



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra biologie

Diplomová práce

Terénní výuka ekologické problematiky  
na gymnáziu s využitím badatelsky  
orientovaného vyučování

Vypracovala: Petra Kuchařová  
Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

České Budějovice 2014

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

27. 6. 2014

Podpis studenta:

Mé upřímné poděkování patří panu prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc. za cenné rady, zájem a čas, který mi věnoval při zpracování mé diplomové práce. Zároveň děkuji celé své rodině a přátelům za pomoc a trpělivost.

## **ANOTACE**

Kuchařová P. 2014: Terénní výuka ekologické problematiky na gymnáziu s využitím badatelsky orientovaného vyučování. Diplomová práce. Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice. 205 s

V diplomové práci byly navrženy úlohy pro terénní výuku ekologické problematiky s využitím badatelsky orientovaného vyučování. Pro modelové úlohy bylo zvoleno šest stěžejních témat, a to problematika společenstva mravenců a jejich role v ekosystémech, mezidruhových vztahů mezi organismy, potravních vztahů mezi organismy, adaptace živočichů v závislosti na prostředí, adaptace na různé potravní niky a oběh vody v přírodě.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** badatelsky orientované vyučování, konstruktivismus, ekologie, modelové úlohy

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.

Diplomová práce byla vypracována v rámci projektu GA JU 065/2010/S a GA JU 078/2013/S.

## **ANNOTATION**

Kuchařová P. 2014 Inquiry based field teaching and learning of ecology at the secondary school. Master's thesis. Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice, České Budějovice. 205 pp

This thesis brings a set of tasks dealing with ecological problematics. These tasks that are addressed to students of secondary schools were conditioned for field teaching and learning with using of inquiry based education. Six key themes were chosen for development of mentioned tasks: ant communities and their role in ecosystems, interspecific relationships between organisms, food relationships within organisms, adaptation of animals to their environment, adaptation to different feeding niches, and circulation of water in nature.

**KEY WORDS:** Inquiry-based education, constructivism, ecology, model tasks

Supervisor: Prof. RNDr. Miroslav Papáček, Ph.D.

This thesis was supported by projects GA JU 065/2010/S and GA JU 078/2013/S.

# Obsah

1.	Úvod .....	8
2.	Teoretická východiska .....	9
2.1	Pedagogický konstruktivismus jako teoretické východisko pro BOV .....	9
2.1.1	Zakladatelé konstruktivistických přístupů – Jean Piaget a Gaston Bachelard .....	10
2.1.2	Směry konstruktivismu .....	12
2.1.3	Konstruktivistické teorie výuky .....	14
2.1.4	Konstruktivistická a transmisivní výuka.....	16
2.1.5	Chápání role učitele a žáka v konstruktivistickém procesu vzdělávání.....	22
2.1.6	Prekoncepty v konstruktivistickém pojetí vzdělávání .....	26
2.1.7	Klady a zápory pedagogického konstruktivismu .....	28
2.2	Podstata badatelsky orientovaného vyučování .....	28
2.2.1	Vymezení BOV.....	31
2.2.2	Stručná historie BOV .....	31
2.2.3	Role učitele a žáka v BOV .....	32
2.2.4	BOV ve škole .....	36
2.2.5	Klady a zápory BOV .....	38
2.2.6	Překážky pro zavádění BOV .....	39
2.2.7	BOV krok za krokem – základní rysy metodického postupu .....	39
3.	Metodika.....	42
4.	Výsledky.....	43
4.1	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 1 .....	43
4.2	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 2 .....	75
4.3	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 3 .....	99
4.4	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 4.....	110

4.5	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 5.....	120
4.6	Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 6.....	133
5.	Diskuse .....	151
5.1	Pedagogická dokumentace (RVP, ŠVP) a učebnice ve vztahu k badatelsky orientovanému vyučování.....	151
5.2	Navržené úlohy ve vztahu k teoretickým východiskům.....	152
5.3	Možnost zařazení navržených úloh v rámci projektového dne .....	153
6.	Závěr.....	155
7.	Seznam literatury.....	156
8.	Zdroje převzatých obrázků .....	161
9.	Přílohy .....	162
9.1	Pracovní list č. 1 .....	163
9.2	Pracovní list č. 2 .....	173
9.3	Pracovní list č. 3 .....	182
9.4	Pracovní list č. 4 .....	187
9.5	Pracovní list č. 5 .....	191
9.6	Pracovní list č. 6 .....	196

## 1. Úvod

Úlohy zaměřené na badatelsky orientovanou výuku nemají v naší zemi dlouholetou tradici. V poslední době se ale na toto téma stále více diskutuje, protože potřeba změny vyučovacích přístupů je v dnešní době čím dále víc potřebnější. Potřeba změny v oblasti výuky biologie narůstá i s nárůstem stále nových poznatků.

Diplomová práce se ve své rešeršní části zabývá badatelsky orientovanou výukou a pedagogickým konstruktivismem jako teoretickým východiskem pro badatelsky orientovanou výuku. Je zde uvedena charakteristika obou směrů a jejich hlavní znaky.

Ve výsledkové části práce jsou navrženy úlohy pro výuku ekologie badatelsky orientovaným vyučováním. Jednotlivé úlohy jsou doplněny pracovními listy.



## 2. Teoretická východiska

### 2.1 Pedagogický konstruktivismus jako teoretické východisko pro BOV

Brtnová Čepičková (2013) píše, že badatelská výuka (badatelsky orientovaná výuka = BOV) je inspirována konstruktivistickým přístupem k učení. Jedná se o proces řešení problémů, kdy se předchozí informace, zkušenosti a dovednosti spojují se zkušenostmi novými.

Anonymus A (2009) uvádí, že BOV je inspirována konstruktivistickým přístupem ve vzdělávání. Ten předpokládá, že existuje mnoho způsobů, jak předat znalosti, dovednosti a aktivitu.

Průcha a kol. (2003) vysvětlují pojem konstruktivismus následujícím způsobem: „široký proud teorií ve vědách o chování a sociálních vědách o chování a sociálních vědách, zdůrazňující jak aktivní úlohu subjektu a význam jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech, tak důležitost jeho interakce s prostředím a společností.“

*„Učitel, který se prochází mezi svými žáky ve stínu chrámu, nedává tak ze své moudrosti, jako spíše ze své víry a láskyplnosti. Je-li skutečně moudrý, nevyzývá vás, abyste vstoupili do příbytku jeho moudrosti, ale vede vás k prahu vašeho myšlení.“*  
(Ch. Džibrán: PROROK, cit. podle <http://www.modernivyucovani.cz/component/content/article/95-projekty-skol/57-u-pramene-konstruktivismu.html>)

Hrbáčková (2006a) popisuje historický vývoj konstruktivismu. Lidé prý dříve věřili, že Bůh zprostředkovává skutečný, reálný svět. Již v Řecku se filosofové snažili dokázat, že poznání se uskutečňuje prostřednictvím dialogu. Svatý Augustýn zase přišel s myšlenkou, že lidé jsou závislí na smyslové zkušenosti. Doba renesance zastávala názor, že lidé objevují již hotový svět. Našli se ovšem i odpůrci jako John Locke, který říkal, že hranice lidského poznání je omezena vlastní zkušeností. Německý filosof Immanuel Kant vyzdvihl existenci dvou pólů: interakce mysli (subjektu) a vnějšího světa (objektu). Díky objevům ve fyzice, astronomii a astrofyzice bylo stanoveno, že subjekt vždy součástí procesu

poznávání. Pro konstruktivismus je tedy důležitý dialog, vlastní zkušenost a aktivní poznávání.

Hendl (2005) charakterizuje konstruktivismus takto: „*Konstruktivismus je směr, který se zajímá o způsoby, jakými lidé individuálně nebo kolektivně interpretují nebo konstruují sociální a psychologický svět ve specifických lingvistických, sociálních nebo historických kontextech.*“ Dále uvádí názor Shütze (1971), že skutečnost se pro nás stává relevantní až pomocí svých významů a interpretací.

Anonymus D (2004) uvádí, že konstruktivismus je v podstatě jakási teorie, která je založena na pozorování a zkoumání, jakým způsobem se lidé učí.

### **2.1.1 Zakladatelé konstruktivistických přístupů – Jean Piaget a Gaston Bachelard**

Molnár a kol. (2007) udávají, že podle Bertranda (1998) u počátku konstruktivismu stály dvě významné osobnosti – Jean Piaget a Gaston Bachelard.

Jean Piaget (1896 – 1980) ovlivnil psychologické přístupy ke vzdělávání a učení se. Jen Piaget své přesvědčení shrnul takto: „*Padesát let experimentování nás naučilo, že neexistuje žádné poznání, které by bylo výsledkem pouhého zaznamenávání pozorovaného a již by nebylo strukturováno aktivitou subjektu. Avšak (u člověka) neexistuje ani žádné apriorní či vrozené struktury poznání – dědičnou je jediné sama činnost inteligence a z té se struktury rodí výlučně organizováním postupných aktivit vykonávaných s předměty. Plyne z toho, že epistemologie respektující psychogenetické danosti nemůže být ani empiristická, ani preformistická, může být chápána jediné jako konstruktivismus, v němž jsou nové operace a struktury vytvářeny.*“ (Molnár a kol., 2007)

Kašpárková (2006a) píše, že Jean Piaget začínal jako přírodovědec, až později se stal filosofem. Jeho zájmem byla genetická epistemologie – obor na pomezí psychologie, logiky a filosofie. Jejím prostřednictvím zkoumal poznávací procesy u člověka. Hendl (2005) se zmiňuje také o genetické epistemologii J. Piageta:

- Jedinec je při konstruování aktivní.

- Konstrukce probíhá na základě potřeby překonat rozpor mezi starým a novým poznatkem.

Hendl (2005) popisuje, že podle J. Piageta začíná vývoj člověka na senzomotorické úrovni, tzn. pohybem a jeho koordinací. Střetává se přitom organismus a prostředím, je proto nutné, aby byla nastolená rovnováha. Aby organismus přežil, musí dojít k jeho přizpůsobení okolí a přizpůsobení okolí pro jeho potřeby.

Kašpárková (2006a) uvádí názor J. Piageta, podle kterého dosahují děti kognitivní úrovně díky ekvilibracím (vyzařováním). Ekvilibrace je zajišťována dvěma procesy:

1. Asimilace – jedná se o začlenění nové zkušenosti do mentální struktury dítěte.
2. Akomodace – pokud se nová zkušenost nezačlení, tak poté dochází ke změně v kognitivní struktuře.

Kašpárková (2006a) píše, že J. Piaget rozdělil kognitivní vývoj dítěte do čtyř oblastí:

1. Senzomotorické stádium (od narození do 2 let). V tomto období dochází k rozvoji vnímání. Děti aktivně prozkoumávají, vyhledávají nové a zajímavé zkušenosti. V raných fázích se poznání zužuje pouze na podněty, které děti vnímají smysly. Myšlenky dítěte jsou zaměřeny na sensorické vnímání a motorické chování. Ke konci tohoto období dochází k mentálnímu rozvoji.
2. Předoperační stádium (od 2 let do 6 – 7 let). Hlavní charakteristikou je řeč, představy a jednodušší myšlení. Děti začínají používat své jazykové schopnosti a pojmové dovednosti. Děti ale ještě nejsou schopni naplno pochopit pravidla, různé operace a činnosti. Děti již začínají vnímat více lidí okolo sebe, stávají se méně egocentrickými. V době, kdy je dítě egocentrické, hodnotí vše jen ze svého pohledu. Postupně nastupuje stádium decentrace – schopnost chápat nezávisle na vlastní osobě.
3. Stádium konkrétních operací (od 7 – 8 let až do 11 – 12 let). Toto stádium je charakterizováno formováním logického myšlení a operováním s abstraktními pojmy (mají ale základ v konkrétních příkladech). Dítě

dokáže popsat, ale nevysvětlí. Ke konci období jsou děti schopny vyjadřovat se pomocí symbolů, jazyka a myšlenek.

4. Stádium formálních operací (od 11 – 12 let). Je zde naplno rozvinuto logické myšlení a práce s abstraktními pojmy. Dítě je schopno vyrovnat se se situacemi, ve kterých se ocitá prvně.

Kašpárková (2006a) uvádí, že Gaston Bachelard (1884 – 1962) zjistil, že každý člověk konstruuje své poznání kritickou prověrkou svých dosavadních znalostí a zkušeností. Vyslovil následující paradox: „*Neznalost je jistou formou poznání.*“ Svou filosofií odmítnutí později ovlivnil mnoho badatelů. Jeho filosofii můžeme označit jako konstruktivistickou a dialektickou. Bachelard vysvětluje, co znamená dialektizovat myšlení následujícím způsobem: „*Znamená zvýšit jistotu, že vytvoříme úplná a vědecké metodě odpovídající pojetí jevů, že budou znovu vzaty v potaz všechny proměnné, které věda či naivní myšlení ve svém prvním úsilí přehlédly nebo potlačily.*“

### **2.1.2 Směry konstruktivismu**

Existují různé směry konstruktivismu, které mají ale společný základ. Činčera (2007) zformuloval základní východiska konstruktivismu do následujících deseti bodů:

1. Naše představy jsou konstruovány na základě jazykového, společenského a kulturního kontextu.
2. Poznávání je aktivní proces.
3. U žáků je nutné, aby byla podporována jejich vnitřní motivace.
4. Učení je proces, ve kterém žák pracuje s novými informacemi.
5. Každý žák má svou představu (prekoncept) a ta následně ovlivňuje přijímání nových informací.
6. Prekoncepty jsou v jistém bodě opuštěny a to tehdy, pokud si s nimi žák již nevystačí.
7. Učení je založeno na zpochybňování prekonceptů.
8. Cílem učení je aktivně vést žáka k pochopení.
9. Sociální interakce žáka s okolím by neměla být opomínána.
10. Pro lepší porozumění by mělo být učení postaveno na reálných situacích.

Pro směry konstruktivismu existuje následující členění:

- Personální (triviální) konstruktivismus – Hrbáčková (2006a) uvádí názor Hilla (2004), že jeho zakladatelem je Jean Piaget. Ten říká, že vývoj inteligence je proces, kdy žáci konstruují své chápání prostřednictvím interakcí se světem. Poté dochází ke dvěma procesům: uspořádání a adaptace. J. Piaget řekl, že proces poznání je závislý na věku jedince.
- Radikální konstruktivismus – Molnár a kol. (2007) říkají, že poznání je závislé na tom, kdo poznává. Chvála (1993) píše, že první zmínku o radikálním konstruktivismu můžeme najít u Humberta R. Maturana, chilského profesora fyziologie, který navrhl nástin koncepcce života a bytí. Maturana říká: „*Proto doslova vytváříme svět, v němž žijeme tím, že žijeme.*“ Hrbáčková (2006a) píše, že E. von Glassersfeld (1996) říká, že poznání je výsledkem adaptace člověka na prostředí. Poznání je produktem člověka.
- Kognitivní konstruktivismus – Molnár a kol. (2007) říkají, že jeho zastáncem je zejména J. Piaget. Jedinec si spojuje jednotlivé informace z prostředí do celků a ve své mysli s nimi provádí mentální operace.
- Sociální konstruktivismus – hlavním představitelem je podle Hrbáčkové (2006a) L. S. Vygotskij, který říká, že sociální interakce a jazyk jsou hlavní pro vývoj chápání u dětí. Kalhous, Obst a kol. (2002) uvádějí, že konstrukce poznatků vyžaduje interakce mezi žáky a mezi učitelem a žáky při společné práci. Zjednodušeně řečeno, je třeba aktivní komunikace.
- Didaktický konstruktivismus – jak píše Molnár a kol. (2007), autoři této koncepcce jsou M. Hejný a F. Kuřina (1998, 2001). Zformulovali deset zásad pro vyučování matematiky, ale tyto zásady můžeme považovat za obecně platné.
- Realistický konstruktivismus – je asi podle Molnára a kol. (2007) pro výuku nejlepší. Žáci hledají cestu k vytvoření znalosti pomocí okolního světa, ale i učebnic, literatury a internetu.

### 2.1.3 Konstruktivistické teorie výuky

Kukal (2004) konstatuje, že konstruktivismus má jakýsi „badatelský charakter“, kdy se žáci nejdříve učí analyzovat problém, poté formulovat otázky, přemýšlet o hypotéze a až poté hledají odpovědi.

Kukal (2004) dále uvádí názor Štecha (nedatováno), který popisuje konstruktivistický přístup k vyučování:

1. Žáci mají již předběžné znalosti, se kterými se dá pracovat.
2. Vyučování vychází ze žákových představ, dochází ke konstrukci a výstavbě pojmů (tzv. konstrukce).
3. Učitel zasvěcuje žáky do problematiky.

Jean Piaget napsal: „*Neexistuje žádné poznání, které by bylo výsledkem pouhého zaznamenávání pozorovaného a již by nebylo strukturováno aktivitou subjektu.*“ (cit. podle [http://esfmoduly.upol.cz/elearning/konstr\\_m/index.html#boj](http://esfmoduly.upol.cz/elearning/konstr_m/index.html#boj))

Hrbáčková (2006a) popisuje dva principy konstruktivistického přístupu podle Wheatlyho (1991):

1. Znalosti jsou žáky přijímány aktivně v procesu poznávání. Myšlenky nejsou přenášeny pouhými slovy v hotové podobě, ale žáci si konstruují vlastní význam.
2. Na poznávání mají vliv adaptabilní struktury – konstruujeme naše subjektivní obrazy vědění, odráží se tu naše zkušenost.

Hendl (2005) uvádí dva významné metodology Lincolna a Gubu (1985), kteří uvedli konstruktivismus jako první do kvalitativního výzkumu.

Molnár a kol. (2007) zmiňují, že Larochelle a Desautels (1992) přišli s teorií, která vysvětluje proces vývoje a proměn žákových představ. Tuto teorii nazvali epistemologické rušení. Žáci si vytvořili svou představu o světě – to se dá považovat za základ konstruktivismu. Dále se zabývají kognitivním konfliktem. Žáci v této fázi diskutují, vysvětlují, jak pochopili studovaný jev. Po tomto procesu mohou nastat tyto dvě fáze:

- Vnesení rušivé události – žáci se setkávají s něčím novým, co se zdá být těžko vysvětlitelné. Tím může dojít ke konfliktu mezi očekáváním a skutečností.
- Rekonstrukce idejí – mělo by dojít opět k obnově kognitivní stability a to na základě vhodné diskuse, výkladů a praktické činnosti.

Tito autoři říkají, že vědecká koncepce je hodnotnější než prekoncepce, kterou si žáci vytvářejí sami.

Matulčíková (2010) uvádí, že John Dewey (1859 – 1952), americký sociolog, filosof a teoretik výchovy, výrazně ovlivnil pedagogickou praxi. Jeho základní koncepcí školy byla pedocentrická výchova, kdy se vše má orientovat podle dítěte.

Matulčíková (2010) píše, že Dewey své přesvědčení vyjádřil takto: „ *Změna, která nyní v naší výchově nastává, je podobná té, kterou uskutečnil Koperník, když přesunul centrum ze Země na Slunce. V tomto případě se stává sluncem dítě, okolo kterého se točí prostředky pedagogické koncepce: je středobodem, okolo kterého jsou organizované.*“

Matulčíková (2010) dále uvádí, že Dewey rozdělil výchovu dítěte na dvě oblasti – konzervativní a progresivní. „*Konzervativní výchova je spojena s minulostí (obsah vzdělávání z minulosti pro minulost) a vnějším způsobem utváření dítěte (staré, donucovací metody) a progresivní výchovu spojoval s budoucností a sebeutvářením dítěte z nitra. Život dítěte a vyučování chápal jako střet dítěte a prostředí a vycházel z toho, že v tomto aktivním dění dítě získává zkušenost.*“

Matulčíková (2010) zmiňuje, že Dewey říká, že tradiční vyučování ochuzuje žáka o význam zkušeností. Zkušenost je spojena s rozvojem myšlení. Dítě díky zkušenosti je schopno předvídat, vyvarovat se nevhodnému nebo naopak podporovat vhodné. Školu Dewey považoval za jakousi „novou společnost“ s demokratickými prvky. Deweyho žák W. H. Kilpatrick rozvinul jeho myšlenky až ke vzniku problémového a projektového vyučování.

#### 2.1.4 Konstruktivistická a transmisivní výuka

Matulčíková (2010) popisuje, že konstruktivismus vznikl z popudu odmítnutí transmisivního vyučování. Transmisivní výuku chápe jako přenos vědomostí od učitele k žákovi, žák při zkoušení jen zopakuje a poté s klidem zapomene, aby mohl pobrat vědomosti nové.

Na druhé straně je konstruktivistická výuka založena na samostatném a aktivním získávání poznatků a upevňování vědomostí. Jako jedna z podmínek by měl být splněn rozvoj kritického myšlení a komunikačních dovedností.

Molnár a kol. (2007) udávají, že transmisivní vyučování se přiklání spíše k výkonům žáka, než k rozvoji jeho osobnosti. Učitel předává hotové informace. Myslí, že je to tak správně.

Gray (1997) uvádí, že vzdělávací osnovy metody výuky se postupně mění. Jednou složkou je změna v zaměření výuky od transmisivního pojetí na úroveň konstruktivistickou. Konstruktivistická výuka podporuje kritické myšlení a vytváří aktivní a motivované žáky. Zemelman, Daniels a Hyde (1993) řekli, že učení znamená vymýšlení a konstruování nových myšlenek. Dále navrhovali, aby konstruktivistická teorie byla začleněna do učebních osnov. Učitelé by měli vytvářet takové prostředí, ve kterém žáci mohou tvořit své vlastní porozumění.

Anonymus D (2004) popisuje, že v konstruktivismu dochází k posunu od učitele spíše k žákům. Učitel je zde jakýmsi prostředníkem, který pomáhá žákům v procesu učení.

Kalhous, Obst a kol. (2002) vymezují pedagogický konstruktivismus jako snažení se o překonání vyučování, kdy se jen předávají informace a žáci jsou v pasivní roli. Dále poukazují na skutečnost, že žáky lze takto naučit jen jednotlivým faktům a mechanickým postupům, ale skutečný „smysl“ nemůže být nikdy předán. Samostatného porozumění a pochopení smyslu lze dosáhnout jen tehdy, když žáci aktivně pracují s předloženými informacemi.

*„Činnosti (aktivity) bývají zprvu fyzické (např. manipulace s objekty), později – když už má žák představu – probíhají v mysli (mentální operace).“*  
(Kalhous, Obst a kol., 2002)



Anonymus D (2004) uvádí, že v procesu učení se vždy setkáváme s něčím novým. V rámci poznávání se střetávají dosavadní informace, které máme, s informacemi novými. Poté je jen na nás, abychom vyhodnotili pravdivé údaje. V konstruktivistickém pojetí se setkáváme s kladením otázek, posuzováním. Používá se řada výukových postupů jako např. experimenty.

Hrbáčková (2006b) popisuje, že konstruktivistický přístup respektuje zákonitosti vyučování. Jeho východiska shrnula do několika bodů:

1. Znalosti jsou konstruovány aktivně.
2. Učení probíhá individuálně, ale i v sociálním prostředí.
3. Každý žák má jiný vzorec pro učení, proto řídí tento proces sám.
4. Učení vede k uspořádání informací a pochopení zákonitosti světa.
5. Reálný svět je každým žákem interpretován z jeho vlastního pohledu.
6. V procesu konstrukce poznání je potřeba sociálního kontextu.
7. Myšlenkové operace se odehrávají prostřednictvím komunikace, proto je zde potřeba jazyka.
8. Motivace, ať už vnější nebo vnitřní, je základní podmínkou pro daný proces.

Anonymus D (2004) srovnává tradiční a konstruktivistické třídy. (viz Tab. 1)

Tab. 1 Srovnání tradiční a konstruktivistické třídy. (Převzato: Anonymus D, 2004 dostupné na:

[http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/index\\_sub1.html](http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/index_sub1.html))

<b>Tradiční třída</b>	<b>Konstruktivistická třída</b>
Velký důraz je kladen na základní dovednosti. Učební plán začíná malými částmi.	Učební plán klade důraz na velké pojmy.
Striktní dodržování osnov.	Kladení otázek žáky je velmi ceněno.
Materiály – převážně učebnice.	Materiály – primárně učebnice a další pomůcky.
Učení je založeno na opakování.	Učení je založeno na tom, co žák již zná.

Učitel předává informace, které žáci jen pasivně přijímají.	Učitel vede dialog se žáky, pomáhá vytvářet vlastní znalosti.
Role učitele je postavena na autoritě.	Role učitel je interaktivní.
Hodnocení je podle výsledků získaných z testování žáků.	Do hodnocení se počítá i snaha, práce a testy.
Znalost je vnímána jak nehybná a stálá.	Znalost je vnímána jako dynamická, může se změnit s jinou zkušeností.
Studenti pracují převážně sami.	Studenti pracují přednostně ve skupinách.

Hrbáčková (2006b) porovnává podle Krejčové a Kargerové (2003) transmisivní a konstruktivistické vyučování. (viz Tab. 2)

Tab. 2 Porovnání transmisivního a konstruktivistického vyučování. (Převzato: podle Krejčové, Kargerové, 2003 in Hrbáčková 2006b, in Nezvalová 2006)

<b>Tradiční (transmisivní) přístup</b>	<b>Přístup orientovaný na žáka</b>
Škola předává dětem především vzdělání jako výsledný produkt, který je nutno si osvojit v hotové podobě.	Škola připravuje děti pro život a vzdělávání je považováno za proces, který nikdy nekončí.
Obsah vzdělání je určován zvnějšku, je předkládán v oddělených předmětech a důraz je kladen především na osvojení si vědomostí.	Na rozhodování o obsahu vzdělání se podílejí všichni zainteresovaní (odborníci, pedagogové, rodiče, děti) je integrován do smysluplných celků a důraz je kladen na osvojení klíčových kompetencí.
Nové poznatky jsou cílem, kterého je třeba dosáhnout, a které předkládá učitel prostřednictvím učebnic.	Nové poznatky jsou nástrojem k porozumění sobě i okolnímu světu, děti si je budují samy, učitelé jsou partnery podporující učení a nabízející práci s mnoha zdroji.

Učitelé nesou odpovědnost za dění ve třídě, určují pravidla a kontrolují, jsou v ní hlavní autoritou a představují roli „předavatelů“ informací.	Pravidla pro práci a chování ve třídě tvoří učitel společně s dětmi, každý nese odpovědnost za své chování a učitelé jsou „průvodci“ na cestě za vzděláním, kteří dítě respektují.
Dítě je považováno za pasivního příjemce, za „čistý list papíru“, na který je třeba vepsat informace.	Dítě je chápáno jako aktivní tvůrce a samostatně myslící bytost, která si konstruuje vlastní poznávání na základě svých zkušeností svým vlastním způsobem.
Učitel vyučuje celou třídu stejným způsobem, většinou frontálně, děti plní příkazy učitele, pracují převážně individuálně.	Učitel nabízí dětem možnost práce různým způsobem, respektuje jejich individuální rozdíly, děti mohou pracovat individuálně, ve dvojicích, ve skupinách. Mají možnost si pomáhat a spolupracovat.
Komunikace s rodiči je vyhrazena pro případy, kdy je třeba informovat o výsledcích dítěte nebo pokud se objeví nějaký problém, škola žije svým vlastním životem.	Rodiče jsou považováni za partnery učitele, jsou ve škole vždy vítáni a očekává se jejich účast na školním vzdělávání svého dítěte.
Hodnocení je zcela v kompetenci učitele a je založeno na porovnávání úspěšnosti dítěte s ostatními dětmi prostřednictvím známek.	Hodnocení zachycuje individuální pokrok každého dítěte, podílejí se na něm i děti, které společně s učitelem formulují požadavky (kritéria) hodnocení.

Molnár a kol. (2006) také srovnávají konstruktivistické a transmisivní vyučování. (viz Tab. 3)

Tab. 3 Konstruktivistické a transmisivní vyučování. (Převzato: podle Hejný a kol. 2004, in Molnár a kol. 2006)

<b>Polaritní dipól</b>	<b>Konstruktivistické vyučování</b>	<b>Transmisivní vyučování</b>
hodnota poznání	kvalita	kvantita
motivace	vnitřní vnější	vnější
trvanlivost poznání	dlouhodobá	krátkodobá
vztah učitel – žák	partnerský	submisivní
klima	důvěry	strachu
nositel aktivity	žák	učitel
činnost žáka	tvořivá	imitativní
poznatek žáka	produktivní	reproduktivní
nosná otázka	Co? a Proč?	Jak?

Hrbáčková (2006a) vymezuje sedm bodů, které shrnují konstruktivistický přístup:

1. Důležitá je aktivita žáka.
2. V učení se musí uplatnit kognitivní konstruování.
3. Efekt učení je nejvíce rozvinut při aktivní manipulaci s předměty, modely, pomůckami apod.
4. Důležitá je aktualizace předchozích vědomostí.
5. V učení by mělo být navozeno podnětné a komplexní prostředí.
6. Uplatňují se problémové situace, které podporují smysluplnost učení a motivaci žáků
7. Dochází k sociálnímu a kulturnímu rozvoji.

Kašpárková (2006b) popisuje rozdíly mezi tradiční a konstruktivistickou výukou. (viz Tab. 4)

Tab. 4 Porovnání instruktivního (tradičního) a konstruktivního přístupu ve vyučování. (Převzato: podle Kašpárková 2006b, in Nezvalová 2006)

Instruktivní přístup	Konstruktivní přístup
<ul style="list-style-type: none"> <li>• činnost orientovaná na učitele</li> <li>• samostatná práce</li> <li>• řízená výuka</li> <li>• postup stejnou cestou</li> <li>• pevné osnovy a standardy</li> <li>• cílem konkrétní znalosti</li> <li>• drilování</li> <li>• izolovaný, umělý obsah učiva</li> <li>• předměty odděleny</li> <li>• hodiny odděleny</li> <li>• žáci rozdělení podle věku</li> <li>• převládá pasivní přístup</li> <li>• testování a známkování</li> <li>• učitel nejvyšší autoritou</li> <li>• kázeň nejvyšší ctností</li> <li>• škola uzavřená okolí</li> <li>• nepříznivé vlivy minimalizovány</li> <li>• umožňuje názorovou pluralitu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• činnost orientovaná na studenta</li> <li>• týmová spolupráce</li> <li>• projektová výuka</li> <li>• postup odlišnými cestami</li> <li>• tematický učební plán</li> <li>• kritické myšlení</li> <li>• chápání na základě asociací</li> <li>• učivo reálné spojené souvislostmi</li> <li>• předměty spojeny tématy</li> <li>• hodiny spojeny tématy</li> <li>• dělení podle schopnosti a zájmů</li> <li>• převládá aktivní přístup</li> <li>• slovní hodnocení</li> <li>• učitel pomocníkem a průvodcem</li> <li>• zájem o věc nejvyšší ctností</li> <li>• škola otevřená nejen okolí</li> <li>• riziko nežádoucích vlivů (např. internet)</li> </ul>

Matulčíková (2010) rozděluje dva přístupy k vyučování:

1. Autentické – je popisováno jako učení, kdy se žák podílí na reálném projektu, řeší konkrétní problém ze života, zabývá se reálným světem. Hlavním cílem je pochopení podstaty. Tento typ učení zahrnuje zkoumání, objevování, konstruování názorů, kritické myšlení, analýzu informací, utváření logických závěrů, spolupráci.
2. Situační – jedná se o typ učení, kdy je vytvořena autentická nebo pedagogická situace.

### **2.1.5 Chápání role učitele a žáka v konstruktivistickém procesu vzdělávání**

Anonymus D (2004) říká, že role učitele je v konstruktivismu trochu modifikována. Učitel zná přesně danou problematiku, ale snaží se vést žáky, aby byli aktivní a na problém s nápomocí učitele přišli sami. Poté probíhá diskuse učitele se žáky o tom, co se naučili a jak jim byly nápomocny např. experimenty.

Molnár a kol. (2007) poukazují na důležitost učitele. Musí používat takové postupy, které žákům pomohou propojit nové informace s tím, co již znají a poté vykonstruovat nové závěry. Žák při tom musí opustit od svých názorů, které považoval za samozřejmé a správné. Až poté žák může začít uvažovat o nových vztazích. Úloha učitele je tak popisována jako primární a nezastupitelná – nelze ji nahradit osnovami. Učitel představuje pro žáka podporu, organizuje výuku, pomáhá navozovat didaktické prostředí. Musíme mít ale na paměti, že ten kdo se učí je žák.

Molnár a kol. (2007) říkají, že Hill (2004) popisuje Piagetovo chápání role učitele a žáka takto:

1. Proces, jak se žák učí, by měl být ten hlavní, než konečný produkt.
2. Měla by být zjištěna úroveň, na které se žák nachází, aby mohly být stanoveny správné úkoly.
3. Správně stanovit úkoly, aby navazovaly na konkrétní příklady.
4. Podporovat práci ve skupinách – žáci se mohou učit od sebe navzájem.

Molnár a kol. (2007) zdůrazňují pro konstruktivistický přístup následující charakteristiku:

1. Role studenta by měla být vyzdvižena oproti roli učitele.
2. Uplatňuje se zde kognitivní přístup.
3. Učení probíhá přes aktivní přístup.
4. Nové učení má návaznost na předchozí porozumění.
5. Důležitá je motivace studentů.
6. Studenti by měli rozvíjet sociální a kulturní kontakt, tak lépe porozumí.

Hrbáčková (2006b) poukazuje, že podle Novotného (2002) role učitele nebude do budoucna pojmána jako majitele poznání, ale jako:

- Facilitátora – podporuje žáka v učení, uspořádává, pomáhá.
- Koordinátora – podporuje aktivity žáků, spolupráci a dialog.
- Učitele participujícího – učitel se zapojuje do učení a stává se jakýmsi modelem.

Jak zmiňují Molnár a kol. (2007), tak velmi důležité je, aby žák vytvořil trvalý vztah k učení. K tomu dochází, pokud žák dostane příležitost řídit a plánovat směr řešení problému. Žák se učí zodpovědnosti, lépe se rozhoduje, stanovuje si cíle, je schopný spolupracovat. To vše je důležité pro reálný život.

Molnár a kol. (2007) popisují podle Hejnýho a Spilkové (1999) roli učitele v tradiční třídě. Učitel je jakýsi trenér, chce maximální výkon při zkoušení, řeší jen typové úlohy, vyžaduje přesné formulace a definice.

Molnár a kol. (2007) popisují podle Growa (1991) i roli žáka v tradiční třídě. Žák se musí naučit nazpaměť, přesně a rychle, uplatňuje se nesamostatnost, centrem zájmu je učivo.

Kolář a Šikulová (2007) vymezili základní model činností učitele a žáků v tradiční (transmisivní) třídě:

#### 1. Činnost učitele:

- učitel vždy stanovuje, co se bude probírat, v jakém sledu a jak dlouho, vybírá sám témata,
- hodina probíhá podle předem stanoveného sledu – opakování, zkoušení, nová látka, procvičování a upevňování,
- kontroluje a hodnotí zvládnutí učiva, na tomto základě rozdává příslušné známky, odpovídající úrovni zvládnutí,
- kategorizuje učivo na „staré a nové“.

#### 2. Činnost žáka:

- neví, co se kdy bude probírat, v hodině pasivně přijímá informace a zapisuje si je do sešitu,
- musí naslouchat učitelovi, odpovídat na jeho otázky, procvičovat učivo,
- při zkoušení musí prokázat znalosti,
- známka žákovi udělí informace o zvládnutí učiva,

- učivo, které bylo vyzkoušeno, si žák přesune do kategorie „staré“.

Hrbáčková (2006a) popisuje tři základní role učícího se jedince v konstruktivistické třídě podle Phillipse (1995):

1. Aktivní role – žák v poznávání musí být aktivní, nesmí jen pasivně přijímat poznatky.
2. Společenská role – k vytváření poznatků je třeba vést dialog s ostatními.
3. Kreativní role – žák své poznání aktivně rekonstruuje, dochází zde k poznání, porozumění, přetváření.

Hrbáčková (2006b) popisuje důležitost učitelovi role, ale také to, jak je důležité, aby byl kladen důraz na svobodu, svébytnost a individuální rozvoj žáka. To se ovšem vylučuje s tím, že učitel klade nároky, vytyčuje požadavky, pravidla, řád. Vše by mělo být v rovnováze. Žákovi by mělo být umožněno, aby proces učení řídil sám – autoreguloval.

Hrbáčková (2006b) uvádí několik otázek, které poukazují na problematiku autoregulace učení:

- „*Co motivuje studenty k řízení vlastního učení, co je tou vnitřní hybnou silou?*“
- „*Jakým procesem procházejí studenti, než dospějí k sebeuvědomění, respektive čím to je, co způsobuje, že se stanou vnímaví ke svému poznání, učení, myšlení apod.?*“
- „*Jaké klíčové procesy nebo kroky autoregulační studenti používají k dosažení svých akademických cílů?*“
- „*Do jaké míry ovlivňuje prostředí dovednost autoregulace učení studenta?*“
- „*Jak student získává a rozvíjí tuto kompetici při učení?*“

Anonymus D (2004) píše, že v konstruktivistickém modelu žák přijímá nové informace a porovnává je s již stávajícími. V tomto procesu může dojít ke třem situacím:

1. Nová informace je shodná s žákovými předchozími znalostmi, což je dobře. Žák si je potvrdil své dosavadní znalosti – soulad s předchozí znalostí.



2. Nová informace neodpovídá předchozí znalosti – disharmonie se stávající informací. Ale žák ji přijme a začlení do svého poznání.
3. Nová informace neodpovídá předchozí znalosti, ale žák ani nepřijme ani nezačlení – dochází k ignorování.

Hrbáčková (2006a) charakterizuje konstruktivistického učitele podle Brookse J. G. a Brookse M. G. (1993):

1. Učitel by se měl stát jedním z mnoha zdrojů poznání, nikoli základním a jediným.
2. Učitel by měl povzbuzovat studenty ke zkušenostnímu učení, které by se stalo výzvou pro vybudování schémata existujících znalostí.
3. Učitel by měl dát žákům možnost řídit učení, dát jim čas na přemýšlení.
4. Učitel by měl pokládat otevřené otázky a tím podporovat vzájemnou diskusi mezi studenty.
5. Učitel by měl akceptovat žakovu samostatnost a iniciativu, měl by být schopen opustit roli kontrolora.

Hrbáčková (2006b) říká, že učitel navozuje problémové situace, kde žáci vyjadřují vlastní chápání, tvoří otázky, stanovují cíle, shromažďují informace a materiály, pracují sami nebo ve skupinkách.

Každý učitel, který usiluje o konstruktivistický přístup, by měl znát zákonitosti, které shrnula Spilková (2005) viz Tab. 5.

Tab. 5 Etapy poznávacího procesu. (Převzato: Spilková a kol., 2005)

<b>Etapa</b>	<b>Charakteristika</b>
Motivace	Touha po poznání pramení z rozporu mezi „nevím“ a „chci znát“.
Tvorba separovaných modelů	První zkušenosti žáka s konkrétními případy stojí nejprve izolovaně, pak začínou na sebe poukazovat a shlukovat se.
Proces zobecnění (trvá někdy jen okamžik)	Objev, že modely v jednom shluku mají společnou podstatu a že se případně

	mohou navzájem zastupovat.
Tvorba generických modelů	Jeden ze separovaných modelů se stává generickým, tj. hlavním reprezentantem dalších separovaných modelů skupiny.
Proces abstrakce (trvá někdy jen okamžik)	Objev, že schematické ukotvení generického modelu není nezbytné, lze pracovat pouze s abstraktními objekty.
Abstraktní znalost	Výsledek procesu abstrakce, prvek abstraktní myšlenkové struktury.
Krystalizace	Nový poznatek se domestikuje v existující struktuře a často vyvolává její změnu.

Pro konstruktivistické úlohy by měla být dodržena následující strukturace: *„téma výuky, nový poznatek, konkrétní vzdělávací cíle, grafická struktura nového poznatku, slovní vyjádření struktury nového poznatku, zopakování vstupních pojmů, pracovní materiál a prováděcí pokyny, pomocí nichž budou žáci konstruovat strukturu nového poznatku, zobecnění a aplikace vytvořených poznatků.“* (Bílek, 2006)

### **2.1.6 Prekoncepty v konstruktivistickém pojetí vzdělávání**

Molnár a kol. (2007) uvádějí, že konstruktivismus je z největší části postaven na pojmu prekoncept (prvotní představa).

Molnár a kol. (2007) popisují, že Laroche a Desautels (1992) prezentují pojmy dva a to „prekoncept“, který je nezralý a neúplný a „mylný koncept“, který je falešný.

Molnár a kol. (2007) udávají, že Giordan (1990) vyslovuje názor - prekoncepty jsou komplexní, jsou tvořeny otázkami, jsou přizpůsobovány situací a jsou neustále přebudovávány díky poznávání. Dále říká, že nové informace jsou zpracovány s ohledem na stávající poznatky, ale je pozměněno i schéma myšlení. Giordan tak vysvětluje jakýsi paradox kognitivního úsilí – cílem je vlastně „zničit“ dosavadní

vědění jen kvůli tomu, aby vzniklo nové poznání. Poznání je navazování na dřívější poznatky.

Švec (2006) píše, že poznávací schéma dětí se vyvíjí zejména vlivem školního vyučování. Žákovské poznávací schéma spojené s osvojováním učiva bývá označováno jako dětské prekoncepte světa, věcí a jevů. V procesu učení jde o to, aby si žák uvědomil nedokonalost své prekoncepte a změnil ji.

Kalhous, Obst a kol. (2002) uvádějí, že prekoncepty zobecňují minulou zkušenost, usnadňují vysvětlit současné dění na základě minulých zkušeností. Jsou jednou z podmínek, která musí být splněná v procesu učení. Leckdy mohou být ale i překážkou. Je třeba, aby v učebním procesu byl učitel trpělivý a žák aktivní.

Molnár a kol. (2007) říkají, že Giordan (1990) dále popisuje nutnost motivovat žáka, aby se aktivně podílel na procesu učení. Žáka musí otázka zaujmout. Žák musí mít jakousi jistotu, že ho nová informace obohatí.

Kalhous, Obst a kol. (2002) zmiňují názor Smitha (1997), že žák má ve své hlavě představu o světě. Tato představa vytváří základ pro příjem a zpracování nových informací.

Kalhous, Obst a kol. (2002) popisují dvě fáze v konstruktivistickém učení:

1. Zkoumání něčeho nového může někdy vést i k nerovnováze, protože žák již jistou představu má a nová informace může být s dosavadní znalostí v rozporu.
2. Změna postoje a následné obnovení rovnováhy.

Kalhous, Obst a kol. (2002) pojednávají o žákově pojetí učiva. O učení píší jako o aktivním, záměrném a sociálním procesu, který je pro každého jedince individuální záležitostí. Každý žák je totiž ovlivněn emocemi, názory a očekáváním.

Kalhous, Obst a kol. (2002) shrnuli do několika bodů to, co žák může udělat s novou informací:

1. Nová informace je přijatá a dochází k vytěsnění staré.
2. Nová informaci není přijatá.
3. Nová informace je přijatá, ale s rezervami a úpravami.
4. Stará informace je přizpůsobená nové informaci.

### 2.1.7 Klady a zápory pedagogického konstruktivismu

Anonymus D (2004) uvádí následující pohledy na konstruktivistickou výuku:

1. Kritické pohledy:

- je prospěšný jen pro žáky z „lepších rodin“, kteří mají vynikající učitele,
- vede ke skupinovému myšlení, hlavní slovo mají jen dominantní žáci,
- studenti v konstruktivistické třídě zaostávají za žáky v tradiční třídě v základních dovednostech.

2. Kladné pohledy:

- žáky baví učit se, když jsou aktivně zapojeni,
- žáci získají více poznatků,
- nové poznatky si žáci přenášejí snáze do reálného světa,
- podpora sociálních a komunikačních dovedností.

Anonymus D (2004) zároveň uvádí, že se setkáváme s kritikou zejména od tradičních učitelů, kteří myslí, že se jedná o potlačení role učitele ve výuce. Opak je ale pravdou. Konstruktivismus modifikuje roli učitele tak, aby pomáhal žákům vytvářet znalosti a ne jen opakovat fakta. Z pasivních žáků se tím stávají žáci aktivní. Znalost je přijímána aktivně a ne jen pasivně z učebnice.

Kalhous, Obst a kol. (2002) popisují, že kritika se obvykle vztahuje na poukázání, že nemáme dostatek vědeckých zjištění o účinnosti konstruktivistických metod. Obecně platný je jen fakt, že učení je aktivní proces. Někteří autoři se obávají, že pokud se opustí staré a „osvědčené“ metody, dojde ke zhoršení vzdělávání. Znalost je konstruována žákem, ovšem činnost učitele hraje pro její vznik a vývoj také významnou roli.

## 2.2 Podstata badatelsky orientovaného vyučování

Papáček (2010) vysvětluje pojem inquiry based education (IBE); resp. inquiry based science education (IBSE) v případě, že se jedná o přírodní vědy, překládá tento pojem do češtiny jako „badatelsky orientované vyučování“ a zavádí pro něj českou zkratku „BOV“. Pojem inquiry můžeme volně přeložit jako bádání, hledání pravdy,

informací, znalostí, vyšetřování problému. Dále v textu této práce bude pro pojem a vyučování, resp. i pro metodu badatelsky orientovaného vyučování používána jen zkratka BOV.

Národní standardy přírodovědného vzdělávání pro USA definují pojem „inquiry- bádání“ jako:

*„A multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answer, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations.“ (Shields, 2006)*

Volně přeloženo: *„Různorodá činnost, která se týká pozorování; kladení otázek; zkoumání knih a dalších zdrojů informací, které jsou již známy; plánování výzkumů; přezkoumání toho, co je již známo s ohledem na experimentální důkazy; pomocných nástrojů pro získávání, analýzu a interpretaci dat; navrhuje odpovědi, vysvětlení a diagnózy a sděluje výsledky. Bádání vyžaduje identifikaci předpokladů, využití kritického a logického myšlení a vzetí v úvahu alternativních vysvětlení.“*

Václavík (2010) píše o základním problému dnešního pojetí výuky. Výklad učitele se dnes velmi přeceňuje. Žák je v pasivní roli, kdy jen poslouchá a následně reprodukuje. V učebním procesu se uplatňuje určité schéma. Na začátku hodiny učitel motivuje žáky. V další části hodiny probíhá prezentace učiva učitelem. Poté si žáci nové poznatky procvičí (zafixují) a následně dojde k prověření naučeného (zkoušení).

Kasíková (2010) uvádí, že je třeba změnit pojetí tradičního (transmisivního) vyučování. Píše, že tradiční vyučování vidí poznání jako předávání a vychází z následujících předpokladů:

1. žák neví;
2. učitel ví (je garant pravdy);
3. inteligence je prázdná nádoba.

Dále popisuje, že tradiční výuka je odvozena od následujících hledisek – převaha výkladových metod, autorita učitele je v popředí a postavení žáka v pozadí.

Anonymus E (nedatováno) uvádí, že proces bádání je řízen vlastní zvědavostí, zájmem až nadšením vyřešit nějaký problém. Proces začíná, když si žák všimne něčeho, co ho fascinuje, překvapí nebo v něm podnítl otázku. Něco, co je nového nebo něco, co nemusí dávat smysl ve vztahu žáků k předchozím zkušenostem. Badatelsky orientované vyučování poskytuje příležitost pro žáky, aby se více zapojili do procesu poznávání. Díky tomu žáci získají hlubší porozumění sobě samotným a světu kolem nich.

Warner a Myers (nedatováno) popisují badatelsky orientované vyučování jako metodu, která spojuje zvědavost studentů a vědeckou činnost, která vede k rozvoji kritického myšlení při studiu přírodních věd.

Petr (2010) uvádí názor Rocarda a kol. (2007), že badatelsky orientované vyučování lze chápat jako způsob vyučování, při kterém se znalosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí a diskusi a mnohdy je potřebná i dostatečná míra komunikace a spolupráce s jinými žáky.

Friesen a kol. (2006) uvádějí, že je jednodušší ukázat, jak bádání funguje než ho definovat. Proces „bádání“ se uskutečňuje z jednoho prostého postoje lidí, kteří často svou nevědomost vyjadřují spojením „já nevím“. Bádání je založeno na přesvědčení, že schopnost něco pochopit je konstruována v pracovním procesu lidí, kteří spolu komunikují, zaujímají postoje a řeší problémy. Bádání je cesta k vytvoření znalostí. Již Sokrates věřil, že znalosti mohou přežít jen v dynamickém prostředí lidského bádání.

Exline (2004) píše, že staré pořekadlo říká: „*Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si vzpomenu, zapoj mě a já pochopím*“. Poslední část tohoto pořekadla je podstatou badatelsky orientovaného vyučování. Bádání znamená účast, která vede k pochopení dané problematiky. Pravdivost daného pořekadla si můžeme ověřit ve školním prostředí. Žáci, kteří jsou vyučováni jen stylem výkladu, si pamatují

o mnoho méně než žáci, kteří jsou do dané problematiky aktivně zapojeni. Žáci získávají dovednosti a postoje, které pomáhají při dalším hledání odpovědí na dané otázky. Žáci jsou při hledání otázek motivováni učit se.

Papáček (2010) uvádí názor Linna, Davise a Bella (2004), že BOV je cílevědomý proces formulování problémů, experimentování, posuzování alternativ, plánování, zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, proces, který vytváří modely, proces diskusí s žáky, proces vedoucí k samostatnosti žáků.

### **2.2.1 Vymezení BOV**

Stuchlíková (2010) se také zaměřuje na problém přesného vymezení pojmu „badatelsky orientované vyučování“, který není nikde definován. Největší rozpor můžeme nalézt u vymezení pojmu „bádání“ z hlediska vnějšího řízení učitelem. Nejlepší orientaci v dané problematice uvádí následující dělení, které vypracoval Eastwell (2009):

- potvrzující bádání- otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, jde o to je vlastní praxí ověřit,
- strukturované bádání- otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě formulují vysvětlení studovaného jevu,
- nasměřované bádání- učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej,
- otevřené bádání- studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

### **2.2.2 Stručná historie BOV**

Stuchlíková (2010) se zmiňuje, že velmi mnoho osobností v pedagogice a psychologii je spojeno s procesem „bádání“. Můžeme sem zařadit významné osobnosti jako je J. Dewey, L. S. Vygotsky, J. Piaget, D. Ausubel. Nikdo z nich ovšem nepoužil přesně termín „bádání“. Jako o výjimce hovoří o M. Limanovi. M. Liman používá termín „community of inquiry“, což je společenství žáků a učitelů, kteří dohromady bádají a hledají pravdu.

Pouchová (2010) uvádí, že v anglicky psané literatuře se s myšlenkou BOV setkáváme již o mnoho dřív. Příkladem nám může být americký pedagog, psycholog a filosof John Dewey (1859 – 1952), který chápal učení jako proces aktivního získávání zkušeností a poznatek jako výsledek žákovy samostatné práce.

Friesen a kol. (2006) píše, že J. Dewey v roce 1910 vyšel s teorií „bádání“ pro pedagogy. Navrhl, aby „bádání“ zahrnovalo jak studium, tak i samostatné uvažování. Dow (nedatováno) uvádí, že J. Dewey umožnil dětem učit se z přímé zkušenosti a kultivovat jejich přirozenou zvědavost. On prý věřil, že základy tvořivého myšlení byly obsaženy v procesu vědy, a že intelektuální aktivita byla vcelku stejná, ať ve školce nebo ve vědecké laboratoři.

Dow (nedatováno) připomíná, že pozorování a bádání bylo vždy základním lidským přístupem k pochopení světa. Zvědavost je základní lidskou vlastností, která nám umožňuje kontinuální vývoj. Proto ve společnosti, které se daří a je podporováno bádání, můžeme pozorovat velký vývoj společnosti.

Stuchlíková (2010) uvádí, že pojem inquiry jako první v pedagogice použil J. R. Suchman. Popisoval tzv. rozporné situace, které vzbuzují zájem u studentů.

Stuchlíková (2010) píše, že čeští pedagogové a psychologové se setkali s termínem inquiry poměrně brzy. Píše, že Mareš a Gavora (1999) tento termín překládají jako vyučování bádáním. Tento termín se ale u nás neujal. V české literatuře se můžeme setkat spíše s bádáním, hledáním pravdy, kritickým myšlením a projektovou výukou.

### **2.2.3 Role učitele a žáka v BOV**

Papáček (2010) poznamenává, že učitel v procesu badatelsky orientované výuky je jakýsi průvodce, který vede žáka při procesu bádání. Učitel nepředává informace žákovi již hotové, ale vhodnou skladbou a formou otázek ho navádí k formulaci hypotéz, návrhu postupu řešení, diskusi co bylo provedeno správně nebo co mohlo být lepší. Učitel vede také žáka ke správnému pochopení podstaty jevu.

Kelow (2009) popisuje roli učitele jako „průvodce, který je stranou“ spíše než „člověka, který vše vede“.



Anonymus A (2009) říká, že v případě tradičního vyučování učitel většinou určuje, které informace jsou důležité. Tím je každý učitel tak trochu kreativní, flexibilní. Na rozdíl od toho je BOV řízeno spíše studenty. Učitel zde vystupuje jako průvodce, který pomáhá žákům. BOV vyžaduje více plánování, přípravy a odezvy od učitele – v tom je role učitele odlišná.

Wetzel (2008) píše, že na začátku studia, které probíhá badatelsky, panuje u studentů počáteční zmatek. Toto však není vůbec špatné, protože díky tomu studenti používají kritického myšlení. Zmatek je dobrý i z toho důvodu, že se studenti snaží zjistit, proč nenašli typickou odpověď a diskutují o tom.

Anonymus B (2009) stanovuje pro vedení diskuse následující pravidla:

- každý by měl být připraven pro diskusi (žáci by měli obdržet materiál nebo si načíst literaturu k tématu, o kterém budeme mluvit),
- jednotlivé nápady by měly být prodiskutovány,
- stanoviska musí být podporována důkazy,
- vedoucí (učitelé) jen kladou otázky, ale neměli by na ně odpovídat (alespoň ne hned),
- neměly by se používat obecné otázky, ale dobré otázky by měly být připraveny předem – vedou k dalším otázkám,
- měla by se udržovat vysoká míra nadšení, je to nakažlivé,
- myšlenky a nápady by se měly psát na pomyslnou myšlenkovou mapu.

Anonymus A (2009) píše, že tradiční (transmisivní) přístup má tendenci být vertikální: nejdříve se studuje např. matematika, poté jazyk, poté zeměpis. Kdežto BOV poukazuje, že nejlepší je pracovat na mezioborovém projektu, který posiluje dovednosti a znalosti v různých aspektech.

Podle Wetzela (2008) je úspěšnost experimentů založena na kladení správných otázek. Otázky by neměly vést k jednoslovným odpovědím typu ano, ne nebo správná, špatná odpověď. Nejlepší otázky jsou s možností otevřené odpovědi. Otevřené otázky pomáhají formulovat smysluplná vysvětlení. Poté u studentů můžeme pozorovat vyšší úroveň myšlení.

Některé příklady vhodné formy otázek nalezneme v Shieldsově (2006) práci:

- Co myslíte?
- Proč si to myslíte?
- Jak byste to mohli dokázat?
- Jaké důkazy o tom máte?
- Existuje další možné vysvětlení?
- Jaké druhy údajů by mohly pomoci tuto otázku zodpovědět?
- Co se z toho dá usuzovat?
- Jak vysvětlíte toto pozorování?
- Jaké jsou hypotézy?
- Jaké informace budete potřebovat, než budete řešit problematiku?
- Jste přesvědčeni o těchto výsledcích? Proč?
- Co jiného by mohlo vést k těmto experimentálním výsledkům?
- Jaké jsou proměnné/konstantní v tomto experimentu?
- Jak bychom mohli vylepšit tento nápad?
- Co můžete říct o své hypotéze?
- Jak odůvodníte svůj závěr?
- Jak by se dal tento experiment vylepšit?
- Co vám může experiment říct? Jak ho provedete?
- Jaké údaje budete sbírat? Proč?
- Napadají vás jiné údaje, které by poskytly ještě více informací?
- Musí každý souhlasit s tímto tvrzením nebo závěrem?

Anonymus A (2009) připomíná, že dobré otázky by měly mít následující vlastnosti:

- na otázku musí existovat odpověď,
- odpověď nesmí být pouhou skutečností, měla by být diskutovatelná,
- odpověď může být předem známá,
- otázka by měla mít objektivní základ pro odpověď,
- otázky by neměly být příliš osobní.

Anonymus B (2009) popisuje 3 hlavní typy otázek:

1. Faktické otázky – odpověď není vždy jednoduchá, záleží na tom, jak široká je otázka. Existuje jen jedna správná odpověď. Jsou nejlepší pro BOV.
2. Interpretační otázky – existuje více než jedna správná odpověď. Jsou účinným prostředkem pro třídní diskusi, ale i pro ústní a písemné jazykové cvičení.
3. Hodnotící otázky – vyjadřují mínění, přesvědčení a úhel pohledu. Neexistují zde špatné odpovědi. Velmi důležitá je pro tyto otázky předchozí znalost a zkušenost.

Shields (2006) mimo jiné také říká, že právě otázky a dotazování studentů je jádrem badatelsky orientovaného vyučování. Otázky nenechávají studenty tzv. na háku, ale studenti musí vysvětlovat, analyzovat a odůvodňovat.

Anonymus B (2009) uvádí, že otázky typu: „jak“, „co“, „kde“, „proč“, „řekni mi“, „popiš mi“ dávají učitelovi kontrolu nad procesem učení. Otevřené otázky jsou nejlepší pro většinu situací. Otázkám, na které se dá odpovědět ano/ne, by se měl učitel spíše vyhýbat, protože mohou představovat tzv. „slepu uličku“. U otevřených otázek můžeme:

- poznat názory, myšlenky, pocity,
- podporovat účast,
- podnítit diskusi,
- udržovat rovnováhu mezi pomocníkem a účastníkem.

Papáček (2010) uvádí názor Michaelse a kol. (2008) a Jodeho (2009), že BOV směřuje k vědecké výchově žáků.

Wetzel (2008) zjistil, že z pasivních studentů se díky badatelsky orientovanému vyučování stávají studenti aktivní. Důkaz, že toto funguje, můžeme najít u studentů, kteří:

- kladou otázky během bádání,
- navrhují své vlastní výzkumy,
- formulují vysvětlení ke svým závěrům,
- prezentují své poznatky,

- přemýšlejí o svých zjištěních.

Papáček (2010) charakterizuje podle Bybeeho (2004) rysy práce učitele a výuky při BOV:

- učitel dobře zná problematiku,
- učitel přiřazuje důležitost jednotlivým informacím při hledání odpovědi na otázky,
- učitel pro vysvětlení používá pokusy, měření a výsledky,
- žákovi znalosti jsou v procesu BOV propojeny s informacemi v literatuře,
- učitel vede se žáky dialog, usměrňuje, pomáhá.

#### 2.2.4 BOV ve škole

Papáček (2010) nastiňuje obecné důvody, proč BOV do vyučování zavádět:

1. „rovina vědeckého řešení problému“,
2. „rovina ideově-etická“,
3. „rovina socio-ekonomická“.

Anonymus F (nedatováno) navazuje na Beera a Bodzina (2004) a zmiňuje, že badatelsky orientované vyučování má vždy tyto prvky:

- je založeno na pozorování,
- je založeno na experimentování,
- kladení otázek,
- vytváření hypotéz,
- navrhování výzkumu,
- práce s daty,
- přezkoumání teorie.

Shields (2006) uvádí 5 základních rysů badatelsky orientovaného vyučování, které shrnul Bybee (2002):

1. Studenti se zabývají vědecky orientovanými otázkami.
2. Studenti dávají přednost důkazům v reakcích na otázky.
3. Studenti formulují vysvětlení pomocí důkazů.
4. Studenti připojují vysvětlení k vědeckým poznatkům.

## 5. Studenti sdělují a zdůvodňují vysvětlením.

Friesen a kol. (2006) popisují školy jako místo, kde se setkávají učitelé a studenti, aby vytvářeli znalosti, dovednost a porozumění. Škola je místo, které by mělo inspirovat, rozvíjet a podněcovat představivost.

Stuchlíková (2010) se domnívá, že pokud budeme chtít správně zavést BOV do škol, tak musíme změnit přesvědčení učitelů. Dále popisuje názor Guskeův (2002), že učitel by měl vidět, že pokud dojde k přechodu k BOV, tak si žáci z vyučování odnesou mnohem více.

Stuchlíková (2010) popisuje čtyři stavy, které provází BOV podle Breyfogle (2005):

1. „vysvětluj, ale neptej se“,
2. „ptej se, ale nevysvětluj“,
3. „ptej se a zkoumej“,
4. „prozkoumávej“.

Kellow (2009) se zmiňuje, že pokud je badatelsky orientované vyučování prováděno správně, tak může pomoci k větší informovanosti a k rozvoji kritického myšlení.

Ryplová a Reháková (2011) se ve svém článku zmiňují o krizi, kterou prochází přírodovědné vzdělávání nejen v Čechách, ale i v Evropě. Krize je spojena s poklesem zájmu studentů o přírodovědné vzdělávání.

Papáček (2010a) říká, že je nutná změna výukových přístupů zejména v přírodních vědách. Uvádí názor Soutera a Graya (2000) podle kterých je biologické vzdělání žáků nezbytné.

Ryplová a Reháková (2011) uvádějí názor Osborna a Dillona (2008), že závažnost přírodovědeckého vzdělávání je v Evropské unii podněcována ve prospěch významu pro každodenní život.

Stuchlíková (2010) se zmiňuje také o tom, že badatelsky orientovaný přístup je nejlépe aplikovatelný právě na přírodních vědách, protože právě bádání je jejich

podstatou. Studenti si při bádání osvojují nejen nové poznatky, ale pochopí i podstatu sledovaného jevu.

Papáček (2010) říká, že v České republice není BOV užíváno, s tímto pojmem pracuje jen malá skupina. Jisté prvky můžeme najít v aktivizujících metodách výuky nebo v problémové výuce.

Papáček (2010) také píše, že BOV je v USA poměrně rozšířené, už v roce 1996 byly formulovány Národní standardy. V Německu je BOV zavedeno v rámci projektu SINUS – Transfer. Ve Španělsku a dalších zemích existuje BOV pod projekty Mind the GAP a RODA.

### **2.2.5 Klady a zápory BOV**

Stuchlíková (2010) popisuje přínosy a omezení badatelsky orientovaného vyučování, které zmiňují Edelson, Gordin a Pea (1999):

#### 1. Přínosy:

- u žáků se rozvíjí schopnost hledat a objevovat,
- vyvíjí se speciální schopnosti a dovednosti,
- žák lépe porozumí vědeckým pojmům,
- žák nalezne vědecké principy a zákonitosti,
- žák lépe vnímá své nedostatky a snaží se je odstranit a to pomocí zkoumání, upřesňování a využívání znalostí.

#### 2. Omezení:

- žáky je nutno motivovat,
- žáci by měli mít jisté zkušenosti a dovednosti,
- znalosti žáků,
- náročnost na čas a zdroje informací.

Anonymus A (2009) uvádí výhody BOV:

- flexibilní přístup,
- plánuje dopředu,
- umožňuje žákům naučit se více samostatnosti a svobody,
- posiluje základní dovednosti (fyzické, emocionální i kognitivní), znalosti,

- je uplatněna skupinová i individuální práce,
- povzbuzuje důvěru, zájem a sebepoznání,
- umožňuje pracovat s jakoukoliv věkovou skupinou.

Sárközi (2005) ve svém článku popisuje „tradiční“ a moderní pedagogiku. Říká, že mnoho lidí na problematiku může pohlížet tak, že „moderní“ metody jsou jen něco módního, je to aktuální teď a za chvíli zase nebude. Kdežto „tradiční“ metody jsou osvědčené a vždy se k nim budeme vracet.

### **2.2.6 Překážky pro zavádění BOV**

Brtnová Čepičková (2013) uvádí, že existuje celá řada problémů, které omezují zavádění BOV do škol. Badatelská metoda je sice populární, ale není samospasitelná a má svá omezení. Je pomalá a nelze ji aplikovat na všechna témata. Snažení o změnu stěžují následující problémy:

- tradiční pohledy např. ředitelů, učitelů, veřejnosti;
- současné kurikulum počítá s tradičním vyučováním;
- málo času pro realizaci BOV;
- špatné vybavení škol pro praktickou výuku.

Papáček (2010a) poukazuje na jistý problém, který představuje skutečnost, že v České republice nejsou k dispozici učebnice a vyučovací materiály zabývající se problematikou BOV.

### **2.2.7 BOV krok za krokem – základní rysy metodického postupu**

Pro konstrukci úloh BOV uvádí Anonymus C (2010 – volný překlad) následující kroky. Nejdříve bychom si měli uvědomit, že BOV musí splnit předem stanovené učební osnovy (cíle a plány). Velmi důležité je vše dobře naplánovat. Musíme si uvědomit tři základní kroky, kterými bychom se měli řídit:

1. Před tím, než vůbec začneme, musíme zvážit následující faktory: oblast zájmu, množství času, vztahy k ostatním projektům, zaměření, věk žáků, vhodnost projektu, nutné schopnosti a dovednosti, dostupné zdroje.

2. Důležité je zjistit, co žáky zajímá, provést s nimi krátkou diskusi. Výběr tématu pro bádání. Musíme mít na paměti, že jakékoliv téma se může stát zajímavé, pokud ovšem žáci projeví zájem.
3. Kladení otázek.

Předpokládejme, že žáci si téma už vybrali. Následovně bychom měli zjistit, co by žáci chtěli vědět. Zjistíme, kde by hledali informace a odpovědi na otázky. Vše pro přehlednost můžeme zanášet do přehledného schématu.

Podstata BOV je to, že žáci se účastní plánování a rozvoje projektu i jeho hodnocení. Brunner (2010) rozdělil proces bádání do 4 oblastí:

1. Otázky:
  - Co chci vědět o tomto tématu?
  - Co mám vědět?
  - Jak to mohu vědět?
  - Co potřebuji vědět?
  - Jaká by mohla být odpověď?

Měli bychom pomoci žákům zjistit, co ví, neví o daném tématu. Pomoci jim vytvářet otázky, které by vedly k upřesnění a směřovat je k formulování hypotéz. Jak povzbudíme žáky, aby prozkoumaly tyto otázky, to bude záležet na jejich věku, rafinovanosti, sofistikovanosti a propracovanosti. Máme zde tři kroky, které nám mohou pomoci:

- Určení předběžných dotazů a informací.
  - Formulace hypotéz.
  - Zaměření se na prvotní otázku.
2. Nalezení potřebných zdrojů:
    - Jaké zdroje by mi mohly pomoci?
    - Kde je najdu?
    - Jak mohu vědět, že informace jsou pravdivé?
    - Kdo informace napsal? Kdo je za ně zodpovědný?
    - Jaké další zdroje tu jsou?



V tomto kroku je žakovým hlavním zaměřením hledání zdrojů, které obsahují informace k nalezení odpovědi. V této fázi se žáci učí práce s materiálem, učí se rozlišit podstatné, nepodstatné a hlavně pravdivé informace.

Zdroje informací jsou knihy, lidé, experimenty, webové stránky. Někomu se může zdát, že hledání informací může být ta nejjednodušší část celého procesu, ale posuzování informací je složitější. Žáci se musí naučit dovednosti sbírat kousky dílčích odpovědí a hodnotit jejich platnost. Pokud žáci použijí internet, musí si uvědomit, že je zde obrovské množství cenných informací, ale i velké množství celkových nesmyslů, nepravd, polopravd a nepodložených teorií.

### 3. Interpretace informací:

- Jaký to má význam pro mou otázku?
- Jaké části podporují mou otázku?
- Jak to souvisí s tím, co ještě vím?
- Jaké části nepodporují mou otázku?
- Vyvolá to nové otázky?

V této části by se žáci měli soustředit na informace, které se vztahují k hypotéze. Cenné jsou zejména ty informace, které hypotézu vyvrací. Jen proto, že některé údaje hypotézu podporují, tak to neznamená, že je hypotéza pravdivá.

### 4. Prezentace výsledků:

- Co je mým hlavním bodem?
- Kdo jsou moji posluchači?
- Co je zajímavé?
- Jak se co propojuje?
- Jak mohu využít média k prezentaci?

V tomto bodě není cílem jen stroze shrnout odpověď, ale žáci by měli popsat celou cestu, jak k ní došli.

### **3. Metodika**

Aby mohl být naplněn cíl práce, bylo východiskem řešení diplomového úkolu shromáždění a prostudování odborné literatury týkající se badatelsky orientovaného vyučování a pedagogického konstruktivismu do takové míry, aby bylo možné výukový směr správně a podrobně charakterizovat.

V další části řešení úkolu následoval rozbor pedagogické dokumentace a učebnic pro výběr vhodné tematiky pro konstrukci badatelsky orientovaných praktik. Vhodná témata byla vybrána a byla zároveň prostudována odborná a populárně naučná literatura i informace na internetu týkající se dané tematiky. V dalším kroku následovala příprava badatelsky orientovaných úloh pro výuku ekologické tematiky. Jednotlivé úlohy byly připravovány se zřetelem k věku žáků, časové náročnosti úloh, návaznosti na rámcový vzdělávací program a učivo učebnic a přístupům a postupům badatelsky orientovaného vyučování. Poté byla k úlohám připravována i metodická doporučení pro učitele.

## 4. Výsledky

### 4.1 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 1

**Téma: SPOLEČENSTVÍ MRAVENCŮ**

#### **MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE**

Zařazení mravenců do systému podle Sedláka (2005)

kmen: Arthropoda (členovci)  
podkmen: Hexapoda (šestinozí)  
třída: Insecta (hmyz)  
podtřída: Pterygota (křídlatí)  
nadřád: Neoptera (novokřídlí)  
řád: Hymenoptera (blanokřídlí)  
podřád: Apocrita (štíhloпасí)  
nadčeleď: Formicoidea (mravenci)

#### Popis mravenců

Jelínek a Zicháček (2000) popisují nadčeleď mravenců jako hmyz, který má dva páry blanitých, řídko žilkovaných křídel. Mají dokonale vyvinuté kousací ústrojí, velké složené oči a tři jednoduchá očka. Zadeček je k hrudi připojen tenkou stopkou. Samice mívají zadeček ukončen žihadlem vzniklým přeměnou kladélka.

Mravenci jsou všežravci. Reichholf (1999) např. uvádí, že mravenci jsou velmi významní v regulaci škůdců, mají význam pro přírodní bilanci. Jsou konzumenty housenek, které zvláště při přemnožení okusují ve velkém listí – zabraňují tak lesním škodám. Velmi prospěšné jsou pro ně mšice, které vylučují cukernatou mízu, kterou se mravenci živí.

#### Mravenci jako sociální hmyz

Reichholf (1999) pojednává o mravencích jako o sociálním hmyzu. U sociálního hmyzu má každý tvor svou roli. V průběhu života dělnice dochází

ke střídání profesí – dělnice, vojáci, ošetřovatelky. Dělnice krmí královnu, pečují o vajíčka. Včele celého společenstva pak stojí královna, která klade vajíčka a prostřednictvím pachových látek (feromonů) řídí celý chod.

Sadil (1955) uvádí, že existuje trojí druh individuí – bezkřídle dělnice, křídlatí samci a křídlaté, nebo i bezkřídle samice (královny). Samci se vyvíjejí z neoplozených samičích vajíček, z vajíček oplozených se líhnou samice a dělnice.

Vnější znaky jednotlivých individuí Sadil (1995) popisuje takto:

- a) dělnice – menší než samice, malý zadeček, štíhlá hrud',
- b) samice – větší než dělnice, tmavší zbarvení, velký a protažený zadeček,
- c) samci – větší než dělnice, jiné zbarvení než u dělnic a samic, malá hlava, neozubená kusadla, vždy dva páry křídel.

Jedinci jednotlivých kast mohou být variabilní a mohou se vzájemně zejména velikostně lišit. Sadil (1995), který se zabýval řadou tvarových forem jednotlivých kast, je kategorizoval následujícím způsobem:

#### 1. Dělnice

- a) Mikrergate – mravenci menší než normální dělnice, v malých a nově založených koloniích, první generace mravenců, forma vyvolaná nedostatkem potravy.
- b) Makrergate – mravenci větší než normální dělnice, ve velkých koloniích, forma vyvolaná dostatkem až nadbytkem potravy.
- c) Pterergate – podobá se samici, ale je to dělnice.
- d) Dinergate – velká hlava, mohutná a široká křídla, praví vojáci.
- e) Gynaekoid – klade vajíčka, vyskytuje se tam, kde kolonie přišla o královnu.
- f) Mermithergate – podobá se parazitickým červům, zvětšený zadeček a zúžená hlava.
- g) Pseudogyne – patologicky změněné samice (dělnice se o ně tolik nestaraly).

#### 2. Samice

- a) Mikrogyne – malá samice.

- b) Makrogyne – velká samice, ve velkých koloniích.
- c) Ergatogyne – bezkřídla, menší samice, připomíná dělnici.

### 3. Samci

- a) Mikraner – malí, líhnou se nejčastěji v umělých mraveništích.
- b) Makraner – velcí, ve velkých mraveništích.
- c) Gynaekaner – podobá se samici.
- d) Mermithaner – zvětšený zadeček, redukovaná křídla.
- e) Ergataner – bezkřídla, podoba s dělnicí.
- f) Ergatandromorphus – znaky samců a dělnic (mozaikovitě rozložení).
- g) Gynandromorphus – znaky samců a samic, někdy se vyskytují samčí i samičí pohlavní orgány (hermafrodité).

### Vývoj mravenců

Reichholf (1999) popisuje vývoj mravenců. Mravenčí královna klade neoplozená vajíčka, ze kterých vznikají sterilní jedinci. Neoplozená vajíčka dělnice odnáší do komůrek, později se z nich líhnou larvy, které krmí. Po nějaké době se zakuklí. Kukly dělnice opět přenáší. Z kulek se líhnou dělnice, vojáci, ošetřovatelky. Na konci léta se z kulek líhnou okřídlení pohlavní kasty – samci a samice. Jelínek a Zicháček (2000) uvádí, že pohlavní jedinci mají po vylíhnutí dva páry křídel, které jim po rojení buď odpadnou anebo jim je dělnice ukoušou.

Sadil (1955) pojednává o vývoji mravenců podrobněji. Mravenci před dospělostí procházejí proměnou dokonalou – jedná se o tři stádia individuálního vývoje (vajíčko, larva a kukla). Mravenčí vajíčka jsou malá (cca do 0,5 mm), mají elipsovitý tvar, čistě bílou barvu (někdy mohou být nažloutlá). Při kladení vajíček včelí královnou chytá mladá královna vajíčko do kusadel (někdy ho vyjme i dříve, než je vytlačeno). Starší včelí královně pomáhají dělnice, které zastávají funkci jakoby „porodních bab“. Dělnice snesená vajíčka ošetřují – čistí je, olizují, přenáší je z místa na místo – podle potřeby určité teploty. Vaječné stádium trvá 1 – 5 týdnů. Poté nastává stádium larvy. Larva má válcovitý tvar, má hlavu. Larvy jsou slepé a beznohé, bílé nebo nažloutlé. Tělo bývá hustě pokryto štětkami – funkce ochrany a spojení larev navzájem). Ústní ústrojí se podobá ústům dospělců, ale larvy přijímají jen tekutou potravu. Tykadla jsou zakrnělá. Pohyblivost larev je různá. Dělnice

pečují o larvy jako o vajíčko. Larvální stádium trvá několik týdnů až měsíců. Vykrmená larva se zakuklí. Uvnitř kukly dochází k přestavbě a přeměně organismu. Stádium kukly netrvá déle než stádium vajíčka. Kukly jsou buď holé, nebo jsou obalené hedvábným zámotkem – kokonem. Z kukly se líhne dospělý mravenec. Dospělý mravenec již neroste – tělo je totiž uzavřeno v chitinové kutikule a dospělec se nesvléká. Hölldobler a Wilson (1997) uvádějí, že v roce 1963 britský entomolog a genetik William D. Hamilton rozpracoval myšlenku, jakým způsobem se dědí pohlaví u sociálního hmyzu. Pohlaví se zde dědí tzv. haplodiploidně. Jedná se o nejjednodušší proces. Z oplozených diploidních vajíček vznikají samice, z neoplozených haploidních vajíček vznikají samci.

Sadil (1955) popisuje rojení a páření mravenců. Rojení a páření začíná na jaře nebo začátkem léta a trvá až do pozdního podzimu. Nejčastěji odpoledne nebo večer, ale výjimkou není ani noční rojení a páření. Vlastní páření trvá jen velmi krátce. Dochází k němu buď přímo ve vzduchu, ale i po přistání dvojic na rostliny nebo zem. Význam svatebního rojení je hlavně v tom, že jsou oplodněné samice přenášeny větrem na velké vzdálenosti a také to, že se odstraňuje nebezpečí páření jen v rámci jedné kolonie. Samci se po spáření nesmějí vrátit zpět do mraveniště – dělnice je napadají a i usmrcují. Samci se proto potulují v okolí mraveniště, kde záhy umírají na chlad, vlhkost, nedostatek potravy nebo je napadne predátor. Samice někdy po spáření zůstávají v původním mraveništi a nastupují na místo staré královny. Většina samic zakládá nové kolonie.

### Mraveniště

Reichholf (1999) uvádí, že mravenci si staví rozsáhlá mraveniště, kdy část leží pod povrchem a část nad zemí. V mraveništi je systém chodeb. V komůrkách je udržována čistota, odpadky jsou vynášeny ven. Místo desinfekce používají mravenci kyselinu mravenčí, která také slouží jako ochranná látka před nepřáteli.

### Komunikace mravenců

Hölldobler a Wilson (1997) popisují, jakým způsobem spolu mravenci komunikují. Komunikaci mravenců rozdělili do dvou skupin:

a) Feromonová komunikace.

Tato komunikace je založena na chemických sekretech, které ostatní mravenci ochutnávají a očichávají. Mravenci mají žlázy s vnější sekrecí, které vyrábí velké množství látek. Mravenci produkují deset až dvacet chemických signálů, které mají určitý, ale velmi obecný význam. Jedná se např. o upoutání pozornosti, mobilizaci, poplach, určování kast, poznávání larev a ostatních stádií, rozlišování cizinců.

Feromony, které produkuje královna, zamezují dělnicím klást vajíčka nebo vypěstovat jinou královnu.

Kasta vojáků produkuje feromony, které mají inhibiční funkci – snižují tím množství larev, ze kterých by se vylíhli vojáci.

b) Komunikace prostřednictvím dalších signálů.

Komunikace může být zprostředkována dotekem a postrkováním. Jednotlivé pohyby jsou jednoduché a přímé.

Rozšířená je také komunikace pomocí zvuku. Mravenci vydávají vysoké vrzavé zvuky pomocí stridulačního orgánu. Lidské ucho ho ovšem nemá šanci tento zvuk zachytit. Stridulace má několik významů – volání o pomoc nebo když najdou potravu. Jinou zvukovou komunikací je tlučení hlavou o tvrdý povrch.

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let)  
nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

terénní průzkum: 1 hodina 20 minut

učebna: 2 hodiny 45 minut

### **Návaznost na RVP**

živočiškové a prostředí, etologie, systém a evoluce živočichů

## **Cíl cvičení**

1. Žáci se seznámí se zařazením mravenců dle literatury do systému (kmen, podkmen, třída, ...)
2. Žáci pochopí význam pojmu sociální hmyz.
3. Žáci se seznámí, jakým způsobem probíhá vývoj mravenců.
4. Žáci poznají, jaké role jednotlivých kast v mraveništi zastávají jednotlivci.
5. Žáci zjistí, v jakém biotopu se mravenci vyskytují.
6. Žáci zjistí příklady živočichů, kteří mohou poškodit mraveniště a mravenci se živit. Jaké negativní dopady to má pro mravence?
7. Žáci zjistí a seznámí se s možnostmi obrany mravenců před „nepřítelem“.
8. Žáci zjistí, jaké potravní nároky mají mravenci a proč.
9. Žáci zjistí, jak spolu mravenci komunikují.

## **Klíčové otázky**

1. Do jakého kmene, podkmene, ... mravenci patří?
2. Co znamená pojem sociální hmyz? Jsou mravenci sociálním hmyzem?
3. Jakým způsobem probíhá vývoj mravenců?
4. Jak jsou rozděleny role jednotlivých kast mravenců?
5. V jakém biotopu byste mravence hledali? Jaké přírodní podmínky mravenci preferují pro stavbu svého mraveniště?
6. Který živočich je schopen poškodit mraveniště a mravence sežrat?
7. Jak se mravenci brání před nepřítelem? Umí se bránit?
8. Jakou potravu mravenci konzumují?
9. Jak spolu mravenci komunikují?

## **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci budou schopni mravence spojovat s blanokřídlým hmyzem (zařadit je do systému).

Žáci budou vědět, co znamená pojem sociální hmyz.

Žáci budou schopni vést diskusi o vývoji mravenců.

Žáci se budou orientovat v potravních nárocích mravenců.

Žáci budou schopni diskutovat o vztahu mravenců a mšic.



Žáci budou vědět, jak spolu mravenci komunikují.

## **PRO ŽÁKA**

### **Úvodní rozhovor**

Tak jako většina lidí žije ve městě nebo na vesnici, tak i mravenci mají své vlastní „město“ a tím je mraveniště. Každý mravenec tu zastává určitou roli, rozdělení práce tu má velký význam. Proč bychom měli mravencům přikládat tak velký význam? Snad proto, že jsou všude kolem nás, jsou součástí našeho života. Při troše zamyšlení objevíme mezi lidmi a mravenci i jistou podobnost. Dělbá práce, komunikace mezi jednotlivci a schopnost řešit problémy – to je velká podobnost s lidskou společností. Na druhé straně, mezi společenstvím mravenců a lidskou společností existují obrovské rozdíly.

### **1. Mravenci**

**Cíl aktivity:** Žáci si vybaví, co už vědí o mravencích.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Popis aktivity:** Žáky vyzveme, aby v bodech vyjádřili, co vše už vědí o mravencích (krátký brainstorming).

### **2. Motivace**

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme pro další práci.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Žákům položíme několik otázek, které jsou jistým způsobem zajímavé a budou motivovat žáky pro další bádání a poznávání. Vhodný motivační prvek je i obrázek, který u žáků vzbudí otázky.

**Poznámky pro učitele** (Nabídka motivačního textu a obrázku, které může využít učitel při práci s žáky):

Mravenec je malý tvor, vyskytující se v nejedné pohádce pro děti. Ale jsou mravenci skutečně tak malí a nevýznamní, jak se většina lidí domnívá? Co například říkáte na to, že celková hmotnost mravenců na Zemi se rovná asi hmotnosti všeho lidstva a polovině hmotnosti všeho ostatního hmyzu? Nebo co ve vás vzbudí představa, že v jednom mraveništi může žít více než jeden milion jedinců, v mravenčí kolonii pak mnoho milionů. V Evropě je největší známá kolonie mravenců v jižních Čechách na hoře Klet’.

Motivační obrázek. (viz Obr. 1)



Obr. 1 Motivační obrázek. (Převzato: [http://www.tyden.cz/fotogalerie/obrazem-fantaskni-svet-mravencu\\_5429?imgOffset=4#thumbs](http://www.tyden.cz/fotogalerie/obrazem-fantaskni-svet-mravencu_5429?imgOffset=4#thumbs))

### **3. Otázky a hypotézy**

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a formulují otázky k tématu. Následně vyberou výzkumné otázky, které je zajímají.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Vyzveme žáky, aby sepsali otázky, které je napadají k tématu mravenci v návaznosti na motivační obrázek. Žákům ponecháme čas 5 minut na samostatnou práci. Poté budou žáci prezentovat nápady nahlas, učitel zapisuje na tabuli. Učitel společně se žáky vybere nejzajímavější otázky. Dalším krokem je sestavení hypotéz.

**Poznámky pro učitele** (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):

Příklady vybraných otázek:

- A. Do jakého kmene, podkmene, ... mravenci patří?
- B. Co znamená pojem sociální hmyz ve vztahu k mravencům? Jsou mravenci sociálním hmyzem?
- C. Jakým způsobem probíhá vývoj mravenců? Je to vývoj přímý anebo nepřímý?
- D. Jak jsou rozděleny role jednotlivých kast mravenců?
- E. V jakém ekologickém prostředí byste mravence hledali? Jaké přírodní podmínky mravenci preferují pro stavbu svého mraveniště?
- F. Který živočich je schopen poškodit mraveniště a mravence sežrat? Jaké negativní dopady to má pro mravence?
- G. Jak se mravenci brání před nepřítelem? Umí se bránit?
- H. Jakou potravu mravenci konzumují?
- I. Jak spolu mravenci komunikují?

Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) Mravenci nepatří do kmene členovců.
- b) Mravenci nejsou sociální hmyz.
- c) Vývoj mravenců probíhá přímo.
- d) Role mravenců jednotlivých kast nejsou rozděleny, všichni dělají vše.
- e) Mravence bychom nenašli v lese, na louce, v zahradce.
- f) Mraveniště nemůže poškodit žluna zelená. Pro mravence to nemá žádné negativní dopady.
- g) Mravenci se před nepřítelem neumí ubránit.

- h) Mravenci se neživí rostlinným a živočišným materiálem.
- i) Mravenci spolu nekomunikují.

#### **4. Provedení**

##### **A. Do jakého kmene, podkmene, ... mravenci patří?**

###### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci si propojí pojem „mravenci“ s jejich příslušností k blanokřídlému hmyzu, zařadí mravence do systému (kmen, podkmen, ...)

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura

**Popis aktivity:** Žáci by z předchozích znalostí měli vědět, že mravenci jsou hmyz. Pro bližší zařazení do systému bychom žákům měli umožnit, aby volbou vhodné literatury zařadili sami mravence do systému. Každý žák pak sám vyhledá potřebné informace.

###### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí své hypotézy. Seznámí s výsledky své práce ostatní žáky.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Žáci se navzájem seznámí s výsledky své práce. Následuje diskuse v počtu 3 – 4 žáků o správnosti výsledků.

## **B. Co znamená pojem sociální hmyz ve vztahu k mravencům? Jsou mravenci sociálním hmyzem?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci ve skupinách budou zjišťovat, co znamená pojem sociální hmyz ve vztahu k mravencům.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura, internet

**Popis aktivity:** Žáky rozdělíme do skupin po dvojicích. Každá dvojice vyhledá pomocí internetu nebo odborné literatury pojem sociální hmyz a vysvětlí ho. Zjistí, zda jsou mravenci mezi sociální hmyz zařazeni či nikoliv.

### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci vysvětlí pojem sociální hmyz. S výsledkem své práce seznámí ostatní skupiny.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Každá skupina napíše na lístek výsledek, co znamená pojem sociální hmyz. Lístky skupiny seřadí vedle sebe a navzájem si zkontrolují výsledky.

## **C. Jakým způsobem probíhá vývoj mravenců?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci mají za úkol zjistit, jak probíhá vývoj mravenců.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, literatura, internet

**Popis aktivity:** Učitel nejdříve povede diskusi, aby zjistil, co vše žáci vědí o vývoji mravenců. Poté žáky rozdělí do skupin. Každá skupina dostane pracovní list s jednotlivými fázemi vývoje. Obrázky žáci vystříhnou a měli by seřadit obrázky vývoje mravence, tak jak jednotlivé vývoje navazují za sebou. Jednotlivá stádia na obrázcích popíší.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, obrázek stádií vývoje mravenců viz Obr. 2):

Každý živý tvor musí od svého zrodu projít určitým vývojem. Tak je tomu opět i u mravenců. Učitel by zprvu měl zjistit, zda žáci mají nějaké informace o vývoji mravenců či ne, proto provede diskusi.

Ukázka diskuse učitele s žáky:

**U:** *Všimli jste si nějakých zvláštních útvarů uvnitř mraveniště?*

**Ž:** Ano, malých bílých kousků, které vypadaly jako zrnka rýže.

**U:** *Věděli byste, co to bylo?*

**Ž:** Mravenčí kukly, ze kterých se vylíhnou dospělí jedinci.

**U:** *Jak vypadá stádium dospělého mravence a kukly, tak to si můžeme demonstrovat na následujícím videu: <http://www.youtube.com/watch?v=Ik9oweS0mzc>*

vajíčko



larva



kukla



samice (dělnice)



samice (královna)



samec



Obr. 2 Vývoj mravence. (Převzato: <http://www.straziste.cz/wp-content/uploads/2013/06/PL-V-mraveni%C5%A1ti.pdf>)

Na základě vědomostí o vývoji mravenců bychom měli zjistit, jestli žáci vědí, proč klade vajíčka jen mravenčí královna. Tak jak tomu bývá u organizovaného sociálního hmyzu, královna zde zastává funkci matky a klade vajíčka.

**U:** *Věděli byste, v čem jsou tato vajíčka zvláštní? Potřebuje samice mravence k tomu, aby nakladla vajíčka samce?*

**Ž:** Ne, nepotřebuje.

**U:** *Jaká jsou potom vajíčka?*

**Ž:** Neoplodněná.

**U:** *Ano, přesně tak. A z neoplodněných vajíček se líhnou bezpohlavní jedinci, tudíž samice - dělnice. Při určitých klimatických podmínkách a v případě správné potravy se z vajíček líhnou jedinci pohlavní. Viděli jste někdy, co se poté děje? Dojde k vyrojení. Ano. Když se okřídlení mravenci vyrojí, co dělají? Co si představíte pod pojmem svatební let?*

**Ž:** Dochází k páření samic a samců.

**U:** *Co potom dělají oplozené samice? Vrací se zpět do původního mraveniště?*

**Ž:** Ne, založí mraveniště nové.

**U:** *Rojení mravenců si prohlédněte na následujícím videu (vyučující k němu podá vysvětlení, případně se žáky prodiskutuje):*  
<http://www.youtube.com/watch?v=OS9ErZBdeRA>

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí své hypotézy. Žáci seznámí ostatní skupiny se svými výsledky.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Jednotlivé skupiny vyvěsí na tabuli seřazené obrázky. Následně vysvětlí, případně prodiskutují s ostatními skupinami, proč navrhli tuto variantu.

### **D. Jak jsou rozděleny role jednotlivých kast mravenců?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jak je mraveniště organizované. Jakou roli zde zastávají jednotliví mravenci.

**Místo realizace:** učebna

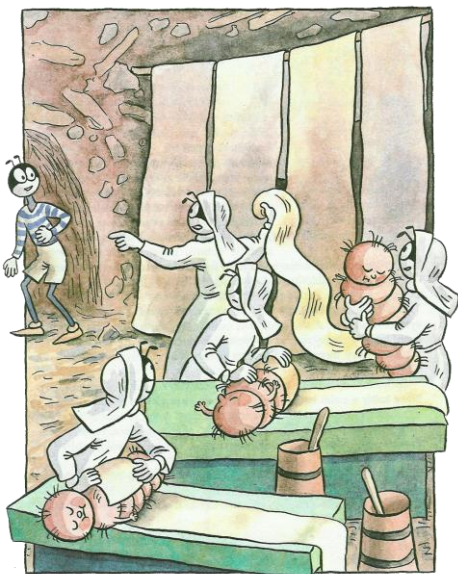
**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

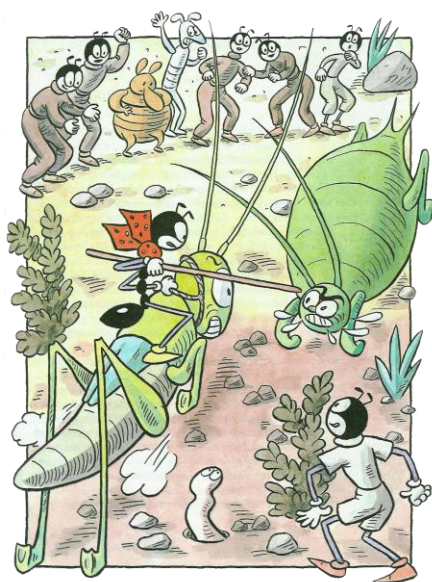
**Popis aktivity:** Abychom žáky motivovali k přemýšlení, o jednotlivých rolích mravenců v mraveništi, tak jim připomeneme knihy Ferdovi Mraveneci od Ondřeje Sekory. Žáky ovšem musíme upozornit na jistá úskalí těchto knížek spočívající ve správném vyobrazení a uvedení pohlaví „dělníků“ (= ve skutečnosti dělnic) mravenců (viz Obr. 5). Když tento fakt ovšem pomineme, žáci si jistě vybaví, jak zde byly role mravenců rozděleny. Na základě této myšlenky by žáci měli být schopni uvažovat o mravencích jako o sociálním hmyzu. Zde by si žáci měli vybavit podobnost například se sociálním chováním u včel, kde každá včela také zastává svou funkci. Učitel se žáky provede diskusí, ve které žáky navede na role mravenců.



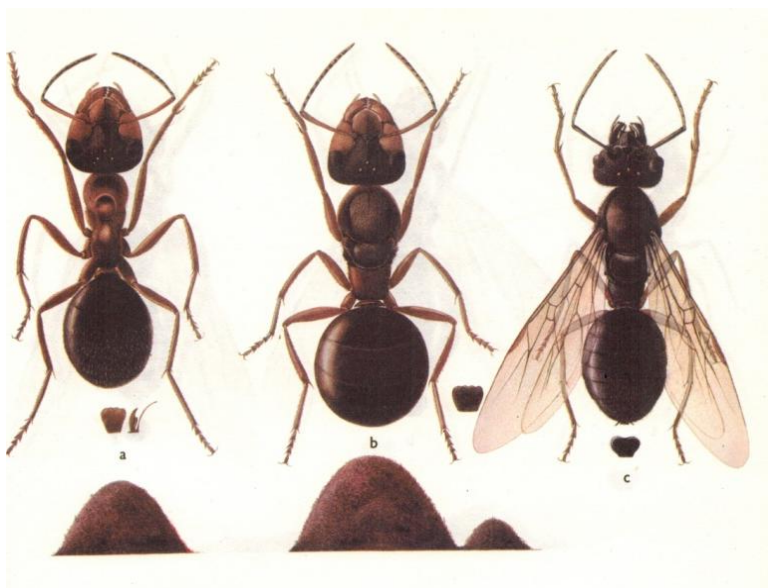
**Poznámky pro učitele** (Ukázka rozdělení rolí jednotlivých kast v knize od Ondřeje Sekory viz Obr. 3, 4; ukázka diskuse učitele s žáky):



Obr. 3 Rozdělení rolí v mraveništi. (Převzato: [http://www.abatar.cz/pohadky/ferda\\_mravenec03\\_ferda\\_v\\_mravenisti.htm](http://www.abatar.cz/pohadky/ferda_mravenec03_ferda_v_mravenisti.htm))



Obr. 4 Rozdělení rolí v mraveništi. (Převzato: [http://www.abatar.cz/pohadky/ferda\\_mravenec03\\_ferda\\_v\\_mravenisti.htm](http://www.abatar.cz/pohadky/ferda_mravenec03_ferda_v_mravenisti.htm))



Obr. 5 Mravenec lesní – a – dělnice, b – samice, c – samec (Převzato: Starý a kol., 1987)

Příklad průběhu diskuse učitele s žáky:

**U:** *Je role mravenců rozdělena již od počátku vývoje anebo se v průběhu života mravenců mění?*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Jak je tomu tedy u lidí? Když se narodí dítě a povyroste a nakonec dospěje, vykonává po celý život jen jednu práci?*

**Ž:** Ne. V průběhu života se postavení člověka ve společnosti mění.

**U:** *Tak jak to je u mravenců?*

**Ž:** Stejně jako u lidí.

**U:** *Ano, zpočátku se starají o nové jedince, poté třeba udržují čistotu, brání mraveniště nebo shání potravu.*

**U:** *Zamyslete se, jaké role či specializace by dělnice mohly zastávat?*

**Ž:** Jednotlivé role neboli specializace dělnic k různým úkonům:

- lovci a sběrači potravy,

- stavitelé mraveniště,
- vojáci,
- krmení a ošetřování vajíček, larev a kukel,
- úklid, udržování čistoty.

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu. Žák seznámí ostatní žáky s výsledky své práce.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 min

**Popis aktivity:** Žáci prodiskutují, jak je mraveniště organizované z hlediska jednotlivých rolí.

## **E. V jakém biotopu byste mravence hledali? Jaké přírodní podmínky mravenci preferují pro stavbu svého mraveniště?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zdokumentují, jak vypadá mraveniště v různém biotopu. Žáci vypořádají a zhodnotí, jaké přírodní podmínky mravencům prospívají a jaké místo preferují pro stavbu mraveniště.

**Místo realizace:** terén

**Délka:** 30 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, psací potřeby, fotoaparát

**Popis aktivity:** S žáky se vypravíme do terénu, aby mraveniště a život kolem něj viděli ve skutečnosti. Žáci zdokumentují, v jakém různém biotopu lze mraveniště nalézt (v lese, na louce, v zahradce). Žáky upozorníme, aby si během dokumentace všimli, jaké místo mravenci pro stavbu svého mraveniště preferují (místo na světle, ve stínu, v suchu, ve vlhku).

**Poznámky pro učitele** (Úkoly pro žáky v terénu, vhodné přírodní podmínky pro správnou existenci mraveniště):

Úkoly pro žáky v terénu:

1. Zdokumentujte, jak vypadá mraveniště v lese, na louce, v zahrádce, ve starém pařezu. (viz Obr. 6, 7, 8, 9, 10, 11)
2. Vypozerujte a následně zhodnoťte, jaké přírodní podmínky mravencům nejlépe prospívají. Jaké místo mravenci preferují při stavbě svého mraveniště?

Podmínky, které mravencům nejlépe prospívají:

- slunečné místo, ale ne přímé osvětlení,
- sucho,
- ochrana před nepříznivým počasím (například pod stromem),
- dostatek potravy v okolí.



Obr. 6 Mraveniště v zahrádce (Foto: autorka DP)



Obr. 7 Mraveniště v zahrádce (Foto: autorka DP)



Obr. 8 Mraveniště na louce. (Foto: autorka DP)



Obr. 9 Mraveniště ve starém pařezu. (Foto: autorka DP)



Obr. 10 Mraveniště na pomezí lesa a louky. (Foto: autorka DP)



Obr. 11 Mraveniště v lese. (Foto: autorka DP)

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci posuzují platnost své hypotézy. Žáci se vzájemně seznámí s výsledky práce ostatních žáků. Pro správné stanovení platnosti své hypotézy mohou žáci vyhledat informace v odborné literatuře či na internetu. S posouzením platnosti hypotézy napomůže žákům i učitel.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci se navzájem seznámí s výsledky práce ostatních žáků. Každý žák prezentuje své výsledky pozorování, učitel zapisuje na tabuli. Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu. Žáci odpoví na otázku: „V jakém biotopu byste mravence hledali?“. Učitel dále prodiskutuje se žáky vhodné přírodní podmínky pro stavbu mraveniště, které mravenci preferují. Diskusi učitel usměrňuje a navede na téma: „Co by se stalo, kdyby tyto podmínky splněny nebyly?“. Žáci prodiskutují zhoršení podmínek, možný vznik plísně, jaký by to mělo dopad na vývoj vajíček, larev a kukel. Tabulku z pracovního listu lze překreslit na tabuli pro zřehlednění a následnou diskusi.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka možné diskuse učitele s žáky):

Příklad průběhu diskuse na téma: „*Co by se stalo, kdyby tyto podmínky splněny nebyly?*“

**U:** *Co by se stalo, kdyby vhodné podmínky splněny nebyly?*

**Ž:** Mraveniště by neprospívalo.

**U:** *Co by se stalo, kdyby mraveniště bylo ve vlhkém a stinném místě?*

**Ž:** Mohla by se vytvořit plíseň.

**U:** *Správně. Mohly by mít zhoršené podmínky vliv i na vývoj vajíček, larev a kukel?*

**Ž:** Ano. Vývin by nemusel vůbec proběhnout.

### **F. Který živočich je schopen poškodit mraveniště a mravenci se žít? Jaké negativní dopady to má pro mravence?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci najdou příklad živočicha, který je schopen poškodit mraveniště a mravenci se posléze žít. Žáci mraveniště zdokumentují.

**Místo realizace:** terén

**Délka:** 15 min

**Pomůcky:** fotoaparát, pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Učitel s žáky provede diskusi o tom, kteří z živočichů mohou poškodit mraveniště. (viz Obr. 12) Žáci se v terénu najdou takto poškozené mraveniště. Poškozené mraveniště zdokumentují. Do pracovního listu každý žák zapíše, jaké negativní dopady má na mravence poničené mraveniště.

**Poznámky pro učitele (Ukázka diskuse učitele s žáky):**

Žáci by vhodnou skladbou otázek při diskusi měli být navedeni na správnou odpověď.

**U:** *Věděli byste, které zvíře ze třídy ptáků může poničit mraveniště?*

**Ž:** Ne.

**U:** *Zamyslete se, kdo se živí hmyzem? Patří mezi šplhavce a má zelená pírká?*



**Ž:** Tak například žluna zelená.

**U:** *Když už známe jednoho z možných škůdců mraveniště, tak jak vlastně škodí?*

**Ž:** Žere mravence, larvy a kukly.

**U:** *Ano, správně. A co při tom musí udělat, aby se k mravencům dostala? Jsou všichni na povrchu mraveniště?*

**Ž:** Mraveniště rozhrabe, rozklove.

Negativní dopady poničeného mraveniště pro mravence:

- mravenci musí vynaložit velké úsilí na opravu,
- ztratí ochranu před nepříznivým počasím,
- mraveniště je náchylné na vlhkost – uchytí se zde plísně,
- může dojít k zahubení mravenčí královny,
- vajíčka, larvy nebo kukly jsou zničené,
- dojde k zahubení velkého počtu dospělých mravenců,
- na poškozené mraveniště může zaútočit další nepřítel.



Obr. 12 Zničené mraveniště od žluny zelené. (Foto: autorka DP)

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci posoudí platnost hypotézy. Žáci se vzájemně seznámí s výsledky práce jednotlivých žáků.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci po jednom prezentují, který živočich může poškodit mraveniště. Žáci jistě přijdou na více živočichů. Žáci po jednom napíší na tabuli negativní dopady poničeného mraveniště. Poté ke každému příkladu označí, zda se opravdu jedná o negativní dopad (označení: fajfka = ano, křížek = ne).

## **G. Jak se mravenci brání před nepřítelem? Umí se chránit?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jakým způsobem se mravenci chrání před nepřítelem. Zda se jedná o aktivní či pasivní ochranu. Žáci prozkoumají, zda se kyselina mravenčí vyskytuje také u kopřiv a jakým způsobem se kopřivy chrání před nepřítelem. (Cílovým zjištěním žáků by mělo být, mravenci se před nepřítelem chrání aktivně pomocí žihadla a kyseliny mravenčí. Na druhé straně kopřiva se chrání pasivně pomocí žahavého chlupu a směsi acetylcholinu, histaminu a serotoninu)

**Místo realizace:** učebna, laboratoř (dle potřeby)

**Délka:** 30 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, mikroskop, trvalé mikroskopické preparáty, obrázky, odborná literatura, internet

**Popis aktivity:** Žáků se nejdříve zeptáme, zda se jim už stalo, že je nějaký mravenec „poštípal“. Nenajde se snad ani jeden, komu by seto již nestalo. Žáci zavzpomínají a jistě řeknou, že „poštípání“ páli. Žáků se dále zeptáme, co způsobilo pálivou bolest? Navážeme na učivo chemie a žákům připomeneme učivo o karboxylových kyselinách. Navedeme je na nejjednodušší karboxylovou kyselinu, kterou je kyselina mravenčí. Tím žáci odpoví i na otázku, zda se jedná o aktivní či pasivní ochranu

mravenců před nepřítelem. (viz Obr. 13) Žáci prodiskutují, k čemu všemu by mohla být mravencům prospěšná. Žáků se dále zeptáme, u kterých organismů by kyselinu mravenčí ještě našli? Žáci by měli jako příklad uvést z rostlin kopřivy. Žákům poskytneme trvalé mikroskopické preparáty a obrázky kopřivy a mravence. Při mikroskopování žáci porovnají, zakreslí a popíší žihadlo mravence, kterým se kyselina mravenčí dostává do těla nepřítele (viz Obr. 14) a zakreslí a popíší žahavý chlup kopřivy (viz Obr. 15). Posledním úkolem žáků bude zjistit, zda se kyselina mravenčí opravdu vyskytuje i u kopřiv? Pokud ne, vyzveme žáky, aby vyhledali, o jaké látky se jedná. Žáky necháme probádat odbornou literaturu, případně internet. Své výsledky bádání zanesou do pracovního listu.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky):

**U:** *Každého z vás již určitě někdy mravenec „poštípal“. Určitě si i vzpomenete, jak to bolelo a pálilo. Zde se zdá být na místě otázka: „Co způsobilo tu pálivou bolest?“*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Z chemie si jistě vybavíte, co za látky jsou karboxylové kyseliny. Látka, kterou v sobě mravenci mají je nejjednodušší karboxylovou kyselinou. Věděli byste, jak se tato kyselina jmenuje?*

**Ž:** Ano, kyselina mravenčí.

**U:** *Na co vše ji mravenci využívají?*

**Ž:** Na ochranu před nepřáteli, na ulovení kořisti.

**U:** *Ještě jedno využití by se dalo vymyslet. Mravenci jsou velmi čistotný hmyz, uklízí svá mraveniště. Z toho vyplývá další využití. Věděli byste?*

**Ž:** Jako desinfekci.

**U:** *Uvedli byste nějaký příklad rostliny, kde si myslíte, že se vyskytuje kyselina mravenčí?*

**Ž:** Kopřiva dvoudomá.

**U:** *Správně. Vyskytuje se zde ale opravdu kyselina mravenčí? Pomocí literatury či internetu zjistěte.*



Obr. 13 Vpravo dole: Mravenci vystřikující při ohrožení kyselinu mravenčí  
Nahoře vlevo: Mravenec v obranném postavení. (Převzato: Reichholf, 1999)

Reichholf (1999) popisuje, že někteří mravenci zesilují účinek kyseliny mravenčí tak, že silným kousnutím poruší povrch nepřítele a kyselina lépe pronikne do těla.

Žahavé chloupky (trichomy) obsahují směs acetylcholinu, histaminu a serotoninu. Histamin podráždí kůži, acetylcholin vyvolá pocit pálení a serotonin zvyšuje účinnost dvou předcházejících látek. (převzato: <http://www.chytrous.cz/proc-kopriva-pali/>)



Obr. 14 Žihadlo mravence *Pseudomyrmex ferruginea*. (Převzato: <http://www.national-geographic.cz/detail/deset-nejbolestivejsich-bodnuti-v-risi-hmyzu-vedec-je-otestoval-na-vlastni-kuzi-21051/>)



Obr. 15 Trichom kopřivy dvoudomé. (Převzato: <http://next.gazeta.pl/next/51,114658,12730358.html?i=16>)

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí stanovenou hypotézu na základě svých poznatků, ke kterým aktivně došli. Seznámí ostatní žáky s výsledky své práce.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci na lístky sepíší své návrhy, k čemu mravenci používají kyselinu mravenčí. Lístky položí na jednu lavici a ve skupině prodiskutují, zda jsou všechny návrhy správné. Dále si navzájem zkontrolují nákresy a popisy žihadla u mravence a trichomu u kopřivy. Žáci na závěr na tabuli jeden po druhém napíší výsledky svého bádání, zda se kyselina mravenčí vyskytuje i u kopřivy.

## **H. Jakou potravu mravenci konzumují?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jakou potravu mravenci konzumují, zda jsou potravní specialisté či je jejich potrava různorodá. Žáci vysvětlí vztah mravenců a mšic.

**Místo realizace:** terén

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, fotoaparát, odborná literatura

**Popis aktivity:** Žáci si při průzkumu mraveniště všímají, jakou potravu mravenci do mraveniště nosí. Své pozorování zdokumentují pomocí fotoaparátu. Žáci do pracovního listu vyplní, jakou potravu mravenci využívají. Dále se žáků zeptáme, zda jsou mravenci potravní specialisté nebo je jejich potrava různorodá? S žáky prodiskutujeme, jak mravenci využívají jako potravu medovici od mšic. Žáci dále najdou a zdokumentují mravence a mšice. Žáci do pracovního listu vyplní, jaký je vztah mravenců a mšic z hlediska ekologického. Tento vztah pomocí odborné literatury pojmenují a popíší.

**Poznámky pro učitele** (Příklad diskuse učitele s žáky, nabídka možného vyplnění pracovního listu):

Příklad diskuse učitele s žáky:

**U:** *Jistě jste si všimli, jak mravenci intenzivně pobíhají okolo mraveniště a hledají potravu. Při průzkumu mraveniště se snažte povšimnout si, co vše může sloužit jako zdroj potravy. Jsou mravenci potravní specialisté nebo je jejich potrava různorodá?*

Žáci vyplní do pracovního listu, jakou potravu mravenci využívají:

- housenky,
- hmyz a ostatní bezobratlé živočichy,
- těla vyšších živočichů,
- semena a houby,
- medovici (od mšic).

**U:** *Velmi významný podíl potravy mravenců je již zmíněná medovice. Kdo produkuje medovici?*

**Ž:** Mšice.

**U:** *Co za látku medovice je?*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Dalo by se říct, že medovice je tekutý cukerný roztok, který mšice vylučují. Díky tomu odvodíme, zda jsou mšice mravencům prospěšné či ne?*

**Ž:** Jsou jim prospěšné.

**U:** *Jsou ale mšicím nějak prospěšní mravenci?*

Žáky necháme popřemýšlet, jak by mohli být mravenci mšicím prospěšní. Pokud žáci na nějaký příklad nepřijdou, znovu je upozorníme, aby chvilku aktivně pozorovali chování mravenců a mšic vůči sobě. (viz Obr. 16) Pokud ani tak žáci nezareagují, necháme je nahlédnout do odborné literatury. Žáci by měli vztah mravenců a mšic vysvětlit jako oboustranně prospěšný vztah neboli mutualistický.

Mravenci se živí medovicí a na oplátku mšice chrání před predátory, nepříznivým počasím a přenáší je.



Obr. 16 Mšice a mravenec. (Převzato: <http://www.ireceptar.cz/zahrada/okrasna-zahrada/jak-mravenci-chovaji-msice/>)

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci vyvrátí či potvrdí své hypotézy. Seznámí s výsledky své práce ostatní žáky.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Žáci mezi sebou ve skupinách po třech prodiskutují, jakou potravu mravenci využívají. Navzájem si zkontrolují své výsledky. Každá skupina poté na tabuli napíše, jak se nazývá vztah mravenců a mšic.

### **I. Jak spolu mravenci komunikují?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jakým způsobem spolu mravenci komunikují.

**Místo realizace:** terén, učebna



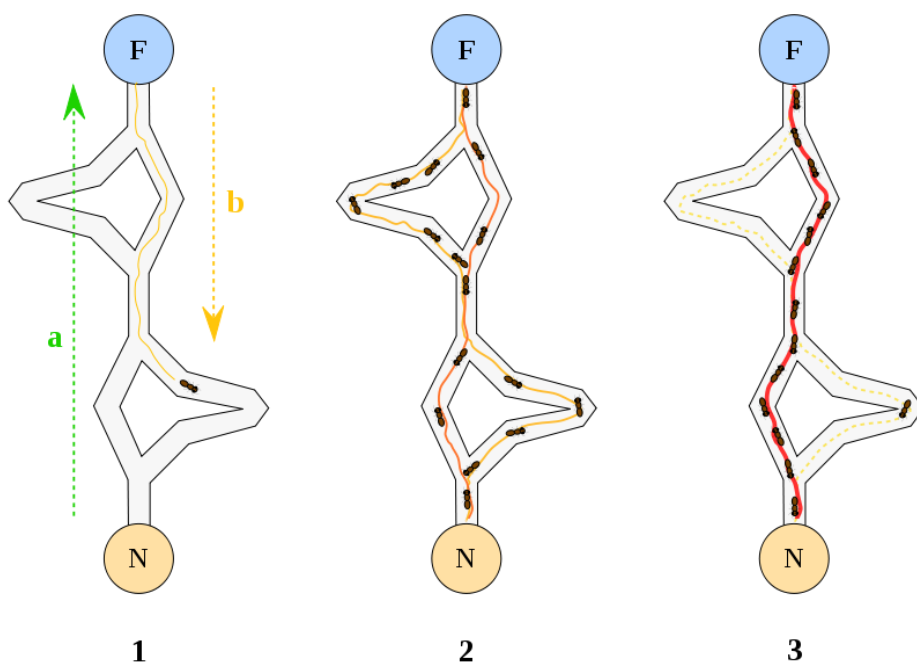
**Délka:** 20 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura

**Popis aktivity:** Žáci si při průzkumu mraveniště povšimnou, jak se mravenci chovají. Zda je jejich chování jistým způsobem koordinované, zda mezi mravenci probíhá komunikace. Žáky vyzveme, aby vymysleli nějaký způsob, jak komunikaci ověříme. Pokud žáci na nic nepřijdou, můžeme jim poradit, aby do blízkosti mraveniště umístili např. kostku cukru anebo jiný kousek potravy. Návnadu umístíme takovým způsobem, abychom mravence nepoplašili. Žáci poté pozorují, jak první mravenec nalezne potravu a po chvíli o potravě ví mravenců několik. První mravenec musel vydat signál pro ostatní. Žáky vyzveme, aby si povšimli i způsobu pohybu mravenců. Mravenci si k potravě postupně naleznou tu nejkratší cestu – i zde funguje komunikace. V učebně žáci pomocí odborné literatury či internetu dohledají potřebné informace týkající se komunikace mravenců.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka cesty mravenců za potravou):

Anonymus H (nedatováno) popisuje, jak najde mravenec nejkratší cestu z mraveniště za potravou. První mravenec nalezne zdroj potravy (F), najde k ní libovolnou cestu a vrátí se zpět do mraveniště (N). Během celé cesty zanechává feromonovou stopu. Postupně se ostatní mravenci orientují pomocí feromonové stopy a následně ji i zesilují. Mravenci nakonec putují jen po nejkratší cestě a feromony z cest delších se vypařují. (viz Obr. 17)



Obr. 17 Nalezení nejkratší cesty z mraveniště za potravou – F (potrava), N (mraveniště), a (dlouhá cesta), b (nalezená kratší cesta) . (Převzato: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mravencovit%C3%AD>)

## JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci vyvrátí či potvrdí své hypotézy. Seznámí s výsledky své práce ostatní žáky.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Žáci mezi sebou ve skupinách po třech prodiskutují, spolu mravenci komunikují. Navzájem si zkontrolují své výsledky.

## 4.2 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 2

### Téma: POTRAVNÍ VZTAHY MEZI ORGANISMY

#### MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE

##### Potravní řetězec a potravní síť

Lucas (2004) uvádí, že jako potravní řetězec se označuje posloupnost, ve které jeden organismus slouží jako potrava pro organismus druhý, ten slouží jako potrava třetímu a tímto způsobem dále.

Potravní síť popisuje Lucas (2004) jako řadu spojení potravních vztahů v přirozených ekosystémech. Tato spojení vytvářejí síť a ne řetězec. Při zkoumání potravních sítí je třeba si všimnout způsobu obživy daného druhu a také toho, jakým dalším druhům slouží za potravu.

Lucas (2004) také uvádí, že potravní řetězec poskytuje informace, které jsou jednoznačné a více se blíží skutečnosti, než informace zjištěné v případě sledování potravní sítě.

##### Potravní řetězec

Rajchard (2002) uvádí, že potravní řetězec popisuje potravní vztahy mezi druhy organismů v ekosystému. Ukazuje, jak se přesunuje biologický materiál a energie z jednoho druhu organismu na druhý. Potravní řetězec je sled potravních (trofických) úrovní, postupně na sebe navazujících.

Společenstvo organismů spolu s abiotickým prostředím vytváří ekosystém. Rozlišujeme ekosystémy vodní (rybník, řeka, moře, oceán) a ekosystémy suchozemské (les, pole, louka).

V různých ekosystémech jsou i různé podmínky pro život. Nás bude nejvíce zajímat ekosystém vodní a v něm biotické podmínky, které jsou vytvářeny organismy a vztahy mezi nimi.

Jako úplně první si vymezíme pojem primární producenti. Rajchard (2002) uvádí, že to jsou organismy, kteří přeměňují látky anorganické na látky organické.

Všechny následující články potravního řetězce jsou na primární produkci závislé a jsou označovány jako konzumenti různých úrovní (I. řádu, II. řádu).

Podle Rajcharda (2002) můžeme potravní řetězec rozdělit ze dvou hledisek na:

- detritový potravní řetězec, který je zejména vázán na mrtvou biomasu,
- pastevně kořistnický potravní řetězec, který je vázán na živou biomasu.

#### Detritový potravní řetězec

Kvasničková (1991) popisuje, že různí živočichové nebo i houby a mikroorganismy postupně rozkládají zbytky a odpady z těl rostlin a živočichů. Tyto organismy jsou označovány jako rozkladači (reducenti).

*„Produkt počátečního a zároveň materiál dalšího rozkladu je detrit. Detrit se skládá nejen z mrtvé biomasy primárních producentů, ale i z exkrementů a z mrtvých těl konzumentů z pastevně kořistnického potravního řetězce. Tím detritový potravní řetězec navazuje na všechny trofické úrovně pastevně kořistnického potravního řetězce.“ (Rajchard, 2002)*

#### Pastevně kořistnický řetězec

Rajchard (2002) píše, že pastevně kořistnický řetězec začíná živou biomasou primárních producentů, kterou konzumují býložravci všeho druhu. Na ně poté navazuje několik tříd konzumentů.

Podle Kvasničkové (1991) lze organismy v ekosystému rozdělit podle funkce, kterou zastávají:

1. producenti- poutají energii slunečního záření a z látek anorganických vytváří látky organické,
2. konzumenti- živočichové živí se rostlinami nebo jinými živočichy,
3. reducenti (rozkladači)- rozkládají zbytky těl rostlin a živočichů.

*„Na sebe navazující úroveň konzumentů požírajících vždy organismy předchozího článku potravního řetězce a současně se stávající potravou troficky výše postaveného živočich se nazývají trofické úrovně.“ (Rajchard, 2002)*

Rajchard (2002) popisuje dva základní způsoby získávání potravy a podle toho i typy organismů:

1. autotrofní organismy- vytváří látky organické z látek anorganických,
2. heterotrofní organismy- nejsou schopny vytvářet organické látky, přijímají je již hotové.

Mezi organismy se v průběhu času vyvinuly ještě další vztahy:

1. symbióza- výhodné soužití dvou organismů, které si navzájem prospívají,
2. predace- lovec (predátor) loví jiné organismy, vztah je prospěšný pouze pro lovce,
3. parazitismus- soužití mezi cizopasníkem (parazitem) a jeho hostitelem.

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let)  
nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

učebna: 3 x 45 minut a 35 minut

### **Návaznost na RVP**

organismy a prostředí (potravní řetězce)

### **Cíl cvičení**

1. Žáci pochopí, jak fungují potravní vztahy v přírodě.
2. Žáci se seznámí se základními pojmy týkající se potravních vztahů v přírodě.
3. Žáci na základě pochopení fungování potravních řetězců vytvoří vlastní potravní řetězce s konkrétními příklady.

## **Klíčové otázky**

1. Na jakém konkrétním příkladu bychom dokázali, že potravní řetězec existuje (na příklad v rybníce)?
2. Jak bychom dokázali, že producenti vytváří organické látky z anorganických?
3. Jak využívají konzumenti producenty pro svůj život?
4. Jakou funkci mají reducenti v přírodě?
5. Jakým způsobem se dostalo DDT do potravního řetězce?

## **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci budou schopni orientovat se v základních pojmech o potravním řetězci.

Žáci budou schopni vysvětlit, jaký význam má potravní řetězec v přírodě.

Žáci budou schopni uvést důkaz, že producenti vytváří organické látky z anorganických.

Žáci budou schopni vést diskusi, jak konzumenti využívají reducenty pro svůj život.

Žáci budou znát, jakou funkci mají reducenti v přírodě.

Žáci se budou orientovat v problematice, jakým způsobem se DDT (nebo jiné insekticidy, pesticidy či herbicidy) dostalo (dostávají) do potravních řetězců.

## **PRO ŽÁKA**

### **Úvodní rozhovor**

Organismy jsou ve vzájemném vztahu nejen k prostředí, v němž žijí, ale i mezi sebou navzájem. Ke svému životu potřebují stavební látky a energii, kterou získávají potravou (živočiškové) anebo fotosyntézou (rostliny).

### **Proč bychom se o potravní řetězec měli zajímat?**

Hlavní příčinou je, že bez jednotlivých vztahů mezi organismy by nebyl možný ani náš život. Kdyby nebylo rostlin, které jsou jedním z prvních článků řetězce, tak by nebyla ani prvotní energie pro život. Jednotlivé vztahy jsou provázány a jeden bez druhého není možný. Každý člověk se s nimi denně setkává, aniž by si to vůbec uvědomoval. Samotný člověk zde hraje důležitou roli. Využívá jednotlivé vztahy, má z nich užitek, ale je i jejich součástí. Vztahy ovšem mohou být i negativní. Parazitě

odebírají hostiteli živiny a v jistých případech způsobují i vážná onemocnění. Na základě vzájemných vztahů mezi organizmy se uskutečňuje tok látek a energií v ekosystémech. Díky tomu je zajišťována i existence a funkce ekosystémů. Z tohoto důvodu je velmi důležité, abychom jednotlivé vztahy dobře poznali.

## 1. Motivace

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme, aby se o potravních vztazích v přírodě chtěli dozvědět co nejlépe.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** motivační obrázek

**Popis aktivity:** Žákům předložíme obrázek, abychom je namotivovali k další práci. Pro lepší představu s nimi provedeme krátkou diskusi.

**Poznámky pro učitele** (Motivační text a obrázek):

Motivační text

Průzkumem našeho okolí se dozvíme více o jednotlivých vztazích, pochopíme zákonitosti přírody a uvědomíme si, jak můžeme být nápomocni. Mnoho z vás má doma jistě nějaké domácí zvířátko. Už zde můžeme vidět, jak důležité je vědět, jaké má potravní nároky. Co by tomu asi řekla například kočka domácí, kdybychom nevěděli, že je konzumentem a ne producentem a k žrádlu jí nic nenabídli?

Jistě jste se již mnohokrát v přírodě nebo v televizi setkali se situací, kdy jedno zvíře ulovilo druhé. Mnohým z vás to jistě přijde líto, ale kdyby tomu tak nebylo, tak by život většiny zvířat rychle skončil, protože by byli bez příjmu energie nutné pro život.

Motivační obrázek pro využití k úvodní motivaci žáků. (viz Obr. 1)



Obr. 1 Motivační obrázek – predátor a kořist. (Převzato: <http://kotata-elitery.blog.cz/1208>)

## 2. Otázky a hypotézy

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a zformulují otázky k tématu potravní vztahy mezi organismy. Poté vyberou otázky, které je nejvíce zajímají a zformulují k nim příslušné hypotézy.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žákům ponecháme čas 5 minut, aby vymysleli co nejvíce otázek k tématu potravní vztahy mezi organismy. Poté žáky vyzveme, aby své návrhy prezentovali nahlas. Učitel otázky zapisuje na tabuli. Následně společně s žáky vybere výzkumné otázky, které žáky nejvíce zaujali. K vybraným výzkumným otázkám žáci zformulují příslušné hypotézy.



## **Poznámky pro učitele (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):**

### Příklady vybraných otázek:

- A. Na jakém konkrétním příkladu bychom dokázali, že potravní řetězec existuje (na příklad v rybníce)?
- B. Jak bychom dokázali, že producenti vytvářejí organické látky z anorganických?
- C. Jak využívají konzumenti producenty pro svůj život?
- D. Jakou funkci mají reducenti v přírodě?
- E. Jakým způsobem se dostalo DDT do potravního řetězce?

### Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) Žádným příkladem nelze dokázat, že potravní řetězce existují.
- b) Producenti nevytváří organické látky z anorganických.
- c) Konzumenti pro svůj život producenty nijak nevyužívají.
- d) Reducenti v přírodě nemají žádnou funkci.
- e) DDT se do potravního řetězce nikdy nedostalo.

## **3. Provedení**

### **A. Na jakém konkrétním příkladu bychom dokázali, že potravní řetězec existuje (na příklad v rybníce)?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci se na konkrétním příkladu dokážou, že potravní řetězec v přírodě existuje.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut

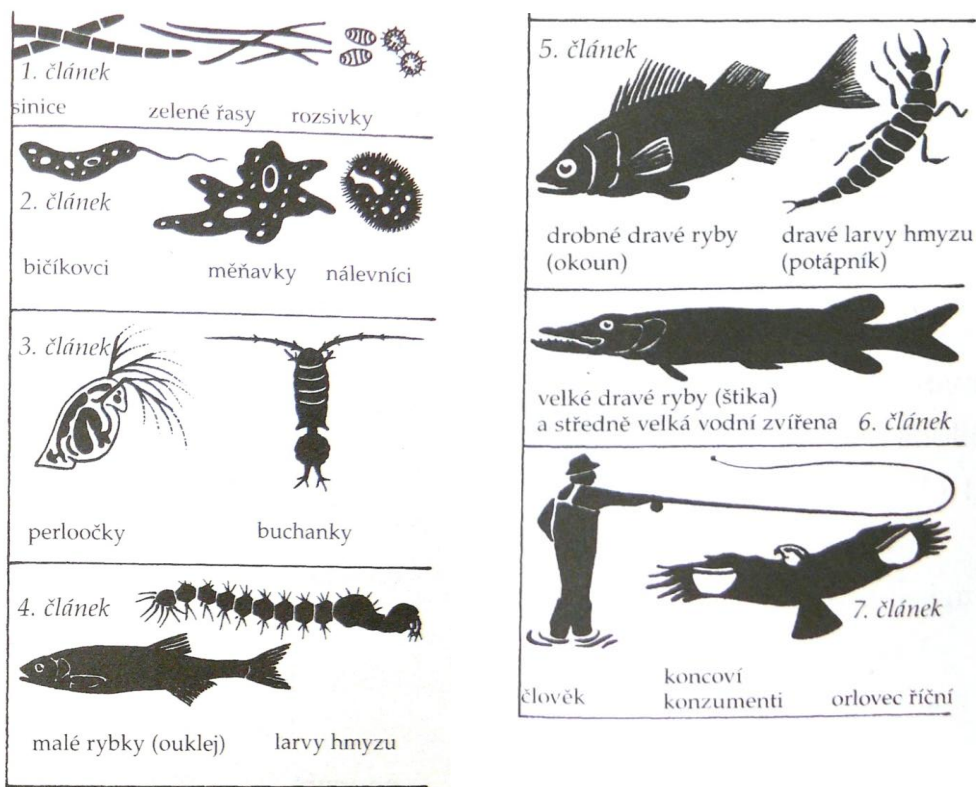
**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci by již měli něco vědět o základních vztazích mezi živočichy. Jaké mají nároky na život, za jakých podmínek jsou schopni existovat. Žáci diskutují o daném problému. Ze začátku by měla být diskuse usměrněna vyučujícím. Z diskuse žáci zjistí, že jeden živočich potřebuje pro život jiné živočichy nebo rostliny. Žáci si následně zkusí sestavit vlastní potravní řetězec na konkrétních příkladech, tím dokážou, že existuje.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, příklad možného vyplnění pracovního listu):

Ukázka diskuse s žáky na téma: „*Jakým způsobem dokážeme, že potravní řetězec existuje?*“

U: *Kterí živočichové nebo organismy se v rybníku vyskytují? Žáci by měli vyjmenovat vše, co je napadne. Jedná se o velké dravé ryby, menší dravé ryby, dravé larvy hmyzu, malé ryby, larvy hmyzu, perloočky, buchanky, nálevníci, sinice a zelené řasy. Z tohoto výčtu již mohou usuzovat, jaké jsou zde vztahy mezi organismy. Díky tomu lze sestavit i jednoduchý potravní řetězec. (viz Obr. 2)*



Obr. 2 Potravní řetězec – pastevně kořistnický. (Wendler in Reichholf, 1999)

**U:** *Lze tedy usuzovat, kolik článků má potravní řetězec?*

**Ž:** Ano. Z tohoto konkrétního příkladu můžeme říct, že potravní řetězec má 6 článků. V případě, že započítáme i člověka, který je koncovým konzumentem, tak má potravní řetězec článků 7.

**Příklad možného vyplnění pracovního listu** – potravní řetězec, který žáci sami sestaví.

Žáci by měli být schopni vytvářet další potravní řetězce. Na příklad vodní potravní řetězec. Jako primární producent zde vystupuje vodní mor kanadský. Na něj navazuje primární konzument okružák ploský. Okružákem ploským se živí dravé nymfy vážek představující sekundární konzumenty. Na konci řetězce stojí terciární konzument štika obecná. (viz Tab 1)

Tab. 1 Potravní řetězec. (Autorka DP)

Název živočicha	Potravní úroveň	Popis
štika obecná	terciární konzument	štika obecná pro svůj život potřebuje nymfu vážky jako zdroj potravy
nymfa vážky	sekundární konzument	nymfa vážky pro svůj život potřebuje okružáka ploského jako zdroj potravy
okružák ploský	primární konzument	okružák ploský pro svůj život potřebuje vodní mor kanadský jako zdroj potravy
vodní mor kanadský	primární producent	z látek anorganických vytváří látky organické (probíhá zde fotosyntéza), produkty fotosyntézy (např. kyslík) využívají všichni konzumenti

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci si s pomocí učitele zkontrolují, zda jimi vytvořené potravní řetězce jsou správné, zda tedy potvrdili či vyvrátili předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci s učitelem prodiskutují, zda příklady potravních řetězců, které vytvořily, jsou správné. Každý žák prezentuje svůj potravní řetězec nahlas. Ostatní žáci spolu s učitelem kontrolují, zda je sestaven správně. Pokud ano, žáci přistoupí k dalšímu kroku a to buď potvrzení či vyvrácení hypotézy.

### **B. Jak bychom dokázali, že producenti vytvářejí organické látky z anorganických?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci jednoduchým pokusem dokážou, že producenti vytváří organické látky z anorganických látek.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut, pokus (1 hodina)

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, igelitový sáček, provázek, fotoaparát

**Popis aktivity:** S žáky nejdříve povedeme krátkou diskusi. Prodiskutujeme, jakými organismy jsou zastoupeni primární producenti a jakou funkci mají. Žáků se dále zeptáme, jakým jednoduchým pokusem by dokázali, že producenti vytvářejí z látek anorganických látky organické, tedy že probíhá děj nazývaný fotosyntéza. Pokud žáci sami na vhodný pokus nepřijdou, navedeme je na opačný děj než je fotosyntéza, tedy na dýchání. Žáci poté sestaví pokus pro ověření skutečnosti, že rostliny dýchají.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse s žáky, pokus na rostlinné dýchání)

Ukázka diskuse s žáky na téma: „*Jak bychom dokázali, že producenti vytvářejí organické látky z anorganických?*“

**U:** *Kým jsou zastoupeni primární producenti v rybníce.*

**Ž:** Primární producenti jsou zelené řasy a sinice. Z látek anorganických vytváří látky organické.

**U:** *Víte, jak se tento děj nazývá?*

**Ž:** Fotosyntéza.

**U:** *Můžeme tento děj nějak popsat?*

**Ž:** Rovnicí fotosyntézy.

**U:** *Všechny rostliny potřebují ke svému životu světlo a energii, kde ji berou?*

**Ž:** Ze slunečního záření.

**U:** *Co myslíte, že by se stalo s rostlinou, které by tyto podmínky chyběly?*

**Ž:** Uhynula by.

**U:** *Jaký jednoduchý pokus byste navrhovali, abyste zjistili, že probíhá fotosyntéza?*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Jaký děj je opakem fotosyntézy?*

**Ž:** Opakem fotosyntézy je dýchání. Oba dva děje můžeme popsat chemickou rovnicí.  
(viz Tab. 2 )

Tab. 2 Rovnice fotosyntézy a rostlinného dýchání. (Autorka DP)

Děj	Rovnice
Fotosyntéza	$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{E} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
Dýchání	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{E}$

### Pokus na rostlinné dýchání

Abychom dokázali, že probíhá dýchání, uděláme pokus. Do igelitového sáčku dají žáci rostlinu (např. kopřivu dvoudomou). Sáček s kopřivou uzavřou a pečlivě zavážou provázkem. Žáci pozorují, co se v igelitovém sáčku děje. Jednotlivé fáze pokusu viz Obr. 3, 4, 5, 6.



Obr. 3 Pomůcky pro pokus dýchání rostlin – kopřiva dvoudomá, provázek, igelitový sáček. (Foto: autorka DP)



Obr. 4 Rostlina uzavřená v igelitovém sáčku. (Foto: autorka DP)



Obr. 5 Kapičky vody uvnitř sáčku. (Foto: autorka DP)



Obr. 6 Kapičky vody uvnitř sáčku- zvětšeno. (Foto: autorka DP)

### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci určí, zda se pokus na rostlinné dýchání povedl. Pomocí tohoto pokusu určí, zda producenti vyrábějí organické látky z látek anorganických. Na základě pokusu potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Na konci pokusu by měla proběhnout diskuse žáků, zda se pokus zdařil a bylo potvrzeno, že rostlina dýchá. Pokud žáci potvrdí rostlinné dýchání, jsou schopni určit, zda producenti vyrábí z látek anorganických látky organické. Žáci mezi sebou diskutují, diskusi usměrňuje učitel. Poté potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

### **Poznámky pro učitele:**

Pokud se žákům pokus povede, objeví se uvnitř igelitového sáčku kapky vody. Kapky vody se uvnitř igelitového sáčku objeví cca po 1 hodině, čímž můžeme potvrdit rostlinné dýchání.



Na druhou stranu bychom měli popřemýšlet nad tím, kdyby se pokus nepovedl tak, jak jsme předpokládali. Příroda je velmi citlivá na jakékoliv změny a člověk při její stimulaci může udělat chybu. Pokud by se nám pokus na dýchání rostlin nepovedl, neměli bychom hned předem stanovenou hypotézu vyvrátit. Nejdříve bychom měli pokus zopakovat na stejné rostlině, protože se mohlo stát, že jsme někde udělali chybu. Pokud se pokus ani tak nepovede, tak bychom si měli vybrat jinou modelovou rostlinu. V případě že ani tento krok nevyjde, pokusíme se vyhledat v literatuře nebo videích, zda se pokus někomu před námi povedl.

Primární producenty si můžeme také demonstrovat na následujícím videu: <http://www.youtube.com/watch?v=6XzqbP4dEgk>. Jak si můžeme povšimnout, ve vodě jsou vidět unikající bublinky kyslíku z rostliny *Hygrophila siamensis*, které vznikají v procesu fotosyntézy.

### **C. Jak využívají konzumenti producenty pro svůj život?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jakým způsobem konzumenti využívají producenty pro svůj život.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Učitel s žáky povede diskusi. Diskuse je usměřována vyučujícím a vedena tak, aby žáci vydiskutovali, proč je producent pro konzumenta důležitý. Učitel s žáky prodiskutuje pojmy: býložravec, masožravec a všežravec. Žáci následně vyplní pracovní list – potravní řetězec. Žáci zde vypíší zástupce jednotlivých potravních úrovní, označí masožravce a býložravce. Do kolonky „popis“ napíší, jakým způsobem jsou konzumenti závislí na producentech.

**Poznámky pro učitele (Ukázka diskuse učitele s žáky):**

Ukázka diskuse na téma: „*Jak využívají konzumenti producenty pro svůj život?*“

**U:** *Na primární producenty navazují konzumenti nižších i vyšších řádů. Jakým způsobem konzument producenta využívá?*

**Ž:** Konzument přijímá hotové organické látky.

**U:** *Jak byste dokázali závislost konzumenta na producentovi? Co třeba nějakým pokusem nebo příkladem ze života?*

**Ž:** Jako příklad ze života by studenti mohli uvést neschopnost člověka provádět fotosyntézu a tím jeho závislost na zelených rostlinách.

**U:** *Ano.*

Za zmínku by zde jistě stál mořský plž *Elysia chlorotica*. (viz Obr. 7) Ten je totiž snad jako jediný živočich schopný fotosyntetizovat v případě své potřeby. Jak píše Vainert (2010) plž se živí rostlinami, ale v případě potřeby je schopen čerpat energii jen ze slunečního záření. Naučil se totiž fotosyntézu od zelených řas. Na tyto neobvyklé vlastnosti plže přišel biolog Sidney Pierce z University of South Florida. Jeho pozorování trvalo neuvěřitelných dvacet let. „*Plži Elysia chlorotica žijí ve slaniskách severní Ameriky. Jejich výskyt je doložen v Nové Anglii a v Kanadě na severu, jižní hranicí jejich teritoria je Florida. Potravou těchto menších zelených měkkýšů jsou řasy rodu Vaucheria. Od své potravy, od řas, se toho plži hodně přiučili. Z jejich těl dokážou převzít a do svých buněk zakomponovat chloroplasty, buněčné struktury, v nichž probíhá fotosyntéza. Potřebný chlorofyl si plži vyrábějí sami. Něco takového dosud nikdo nepozoroval.*“ (Vainert, 2010)

**U:** *Když se zamyslíme nad konzumenty, můžeme vyvodit nějaké informace o býložravcích a o masožravcích? Jakou potravou se živí býložravci (herbivoři)?*

**Ž:** Rostlinnou.

**U:** *Jakou potravou se živí masožravci (karnivoři)?*

**Ž:** Živočišnou.

U: Kam by v tom případě spadal člověk? Je to býložravec nebo masožravec?

Ž: Ani jeden, je to všežravec.

Býložravce, masožravce a všežravce a jejich hlavní rozdíly si můžeme prohlédnout na následujícím videu: <http://www.youtube.com/watch?v=VeJLXTsJrJc>.



Obr. 7 *Elysia chlorotica*. (Převzato: <http://plus4chan.org/b/pkmn/res/20167+50.html>)

### **Příklad možného vyplnění pracovního listu – potravní řetězec.**

Producentem je v našem případě kopřiva dvoudomá. Kopřivou dvoudomou se živí býložravý konzument housenka motýla babočky kopřivové. Housenku sežere hmyzožravec kukačka obecná, kterou uloví masožravý konzument krahujec obecný. (viz Tab. 3)

Tab. 3 Potravní řetězec.

<b>Název živočicha</b>	<b>Potravní úroveň</b>	<b>Popis</b>
krahujec obecný	terciární konzument (masožravec)	kopřiva dvoudomá stojí úplně na začátku potravního řetězce, z látek anorganických vytváří látky organické, na kterých jsou závislí všichni konzumenti a bez kterých by nebyli schopni žít,
kukačka obecná	sekundární konzument (masožravec)	

housenka babočky kopřivové	primární konzument (býložravec)	protože sami si organické látky vyrobí nedokážou, musí je přijímat již v hotové podobě
kopřiva dvoudomá	primární producent	

## JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci na základě diskuse s učitelem potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Každý žák jednotlivě prezentuje svou krátkou a výstižnou odpověď na otázku: „Jak využívají konzumenti producenty pro svůj život?“. Učitel potvrzuje správnost žákova tvrzení. Dále každý žák uvede svůj příklad potravního řetězce, kde vystupují producenti a konzumenti (býložravci, masožravci a všežravci). Ostatní žáci společně s učitelem kontrolují správnost. Na základě diskuse žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

## **D. Jakou funkci mají reducenti v přírodě?**

### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci jednoduchým pokusem vysvětlí, jakou funkci mají reducenti v přírodě.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut, dlouhodobý pokus (1 týden)

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura, igelitový sáček, voda, kousek chleba

**Popis aktivity:** Učitel společně s žáky povede diskusi na téma. „rozkladači“. Prodiskutují, jaké organismy vystupují jako rozkladači, jakou funkci v přírodě mají a co by se stalo, kdyby nebyli. Poté žáci pomocí odborné literatury či internetu zjistí přesnou definici rozkladače. Dále žáci na jednoduchém pokuse dokážou, že rozkladači opravdu existují.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, pokus ověřující či ilustrující činnost rozkladačů):

Ukázka diskuse na téma: „*Jakou funkci mají reducenti v přírodě?*“

**U:** *Jak již víme, velkou roli v potravním řetězci hrají rozkladači. Věděli byste, jaké organismy sem můžeme zařadit?*

**Ž:** Bakterie, houby i živočichy.

**U:** *Jakou funkci mají rozkladači v přírodě?*

**Ž:** Rozkládají odumřelá těla rostlin a živočichů.

**U:** Ano, správně. Dokázali byste tento rozklad popsat odborněji?

**Ž:** Rozkladači rozkládají odumřelou organickou hmotu na anorganickou.

**U:** *Jsou nějakým způsobem znovu využity produkty rozkladu? Jedním z mnoha produktů rozkladu jsou minerální látky, kdo je může využívat pro svou potřebu?*

**Ž:** Pro svou potřebu je opět využívají producenti.

**U:** *Co by se stalo, kdyby rozkladači nerozkládali odumřelou organickou hmotu na anorganickou? Mělo by to vliv na primární producenty?*

**Ž:** Ano, vliv na producenty by to mělo. Anorganické látky producenti využívají pro tvorbu látek organických v procesu fotosyntézy.

**U:** *Dokázali byste nějakým jednoduchým pokusem činnost rozkladačů v běžném životě?*

**Ž:** Ano, na příklad vznikem plísně na chlebu.

### **Pokus ověřující či ilustrující činnost rozkladačů**

Kousek chleba potřeme trochu vodou a uzavřeme do igelitového sáčku. Jednotlivé fáze pokusu viz Obr. 8, 9, 10.



Obr. 8 Pomůcky pro přípravu plísně. (Foto: autorka DP)



Obr. 9 Založení pokusu. (Foto: autorka DP)



Obr. 10 Plíseň *Penicillium viridicatum*. (Foto: autorka DP)

### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci uvedou, zda se pokus ověřující a ilustrující činnost rozkladačů povedl. Na základě pokusu potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci mezi sebou prodiskutují, zda se pokus dokládající činnost rozkladačů povedl. Pokud ano, jsou žáci schopni pomocí pokusu a diskuse potvrdit či vyvrátit předem stanovenou hypotézu.

### **E. Jakým způsobem se dostalo DDT do potravního řetězce?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jakým způsobem se DDT dostalo do potravního řetězce.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura

**Popis aktivity:** Žáci pomocí informací z učebnice, odborné literatury nebo internetu zjistí, co je DDT z chemického hlediska za látku. Dále žáci s učitelem prodiskutují čím je nebo byla pro člověka užitečná, a čím škodí, jak je možné, že se DDT dostalo do potravního řetězce a hromadilo se v něm.

**Poznámky pro učitele:**

Po 2. světové válce začali zemědělci k hubení hmyzu používat ve velké míře DDT neboli dichlodifenyiltrichlormethylmethan. Reichholf (2002) popisuje, že mezi lidmi panoval názor, že DDT bude hubit jen hmyz a v přírodě se postupně odbourá. O to větším překvapením bylo, když se DDT objevilo i v organismech, které s ním ale do styku nepřišly. Reichholf (2002) dále vysvětluje skutečnost, že nebezpečné látky jako je DDT voda „odpuzuje“ naopak všechny plochy obsahující tuk DDT „přitahují“.

Anonymus G (nedatováno) uvádí, že DDT se hromadí v lidském těle především v tukových tkáních. Akutní expozice DDT má největší vliv na nervový systém. Způsobuje bolesti hlavy, únavu, zmatenost, třes a křeče. Narušuje také celkový metabolismus a reprodukční systém. DDT může procházet i placentou, což vede k poškození plodu. Patří mezi lidské karcinogeny, způsobuje především rakovinu jater.

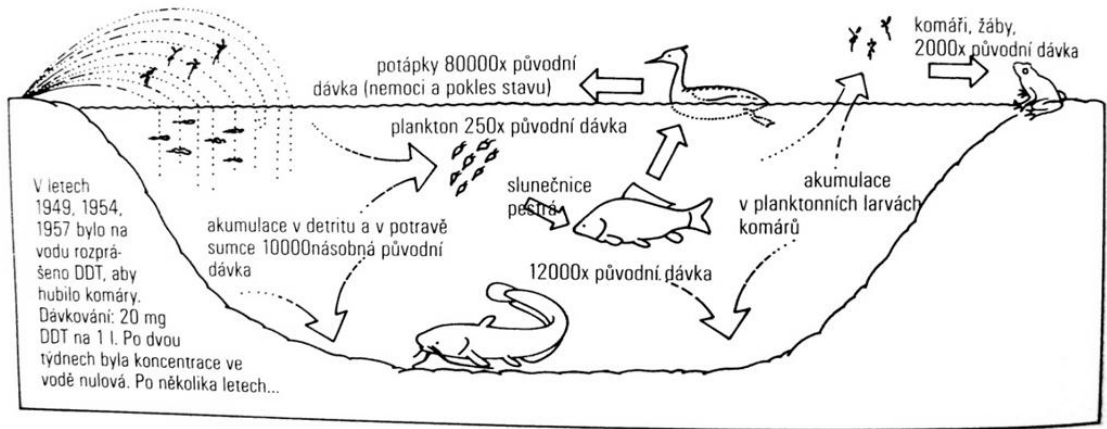
**Příklady možných otázek do diskuse na téma:** „*Jakým způsobem se dostalo DDT do potravního řetězce?*“

**U:** *Dokázali byste vysvětlit jak je možné, že se DDT hromadí v těle organismu? Žáci by si měli uvědomit, jakým způsobem se živočichové brání před okolním světem – před ztrátami tepla, před pronikáním vody povrchem těla. Na základě dřívějších poznatků již žáci vědí, že každý organismus má tukovou vrstvu, která slouží jako ochrana. Díky tukové vrstvě dochází k přitahování DDT a k akumulaci DDT v těle. Neboli jinými slovy DDT je rozpustný v tucích, díky tomu se dobře ukládá v tělech živočichů.*

**U:** *Jak byste vysvětlili na příkladu potravního řetězce ve vodě, že se DDT vyskytlo v těle živočichů, kteří s ním do styku vůbec nepřišli? Následující obrázek nám pomůže skutečnost vysvětlit. Jak moc se DDT ukládá v tělech živočichů má vliv*



délka života živočicha, dravecká úroveň a množství tuku v těle živočicha. Na obrázku si můžeme povšimnout sumce obecného, který má ve svém těle hodně tuku a žije poměrně dlouho. Z toho můžeme usuzovat, že DDT bude v jeho těle mnohem více nakumulováno než v těle na příklad kapra obecného. (viz Obr. 11)



Obr. 11 Akumulace jedů (DDT) v potravních řetězcích ekosystémů, Clear Lake, Kalifornie. (Převzato: Reichholf, 2002)

**U:** *Kdo se živí hmyzem, na jehož hubení bylo použito DDT? Konzumenti vyšších řádů. Ti slouží jako potrava dalším konzumentům. Tím se dostává DDT do těla i jiných živočichů.*

Podle Reichholfá (2002) byl tento nechtěný experiment s DDT ukázkou, jak fungují potravní řetězce a jakým způsobem jsou přenášeny a shromažďovány cizorodé látky, které se normálně v koloběhu látek v přírodě nevyskytují.

## JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci v návaznosti na předcházející diskusi potvrdí nebo vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáci ve skupinách prezentují nahlas, jak je možné, že se DDT dostalo do všech článků potravního řetězce. Učitel s ostatními žáky potvrzuje nebo

vyvrací daná tvrzení. Poté žáci na základě diskuse potvrdí nebo vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

### 4.3 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 3

#### Téma: MEZIDRUHOVÉ VZTAHY MEZI ORGANISMY

#### MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE

Čechmánek a Hrabák (2006) uvádějí, že mezidruhové vztahy jsou vztahy mezi populacemi v přírodě. Mezidruhové vztahy udržují rovnovážný stav ekosystému.

Begon a kol. (1997) uvádějí jednotlivé typy mezidruhových vztahů. (viz Tab. 1)

- a) **Neutralismus** – vztah neutrální. Organismy ve stejné biocenóze se navzájem neovlivňují.
- b) **Symbióza** – úzké soužití organismů dvou druhů.
- c) **Mutualismus** – vzájemnost. Interakce mezi jedinci dvou nebo více druhů. Toto soužití kladně ovlivňuje jejich růst. Existují různé stupně – od volnějšího soužití až po nezbytnou vazbu.
- d) **Komezalismus** – vztah dvou druhů, z něhož má prospěch komenzál. Jeden organismus (nebo druh) působí příznivě na druhý organismus, druhý organismus na první nijak nepůsobí (ani kladně ani záporně).
- e) **Konkurence** – interakce dvou i více organismů, kteří na sebe působí nepříznivě, jeden organismus potlačuje natalitu nebo zvyšuje mortalitu organismus druhého. Dochází k překrývání ekologických nik (shodné nároky na potravní zdroje, úkryt, prostor a podmínky rozmnožování).
- f) **Amenzalizmus** – vztah asymetrický. Vztah, kdy jeden organismus působí na druhý organismus záporně. Interakce je jen jednosměrná, druhý organismus na první nijak nepůsobí (ani kladně ani záporně).
- g) **Predace** – konzumace jednoho organismu jiným organismem (predátorem). Predátor konzumuje celý organismus nebo jen jeho části. Konzumovaný organismus v okamžiku napadení žije. Interakce je prospěšná jen pro jeden druh – pro predátora. Pro kořist je vztah neprospěšný. Predátoři mohou být tří typů – masožravci, býložravci či všežravci. Existuje i vzájemná predace, což je interakce mezi dvěma organismy, z nichž každý je kořistí druhého

- h) **Parazitismus** – pro parazita je tento vztah prospěšný, pro hostitele neprospěšný. Organismy pro své přežití získávají živiny z hostitelských organismů, které tím poškozují. Parazit není pravý predátor, nesnaží se hostitele zahubit (nepůsobí mu okamžitou smrt). Parazité se hostiteli často přizpůsobují

Tab. 1 Vzájemné vztahy populací dvou druhů organismů. (Převzato: Čechmánek a Hrabák, 2006) Vysvětlivky: + vliv pozitivní, - vliv negativní, 0 soužití nemá na populaci vliv

<b>Interakce</b>	<b>Populace A</b>	<b>Populace B</b>
Neutralismus	0	0
Mutualismus	+	+
Komenzalizmus	+	0
Kompetice	-	-
Amenzalizmus	-	0
Predace	+	-
Parazitismus	+	-

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let)  
nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

terénní průzkum: 60 minut

učebna: 90 minut (2 x 45 minut)

### **Návaznost na RVP**

organismy a prostředí (vzájemné vztahy mezi organismy)

## **Cíl cvičení**

1. Žáci se seznámí s jednotlivými mezidruhovými vztahy.
2. Žáci ke každému mezidruhovému vztahu zjistí konkrétní příklad populací, živočichů nebo rostlin.
3. Žáci se na konkrétních příkladech mezidruhových vztahů seznámí, zda se jedná o vztahy pozitivní, negativní nebo neutrální.

## **Klíčové otázky**

1. Jaké mezidruhové vztahy v přírodě existují?
2. Existuje ke každému mezidruhovému vztahu konkrétní příklad populací, živočichů nebo rostlin?
3. Jsou mezidruhové vztahy v přírodě pozitivní, negativní nebo neutrální?

## **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci budou schopni vyjmenovat jednotlivé mezidruhové vztahy v přírodě.

Žáci budou umět k jednotlivým mezidruhovým vztahům uvést konkrétní příklady populací, živočichů nebo rostlin.

Žáci budou vědět, zda se jedná o mezidruhové vztahy pozitivní, negativní nebo neutrální.

## **PRO ŽÁKA**

### **Úvodní rozhovor**

Vztahy. Slovo, se kterým se lidé snad denně setkávají. V tomto případě máme na mysli vztah mezi lidmi. To by bylo ovšem moc jednoduché vysvětlení, co vztah znamená. V přírodě ovšem existuje celá řada různorodých vztahů. Naším úkolem bude tyto vztahy probádat.

### **1. Motivace**

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme, aby chtěli zjistit co nejvíce informací o mezidruhových vztazích v přírodě.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** motivační obrázek, motivační video

**Popis aktivity:** Žákům předložíme obrázek vybraného mezidruhového vztahu. Žáky vyzveme, aby obrázek chvíli pozorovali. Poté žákům pustíme krátké motivační video. Žáci zhlédnou ukázkou dalšího mezidruhového vztahu v přírodě. Obrázek a video by v žácích měly vzbudit otázky.

**Poznámky pro učitele** (Nabídka motivačního obrázku a videa, které může využít učitel při práci s žáky):

Motivační obrázek. (viz Obr. 1)



Obr. 1 Motivační obrázek. (převzato: <http://www.photoextract.com/cs/foto/415743.html>)

Motivační video: <http://www.youtube.com/watch?v=eu1by5-BpTA>.

## 2. Otázky a hypotézy

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a formulují otázky k tématu. Vyberou nejzajímavější či nejdůležitější otázky, které je zaujaly.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Vyzveme žáky, aby sepsali všechny otázky, které je napadají k tématu mezidruhové vztahy. Žákům ponecháme pět minut na samostatnou práci. Poté žáci s pomocí učitele zapisují otázky na tabuli. Učitel pomůže žákům vybrat výzkumné otázky.

**Poznámky pro učitele** (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):

Příklady možných otázek:

- A. Jaké mezidruhové vztahy v přírodě existují?
- B. Existuje ke každému mezidruhovému vztahu konkrétní příklad populací, živočichů nebo rostlin?
- C. Jsou mezidruhové vztahy v přírodě pozitivní, negativní nebo neutrální?

Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) V přírodě žádné mezidruhové vztahy neexistují.
- b) Konkrétní příklad mezidruhového vztahu nelze nelézt.
- c) Mezidruhové vztahy jsou jen neutrální.

### 3. Provedení

#### A. Jaké mezidruhové vztahy v přírodě existují?

##### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jaké druhy mezidruhových vztahů v přírodě existují.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut

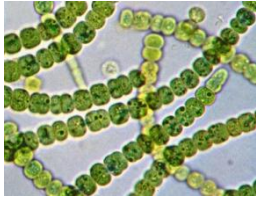





**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura, internet

**Popis aktivity:** Žáci pracují pomocí pracovního listu. V listu jsou vyobrazeny vždy dva obrázky představující určitý mezidruhový vztah. Úkolem každého žáka je tento vztah vlastními slovy popsat do připraveného rámečku mezi dva obrázky. Poté se









žáci rozdělí do skupin po třech žácích a prodiskutují mezi sebou, k jakým výsledkům došli. V další části žáci po skupinách jednotlivé vztahy odborně popíší. K popisu vztahů žáci použijí odbornou literaturu či internet. (viz Tab. 2)

**Poznámky pro učitele** (Příklad možného vyplnění pracovního listu):

Tab. 2 Mezidruhové vztahy. (Orig. podle předloh z internetových zdrojů viz str. 161)

Obrázek A	Popis vztahu	Obrázek B	Pojmenování vztahu odborně
<p>sinice</p> 	<p>sinice negativně ovlivňují svými metabolity bezobratlé živočichy</p>	<p>perloočka</p> 	<p>amenzalismus</p>
<p>norník rudý</p> 	<p>norník a datel žijí v lese, ale nijak se neovlivňují</p>	<p>datel černý</p> 	<p>neutralismus</p>
<p>sup africký</p> 	<p>sup má prospěch z kořisti, kterou uloví lev, sup lva ale neovlivňuje</p>	<p>lev africký</p> 	<p>komenzalismus</p>



<p>klubák žlutozubý</p> 	<p>ptáci klubáci se živí parazity na buvolích, buvolům tak pomáhají od parazitů</p>	<p>buvol africký</p> 	<p>mutualismus</p>
<p>rys ostrovid</p> 	<p>zajíc je kořistí ryma</p>	<p>zajíc polní</p> 	<p>predace</p>
<p>bažant obecný</p> 	<p>bažant a koroptev žijí ve stejném prostředí, mají shodné potravní nároky</p>	<p>koroptev polní</p> 	<p>kompetice</p>
<p>tasemnice bezbranná</p> 	<p>tasemnice pro svůj život potřebuje hostitele (člověka), pro člověka je to vztah neprospěšný</p>	<p>člověk</p> 	<p>parazitismus</p>

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci s pomocí učitele a odborné literatury ověří, zda mezidruhové vztahy u jednotlivých případů určili správně.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci si s pomocí učitele a odborné literatury zkontrolují, zda určili jednotlivé mezidruhové vztahy správně. Učitel správné mezidruhové vztahy vypisuje na tabuli a prodiskutovává podrobně s žáky, jak konkrétní vztahy vypadají.

### **B. Existuje ke každému mezidruhovému vztahu konkrétní příklad populací, živočichů nebo rostlin?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci určí a zapíší, zda ke každému mezidruhovému vztahu existuje konkrétní příklad populací, živočichů nebo rostlin.

**Místo realizace:** terén

**Délka:** 60 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci spolu s učitelem zrealizují poznávací vycházku do přírody. Žáci vytvoří skupiny po třech a najdou k vypsáním mezidruhovým vztahům v pracovním listě konkrétní příklad živočichů či rostlin ze svého okolí. Učitel v terénu může žáky na jednotlivé mezidruhové vztahy upozorňovat. Žáci nalezené mezidruhové vztahy pozorují, čímž se jim lépe vštěpí do paměti.

**Poznámky pro učitele** (Příklad průběhu diskuse):

Příklad průběhu diskuse na téma: „*Mezidruhový vztah - parazitismus.*“

**U:** *Pozorujte vztah klíště obecného a člověka. Jak se klíště ke člověku chová?*

**Ž:** Klíště obecné se na člověka přichytí.

**U:** *Ano, správně. Mají tedy spolu nějaký vztah. Je tento vztah pro klíště prospěšný?*

**Ž:** Ano.

**U:** *Jak?*

**Ž:** Klíště saje krev, získává tak potravu pro svůj život.

**U:** *Je tento vztah prospěšný člověku?*

**Ž:** Ne.

**U:** *Proč? Jaká nebezpečí můžou pro člověka plynout.*

**Ž:** Klíště člověka nakazí.

**U:** *Ano. Klíště je kromě jiného přenašečem dvou nebezpečných nemocí a tou je Lymeská borelióza a klíšťová encefalitida. Jak byste z hlediska mezidruhových vztahů hodnotili vztah klíštěte a člověka?*

**Ž:** Parazitismus.

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci s pomocí učitele označí, zda jimi nalezené mezidruhové vztahy jsou správně určené.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci ve skupinách po třech prezentují vždy jeden příklad mezidruhového vztahu, který našli. Řeknou k němu konkrétní příklad populací živočichů či rostlin. Okomentují, jak podrobně tento vztah vypadá. Učitel usměrňuje diskusi a vyzve ostatní žáky, aby se pokusili zhodnotit, zda mezidruhový vztah je určen správně. Poté učitel potvrzuje či vyvrací správnost určení.

## C. Jsou mezidruhové vztahy v přírodě pozitivní, negativní nebo neutrální?

### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci určí, zda jsou mezidruhové vztahy v přírodě pozitivní, negativní nebo neutrální.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci v již vytvořených skupinách po třech určí, zda jimi nalezené mezidruhové vztahy jsou pozitivní (+), negativní (-) nebo neutrální (0). Žáci si musí uvědomit, jak konkrétní vztah vypadá. Do pracovního listu vždy konkrétní vztah okomentují a poté určí, jak je tento vztah prospěšný pro populaci A a pro populaci B. (viz Tab. 3)

**Poznámky pro učitele** (Příklad možného vyplnění pracovního listu):

Tab. 3 Mezidruhové vztahy. (Autorka DP)

Mezidruhový vztah	Populace A	Populace B	Popis vztahu	Vzájemná interakce	
				Populace A	Populace B
parazitismus	klíště obecné	člověk	klíště obecné pro svůj život potřebuje hostitele, např. člověka – pro něj je to vztah nevýhodný	+	-

predace	káně lesní	hraboš polní	hraboš polní je pro káně lesní zdroj potravy, pro hraboše polního je vztah nevýhodný	+	-
---------	------------	--------------	--	---	---

### JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci si s pomocí učitele zkontrolují, zda vzájemné interakce určili správně.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci k předem vypsáným mezidruhovým vztahům na tabuli dopíší, jakou interakci přiřadili. S učitelem společně zkontrolují, zda je interakce určena správně. Žáci ve skupinách mohou provádět diskusi (jaký vztah dvě populace k sobě mají, jaký mají způsob života, jak se navzájem ovlivňují).

#### 4.4 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 4

### Téma: **EKOLOGICKÁ ADAPTACE KUKLE BĚLÁSKA ZELNÉHO NA BAREVNOST PODKLADU**

#### **MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE**

##### Bělásek zelný (*Pieris brassicae*)

Reichholf a Steinbach (2003) charakterizují bělásku zelného jako motýla, který má na bílých křídlech černé skvrny a tmavá pole. Samec může mít spodní stranu křídel zbarvenou dožluta. Bělásek zelný patří k nejhojnějším motýlům v Evropě. Vyskytuje se téměř všude (města, pole, louky, zahrady). V horách je rozšířen až do výšky 2000 metrů.

Pelchát (2006) popisuje vývoj bělásku zelného. Samice kladou vajíčka v malých skupinách na spodní stranu listu brukvovitých rostlin. Poté se z vajíček vylíhnou housenky. Housenka je zbarvena do různých odstínů zelené podle živné rostliny. Housenka může mít různou kresbu či pruhy a je krátce ochlupená. Dobře vyvinutá housenka se po nějaké době zakuklí. Kuklení probíhá buď přímo na živné rostlině, ale i daleko od ní. Kukla má na hlavové části trny. Z kukly se vyvine dospělý motýl. Dobroruková a Králíček (2013) vysvětlují, že zbarvení kukel bělásku zelného se liší podle aktuálního podkladu prostředí. Barvě prostředí sice neodpovídá přímo a úplně, ale je buď světlejší, nebo tmavší, nejčastěji se vyskytuje v různých zelených odstínech. Velký vliv na barevnost kukel má i intenzita slunečního záření. Při silném slunečním záření se vyskytuje světlá barva kukly (ochrana proti přehřátí). Naopak na stinných místech se vyskytuje tmavší barva kukly (pohlcuje lépe sluneční paprsky). Reichholf a Steinbach (2003) uvádějí, že přezimuje jen kukla. Dospělci se po vykuklení rozmnožují. Bělásek zelný má během roku několik generací, obvykle tři. První generace je málo početná, velká počet bělásku zelného se líhne až ve druhé či třetí generaci.

Reichholf a Steinbach (2003) píší, že potravou pro housenky bělásku zelného je dnes hlavně zelí. Původními živnými rostlinami byly brukvovité rostliny obecně (např. hořčice rolní, ohnice polní). Historicky nebyl druh moc rozšířen kvůli

nárokům na potravu. K velkému rozšíření běláška zelného došlo až díky lidem, kteří začali velkoplošně pěstovat zelí. Čechmánek a Hrabák (2006) uvádějí, že bělásek zelný je v letech přemnožení schopen zničit celou úrodu zelí. Housenky vyžírají hlávky zelí a vnitřek rostliny znečišťují trusem.

Čechmánek a Hrabák (2006) dále uvádějí, že boj proti běláskům zelným je rozsáhlý. Ukázalo se, že chemické postřiky zabíjí jak hojně rozšířené bělásky zelné, tak i ostatní motýly, což je špatně. Na konci 19. století byl z Evropy do USA převezen lumčík žlutonohý (Blanokřídlý), který byl používán v boji proti housenkám běláška. Účinným prostředkem pro tlumení populace běláška se zdá být používání biopesticidů na bázi entomopatogenních hub.

### Ekologická adaptace

Begon a kol. (1997) vysvětlují ekologickou adaptaci jako vlastnosti organismů, které se vyvinuly díky přírodnímu výběru a vedou k existencionální shodě s podmínkami prostředí.

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let)  
nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

terénní průzkum: 40 minut

učebna: 90 minut (2 x 45 minut)

### **Návaznost na RVP**

organismy a prostředí

## **Cíl cvičení**

1. Zjistit, zda existuje ekologická adaptace kukel bělásky zelné v závislosti na barevnost podkladu.
2. Pokud ano, odhadnout, zda je tato ekologická adaptace kukel pro bělásku zelnou důležitá.

## **Klíčové otázky**

1. Existuje ekologická adaptace kukel bělásky zelné v závislosti na barevnost podkladu?
2. Je ekologická adaptace pro kukly bělásky zelné důležitá?

## **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci zjistí a poznají, zda existuje ekologická adaptace kukel bělásky zelné v závislosti na barevnost podkladu.

Pochopí, proč je ekologická adaptace pro kukly bělásky zelné důležitá. Zároveň si prostřednictvím konkrétního živočicha získají konkrétní představu o abstraktním pojmu „ekologická adaptace“.

## **PRO ŽÁKA**

### **1. Bělásek zelný**

**Cíl aktivity:** Žáci si vybaví, jaké mají poznatky o bělásku zelném.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáky vyzveme, aby v bodech vyjádřili, co vše už ví o bělásku zelném (krátký brainstorming).

### **2. Motivace**

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme pro další práci.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut



**Popis aktivity:** Žákům položíme několik motivačních otázek, abychom v nich navodili zájem k hlubšímu poznávání. Vhodné je použít motivační obrázek, který v žácích vzbudí otázky.

**Poznámky pro učitele** (Motivační rozhovor, motivační obrázek):

Bělásek zelný je malý živočich, který v nás vzbuzuje příjemné pocity. Než ale dosáhne své konečné podoby dospělce, musí projít v průběhu vývoje řadou přeměn a změn. Jistě řada z vás viděla zelné pole nebo jste viděli bělásky na zahradě. Všimli jste si ze zdálky něčeho nápadného na hlávkách zelí? Ne? A co při bližším pohledu? Napadlo vás, že na hlávce zelí může mít „domov“ housenka nebo kukla bělásky zelného?

Motivační obrázek. (viz Obr. 1)



Obr. 1 Kukla bělásky zelného. (převzato: <http://www.biolib.cz/cz/image/id107143/>)

Rozhovor na téma: „Co znamená pojem adaptace?“

**U:** *Věděli byste, co znamená pojem adaptace?*

**Ž:** Ne.

**U:** *Uvedu vám jeden příklad. Každý z vás zná zvíře lupenitku. Její adaptace k prostředí je patrná na jejím vzhledu. Má schopnost úplně splynout s prostředím.*

*Tímto způsobem se brání predátorům. Můžeme o ní tedy říct, že se adaptuje k prostředí. Dokázal by nyní někdo z vás nyní vysvětlit pojem adaptace?*

**Ž:** Ano, přizpůsobení. Lupenitka se svému prostředí přizpůsobila, aby nebyla nápadná.

**U:** Správně.

## **2. Otázky a hypotézy**

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a následně formulují výzkumné otázky, které je nejvíce zajímají.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Vyzveme žáky, aby sepsali všechny otázky, které je napadají k ekologické adaptaci kukel běláška zelného. Žákům ponecháme čas na samostatnou práci. Poté žáci prezentují své otázky nahlas, učitel zapisuje na tabuli. Žáci s pomocí učitele vyberou nejzajímavější otázky. Pak následuje stanovení hypotéz.

**Poznámky pro učitele** (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):

Příklady možných otázek:

- A. Existuje ekologická adaptace kukel běláška zelného v závislosti na barevnost podkladu?
- B. Je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá?

Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) Ekologická adaptace kukel běláška zelného v závislosti na barevnost podkladu neexistuje.
- b) Ekologická adaptace pro kukly běláška zelného není důležitá.

### 3. Provedení

#### **A. Existuje ekologická adaptace kukel běláška zelného v závislosti na barevnost podkladu?**

##### PLÁN VÝZKUMU

**Cíl aktivity:** Žáci přípravou dlouhodobého pozorování zjistí, zda jsou kukly zbarveny v závislosti na barvě podkladu, kde se vyskytují, tj. zda existuje ekologická adaptace kukel běláška zelného v závislosti na barevnost podkladu.

**Místo realizace:** terén, učebna

**Délka:** terén 20 minut, učebna 30 minut (příprava pozorování)

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, Petriho misky, barevné papíry, housenky běláška zelného, zelné listy

**Popis aktivity:** S žáky se vypravíme do terénu pro sběr materiálu k pozorování. Na nejbližším zelném poli si žáci nasbírají dobře vyvinuté a velké housenky běláška zelného. Pro pozorování je důležité zajistit housenkám dostatek potravy, proto žáci nasbírají i několik zelných listů. Ještě lepší alternativou je sběr housenek, které opouští živnou rostlinu a hledají místo pro zakuklení. V učebně žáci připraví dlouhodobé pozorování. Dno i víčko Petriho misky žáci vyloží papírem vždy jedné barvy. Do každé Petriho misky vyložené barevným papírem přidají žáci několik dobře vyvinutých housenek se zelným listem. Důležité je použít několik housenek do každé misky, protože část housenek může před zakuklením uhynout z různých důvodů (virózy, napadení parazity, postříky). Misky žáci přiklopí další Petriho miskou jako víčkem. Aby byl zajištěn dostatek vzduchu, tak žáci mezi dno a víčko Petriho misky umístí např. zápalku. O housenky žáci pečují až do doby, než se zakuklí.

### **Poznámky pro učitele (Možná modifikace úlohy):**

Možná modifikace úlohy

Pokud v blízkosti školy není žádné zelné pole, kde by žáci mohli nesebírat materiál pro svá pozorování, zajistí potřebný materiál vyučující. Žáci poté provedou přípravu dlouhodobého pozorování.

### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci do pracovního listu zapíší výsledky svého pozorování. Uvedou, zda se kukly od sebe navzájem odlišují v závislosti na tom, jakou měly barvu podkladu. Určí, zda existuje ekologická adaptace. Žáci potvrdí či vyvrátí svou předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 20 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci do pracovního listu zaznamenají výsledky svého pozorování. Srovnají kukly navzájem, zda se od sebe odlišují barvou. Dále si povšimnou, zda se barva kukly přizpůsobila podkladu (zda se kukla zbarvila a přizpůsobila v závislosti na barvě podkladu). Na základě pozorování kukel ve školním pokusu žáci potvrdí či vyvrátí svou předem stanovenou hypotézu. Učitel se žáky provede krátkou diskusí.

### **Poznámky pro učitele (Příklad průběhu diskuse učitele s žáky):**

Příklad průběhu diskuse na téma: „*Přizpůsobují se kukly běláška zelného barevnému podkladu?*“

**U:** *Liší se kukly, které byly v různých Petriho miskách, svou barvou od sebe navzájem?*

**Ž:** Ano.

**U:** *Liší se dvě kukly svou barvou, které byly ve stejné Petriho misce?*

**Ž:** Ne.

**U:** *Co se z toho tedy dá usoudit?*

**Ž:** Z toho se dá usoudit, že se kukly snaží napodobit barvu svého podkladu.

**U:** *Jak toto přizpůsobení odborně nazývá?*

**Ž:** Adaptace.

**U:** *Vyvrátili jste anebo potvrdili předem stanovenou hypotézu?*

**Ž:** Vyvrátili.

## **B. Je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, zda je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá či ne.

**Místo realizace:** terén, učebna

**Délka:** terén 20 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, barevné papíry, dalekohled

**Popis aktivity:** Žáci v terénu budou pozorovat zelné pole s housenkami a kuklami běláška zelného. Žáky upozorníme, aby se zaměřili na možná nebezpečí, která mohou ohrožovat kukly a housenky. Žáci si povšimnou, že hlavním nebezpečím jsou ostatní zvířata, pro která jsou housenky a kukly zdrojem potravy. Žáci mohou provést jednoduchý pokus. Nasbírají několik kukel běláška zelného. Kukly přemístí na různé barevné papíry. Kukly i s barevnými papíry vrátíme zpět na pole. Žáci z povzdálí dalekohledy pozorují, zda se kukly staly více nápadné pro predátory – hmyzožravé ptáky, ale i pro ostatní živočichy, kteří by je mohli ohrozit. Z tohoto pozorování a krátké diskuse žáci vyvodí, zda je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá.

**Poznámky pro učitele** (Příklad průběhu diskuse):

Příklad průběhu diskuse na téma: „*Kdo může ohrožovat život housenek a kukel a zda je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá?*“

**U:** *Co nebo kdo může ohrožovat kukly běláška zelného na zelném poli?*

**Ž:** Predátoři, člověk, technika, postřiky.

**U:** *Správně. My se ale zaměříme na predátory. Kterí predátoři je ohrožují?*

**Ž:** Hmyzožraví ptáci.

**U:** *Ano. Ptáci jako zdroj potravy využívají i kukly. Myslíte, že kukly mají šanci se nějakým způsobem před predátory uchránit?*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Všimněte si barvy listů zeli a barvy kukly běláška zelného. Jak už víme z předešlého výzkumu, kukly se přizpůsobují barvě podkladu. Mohl by to být způsob ochrany před predátory?*

**Ž:** Ano.

**U:** *Je tedy ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá?*

**Ž:** Ano, je. Kukly běláška zelného se pomocí ekologické adaptace chrání před predátory.

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci na základě svého pozorování a diskuse s učitelem potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci do pracovního listu zapíší, zda je ekologická adaptace pro kukly běláška zelného důležitá, či ne.

## 4.5 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 5

### Téma: **EKOLOGICKÁ ADAPTACE PTAČÍCH ZOBÁKŮ NA RŮZNOU POTRAVU**

#### **MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE**

Hanzák a Hudec (1963) píše, že se ptáci přizpůsobili životu v různých podmínkách prostředí. Existenci v různých podmínkách pomohlo velké množství přizpůsobení tělesné stavby ptáků. Jedním z hlavních přizpůsobení je přizpůsobení tvaru zobáku pro příjem různé potravy.

Fíla a kol. (2011) uvádějí, že ptáci se přizpůsobili nejrozličnějším potravním strategiím. Jejich zobáky jsou uzpůsobené k získávání různé potravy. Mnoho typů se objevuje u jednotlivých zástupců různých ptačích skupin, které jsou přizpůsobeny podobné potravě. Na druhé straně u blízce příbuzných druhů ptáků existují velmi rozdílné tvary zobáků. Skupiny, které se takto rozrůznily, nalezneme např. na ostrovech. Předkové dnešních ptáků, kteří se dostali před miliony let na nějaký izolovaný ostrov, tu měli k dispozici mnoho nevyužitých zdrojů potravy. Pokud všichni využívali jeden zdroj, brzy došlo k potravní kompetici a vyhledávání zdrojů dalších. To umožnilo potravní specializaci a různé potravní strategie. Příkladem takto rozrůzněné skupiny jsou např. „Darwinovy pěnkavy“ (jedná se o zástupce čeledi strnadovitých).

Fíla a kol. (2011) dále popisují různé potravní zdroje ptáků a s tím související tvary zobáků. (viz Obr. 1)

- a) Ptáci, kteří se pasou, mají zobák se zoubkovaným okrajem. Ten může fungovat jako nůžky. Příkladem mohou být husy.
- b) Ptáci, kteří živí semeny, mají velké, pevné a silné zobáky. Dlask k rozbití tvrdých obalů semen používá drcení. Papoušci otevírají pomocí louskání. Křivka semena vytahuje pomocí speciálně uzpůsobeného zobáku.
- c) Ptáci, kteří se živí nektarem, mají dlouhý zobák a sají jako brčkem. Např. kolibřík.



- d) Ptáci, kteří využívají potravu z půdy a bahna, mají zobák dlouhý. Zobák zanořují do substrátu a potravu získávají z hloubky. Sluka má zobák jako dlouhou pinzetu, ústříčnick dokáže rozbít i schránku nalezené potraviny.
- e) Ptáci, kteří se živí vodními, bezobratlými živočichy, mají zobák lžícovitý. Kolpík se brodí ve vodě, zobákem hledá kořist a pohybem ze strany na stranu filtruje potravu. Některé kachny nabírají vodu s bahnem a bahno s vodou cedí pryč.
- f) Ptáci, kteří se živí rybami, mají okraj zobáku vroubkovaný. Ryby se tak lépe zachytí. Patří sem např. kachna morčák, plameňák. Plameňák má ještě kožovitý vak, do kterého loví větší ryby. Volavka loví nabodnutím.
- g) Ptáci, kteří se živí hmyzem, mají úzký zobák. Brhlík zasunuje zobák do škvíry mezi stromem a kůrou a hmyz vytahuje. Datlovití roztloukají zobákem dřevo. Lelek loví létající hmyz. K lovu mu pomáhají drobná pírka kolem zobáku, která mají funkci jako vousy.



Obr. 1 Typy ptačích zobáků (Převzato:

[http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura11\\_web.pdf](http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura11_web.pdf))

Rozrůznění tvaru zobáků díky potravní specializaci je evolučně vzniklou ekologickou adaptací. Begon a kol. (1997) vysvětlují ekologickou adaptaci jako vlastnosti organismus, které se vyvinuly díky přírodnímu výběru a vedou k existencionální shodě s podmínkami prostředí.

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let)  
nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

terénní průzkum: 90 minut (2 x 45 minut)

učebna: 45 minut

### **Návaznost na RVP**

stavba a funkce jednotlivých částí těla živočichů, projevy chování živočichů

### **Cíl cvičení**

1. Žáci se seznámí s různými tvary ptačích zobáků vyvinutých v závislosti na příjmu různé potravy.
2. Žáci zjistí, zda existuje a v přírodě lze pozorovat ekologická adaptace ptačích zobáků.

### **Klíčové otázky**

1. Existují různé tvary ptačích zobáků v závislosti na různý příjem potravy?
2. Jedná se u ptačích zobáků o ekologickou adaptaci a lze ji v přírodě pozorovat?

### **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci budou schopni podle tvaru ptačího zobáku odhadnout druh potravy ptáků.

## **PRO ŽÁKA**

### **Úvodní rozhovor**

Ptáci jsou skupina živočichů na jednu stranu zdánlivě uniformní, na druhou stranu velmi rozmanitá. Jako jsou různí savci přizpůsobeni k příjmu různých druhů potravy, tak i u ptáků toto přizpůsobení nalezneme. Ptačí adaptaci na různé druhy potravy budeme pozorovat na jejich zobákách.

### **1. Motivace**

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme, aby měli zájem ověřit a probádat odlišnosti ptačích zobáků v závislosti na příjmu potravy.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** motivační obrázek

**Popis aktivity:** Žákům předložíme motivační obrázek, který v žácích vzbudí otázky pro bádání. Učitel navede žáky, na co vše by se měli na obrázku zaměřit, aby byla motivace vzbuzena správným směrem.

**Poznámky pro učitele** (Nabídka motivačního obrázku):

Motivační obrázek (viz Obr. 2)



Obr. 2 Motivační obrázek – různé tvary ptačích zobáků. (převzato: [http://www.birdwatcher.cz/urcovani\\_ptaku\\_velikost\\_a\\_tvar.html](http://www.birdwatcher.cz/urcovani_ptaku_velikost_a_tvar.html))

## 2. Otázky a hypotézy

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a zformulují otázky a hypotézy k danému tématu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žákům ponecháme čas, aby sepsali všechny otázky, které je napadají k tématu: „Ekologická adaptace ptačích zobáků na různou potravu“. Poté žáci s pomocí učitele vyberou výzkumné otázky, které je zaujali. Otázky učitel napíše na tabuli. Dalším krokem je sestavení hypotéz.

**Poznámky pro učitele** (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):

Příklady vybraných otázek:

- A. Existují různé tvary ptačích zobáků v závislosti na různý příjem potravy?
- B. Jedná se u ptačích zobáků o ekologickou adaptaci a lze ji v přírodě pozorovat?

Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) Různé tvary ptačích zobáků v závislosti na různý příjem potravy neexistují.
- b) U ptačích zobáků se nejedná o ekologickou adaptaci a v přírodě ji pozorovat nelze.

### **3. Provedení**

#### **A. Existují různé tvary ptačích zobáků v závislosti na různý příjem potravy?**

#### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, zda existují různé tvary ptačích zobáků v závislosti na různý příjem potravy.

**Místo realizace:** učebna, terén – zoologická zahrada

**Délka:** 90 minut (2 vyučovací hodiny)

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, dalekohled, atlas ptáků

**Popis aktivity:** Žáci v prvním kroku zjistí, zda mají všichni ptáci stejné zobáky, nebo se jimi od sebe odlišují. Toto zjištění proběhne formou krátké diskuse učitele s žáky. Dále žáci společně s učitelem provedou exkurzi do nejbližší zoologické zahrady, kde budou mít žáci možnost vidět velké množství ptačích zobáků. Žákům rozdáme dalekohledy pro lepší pozorování. Prvním úkolem žáků bude přiřadit konkrétní zástupce k tvarům zobáků v pracovním listě. Pokud nebudou mít žáci šanci vidět některé zástupce ptáků v zoologické zahradě, mohou k určení využívat atlas ptáků. Poté se žáci k jednotlivým tvarům zobáků pokusí odhadnout, k jakému typu potravy jsou přizpůsobeni anebo jakou funkci může zobák vykonávat. Poté pomocí

pozorování, učebnice a odborné literatury funkci zobáku popíší znovu. V následujícím kroku žáci určí, zda jejich odhad byl správný.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, možné vyplnění pracovního listu):

Ukázka diskuse na téma: „*Mají všichni ptáci stejný tvar zobáku?*“

**U:** *Jaké jsou společné znaky všech ptáků?*

**Ž:** Mají např. dvě nohy, dvě křídla, peří oči, zobák.

**U:** *Správně. Na ptačí zobák se zaměříme více. Podívejte se na následující obrázky. Které zástupce ptáků na nich vidíte?(viz Obr. 3, 4)*



Obr. 3 Čáp bílý. (převzato: <http://www.nasiptaci.info/wp-content/uploads/2010/08/capbil.jpg>)



Obr. 4 Křivka obecná. (převzato: <http://www.nasiptaci.info/?p=445>)

**Ž:** Čápa bílého a křivku obecnou.

**U:** *Ano. Mají oba dva zástupci stejný tvar zobáku?*

**Ž:** Ne, nemají.

**U:** *Proč myslíte, že tomu tak je?*

**Ž:** Nevíme.

**U:** *Uvažujte o tom, čím se tyto dva zástupci živí.*




**Ž:** Čáp bílý – např. hmyz, žáby. Křivka obecná – např. semena. Jejich zobáky jsou přizpůsobeny k příjmu potravy.

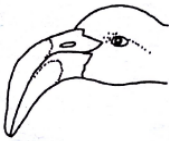

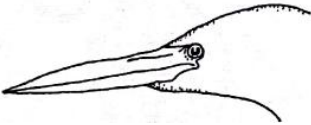


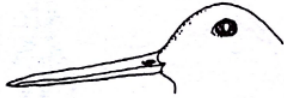


**U:** *Správně. A nyní bude vaším úkolem přiřadit jednotlivé tvary zobáků konkrétním zástupcům a zjistit, na jakou potravu jsou zobáky přizpůsobeny.*

### **Možné vyplnění pracovního listu**



Tvary ptačích zobáků – přiřazování konkrétních zástupců. (viz Tab. 1)

Tab. 1 Tvary ptačích zobáků – konkrétní zástupci. (Orig. podle předloh z učebnice Jelínek a Zicháček, 2000)

	<b>Tvar zobáku</b>	<b>Zástupce</b>
<b>1.</b>		dlask
<b>2.</b>		datel
<b>3.</b>		křivka obecná




4.		plameňák
5.		pelikán
6.		volavka
7.		kukačka
8.		kolibřík
9.		sluka
10.		papoušek
11.		dravec



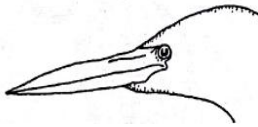


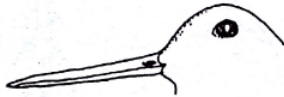






12.		holub
13.		lelek

Tvary zobáků – odhadování funkce jednotlivých zobáků, přiřazení funkce pomocí pozorování a literatury, určení, zda odhad byl správný či ne. (viz Tab. 2)

Tab. 2 Tvary ptačích zobáků – odhad funkce zobáku, skutečná funkce a správnost odhadu. (Orig. podle předloh z učebnice Jelínek a Zicháček, 2000)

	<b>Tvar zobáku</b>	<b>Odhad funkce zobáku</b>	<b>Skutečná funkce zobáku</b>	<b>Správnost odhadu</b>
1.		sběr slunečnicových semínek	zrna	ANO
2.		vybírání brouků ze dřeva	drobný hmyz ze dřeva	ANO
3.		vybírání semena šišek smrku	semena šišek jehličnanů	ANO

4.		sběr potravy z vody	filtrování potravy z bahna	ANO
5.		lov ryb nabráním ryby a vody	lov ryb v mělké vodě	ANO
6.		lov ryb nabodnutím	harpunování ryb	ANO
7.		lov hmyzu	sběr hmyzu	ANO
8.		sání nektaru z hlubokých květů	sání květních šťáv	ANO
9.		vybírání hmyzu z půdy	sběr hmyzu z vlhké půdy	ANO
10.		louskání semen	louskání plodů a semen	ANO

11.		škubání masa z kořisti	trhání masité kořisti	ANO
12.		sběr semen ze země	sbírání semen a plodů	ANO
13.		lapání létajícího hmyzu	chytání létajícího hmyzu	ANO

## JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí své hypotézy.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci seznámí ostatní žáky s výsledky své práce. Prodiskutují společně s učitelem správnost vyplnění pracovního listu. Společně s učitelem potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

## **B. Jedná se u ptačích zobáků o ekologickou adaptaci a lze ji v přírodě pozorovat?**

### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, zda se u ptačích zobáků, které se přizpůsobily potravě, jedná o ekologickou adaptaci a zda ji lze v přírodě pozorovat.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, odborná literatura, internet

**Popis aktivity:** Žáci v pracovním listě vyplní, co znamená pojem ekologická adaptace. V dalším kroku podle definice ekologické adaptace určí, zda se u ptačích zobáků o adaptaci jedná či ne. Na základě předešlé úlohy určí, zda lze ekologickou adaptaci v přírodě pozorovat.

### **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci postupně prezentují, co znamená pojem ekologická adaptace. Učitel spolu s ostatními žáky kontroluje správnost. Na základě toho každý žák napíše na tabuli, zda se jedná o ekologickou adaptaci u ptačích zobáků a zda ji lze v přírodě pozorovat. Poté žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

## 4.6 Návrh úlohy s prvky badatelsky orientovaného vyučování č. 6

### Téma: OBĚH VODY V PŘÍRODĚ

#### MINIMUM OPAKOVÁNÍ TEORIE PRO UČITELE

##### Oběh vody v přírodě

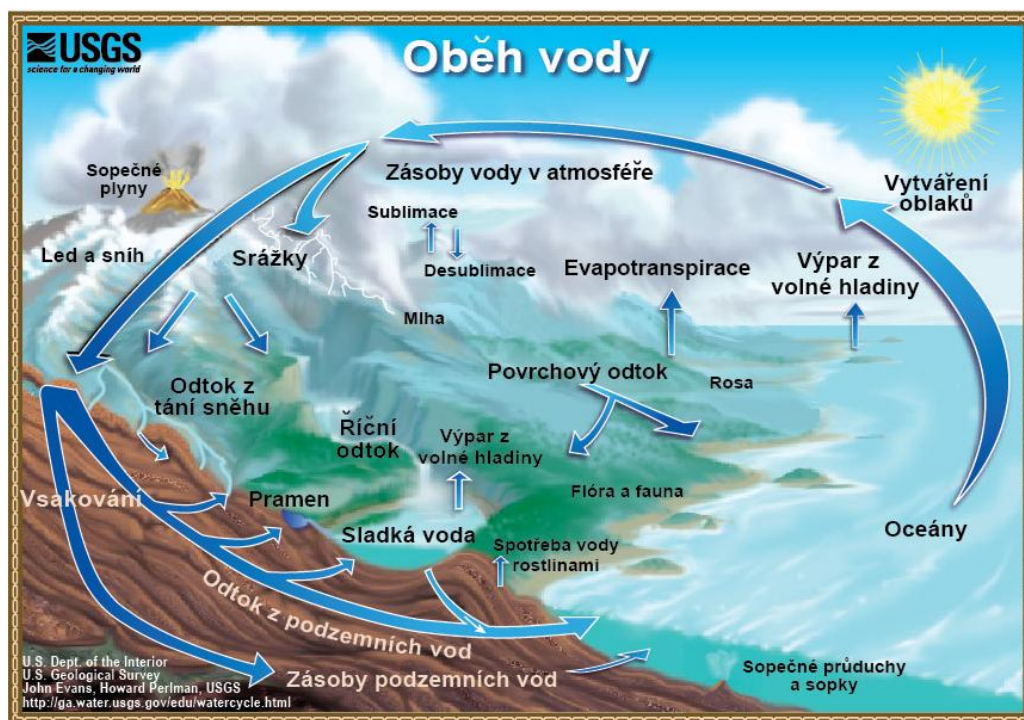
Kvasničková (1991) ve své učebnici uvádí, že voda tvoří hydrosféru (vodní obal země), do které patří oceány, moře a veškerá povrchová a podzemní voda. Energie, která je potřebná pro oběh vody, je poskytnuta ze slunečního záření. Rozložení vody v hydrosféře přehledně ukazuje Tab. 1.

Tab. 1 Rozložení vody v hydrosféře. (Převzato: Kvasničková, 1998)

<b>Rozložení vody v hydrosféře</b>		
Voda podle výskytu	Objem 10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup>	% objemu
povrchová – sladká	242,25	0,018
půdní	65	0,005
podzemní	8 000	0,58
v atmosféře	13	0,001
v ledovcích	32 000	2,2
mořská	1 360 000	97,2
Celkem v hydrosféře	1 400 320,25	100

Kvasničková (1991) dále uvádí, že voda je nezbytnou součástí všech těl živočichů a rostlin. Pro vodní živočichy a rostliny je zároveň i životním prostředím.

Lucas (2004) píše, že celkové množství vody na Zemi je rozděleno na jednotlivé části, mezi kterými probíhá plynulá výměna. Šercl (2014) pak píše, že oběh vody v přírodě nemá nikde počátek ani konec. (viz Obr. 1)



Obr. 1 Koloběh vody v přírodě. (Převzato: <http://water.usgs.gov/edu/watercycleczech.html#global>)

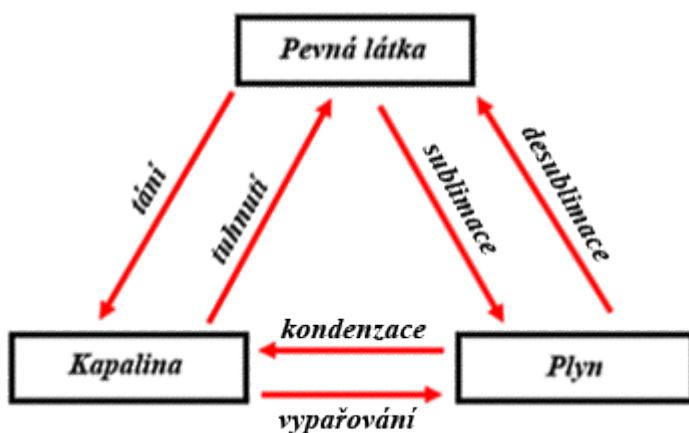
Šercl (2014) dále popisuje, že Slunce ohřívá vodu v oceánech, voda se vypařuje a ve formě vodní páry stoupá do atmosféry. V atmosféře je nižší teplota než na zemském povrchu. To způsobí, že se vodní pára ochladí a dojde ke kondenzaci a k přeměně vodní páry na oblaka. Částice vody se srážejí, rostou a padají zpět na povrch ve formě srážek. Sněhové srážky se hromadí a v teplejším klimatu v období jara tají a voda vytváří celoplošný odtok. Většina srážek padá zpět do oceánu a na pevninu ve formě deště. Z pevniny voda odtéká do řek, které vodu odvádějí do oceánů. Povrchová voda a prosakující podzemní voda se hromadí jako sladká voda v jezerech a řekách. Ne všechna voda odtéká ihned do řek, ale vsakuje se do půdy. Poté se může vypařovat zpět na povrch.

Šercl (2014) také uvádí, že celkový oběh vody je možno rozdělit do patnácti úseků:

1. zásoby vody v mořích,
2. výpar,

3. voda v atmosféře,
4. kondenzace (tvorba mraků),
5. srážky,
6. zásoby vody v ledu a sněhu,
7. odtok z tajícího sněhu do vodních toků,
8. povrchový odtok,
9. říční odtok,
10. sladkovodní zásoby,
11. vsakování,
12. odtok z podzemních vod,
13. prameny,
14. odpařování vody z rostlin,
15. zásoby podzemní vody.

Lucas (2004) uvádí, že při oběhu vody se uplatňují skupenské přeměny vody. Jsou patrné ze schématu na obr. 2.



Obr. 2 Skupenské přeměny vody. (převzato: <http://coolfyzika.weebly.com/co-jsme-se-nau269ili.html>)

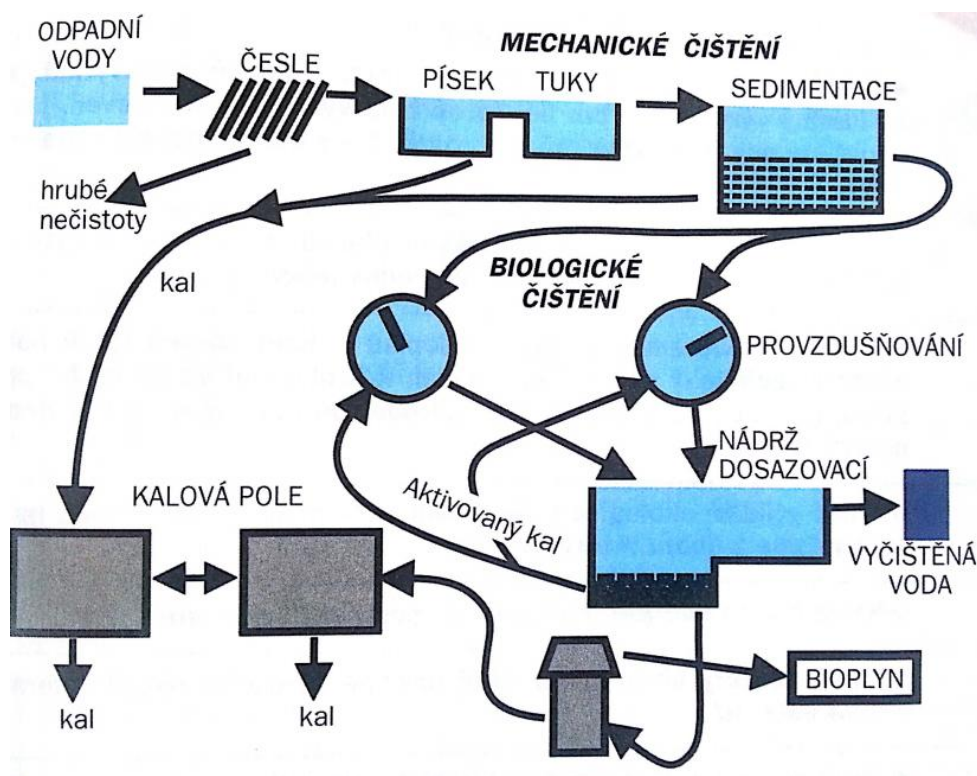
### Ohrožování vod

Kvasničková a kol. (1998) popisují znečišťování vod v přírodě. Moře a oceány jsou znečišťovány vodními toky, které přináší nečistoty (podíl na znečištění je 44%), haváriemi spojenými s únikem ropných látek z lodí (podíl na znečištění je 12%), ropnými plošinami (podíl na znečištění je 1%) a uloženým radioaktivním odpadem v hlubinách (podíl na znečištění je 10%), spadem srážek (podíl na znečištění je 23%).

Podzemní voda je znečišťována hlavně chemizací prostředí. Povrchová voda je ohrožovaná eutrofizací vod, průmyslovými a komunálními vodami, zemědělstvím, průmyslem, dopravou atd. Kvasničková (1991) uvádí, že k eutrofizaci vod dochází následkem vysokého obsahu živin, tím dochází k přemnožení řas. Omezuje se tak výměna plynů mezi vodou a ovzduším, ubývá kyslík, voda se stává mrtvou. Kvasničková a kol. (1998) popisují, že látky obsažené ve vodách jsou nebezpečné pro živou přírodu. Např. detergenty a saponáty způsobují odmašťování peří vodního ptactva, ničí jikry.

Kvasničková (1991) rozděluje vodu podle míry znečištění do čtyř kategorií:

- I. čistá,
- II. znečištěná,
- III. silně znečištěná,
- IV. velmi silně znečištěná.



Obr. 3 Princip čistírny odpadních vod. (Převzato: Kvasničková a kol., 1998)



Kvasničková a kol. (1998) uvádějí, že řešením problému znečištění vod průmyslovou a komunální vodu je čistička vody. Znečištěná voda se do čističky dostává kanalizací. Čistička je rozdělena na jednotlivé části, kdy v každé části dochází k určitému kroku vyčištění vody. Aby se z takto vyčištěné vody stala voda pitná, je třeba, aby proběhla chemická úprava vody. Schéma postupu čištění vody je patrné z obr. 3.

## **NÁVRH CVIČENÍ: MOŽNÁ STRUKTURA A HYPOTETICKÝ**

### **Cílová skupina**

lze zařadit na nižším stupni gymnázia – kvarta (věk žáků 14 – 15 let) nebo na základní škole – 9. třída (věk žáků 14 – 15 let)

### **Časová náročnost**

učebna: 4 hodiny (4x45 minut) a 25 minut

### **Návaznost na RVP**

ochrana přírody a životního prostředí

### **Cíl cvičení**

1. Žáci se seznámí, jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi.
2. Žáci zjistí, proč je důležité neznečišťovat vodu.
3. Žáci zjistí, jaké jsou výhody čističky vody v obcích.

### **Klíčové otázky**

1. Jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi?
2. Proč je důležité neznečišťovat vodu?
3. Jaké jsou výhody čističky vody v obcích?

### **Získané schopnosti a dovednosti**

Žáci budou vědět, jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi.

Žáci budou vědět, proč je důležité neznečišťovat vodu.

Žáci budou schopni vést diskusi o tom, jaké jsou výhody čističky vody v obcích.

## **PRO ŽÁKA**

### **Úvodní rozhovor**

Voda. Pro nás jedna ze základních podmínek života. Přemýšleli jste někdy, co by se stalo, kdyby jí byl náhle nedostatek anebo byla tak silně znečištěná, že bychom ji nemohli používat? Může se to někdy stát? Zamyslete se, zda se „chováte“ tak, že vodu jako celosvětové bohatství chráníte nebo je tomu naopak?

### **1. Oběh vody v přírodě**

**Cíl aktivity:** Žáci si vybaví, co už vědí o oběhu vody v přírodě.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Popis aktivity:** Žáky vyzveme, aby v bodech vyjádřili, co vše už vědí o oběhu vody v přírodě (krátký brainstorming).

### **2. Motivace**

**Cíl aktivity:** Žáky motivujeme pro další práci.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žákům povíme, aby si představili, že jsou kapka vody, která zrovna padá na zem. Žáci poté mají za úkol do pracovního listu nakreslit krátký komiks. V komiksu popíší, jak kapka vody putuje přírodou.

### **3. Otázky a hypotézy**

**Cíl aktivity:** Žáci vymyslí a formulují otázky k tématu. Následně vyberou výzkumné otázky, které je zajímají.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Vyzveme žáky, aby sepsali otázky, které je napadají k tématu koloběh vody v přírodě. Žákům ponecháme čas 5 minut na samostatnou práci. Poté žáci společně s učitelem sepíší otázky na tabuli a společně vyberou ty nejzajímavější. V dalším kroku žáci sestaví hypotézy.

**Poznámky pro učitele** (Příklady možných vybraných otázek a hypotéz):

Příklady vybraných otázek:

- A. Jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi?
- B. Proč je důležité neznečišťovat vodu?
- C. Jaké jsou výhody čističky vody v obcích?

Příklady možných stanovených hypotéz:

- a) Oběh vody na Zemi neprobíhá.
- b) Vodu není důležité neznečišťovat.
- c) Čistička vody v obcích nemá žádné výhody.

## 4. Provedení

### A. Jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi?

#### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci budou ve skupinách zjišťovat, jakým způsobem probíhá oběh vody na Zemi.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 2 vyučovací hodiny (90 minut), dlouhodobý pokus (5 dní)

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka, lihový fix, plastový kelímek (sklenička, ...), voda, plastová lahev, plynový hořák, talíř, kádinka

**Popis aktivity:** Žáci si nejdříve ujasní několik základních pojmů týkajících se vody. Mezi základní pojmy, které si žáci zopakují, patří např. skupenství vody (viz Tab. 1), přeměny, které označují přechody mezi skupenstvími vody (viz Tab. 2). Žáci pracují ve skupinách a vyplňují pracovní list. Žáci mají dále za úkol na skupenské přechody vymyslet konkrétní příklady. Abychom dokázali, že skupenské přechody opravdu v oběhu vody probíhají, vyzkouší si žáci jednoduché pokusy. Prvním pokus bude na vypařování. Žáci naplní plastový kelímek vodou a udělají rysku – kam až sahá hladina vody. Kelímek postaví na okenní parapet. Každý den (po dobu pěti dnů) udělají žáci rysku – kam sahá vodní hladina. Poté žáci usoudí, zda došlo ke ztrátě vody v kelímku, tedy k vypaření. (viz Obr. 4, 5) Dalším pokusem bude kondenzace. Žáci do kádinky nalijí vodu a dají nad plynový hořák. Vodu přivedou k varu. Nad kádinkou s vroucí vodou podrží např. talíř. Žáci pozorují, co se děje s párou, která uniká ven z kádinky a naráží na talíř (pozorují kondenzaci). Dalším pokusem bude mrznutí a tání. Žáci naplní plastovou lahev vodou a dají do mrazáku. Po pěti hodinách lahev zkontrolují, zda došlo ke zmrznutí vody. Poté žáci lahev se zmrzlou vodou umístí na okenní parapet a pozorují děj opačný – tání. V dalším kroku žáci ve skupinách seřadí v pracovním listě kartičky, na kterých je popsán oběh vody přírodou (viz Tab. 3), a popíší obrázek – oběh vody přírodou (viz Obr. 6). Konečným výstupem bude společná práce vždy tří žáků, kdy vytvoří jeden velký obraz oběhu vody v přírodě, který zároveň popíší.

**Poznámky pro učitele** (Možné vyplnění pracovního listu):

**Možné vyplnění pracovního listu:**

Tab. 1 Skupenství vody.

Skupenství vody		
plynné	kapalné	pevné

Tab. 2 Skupenské přeměny vody.

Popis přeměny	Název děje	Příklad
kapalina → pevná látka	tuhnutí	voda - led
pevná látka → kapalina	tání	led - voda
plynná látka → kapalina	kondenzace	pára – voda (dýchnutí na sklo)
kapalina → plynná látka	vypařování	voda – pára (sušení prádla)
pevná látka → plynná látka	sublimace	sníh – pára (Slunce svítí na sníh)
plynná látka → pevná látka	desublimace	pára – sníh (sněžení)

### **Pokus – oběh vody (rychlost vypařování).**

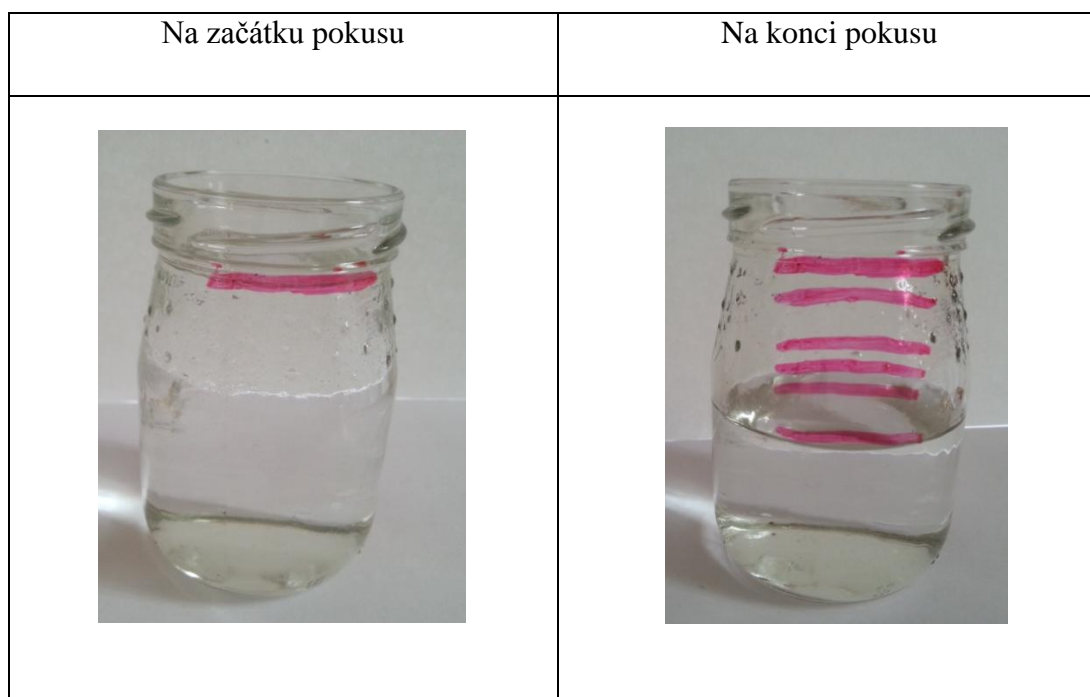
Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

Pomůcky: plastový kelímek, lihový fix, voda

Postup práce:

- a) Kelímek naplníme po okraj vodou a postavíme na okenní parapet.
- b) Nejvyšší bod hladiny v kelímku označíme lihovým fixem.
- c) Každý den (po dobu pěti) dnů zaznamenáváme výšku vody v kelímku, značíme fixem.
- d) Podle značek určíme, jak rychle se voda vypařovala v jednotlivé dny.

Dokumentace (fotografie nebo nákres):



Obr. 4, 5 Pokus na rychlost vypařování vody. (Foto: autorka DP)

Zaznamenejte výsledky svého pokusu:

Hladina vody v kelímku každý den poklesla. Došlo k vypařování, kdy se voda mění na vodní páru.

Otázky k zamyšlení:

- a) Kam se voda z talíře ztratila?
  - stala se součástí vzduchu jako vodní pára
  
- b) Vypařila se voda každý den o stejný díl?
  - voda se každý den o stejný díl neodpařila, voda se vypařila rychleji, když svítilo Slunce (zdroj tepelné energie)

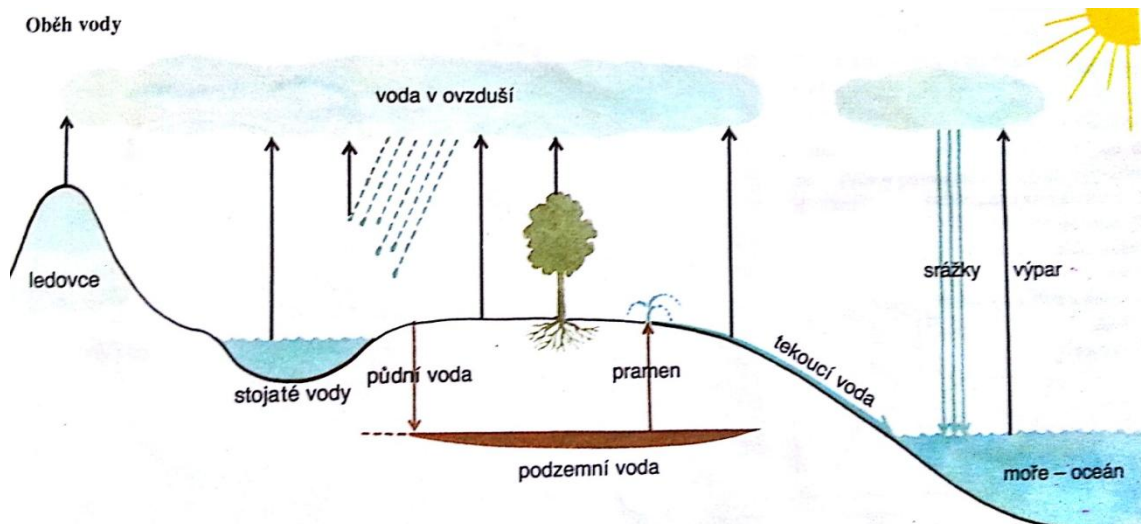
## Oběh vody přírodou

Tab. 3 Oběh vody přírodou.

1	2	3	4	5
C	B	E	D	A

A	Při srážkách se voda vrací zpět na zem v podobě deště nebo sněhu.
B	Část napadané vody se vsákne do půdy a prosákne do podzemních vod.
C	Voda padá na zem v podobě deště nebo sněhu.
D	Voda se odpařuje, mění se na vodní páru a stoupá vzhůru do atmosféry.
E	Voda, která zůstala na povrchu, odtéká do vodních toků, které ji odvádějí do moří a oceánů.

## Oběh vody přírodou (popis):



Obr. 6 Oběh vody přírodou. (Převzato: Kvasničová, 1991)

## JAK TO DOPADLO

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 5 minut

**Popis aktivity:** Žáci se seznámí s výsledky práce ostatních žáků. Prodiskutují možné alternativy a následně potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu. Žáci po skupinách prezentují svůj obraz oběhu vody v přírodě. Učitel s ostatními žáky kontroluje správnost jednotlivých výtvarů.

## **B. Proč je důležité neznečišťovat vodu?**

### PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, proč je důležité neznečišťovat vodu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 45 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka



**Popis aktivity:** Učitel s žáky nejdříve prodiskutuje, zda je voda na celém světě „samozřejmostí“. V dalším kroku žáci uvedou příklady, jakým způsobem dochází ke znečišťování vody a jaká rizika z toho plynou pro organismy (konkrétní příklady). V posledním kroku budou žáci pozorovat vodu. Již vědí, že voda se dělí na pitnou, užitkovou a odpadní. Tyto pojmy si zopakují. Poté budou pozorovat vodu pitnou (z kohoutku) a vodu užitkovou (z rybníka). (viz Tab. 4, 5)

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, možné vyplnění pracovního listu):

Ukázka diskuse na téma: „*Je voda samozřejmostí?*“

**U:** *Zažili jste situaci, kdy vám doma neměla téct voda a předem jste napouštěli kbelíky vodou?*

**Ž:** Ano.

**U:** *A jaké to bylo?*

**Ž:** Nepříjemné.

**U:** *Proč?*

**Ž:** Protože je voda pro nás samozřejmostí. Nenapadne nás, že bychom ji neměli mít.

**U:** *Ano. V České republice máme štěstí. Stačí otočit kohoutkem a voda teče. Říká se, že ale každý šestý člověk na světě nemá přístup k čisté pitné vodě. Zkuste si to představit na reálném příkladě. Ve třídě je vás třicet žáků. Kolik z vás by nemělo přístup k pitné vodě?*

**Ž:** Pět.

**U:** *Takto špatná situace je např. v Africe. Je nutné vodu chránit?*

**Ž:** Ano.

**U:** *Jakým způsobem ji můžeme chránit v České republice?*

**Ž:** Nebudeme ji zbytečně znečišťovat.

**U:** *Ano. Ale i přesto ji znečišťujeme. Jaká rizika z toho plynou pro celou živou přírodu?*

**Ž:** Špatný stav organismů.

### **Možné vyplnění pracovního listu**

Způsoby, kterými může docházet ke znečištění vody:

- eutrofizace vod (velké množství živin) – nárůst řas,
- námořní doprava,
- ropné plošiny,
- chemizace prostředí,
- průmyslové a komunální odpadní vody,
- zemědělství,
- průmysl,
- doprava.

Rizika plynoucí pro organismy ze znečištěné vody:

- dusičnany a dusitany – znemožňují správné vázání kyslíku na červené krvinky,
- organické látky (pesticidy, trichlormethan) – karcinogeny,
- viry – průjmy, dýchací a trávicí obtíže,
- bakterie – zánět spojivek, záněty močového a pohlavního ústrojí,
- sinice – toxiny,
- saponáty – odmašťování peří vodního ptactva,
- ropné produkty – ulpí na peří vodního ptactva (nemožnost létat).

Tab. 4 Pozorování pitné a užitkové vody. (Autorka DP)

<b>Voda z kohoutku</b> (vzorek odebrán ve škole)	
<b>VZHLED</b>	Podle vzhledu je voda:  <b>BEZBARVÁ</b> X zbarvená
<b>POZOROVÁNÍ LUPOU</b>	Pozorování lupou:  <b>VE VODĚ JSME NIC NEVIDĚLI</b> X viděli jsme:
<b>ČISTOTA</b>	Na bílém filtračním papíře se po přefiltrování:  zachytily X <b>NEZACHYTILY NEČISTOTY</b>
<b>PACH</b>	Čichem jsme zjistili, že je voda:  <b>BEZ ZÁPACHU</b> X se zápachem
Taková voda je: <b>PITNÁ</b>	

Tab. 5 Porovnání pitné a užitkové vody. (Autorka DP)

<b>Voda z rybníka</b>	
<b>VZHLED</b>	Podle vzhledu je voda:  bezbarvá X <b>ZBARVENÁ</b>
<b>POZOROVÁNÍ LUPOU</b>	Pozorování lupou:  ve vodě jsme nic neviděli X <b>VIDĚLI JSME: řasy,</b>

	<b>písek, perloočky, buchanky, nečistoty</b>
<b>ČISTOTA</b>	Na bílém filtračním papíře se po přefiltrování:  <b>ZACHYTYLY NEČISTOTY X nezachytily nečistoty</b>
<b>PACH</b>	Čichem jsme zjistili, že je voda:  bez zápachu X <b>S MÍRNÝM ZÁPACHEM</b>
Taková voda je: <b>UŽITKOVÁ</b>	

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 10 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci společně s učitelem vypisují na tabuli, jakým způsobem může dojít ke znečištění vody a jaká rizika z toho plynou pro organismy. Žáci si kontrolují, zda vyplnili pracovní list správně. Po zkontrolování potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

## **C. Jaké jsou výhody čističky vody v obcích?**

### **PLÁN VÝZKUMU NEBO ŠETŘENÍ**

**Cíl aktivity:** Žáci zjistí, jaké jsou výhody čističky vody v obcích.

**Místo realizace:** učebna

**Délka:** 15 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Učitel s žáky provede diskusi, co se stane s vodou, která odtéká z domácností. Na základě diskuse žáci vyplní pracovní list, kde uvedou, jaké jsou výhody čističky vody v obcích. Na druhé straně se pokusí najít i jisté zápory spojené s čističkou vody v obcích.

**Poznámky pro učitele** (Ukázka diskuse učitele s žáky, pozitiva a negativa čističky vody):

Ukázka diskuse na téma: „*Co se stane s vodou, která odtéká z domácností?*“

**U:** *Věděli byste, co se stane s vodou, která odtéká z domácností pryč?*

**Ž:** *Ano, jde trubkami do kanalizace.*

**U:** *Správně. Kam jde ale dál?*

**Ž:** *Např. do potoka.*

**U:** *Ano. V případě, že v obci není čistička vod, odchází takto znečištěná voda např. do potoka. Myslíte si, že je to správné? Když už víte, jak moc je důležité vodu neznečišťovat.*

**Ž:** *Ne, není to správné.*

**U:** *Jak to řeší většina obcí?*

**Ž:** *V obcích je čistička vody.*

**U:** *Ano. Co se s vodou v čističce děje?*

**Ž:** *Zbavuje se pevných částic a chemických látek.*

**U:** *Správně.*

### **Pozitiva a negativa čističky vody v obcích**

Pozitiva:

- voda se čistí od chemických látek,
- voda se čistí od pevných látek,

- voda neznečišťuje okolní vody,
- voda neohrožuje živé organismy,
- voda nezapáchá,
- voda z čističky odtéká do přírody čistá.

Negativa:

- čistička vody je hlučná.

## **JAK TO DOPADLO**

**Cíl aktivity:** Žáci potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

**Délka:** 5 minut

**Pomůcky:** pracovní list pro každého žáka

**Popis aktivity:** Žáci společně s učitelem prodiskutují pozitiva a negativa čističky. Učitel jednotlivá tvrzení vypisuje na tabuli a ostatní žáci vyjadřují své názory. Poté potvrdí či vyvrátí předem stanovenou hypotézu.

## 5. Diskuse

### 5.1 Pedagogická dokumentace (RVP, ŠVP) a učebnice ve vztahu k badatelsky orientovanému vyučování

Pro tvorbu úloh badatelsky orientovanou metodou bylo potřeba prostudovat pedagogickou dokumentaci (RVP, resp. ŠVP) a učebnice pro nižší gymnázia a základní školu. Rámcové vzdělávací programy (RVP), resp. školní vzdělávací programy (ŠVP) konstruktivistické přístupy ani badatelsky orientované vyučování neakcentují, nezmiňují ani nezohledňují. Pedagogický konstruktivismus je přitom směrem rozvíjejícím se několik desítek let, z něho vycházející „Inquiry-based education“ se rozvíjí v USA a západní Evropě přes dvě desetiletí a s pojmem badatelsky orientované vyučování se nově v České republice pracuje až od roku 2010. Stále větší míra poznatků zaváděných ve vyučování biologie s transmisivním přístupem přitom úplně volá po změně vzdělávacího obsahu i přístupu.

Prostudujeme-li současné učebnice přírodopisu pro nižší gymnázia a pro základní školu, prvky badatelsky orientovaného vyučování zde nenalezneme. V případě učebnic je taková absence ovšem více předvídatelná než v případě RVP, resp. ŠVP. Učebnice byly povětšinou vydány dříve, než se začalo šířit BOV v ČR ve větší míře. Na druhou stranu, aktualizace RVP, resp. ŠVP je zřejší záležitostí. Např. pro školní rok 2013/2014 proběhla řada změn v RVP pro konečné znění ŠVP na každé škole, ale o BOV zde chybí jakákoli zmínka.

Když prostudujeme pedagogickou dokumentaci, zjistíme, že např. s laboratorními pracemi v RVP není počítáno. A právě při laboratorních pracích se žáci naučí potřebné dovednosti (navíc také snad i zručnost a samostatnost), které jsou předpokladem i podporou při aplikaci BOV. V učebnici přírodopisu Čabradová a kol. (2010) je řada laboratorních prací zmíněná. Je tedy na učitelích, jak tuto formu výuky využijí, zda ji zařadí do výuky a budou tak rozvíjet žákovské schopnosti, vědomosti a dovednosti.

Aby bylo možné zařadit úlohy BOV do výuky je potřeba velké změny v pedagogické dokumentaci a změny v myšlení a uvažování učitelů při způsobu

výuky žáků. Vždyť cílem vzdělávání v biologii i vzdělávání obecně, by nemělo být jen předat co nejvíce poznatků formou výkladu, odzkoušet a přejít na nové téma, ale cílem by mělo být předat co nejvíce poznatků formou přijatelnou pro žáky a rozvíjet jejich kritické myšlení a schopnost řešit problémy.

V dnešní době můžeme zkonstatovat, že potřeba užívání BOV ve výuce biologie se zdá být nevyhnutelně nutná. RVP, resp. ŠVP a ani učebnice, ale nejsou pro vyučování badatelsky orientovaným způsobem ještě modifikovány.

## **5.2 Navržené úlohy ve vztahu k teoretickým východiskům**

Po konfrontaci úloh s ekologickou tematikou prezentovaných v této práci s teoretickými východisky badatelsky orientovaného vyučování, byla zjištěna jistá omezení BOV, ale na druhé straně se potvrdily i přínosy BOV.

První omezení souvisí s prvotní motivací žáků. Mnoho pedagogů, kteří se věnují vyučování, by se jistě přiklonilo k názoru, že přimět žáka, aby se z pasivity dostal do aktivity, vyžaduje velké úsilí. Václavík (2010) např. píše, že výklad učitele se dnes přeceňuje a žák se dostává do pasivní role, což je špatně. Ale motivovat žáka v dnešní době počítačů a mobilů je opravdu těžká. Ne ve všech případech se povede motivovat žáky pro řešení úloh, zejména pak úloh BOV.

Stuchlíková (2010) uvádí přehled omezení BOV, které zmiňují Edelson, Gordina a Pea (1999) – žáci by měli mít jisté zkušenosti, znalosti a dovednosti. Ve většině případů nemají žáci prostor k tomu, aby při normální výuce prohlubovali své zkušenosti a dovednosti. S těmito dvěma základními předpoklady ale BOV počítá.

Dalším omezením, které Stuchlíková (2010) uvádí je náročnost metody BOV na čas. Abychom žákům dopřáli dostatek času na všechny kroky, které jsou potřebné pro splnění pravidel BOV, potřebujeme na jedno téma více času, než při běžné výkladové hodině. Nabízí se zde otázka, zda je po stránce časové vůbec možné badatelsky orientované úlohy do vyučování zavádět?



Brtnová Čepičková (2013) píše, že omezením pro BOV je špatné vybavení škol pro praktickou výuku. Vezmeme-li v úvahu, že podstatou BOV je právě „bádání“, které mnohdy vyžaduje praktické laboratorní práce, tak se opravdu bez dobrého vybavení škol neobejdeme. Pokud není na škole potřebné vybavení, je využívání BOV omezeno.

Na druhé straně, při vytváření úloh BOV prezentovaných v této práci, se potvrdila řada přínosů, které zmiňuje Stuchlíková (2010) podle Edelsona, Gordina a Pea (1999) jako je rozvoj schopnosti hledat a objevovat, a rozvoj dovedností. Nebo řada přínosů, které uvádí Anonymus A (2009), jako je flexibilita a samostatnost. A právě samostatnost se při práci metodou BOV velmi rozvíjí, což je vhodné i pro běžný život.

Po vypracování úloh metodou BOV získá každý žák ucelený pohled na danou problematiku. Brunner (2010) tuto ucelenost vysvětluje tak, že žák se účastní plánování a rozvoje projektu, ale i jeho hodnocení.

### **5.3 Možnost zařazení navržených úloh v rámci projektového dne**

Úlohy vytvořené badatelsky orientovanou metodou mohou být využity v rámci jednoho projektového dne, ale i nezávisle na projektovém dni jako dlouhodobá pozorování nebo jako jedno až dvoudenní pozorování.

Úlohy, které jsou využitelné výhradně v rámci jednoho projektového dne, jsou úlohy s tematikou: Společenství mravenců, Ekologická adaptace ptačích zobáků na různou potravu a Mezidruhové vztahy.

Úlohy, které jsou využitelné pro několikadenní přerušovaná pozorování žáků doprovázejícího rozvrhovanou výuku zahrnující učivo ekologie, jsou úlohy s tematikou: Adaptace kukel bělásky zelného na barevnost podkladu a Oběh vody v přírodě.

Úloha, která je využitelná jako jedno až dvoudenní přerušované pozorování žáků, je úloha s tematikou Potravní vztahy mezi organismy.

## **6. Závěr**

Cílem práce bylo připravit úlohy pro badatelsky orientované terénní vyučování ekologie v rámci předmětu přírodopis, resp. biologie na gymnáziu. Tato práce přináší šest komplexně pojatých úloh zaměřených na terénní výuku šesti klíčových témat výuky ekologické problematiky využitelných zejména jak na nižším gymnáziu, tak i na druhém stupni základních škol. Jednotlivé úlohy jsou doplněny metodickými poznámkami pro učitele a pracovními listy, zařazenými v příloze práce. Při tvorbě jednotlivých úloh bylo využito možností, které nabízí badatelsky orientované vyučování. Úlohy splňují podmínky, které obsahuje jak pedagogická dokumentace (témata obsahu vzdělávání), tak i BOV (postupy řešení) a lze je zařadit v rámci výuky formou projektového dne nebo jako dvou a vícedenní pozorování doprovázející rozvrhovanou výukou.

## 7. Seznam literatury

- Anonymus A, 2009: [online]: Intro to inquiry learning. [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.youthlearn.org/learning/general-info/our-approach/intro-inquiry-learning/intro-inquiry-learning>
- Anonymus B, 2009: [online]: Asking questions. [cit. 10. 6. 2013]. Dostupné z: <http://www.youthlearn.org/learning/teaching/techniques/asking-questions/asking-questions>
- Anonymus C, 2010: [online]: How to: Inquiry. [cit. 10. 6. 2013]. Dostupné z: <http://www.youthlearn.org/learning/planning/lesson-planning/how-inquiry/how-inquiry>
- Anonymus D, 2004: [online]: Constructivism as a paradigm for teaching and learning. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/constructivism/index.html>
- Anonymus E, nedatováno: [online]: An introduction to inquiry. [cit. 12. 2. 2013]. Dostupné z: <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/intro.htm>
- Anonymus F, nedatováno: [online]: Inquiry-based science education. [cit. 7. 6. 2013]. Dostupné z: <http://www.assaf.co.za/wp-content/uploads/2011/04/ASSAF-IBSE-for-Girls-Booklet.pdf>
- Anonymus G, nedatováno: [online]: DDT. [cit. 5. 5. 2014]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/repository/latky/ddt.pdf>
- Anonymus H, nedatováno: [online]: Mravencovití. [cit. 25. 5. 2014]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mravencovit%C3%AD>
- Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1997: Ekologie. Olomouc: Univerzita Palackého, 949 s.
- Bílek M., 2006: Konstrukce a výuka přírodovědným předmětům. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.
- Brtnová Čepičková I., 2013: [online]: Didaktika přírodovědného základu. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 94 s. [cit. 25. 6. 2014]. Dostupné z: [http://projekty.ujep.cz/combiteachers/wp-content/uploads/2013/04/didaktika\\_prirodovedneho\\_zakladu\\_autor\\_Cepickova.pdf](http://projekty.ujep.cz/combiteachers/wp-content/uploads/2013/04/didaktika_prirodovedneho_zakladu_autor_Cepickova.pdf)

- Brunner C., 2010: [online]: How to: Inquiry. [cit. 11. 6. 2013]. Dostupné z: <http://www.youthlearn.org/learning/planning/lesson-planning/how-inquiry/how-inquiry>
- Čabradová V., Hasch F., Sejpka J., Vaněčková I., 2010: Přírodopis 6, Plzeň: Fraus, 120 s.
- Čechmánek Z., Hrabák R., 2006: Život motýlů střední Evropy. Praha: Granit, 136 s.
- Činčera J., 2007: Práce s hrou pro profesionály, Praha: Grada, 115 s.
- Dobroruková J., Králíček I., 2013: [online]: Světlo a barvy v přírodě. Praha: Česká zemědělská univerzita. [cit. 20. 5. 2014]. Dostupné z: [http://www.biologickaolympiada.cz/backend/article-add/files/48\\_BiO\\_CD\\_studijn%C3%AD\\_text\\_13.pdf](http://www.biologickaolympiada.cz/backend/article-add/files/48_BiO_CD_studijn%C3%AD_text_13.pdf)
- Dow P., nedatováno: [online]: Why inquiry? A Historical and Philosophical Commentary. [cit. 10. 5. 2013]. Dostupné z: [http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/ch\\_1.htm](http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/ch_1.htm)
- Exline J., 2004: [online]: What is inquiry-based learning. [cit. 12. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html>
- Fíla J., Pánek T., Sekereš J., 2011: [online]: Tvary v živé přírodě. Praha: Česká zemědělská univerzita, 147 s. [cit. 5. 5. 2014]. Dostupné z: [http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura11\\_web.pdf](http://www.biologickaolympiada.cz/files/brozura11_web.pdf)
- Friesen S., Martin I., Bastock M., 2006: [online]: What is inquiry. [cit. 27. 5. 2013] Dostupné z: [http://local38.teachers.ab.ca/Archived Pages/ATA Glance Newsletter/March 2006/Pages/What Is Inquiry.aspx](http://local38.teachers.ab.ca/Archived%20Pages/ATA%20Glance%20Newsletter/March%202006/Pages/What%20Is%20Inquiry.aspx)
- Gray A., 1997: [online]: Constructivist teaching and Learning. [cit. 27. 5. 2013]. Dostupné z: [saskschoolboards.ca/research/instruction/97-07.htm](http://saskschoolboards.ca/research/instruction/97-07.htm)
- Hanzák J., Hudec K., 1963: Světem zvířat, II. díl – 1. část Ptáci. Praha: Státní nakladatelství dětské knihy, 486 s.
- Hendl J., 2005: Kvalitativní výzkum, Praha: Portál, 407 s.
- Hölldobler B., Wilson E. O., 1997: Cesta k mravencům. Praha: Academia, 198 s.
- Hrbáčková K., 2006a: Aspekty konstruktivismu ve vzdělávání. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.
- Hrbáčková K., 2006b: Řízené vyučování versus autoregulace učení. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.

- Chvála V., 1993: [online]: Radikální konstruktivismus a klinická praxe. [cit. 12. 2. 2013]. Dostupné z: <http://www.lirtaps.cz/publikace/radikons.htm>
- Jelínek J., Zicháček V., 2000: Biologie pro gymnázia. Olomouc, 559 s.
- Kalhous Z., Obst O. a kol., 2002: Školní didaktika, Praha: Portál, 447 s.
- Kasíková H., 2010: Vyučování a jeho podoby. In Vališová A., Kasíková H., 2010: Pedagogika pro učitele. Praha: Grada, 456 s.
- Kašpárková S., 2006a: Od epistemologických východisek k teoriím učení: různé úhly pohledu. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.
- Kašpárková S., 2006b: Konstruktivismus a jeho vliv na tvorbu kurikula. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.
- Kellow J. M., 2009: [online]: What is inquiry. [cit. 10. 6. 2013 ]. Dostupné z: <http://www.inquiringmind.co.nz/WhatIsInquiry.htm>
- Kolář Z., Šikulová R., 2007: Vyučování jako dialog, Praha: Grada, 131 s.
- Kukal P., 2004: [online]: Konstruktivistické principy v pedagogice. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <http://stolzova.deml.cz/view.php?cislocclanku=2004022801>
- Kvasničková D., Mikulová V., Plachejdová E., 1998: Životní prostředí. Havlíčkův Brod: Fragment, 159 s.
- Kvasničková D., 1991: Základy ekologie. Praha: SPN, 87 s.
- Lucas M. A. G., 2004: Ekologie. Praha: Albatros, 88 s.
- Matulčíková M., 2010: [online]: U pramene konstruktivismu. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <https://www.modernivyucovani.cz/temata/inspirace-do-vyuky/57-u-pramene-konstruktivismu.html>
- Molár J., Schubertová S., Vaněk V., 2007: [online]: Konstruktivismus ve vyučování matematice. [cit. 6. 6. 2013]. Dostupné z: [http://esfmoduly.upol.cz/elearning/konstr\\_m/](http://esfmoduly.upol.cz/elearning/konstr_m/)
- Papáček M., 2010: [online]: Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In Papáček M., (ed): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování, České Budějovice: Jihočeská univerzita. 165 s. [cit. 20. 2. 2013]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

- Pelchát J., 2006: [online]: Běláskovití. [cit. 25. 5. 2014]. Dostupné z: <http://www.hmyz.net/322pieridae.htm>
- Petr J., 2010: [online: ]Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In Papáček M., (ed): Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování, České Budějovice: Jihočeská univerzita. 165 s. [cit. 19. 2. 2013]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>
- Pouchová M., 2010: [online]: Školní projekty ve výuce přírodovědných předmětů, *Envigogika* V/1. [cit. 15. 5. 2013]. Dostupné z: <http://envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/49/395>
- Průcha J., Walterová E., Mareš J., 2003: *Pedagogický slovník*, Praha: Portál, 322 s.
- Rajchard J., Kindlmann P., Balounová Z., 2002: *Ekologie II*. České Budějovice: KOPP, 119 s.
- Reichholf J. H., Steinbach G., 2003: *Motýli a ostatní hmyz*. Praha: Euromedia Group, 160 s.
- Reichholf J. H., 2002: *Žít a přežít v přírodě*. Praha: Ikar, 225 s.
- Reichholf J. H., 1999: *Les*. Praha: Ikar, 223 s.
- Ryplová R., Reháková J., 2011: [online]: Přínos badatelsky orientovaného vyučování (BOV) pro environmentální výchovu: Případová studie implementace BOV do výuky na ZŠ, *Envigogika* VI/3. [cit. 5. 6. 2013]. Dostupné z: <http://envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/65/405>
- Sadil J., 1955: *Naši mravenci*, Praha: Orbis, 224 s.
- Sárközi R., 2005: [online]: Tradiční pedagogika versus moderní. [cit. 12. 3. 2013]. Dostupné z: [blisty.cz/art/22401.html](http://blisty.cz/art/22401.html)
- Sedlák E., 2005: *Zoologie bezobratlých*. Brno: Masarykova univerzita, 336 s.
- Shields M., 2006: *Bioogy Inquiries*, USA: PB Printing, 282 s.
- Spilková V. a kol., 2005: *Proměny primárního vzdělávání v ČR*, Praha: Portál, 311 s.
- Stuchlíková I., 2010: [online]: O badatelsky orientovaném vyučování. In Papáček M., (ed): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*, České Budějovice: Jihočeská univerzita. 165 s. [cit. 19. 2. 2013]. Dostupné z: <https://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>
- Šercl P., 2014: [online]: Oběh vody. [cit. 1. 6. 2014]. Dostupné z: <http://water.usgs.gov/edu/watercycleczech.html>

- Švec V., 2006: Konstrukce poznání. In Nezvalová D., (ed.) 2006: Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, Olomouc: Univerzita Palackého, 116 s.
- Vainert L., 2010: [online]: Zčásti zvíře, zčásti rostlina: plž, který zvládl fotosyntézu. [cit. 13. 1. 2012]. Dostupné z: [http://www.lidovky.cz/zcasti-zvire-zcasti-rostlina-plz-ktery-zvladl-fotosyntezu-pqx-/veda.aspx?c=A100113\\_055849\\_ln\\_veda\\_lvv](http://www.lidovky.cz/zcasti-zvire-zcasti-rostlina-plz-ktery-zvladl-fotosyntezu-pqx-/veda.aspx?c=A100113_055849_ln_veda_lvv)
- Václavík V., 2010: [online]: Mezipředmětové vztahy. [cit. 7. 6. 2013]. Dostupné z: <http://kmen.uhk.cz/kmen/dvpp/MIP/mip.htm>
- Warner A. J., Myers B. E., nedatováno: [online]: What is inquiry-based instruction. [cit. 7. 5. 2013]. Dostupné z: <http://edis.ifas.ufl.edu/wc075>
- Wetzel D. R., 2008: [online]: What is scientific inquiry. [cit. 20. 5. 2013]. Dostupné z: <http://ezinearticles.com/?What-is-Scientific-Inquiry?&id=1223526>



## 8. Zdroje převzatých obrázků

### Zdroje obrázků k Tab. 2 v úloze č. 3

sinice: <http://www.gymkh.cz/student/Biologie/nemecek/Sinice/sinice%20-%20obr/>

perločka: <http://prirodopissychrov.sweb.cz/clenovci-ot.11.html>

norník rudý: <http://www.priroda.cz/lexikon.php?detail=848>

datel černý: <http://www.naturfoto.cz/datel-cerny-fotografie-3977.html>

sup africký: <http://www.naturalscenery.cz/fotobanka/586-sup-africky-0001.html>

lev africký: <http://velkekocky.mypage.cz/menu/afrika/lev-africky>

klubák: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Klub%C3%A1k\\_%C5%BElutozob%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Klub%C3%A1k_%C5%BElutozob%C3%BD)

buvol africký: <http://www.naturfoto.cz/buvol-africky-kafersky-fotografie-19809.html>

rys ostrovid: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Rys\\_ostrovid](http://cs.wikipedia.org/wiki/Rys_ostrovid)

zajíc polní: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10110363782-minuta-z-prirody/211411000150825/>

bažant obecný: <http://www.biolib.cz/cz/image/id2291/>

koroptev polní: <http://csop-namest.webnode.cz/fauna/ptaci/hnizdici-ptaci/koroptev-polni/>

tasemnice bezbranná: <http://www.symptomy.cz/nemoc/tasemnice>

## **9. Přílohy**

Příloha č. 1: Pracovní list k úloze č. 1

Příloha č. 2: Pracovní list k úloze č. 2

Příloha č. 3: Pracovní list k úloze č. 3

Příloha č. 4: Pracovní list k úloze č. 4

Příloha č. 5: Pracovní list k úloze č. 5

Příloha č. 6: Pracovní list k úloze č. 6

## 9.1 Pracovní list č. 1

### Společenství mravenců

1. Co vás zajímá o mravencích? (Zapište otázky, které vás napadají.)

2. Co z toho, co vás zajímá o mravencích, byste chtěli zkoumat? (Zapište výzkumné otázky.)

3. Zde zapište své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).

4. V učebnici, dalších knihách či na internetu vyhledejte informace, které vám pomohou mravence zařadit do systému živočichů, tj. které vám pomohou doplnit následující tabulku.

Mravence řadíme do:

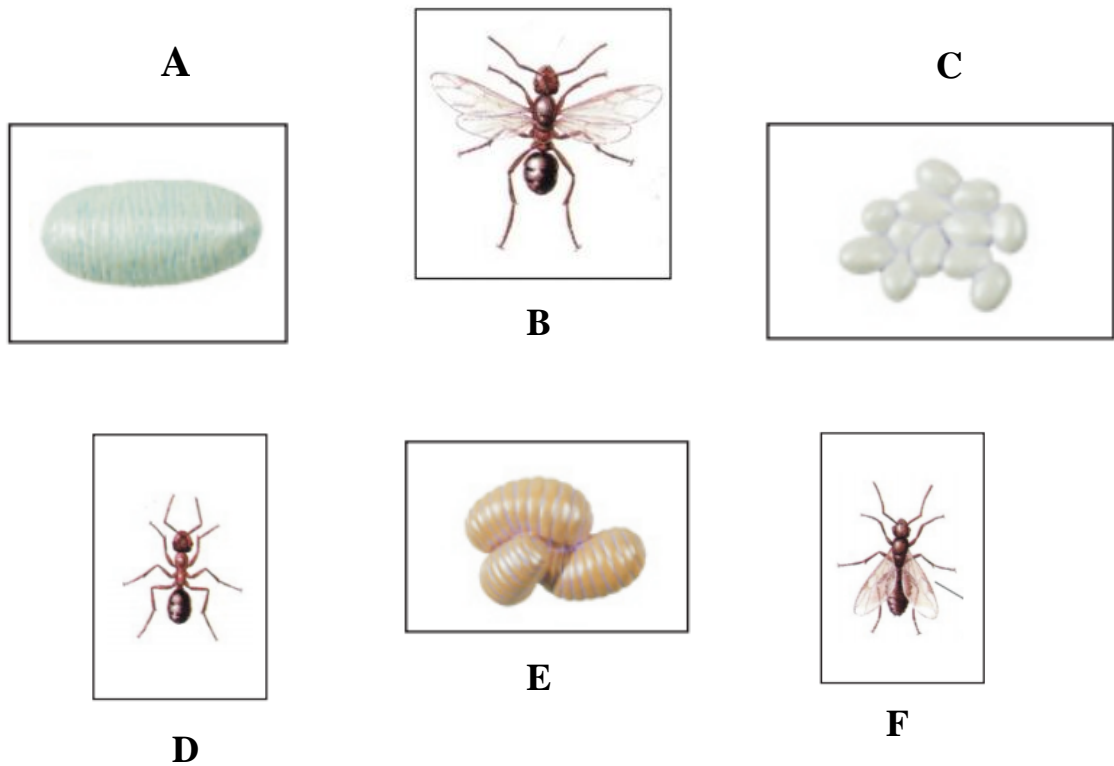
KMEN	
PODKMEN	
TŘÍDA	
PODTŘÍDA	
NADŘÁD	
ŘÁD	
PODŘÁD	
NADČELEĎ	

5. Vysvětlete pojem sociální hmyz (pokud nevíte, vyhledejte si informace).

SOCIÁLNÍ HMYZ =

6. Seřadte vývojová stádia mravenců tak, jak jdou za sebou od počátku vývoje. Jednotlivá vývojová stádia popište.

vývojové stádium						
písmeno						



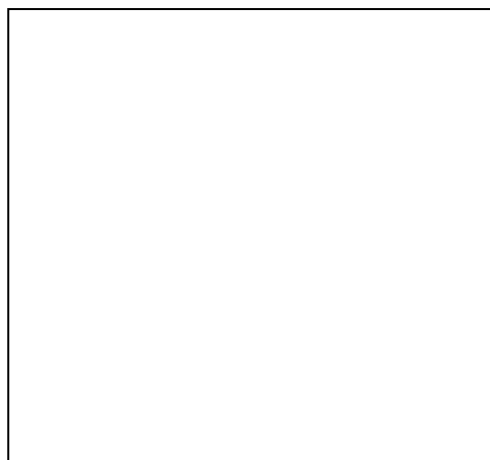
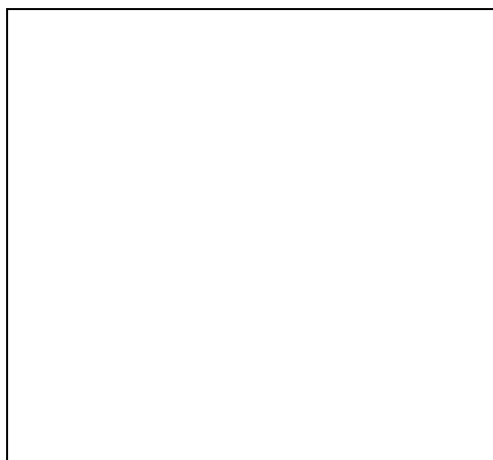
7. Co jsou to kasty? Pokud nevíte, informace si vyhledejte.

KASTY=

8. Zapište, jaké role mají jednotlivé kasty mravenců.

- 
- 
- 
- 
-

9. Zdokumentujte (nakreslete, vyfotografujte), jak vypadá mraveniště v různém biotopu. Obrázky popište. (např. vyfotografuje mraveniště v lese, jedná se tedy o biotop les)



---

---



---

---

10. Zapište, jaké přírodní podmínky musí být splněny pro správné fungování mraveniště.

- 
- 
- 
- 
- 

11. Do tabulky vyplňte otázky na to, co by se stalo, kdyby nebyly splněny vhodné přírodní podmínky pro fungování mraveniště. Na otázky, které napíšete, se pokuste jednoduše a výstižně odpovědět.

<b>OTÁZKA</b>	<b>ODPOVĚĎ</b>

12. Zdokumentujte (nakreslete, vyfotografujte), jak vypadá mraveniště poškozené živočichem. Obrázky popište.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Jakou hrozbu může pro mravence znamenat poničené mraveniště? Napište. (správnost hrozby po prodiskutování s učitelem označte ✓, nesprávnost hrozby x)

HROZBA	✓	x

14. Zapište, k čemu všemu mravenci využívají kyselinu mravenčí.

- 
- 
-



15. Dle mikroskopického preparátu či obrázku zkreslete svá pozorování. Nákresy popište (žihadlo mravence a žahavý trichom - chlup kopřivy).

Mravenec:

Kopřiva:

16. Zapište, zda se kyselina mravenčí vyskytuje také v žahavém trichomu (chlupu) kopřivy. Pokud ne, vyhledejte informaci, o jaké jiné látce se jedná.

17. Zdokumentujte (nakreslete, vyfotografujte) potravu mravenců. Obrázky popište.



\_\_\_\_\_

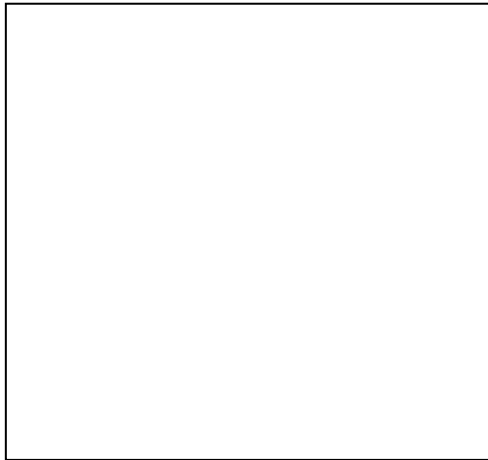
\_\_\_\_\_

18. Podle pozorování mraveniště vyplňte, jakou potravou se mravenci živí.

- 
- 
- 
- 
- 

19. Odpovězte na otázku: „Jsou mravenci potravní specialisté nebo je jejich potrava různorodá?“

20. Zdokumentujte (nakreslete, vyfotografujte) společný život mravenců a mšic. Obrázek popište.



---

21. Na základě informací nalezených v odborné literatuře či na internetu napište, jak se odborně nazývá vztah mravenců a mšic z ekologického hlediska. Tento vztah popište.

22. Jakým způsobem spolu mravenci komunikují?

23. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadly vaše tipy? Potvrdili jste je nebo vyvrátili?



## 9.2 Pracovní list č. 2

### Potravní vztahy mezi organismy

1. Co vše vás zajímá o potravních vztazích mezi organismy? (Zapište otázky, které vás napadají.)



2. Co z toho, co vás zajímá o potravních vztazích mezi organismy, byste chtěli zkoumat? (Zapište výzkumné otázky)



3. Zde запиšte své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).

4. Vysvětlete pojmy: producent, konzument, reducent (pokud nevíte, vyhledejte si informace v odborné literatuře nebo na internetu).

PRODUCENT =

KONZUMENT =

REDUCENT =

5. Do následující tabulky uveďte příklad potravního řetězce v rybníku (do kolonky „potravní úroveň“ uveďte, zda se jedná o producenty nebo konzumenty, jednotlivé úrovně popište vlastními slovy).

<b>Název živočicha</b>	<b>Potravní úroveň</b>	<b>Popis</b>

6. Do následujících kolonek doplňte rovnici fotosyntézy a rovnici rostlinného dýchání (v případě že nevíte, vyhledejte informace v učebnici, odborné literatuře nebo na internetu).

FOTOSYNTÉZA =

DÝCHÁNÍ =

## 7. Pokus – rostlinné dýchání.

Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

**Pomůcky:**

**Postup práce:**

**Dokumentace** (fotografie nebo nákres):

Na začátku pokusu	Na konci pokusu



**Zaznamenejte výsledky svého pokusu:**

8. Vysvětlete pojmy: býložravec, masožravec, všežravec (pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, odborné literatuře nebo na internetu).

BÝLOŽRAVEC =

MASOŽRAVEC =

VŠEŽRAVEC =

9. Do následující tabulky vyplňte příklad potravního řetězce, kde budou zastoupeni producenti a konzumenti – býložravec, masožravec. Do popisu uveďte, jakým způsobem jsou konzumenti závislí na producentech.

Název živočicha	Potravní úroveň	Popis

10. Jakou funkci mají reducenti v přírodě?

11. Pokus – **činnost reducentů.**

Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

**Pomůcky:**

**Postup práce:**

**Dokumentace (fotografie nebo nákres):**

<b>Na začátku pokusu</b>	<b>Na konci pokusu</b>

**Zaznamenejte výsledky svého pokusu:**

--

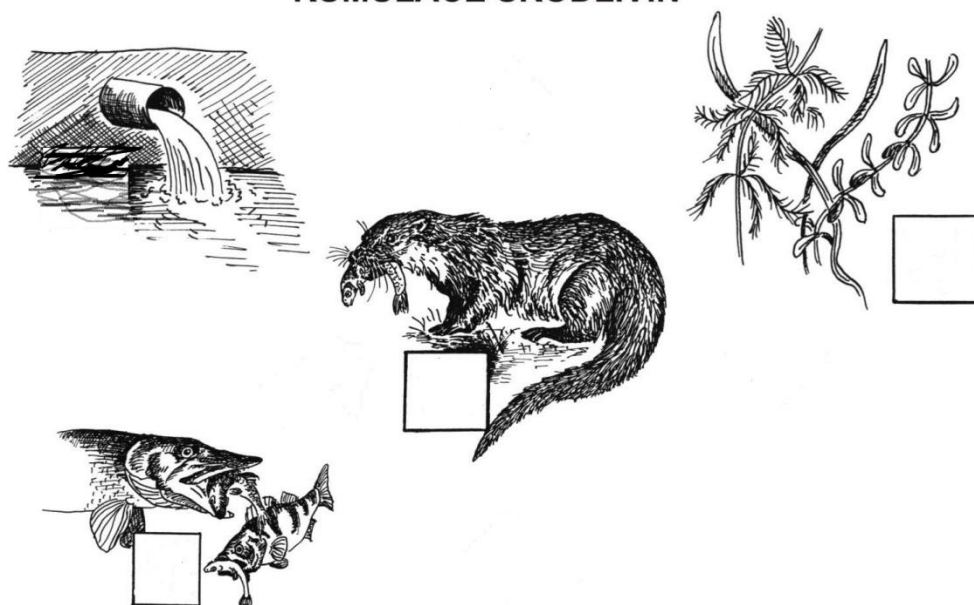
12. Vysvětlete pojem DDT (pokud nevíte, vyhledejte si informace v odborné literatuře nebo na internetu).

DDT =

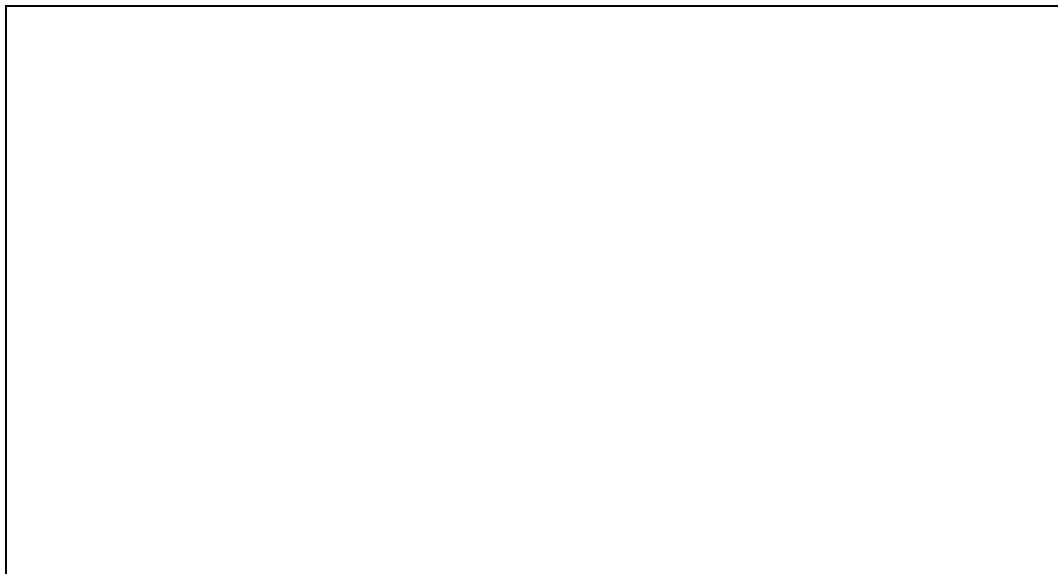
13. Vysvětlete, jak je možné, že se škodlivé látky, jako je např. DDT, se vyskytnou i v organismu, který se škodlivinami do přímého styku vůbec nepřišel?

14. Do následujícího obrázku doplňte šipky, jak vypadá potravní řetězec. Zvyšující se koncentraci škodlivých látek naznačte tečkami do čtverečků (jednou, dvěma a třemi tečkami). Voda je v našem případě zdrojem škodlivin.

### KUMULACE ŠKODLIVIN



15. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadly vaše tipy? Potvrdili jste je nebo vyvrátili?



### 9.3 Pracovní list č. 3

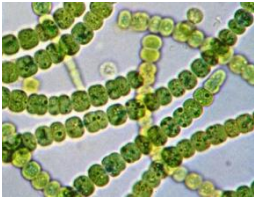







#### Mezidruhové vztahy mezi organismy







1. Co vás zajímá o mezidruhových vztazích? (Zapište otázky, které vás napadají.)

2. Zapište výzkumné otázky, které byste chtěli prozkoumat.

3. Zde zapište své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).

4. V následující tabulce popište svými slovy, jaký vztah má mezi sebou populace A a populace B. Mezidruhový vztah pomocí odborné literatury či internetu odborně pojmenujte.

Obrázek A	Popis vztahu	Obrázek B	Pojmenování vztahu odborně
<p>sinice</p> 		<p>perloočka</p> 	
<p>norník rudý</p> 		<p>datel černý</p> 	
<p>sup africký</p> 		<p>lev africký</p> 	
<p>klubák žlutozubý</p> 		<p>buvol africký</p> 	

rys ostrovid 		zajíc polní 	
bažant obecný 		koroptev polní 	
tasemnice bezbranná 		člověk 	

5. Do následující tabulky doplňte příklad konkrétní populace živočichů nebo rostlin. V dalším kroku vztah vlastními slovy popište. Následně určete, jak vypadá vzájemná interakce pro populaci A a pro populaci B. (interakce pozitivní +, negativní -, neutrální 0)

Mezidruhový vztah	Populace A	Populace B	Popis vztahu	Vzájemná interakce	
				Populace A	Populace B
parazitismus					



predace					
neutralismus					
symbióza					
mutualismus					
komenzalizmus					
konkurence					
amenzalizmus					

6. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadly vaše tipy? Potvrdili jste své domněnky nebo je vyvrátili?

## 9.4 Pracovní list č. 4

### Ekologická adaptace kukel bělásky zeleného na barevnost podkladu

1. Co vás zajímá o kuklách bělásky zeleného? (Zapište otázky, které vás napadají.)

2. Co z toho, co vás zajímá o kuklách bělásky zeleného, byste chtěli zkoumat? (Zapište výzkumné otázky.)

3. Zde zapište své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).

4. Vysvětlete pojem ekologická adaptace. Pokud neznáte anebo nevíte, co znamená, vyhledejte si potřebné informace v učebnici, odborné literatuře nebo na internetu.

EKOLOGICKÁ ADAPTACE =

5. Do následujících políček zaznamenej barvu papíru, na který jsi položil do Petriho misek housenky a počet housenek v jednotlivých miskách.

<b>VZOREK A</b> barva podkladu:  počet housenek:	<b>VZOREK B</b> barva podkladu:  počet housenek:
<b>VZOREK C</b> barva podkladu:  počet housenek:	<b>VZOREK D</b> barva podkladu:  počet housenek:

6. Do následujících políček zaznamenej výsledky svého pozorování.

<b>VZOREK A</b> barva podkladu:  počet kukel:  barva kukel:	<b>VZOREK B</b> barva podkladu:  počet kukel:  barva kukel:
<b>VZOREK C</b> barva podkladu:  počet kukel:  barva kukel:	<b>VZOREK D</b> barva podkladu:  počet kukel:  barva kukel:

7. Odlišují se barvy kukel navzájem u jednotlivých vzorků? Zapiš, zda ano nebo ne. (Např. kukla vzorku A a kukla vzorku B se od sebe barevně odlišují, zapíšeme ANO)

<b>Vzorky</b>	<b>odlišnost barev ANO x NE</b>
A x B	
A x C	
A x D	
B x C	
B x D	
C x D	

8. Při terénním pozorování zapište, zda kukly položené na barevných papírech v zelném poli jsou více nápadné pro predátory či ne v porovnání s kuklami na zelných listech.

**Kukly na zelném listě:**

**Kukly na barevných papírech:**

9. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu a šetření s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadly vaše tipy? Potvrdili jste své hypotézy anebo vyvrátili?

## 9.5 Pracovní list č. 5






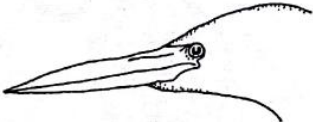

### Ekologická adaptace ptačích zobáků na různou potravu

1. Co vás zajímá o tom, jakou potravou se ptáci živí a jak ji získávají a přijímají?  
(Zapište otázky, které vás napadají.)







2. Co z toho, co vás zajímá o tom, jakou potravou se ptáci živí a jak ji získávají a přijímají, byste chtěli zkoumat. (Zapište výzkumné otázky.)

3. Zde zapište své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).


4. K následujícím tvarům ptačích zobáků přiřaďte konkrétní zástupce. Tvary zobáků u jednotlivých zástupců přiřaďte pomocí pozorování. Pokud si nebudete jisti, vyhledejte si informace v učebnici nebo odborné literatuře (atlas ptáků).





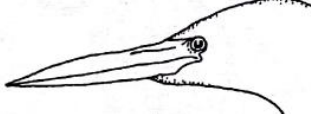




	<b>Tvar zobáku</b>	<b>Zástupce</b>
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

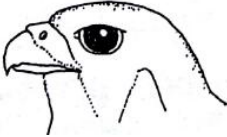




8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

5. K následujícím tvarům ptačích zobáků se pokuste nejdříve odhadnout, k jakému typu potravy anebo k jaké funkci by mohly být přizpůsobeny. Poté skutečnou funkci doplňte pomocí pozorování, učebnice anebo odborné literatury.

	<b>Tvar zobáku</b>	<b>Odhad funkce zobáku</b>	<b>Skutečná funkce zobáku</b>	<b>Správnost odhadu</b>
1.				

2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

11.				
12.				
13.				

6. Vysvětlete pojem ekologická adaptace. Pokud nevíte, vyhledejte si potřebné informace v učenci, odborné literatuře nebo na internetu.

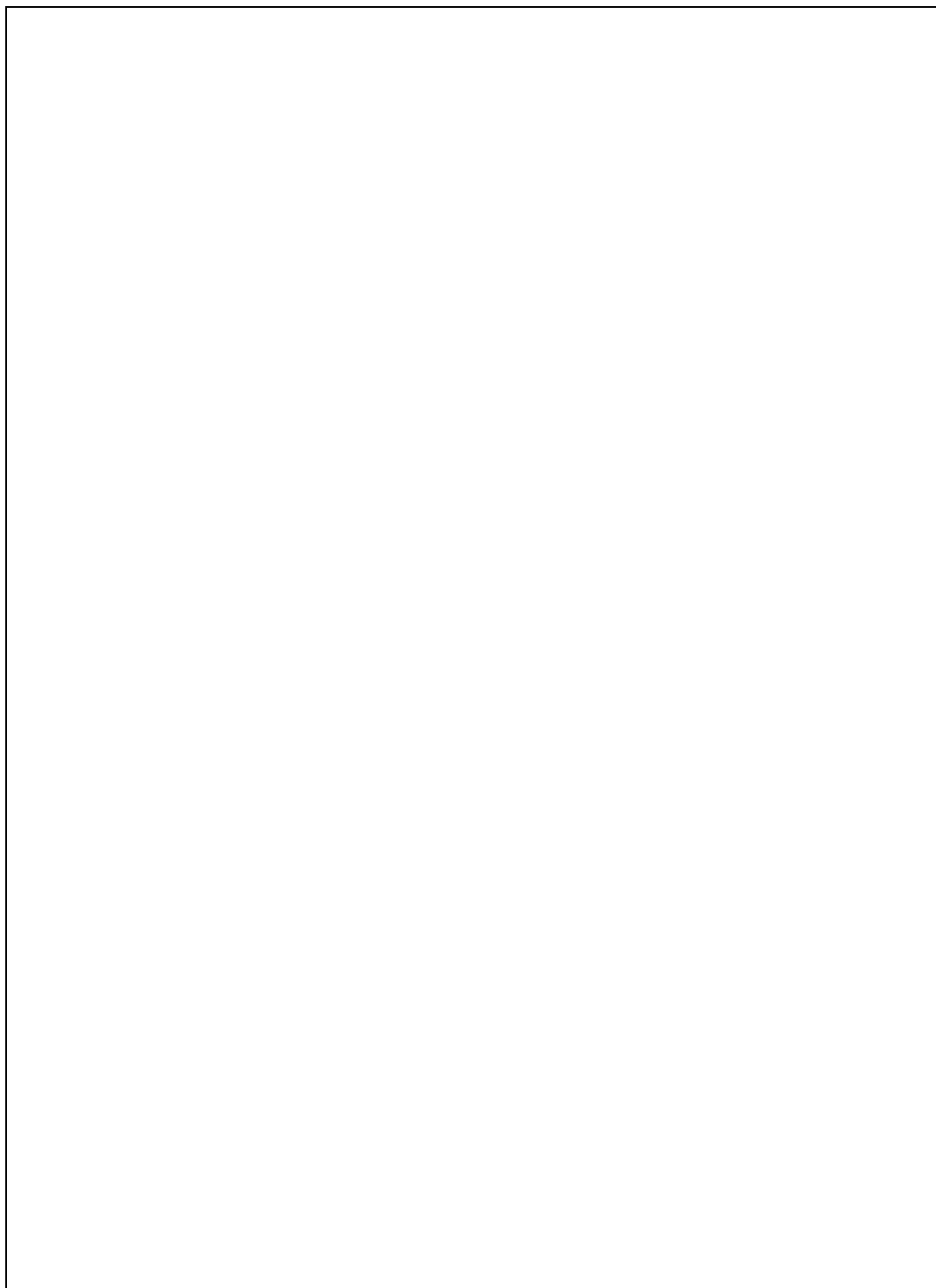
EKOLOGICKÁ ADAPTACE =

7. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu a šetření s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadli vaše tipy? Potvrdili jste své hypotézy anebo vyvrátili?

## 9.6 Pracovní list č. 6

### Oběh vody v přírodě

1. Představte si, že jste malá kapka vody, která právě padá na zem. Nakreslete krátký komiks, který bude popisovat, jak kapka vody putuje přírodou.



2. Co vás zajímá o oběhu vody v přírodě? (Zapište otázky, které vás napadají.)

3. Co z toho, co vás zajímá o oběhu vody v přírodě, byste chtěli zkoumat? (Zapište výzkumné otázky.)

4. Zde zapište své tipy na odpověď na výzkumné otázky (hypotézy).

5. Zapište, jaká znáte skupenství vody. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, dalších knihách či na internetu.

Skupenství vody		

6. Zapište skupenské přeměny vody. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, dalších knihách či na internetu.

Popis přeměny	Název děje	Příklad
kapalina → pevná látka		
pevná látka → kapalina		
plynná látka → kapalina		
kapalina → plynná látka		
pevná látka → plynná látka		
plynná látka → pevná látka		

7. Pokus – **oběh vody (rychlost vypařování).**

Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

**Pomůcky:**

**Postup práce:**

**Dokumentace** (fotografie nebo nákres):

<b>Na začátku pokusu</b>	<b>Na konci pokusu</b>

**Zaznamenejte výsledky svého pokusu:**

--

Otázky k zamyšlení:

a) Kam se voda z talíře ztratila?

b) Vypařila se voda každý den o stejný díl?

8. Pokus – **tání a mrznutí vody.**

Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

**Pomůcky:**

**Postup práce:**

**Dokumentace** (fotografie nebo nákres):

Na začátku pokusu	Na konci pokusu



**Zaznamenejte výsledky svého pokusu:**

--

9. Pokus – **kondenzace.**

Zaznamenejte pomůcky, postup práce, zdokumentujte (vyfotografujte nebo zakreslete) založený pokus a uveďte, jak pokus dopadl, tj. výsledky pokusu.

**Pomůcky:**

**Postup práce:**

**Dokumentace** (fotografie nebo nákres):

<b>Na začátku pokusu</b>	<b>Na konci pokusu</b>

**Zaznamenejte výsledky svého pokusu:**

--

10. Vysvětlete pojem „oběh vody v přírodě“. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učenci, dalších knihách či na internetu.

OBĚH VODY V PŘÍRODĚ =
-----------------------

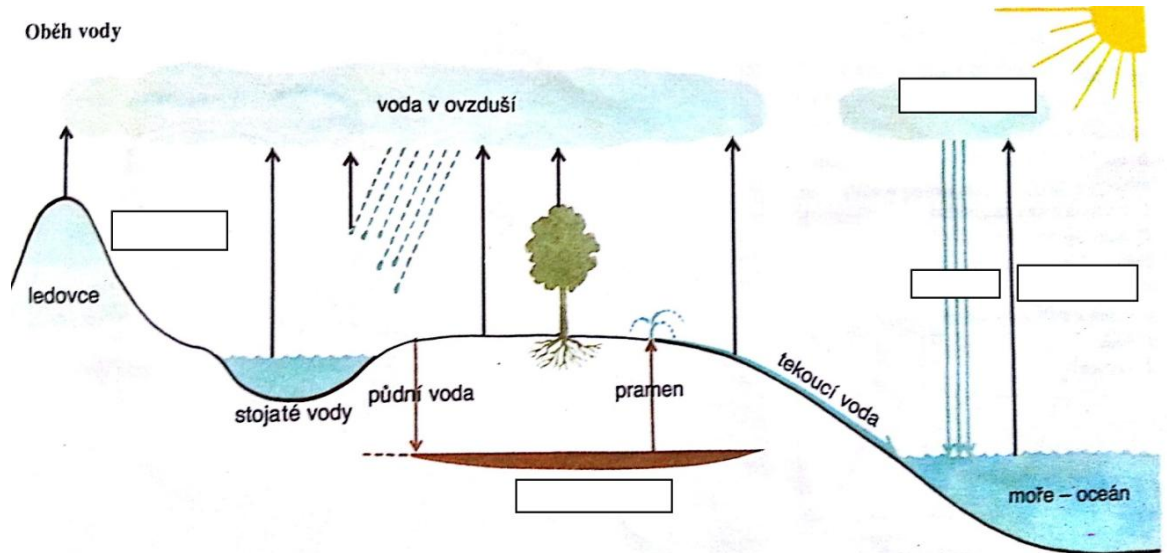
11. Seřadte do správného sledu oběh vody přírodou.

1	2	3	4	5

A	Při srážkách se voda vrací zpět na zem v podobě deště nebo sněhu.
B	Část napadané vody se vsákne do půdy a prosákne do podzemních vod.
C	Voda padá na zem v podobě deště nebo sněhu.
D	Voda se odpařuje, mění se na vodní páru a stoupá vzhůru do atmosféry.
E	Voda, která zůstala na povrchu, odtéká do vodních toků, které ji odvádějí do moří a oceánů.

12. Do schématu oběhu vody v přírodě doplňte pojmy.

POJMY: vypařování, kondenzace, srážky, tání, podzemní voda



13. Zapište, jakým způsobem může docházet ke znečišťování vody. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, jiných knihách či na internetu.

- 
- 
- 
- 
- 

14. Zapište rizika, která reálně hrozí organismům ze znečištěné vody. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, jiných knihách či na internetu.

- 
- 
- 
- 
- 

15. Voda se z hlediska povahy (využití) dělí do třech kategorií. Kategorie vypište. Pokud nevíte, vyhledejte si informace v učebnici, jiných knihách či na internetu.

<b>VODA</b>			
-------------	--	--	--

16. Pozorování pitné a užitkové vody. Do následujících tabulek vyplňte získané údaje z pozorování.

<b>Voda z kohoutku</b> (vzorek odebrán ve škole)	
<b>VZHLED</b>	Podle vzhledu je voda: bezbarvá X zbarvená
<b>POZOROVÁNÍ LUPOU</b>	Pozorování lupou: ve vodě jsme nic neviděli X viděli jsme:
<b>ČISTOTA</b>	Na bílém filtračním papíře se po přefiltrování: zachytily X nezachytily nečistoty
<b>PACH</b>	Čichem jsme zjistili, že je voda: bez zápachu X se zápachem
Taková voda je:	

<b>Voda z rybníka</b>	
<b>VZHLED</b>	Podle vzhledu je voda: bezbarvá X zbarvená
<b>POZOROVÁNÍ LUPOU</b>	Pozorování lupou: ve vodě jsme nic neviděli X viděli jsme:
<b>ČISTOTA</b>	Na bílém filtračním papíře se po přefiltrování: zachytily X nezachytily nečistoty
<b>PACH</b>	Čichem jsme zjistili, že je voda: bez zápachu X se zápachem
Taková voda je:	

17. Čím je znečišťována voda, která se používá v domácnostech?

- kuchyně –
- koupelna –
- praní prádla –
- úklid domácnosti –

18. Pokuste se zapsat, jaké jsou výhody čističky vody v obcích. Na druhé straně se pokuste nalézt, zda existují i nějaká negativa.

<b>Pozitiva</b>	<b>Negativa</b>

19. Porovnejte výsledky vašeho výzkumu s hypotézami, které jste si na začátku vytvořili. Jak dopadly vaše tipy? Potvrdili jste své domněnky nebo je vyvrátili?

--