

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie a environmentálních studií

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Projektové vyučování zoologie obratlovců na II. stupni základních škol  
Project based learning of vertebrate zoology at lower secondary schools

Veronika Becková

Vedoucí práce: Ing. Jan Andreska, PhD.  
Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)  
Studijní obor: B BI-CH

2020

Odevzdáním této bakalářské práce na téma „Projektové vyučování zoologie obratlovců na II. stupni základních škol“ potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Místo a datum odevzdání práce

V Jílovém u Prahy, dne 21.7.2020

Ráda bych poděkovala Ing. Janu Andreskovi, PhD. za jeho pomoc a rady při tvorbě této práce a dále pak mému kolegovi Mgr. Janu Vrtiškovi, který mě zasvětil do badatelské výuky a jeho entusiasmus je pro mě velkou inspirací.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá projektovou výukou zoologie obratlovců na 2. stupni základních škol. Zprvu nastiňuje důvody nezájmu žáků o předměty přírodovědného zaměření a pokouší se najít východisko, jak žákům výuku přírodopisu zatraktivnit prostřednictvím badatelsky orientovaných metod a projektové výuky. Projektové vyučování i badatelsky orientovaná výuka jsou metody aktivizující žáky a zvyšují jejich motivaci se přírodovědnými předměty zabývat. Pro efektivní přírodovědné vyučování je podstatné používat výukové metody, které jsou založeny na vlastním pozorování a experimentování, vyhledávání a zpracování získaných informací a žáci jsou v nich aktivně zapojeni do procesu poznávání různých faktů a zákonitostí. Tyto způsoby výuky mají své kořeny v empirismu, senzualismu a racionalismu. Mění se i role učitele, který se stává jakýmsi průvodcem ve vyučovacím procesu a nechává žáky samostatně pracovat na zvoleném tématu. Kromě vytyčení a vysvětlení základních pojmů jako inquiry-based instruction předkládá též tato práce návod na zpracování samostatné badatelské lekce od formulace hypotézy, plánování a provedení pokusu až po vyhodnocení dat a vyvození závěru. Uvádí konkrétní příklady z praxe, které zohledňují tyto zásady práce se žáky. Jednotlivé lekce zpracovávají kapitoly z výuky zoologie obratlovců v 7. a 8. ročníku a dotýkají se tematických celků jako zimní pozorování ptáků na řece či školní zahradě, výskyt obojživelníků v přilehlých lokalitách nebo mapují výskyt bobra evropského na Vltavě.

## **Klíčová slova**

badatelsky orientované vyučování, projektové vyučování, zoologie obratlovců, ochrana přírody

## **Abstract**

This work deals with project teaching of vertebrate zoology at the 2nd level of primary schools. First, it outlines the reasons for students' lack of interest in science subjects and tries to find a way to make teaching science more attractive to students through research-oriented methods and project-based teaching. Project-based teaching and enquiry based science education are methods that activate pupils and increase their motivation to engage in science subjects. For effective science teaching, it is essential to use teaching methods that are based on self-observation and experimentation, search and processing of acquired information, and students are actively involved in the process of learning about various facts and laws. These teaching methods have their roots in empiricism, sensualism and rationalism. The role of the teacher is also changing, who becomes a kind of guide in the teaching process and lets the students work independently on the chosen topic. In addition to setting out and explaining

basic concepts such as inquiry-based instruction, this work also presents instructions for elaborating a separate research lesson from hypothesis formulation, planning and execution of the experiment to data evaluation and drawing conclusions. It gives concrete examples from practice that take into account these principles of working with students. The individual lessons elaborate chapters from the teaching of vertebrate zoology in the 7th and 8th year at lower secondary school and touch on thematic units such as winter bird watching on the river or school garden, the occurrence of amphibians in adjacent localities or map the occurrence of european beaver on the Vltava.

**Key words**

enquiry based science education, project based learning, vertebrate zoology, nature conservation

## Obsah

1	Úvod .....	8
2	Důvody poklesu zájmu o studium přírodovědných oborů .....	9
3	Badatelsky orientovaná výuka.....	12
3.1	Kořeny badatelsky orientované výuky .....	12
3.2	Vymezení a rozbor pojmu „Badatelsky orientovaná výuka“ .....	13
3.3	Typy bádání .....	14
3.3.1	Potvrzující bádání (confirmation inquiry).....	14
3.3.2	Strukturované bádání (structured inquiry) .....	14
3.3.3	Nasměřované bádání (guided inquiry) .....	14
3.3.4	Otevřené bádání (open inquiry) .....	14
4	Projektová výuka .....	16
5	Motivace žáků k učení .....	17
5.1	Motivace žáka.....	17
5.2	Učení venku .....	17
5.3	Bariéry venkovního učení .....	18
6	BOV z hlediska žáka a učitele .....	20
6.1	BOV a dovednosti žáka .....	20
6.2	Kroky badatelského postupu.....	21
6.2.1	Motivace a výběr výzkumné otázky .....	21
6.2.2	Formulace hypotézy .....	21
6.2.3	Plánování a průběh pokusu, vyhodnocení .....	23
6.2.4	Formulace závěrů a jejich prezentace .....	24
6.2.5	Jak si sestavit vlastní badatelskou lekci? .....	26
7	Příklady z praxe.....	28
7.1	Pozorování vodních ptáků.....	28
7.2	Pozorování ptáků na školní zahradě.....	34
7.3	Rozšíření bobra evropského a určování pobytových stop .....	35
7.3.1	Historický vývoj a rozšíření bobra evropského na našem území .....	35
7.3.2	Návrat bobra evropského.....	36
7.3.3	Aktuální výskyt bobra v ČR .....	37

7.3.4	Vzhled a morfologie bobra evropského .....	38
7.3.5	Způsob života.....	38
7.3.6	Jak poznat, že je lokalita osídlena bobrem?.....	38
7.4	Pozorování obojživelníků.....	40
7.4.1	Výběr lokalit v blízkém okolí s výskytem obojživelníků.....	40
7.4.2	Pozorování obojživelníků.....	42
7.4.3	Ekologie a rozšíření vybraných druhů obojživelníků .....	43
7.4.4	Pozorování obojživelníků ve vybraných lokalitách.....	52
8	Závěr .....	54
9	Seznam použitých informačních zdrojů .....	55

# 1 Úvod

Biologie/přírodopis se oproti jiným předmětům vyznačuje jistými odlišnostmi a jinými nároky na prezentaci učiva žákům. Je to jednak zvýšené užívání názornosti, práce s přírodninami, využívání živého nebo preparovaného materiálu, práce v terénu atd. I když základní výukovou jednotkou byla, a stále je vyučovací hodina, ve vyšší míře se zde uplatňují alternativní výukové metody, které upřednostňují větší aktivizaci žáků v učebním procesu.

Pro efektivní přírodovědné vzdělávání je podstatné preferovat výukové metody, které jsou založené především na vlastním pozorování, měření, experimentování a hodnocení reálných dějů, objektů či stavů, na vizualizaci a modelování a na aktivním vyhledávání a zpracovávání informací žákem. Charakterem takto pojatého vzdělávání není osvojení si již hotových poznatků, které jsou žákovi s využitím moderních didaktických prostředků v různé podobě předkládány (I. Semrádová v této souvislosti hovoří o tzv. „instantním věděni“, které dostávají žáci a studenti ve velkých kvantech a v hotové podobě), ale vytváření vhodných situací, které žákovi umožní nové skutečnosti samostatně objevovat a na poznání se aktivně podílet. Jedním z východisek této problematiky může být využití badatelsky orientované výuky nebo projektového vyučování coby výukových metod.

Klasická transmisivní výuka a frontální metody vyučování zejména přírodovědných předmětů v dnešní době žáky příliš nezaujmu. Důkazem této skutečnosti je uvádající zájem žáků o přírodovědné vzdělávání a zhoršování výsledků vzdělávání.



## 2 Důvody poklesu zájmu o studium přírodovědných oborů

Jak už bylo řečeno v úvodu, přírodovědné předměty se poslední dobou potýkají s úpadkem zájmu ze stran studentů. Následující kapitola se podrobněji zabývá touto problematikou a blíže rozebírá důvody tohoto jevu.

Dvě zprávy, které vycházejí z plošné analýzy trendů v českém školství a výsledky výzkumů TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) a PISA (Programme for International Student Assessment) konstatují snižující se zájem o přírodovědné a technické obor „jehož průvodním jevem je, že se s přibývajícými roky školní docházky vytváří globální odmítavý, a navíc genderově posílený postoj k přírodním vědám k jako obtížným, striktně daným a náročným předmětům, a to i přesto, že jsou pokládány za zajímavé a perspektivní“<sup>9</sup> Středoškolští studenti tedy odmítají přírodovědné předměty ve větší míře než žáci na základních školách a stejně tak dívky mají ke vzdělávání v přírodovědné oblasti více negativní postoj než chlapci.

Při tom výzkum PISA v roce 2006 ukázal, že čeští žáci mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků, problémy jim ale dělá samostatné uvažování o přírodovědných problémech včetně vytváření hypotéz a hledání řešení. Škoda a Doulík (2009), kteří studovali vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání v historickém kontextu, pak doslova uvádějí:

*„Scientistické paradigma přírodovědného vzdělávání přineslo do škol vysokou míru obtížnosti přírodovědných předmětů a vysokou míru abstrakce, která byla uplatňována již v průběhu nižšího sekundárního stupně vzdělávání. Dozrání kognitivních funkcí dítěte daného věku však ještě není na takové úrovni, aby mohli žáci s takovou mírou abstrakce smysluplně pracovat. To vede k mechanickému učení faktů bez bližšího pochopení souvislostí. Na úrovni vyššího sekundárního stupně vzdělávání se zejména na gymnáziích setkáváme s rozsahem učiva, který není adekvátní ani časové dotaci přidělené pro výuku přírodovědných předmětů, ani rozvoji myšlenkových operací žáků. Tato „předimenzovanost“ osnov přetrvává do určité míry v gymnaziálním kurikulu přírodovědných předmětů dodnes.“<sup>12</sup>*

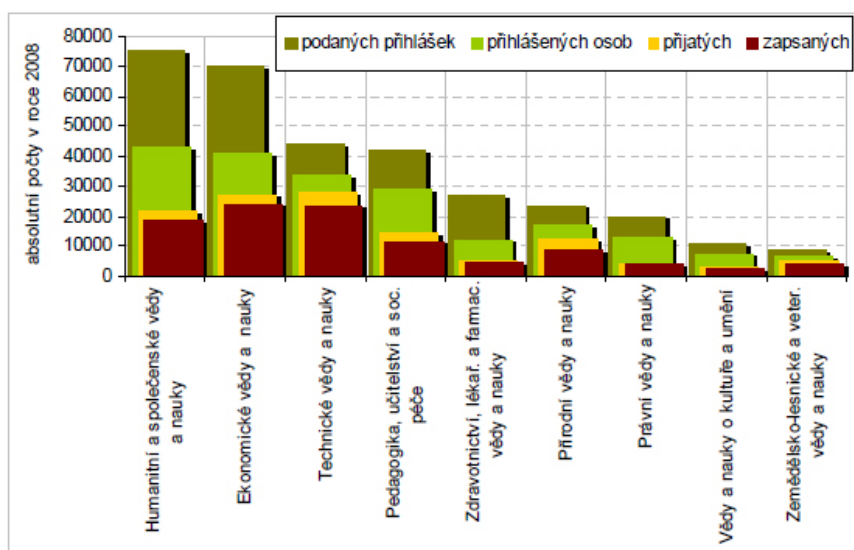
Na jednu stranu studenti považují přírodovědné předměty za zajímavé a pro život užitečné, na druhou stranu je považují obtížné a ve srovnání s ostatními je nemají moc v oblibě.

Žáci 8. tříd v roce 1995 odmítali nejvíc (odpovědi velmi nerad) shodně fyziku a chemii (17 %), matematiku (14 %), zeměpis (8 %) a **přírodopis (7 %)**. V roce 2007 byla nejvíce odmítána opět (odpovědi velmi nerad) fyzika (27 %), pak matematika (26 %), chemie (22 %), zeměpis (16 %) a **přírodopis (12 %)**. Jedním z ukazatelů tohoto uvažujícího zájmu jsou

počty vysokoškolských studentů na přírodovědných a technických oborech, bereme-li v potaz počet podaných přihlášek na tyto obory v porovnání s obory humanitními a ekonomickými. Přestože počty přijatých uchazečů na vysoké školy v technických a přírodovědných oborech stále rostou v absolutních číslech, vzhledem k relativnímu vývoji však mírně klesá jejich podíl na celkovém počtu přijatých uchazečů. „V akademickém roce 2003/04 činil 45 % přijatých uchazečů. V akademickém roce 2008/09 to bylo 42 % ze všech přijatých uchazečů.“<sup>6</sup>

V následujícím přehledu je patrný trend, který značí mírné zaostávání růstu technických a přírodovědných oborů za celkově růstovým trendem ostatních oborů, a to zejména ekonomických a humanitních.

**Graf 4: přijímací řízení v roce 2008**



*Obrázek 1 - Graf přijímacího řízení v roce 2008*

V roce 2009 byla provedena studie, která zjišťovala důvody nezájmu o přírodovědné předměty a zjišťovala, jakým způsobem a na základě jakých faktorů se žáci rozhodují pro výběr střední školy či učiliště. Jako zásadní motivy a faktory tohoto rozhodování označili zájmy a záliby, vloh a schopnosti pro přijetí na školu, praktické okolnosti (např. dostupnost školy), představu o budoucím uplatnění a jeho finančním ohodnocení, vliv spolužáků a vliv rodičů či jiných rodinných příslušníků.

Podle názorů výchovných poradkyň považují žáci za ideální nenáročnou čistou práci v kanceláři s počítačem. Volba střední školy je popisována především jako volba rodičů díky nevyzrálosti a nevyhraněnosti žáků v tomto věku. Na volbu navazujícího studijního nebo učebního oboru a konkrétní vzdělávací instituce mají tedy nejvýraznější vliv rodiče, kteří

působí na budoucí profesní orientaci svého potomka i nepřímo, skrze vlastní zaměstnání a postoj k němu.

Během rozhovorů byli studenti tázáni, jak hodnotí studijní obory různého zaměření. Kritika přírodovědných a technických předmětů byla vedena několika směry. „*Učivo přírodovědných a technických předmětů je považováno za méně přístupné jak každodenní praxi, tak učení se. Předpokládá se, že základem jeho zvládnutí je logické přemýšlení, které je vrozené – není proto dáno všem stejnou měrou. Naproti tomu učivo humanitních oborů je snáze pochopitelné, dotýká se každodenní zkušenosti a dá se jednodušeji naučit.*“<sup>7</sup> S tímto se také pojí neochota studentů učit se náročnějším předmětům. Studenti nejsou motivováni k tomu, aby se aktivně zapojovali do výuky. Povinnou část učiva se naučí nazpaměť, protože je to pro ně nejjednodušší a po zkoušce ji opět zapomenou. Studenti se též shodují v tom, že klíčovou rolí v zájmu o konkrétní předměty hraje osobnost učitele a kvalita výuky. Přírodovědné a technické předměty na českých školách jsou vyučovány způsobem, který je studenty hodnocen jako málo názorný, nudný, příliš teoreticky zaměřený a málo komplexní. Chybí zde propojení s jinými předměty např. s matematikou, chemií, fyzikou atd.

V rozhovorech se studentkami se projevil také genderový aspekt celé problematiky, jež může vysvětlovat větší oblíbenost přírodovědných a technických oborů ze strany chlapců. Dívky častěji vnímaly, že jsou od výuky předmětů tohoto zaměření odrazovány a nevěnuje se jim ze strany vyučujících tolik pozornosti jako chlapcům.

## 3 Badatelsky orientovaná výuka

### 3.1 Kořeny badatelsky orientované výuky

*„Badatelsky orientovaná výuka (dále jen BOV) je postavena na principu relativně samostatného poznávání skutečnosti učícím se jedincem, žákem, prostřednictvím aktivní učební činnosti. Bádání žáka může být založeno na celé řadě poznávacích metod, dílčím způsobem vycházejících z empirismu, senzualismu, racionalismu, nověji pak z konstruktivistických teorií.“<sup>4</sup>*

**Empirismus** (řecky *empeiria* – zkušenost, zážitek) vychází předpokladu, že poznání je založeno na bezprostřední smyslové zkušenosti a člověk získává povědomí o daném jevu jen na základě empirických důkazů pomocí pozorování a zejména experimentu.

Těchto přístupů je využíváno zejména při badatelských postupech v přírodovědných předmětech, kde se uplatňuje ve větší míře pozorování, pokus (experiment) a měření daných jevů s využitím pomůcek, které žákovi smyslově usnadňují vnímání skutečnosti.

**Senzualismus** považuje za hlavní způsob poznání smyslovou zkušenost snažící se odvodit poznání i veškerou další duševní činnost jen ze smyslů a prosazuje názor, že neexistují ani vrozené ideje, ani vrozené duševní schopnosti, vjem a vědomí jsou ztotožněny.

**Racionalismus** naopak uvádí, že původ znalostí není vázán na smysly a zdůrazňuje rozumovou stránku poznání. Základní otázkou je „jak“ poznávám, nikoliv „co“ poznávám, z čehož vyplývá důraz kladený na rozum. Racionalistické teorie jsou uplatňovány v rámci poznávacích metod, jak je např. analýza, syntéza, indukce a dedukce. Vliv racionalismu ve výuce lze sledovat jednak při samotném osvojování poznatků, jednak i při rozvoji samotného myšlení. Rozum a zkušenost nejsou při realizaci badatelsky orientované výuky v konfliktu, ale naopak se doplňují.

Za klíčové hledisko považujeme v BOV **konstruktivistické teorie**. Z konstruktivistického hlediska je učení změnou významu založeného na zkušenostech studenta; tzn. je to proces, kde si jednotlivci tvoří nové ideje na základě předchozích znalostí. Vzdělávací cíle jsou založeny na zkušenosti a studentovi je předložen specifický problém, který má vyřešit v určitém prostředí pomocí specifických aktivit, vedoucích k vyřešení problému. Konstruktivistické pojetí výuky je jako takové založeno na vlastní činnosti žáků a žák si nové skutečnosti interpretuje na základě dřívějšího porozumění a dosavadních znalostí a zkušeností.

Jednou z konstruktivistických metod učení je tzv. „metoda učení jako aktivní konstrukce poznatků žákem (dále jen AKP), patřící mezi konstruktivistické metody učení, která předpokládá zcela odlišné role učitele a žáků v edukačním procesu, než vykazuje transmisivní přístup. Učitel se ve výuce stává „manažerem“, rádcem a pomocníkem (facilitátorem). Žáci jsou aktivními subjekty výuky, když sami informace vyhledávají, získávají, třídí, hodnotí, posuzují a zpracovávají. O svých poznatcích diskutují nejen se spolužáky, ale i s učitelem, tříbí své názory, korigují své původní představy, případně se pokoušejí vytvářet své zcela nové teorie“.<sup>4</sup>

### 3.2 Vymezení a rozbor pojmu „Badatelsky orientovaná výuka“

V české literatuře se pojem „badatelsky orientovaná výuka“ zprvu moc neujal a v české pedagogické teorii není tento pojem ani jednoznačně vymezen nebo definován. V anglicky mluvících zemích se lze setkat s termíny *inquiry-based instruction* a *enquiry-based instruction*, které jsou však významově totožné a rozdíly jsou dány historickým vývojem angličtiny. Původ slova „inquiry“ lze dohledat v latině a jeho význam je dle slovníku definován jako „vyhledávat, pátrat po něčem“. V anglicky mluvících zemích je tento pojem chápán jako „bližší prozkoumání věci za účelem hledání informací a pravdy“.

Z pedagogického hlediska je nutno rozlišovat mezi **badatelsky orientovanou výukou** a **badatelsky orientovaným vyučováním**.

Pojem **badatelsky orientovaná výuka** je chápán poněkud zúženě v souvislosti s výukou přírodovědných předmětů nebo předmětů technického rázu. „*Je chápán ve smyslu aktivit přímo souvisejících s manipulací s objekty materiální povahy a empirickým poznáním. K samostatnému poznání však může žák dospět i myšlením, s využitím metod teoretického charakteru, což nelze zaměňovat za poznatkovou transmisi, která vyžaduje menší aktivitu jedince*“.<sup>5</sup>

**Badatelsky orientované vyučování** se oproti tomu zaměřuje na činnost učitele a je z hlediska požadavků na něj kladených náročnější. Učitel musí pro žáka připravit vhodné učební situace, při kterých může žák uplatnit badatelské postupy. Musí žákům zejména v počátku pomáhat hledat a formulovat výzkumné otázky a ukazovat cestu, která vede k jejich zodpovězení prostřednictvím bádání. Osobnost učitele také hraje při BOV velkou roli, kterou vhodně vystihují M. Hejný a N. Stehlíková: „*Učitel, který je vedený snahou maximálně přispět k formování žákovy osobnosti, zejména k jeho kognitivnímu a metakognitivnímu růstu,*

*nepředkládá žákovi hotové kusy poznání, ale ukazuje mu cesty, kterými se on sám k takovému poznání může dopracovat.“<sup>10</sup>*

### **3.3 Typy bádání**

Bádání jakožto stěžejní aktivita BOV je členěno podle vzrůstajících nároků na zapojení žáka do několika typů:

#### **3.3.1 Potvrzující bádání (confirmation inquiry)**

Tento typ bádání je všech nejvíce řízen učitelem a žáci při něm obdrží největší počet informací pasivně. Je považováno za nejnižší stupeň bádání a žáci při něm postupují podle učitelova detailně připraveného návodu. Jeho podstatou je potvrzení nebo ověření zákonitostí nebo teorií, žáci při něm neřeší problém. Toto bádání si klade za cíl rozvinout žákovi pozorovací a experimentální dovednosti a jeho analytické myšlení, porozumění čtenému slovu a žáci si tím ukotvují základní badatelské dovednosti jako příprava a sestavení aparatury, sběr materiálu na pokus, zanášení a vyhodnocování dat atd. Typickým příkladem jsou nejrůznější laboratorní cvičení zaměřená na pozorování nebo jednoduchý experiment s očekávaným neměnným průběhem.

#### **3.3.2 Strukturované bádání (structured inquiry)**

Ve strukturovaném bádání má stejně jako u potvrzujícího bádání převažující roli také učitel. Učitel klade žákům návodné otázky a stanovuje cestu bádání. Žáci hledají řešení problému svépomocí, shromažďují důkazy pro své závěry. Postup bádání je poměrně dobře popsán, řešení však není známo a žáci se při jeho zjišťování mohou projevit více tvůrčím způsobem. Tato úroveň bádání je důležitá pro rozvoj schopností žáků provádět vyšší úrovně bádání.

#### **3.3.3 Nasměrované bádání (guided inquiry)**

Při nasměrovaném bádání se učitel stává aktivním průvodcem žakovského bádání. Společně se žáky stanovuje základní výzkumné otázky a hypotézy, a poskytuje rady při plánování a realizaci badatelského postupu. Zásadně se tak zvyšuje míra samostatnosti žáků, žáci sami navrhnou postupy pro ověření hypotéz a snaží se výsledku dobrat sami bez asistence učitele.

#### **3.3.4 Otevřené bádání (open inquiry)**

Otevřené bádání je nejvyšší úrovní navazující na předchozí úrovně a v největší míře se podobá skutečnému vědeckému bádání. Zatímco v předchozích úrovních učitel nějakým způsobem zasahoval do bádání žáků, otevřené bádání je založeno výlučně na jejich samostatné činnosti. Žáci jsou schopni samostatně rozpoznat a vymezit problém/výzkumnou otázku, naplánovat a realizovat postup k jeho vyřešení, analyzovat a interpretovat výsledky

svého bádání. Tato úroveň klade nejvyšší nároky na kognitivní dovednosti žáků. Jednotlivé kroky badatelského postupu v této úrovni jsou podrobně rozebrány v kapitole 6.2 „Kroky badatelského postupu“.

**Obecně lze pojem bádání/BOV shrnout a vymezit takto:**

- při BOV je žák badatelsky aktivní, což lze chápat jako motivovanou a cílevědomou činnost zaměřenou na bádání;
- BOV zahrnuje i bádání, jehož cílem je uvědomění si problémové situace a objevení problému;
- BOV zahrnuje i bádání mající neproblémový charakter – např. potvrzující bádání;
- existuje vzdělávací obsah, který lze realizovat pouze prostřednictvím badatelských aktivit žáků;
- BOV může sestávat z různého množství badatelsko-didaktických situací

## 4 Projektová výuka

Klíčovými prvky projektové výuky podle některých výzkumů Barrona a Darling-Hammonda je:

- *realistický problém nebo téma projektu*
- *důležitost řídicí otázky, žáci pak mohou sami volit cestu, jak problém řešit*
- *projekt studentů, nikoli učitele*
- *zařazení v průběhu samotné výuky; nejde o aktivitu zařazenou na konec tematického celku, když už se žáci všechno naučili, je to způsob, jak si osvojit vzdělávací obsah*
- *strukturovaná skupinová práce – řízená spolupráce žáků,*
- *vícekomponentní hodnocení, tj. hodnocení zapojené do všech fází projektu, formativní hodnocení“<sup>11</sup>*

Projektová výuka dává žákům prostor pro integraci poznatků z různých oborů přírodních i humanitních a poskytuje příležitost pěstovat zodpovědnost žáka za svou vlastní práci, rozvíjí jeho samostatnost a tím realizuje obecné cíle základního vzdělávání.

Projektové vyučování umožňuje žákům získávat informace poutavou a zajímavou formou, což je pro žáky velmi motivující, nejenže získávají nové vědomosti, dovednosti a zkušenosti, ale využívají a rozvíjí již ty osvojené. Žáci se učí spolupracovat, respektovat názory druhých, diskutovat, argumentovat, učí se prosazovat své názory, náměty a nápady. Taktéž se při projektovém vyučování učí vyhledávat informace v literatuře, na internetu, v dalších sdělovacích prostředcích a ty pak dále zpracovávat a kriticky vyhodnocovat. Projekty umožňují propojit školu s běžným životem, aby pro žáky tyto dva světy nezůstávaly zcela odděleny. Projektové vyučování vede žáky k samostatnosti, tvořivosti, toleranci. V projektovém vyučování se podobně jako při určitých badatelských postupech mění role učitele, který přestává být tím, kdo sděluje žákům vytríděné hotové informace, ale stává se z něj koordinátor a jakýsi průvodce, který směřuje žáky správným směrem. Dnes se tedy projektové vyučování jeví jako nový prostředek k naplňování cílů vzdělávání.



## 5 Motivace žáků k učení

### 5.1 Motivace žáka

Nejdůležitější podmínkou projektového a badatelsky orientovaného učení je vnitřní motivace žáka, jeho vlastní přijetí úkolu a touha vyřešit ho až do fáze finálního produktu. *„Čím silnější pocit participace na daném projektu/úkolu žák má, tím silnější je jeho vnitřní motivace a projekt je ze vzdělávacího hlediska účinnější. V projektu má žák svobodnou volbu předmětu bádání. Sám vybírá relevantní informace, hledá vlastní způsob uchopení a zpracování úkolu, plánuje si čas, který bude muset dílčím činností věnovat, rozděluje si práci a vybírá vhodné pomůcky a spolupracovníky.“*<sup>13</sup>

### 5.2 Učení venku

Všechny příklady praxe, na které jsem se ve své práci zaměřila, jsou realizované ve venkovním prostředí mimo školní třídy. Učení venku bezesporu přináší žákům, potažmo učitelům mnoho benefitů. Realizace přírodovědného výzkumu přímo v terénu díky své názornosti usnadňuje pochopení základních ekologických principů, podporuje vzdělávací úspěchy a rozvoj dovedností zejména u žáků ohrožených školním neúspěchem. *„Přínos systematického učení venku pro znevýhodněné děti se projevil v jejich jazykových dovednostech, v matematice, v oblasti přírodních věd a personálních a sociálních dovedností.“*<sup>3</sup>

Řada výzkumů u dětí a dospělých taktéž doložila příznivý vliv zeleně na snížení stresu, zlepšení pozornosti a soustředění, které vedlo k lepším vzdělávacím výsledkům. Učení venku pomáhá udržet vyšší hladinu vstupní motivace díky zapojení smyslů, pohybu, vlastního bádání a přemýšlení a dalších metod aktivního vyučování. Výuka venku pomáhá rozvoji sebedůvěry, sebedisciplíny a spolupráce mezi žáky, taktéž posiluje kladný vztah k přírodě.

Učitelům dává venkovní učení větší prostor pro vzájemnou interakci se žáky, zvyšuje jejich ochotu a odvahu experimentovat, přispívá k jejich psychickému zdraví a funguje jako prevence syndromu vyhoření. Na druhou stranu je výuka venku časově náročnější na přípravu a její zvládnutí vyžaduje specifické dovednosti.

O důležitosti a nezbytnosti venkovního vzdělávání hovoří i **Státní program environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) a environmentálního poradenství (EP) za léta 2016-2025.**

*„Samotným cílem EVVO a EP v České republice je rozvoj kompetencí potřebných pro environmentálně odpovědné jednání, tj. jednání, které je v dané situaci a daných možnostech co nejpříznivější pro současný i budoucí stav životního prostředí.“<sup>8</sup>*

EVVO pak rozvíjí kompetence pro environmentálně odpovědné jednání mimo jiné v oblasti „Vztah k přírodě“ a vyzdvihuje důležitost kontaktu s přírodou, citlivost žáků k přírodě atd. Jednotlivé dílčí cíle pak podrobně rozebírají opatření, které by měly podporovat venkovní učení a rozvíjet u žáků environmentálně odpovědné chování.

### **Cíl 5.2 – Obsahové téma – Příroda**

Legislativa a společenské klima podporují přímý kontakt dětí a dospělých s přírodou, výuka v terénu a v kontaktu s přírodou je vymezena a podporována jako plnohodnotný a nezbytný způsob vzdělávání ve školách všech stupňů i v dalších vzdělávacích zařízeních. *„Je zapotřebí cíleně vytvářet příležitosti pro strukturovanou výchovu a vzdělávání v přírodě, tzn. vytvořit podmínky pro kontakt lidí s přírodou a rozvinout programy, které jej efektivně využívají pro rozvoj senzitivity k přírodě a znalostí, dovedností a postojů ve vztahu k přírodě.“<sup>8</sup>*

**Opatření 5.2.1** – Popsat v kurikulárních dokumentech (RVP) výuku v terénu a v přímém kontaktu s přírodou jako plnohodnotný způsob vzdělávání ve školách.

**Opatření 5.2.2** – Motivovat školy k úpravě školních vzdělávacích plánů tak, aby se orientovaly na kontakt žáků s přírodou.

**Opatření 5.2.3** – Vytvořit organizační podmínky pro to, aby učitelé mohli bezpečně realizovat vzdělávání v přírodě s celými třídami.

**Opatření 5.2.4** – Podporovat učitele, pracovníky s dětmi a mládeží a další vzdělavatele v rozvíjení, využívání a sdílení jejich didaktických a přírodovědných dovedností pro vzdělávání v terénu (využívání přímého kontaktu s přírodou pro vzdělávání).

### **5.3 Bariéry venkovního učení**

I přes všechny uvedené přínosy je venkovní vyučování na našich školách jen málo rozšířené. Mnohým učitelům chybí sebedůvěra a zkušenosti s tímto typem výuky. Zejména čerství absolventi pedagogických fakult a začínající učitelé nejsou na tyto metody a vyučovací strategie připraveni. Někteří učitelé se též obávají o bezpečnost žáků nebo mají pocit, že na učení venku nemají dost času, protože musí dostát všem požadavkům RVP a splnit odpovídající množství očekávaných výstupů žáků. K dalším překážkám jistě patří organizační rámec výuky na běžných základních školách. *„Tradiční 45-minutová hodina je zásadní*

*bariérou pro realizaci výuky v terénu, projektové výuky apod.“<sup>3</sup> Terénní, projektová či badatelská výuka vyžaduje větší časovou dotaci a flexibilitu. Částečně lze tento problém řešit spojováním hodin nebo výměnou předmětů s kolegy, případně realizací projektového dne či výjezdu mimo školu, což ale může vést k vzájemnému narušování výuky různých učitelů.*

## 6 BOV z hlediska žáka a učitele

### 6.1 BOV a dovednosti žáka

BOV představuje vhodný nástroj pro rozvoj kompetencí k učení a řešení problémů, též pro rozvoj pracovních a komunikativních dovedností. Činnostní a badatelský charakter výuky je preferován i v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání, konkrétně ve vzdělávacích oblastech Člověk a jeho svět a Člověk a příroda, a též je jeho použití rozpracováno v Doporučených očekávaných výstupech pro environmentální výchovu na základních školách.

BOV je úzce provázáno s konceptem kritického myšlení, jež vychází ze schopnosti žáků klást si otázky a přezkoumávat získané informace, naučit se rozpoznat pravdivé relevantní údaje, pracovat s důvěryhodnými zdroji. Kritické myšlení podporuje rozvoj čtenářské gramotnosti, žák musí čtenému textu nejen porozumět, ale najít v něm i možné rozpory a souvislosti.

BOV učení často probíhá v malých skupinkách či týmech, kde žáci spolupracují a komunikují spolu, a zastávají různé role. Komunikační schopnosti žáků jsou důležité nejen při samotné skupinové práci, ale i při prezentování výsledků bádání ostatním žákům, následné diskusi atd. Učitel by měl při badatelských činnostech podporovat atmosféru spolupráce nikoliv soutěživosti a nastavit podmínky bezpečného prostředí ve třídě tak, aby žáci spolu otevřeně komunikovali a respektovali jeden druhého a nebáli se projevit svůj názor.

#### **Bádání je mnohostranná činnost, při které se žáci učí zejména:**

- navrhovat a zvolit metodu řešení problému, připravit a provést experiment, výsledky zaznamenávat, analyzovat a shrnout;
- ptát se po příčinách a důsledcích, klást otázky, které vedou k dalšímu bádání;
- vyhledávat informace z různých zdrojů, vyhodnocovat jejich věrohodnost, přezkoumávat je;
- diskutovat, argumentovat, vyvozovat závěry a zobecňovat;
- sdělovat poznatky ostatním, tvořit grafy, prezentace i články;
- pracovat s materiálem, nástroji, naučit se používat vědecké metody práce;
- organizovat a plánovat svoji práci na svěřeném úkolu;
- provést sebehodnocení z hlediska procesu svého rozvoje;
- respektovat názory ostatních, uvědomit si, že k cíli mohou vést různá řešení;
- tvořit si záznamy např. formou badatelských deníků, náčrtů, grafů atd.

## 6.2 Kroky badatelského postupu

Jednotlivé etapy badatelského pokusu by se daly shrnout takto:

1. Motivace a výběr výzkumné otázky
2. Formulace hypotézy
3. Plánování a průběh pokusu, vyhodnocení dat
4. Formulace závěrů a jejich prezentace

Nyní si podrobněji rozebereme jednotlivé etapy/kroky BOV z obsahové stránky:

### 6.2.1 Motivace a výběr výzkumné otázky

Při tomto kroku je důležité žáky nejen zaujmout, ale také spustit v jejich hlavě myšlenkové pochody vedoucí k zamyšlení nad daným tématem. Žáci si získávají informace z různých zdrojů, kladou si otázky, hledají odpovědi a souvislosti ve svých dosavadních znalostech a zkušenostech, a nakonec si vybírají výzkumnou otázku.

Doporučuje se s žáky diskutovat věrohodnost zdrojů, vézt je k tomu, aby si informace porovnávali a ověřovali, a aby je správně citovali. Naopak by se měl učitel vyvarovat příliš obtížnému textu, který žáci obtížně jen obtížně a chápou a mohou pak ztratit motivaci se tématem dále zabývat. Stejně tak by učitel neměl žákům naservírovat vše, lidově řečeno, „pod nos“. Žáci jsou pak připraveni o možnost informace vyhledat sami a snižuje se jejich aktivizace.

Možností, jak namotivovat žáky na námi zvolené téma je několik, vždy je nutné ale vycházet z dosavadních zkušeností se třídou (tuším, co na ně bude platit), zohlednit věk žáků i míru zkušenosti třídy s badatelskou výukou.

- navození problémové situace, provokativní otázka
- demonstrační pokus s nečekaným průběhem
- články z odborných a populárně naučných časopisů, přírodovědně zaměřených portálů
- videa či jiné animace z různých webových databází typu youtube atd.

### 6.2.2 Formulace hypotézy

BOV umožňuje žákům postupovat ve zjednodušené formě jako skuteční vědci, kteří se určitými postupy snaží hledat důkazy pro své domněnky, případně se snaží domněnky jiného vědce vyvrátit. Pokus či pozorování by měl potvrdit nebo vyvrátit hypotézu, nikoliv odpovědět na otázku. Vědci používají hypotézy, aby jasně formulovali cíl svého pokusu.

Pojem hypotéza (domněnka, předpoklad, tvrzení) je definován jako výpověď, jejíž platnost se pouze předpokládá, ale je zároveň formulovaná, tak aby ji bylo možno vyvrátit nebo potvrdit. Hypotéza žákům pomáhá při plánování pokusu, nejdříve musí mít žáci jasno v tom, CO chtějí ověřit a následně se dostávají k tomu JAK. Předpokládání/hypotézování je efektivní formou učení, při které žák sám konstruuje své poznání, cvičí si jasnou formulaci své myšlenky.

**Sestavení hypotézy má určitá pravidla**, která je nutno dodržet, aby se dala ověřit. Hypotéza musí být:

- **jednoznačná** – tzn. buď platí, anebo neplatí
- **ověřitelná** – možné nalézt způsob pro její ověření
- **zobecnitelná** – musí být zobecnitelná na větší počet jevů/objektů
- **měřitelná** – musí být možno ji změřit a kvantitativně popsat.
- **specifická** – musí být dostatečně konkrétně formulována, aby nevyvolávala žádné pochyby o svém obsahu

### **Tematická a formální rovina hypotézy**

Při vytváření hypotézy by měl žák také dodržet tematickou a formální rovinu hypotézy.

**Tematická rovina** zahrnuje obsahovou stránku – žák sestaví takovou hypotézu, která se skutečně týká obsahu otázky a neodkloní se od tématu.

**Formální rovina** se zabývá kritérii, která hypotéza musí splňovat, aby se dala ověřit (jednoznačnost, ověřitelnost, měřitelnost – viz pravidla hypotézy). Pro žáky bývá formulování jasné a srozumitelné věty jedna z nejobtížnějších činností.

### **Čeho se vyvarovat?**

Při formulování hypotézy by se žáci měli vyvarovat toho, aby preferovali hypotézy, které popisují zřejmou zkušenost, a také hypotézy, které budou spíše potvrzeny před těmi, které budou spíše vyvráceny. Výsledný „AHA efekt“ u vyvrácené hypotézy může být silnější a žáci jsou více překvapeni výsledky svého bádání a nabitě poznání si lépe zafixují. „*Podle Raimunda Poppera pouze ta teorie, kterou je možné podrobit falzifikaci, je vědecká a má pro vědu hodnotu.*“<sup>15</sup>

Nehodnotíme dopředu, zda hypotéza platí nebo ne. Žáci se musí zaměřit na obsah otázky a pomocí vlastního bádání otázku posléze zodpovědět. Je důležité se soustředit i na základní formální charakteristiky hypotézy, pokud není zcela specifická, žáci mohou dojít k závěru, že

hypotéza platí jen na půl. Pro žáky a učitele to může být indikátor, že příště je třeba postupovat při formulaci jinak.

### **6.2.3 Plánování a průběh pokusu, vyhodnocení**

Poté, co si žáci položili výzkumnou otázku a zpracovali ji do hypotézy, nastává čas hypotézu ověřit. Již při plánování by měli žáci myslet na všechny fáze provedení pokusu, tj. příprava vhodných pomůcek, pozorování, měření a porovnávání, záznam výsledků a jejich výsledná grafická podoba pro prezentaci atd. Badatelský cyklus vychází z toho, že jsou žáci do plánování pokusu osobně zapojeni a na výsledku jim tudíž záleží. Rozlišit přímou souvislost mezi postupem pokusu a hypotézou je jedna ze základních dovedností, které si BOV klade za cíl rozvíjet u žáků.

#### **Jaké žákovské dovednosti tento krok rozvíjí?**

- žák samostatně plánuje postup k ověření hypotézy
- žák spolupracuje ve skupině, rozděluje si kompetence
- rozvíjí své analytické myšlení při provedení pokusu
- systematicky zaznamenává získaná data
- interpretuje získaná data a graficky je znázorňuje

#### **Vědecké zásady naplánování a provedení pokusu**

##### ***1. Příprava a plánování***

Při práci s živými organismy by si žáci měli uvědomit, že všichni jedinci nejsou stejní, a budou existovat individuální rozdíly, jak budou reagovat na určité podmínky. Důležité je proto provést větší počet opakování, abychom odlišili individuální zvláštnosti od obecných zákonitostí. Pro každou variantu vzorku je třeba využít minimálně 3 opakovaná měření. Taktéž je důležité, aby se všechny vzorky lišily pouze v jedné podmínce a ostatní zůstaly stejné. Při vybírání metody je vhodné využít ověřených postupů, které můžeme srovnávat. Při vybírání pomůcek je důležité zhodnotit funkčnost a vhodnost pomůcky pro pokus (např. při vážení vzorků používáme váhy s vhodným rozlišením atd.) Učitel by měl žáky udržovat v limitech, zda je reálné z hlediska dostupných pomůcek a času navrhovaný pokus uskutečnit.

##### ***2. Provedení pokusu***

Vzorky je vhodné označovat jednotně a měly by se vždy standardizovat, aby byly výchozí podmínky stejné pro všechny vzorky. Průběh pokusu žáci neovlivňují a ani do něj nikterak nezasahují, i když se pokus neodvíjí zcela podle jejich představ. Celý průběh pokusu

dokumentují (fotodokumentace, zaznamenávání relevantních dat atd.). Učitel by měl vést žáků k tomu, aby neustále reflektovali, zda se drží jimi zvoleného postupu.

### **3. Analýza a vyhodnocení dat**

Žáci získaná data vyhodnotí a jsou-li k dispozici srovnatelná data od někoho jiného, porovnají je mezi sebou. Následně data převedou do podoby tabulek či grafů. Výsledky okomentují, přemýšlí o jejich významu a původní hypotézu buď potvrdí anebo vyvrátí. Získané výsledky svého bádání interpretují a připraví si podklady pro svou prezentaci.

#### **Čeho se vyvarovat?**

Učitel plánující badatelskou lekci ve třídě by měl žáky znát a správně odhadnout, zda žáci dovedou pracovat samostatně a zdárně dojít až do konce. Ze začátku může učitel pokus plánovat společně se třídou, ale postupem času by se jeho nároky na samostatnost žáků měly zvyšovat. Taktéž by učitel neměl upřednostňovat jeden postup před dalšími a bezdůvodně zamítat návrhy žáků, měl by je naopak oceňovat za kreativní postupy, i když není jistý výsledek.

#### **6.2.4 Formulace závěrů a jejich prezentace**

Tento závěrečný krok uzavírá celé bádání, zároveň však může být počátkem bádání dalšího. Podstatnou částí je vyhodnocení výsledku badatelského úsilí a informování veřejnosti.

##### **Při formulaci závěrů žák zejména:**

- vyvozuje závěry z výsledků (z tabulky, grafu, textu)
- shrnuje podstatná fakta, zobecňuje je
- vybírá podstatné informace do své prezentace
- uvádí zdroje informací a diskutuje o jejich věrohodnosti
- prezentuje své výsledky a odpovídá na případné otázky

Učitel by měl před samotným závěrem bádání a jeho prezentací žáky navenek aktivně zjišťovat, zda žáci skutečně rozumí tomu, co jim vyšlo. Žáci si shrnou, co je výstupem jejich bádání, zapíší si nejdůležitější získaná fakta a souvislosti mezi nimi. *„Důležité je připomínat žákům, že BOV není soutěž o to, či předpoklad bude potvrzen a či nikoliv. Nepotvrzená hypotéza má mnohdy větší hodnotu než potvrzená, protože může nasměrovat další bádání.“*<sup>13</sup>

Při psaní závěru se žáci jednoznačně vyjádří k tomu, zda se hypotéza potvrdila či nepotvrdila a na základě čeho k tomuto výstupu došli. Žáci by neměli formulovat závěr bez jakýchkoliv podpůrných argumentů, měl by být vždy doplněn vysvětlením.



Vhodné je též žáky podpořit, aby prodiskutovali nové otázky nebo problémy, které při bádání objevili, a mohly by u nich podnítit nové bádání. Rozpoznání důležitosti výzkumu pro žáky samotné je také zásadní a výsledky bádání by měly být propojitelné s běžným životem, aby u žáků získali na významnosti. Žáci často nejsou motivovaní, protože nemají příležitost zkušenosti z bádání uplatnit.

### **Prezentace závěrů bádání**

Žák vlastními slovy popíše své bádání a sdílí výsledky své práce ve třídě, postupně se v prezentaci zdokonaluje a bere jako běžnou součást své badatelské práce. Při komunikaci používá různé prostředky a diskutuje o svém bádání s vrstevníky i dospělými.

Důležité je proto, aby žáci své bádání už od počátku dokumentovali – zapisovali, fotili, dělali nákresy atd. Žáci by měli mít prostor ke sdílení svých argumentů s ostatními, cvičili si přirozenou komunikaci, reagovali na otázky a neměli strach z prezentace. Prezentovat výsledky své práce lze mnohými metodami, záleží na konkrétních dovednostech žáka a jeho dalších vlastnostech. Zadání jakékoliv prezentace by mělo být strukturováno a prezentace by měla mít jasná kritéria a osnovu, nutné je vycházet z úrovně žáků, jejich věku a zkušeností s prezentováním.

### **Příklady různých forem prezentací:**

- plakát, fotopříběh, komiks – kreativní a spíše grafická metoda vhodná pro mladší žáky I. stupně
- jednoduchý vědecký plakát (poster), počítačová prezentace – pro žáky VI. – VII. ročníků
- vědecký článek, fotoreportáž, třídní vědecká konference u příležitosti ukončení projektů (např. Den Země, Den Vody) – pro žáky VIII. – IX. ročníků a gymnázií

### **Kritéria žákovských prezentací**

#### ***Logické uspořádání prezentace***

Žáci by měli začít úvodem a sdělit název výzkumu, proč je zvolené téma zaujalo a kdo se na jeho zpracování podílel. Dále by měli ostatní informovat o cílech výzkumu, prezentovat hlavní výzkumnou otázku a hypotézu, objasnit postup své práce a jednotlivé dílčí kroky. Na závěr ostatní seznámí s výsledky a závěry svého bádání, při nichž se opět vrátí ke své hypotéze. Na konci žáci zveřejní své zdroje informací a nechají prostor pro dotazy publika. Pro prezentující žáky je důležitá zpětná vazba.

## ***Ústní projev***

Vhodný ústní projev je při prezentování zásadním faktorem. S žáky je dobré ho postupně nacvičovat, aby mluvili srozumitelně a nahlas, spisovně, plynule, hovořili čelem k publiku a dovedli pohotově reagovat na otázky. Do prezentování by se měli zapojit stejným dílem všichni členové týmu.

## ***Vizuální podoba prezentace***

Kromě logického uspořádání a správného verbálního projevu je důležitá i vizuální podoba prezentace. Barva pozadí a velikost písma musí být vhodně zvolena, důležité je též vyvarovat se přemíry textu, aby prezentace byla přehledná. Pokud žáci chtějí v prezentaci tabulky a grafy, musí být opatřeny řádným popisem.

### **6.2.5 Jak si sestavit vlastní badatelskou lekci?**

Při plánování vlastní badatelské hodiny je vhodné držet se této struktury:

#### **1. Plánování lekce**

*Jaké téma chci s žáky řešit? Hodí se na badatelsky orientované vyučování?*

Správně zvolené téma je základem BOV. Mělo by se zaměřovat na aktuální témata, která budou pro žáky smysluplná a zajímavá. Téma je pro žáka lákavé, pokud mu dává možnost seberealizace a výběru, umožňuje mu prožít „AHA efekt“ a je nějakým způsobem kontroverzní či tajemné. Díky tomu vzrůstá vnitřní motivace žáka téma otevřít a zahájit bádání.

*Jaký prostor mám pro bádání, kolik času mohu věnovat?*

*Jaká je moje cílová skupina? Na jaké úrovni badatelské samostatnosti se nachází?*

*Jaká forma práce, aktivity bude pro mou skupinu nejlepší?*

*Co je hlavní myšlenka, kterou chci, aby si žáci z bádání odnesli?*

#### **2. Realizace lekce**

*Jak navodím téma, abych žáky oslovil a odstartoval lavinu (výzkumných) otázek?*

*S jakými informačními zdroji budou žáci pracovat?*

*Bude mít každý žák svou výzkumnou otázku nebo budou pracovat ve skupině?*

*Jak se budou žáci podílet na plánování a průběhu pokusu?*

*Budou jednotlivé dílčí aktivity pro žáky dost lákavé, aby udrželi zájem o téma po celou dobu lekce?*

*Budou se žákům střídat jednotlivé formy aktivit, aby mohli své schopnosti uplatnit všichni žáci?*

*Mám zajištěné bezpečné prostředí pro bádání, aby se žáci nebáli přicházet s novými nápady a myšlenkami?*

*Jaká bude moje role v jednotlivých fázích lekce? Budu aktivitu řídit nebo jen nezáčastněně pozorovat?*

*Jakým způsobem budu sledovat vyhodnocovat, zda se lekce ubírá správným směrem?*

*Jakým způsobem budou žáci prezentovat výsledky svého bádání?*

### **3. Zhodnocení práce žáků**

*Jak zhodnotím zapojení žáků do badatelské lekce?*

*Jakou formou získají žáci zpětnou vazbu za svou práci?*

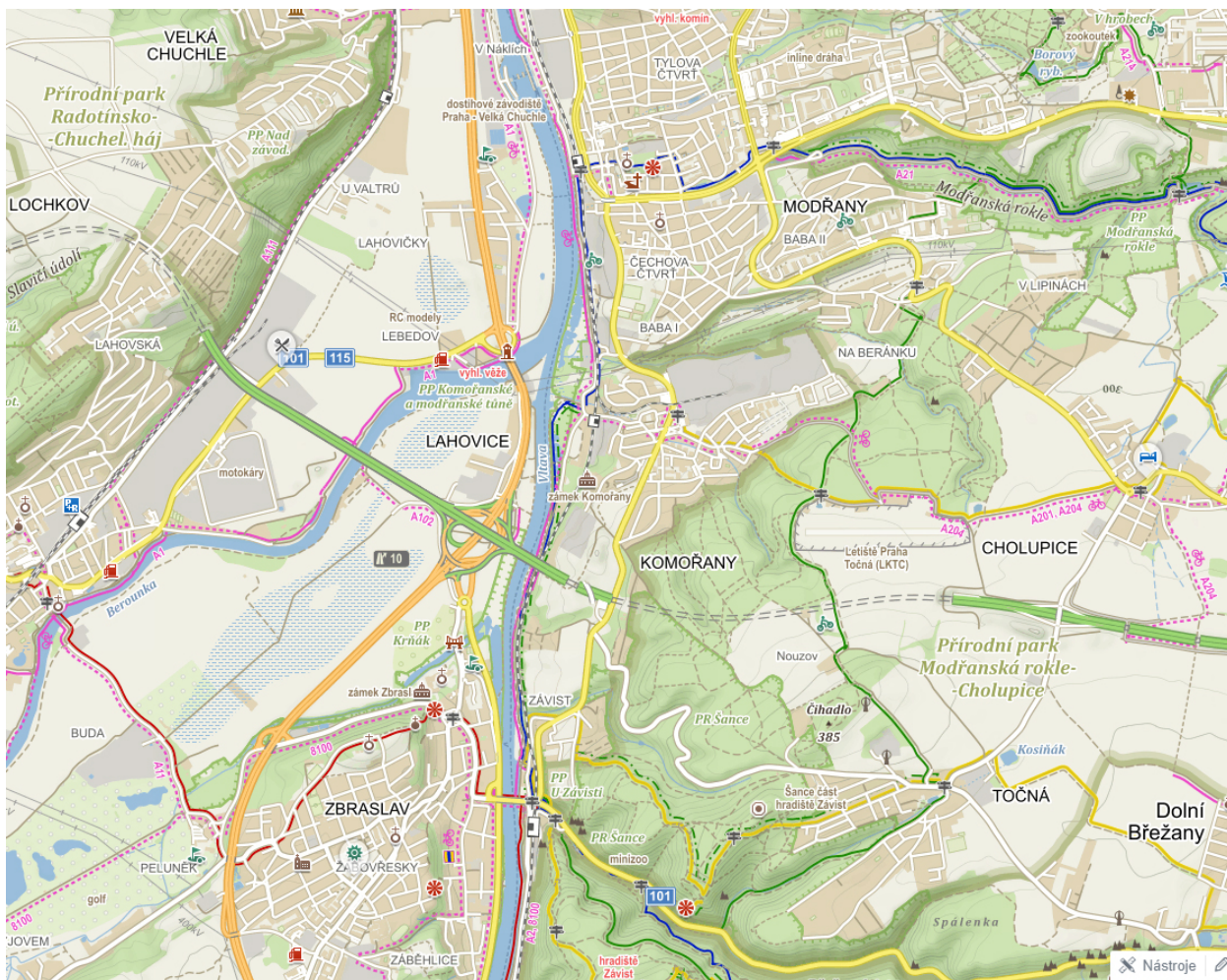
*Využiji při hodnocení žáků jejich sebehodnocení? Využiji např. hodnotící dotazník?*

## 7 Příklady z praxe

### 7.1 Pozorování vodních ptáků

V rámci projektového dne pořádaného 28. 2. na ZŠ Komenského v Jílovém u Prahy skupina žáků s pedagogickým doprovodem podnikla badatelsky orientovanou exkurzi zaměřenou na pozorování vodních ptáků do lokality Praha Zbraslav a podél toku Vltavy na trase Zbraslav – Modřany. Tato lokalita je poměrně dobře dostupná linkovým autobusem pražské hromadné dopravy č.165, případně jiným do zastávky Zbraslav – Nádraží.

V této lokalitě se nachází velké množství vodních ptáků buď trvale zde žijících, případně se můžeme setkat s některými zimními hosty, které si tuto oblast vybrali jako své zimoviště nebo tudy vedou jejich migrační trasy. Vltava zde slouží jako biokoridor a útočiště pro vodní ptáky.



Obrázek 2 - Mapa zvolené trasy podél toku Vltavy na trase Zbraslav – Modřany

## **Výzkumné otázky/úkoly**

*1. Jaké druhy vodních ptáků a kolik jedinců jednotlivých druhů zaznamenáme ve zkoumaném úseku řeky?*

- a. Který druh bude z hlediska počtu jedinců nejpočetnější?
- b. V kterých úsecích řeky najdeme nejvíce druhů a nejvíce jedinců a proč? V kterých úsecích naopak najdeme druhů (jedinců) nejméně a proč?
- c. Které druhy se na řece vyskytují v průběhu celého roku a které patří mezi zimní hosty?

*2. Které druhy vodních ptáků se potápějí a které ne?*

- a. Jaký je rozdíl mezi kachnou plovavou a kachnou potápivou?
- b. Jak dlouho vydrží pod vodou potápivé druhy ptáků?

*3. U druhu se snadno rozlišitelným pohlavím zjišťujeme, v jakém poměru jsou zastoupeni samci a samice.*

## **Hypotézy žáků:**

*1. Nejběžnějším druhem vodního ptáka, kterého zpozorujeme, bude kachna divoká.*

*2. Délka ponoru žáky pozorované potápky malé bude činit zhruba 1,5 min.*

*3. Samci a samice kachny divoké budou zastoupeny zhruba ve stejném poměru.*

## **Pomůcky**

dalekohled, určovací klíče a atlasy, záznamový protokol, pásmo a stopky, případně fotoaparát

## **Metodika práce**

Postupujeme podle toku řeky po proudu směrem k Modřanům a do protokolu zaznamenáváme pozorované ptáky, druh určíme pomocí atlasu. Na konci trasy vyhodnotíme odpovědi na otázky 1a a 1b. Pro získání odpovědi na otázku 1c musíme uskutečnit více srovnávacích výprav v různých ročních obdobích. Pokud narazíme na druh, který se potápí, změříme dobu, po kterou vydrží pod vodou. Měření je nutno opakovat víckrát a hodnoty zprůměrovat. Všimáme si siluety potápivých kachen na vodě a porovnáme s nepotápivými plovavými druhy. U druhů, kde je možno snadno rozeznat pohlaví (v našem případě kachna divoká) si v průběhu výpravy poznamenáváme počet pozorovaných samic a samců. U kachen je nutno dávat bedlivý pozor na to, aby nedošlo k přehlédnutí méně nápadných samic na

břehu či v jeho těsné blízkosti. Pro zjišťování trendů a vztahů v průběhu roku je třeba uskutečnit více výprav.

## **Výsledky pozorování žáků v průběhu exkurze na trase Zbraslav – Modřany**

### **add 1. Pozorované druhy ptáků vázaných na vodu**

*Řád potápky:* potápka malá

*Řád veslonozí:* kormorán velký

*Řád brodiví:* volavka popelavá

*Řád vrubozobí:* kachna divoká (samec a samice), ostralka štíhlá (samec), lžičák pestrý, hohol severní (samec a samice), polák velký (samec a samice), labuť velká (samec a samice)

*Řád krátkokřídlí:* lyska černá, slípka zelenonohá

*Řád dlouhokřídlí:* racek bouřní, racek chechtavý (1x v letním v šatě, zbytek jedinců v zimním šatě)

### **add 1.a Nejpočetnější druh ptáka vázaného na vodu**

Nejpočetnějším druhem vodního ptáka zaznamenaného žáky byla kachna divoká v počtu 76 jedinců samčího pohlaví a 52 jedinců samičího pohlaví.

### **add 1.c Druhy vodních ptáků patřících mezi zimní hosty**

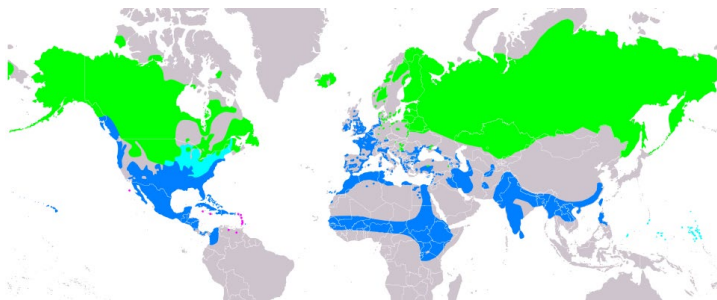
Žáci pomocí ornitologických atlasů s popisem a rozšířením jednotlivých druhů určili jako zimní hosty hohola severního a ostralku štíhlou. Pro co nejobektivnější výsledky pozorování je nutno podniknout vícero výprav v průběhu celého roku a porovnávat mezi sebou zastoupení jednotlivých druhů vodních ptáků.

#### ***Hohol severní (Bucephala clangula)***

*„Je to zavalitá, morčákům příbuzná kachna s hranatou hlavou a krátkým zobákem, samec ve svatebním šatě je leskle černobílý, na černé hlavě má velkou bílou oválnou skvrnu. Jedná se o severský druh, místy hnízdící na rybnících a jezerech střední Evropy, je to pravidelný zimní host řek, rybníků a umělých jezer. Tažný, IX. – XI. a III. – IV.“<sup>2</sup>*

#### ***Ostralka štíhlá (Anas acuta)***

*„Tento druh je štíhlejší než kachna divoká, má tenčí a delší krk, užší zobák a ostře vyčnívající ocas. Samec má bílou hrud' a jasně odlišitelnou hlavu, samice je hnědě skvrnitá s šedým zobákem. Vzácně hnízdí na rybnících a jezerech. Tažná, IX. – XI. a III. – IV.“<sup>2</sup>*



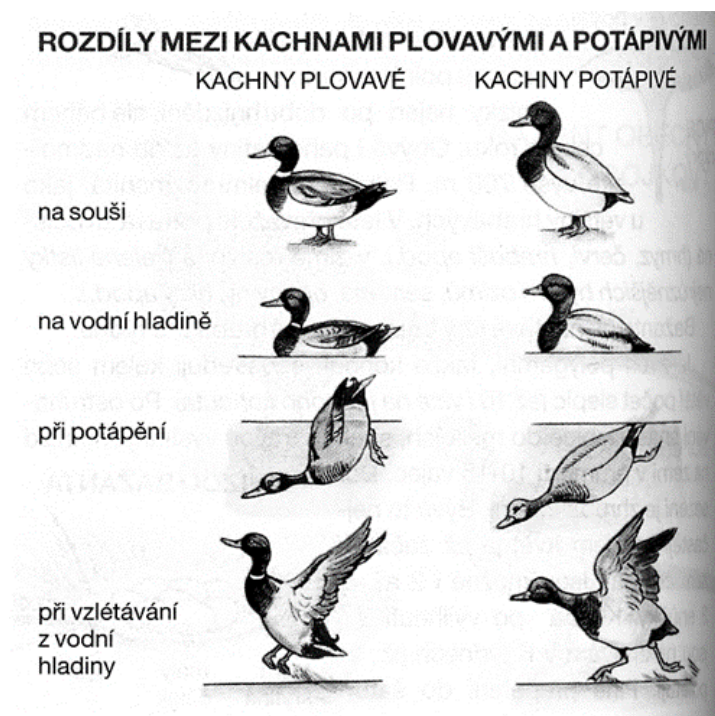
Obrázek 3 - Rozšíření ostralky štíhlé

### Rozšíření ostralky štíhlé

- hnízdíště
- migrace
- zimoviště
- zatoulaní (závislost na sezóně nejasná)

### add 2.a Potápiví vodní ptáci

Žáci pomocí ornitologických atlasů a nákresu uvedeného níže, rozhodli, které druhy vodních ptáků patří mezi plovavé a které mezi potápivé. Rozhodující v tomto ohledu byla silueta ptáka na vodě a způsob potápění při získávání potravy. Přímým pozorováním dalekohledem došli k těmto závěrům:



Obrázek 4 - Rozdíly mezi kachnami plovavými a potápivými

### Plovavé druhy vrubozobých

kachna divoká

lžičák pestrý

ostralka štíhlá

labuť velká

### Potápivé druhy vrubozobých

hohol severní

polák velký

### Další potápivé druhy vodních ptáků

potápka malá, kormorán velký, lyska černá

### **add 2.b Délka ponoru u potápivých vodních ptáků**

Žáci se při svém pozorování délky ponoru zaměřili na potápku malou. Pomocí stopek opakovaně změřili délku ponoru potápky a zjistili průměrnou hodnotu, kterou si porovnali se svým počátečním odhadem.

*Tabulka 1 - Délka ponoru u potápivých vodních ptáků*

<b>Prvotní odhad</b>	<b>1,5 min</b>
<b>1. ponor</b>	35 s
<b>2. ponor</b>	48 s
<b>3. ponor</b>	30 s
<b>4. ponor</b>	85 s
<b>5. ponor</b>	55 s
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>50,6 s</b>

### **add 3. Poměr samců a samic kachny divoké**

Žáci si pro porovnání zastoupení samců a samic vybrali kachnu divokou, u které je pohlaví snadno rozlišitelné a je na řece přítomna ve velkém počtu. Během cesty podél koridoru řeky si



zapisovali/čárkovali do záznamového archu pozorované jedince a na závěr provedli sčítání a porovnali počty zástupců samčího a samičího pohlaví kachny divoké.

Počet samců kachny divoké	Počet samic kachny divoké	Výsledný poměr samců vůči samicím
76	52	1,46 : 1

### Ověření počátečních hypotéz:

1. *Nejběžnějším druhem vodního ptáka, kterého zpozorujeme, bude kachna divoká.*

Na základě pozorování a sčítání jedinců kachny divoké se hypotéza potvrdila.

2. *Délka ponoru žáky pozorované potápky malé bude činit zhruba 1,5 min.*

Na základě opakovaných měření délky ponoru potápky malé a jeho zprůměrování se počáteční hypotéza žáků nepotvrdila. Byla by však třeba série dalších měření u vícero jedinců potápky, aby se doba ponoru naměřená žáky dala brát jako standartní čas u tohoto druhu.

3. *Samci a samice kachny divoké budou zastoupeny zhruba ve stejném poměru.*

Na základě pozorování a sčítání jedinců samčího a samičího pohlaví kachny divoké a odvození poměru mezi nimi se hypotéza nepotvrdila. Dle dalších naměřených údajů uvedených v následující tabulce se trend převahy samců nad samicemi jeví jako převládající.

Výsledky pozorování z předchozích vycházek (poznámka: pozorování probíhalo na úseku Vrané nad Vltavou – Modřany):

Tabulka 2 - Tabulka počtů samic a samců kachny divoké na Vltavě v úseku Vrané nad Vltavou – Modřany

#### Kachna divoká celkem

Datum	7. 12. 2019	14. 12. 2019	21. 12. 2019	30. 12. 2019	04. 01. 2020	11. 01. 2020	18. 01. 2020
Počet samců	122	121	117	161	174	126	152
Počet samic	72	82	78	112	116	85	106
Poměr samec : samice	1,69 : 1	1,48 : 1	1,5 : 1	1,44 : 1	1,5 : 1	1,48 : 1	1,43 : 1

Datum	25. 1. 2020	31. 1. 2020	08. 02. 2020	15. 02. 2020	24. 02. 2020	29. 02. 2020	
Počet samců	162	107	100	99	107	100	
Počet samic	104	69	72	63	69	66	
Poměr samec : samice	1,56 : 1	1,55 : 1	1,39 : 1	1,57 : 1	1,55 : 1	1,52 : 1	

## 7.2 Pozorování ptáků na školní zahradě

Žáci 7. ročníku (a i žáci mladších ročníků především z I. stupně) se zúčastnili zimního pozorování ptáků v areálu školní zahrady ZŠ Komenského v Jílovém u Prahy, kterou navštěvují. Škola disponuje rozlehlým pozemkem s velkým množstvím dřevin, na kterých jsou umístěna krmítka a různé typy ptačích budek. Žáci jednak zaznamenávali zastoupení jednotlivých druhů a taktéž pozorovali různé projevy chování ptáků. Zimní pozorování probíhá již několikátou sezónu v souvislosti se zapojením školy do projektu Živá zahrada. Garantem projektu Živá zahrada je ekotým působící na místní škole a projekt pomáhá naplňovat tematické celky „Prostředí“ a „Biodiverzita“, které jsou součástí programu ekoškoly.

### Exkurz 1

#### **Projekt „Živá zahrada“**

Projekt Živá zahrada organizuje pro soukromé i školní zahrady Český svaz ochránců přírody. Cílem projektu je upravovat zahrady tak, aby byly přátelské volně žijícím druhům organismů a našly zde tak potravu a bezpečné úkryty. Dvakrát ročně se pak uskutečňují v případě školních zahrad týdenní pozorování a zaznamenávání zjištěných druhů organismů.

U jarního pozorování, které probíhá v květnu, se pozorování zaměřuje hlavně na motýly, čmeláky a další hmyz, obojživelníky, plazy, ptáky a drobné savce. Zimní pozorování probíhá v prosinci a je zaměřeno na ptáky. Aby mohl být výskyt živočicha daného druhu zaznamenán, musí se alespoň jeden jeho jedinec dotknout území zahrady nebo rostliny či stavby na zahradě se nacházející. Účastníci svá zjištění zadají do mapovací karty na stránkách projektu a ty pak pořadatelé vyhodnotí a přidělí body za jednotlivá pozorování. Body se za jednotlivá kola sčítají. Pokud zahrada v pětiletém období dosáhne (3 nejlepší výsledky v průběhu 5 let) alespoň 50 bodů, obdrží titul Živá zahrada.

## Příklady druhů pozorovaných během prosince 2019

bažant obecný	pěnkava obecná	sýkora modřinka
brhlík lesní	poštolka obecná	sýkora uhelníček
červenka obecná	sojka obecná	šoupálek dlouhoprstý
dlask tlustozobý	stehlík obecný	vrabec polní
hrdlička zahradní	straka obecná	vrána obecná
hýl obecný	strakapoud velký	zvonek zelený
kos černý	strnad obecný	žluna zelená
mlynařík dlouhoocasý	sýkora babka	
pěnkava jikavec	sýkora koňadra	

Žáci celkem zaznamenali 25 druhů ptáků. Mezi nejvzácnější patřila **pěnkava jikavec**, jež hnízdí v březových a smrkových lesích severských zemí a na našem území se vyskytuje jako příležitostný zimní host.

### Přehled druhů dle četnosti jejich výskytu:

1 → více než 10 jedinců opakovaně

2 → více než 10 jedinců (v hejnu) jednorázově

3 → 6 – 10 jedinců

4 → 2 – 5 jedinců

5 → 1 jedinec

## 7.3 Rozšíření bobra evropského a určování pobytových stop

### 7.3.1 Historický vývoj a rozšíření bobra evropského na našem území

Oba recentní druhy bobrů náležející k druhu *Castor* (bobr evropský a bobr kanadský) se objevují v Evropě a Severní Americe již na konci třetihor. Existují jasné doklady, že *Homo Sapiens* již na konci pleistocénu bobry lovil, využíval výměšky jejich žláz nebo že bobří hráze coby bariéry migrujících ryb mu sloužily jako loviště. Výskyt bobra v té době kopíroval rozšíření pobřežních porostů zejména vrb a topolů, postupně se během glaciálu v době 9500 př. n. l. – 300 př. n. l. rozšířili téměř po celé Evropě.

Vztah bobra a lidské populace se postupně rozvíjel. Ve středověku byl bobr intenzivně loven kvůli masu, kvalitní kožešině a tzv. castoreu.

*„Oba druhy bobrů mají párové žlázy vyskytující se v blízkosti análního otvoru. Jeden pár (v češtině zvaný bobří stroj) produkuje látku zvanou castoreum, ta je metabolickým produktem chemických látek například salicylových kyselin obsažených v konzumovaných rostlinách zejména ve vrbách a topolech. Castoreum obsahuje značné množství chemických látek (fenoly, terpeny, estery či karboxylové kyseliny). Castoreum se stalo v historii cennou látkou, která našla obrovské využití ve farmakologii, kosmetickém průmyslu, nelze opominout ani používání pro povzbuzení sexuální touhy a potence. Avšak očekávání afrodiziakálního účinku bylo liché.“<sup>14</sup>*

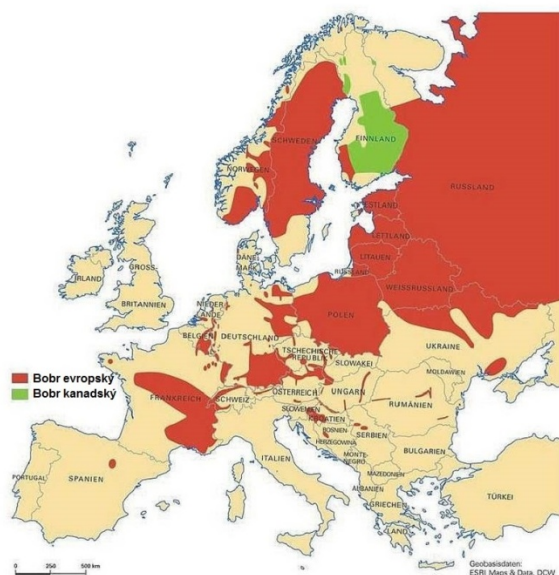
Na přelomu 15. a 16. století dochází k úbytku bobří populace vlivem úbytku přirozených biotopů a jejímu přetvoření na kulturní krajinu, zejména měl vliv na redukci počtu bobrů rozmach rybníkářství a obavy ze škod, které mohl způsobit. V 1. polovině 18. století byli již bobří na našem území vyhubeni, pouze malá populace přežívala na Labi v oblasti Magdeburgu v Německu, dále se bobří omezeně vyskytovali v jižní Francii a v jižním Norsku.

### **7.3.2 Návrat bobra evropského**

*„Umělý chov začal roku 1773, kdy byl dovezen pár bobrů původem z Polska. První chov, v zařízení zvaném bobrovna, vznikl v Červeném Dvoře na panství Český Krumlov. Bobří byli přísně chráněni, jejich početnost tedy rostla a bobří se šířili nejen na území panství Třeboň, ale i v širším okolí. Po povodni v roce 1830 se bobří pobytové stopy objevily až v dnešním centru Prahy, na vltavských ostrovech. V roce 1833 se škody působené bobry v jižních Čechách ukázaly být do té míry vysoké, že jejich ochrana byla zrušena a naopak byl vydán příkaz bobry střílet. Následovaly znovu roky intenzivního lovu, počet bobrů klesal, poslední úlovek bobra byl doložen na hrázi Nové řeky roku 1871.“<sup>1</sup>*

K dalším reintrodukcím bobra došlo v Rusku a Švédsku ve 20. a 30. letech 20. století. Jako základ k rozšíření sloužily reliktní populace v Německu, Francii a Norsku. „V našem okolí proběhla reintrodukce v těchto sousedních státech: v Bavorsku v 60. - 90. letech, v Polsku v 70. - 90. letech, v Rakousku v 70. - 80. letech a v bývalém NDR od 50. let 20. století. V polovině 90. let proběhlo několik vln reintrodukcí i u nás. Celkově šlo o úspěch, který relativně rychle rehabilitoval lokální životaschopné populace. Vzhledem k tomu, že na začátku

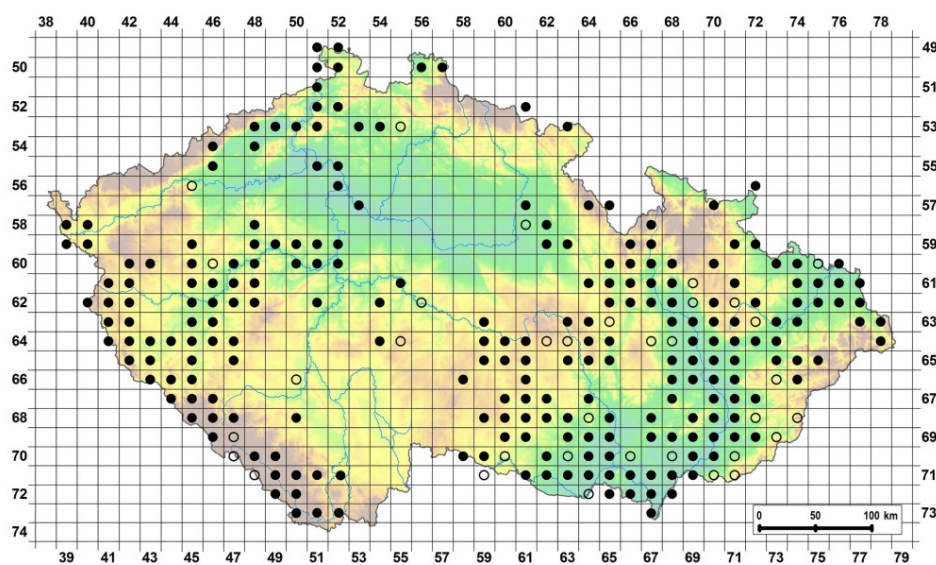
20. století byl v celé Euroasii odhadován počet bobrů na 1200 jedinců a dnes hovoří odhady o minimálním počtu 1 milionu jedinců, nelze než hodnotit tyto snahy jako veskrze úspěšné.“<sup>14</sup>



Obrázek 5 - Mapa současného výskytu bobra v Evropě

### 7.3.3 Aktuální výskyt bobra v ČR

Na našem území proběhla reintrodukce v 90. letech 20. století. Kolem 30 jedinců bylo vysazeno v povodí řek Moravy a Odry. Bobří populaci na našem území lze rozdělit na několik dílčích populací, které se však rychle propojují. Na řece Moravě a jejích přítocích je nejsilnější populace, další silná populace se nachází v severních Čechách na Labi a jeho přítocích a v povodí Radbuzy. Bobři osidlují dnes již Berounku a Vltavu.



Obrázek 6 - Mapa současného výskytu bobra v ČR

### 7.3.4 Vzhled a morfologie bobra evropského

Bobr evropský (*Castor fiber*) je největším evropským hlodavcem. Hmotnost dospělého jedince dosahuje 25 – 35 kg. Délka těla s ocasem se pohybuje v rozmezí 110 – 130 cm, barva srsti kolísá od světle hnědé k černému zbarvení. Nezaměnitelným znakem bobra je téměř lysý svrchu zploštělý ocas pokrytý zrohovatělými šupinami. Přední i zadní končetiny mají 5 prstů a zadní jsou spojeny plovací blánou. Chrup se skládá z 20 zubů. Řezáky jsou z přední strany pokryté pevnou oranžově zbarvenou sklovinou, zadní strana je z měkké zuboviny. Řezáky (někdy též hlodáky) bobrům stejně jako ostatním hlodavcům neustále dorůstají a při okusu dochází k jejich obrušování a získávají tak dlátovitý tvar s ostrou hranou.

### 7.3.5 Způsob života

*„Bobří kolonii tvoří rodičovský pár a jednoletá až víceletá mláďata. Starší mláďata jsou vyháněna a musí si hledat nové revíry. Samice rodí jednou ročně po 105 dnech březosti v květnu až v červenci 2 – 7 mláďat, která jsou osrstěná, vidí a za několik hodin po porodu již plavou. Bobři jsou aktivní po celý rok, nemají zimní spánek. Převládá u nich noční aktivita. Budují si několik typů úkrytů, jednak hrabou podzemní nory s hnízdní komorou, jednak stavějí až 2,5 m vysoké a 3 m široké hrady z větví. Z větví, kmenů, kamenů a bláta budují hráze, které pravidelně kontrolují a vyspravují. V létě se živí rákosem, oddenky vodních rostlin i polními plodinami (kukuřice, obilí, cukrová řepa).“*<sup>5</sup> V zimě tvoří 90 % jejich potravy dřeviny. Konzumují kůru, větve a listí měkkých dřevin – zejména vrby, topoly a olše. Větve si hromadí v blízkosti úkrytů, aby měli zásoby i při zamrzlé hladině. Za jeden den v zimním období bobr zkonzumuje 0,5 – 2,5 kg kůry, lýka, tenkých větvíček a mladých výhonků. Průměrně více než 95 % okusovaných dřevin v bobřím teritoriu nepřesáhne průměr 20 cm. Bylo zjištěno, že bobři konzumují přes 80 druhů dřevin. Kromě již zmiňovaných vrb a topolů to jsou např. duby, javory, jasany, lípy, lísky, břízy, trnky atd. Mezi zřídka okusované dřeviny patří jehličnany. K okusování jehličnanů dochází v jarních měsících nejspíš proto, že si jimi bobr doplňuje vitamíny a minerální látky, které se nachází v kůře a jehličích.

### 7.3.6 Jak poznat, že je lokalita osídlena bobrem?

Optimální prostředí pro výskyt bobra evropského tvoří pomalu tekoucí vodní toky s dostatkem měkkých dřevin k okusu. Osidluje zejména vodní nádrže, rybníky, zatopené pískovny atd. Přítomnost bobra na lokalitě lze potvrdit několika způsoby. Jednou z nich je přímé pozorování, to však vzhledem k noční aktivitě bobra bývá obtížné. Důkazem, že bobr danou oblast aktuálně obývá, bývají dobře viditelné pobytové stopy, které bobr po své činnosti zanechává. Jedná se hlavně o čerstvé okusy na dřevinách (dřevo je světlé, není

zašedlé vlivem zvětrání). Okusy na dřevinách mají typický tvar podobný přesýpacím hodinám a jsou na něm patrné dlátovité otisky zubů. Další pobytovou stopou jsou tzv. bobří jídelny, což jsou hromady drobných větví zbavených kůry, taktéž můžeme pozorovat některou z bobřích staveb – bobří hrady, hráze, při troše štěstí i bobří nory, které si bobří vyhrabávají ve vysokých březích. Někdy lze nalézt i pachové značky bobra v podobě trsů trávy, klacíků nebo bahna označených zaschlou tekutinou, případně otisk končetin.

### **Výzkumná otázka/úkol**

#### *1. Jak poznáme, že je daná lokalita osídlena bobrem?*

V souladu s výše uvedenými fakty žáci provedli průzkum přilehlého břehu Vltavy v lokalitě Praha – Zbraslav a našli zde pobytové stopy bobra, a to konkrétně okusy na okolních dřevinách.



*Obrázek 7 - Foto pobytových stop bobra evropského pořízené během exkurze*

#### *2. Které druhy dřevin jsou nejčastěji bobrem okusovány?*

Žáci pomocí dendrologických atlasů určili dle habitu, borky a listů druh okusované dřeviny, jednotlivé druhy zaznamenali do záznamového archu.

3. *Jaký průměr mají okusované větve/kmeny?*

Žáci pomocí krejčovského metru změřili obvod okusované větve a pomocí matematického vzorce pro výpočet obvodu kruhu  $o = 2\pi r$  vypočítali průměr okusované dřeviny. Vše zapsali do záznamového archu a zprůměrovali.

4. *V jaké vzdálenosti od vody bobr dřevinu okusoval/pokácel?*

Žáci pomocí pásma změřili vzdálenost okusované dřeviny od vody a zapsali do záznamového archu.

## **7.4 Pozorování obojživelníků**

Kapitola obojživelníci je zařazena a probírána dle ŠVP v 7.ročníku základní školy. V časově tematickém plánu vypracovaným učiteli přírodopisu působícími na ZŠ Komenského v Jílovém u Prahy je toto téma vyučováno v měsíci listopadu s hodinovou měsíční dotací zhruba 8 vyučovacích hodin. Toto časové rozvržení učiva však neumožňuje přímé pozorování jednotlivých druhů obojživelníků, ani stádií jejich vývoje, proto byly aktivity zaměřené na výše uvedené pozorování přesunuty až na měsíc březen a duben, kdy se obojživelníci po zimním období stahují k vodě za účelem rozmnožování. V měsíci listopadu byly se žáky probrány teoretické znalosti zaměřené anatomii obojživelníků a přizpůsobení vodnímu prostředí, odlišné a shodné znaky s rybami, rozmnožování a vývoj obojživelníků, evropské druhy obojživelníků, jejich vzájemné rozlišení a nároky na životní prostředí. V neposlední řadě žáci diskutovali, které faktory se podepisují na úbytku obojživelníků v krajině a opatření, které se zavádí na jejich ochranu jako jsou např. tunely pod frekventovanými silnicemi, různá ohraničení a odchytová zařízení.

### **7.4.1 Výběr lokalit v blízkém okolí s výskytem obojživelníků**

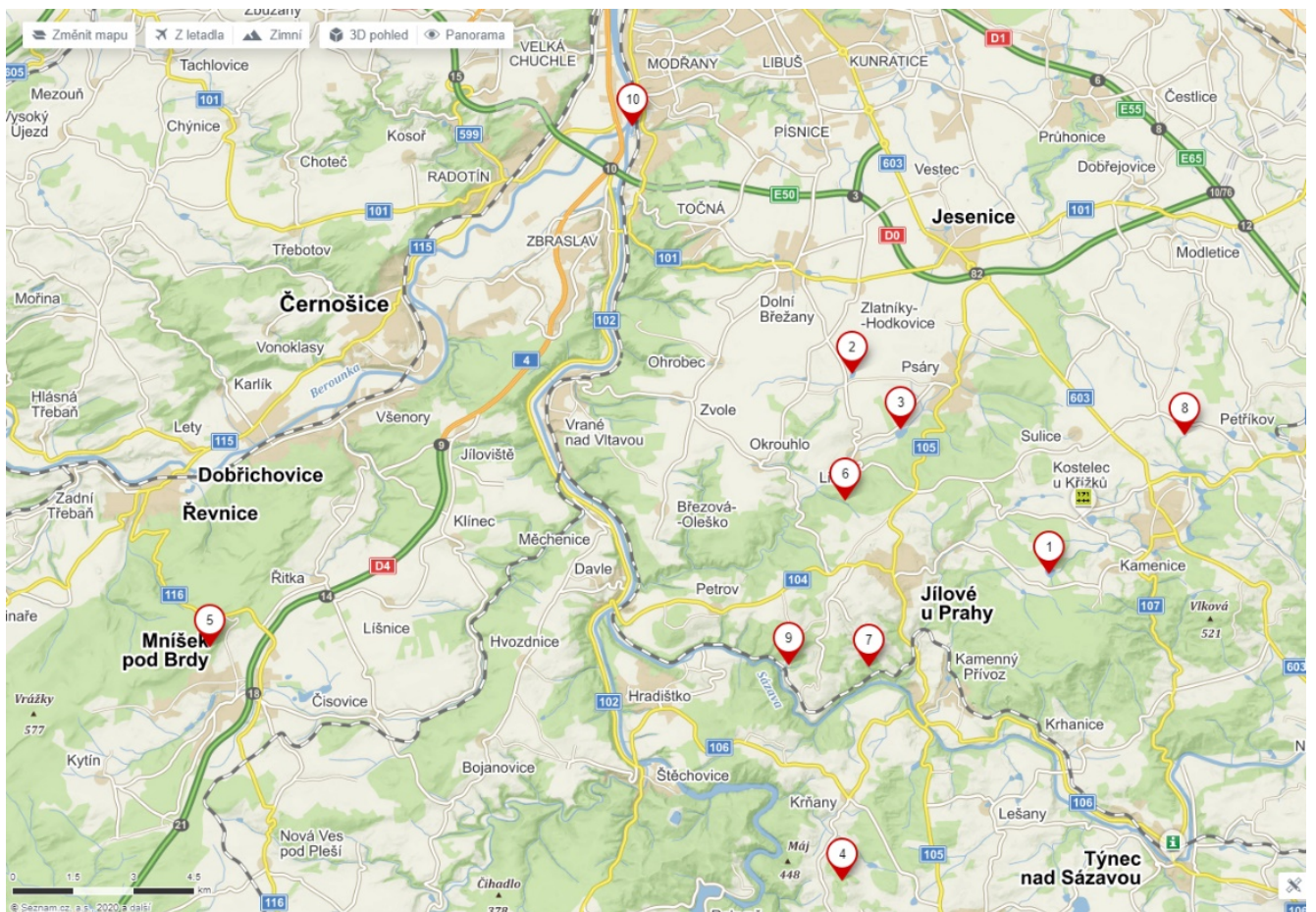
Žákům byli představeny lokality v blízkém okolí, kde se obojživelníci vyskytují, a žáci měli pomocí webových aplikací jako jsou „googlemaps“ a „mapy.cz“ vyhledat a sestavit mapu, kde budou některé jimi vybrané lokality zakresleny. Museli při tom vzít v potaz vhodné měřítko mapy, dodržet vzdálenosti mezi lokalitami a všechny další náležitosti, které by měla dobrá, a hlavně přehledná mapa mít.

**Žákům byli nabídnuty tyto lokality:**

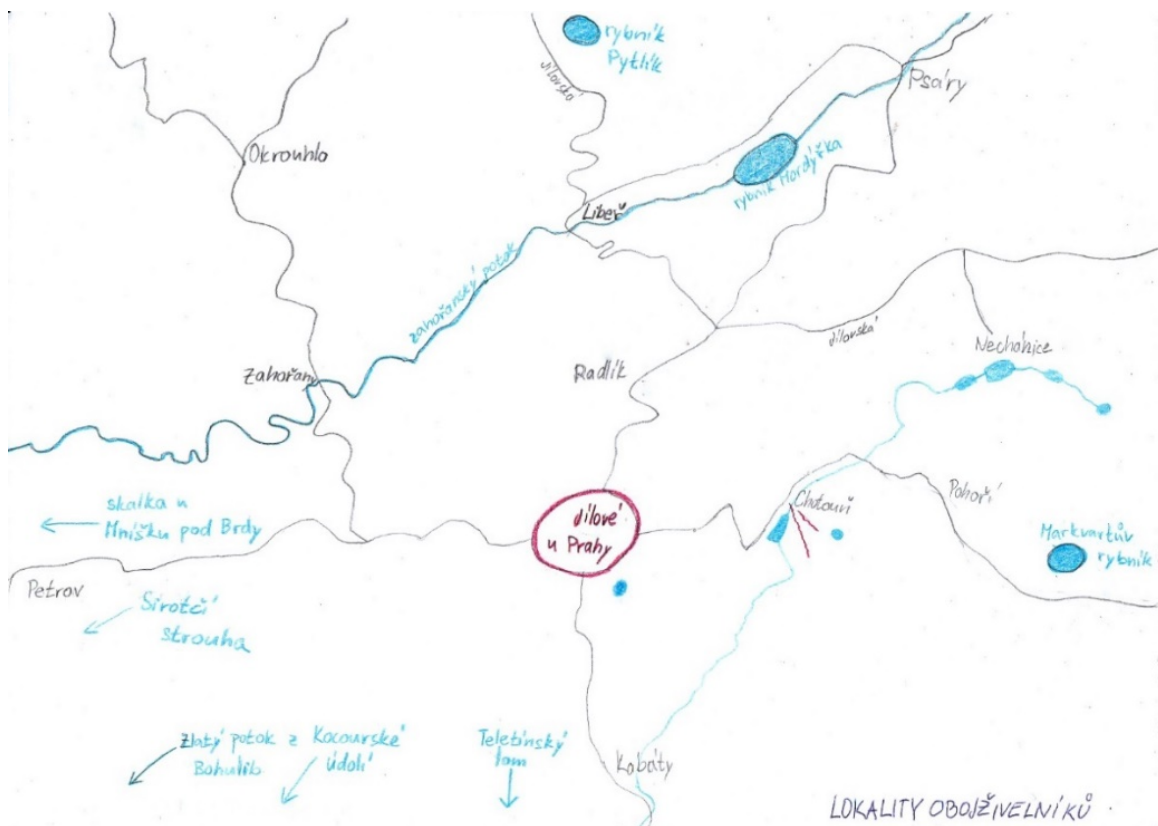
1. rybník Markvart
2. rybník Pytlík



3. rybník Mordýřka
4. lom u Teletína
5. Skalka u Mníšku pod Brdy
6. Sirotčí strouha
7. Kocourské údolí
8. rybník u osady Černíky
9. Zlatý potok u Bohulib
10. Komořanské a modřanské tůně



Obrázek 8 - Rozmístění vybraných lokalit s výskytem obojživelníků, číslování odpovídá názvům lokalit uvedených na předchozí stránce



Obrázek 9 - Ukázka práce žáků

#### 7.4.2 Pozorování obojživelníků

S žáky byla plánována vycházka v rámci projektového dne „Světový den vody“ za účelem pozorování obojživelníků do vybraných lokalit uvedených v mapě. Přímé pozorování bohužel z důvodu pandemie COVID-19 a následného uzavření škol neproběhlo. Žáci přesto mohli i distančně ověřit určité hypotézy (vyjma hypotézy č. 1) rozbořen patřičných literárních zdrojů, které jim byly poskytnuty.

#### Exkurz 2

**Světový den vody** byl Organizací spojených národů určen od roku 1993 na 22. březen. Spojené národy tento den navrhly v roce 1992 v rámci Agendy 21 na jednání UNCED v Rio de Janeiru, v Brazílii. Důvodem je skutečnost, že na světě více jak miliarda lidí trpí

nedostatkem pitné vody nebo nemá přístup k pitné vodě. Propagace agentur UN a nevládních organizací věnujících se problémům spojených s vodou je zaměřena na čistotu a ochranu vod a jejich šetření. Kromě toho je každým rokem zpracováváno určité specifické téma. Pro rok 2020 je to téma úbytku vody v důsledku klimatické změny a udržitelné hospodaření s vodou.

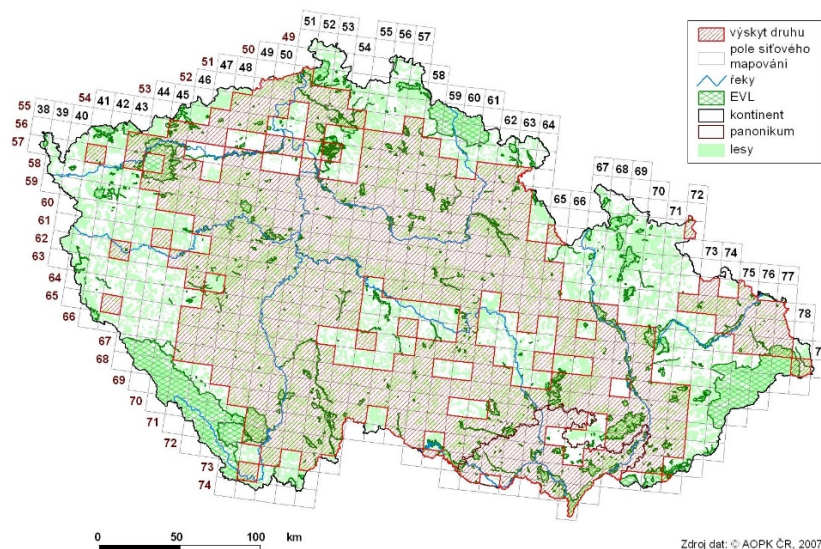
V těchto lokalitách se v současnosti vyskytuje čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), kuňka obecná/ohnivá (*Bombina bombina*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), skokan zelený (*Rana esculenta*), skokan skřehotavý (*Rana ridibunda*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), rosnička zelená (*Hyla arborea*) a mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*).

### 7.4.3 Ekologie a rozšíření vybraných druhů obojživelníků

**Kuňka obecná (ohnivá) – *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761)**

#### Rozšíření v ČR

Druh byl rozšířen víceméně souvisle na většině území ČR kromě oblastí s výskytem kuňky žltobřiché. Během posledních desítek let byl pozorován pokračující pokles počtu obsazených lokalit především kvůli nevhodnému způsobu hospodaření na rybnících, změnám v krajině, fragmentaci krajiny a následné izolaci zbylých populací. Na některých lokalitách kuňky vymizely, nebo výrazně poklesly jejich stavy bez zjevných příčin, významnou roli však bude jistě hrát sucho v jarních měsících v poslední době. Na našem území se dosti často vyskytují kříženci obou druhů našich kuněk. Na styku areálů obou druhů kuněk vzniká tzv. hybridní zóna, kde nalezneme prakticky výhradně křížence obou druhů.



Obrázek 10 - Kuňka obecná – areál rozšíření

## **Obývané biotopy a rozmnožování**

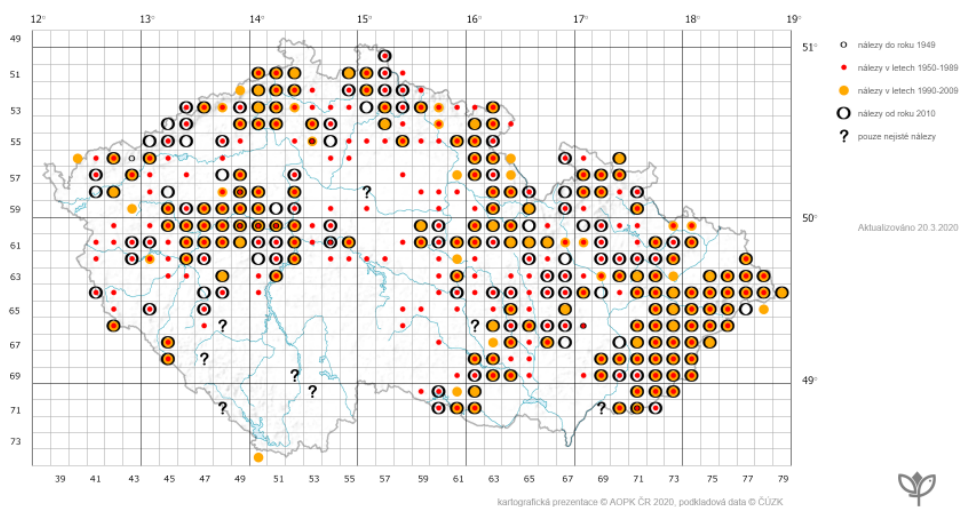
Kuňka se vyskytuje především v nížinách, kde vyhledává slunná stanoviště. Lze na ní narazit v mělkých kalužích na okrajích polí a lesů, v období rozmnožování vyhledává větší vodní plochy s rozsáhlou vodní vegetací jako např. tůňe, rybníky, mělká jezera. Svým způsobem života je silně vázaná na vodu. Zcela zásadní je pro ni dostatečný počet mělčin s hloubkou do 40 cm, s dostatkem potravy a minimální rybí osádkou. Rozmnožuje se v období od dubna do června, vývin larev probíhá do srpna. Samice může naklást za sezónu až 300 vajíček, která jsou v malých shlucích nepravidelného tvaru čítajících cca 30 kusů přichycena k vodní vegetaci. Vajíčka o velikosti 1,5 – 2 mm jsou zprvu dvoubarevná, horní polovina je hnědá a spodní bělavá, postupně času získají jednolitou světle hnědou barvu. Rosolovité obaly vajíček jsou řídké a měkké, spojené v jeden celek. Rozměry snůšky dosahují 3 – 5 cm.

**Mlok skvrnitý** – *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758)

### **Rozšíření v ČR**

Mlok byl v minulosti rozšířen téměř plošně po celém území ČR kromě jižních Čech, západní poloviny Českomoravské vrchoviny, části Polabí, dolního Poohří, jižní Moravy a Slezských nížin. Současný výskyt má víceméně mozaikový charakter. Místně jsou populace mloků ohroženy ztrátou vhodného místa rozmnožování – vysycháním nebo kontaminací lesních potůčků a studánek, znečišťováním pramenišť, rekultivací starých lomů. Také je ohrožuje vysazování pstruhů do vodních toků. Reálnou hrozbou pro celé populace našich mloků je nově objevená plíseň *Batrachochytrium salamandrivorans*, způsobující onemocnění ocasatých obojživelníků – chytridiomykózu, velmi často s fatálními následky.

Výskyt druhu *Salamandra salamandra* podle záznamů v ND OP



Obrázek 11 - Mlok skvrnitý – areál rozšíření

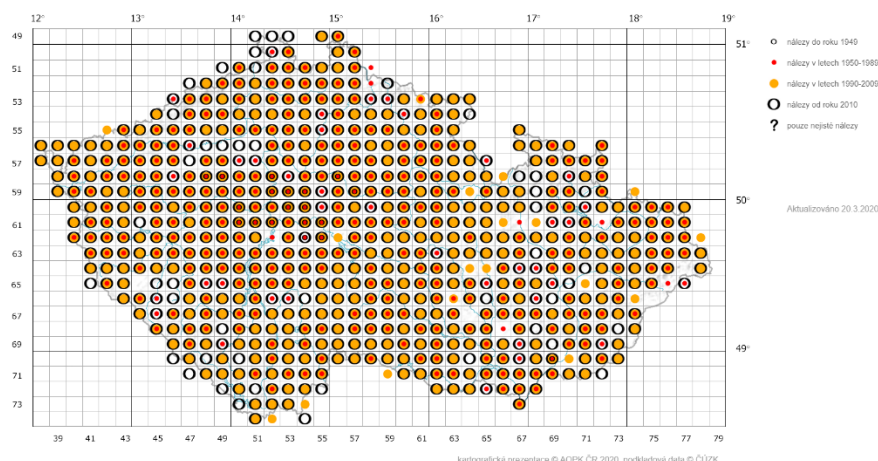
## Obývané biotopy a rozmnožování

Mlok se u nás vyskytuje nejčastěji ve středních polohách až do nadmořských výšek dosahujících 1000 m n.m. Obývá převážně smíšené a listnaté lesy se strmými svahy a kamennou sutí, které mají větší vrstvu rozkládající se dřevní a listové hmoty. V okolí musí být dostatek čistých potoků a studánek, kde dochází k vývoji larev. Mlok má noční aktivitu, přes den se zdržuje pod kořeny stromů, mezi kameny atd. Kromě období rozmnožování není vázán na vodu. Páření mloků probíhá v létě a na podzim, kdy samec umístí na dno spermatofor, který samice nasaje svou kloakou a dojde k oplození. Oplozená vajíčka se dále vyvíjí v jejím těle. Jedná se o tzv. ovoviviparii (vejcoživorodost). V období března až června pak samice naklade do vody až 60 larev, které metamorfují od srpna do listopadu, některé i přezimují do dalšího roku.

**Čolek obecný** – *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758)

## Rozšíření v ČR

Čolek obecný se v minulosti u nás vyskytoval plošně, limitován byl pouze vyšší nadmořskou výškou. V současnosti se počet jeho lokalit značně snížil. Ubyl především v zemědělsky obhospodařovaných oblastech. Ohrožuje jej zánik suchozemských i vodních biotopů (změna struktury hospodářských kultur, zavážení drobných vodních ploch, rekultivace vytěžených lomů a pískoven, intenzivní rybníční hospodaření atd).



Obrázek 12 - Čolek obecný – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

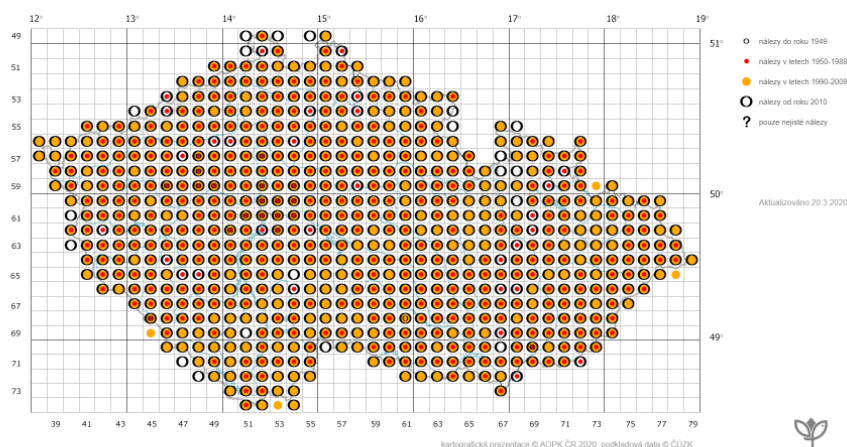
Čolek obývá spíše nížiny a střední polohy, preferuje více otevřené plochy jako různé mokřady, vlhké louky atd. Je méně vázán na vodu oproti ostatním druhům čolků, většinu života tráví mimo ni. K páření dochází v našich podmínkách na přelomu března a dubna a trvá až do května. Samice naklade za sezónu až 300 vajíček, která jednotlivě lepí a balí do listů vodních rostlin. Vajíčka jsou zřetelně dvoubarevná, horní polovina je hnědá a spodní bílá. Mají rozměr 1,3 – 1,8 mm, s rosolovitým obalem 2 – 3,5 mm. Vývin larev probíhá do srpna, kdy metamorfují, vzácně přezimují.

## Ropucha obecná – *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758)

### Rozšíření v ČR

Ropucha obecná patřila vždy k našim nejběžnějším obojživelníkům a dodnes má její výskyt plošný charakter. Na mnoha místech lze ovšem během posledních desetiletí zaznamenat značný pokles početnosti populací. Již se nerozmnožuje v tisícových počtech, jak bylo běžné, ale její stavy pozorované v době rozmnožování klesly na stovky, často i na desítky jedinců. Důvodem je zejména nevhodné rybniční hospodaření a ohrožení celých populací úhynem na silnicích pod koly aut v období jarních migrací na místa rozmnožování a letních migrací mladých metamorfovaných jedinců.

Výskyt druhu *Bufo bufo* podle záznamů v ND OP



Obrázek 13 - Ropucha obecná – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

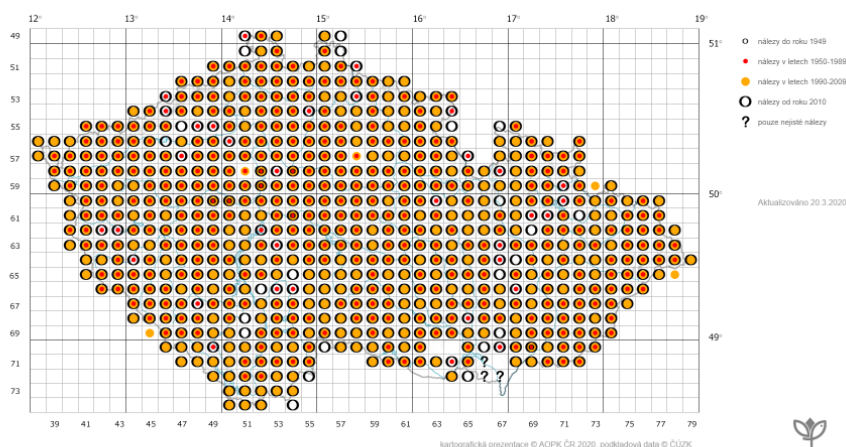
Ropucha tráví celý život na souši, do vody se stahuje jen v období páření a kladení snůšek. Ropucha je velmi přizpůsobivá, vyskytuje se v rozmanitých biotopech od velkých měst až po horské oblasti. Přes den bývá zpravidla ukrytá a aktivní je v noci. Pro rozmnožování využívá větší vodní plochy jako okraje rybníků a jezer, velké tůně, umělé nádrže apod., ke kterým migruje i na velkou vzdálenost. Na rozdíl od jiných obojživelníků se dokáže rozmnožovat i ve vodním prostředí s velkou rybí obsádkou. K rozmnožování dochází od poloviny března do poloviny dubna. Samice klade párový rosolovitý provazec vajíček dlouhý 2 – 5 cm a široký 4 – 8 mm, který může obsahovat až 8000 černých vajíček. Vajíčka jsou nakladena v pravidelných 2 – 4 řadách. Rosolovité obaly jsou měkké a řídké. Provazce jsou hustě propleteny mezi vodní vegetací.

## Skokan hnědý – *Rana temporaria* (Linnaeus, 1758)

### Rozšíření v ČR

V České republice se skokan hnědý vyskytuje od nejnižších poloh po vrcholky Krkonoš. V posledních desetiletích docházelo k poklesu početnosti populací nebo přímo k vymizení populací především v nižších polohách. Populace tohoto druhu jsou významně poškozovány nevhodným hospodařením na rybnících, technickou úpravou vodních toků a – podobně jako u ropuchy obecné – v období hromadných migrací úhynem na silnicích.

Výskyt druhu *Rana temporaria* podle záznamů v ND OP



Obrázek 14 - Skokan hnědý – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

Skokan hnědý podobně jako ropucha obecná kolonizoval rozličné biotopy, vyskytuje se od nížin až po vysokohorské oblasti. Byl zaznamenán i v nadmořské výšce 3000 m n. m. Dává přednost chladnějším a stinnějším stanovištím. Zejména v letním měsících se drží v blízkosti vody, ale jinak ho nalezneme na loukách, v lesích, v zahradách i v parcích. Pro rozmnožování využívá větší vodní plochy s hojnou vodní vegetací jako jsou např. menší rybníky, zatopené pískovny a lomy, slepá ramena řek, umělé vodní nádrže, zahradní jezírka... Od poloviny února do polovina dubna skokan migruje na místo rozmnožování. Samice klade většinou jeden velký tuhý shluk vajíček čítající v průměru 2000 kusů. Snůšky jsou kladeny ve velkých seskupeních v nejmělké části litorálu a často jsou pak rozplaveny po celé vodní ploše. Rosolovité obaly jsou tuhé a husté, jednotlivě od sebe rozlišitelné, zprvu průzračné, chvíli po nabobtnání získávají mléčný zákal. Průměr vajíčka činí 1,6–2,8 mm, s rosolovitým obalem 8–11 mm. Při vykulení mají larvy délku 6–9 mm a k metamorfóze pulce v juvenilního jedince dochází od poloviny června do poloviny října.

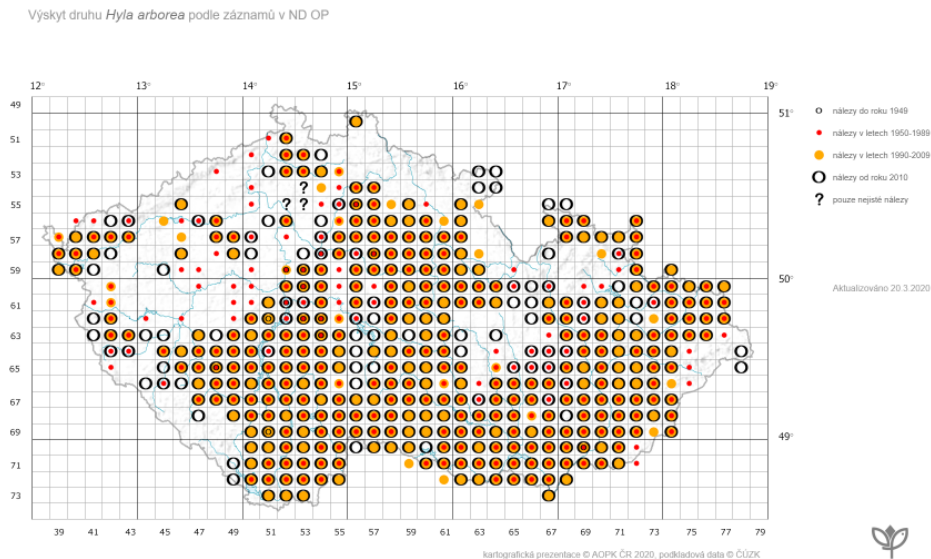
## Rosnička zelená – *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758)

### Rozšíření v ČR

Rosnička se vyskytuje na převážné většině našeho území. V některých oblastech však zcela chybí, např. na Křivoklátsku, na Kladensku a v některých horských i podhorských oblastech. V současnosti nedochází ke zmenšování areálu tohoto druhu nebo početnosti populací. V některých oblastech dochází naopak rozšiřování populací v důsledku obývání náhradních



biotopů (vznikající a opuštěné pískovny). Stejně jako většina obojživelníků je ale i tento druh citlivý na nevhodné rybníční a zemědělské hospodaření.



Obrázek 15 - Rosnička zelená – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

Rosnička se vyskytuje zejména v nižších polohách v různých mokřadech, na krajích lesa, v tůních, zatopených pískovnách, ale i zahradách a parcích. Je to náš jediný stromový druh žáby, někteří jedinci byli nalezeni v korunách stromů i ve výšce 10 m nad zemí. K rozmnožování preferuje osluněné vodní plochy s hustou pobřežní vegetací, nejvhodnějším prostředím je menší rybník s rákosinami a s minimální rybí obsádkou. Rozmnožování probíhá od poloviny dubna do poloviny června. Samice klade 200-1400 vajíček za sezónu. Vajíčko měří v průměru 2 mm a s rosolovitým obalem 3-4 mm, jsou tedy menší než vajíčka jiných žab. Vajíčka jsou kladena v malých shlucích a vždy uchycena k vegetaci. Čerstvě nakladená vajíčka jsou zřetelně dvoubarevná. Horní část je světle hnědá a spodní část bílá. Rosolovité obaly vajíček jsou řídké a většinou propojené v jeden celek. Po vykulení měří pulec 3-5 mm a během července až srpna metamorfuje v juvenilního jedince.

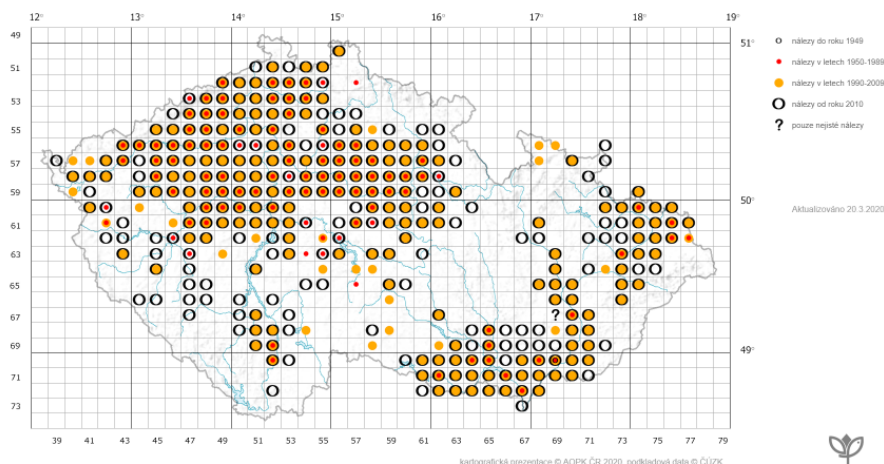
## Skokan skřehotavý – *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)

### Rozšíření v ČR

V minulosti se vyskytoval především v oblasti středních, severozápadních a severních Čech, teprve později byl doložen z několika míst na jižní Moravě. V současnosti je tento druh rozšířen na mnoha místech ČR, a to i ve vyšších nadmořských výškách. Rovněž je otázkou,

zda osídlil nové lokality přirozenou cestou v souvislosti s globálním oteplováním, nebo zda byl do určitých míst zavlečen v souvislosti s rybničním hospodařením a odtud se dál samovolně šíří. V současnosti nedochází na většině území ke zmenšování areálu tohoto druhu nebo početnosti populací, spíše naopak, ale stejně jako většina obojživelníků je tento druh citlivý na nevhodné rybniční a zemědělské hospodaření.

Vyskyt druhu *Pelophylax ridibundus* podle záznamů v ND OP



Obrázek 16 - Skokan skřehotavý – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

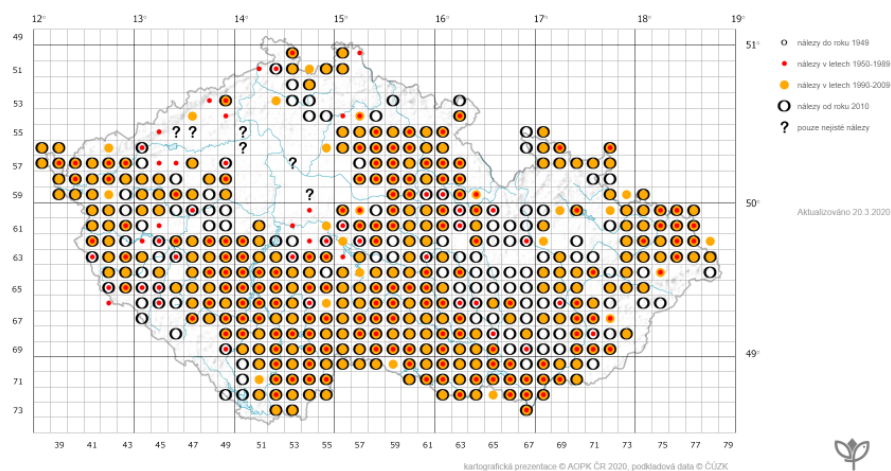
Skokan skřehotavý je vyloženě vodní druh obojživelníka, tráví ve vodě téměř celý rok. Pod vodou i zimuje. Žije v celé řadě vodních těles, ať už přirozených, tak uměle vytvořených, je tolerantní i k vodě se zvýšenou salinitou. Jedná se o synantropní druh. Nejčastějším biotopem bývá velký rybník s litorálními porosty a malou rybí obsádkou. K rozmnožování dochází nejčastěji od konce dubna do začátku června, většina samic klade vajíčka v květnu, kdy panuje slunečné počasí. Snůšky mají nepravidelný tvar o velikosti od 4 do 12 cm a jsou uloženy ve vodě jednotlivě nebo v seskupeních. Bývají přichyceny svým okrajem k vodní vegetaci. Rosolovité obaly jsou měkké a řídké, slité v jeden celek. Vajíčka o velikosti 1 – 2 mm, s obalem 6 – 8 mm, jsou zprvu dvoubarevná, přičemž horní část vajíčka je světle hnědá a spodní část bílá a nažloutlá. V dalším vývoji jsou vajíčka světle hnědá. Při vykulení jsou larvy velké 6 – 8 mm a během svého vývoje dosáhnou až 70 mm. Metamorfóza probíhá od poloviny července do konce srpna.

**Skokan zelený** – *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758)

## Rozšíření v ČR

Skokan zelený se v České republice vyskytuje roztroušeně po celém území, s výjimkou horských oblastí. Ve většině území je jeho rozšíření plošné. Velmi často se skokan zelený na lokalitách vyskytuje spolu s jedním z „rodičovských“ druhů (skokan skřehotavý, skokan krátkonohý), čisté populace ale také existují. V současnosti nedochází ke zmenšování areálu tohoto druhu nebo nápadnému úbytku početnosti populací, ale stejně jako většina obojživelníků je tento druh citlivý na nevhodné rybníční a zemědělské hospodaření.

Výskyt druhu *Pelophylax esculentus* podle záznamů v ND OP



Obrázek 17 - Skokan zelený – areál rozšíření

## Obývané biotopy a rozmnožování

Skokan zelený je podobně jako skokan skřehotavý vyloženě vodní druh žáby, obývá podobná stanoviště. Jeho nejčastějším biotopem jsou rybníky s litorálními porosty, jezírka, pískovny, lomy, přírodní koupaliště aj. Optimální jsou pro něj plochy bez ryb nebo s nízkou rybí obsádkou, snese však i vyšší zastoupení ryb ve své lokalitě. V areálu svého výskytu se nachází i ve vyšších nadmořských výškách kolem 1500 m n. m. Rozmnožování trvá od konce dubna do začátku června. Samice skokana zeleného může za sezónu naklást až 10 000 vajíček. Tvar a velikost snůšky vykazuje podobnost se skokanem skřehotavým a krátkonohým, morfologicky jsou prakticky neodlišitelné. Pulci po vykulení dosahují velikosti 5 – 10 mm a postupně dorůstají velikosti 50 – 80 mm, metamorfují od konce července do konce srpna.

## 7.4.4 Pozorování obojživelníků ve vybraných lokalitách

### Výzkumné otázky

1. Které druhy obojživelníků v dané lokalitě najdeme?
2. Podle čeho poznáme, že se v dané lokalitě nachází obojživelníci?
3. Jaké podmínky musí daná lokalita splňovat, aby se v ní vyskytovali obojživelníci?
5. Proč v jezírku na pozemku ZŠ nenajdeme žádné obojživelníky, ani jejich vajíčka?
4. Jak se liší snůšky/vajíčka jednotlivých druhů obojživelníků?
6. Dá se podle vzhledu/tvaru snůšky zjistit, kterému patří obojživelníkovi?

### Hypotézy žáků

1. S největší pravděpodobností narazíme v dané lokalitě na skokana a ropuchu.
2. Snůšky skokanů a ropuch se budou lišit.
3. Obojživelníci potřebují k životu a úspěšnému rozmnožování čistou vodu a hodně rostlin ve vodě i na březích.

### Metodika práce

#### Pomůcky

záznamové protokoly, určovací klíče a atlasy, sítko, audionahrávky hlasů žab, misky, pH metr, teploměr, akvaristická sada na zjišťování přítomnosti dusičnanů a dusitanů ve vodě, konduktometr, trubice na zjišťování průhlednosti vody

#### Postup získávání dat

Každou vybranou lokalitu žáci obecně charakterizují z hlediska její velikosti, profilu okolí, rostoucí vegetace a provedou posléze základní měření teploty, pH, obsahu dusičnanů a dusitanů a konduktivity. Pomocí zkušební trubice provedou průhledovou zkoušku vody. Všechny údaje žáci zaznamenají do protokolu. Poté následuje vlastní průzkum, kdy žáci zjišťují přímý výskyt obojživelníků či jejich snůšek na vodní ploše a pobřežních porostech. Taktéž se snaží zachytit případné zvukové projevy žab a porovnat je s audionahrávkami k identifikaci příslušného druhu. Všechny údaje opět zaznamenají do protokolu a následně vyhodnotí.

#### Odpovědi na výzkumné otázky

*1. Podle čeho poznáme, že se v dané lokalitě nachází obojživelníci?*

Na přítomnost obojživelníků v dané lokalitě lze usuzovat kromě samotného přímého pozorování jednotlivých druhů obojživelníků také dle hlasových projevů žab a nejčastěji dle přítomnosti snůšek.

*2. Jaké podmínky musí daná lokalita splňovat, aby se v ní vyskytovali obojživelníci?*

Každý druh má specifické nároky na teplotu vody, vegetaci, zastínění vodní plochy, množství ryb atd. v dané lokalitě. Obecně obojživelníkům vyhovují stojaté vodní plochy s množstvím vodních rostlin v litorálu a minimální rybí obsádka. Z tohoto důvodu nebyla v jezírku na pozemku ZŠ zjištěna přítomnost obojživelníku ani jejich snůšek, neboť jezírko disponuje přemírou okrasných jezírkových rybek karase zlatého.

*3. Jak se liší snůšky/vajíčka jednotlivých druhů obojživelníků? Dá se podle vzhledu/tvaru snůšky zjistit, kterému patří obojživelníkovi?*

Snůšky se liší svým tvarem a velikostí, umístěním ve vodě a mírou přichycení k vegetaci, dále rozměry a zbarvením vajíček a rosolovitými obaly vajíček. Problematickou skupinou v tomto směru jsou však zelení skokani (skokan zelený, skokan skřehotavý, skokan krátkonohý), u nichž jsou snůšky vzhledově prakticky totožné.

### **Ověření počátečních hypotéz**

*2. Snůšky skokanů a ropuch se budou lišit.*

Soudě podle nákrešů/fotografií v určovacích klíčích a dostupné literatuře se snůšky ropuchy a skokana zřetelně liší. Hypotéza potvrzena.

*3. Obojživelníci potřebují k životu a úspěšnému rozmnožování čistou vodu a hodně rostlin ve vodě i na březích.*

V případě naměření nízkého obsahu dusitanů ve vodě hypotéza potvrzena.

Relativní „čistota“ vody posuzovaná dle průhlednosti vody není relevantním faktorem pro výskyt obojživelníků. Rozhodující je přítomnost dalších potenciálně znečišťujících látek převážně chemického charakteru. Obojživelníci vykazují citlivost zejména na vyšší koncentraci dusitanů ve vodě. Stejně tak se nároky na vodní a pobřežní vegetaci liší druh od druhu.

## 8 Závěr

Ačkoliv přírodovědné vzdělání a přírodovědné předměty vůbec nejsou na špici tabulky oblíbenosti mezi žáky, může být výzvou pro stávající a začínající učitele tento trend změnit a učinit výuku těchto předmětů pro žáky atraktivnějším s využitím zmíněných aktivizujících metod. Propojení přírodovědných témat s každodenním životem a použití nových badatelských metod a postupů může být pro žáky nové a lákavé a zvýší se jednak zájem žáků o studium přírodovědných předmětů, jednak se zefektivní ukotvení získaných znalostí a dovedností, které žáci mohou aplikovat v reálném životě. Žáci v dnešní společnosti ovlivnění informačními technologiemi přichází do výuky s velkým množstvím informací a znalostí a je na straně učitele navázat na ně a pracovat s nimi. Potřeba memorování nových poznatků a osvojení si velkého množství faktů ustupuje do pozadí, právě toto „instantní vědění“ předkládané žákům už v hotové podobě nerozvíjí myšlení žáků v souvislostech a nerozvíjí lidskou kreativitu. Žákům chybí dostatečný prostor pro praktickou aplikaci osvojených přírodovědných poznatků v situacích blízkých jejich běžnému životu. A právě badatelská a projektová výuka může být tímto motorem, který nastartuje změnu v našem současném vzdělávání mládeže a oživí uvadající zájem o tyto oblasti.

## 9 Seznam použitých informačních zdrojů

1. ANDRESKA, Dominik, ANDRESKA, Jan, 2014. Bobr 2014: Chráněný i nežádoucí. *Vesmír* [online]. [cit. 20.7. 2020]. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2014/11/bobr-2014-chraneny-nezadouci.html>
2. ČERNÝ, Walter. *Ptáci*. Vyd. 7. Ilustroval Karel DRCHAL. Praha: Aventinum, 1990. Průvodce přírodou (Aventinum). ISBN 80-7151-223-0.
3. DANIŠ, Petr. *Tajemství školy za školou: proč učení venku v přírodě zlepšuje vzdělávací výsledky, motivaci a chování žáků*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2019. ISBN 978-80-7212-638-5.
4. DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4393-5.
5. článek Dostál str. 82: *E-pedagogium: nezávislý odborný časopis určený pedagogickým pracovníkům všech typů škol*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2001. ISSN 1213-7758
6. DUNGEL, Jan a Jiří GAISLER. *Atlas savců České a Slovenské republiky*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-1026-2.
7. Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. (2008). Výzkumná zpráva. MŠMT. dostupné na: <http://ipn.msmt.cz>.
8. Ministerstvo životního prostředí, 2016 [online]. Státní program EVVO a EP na léta 2016-2025. [cit. 20.3. 2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/statni\\_program\\_evvo\\_ep\\_2016\\_2025](https://www.mzp.cz/cz/statni_program_evvo_ep_2016_2025)
9. PAPÁČEK, Miroslav. *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?* Scientia in educatione 1(1), 2010, p. 33–49. ISSN 1804-7106.
10. PAPÁČEK, Miroslav, ed. *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010): sborník příspěvků semináře: 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6.
11. Projektové vyučování v přírodovědných předmětech: Project-based Education in Science: PBE: mezinárodní studentská konference: Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2013.
12. ŠKODA, J.; DOULÍK, P. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. Pedagogická orientace, 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44. ISSN 1211-4669.*
13. TOMKOVÁ, Anna, Jitka KAŠOVÁ a Markéta DVOŘÁKOVÁ. *Učíme v projektech*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-527-1.

14. VOREL, Aleš, Tomáš DOSTÁL, Jitka UHLÍKOVÁ, Jana KORBELOVÁ a Petr KOUDELKA. *Průvodce v soužití s bobrem*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2666-8.

15. VOTÁPKOVÁ, Dana, ed. *Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza, c2013. ISBN 978-80-87905-02-9.