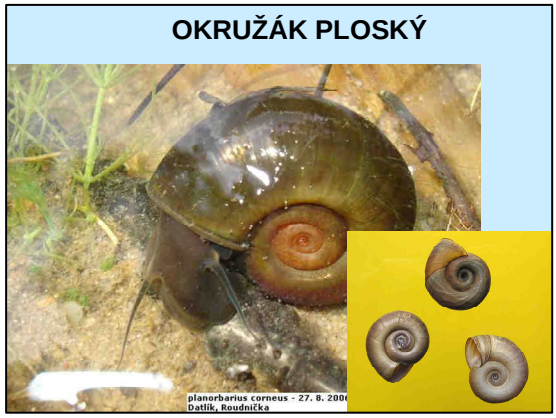
vzorek c. 3: tun u přístřešku

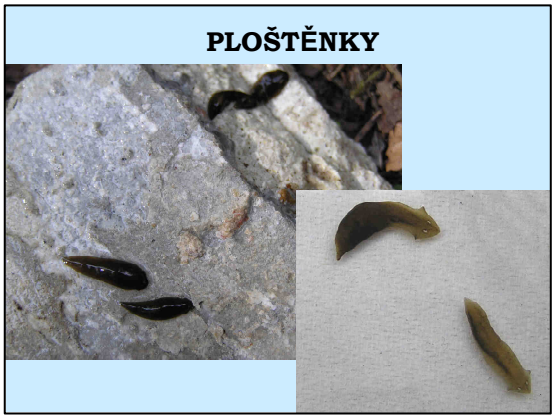
vzorek c. 4: potok Castava

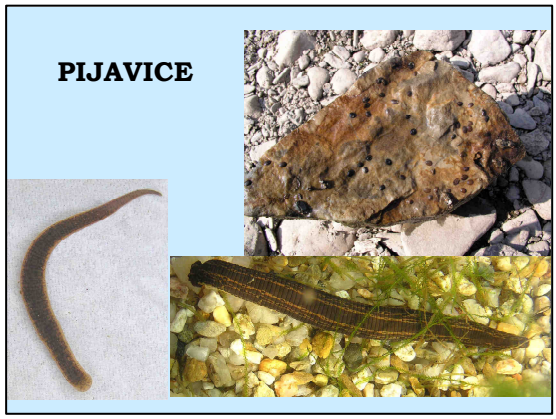
vzorek c. 5: Morava – mlýnský náhon

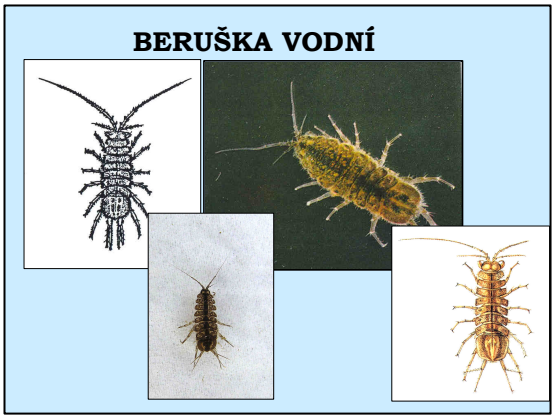
Prezentaci o chemismu vody k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě vypracoval Mgr. Jiří Popelka, upravila Helena Dostálová.

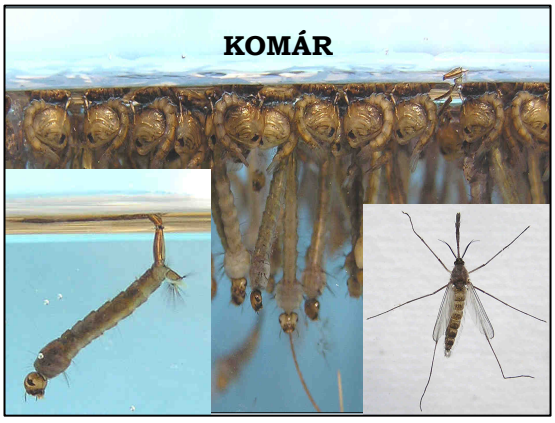
PŘÍLOHA 9 Ukázka prezentace o vodních živočiších k aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

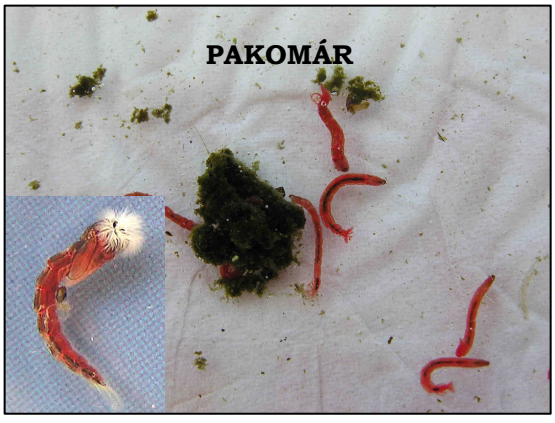


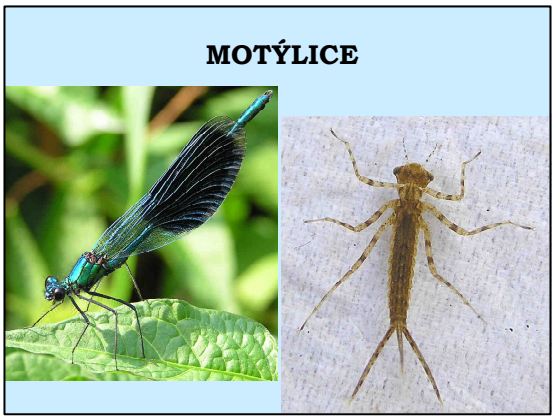


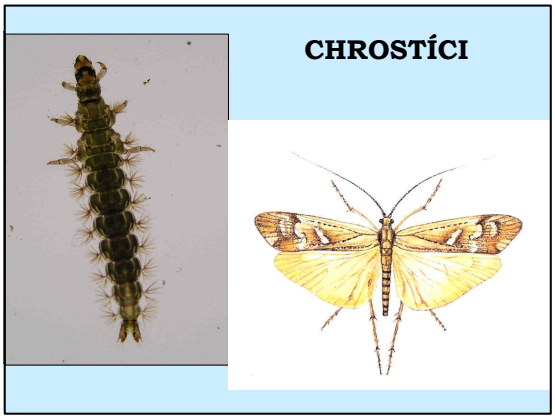


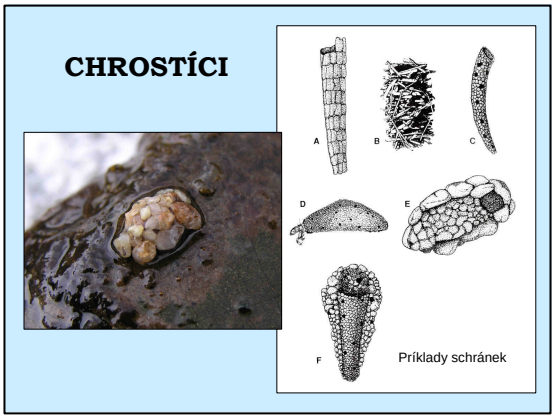


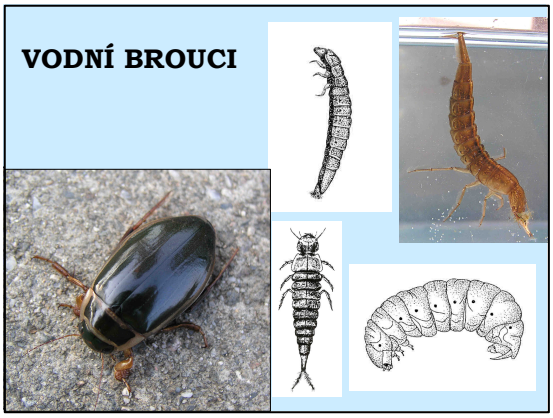


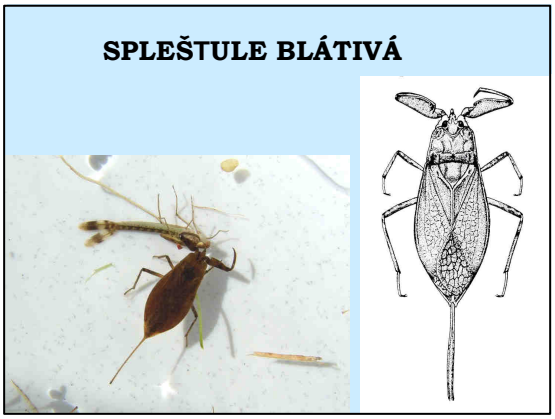


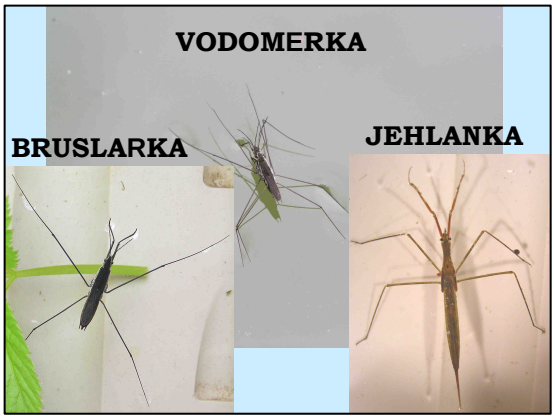






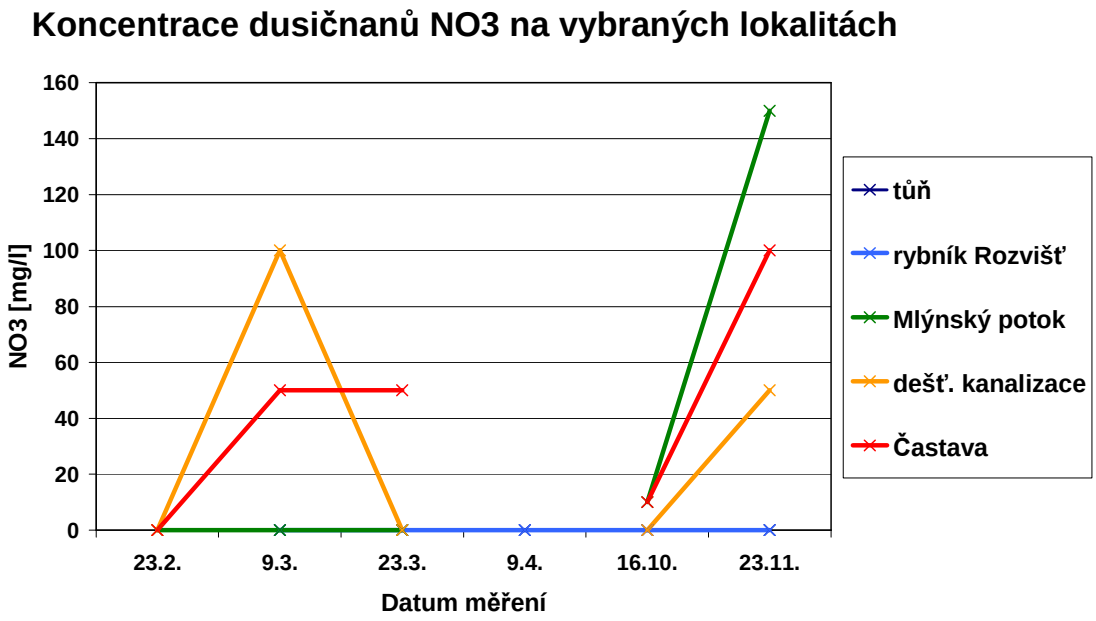


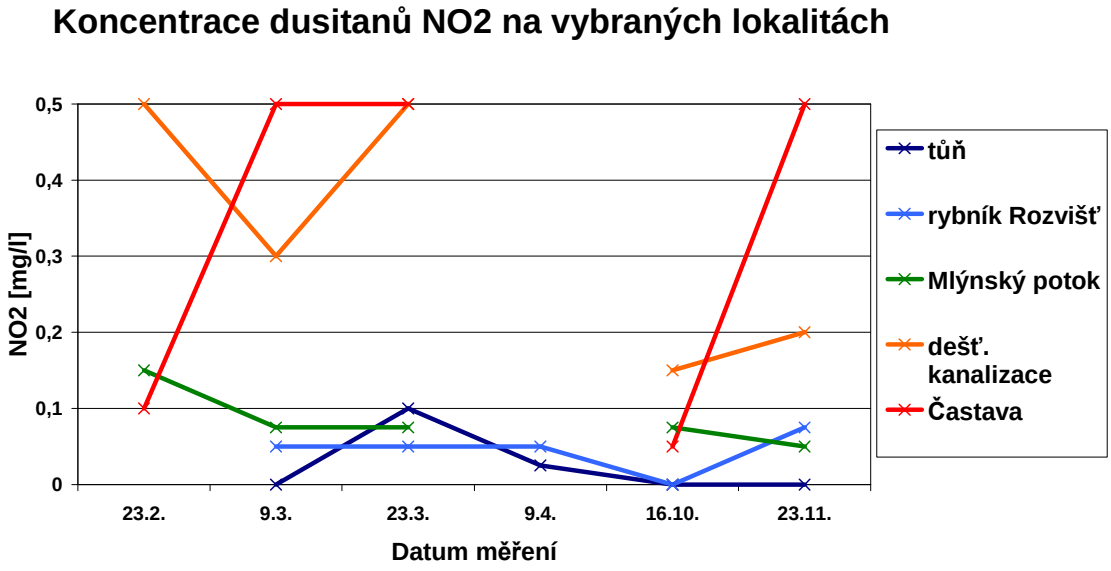




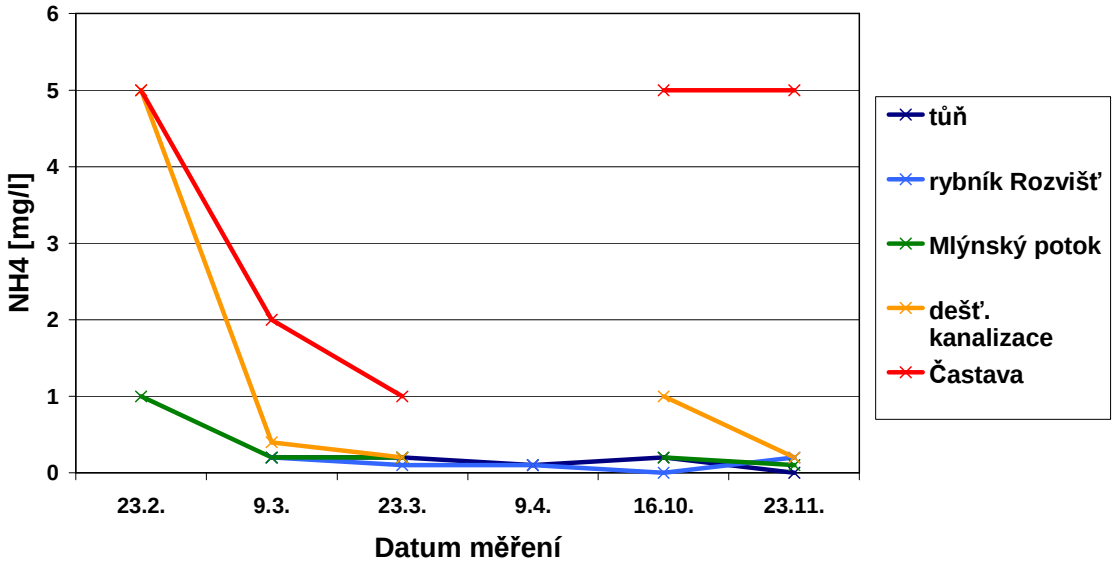
Prezentaci o vodních živočiších k výukovému programu Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě vypracovala Mgr. Helena Nováčková.

PŘÍLOHA 10 Ukázka grafů používaných v aktivitě Malá výprava do tajů chemie a života ve vodě

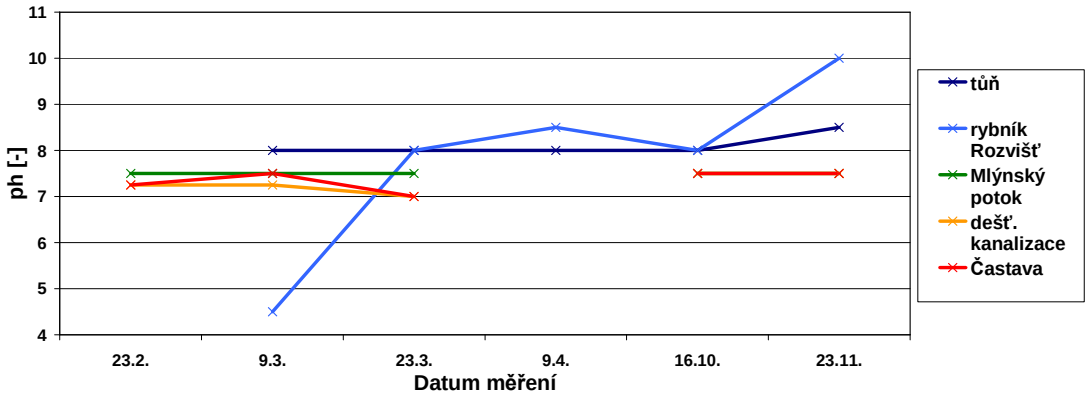




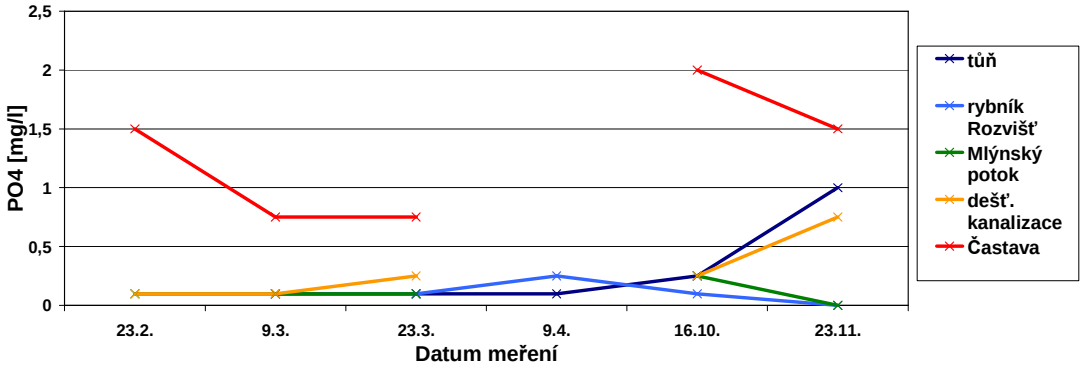
Koncentrace amoniaku NH4 na vybraných lokalitách



Hodnota pH na vybraných lokalitách



Koncentrace fosforečnanů PO4 na vybraných lokalitách



Grafy vypracoval Mgr. Jiří Popelka, upravila Helena Dostálová.

PŘÍLOHA 11 Hodnotící tabulka pro EVP

HODNOTICÍ TABULKA PRO EVP

(vytvořená pro vnitřní potřebu SSEV Pavučina, nedílnou součástí je manuál k použití hodnotící tabulky)

Datum:	Hodnotící (pracovní) pozice:
Název programu:	Škola:
Pracoviště:	Ročník:
Lektor:	Počet žáků:

Sledovaná oblast	Kritéria hodnocení	Škála hodnocení				Doplňující připomínky
Plánování a příprava EVP	1 Formulace cílů EVP (vhodná formulace, environmentální rozměr)	4	3	2	1	
	2 Promyšlený systém hodnocení dosažení svých cílů	4	3	2	1	
	3 Písemná podoba EVP	4	3	2	1	
Obsah EVP	4 Odborná správnost a aktuálnost	4	3	2	1	
	5 Obsah adekvátní věku účastníků, cílům, tématu a délce EVP	4	3	2	1	
	6 Důraz na souvislosti a řešení problémů ŽP	4	3	2	1	
	7 Návaznost na vzdělávací standardy	4	3	2	1	
Metody a formy EVP	8 Metody adekvátní věku účastníků, cílům, tématu a délce EVP	4	3	2	1	
	9 Využívání aktivizujících a interaktivních metod	4	3	2	1	
	10 Skupinová práce	4	3	2	1	
	11 Přímý kontakt s přírodou, přírodninami	4	3	2	1	
	12 Praktické činnosti	4	3	2	1	
Příhodné podmínky	13 Kvalitní učební pomůcky	4	3	2	1	
	14 Příznivé prostředí	4	3	2	1	
Účinnost motivace	15 Soulad mezi sdělovanými postoji a chováním lektora v průběhu programu	4	3	2	1	
	16 Propojení teorie a praxe	4	3	2	1	
	17 Využití znalostí, dovedností a zkušeností účastníků	4	3	2	1	
Interakce a komunikace	18 Představení střediska, lektorů a programu	4	3	2	1	
	19 Ujasnění pravidel chování a komunikace mezi lektory a účastníky	4	3	2	1	
	20 Navození a podpora vzájemné komunikace (včetně rozvoje schopnosti naslouchat druhému)	4	3	2	1	
	21 Podpora spolupráce	4	3	2	1	
	22 Prostor a podpora vyjádřit názor, nápad	4	3	2	1	
	23 Ujasnění role učitele při EVP včetně žádosti o zpětnou vazbu	4	3	2	1	
	24 Vnímavost situace a bezpečná atmosféra	4	3	2	1	
Zpětná vazba	25 Kladná zpětná vazba na aktivity účastníků související s programem	4	3	2	1	
	26 Závěrečná reflexe / opakování (dle použité metodiky) s aktivní účastí přítomných	4	3	2	1	
Vystupování lektora	27 Pohyb a výrazové prostředky lektora	4	3	2	1	
	28 Kultivovaný projev lektora (mluva, hlas, písemný projev)	4	3	2	1	
Struktura EVP a jiné	29 Realizovaná struktura EVP (např. cíl, motivace, činnosti, závěr)	4	3	2	1	
	30 Dosažení cílů	4	3	2	1	
Doplňující komentáře	31 Doplňující komentář k programu	volná odpověď				
	32 Doplňující komentář k lektorovi	volná odpověď				