KRITICKÁ MÍSTA KURIKULA PŘÍRODOPISU NA 2. STUPNI ZÁKLADNÍ ŠKOLY I.

Petra Vágnerová,
Michal Mergl,
Lenka Benediktová,
Jiří Kout et al.

KRITICKÁ MÍSTA KURIKULA PŘÍRODOPISU NA 2. STUPNI ZÁKLADNÍ ŠKOLY I.

Petra Vágnerová,
Michal Mergl,
Lenka Benediktová,
Jiří Kout et al.

ISBN 978-80-261-0934-1
Vydala Západočeská univerzita v Plzni 2019.

Autoři: © Petra Vágnerová, Michal Mergl, Lenka Benediktová, Jiří Kout et al.

Recenzovali: RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D., RNDr. Pavel Kučera, Ph.D.

Výzkum probíhal ve spolupráci s didaktiky na vysokých školách: Ivo Králíček (UHK), Hana Malinská (UJEP), Ivana Fellnerová (UPOL); s lektory SC: Lenka Kozlovská, Jana Plevová; s učiteli ZŠ: Anna Ascherlová, Lukáš Bartoň, Květuše Bartoňová, Miroslava Buršíková, Anna Dvorská, Jana Dvořáková, Pavlína Fléglová, Jitka Gédošová, Lukáš Hlaváček, Marek Chaloupka, Michala Jandíková, Filip Kolbábek, Vendula Kořínková, Eva Kottová, Romana Kožíšková, Petr Krňák, Veronika Krumhanzlová, Hana Kubíková Jitka Marečková, Richard Matiašek, Lenka Roubalová, Pavla Sedlářová, Simona Svobodová, Martina Šimáňová, Petra Šindelářová, Petra Tintschlová, Lucie Tvrdková, Věra Vodnárková.

Autoři děkují všem do projektu zapojeným učitelům za aktivní spolupráci na projektu a poskytnutí výsledků nebytných pro stanovení kritických míst a jejich vyhodnocení. Děkují oběma recenzentům za podnětné připomínky k rukopisu. Autoři dále děkují vedení FPE a ZČU za technickou a administrativní podporu projektu. Výzkum proběhl s podporou projektu ESF Didaktika – Člověk a příroda A (CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665) a je jedním z výstupů projektu.

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Didaktika - Člověk a příroda A

CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665

| Obsah

1 | Úvod 5
1.1 | Základní pojmy výzkumu kritických míst 5
1.2 | Cíle výzkumu 6

2 | Metodika výzkumu 7
2.1 | Identifikace ktitických míst 7
2.2 | Tvorba modulů 9
2.3 | Ověřování modulů 9

3 | Výsledky 11
3.1 | Výsledky analýzy kurikulárních dokumentů 11
3.2 | Výsledky kódování 11
3.3 | Výsledky analýzy polostrukturovaných rozhovorů 11
3.4 | Výsledky focus groups 14
3.5 | Kritická místa a jejich popis 14
3.6 | Příčiny vzniku kritických míst 16
3.7 | Moduly ke kritickým místům 17
3.8 | Výsledky ověření modulů 18

4 | Moduly pro řešení kritických míst kurikula 29
4.1 | Vznik a vývoj života 29
4.2 | Modul Fotosyntéza 34
4.3 | Modul Buňka 36
4.4 | Modul Mikroorganismy 41
4.5 | Modul Zoologie bezobratlých 46

5 | Kritická a dynamická místa kurikula ve science centrech 63
5.1 | Práce s kritickými místy kurikula ve SC Svět Techniky Ostrava 63
5.2 | Práce s kritickými a dynamickými místy kurikula biologie ve SC iQLANDIA Liberec 63

6 | Závěry 69

| Literatura 72
| Summary 75
| Rejstřík 76

| Přílohy 79

1 | Úvod

Monografie přináší ucelený přehled o výzkumu kritických míst ve výuce přírodopisu na základních školách, o jeho teoretických východiscích, metodice, výsledcích a závěrech. Výzkum byl realizován v letech 2017 až 2019 v rámci projektu Didaktika – Člověk a příroda A (CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000665). Kromě přírodopisu byla zkoumána také kritická místa fyziky, chemie a geografie.

Pro potřeby projektu byl vytvořen metodický postup, který byl v základních rysech společný pro všechny obory a jsou mu věnována monotematická čísla časopisu Arnica (1/2018 a 1/2019). Na tyto publikace nyní navazuje tato monografie, která navíc přináší kompletní výsledky a závěry výzkumu.

Monografii tvoří úvodní kapitoly věnované základní terminologii a formulaci cílů výzkumu. Následuje metodika s podrobným popisem jednotlivých fází výzkumu a použitých metod. Kapitola Výsledky pak obsahuje výsledky jednotlivých fází výzkumu a jejich rozbor. Součástí je také kapitola Moduly ke kritickým místům, která obsahuje kompletní znění modulů, které byly připraveny pro překonávání kritických míst přírodopisu v 6. ročníku ZŠ, a které byly ověřovány učiteli v procesu akčního výzkumu.

1.1 | Základní pojmy výzkumu kritických míst

Pro potřeby výzkumu kritických míst přírodopisu byla definována řada pojmů, které se staly součástí společné terminologie celého projektu. Pojetí a definici jednotlivých pojmů se podrobně věnovali Mentlík *et al.* (2018).

V centru stojí pojem kritické místo kurikula. Je to pojem, který nacházíme v pracích zaměřených na výzkum problémových míst ve výuce matematiky (Rendl *et al.* 2013, Rendl & Vondrová 2014). Kritická místa jsou zde chápána jako oblasti učiva, kde žáci často selhávají nebo je nezvládají v dostatečné míře. Důvodem jejich stanovení je možnost určit jejich příčinu a navrhnout možnosti jejich řešení. Objektem výzkumu bylo proto jak učivo, tak i metody, které učitelé ve výuce používají.

Kurikulum chápeme jako soubor veškerých poznatků z oboru, které si má žák osvojit včetně zkušeností získaných v procesu osvojování těchto poznatků (Mentlík *et al.* 2018). Kromě pojmu kritické místo je proto vhodné soustředit se také na definování klíčových míst kurikula. To jsou taková místa daného oboru, která jsou naprosto základní z hlediska dalšího studia oboru (Mentlík *et al.* 2018). Mají zároveň význam pro interdisciplinární přesahy a je na ně navazováno v dalších oborech. Klíčová místa jsou zakotvena v klíčových konceptech, což jsou nejobecnější složky či principy oboru (Mentlík *et al.* 2018). Pokud se klíčová místa ukáží zároveň jako místa kritická, lze očekávat potíže i v dalších místech, tj. v hierarchicky nižších nebo spadajících do příbuzných oborů. Ve výuce přírodopisu v České republice se s pojmem klíčových konceptů zatím nepracuje, nicméně v zahraničí je tento způsob formulace principiálně důležitých míst kurikula a těch nejobecnějších principů oboru běžnější (Demuth *et al.* 2005, Lichtner 2007, 2010, 2012). Velmi podobným způsobem jsou také formulovány klíčové koncepty v kurikulu Nového Zélandu (Anonymus 2017), srovnání lze provést také s kurikulárním dokumentem USA A Framework for K-12 Science Education (National Research Council 2012), analogickým k českému rámcovému vzdělávacímu programu. V následující tabulce (tab. 1) jsou zmíněné klíčové koncepty

Česká republika	**Německo**	**USA**	**Nový Zéland**
Hierarchické uspořádání živých organismů	Struktura a funkce, Uspořádanost a členitost	Od molekul k organismům, Struktury a procesy	
Metabolismus, přeměna látek a energií	Přeměna látek a energií	Struktury a procesy	Společný soubor základních životních procesů
Rozmnožování a dědičnost	Historie a příbuznost	Dědičnost: dědictví a změny vlastností mezi generacemi	Dědičnost a rozmnožování
Autoregulace a dráždivost	Řízení a regulace		
Interakce, výměna informací	Informace a komunikace	Ekosystémy: interakce, energie, dynamika	Interakce živých organismů
Evoluce - vznik, zánik a proměny druhů	Variabilita a přizpůsobivost	Biologická evoluce: Jednota a rozmanitost	Vznik, zánik a proměny druhů

Tab. 1. Různá pojetí klíčových konceptů

uspořádány tak, jak si navzájem odpovídají svými obsahy, i když konkrétní formulace se liší. Pro Českou republiku byla použita formulace společných vlastností živých organismů (Kubišta 1998), protože přístup z hlediska klíčových konceptů u nás není používán.

Český Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV 2016) s klíčovými koncepty nepracuje a obsah kurikula vymezuje tradičním způsobem vyjmenováním tematických celků (obecná biologie, biologie hub, zoologie atd.) (MŠMT 2016). Na rozdíl od konceptů nebere tento přístup v úvahu ani ontodidaktický, ani psychodidaktický charakter obsahu. Protože kurikulum biologie má hierarchický charakter, srovnáním se zahraničními zdroji jsme zjistili, že některá kurikula jsou organizována hierarchicky přes klíčová místa až ke klíčovým konceptům oboru. U nás tento přístup není zatím používán, což může být dalším významným kritickým prvkem.

Kromě klíčových míst si v kurikulu můžeme všímat také tzv. dynamických míst. Dynamickým místem kurikula chápeme takové místo nebo oblast kurikula, kde dochází k intenzivnímu vývoji ve vědeckém výzkumu, objevují se zde nová fakta a nové skutečnosti, které přináší zásadní či alespoň výrazné změny v daném oboru. V biologii se jedná především o výzkumy v molekulární biologii a genetice, které zároveň zasahují do mnoha dalších oblastí biologie. Metody molekulární biologie jsou využívány ve výzkumu příbuzenských a vývojových vztahů všech skupin organismů a mění jejich systematické uspořádání. Přináší také nové informace do teorií o vzniku života na Zemi.

1.2 | Cíle výzkumu

Definovány byly čtyři hlavní cíle výzkumu:

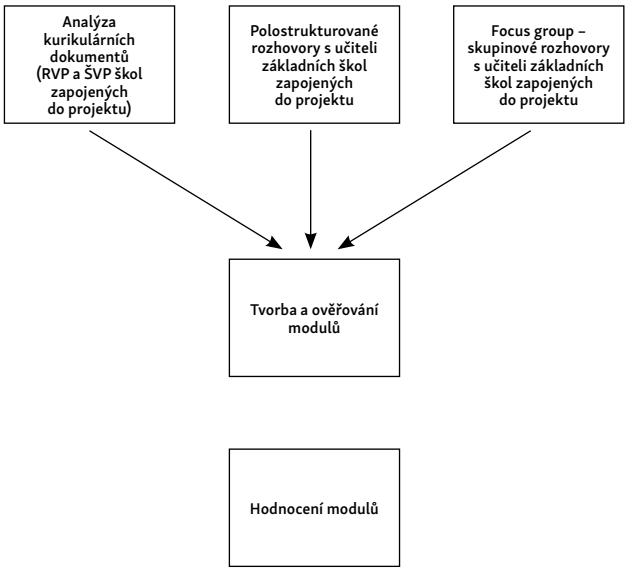
- identifikovat kritická místa (KM) přírodopisu a jejich příčiny ve výuce přírodopisu v 6. ročníku základní školy,
- vytvořit výukové moduly vypracované k řešení KM a ověřit je prostřednictvím akčního výzkumu na základních školách,
- prezentovat výsledky ověření modulů a navrhnout úpravy modulů
- identifikovat dynamická místa (DM) a prezentovat návrh jejich řešení.

2 | Metodika výzkumu

2.1 | Identifikace kritických míst

2. 1. 1 | Analýza kurikulárních dokumentů

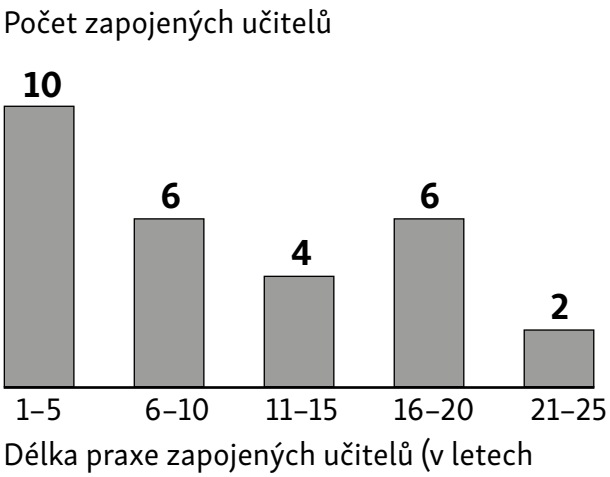
Úvodní část výzkumu byla věnována analýze kurikulárních dokumentů, a to RVP pro základní vzdělávání a ŠVP zapojených škol. Analyzovány byly vzdělávací oblasti RVP především z hlediska obsahu učiva. Další pozornost byla věnována ŠVP zapojených škol z hlediska zařazení jednotlivých tematických celků do 6. ročníku. Po analýze ŠVP spolupracujících škol byl získán přehled témat, která jsou nejčastěji probírána v šestém ročníku základní školy.



Obr. 1. Schéma metodiky výzkumu.

2.1.2 | Polostrukturované rozhovory | Výzkumný vzorek učitelů

V rámci výzkumu bylo uskutečněno 28 rozhovorů s učiteli, kteří ve školním roce 2017/2018 vyučovali přírodopis v 6. ročníku základní školy. Protože se projekt Didaktika – Člověk a příroda A zabývá kritickými místy kurikula právě v 6. ročníku, nebylo zjišťováno, v jakém rozsahu učí zapojení učitelé vyšší ročníky, ale dá se předpokládat, že učí napříč celým druhým stupněm základní školy, případně v odpovídajících ročnících víceletého gymnázia. Zapojení učitelé (23 žen a 5 mužů) pocházejí z různých míst České republiky, především z Plzně, Ústí nad Labem, Hradce Králové, Olomouce a dále z menších měst a obcí v jejich okolí. Praxe zapojených učitelů se pohybuje mezi jedním rokem až 25 lety (obr. 2). Většina učitelů učí na základních školách, pouze tři zapojení učitelé vyučují na víceletých gymnáziích. Při dotazu na časovou dotaci přírodopisu se většina zúčastněných shodla na dvou hodinách týdně.



Obr. 2. Délka praxe zapojených učitelů (n = 28).

| Metodika rozhovorů

Polostrukturovaný rozhovor je jedním z typů hloubkového rozhovoru, což je nestandardizované dotazování, které výzkumník provádí v jednu chvíli vždy pouze s jedním respondentem, v našem případě s učitelem (Kvale 1996, Švaříček & Šeďová 2014). Rozhovor probíhá pomocí otevřených otázek, jejichž cílem je získat subjektivní názory učitelů a zachytit jejich přirozené výpovědi, myšlenky a pohled na věc. Učitelé nejsou ve svých odpovědích nijak omezováni, naopak tazatel může pokládat další upřesňující otázky.

Pro vedení polostrukturovaných rozhovorů s učiteli byla dle metodiky Švaříčka & Šeďové (2014) stanovena základní výzkumná otázka (ZVO), která byla dále rozčleněna na specifické výzkumné otázky (SVO). Ke každé SVO byly vytvořeny tazatelské otázky (TO), tedy otázky, které byly již přímo kladeny jednotlivým učitelům (tab. 2).

Předtím, než byly kladeny vlastní tazatelské otázky, proběhla úvodní část rozhovoru, ten byl následně uzavřen ukončovací částí. V úvodní a ukončovací části rozhovoru byly shodně připraveny čtyři otázky. Úvodní otázky zjišťovaly základní informace o učiteli (kolik let učí, kolik let učí přírodopis pro 6. ročník, kolik obvykle učí tříd 6. ročníku a jakou má hodinovou dotaci pro přírodopis v 6. ročníku). Ukončovací otázky zjišťovaly, co by tázaný učitel zařadil do návodu pro začínajícího učitele, pokud by ho měl možnost vytvářet (doporučené metody, možné překážky, motivační návody apod.), dále co tázaný učitel považuje za nejdůležitější z toho, co v rozhovoru zaznělo, a nakonec mohl učitel doplnit cokoli, co ho ještě napadlo nebo se mohl zeptat na to, co ho zajímá.

U většiny TO odpovídali učitelé bez podkladových materiálů, podle svých zkušeností, pouze u SVO1/TO1, TO2 (tab. 2) měli učitelé nejprve uvést témata 6. ročníku,

Základní výzkumná otázka (ZVO)	Specifické výzkumné otázky (SVO)	Tazatelské otázky (TO)
ZVO: Kde a v čem vidí učitelé kritická místa výuky na své straně a na straně žáků a jak je řeší?	SVO 1: Která témata přírodopisu jsou vyučována v 6. ročníku?	TO 1: Které tematické celky učíte v přírodopisu pro 6. ročník? Zkuste vyjmenovat všechny, na které si vzpomenete.
		TO 2: S pomocí seznamu vytipovaných témat zkuste svůj výčet doplnit.
	SVO 2: V čem vidí učitel svá slabá či problematická místa (kritická místa) ve výuce přírodopisu pro 6. ročník?	TO 3: Se kterými místy nebo tématy ve výuce přírodopisu pro 6. ročník máte vy osobně problém a špatně se vám učí? Odhlédněte od toho, s čím mají problém žáci.
		TO 4: Proč jsou pro vás tato témata problematická?
		TO 5: Jakým způsobem své obtíže překonáváte? Jak se na takové problematické téma připravujete?
	SVO 3: Jaká kritická místa a problémy s učivem pozoruje učitel u svých žáků?	TO 6: Pozorujete u svých žáků (přírodopisu pro 6. ročník) místa či témata, která jim dělají potíže, špatně se jim učí nebo v nich dělají často chyby? Pokud ano, uveďte příklady.
		TO 7: Které signály vás upozorní, že žáci určité učivo nechápou nebo mají problém si ho zapamatovat?
	SVO 4: Jakým způsobem učitel překonává a řeší kritická místa u žáků?	TO 8: Zkuste formulovat příčiny vzniku takových problematických míst u žáků.
		TO 9: Jakým způsobem na tato místa či témata reagují žáci a jak je překonávají?
		TO 10: Jakým způsobem vy pomáháte žákům tato problematická místa překonávat?
		TO 11: Které vyučovací metody při překonávání problematických míst používáte?
	SVO 5: Která témata by učitel zařadil do jiných ročníků, zcela vyřadil nebo nově zavedl?	TO 12: Která témata probíraná v 6. ročníku byste zařadil do vyšších ročníků?
		TO 13: Která témata probíraná v 6. ročníku byste vypustil nebo zredukoval?
		TO 14: Která témata byste nově zařadil do učiva v 6. ročníku?
		TO 15: Kdybyste měl vymyslet sám program (náplň, tematický plán) pro váš předmět v šesté třídě, jak by vypadal? V čem byste udělal změny oproti stávajícímu?
	SVO 6: Na jaké úrovni jsou znalosti přírodopisu žáků na začátku 6. ročníku, tedy při příchodu z 1. stupně ZŠ?	TO 16: Jak jsou žáci přecházející z 1. na 2. stupeň vybaveni znalostmi přírodovědných témat?
		TO 17: Které znalosti z 1. stupně ZŠ u žáků 6. ročníku postrádáte, protože jsou potřebné pro pochopení učiva 6. ročníku?

Tab. 2. Výzkumné otázky v polostrukturovaném rozhovoru.

která v tomto ročníku vyučují, a následně jim byl předložen seznam témat, který vznikl na základě analýzy ŠVP zúčastněných škol a učebnic. Z tohoto seznamu pak učitelé opětovně vybírali témata, která považovali za kritická. Byly tak zachovány co nejobjektivnější podmínky výběru kritických míst, aby nedošlo k opomenutí některých témat (například z důvodu nervozity během rozhovoru apod.).

Samotná realizace rozhovorů probíhala nejčastěji na školách, kde dotazovaní učitelé působí, tedy ve známém prostředí. Výzkum byl organizován v rámci společenství praxe v projektu Didaktika – Člověk a příroda A (Vočadlová & Mentlík 2018). Šetření probíhalo na čtyřech univerzitách – ZČU, UJEP, UHK a UPOL. Výzkumníkem byl zvolen vždy ten člen týmu, který odpovídal za učitele spadající pod jednu ze čtyř univerzit, které na projektu participují. Rozhovory byly zaznamenány na diktafon a dále přeneseny do počítače. Přestože výzkumný tým zprvu počítal s tím, že se přepis rozhovorů uskuteční pomocí softwaru Newton Dictate, nestalo se tak. Přepis se ukázal jako velmi nekvalitní. Výzkumný tým tedy doslovně přepsal nahrávky ručně do aplikace MS Word. Přepsané nahrávky byly dále kódovány v aplikaci Atlas.ti.

2.1.3 | Kódování a vyhodnocování rozhovorů

V aplikaci Atlas.ti bylo postupně zakódováno 28 rozhovorů. Každý přepsaný rozhovor prošel procesem vyhledávání informací, které byly obsažené ve výpovědích jednotlivých učitelů. Určitou strukturu těmto výpovědím dodaly otázky kladené v rozhovoru, další struktura vznikala tím, že informace bylo podle významu možné sdružovat do skupin kódů. Vznikl tak hierarchický systém kategorií, do kterých byly jednotlivé kódy řazeny. Podle Hendla (2016) je důležité v podobě kategorií vytvořit deskriptivní systém, který je abstraktnější než zkoumaný materiál, a navrhované kategorie pak představují zobecnění, která vycházejí z úrovně konkrétních věcných vztahů.

V rámci analýzy rozhovorů bylo použito 231 kódových slov nebo slovních spojení, která byla slučována v tematicky zaměřených kategoriích. Tyto skupiny byly dále sdružovány do nadřazených kategorií podle společného zaměření, např. kritická místa z pohledu učitele, kritická místa z pohledu žáka, přechod mezi 1. a 2. stupněm či úpravy ŠVP. Takto bylo vytvořeno a analyzováno 19 skupin kódů.

2.1.4 | Focus group

Rozhovory v ohniskových skupinách (focus group) jsou výzkumnou metodou, která umožňuje získávat data za využití skupinových interakcí mezi jednotlivými účastníky rozhovoru (Morgan 2001, Švaříček & Šeďová 2014). Diskuze probíhá v menším počtu učitelů (do 12 osob). Diskuzi řídí moderátor, který dbá o to, aby účastníci neodbíhali od tématu a aby byly získány požadované informace. Dále je doporučena přítomnost pomocného moderátora a tichého pozorovatele (Švaříček & Šeďová 2014).

Tyto rozhovory následovaly po zpracování a vyhodnocení polostrukturovaných rozhovorů. Během kódování rozhovorů vyšla najevo kritická místa, jejich příčiny a možná řešení. V rozhovorech focus group se učitelé vyjadřovali ke zjištěným kritickým místům, rozebírali jejich možné příčiny a vhodná řešení. Často zmiňovali příklady problémových situací při výuce určitých témat, a jakým způsobem se s nimi vypořádávají.

2.1.5 | Stanovení příčin kritičnosti

Identifikovaná kritická místa byla analyzována z několika hledisek, a to z hlediska obsahu a rozsahu učiva (hledisko ontodidaktické) a dále z hlediska věku a mentální úrovně žáků 6. ročníků (hledisko psychodidaktické). Důležité informace a podněty poskytli také samotní učitelé v polostrukturovaných i skupinových (focus group) rozhovorech, kdy se sami zamýšleli nad tím, proč jsou některá místa kurikula pro žáky kritická.

2.2 | Tvorba modulů

Na základě zjištěných kritických míst v kurikulu přírodopisu pro 6. ročník ZŠ byly následně navrženy moduly pro překonávání jednotlivých kritických míst. Byly hledány metody, které by co efektivněji vedly k tomu, aby žáci problematické místo co nejlépe zvládli na potřebné úrovni, aby na něj bylo možné navazovat dalšími tématy.

Tvorba modulů probíhala v období od února do srpna 2018. Jako první byl vytvořen modul **Zoologie bezobratlých**, následovaly moduly **Vznik života**, **Fotosyntéza**, **Buňka** a **Mikroorganismy**.

2.3 | Ověřování modulů

Po vytvoření jednotlivých modulů následovalo jejich ověřování v praxi učiteli zapojenými do projektu. Pro každý modul byl vytvořen dotazník pro reflexi. Dotazníky byly téměř stejné pro všechny moduly, avšak v závěru se lišily několika otázkami specifickými pro daný modul.

Dotazníky reflexe učitelé vyplňovali po každém použití vybrané aktivity z konkrétního modulu. Následně je odesílali elektronicky didaktikovi (člen výzkumného týmu) ke zpracování. Výsledky jednotlivých reflexí byly vyhodnoceny a jsou uvedeny v kapitole 4.3 Výsledky ověření modulů.

Jednotlivé moduly byly ověřovány od března 2018 do června 2019. Učitelé volili aktivity z jednotlivých modulů a zařazovali je do své výuky, která probíhala dle ŠVP zúčastněných škol. Ověřování se zúčastnilo 18 učitelů, kteří poskytli 69 reflexí k jednotlivým úlohám a aktivitám v modulech.

Příklad dotazníku k modulu Fotosyntéza:

Dotazník učitelova hodnocení výuky

Jméno a příjmení hodnotícího:
Název hodnoceného modulu: **Fotosyntéza**
Název hodnocené aktivity:

Prosíme o Váš kvalifikovaný odhad[1] kvality výuky podle nově navrhovaného modulu v porovnání s Vaší dosavadní výukou. Vyberte jednu z možností míry souhlasu/nesouhlasu s níže uvedenými výroky (číslo 1–5 nebo N napište za výrok):

Výrazně souhlasím	Spíše souhlasím	Nevnímám rozdíl	Spíše nesouhlasím	Výrazně nesouhlasím	Nedokážu posoudit
5	4	3	2	1	N

1. Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.
2. Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.
3. Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.
4. Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.
5. Výuka u žáků lépe rozvíjela klíčové kompetence.
6. Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).
7. Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.
8. Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).
9. Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.
10. Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.
11. Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.
12. Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.
13. Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.
14. Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.
15. Výuka mne více zaujala.
16. Výuka žákům pomohla se lépe pochopit princip fotosyntézy.
17. Výuka umožnila žákům lépe si zapamatovat, které živiny rostlina potřebuje, a co naopak produkuje v rámci fotosyntézy.
18. Výuka žákům usnadnila pochopení významu fotosyntézy pro život na Zemi.
19. Pokud máte ještě další postřehy či připomínky, napište je, prosím, sem:

1 Kvalifikovaný odhad se opírá o osobní náhled a zkušenost; v tomto případě porovnáváte souhrn Vaší zkušenosti z dosavadní běžné výuky se zkušeností z nově odzkoušené výuky podle modulu.

3 | Výsledky

3.1 | Výsledky analýzy kurikulárních dokumentů

Po analýze ŠVP spolupracujících škol byl získán přehled témat, která jsou na těchto školách probírána v šestém ročníku základní školy.

- planeta Země;
- vznik života na Zemi, projevy a podmínky života;
- vztahy mezi organismy;
- zkoumání přírody (mikroskop);
- buňka (rostlinná, živočišná, stavba);
- jednobuněčné a mnohobuněčné organismy;
- viry, bakterie;
- sinice, houby, lišejníky, řasy;
- prvoci;
- bezobratlí;
- společenstva organismů, ekosystémy.

Průzkum dalších ŠVP základních škol v České republice ukázal, že tento model je opravdu velmi častý, i když není jediný. Některé základní školy učí tzv. ekologický přírodopis nebo mají učivo řazeno zcela jinak a začínají například savci.

Tomuto schématu, které považujeme za většinové, také odpovídají učebnice, které byly také analyzovány z hlediska témat zařazených do učiva 6. ročníku ZŠ.

3.2 | Výsledky kódování

V rámci kódování polostrukturovaných rozhovorů bylo použito 231 kódových slov nebo slovních spojení, které byly sdruženy do 19 skupin (kategorií). Struktura odráží témata otázek pokládaných v rozhovorech. Tabulka 3 ukazuje vytvořené skupiny kódů a počet jednotlivých kódů, které byly v jednotlivých skupinách zjištěny.

Nejvyšší počty kódů obsahují skupiny kódů odpovídající dotazům na konkrétní kritická místa v učivu u učitelů a žáků, absolutně nejvyššího počtu kódů však dosáhla skupina sdružující kódy zachycující odpovědi na otázku, jaké didaktické metody a prostředky by dotazovaný učitel doporučoval začínajícím učitelům. Kódy zachycují informace o kritických místech učitele (KMU), žáka (KMŽ), dále sdělení vyplývají z odpovědí na TO12 až TO17 a na závěrečnou otázku, co tázaný učitel považuje za nejdůležitější z toho, co v rozhovoru zaznělo. Struktura kódů logicky sleduje strukturu rozhovoru a jednotlivé specifické a tazatelské otázky.

Skupiny kódů	Počet kódů ve skupině
KMU – kritická místa učitele	17
KMU – příčiny vzniku	12
KMU – řešení	16
KMU – vyučovací metody	12
KMŽ – kritická místa žáků	17
KMŽ – příčiny	14
KMŽ – pomoc učitele	11
KMŽ – signály od žáků	9
KMŽ – východiska, řešení	6
Zařazení témat do vyšších ročníků	6
Témata k redukci	6
Zařazení nových témat do 6. ročníku	6
Návrh vlastního ŠVP	18
Znalosti z 1. stupně	6
Znalosti, které chybějí	14
Problémy mimo učivo	3
Doporučení začínajícím učitelům	8
Pomoc začínajícímu učiteli	25
Nejdůležitější v rozhovoru	14

Tab. 3. Skupiny kódů a počty kódů ve skupinách.

3.3 | Výsledky analýzy polostrukturovaných rozhovorů

Základní výzkumná otázka rozhovoru zněla: Kde a v čem vidí učitelé kritická místa výuky na své straně a na straně žáků a jak je řeší? Tato otázka byla dále rozdělena na 6 specifických výzkumných otázek, které obsahovaly 2 až 4 konkrétní tazatelské otázky (tab. 2). Dále je v textu proveden rozbor podle specifických výzkumných otázek (SVO).

| SVO 1: Která témata přírodopisu jsou vyučována v 6. ročníku?

Zde se učitelé shodovali s výsledky analýzy ŠVP (Vágnerová *et al.* 2018), pouze jedna učitelka uvedla, že vyučují podle jiného schématu (ekologický přírodopis podle Kvasničkové *et al.* 2005).

Výčet témat, která jsou vyučována v 6. ročníku základní školy, zahrnuje tematické celky uvedené v tabulce (tab. 4), kde jsou zároveň vyznačené celky obsahující kritická místa, která byla vydefinována po vyhodnocení polostrukturovaných rozhovorů a focus groups.

Úvod do předmětu	
Stavba Země a přírodní podmínky na Zemi	
Vznik života na Zemi	Vznik života
Anorganické a organické látky, fotosyntéza	Fotosyntéza
Podmínky života na Zemi	
Rozmanitost života na Zemi	
Základní projevy živých organizmů	
Potravní vztahy organizmů	
Pozorování přírody	
Buňka – typy, jednobuněčnost a mnohobuněčnost	Buňka a její funkce
Názvy a systém organizmů	
Viry	
Bakterie	Mikroorganismy
Sinice	Mikroorganismy
Řasy	Mikroorganismy
Houby a lišejníky	Mikroorganismy
Prvoci	Mikroorganismy
Bezobratlí živočichové	Systematika bezobratlých
Společenstva, ekosystémy	
Ochrana přírody	

Tab. 4. Tematické celky v 6. ročníku ZŠ a z nich vydefinovaná kritická místa (negativní styl).

Kritická místa učitelů	Počet odpovědí
Vznik a vývoj života	10
Buňka a její funkce	9
Mikroorganismy	7
Fotosyntéza	4
Systematika bezobratlých	5

Tab. 5. Kritická místa učitelů.

SVO 2: V čem vidí učitel svá slabá či problematická místa (kritická místa) ve výuce přírodopisu pro 6. ročník?

Druhá specifická otázka již řešila kritická místa kurikula, a to z pohledu učitele. Učitelé uváděli nejčastěji témata uvedená v tabulce 5.

Příčiny kritičnosti zjištěných míst, přestože měly být charakterizovány z jejich pohledu, učitelé většinou vztahovali k obtížnosti pro žáky. Jak je patrné z tabulky 3, kritická místa z pohledu žáků i učitelů se téměř shodovala. Celkem 18 učitelů uvedlo jako jednu z příčin, že je pro ně určité místo kritické, problém s přiblížením učiva žákům nebo jeho uchopením. V menší míře (5 učitelů) byl zmiňován vysoký počet pojmů a cizích slov, v případě čtyř učitelů zaznělo, že si nejsou v tématech jistí, musí si je dostudovat a pečlivě se na ně připravit.

Dále bylo v rámci SVO2 zjišťováno, jak se učitelé na překonání problematických míst připravují. Mezi strategie, které učitelé používají pro snadnější překonání uvedených kritických míst v kurikulu, patří moderní technologie a multimédia, kdy se jedná především o vyhledání doplňujících materiálů do hodin (obrázky, videa či digitální učební materiály). Učitelé také využívají internet pro své dovzdělávání, nejsou-li si v probírané problematice jisti, a při vyhledávání aktuálních informací či novinek. Jako nutnost se ukázala pečlivá příprava na hodinu, do které bývá často zařazeno i mnoho zajímavostí, aby bylo učivo pro žáky přijatelnější. V odpovědích se hodně prolínal pohled na kritické místo z pohledu učitele a z pohledu žáka. V mnoha případech měli učitelé problém tyto dva úhly pohledu od sebe oddělit.

Níže jsou uvedeny autentické výpovědi učitelů, které ukazují, jak učitelé v polostrukturovaných rozhovorech definovali kritická místa z jejich pohledu. Z odpovědí je patrné prolínání pohledů na to, co je kritické pro učitele a co je kritické pro žáka.

„Určitě pro mě je to ten začátek toho systému, to znamená viry, bakterie, protože na úrovni základní školy se tyhlety věci velmi těžko zprostředkují žákům…“

„Myslím si, že tak nějak docela vnitřně mám pocit, že zbytečně je zatěžujeme tím tříděním toho hmyzu na tolik řádů a podřádů a podobně. To mi přijde, že v tom mají stejně guláš. Jako mně to nedělá problém to vyložit, ale vnitřně cítím, že u rovnokřídlého a stejnokřídlého když už jsme, a u dalších zástupců, tak se v tom trošku ztrácí oni.“

„U mě neoblíbená je ta obecná biologie, kdy teda se seznamují s těmi obecnými věcmi, vztahy mezi organismy, je to pro mě těžký, hůř uchopitelný, tak to asi v podstatě, potom už nejsou témata, která by mně vadila.“

„No, snažim se to, snažim se to vysvětlit třeba mejm vrstevníkům, když to řeknu, tak, že na ně mluvím jako na ty děti a jestli to vůbec pochopí, protože že jo spousta mejch kamarádů třeba prostě neznají to téma nebo neví o tom.“

SVO 3: Jaká kritická místa a problémy s učivem pozoruje učitel u svých žáků?

Popis kritických míst z pohledu učitele i z pohledu žáka se v některých případech shodoval. Na základě výpovědí byla identifikována kritická místa u žáků (tab. 6).

Kritická místa žáků	Počet odpovědí
Vznik a vývoj života	9
Buňka a její organely	20
Mikroorganismy	8
Fotosyntéza	8
Systematika bezobratlých	7

Tab. 6. Kritická místa žáků.

Jako příčiny kritických míst u žáků uváděli učitelé, že žákům chybí abstraktní myšlení a představivost (21 učitelů), dále že je učivo pro ně složité a náročné (12 učitelů) a že je pro ně zcela nové (10 učitelů). Menší počet (6 učitelů) uvedl jako jednu z příčin přechod na 2. stupeň základní školy, kdy si žáci v době výuky určitých témat (buňka, vznik života) ještě zvykají na nový systém výuky. Pět učitelů jako příčiny uvedlo „neviditelnost" mikroskopických organismů a také velké množství zástupců, což je typické pro systematiku bezobratlých.

Následující příklady ilustrují problém žáků představit si skupiny mikroskopických organismů.

„Co děti špatně vstřebávají a co hůř se učí, jsou bezobratlí živočichové, ale ti, které oni nemůžou vidět, tzn. prvoci, žahavci, až v podstatě po hlísty, ploštěnce, až potom měkkýše, které vlastně už třeba znají nebo už viděli, tak tam potom to téma je pro ně lehčí. Ale tuto vidím jako obrovskej problém, ty bezobratlé živočichy, které prostě nemůžou běžně vidět, jsou mikroskopičtí, nesetkávají se s nimi tak často, jsou pro ně noví."

„Určitě pro mě je to ten začátek toho systému, to znamená viry, bakterie, protože na úrovni základní školy se tyhlety věci velmi těžko zprostředkují žákům…"

Dále bylo zjišťováno (TO7), jak učitel pozná, že je probírané učivo pro žáky složité a těžko pochopitelné. Učitelé uváděli, že potíže žáků s učivem poznají zřetelně při opakování (10 učitelů) a zkoušení (14 učitelů), kdy žáci nedokážou správně odpovědět nebo vyřešit zadané úlohy. Učitelé (11) vnímají také nonverbální projevy žáků – například „nechápavý výraz". Projevy však mohou mít i charakter kázeňský – žáci nekomunikují a jsou pasivní (11 učitelů), jsou nepozorní, vyrušují (5 učitelů). Určitá část žáků se snaží problém s pochopením učiva řešit a kladou učiteli dotazy (11 učitelů).

Tyto poznatky reprezentují následující příklady sdělení učitelů v rozhovorech:

„Jednak je to nebaví, poznám to i na tom, když třeba píšeme potom nějaký na konci test, tak to člověk pozná podle známek, že jo, protože ty děti se to nerady učí, a nechtějí se mnou ani tolik komunikovat."

„No tak jedna skupina žáků přestane dávat pozor, čili vyrušuje, kouká se jinam, kouká se z okna, začne si s něčím hrát. Taková klasická známka pro mě. Druhá věc, podle který to poznám, je potom opakování, případně v testech. Poznám to podle zhoršený známky."

SVO 4: Jakým způsobem učitel překonává a řeší kritická místa u žáků?

Zde učitelé (17 učitelů) uváděli především aktivity využívající didaktickou techniku (počítač, dataprojektor, interaktivní tabule), pomocí níž se snaží své žáky přenést přes kritická místa. Na internetu vyhledávají obrázky, animace či videa, které mohou pomoci přiblížit problematické učivo. U používání videa však někteří učitelé varují, že by mělo být spíše krátké a výstižné, čímž upozorňují na negativní případy, kdy učitel pustí žákům dokument v délce celé hodiny. Z hlediska didaktických metod učitelé volí diskusní metody, problémové úlohy, didaktické hry a soutěže, obecně se jedná o různé typy aktivizačních metod. Řada učitelů zmiňovala také skupinovou práci jako efektivní a zároveň atraktivní pro žáky. Podle odpovědí jsou si učitelé (14 učitelů) vědomi důležitosti praktického poznávání přírody a používání biologické techniky (mikroskopy, lupy), zároveň dodávají, že na tyto činnosti nemají dostatek času. Dvanáct učitelů uvedlo, že v případě kritických míst ještě více dbají o názornost a používají více obrázků a schémat. Jedenáct učitelů klade důraz především na podrobné vysvětlení a důkladné opakování. Podle vyjmenovaných metod, které učitelé uváděli, můžeme také vidět, že používají poměrně úzkou škálu metod.

Následující výroky dokumentují výše popsané závěry:

„Hodně hrajeme hry, jde i pexeso a teď momentálně ať vzpomínám, jak vzpomínám, a potom ještě teda co na děti hodně funguje, jsou interaktivní výukové materiály, který teda si připravuju sama."

„Rád s dětmi využívám při laboratorních pracích nějakou techniku, to znamená mikroskopy, a stereoskopická lupa. Ty lupy jsou docela příjemné v tom smyslu, že nezvětšují tolik a pro ten hmyz je to ideální, takže tam jsme docela dobře vybaveni. A tak abych mohl pracovat s celou třídou, tak mám ty děti rozdělené na tři části, jedna část pracuje s laboratorní technikou, druhá poznává podle různých pomůcek zvířata nebo věci, které jsou potřeba, k sobě tak přiřazují, a tak dále, prostě hrají si s nějakými materiály, a třetí skupina pracuje s učebnicí, že se učí, tak, takhle to mám dohromady a docela to funguje. Nejde to každou hodinu, ale tyhlety věci jsou motivující."

SVO 5: Která témata by učitel zařadil do jiných ročníků, zcela vyřadil nebo nově zavedl?

Na dotaz, která témata by učitelé z učiva 6. ročníku úplně vypustili, nejvíce (10 učitelů) uvedlo, že by nevynechali nic a jsou tedy s učivem spokojeni. Menší počet (7 učitelů) by u učiva 6. ročníku vyřadil téma o stavbě Země. Další by

zredukovali systematiku bezobratlých (2 učitelé), skupinu členovců (1 učitel) a ekosystémy (1 učitel).

Navazoval dotaz, které učivo by učitelé přesunuli do vyšších ročníků. Zde nejčastěji odpovídali, že učivo o buňce (9 učitelů) a dále vznik života (6 učitelů). Deset učitelů uvedlo, že nic, protože jim vyhovuje současný stav.

V posledním dotazu k této specifické výzkumné otázce měli učitelé navrhnout témata, která by do učiva 6. ročníku nově zařadili. Zde 10 učitelů uvedlo, že nic, 3 učitelé by zvýšili počty hodin praktických cvičení, další dva učitelé navrhovali zařadit společenstva a 1 navrhoval první pomoc.

Dá se také říci, že o jiném uspořádání byli schopni uvažovat spíše starší a zkušenější učitelé, zatímco jejich mladší kolegové s praxí do pěti let brali své ŠVP jako dokument, který není třeba měnit. Lze předpokládat, že zde hraje výraznou roli zkušenost učitele a jeho nadhled získaný letitou praxí.

Následující ukázky z rozhovorů ilustrují některé postřehy učitelů, kteří s uspořádáním učiva v 6. ročníku nejsou spokojeni, a navrhují změny, které by více reflektovaly znalosti, se kterými žáci na 2. stupeň základní školy přicházejí.

„Já si myslím, že obecně je to postaveno jakoby obráceně, hlavou dolů, a vlastně se učí od těch nejméně známých věcí k těm pro ně přirozenějším a známějším."

„Můžu říct příklad? Savci se berou v osmé třídě u nás, tak bych je třeba dala už do tý šestky, protože to je hodně zábavný, to děti hodně bere, takže tím by se možná nadchly víc do toho přírodopisu už v 6. třídě, že by ti savci možná zaujali už na začátku."

| SVO 6: Na jaké úrovni jsou znalosti přírodopisu žáků na začátku 6. ročníku, tedy při příchodu z 1. stupně ZŠ?

Učitelé (17 učitelů) převážně považovali přípravu žáků na 1. stupni za dostatečnou a byli přesvědčeni, že není potřeba nic do učiva 1. stupně v oblasti přírodovědy doplňovat. Pokud odhlédli od znalostí, uváděli učitelé jiný (obecný) problém: žáci se po příchodu na 2. stupeň musí aklimatizovat a zvyknout si na jiný systém výuky, nové učitele atd. To je také faktor, který komplikuje výuku přírodopisu pro 6. ročník, především v 1. pololetí školního roku. Z rozhovorů také vyplývá, že úroveň výuky na 1. stupni základní školy není na všech školách srovnatelná. Z některých škol přicházejí žáci připraveni lépe než z jiných, jak dokládají následující ukázky výroků učitelů:

„To bych neřekla. Já bych naopak řekla, že oni jsou velmi dobře vybaveni z prvního stupně. Dokonce i taková věc, taková složitá věc jako je fotosyntéza, tak oni velmi bravurně v tom šestém ročníku vám dokážou říct, co to jako je. Takže myslím si, že jako výbava z prvního ročníku je u žáků velmi dobrá."

„Já k tomu přistupuji tak, že v podstatě nečekám nic. Ale pak jsem příjemně překvapen, takže v některých oblastech ty jejich představy a znalosti jsou poměrně slušné. Je to samozřejmě v těch oblastech, se kterými se neustále stýkají, a prostě mají tu možnost, to znamená, když mají zahradu, když mají prostě ten styk s tou přírodou a s tím životem, tak je to u těchhletěch dětí samozřejmě lepší, ale je to velmi různorodé, a je to individuální, a jsou děti, které přijdou opravdu s naprosto nulovými znalostmi do šesté třídy, a zase jsou děti, které by v podstatě mohly okamžitě skládat nějaké zkoušky, je to velmi různorodé…"

3.4 | Výsledky focus groups

Učitelům bylo předloženo pět vytipovaných kritických míst (tab. 3), která učitelé v rámci focus group potvrdili a k jejich vymezení v rámci kurikula 6. ročníku uváděli minimální, spíše souhlasné připomínky. Učitelé si také vybavovali konkrétní příklady situací, které se při výuce těchto kritických míst ve výuce odehrávají. Žádné nové kritické místo, které by nevzešlo z polostrukturovaných rozhovorů během focus groups učiteli, doporučeno nebylo. Získané informace potvrdily poznatky z polostrukturovaných rozhovorů, ale nové zásadní informace nepřinesly.

3.5 | Kritická místa a jejich popis

Celkově bylo identifikováno pět kritických míst. Jedná se o kritická místa žáků z pohledu učitele, ale promítá se sem i to, zda tato místa jako kritická vnímají učitelé (tab. 7).

Jako nejkritičtější z pohledu žáků vnímají učitelé učivo o buňce, dále pak vznik a vývoj života, učivo o mikroskopických skupinách organismů, fotosyntézu a systém bezobratlých. Ze svého pohledu učitelé vznímají jako nejproblematičtější vznik a vývoj života a buňku, následují pak mikroorganismy, fotosyntéza a systematika bezobratlých. Jen v malé míře je kritičnost u učitelů způsobena tím, že by pro ně bylo téma obtížné. Spíše se do jejich postoje promítá míra kritičnosti daného místa u žáků.

Kritická místa: učitelé	Počet odpovědí	Kritická místa: žáci	Počet odpovědí
Vznik a vývoj života	10	Vznik a vývoj života	9
Buňka a její funkce	9	Buňka a její organely	20
Mikro-organismy	7	Mikro-organismy	8
Fotosyntéza	4	Fotosyntéza	8
Systematika bezobratlých	5	Systematika bezobratlých	7

Tab. 7. Úroveň shody kritických míst učitelů a žáků.

Pokud je dané místo kritické, učiteli se obtížně učí, stává se kritickým i pro něj.

Popis a charakteristiku jednotlivých kritických míst uvádíme v pořadí, ve kterém se obvykle učí v průběhu školního roku.

Vznik života

Toto téma se věnuje představám, jak vznikl život na Zemi, a žáci jsou zde obvykle seznamováni s vybranými teoriemi o něm. Nastíněn je také další vývoj živých organismů. Učivo žáci neznají z 1. stupně základní školy, je tedy pro ně úplně nové. Navazuje na téma o stavbě Země a podmínkách na ní.

Příčinou kritičnosti je pravděpodobně to, že se jedná o velmi obtížně představitelné a velmi abstraktní téma. Žáci jednotlivé teorie obtížně chápou, navíc ani dnes přesně nevíme, jak život vznikl a které makromolekuly (RNA, DNA, bílkoviny) stály u jeho zrodu. Vzhledem k tomu, že se při popisu vzniku života nelze zcela vyhnout biochemii, nelze látku žákům zcela vysvětlit a žáci se musí předložená fakta naučit. Téma zasahuje do chemie (biochemie), která je však na základní škole vyučována až od 8. ročníku.

Pro překonání kritičnosti je třeba hledat způsoby, jak učivo konkretizovat, například pomocí analogií a modelů. Jako vhodný se také jeví přesun do pozdějších ročníků, kdy už budou mít žáci alespoň základy chemie, jejich abstraktní myšlení bude na vyšší úrovni, a dokážou s tak obtížným učivem lépe pracovat.

Příklad komentáře učitele ke kritickému místu: *„Určitě ano. A jsou to právě ten vznik života, kdy je to takové už těžší na pochopení, hlavně jak jednotlivé sféry vznikaly, jaký byl třeba, jaká byla podmínka přechodu organismů na souš. A toto bych chtěla, aby se v tom orientovali. Takže to je pro ně takové těžší uspořádat si ty informace.“*

Fotosyntéza

Fotosyntéza je kritické místo, které zahrnuje zjednodušený princip fotosyntézy a její význam pro rostliny a další živé organismy. V učivu 6. ročníku je toto učivo zařazeno do počátečních kapitol věnovaných podmínkám pro život na Zemi a vlastnostem živých organismů a není mu věnován velký prostor. Na 1. stupni základní školy není pojem „fotosyntéza“ zmiňován. Žáci se ale učí o rostlinách a o tom, že potřebují ke svému životu slunce.

Příčinu kritičnosti vidíme v tom, že se jedná o biochemický proces obtížně představitelný a pochopitelný pro žáky 6. ročníku bez znalostí chemie. Vzhledem k biochemické povaze tohoto děje je fotosyntéza ve výuce spíše jen zmiňována, stručně vysvětlena a žáci ji obvykle příliš dobře nechápou, nedokážou si ji představit. Objevuje se miskoncept, že fotosyntéza je tu proto, aby lidé mohli dýchat kyslík.

Jako vhodné se jeví zdůraznit význam fotosyntézy pro život na Zemi, že díky ní rostliny rostou a slouží pak jako potrava dalším organismům. Oslovení učitelé doporučovali používání videí a animací fotosyntézy, které je možné najít na internetu. Vzhledem k chemické povaze tohoto děje a obtížné představitelnosti by opět byl vhodnější pozdější ročník, kdy už žáci mají zkušenost s chemií a jsou schopni pochopit chemické děje.

Příklad komentáře učitele: *„Anorganický, organický látky, na to navazující fotosyntéza, když pak máme… buňka, hned takhle na začátek, tak to jsou asi takový, tohlencto mi přijde, že je pro ně nejtěžší. To všechno ostatní už jim je takový bližší.“*

Buňky a jejich funkce

Téma obsahuje učivo věnované stavbě buňky bakterií, rostlin a živočichů, obsahuje celou řadu pojmů – názvy částí buňky, organel. Na 1. stupni základní školy se učivo o buňce obecně neobjevuje, i když jsou obvykle v 5. ročníku zmiňovány pohlavní buňky nebo nervové buňky v učivu o stavbě těla člověka.

Toto místo je pravděpodobně kritické proto, že je náročné na představivost a je zde málo konkrétních, hmatatelných a snadno představitelných pojmů. Většinu pojmů nelze ukázat přímo bez mikroskopu nebo jiné zobrazovací techniky. Konkretizace učiva je proto obtížná, ne všechny základní školy mají dostatečně kvalitní mikroskopy vybavené například kamerou.

Vhodná je kombinace mikroskopování a promítání obrázků a videí. Pro procvičování jsou vhodné aktivity, kdy žáci manipulují odbornými pojmy a používají je v různých situacích, například v úlohách, kdy pojmy třídí, spojují nebo vysvětlují jejich význam.

Na kritičnost tohoto učiva upozorňuje například následující ukázka z rozhovoru: *„Myslím si, že v té šesté třídě, když se začínají pronikat do toho přírodopisu, že je to, to, co vidíme v tom mikroskopu, je to ten mikrosvět, na co si oni těžko mohou sáhnout, a navíc je tam pro ně spousta, spousta nových pojmů.“*

Viry, bakterie, plísně, obecně mikroorganismy

Toto kritické místo se prolíná částečně s předchozím, nicméně zahrnuje systematické skupiny jednobuněčných nebo mikroskopických mnohobuněčných organismů. Je zde celá řada nových pojmů, které se žáci musí naučit, pro každou taxonomickou skupinu se objevují nová označení pro některé organely (jednobuněční) nebo orgány (mnohobuněční) apod. Žáci tyto organismy neznají z 1. stupně základní školy.

Příčina kritičnosti je zde zřejmě podobná jako u učiva o buňce. Žáci si nemohou tyto organismy osahat, nedokážou si představit, jak velké vlastně jsou nebo jaké jsou mezi nimi velikostní poměry. Učivo je obvykle probíráno tak, že jsou

žáci postupně seznamováni s jednotlivými skupinami, čímž se posiluje encyklopedický charakter učiva.

Pro zvládnutí tohoto místa je vhodné maximální využití mikroskopování, obrázků a videí. Pro zlepšení představy o velikostních poměrech je možné vytvořit model nebo alespoň nákres znázorňující velikostní poměry vybraných organismů.

Příklad komentáře učitelů: *„Určitě pro mě je to ten začátek toho systému, to znamená viry, bakterie, protože na úrovni základní školy se tyhlety věci velmi těžko zprostředkují žákům…“*

| Systematika bezobratlých, hmyz

Toto učivo zabírá velkou část učiva 6. ročníku a je probíráno prakticky celé druhé pololetí školního roku. Učitelé jako kritický uváděli hlavně hmyz a obecně systematiku bezobratlých, a neuváděli žádné konkrétní skupiny.

Toto kritické místo učitelé zmiňovali hlavně v souvislosti se skutečností, že je obtížné probrat všechno učivo, které sem spadá. Tento problém souvisí především s ŠVP každé školy a jeho uspořádáním. S počtem taxonomických skupin souvisí také velký počet pojmů, kdy každá skupina má pro některé anatomické struktury nebo například ekologii a chování zástupců, zvláštní pojmy. Samotný výčet zástupců, o kterých se žáci učí, je také vysoký.

Možným řešení by bylo učivo redukovat a vybrat látku, která bude žákům předkládána, a zvolit optimální příklady, na kterých je možné vysvětlit principy. Učivo navazuje na učivo 1. stupně o živočiších, obvykle ale žáci nemají jasno v pojmech bezobratlí, obratlovci. U jednotlivých skupin organismů nacházíme přesahy do chemie (složení vnější kostry), fyziky (barva, šupinky motýlích křídel), biologie člověka a zdravotní problematiky (paraziti), geografie (výskyt), ekologie.

Vhodným přístupem je používání co nejnázornějších metod a maximální konkretizace, tedy využívání přírodnin, videí a obrázků. Dále je důležité pečlivě vybírat pojmy a dbát na jejich vysvětlení a další používání. Dobré jsou například kartičkové hry s pojmy, zástupci, skupinami. Nezastupitelné jsou prakticky zaměřené vyučovaní formy – praktická cvičení a exkurze do přírody zaměřené na pozorování, určování s pomocí určovacích klíčů a ukazování a vysvětlování ekologických vztahů mezi organismy. Z hlediska vyučovacích metod jsou velmi vhodné různé varianty skupinové práce, badatelské aktivity, brainstorming či pojmové mapy.

Příklad komentáře učitele ke kritickému místu: *„Já si myslím, že je tam hodně informací pro ně a tím, že je to hodně podobný, tak oni vlastně když už to slyšeli třeba třikrát před tím hodně podobný věci, tak ty ostatní už prostě neposlouchají a právě tím, jak to neposlouchají, tak pak jako neví.“*

3.6 | Příčiny vzniku kritických míst

Jak vyplývá z předchozího textu, bylo identifikováno pět kritických míst v kurikulu přírodopisu pro 6. ročník základní školy, jejichž příčiny se nyní pokusíme blíže popsat. Nejprve jsou uvedeny obecné příčiny, které negativně ovlivňují výukup přírodopisu obecně. Dále pak jsou uvedeny konkrétní příčiny vzniku kritických míst.

3.6.1 | Obecné příčiny vzniku kritických míst

| Velký rozsah učiva, skupin, názvů, nových pojmů

Tato příčina je společná několika kritickým místům, konkrétně buňce, mikroorganismům a systematice bezobratlých. Tato témata obsahují celou řadu úplně nových pojmů, jako jsou názvy organel v buňce, názvy taxonomických skupin, zástupců a charakteristických znaků u bezobratlých i různých skupin mikroorganismů. U celé řady těchto pojmů se nabízí otázky, zda opravdu musí být součástí učiva základní školy a zda by učitel neměl více vybírat a redukovat. Získá tak více času na praktické činnosti a procvičování. Řešením by bylo, kdyby škola s touto situací pracovala při inovacích svého školního vzdělávacího programu a tematických plánů přírodopisu.

| Časová dotace

Učitelé v rozhovorech zmiňovali, že nestíhají učivo dostatečně procvičit nebo nemají prostor pro formy výuky, jako je praktické cvičení nebo exkurze či vycházky do přírody. Tato příčina byla identifikována především pro kritické místo systematika bezobratlých, ale platí v menší míře i pro ostatní kritická místa. To je opět skutečnost, se kterou musí bojovat především škola a její učitelé a musí inovovat své školní vzdělávací programy tak, aby byl potřebný prostor vytvořen. Mohou také určité učivo zredukovat, a tím si časový prostor vytvořit.

| Velký počet žáků ve třídách

Tato skutečnost, kdy v některých třídách základních škol sedí 30 žáků i více, nedovoluje efektivně využívat aktivizační a prakticky zaměřené metody výuky, které by podporovaly aktivní učení žáků prostřednictvím vlastní zkušenosti. Někteří učitelé tak komplikovaně třídy půlí, aby vytvořili menší skupiny, se kterými budou moci výše zmíněné aktivity realizovat. Navíc je v takto velkých skupinách obtížnější diagnostikovat možné miskoncepty u žáků. Opět zde platí, že tuto příčinu kritičnosti musí řešit především škola.

| Technické vybavení škol

Obecným příčinám vzniku kritických míst se vztahuje také problém s technickým vybavením potřebným pro pozorování mikroskopických objektů. Existují velké rozdíly ve vybavenosti škol mikroskopy a také v jejich kvalitě.

Velmi časté jsou malé školní mikroskopy bez elektrického osvětlení, pouze se zrcátky, a s malým zvětšením. Učitelé a žáci pak stráví větší část hodiny nastavováním světla a další manipulací s přístrojem než samotným pozorováním. Přitom právě dostatečně kvalitní technické vybavení by pomohlo řešit jednu z příčin kritičnosti – názornost (viz dále).

3.6.2 | Konkrétní příčiny vzniku kritických míst

| Názornost

Tato příčina byla identifikována u všech kritických míst, i když u každého z nich má trochu jiný charakter. U kritického místa Buňka a její funkce je podobná situace jako u kritického místa Mikroorganismy. Jedná se o možnosti přiblížit žákům buňku obecně a různé skupiny mikroorganismů pomocí mikroskopu. Žákům jsou tyto mikroskopické objekty velmi vzdálené, dosud spíše slyšeli o jejich existenci, ale neměli možnost je pozorovat, neboť není možné je vidět pouhým okem. Učitelé mají dnes mnoho možností, jak si vypomoci obrázky a filmy, ale bezprostřední zkušenost stále považujeme za nenahraditelnou. Jak bylo zmíněno výše, vybavení škol mikroskopy a podobnými zařízeními není na všech školách dostatečně kvalitní.

V případě fotosyntézy pracujeme s dějem, který má ve své podstatě biochemický charakter a je obtížné ho žákům přímo ukázat. Učitelé obvykle používají schémata v učebnicích, videa a animace na internetu. Problém ale je, že jsou většinou v angličtině a jsou spíše na středoškolské úrovni, a nejsou tedy úplně vhodná pro žáky základních škol.

Vznik života je také obtížné žákům přiblížit – tato událost se stala před miliardami let a dodnes přesně nevíme, za jakých podmínek se to stalo a které látky byly přítomné.

V případě fotosyntézy a vzniku života může hrát roli ještě jeden problém, a to je chemický charakter obou dějů. Žáci 6. ročníků nemají ještě ani základy chemie a chybí jim přestava o obsahu pojmů chemická látka, organická látka, anorganická látka, chemická reakce apod.

| Věk žáků a úroveň jejich myšlení

Důležitým aspektem, který má patrně vliv na vznik kritických míst, je věk žáků a jemu úměrná uroveň jejich myšlení. Jak uvádějí Piaget & Inhelder (2010), v období staršího školního věku, tedy pubescence (11–15 let), se abstraktní myšlení teprve začíná rozvíjet. Z hlediska kognitivního vývoje Piaget & Inhelder (2010) nazývají tuto etapu fází formálně logického myšlení. Pubescent začíná chápat abstraktní pojmy, dokáže přemýšlet také o věcech, které si nelze zcela názorně představit. Zrakové vnímání v tomto období dosahuje maximálního rozvoje, což úzce souvisí právě s abstraktním myšlením. Rozvoj abstraktního myšlení dále pokračuje v období adolescence (15–20/22 let). Piaget & Inhelder (2010) také upozorňují na to, že rozvoj abstraktního myšlení může začít u některých jedinců později, např. až na konci pubescence. Z tohoto je patrné, že žáci 6. ročníku ZŠ, kterým je 11–12 let, se nacházejí teprve na začátku utváření své schopnosti abstraktně myslet. Uvědomíme-li si témata, kterými se žáci zpravidla v prvním pololetí 6. ročníku v přírodopisu zabývají (vznik Země, vznik života, buňka, mikroorganismy atd.), je zřejmé, že tato témata mohou činit problémy právě z důvodu nutnosti zapojení abstraktního myšlení.

3.7 | Moduly ke kritickým místům

Zde uvádíme přehled modulů navržených pro řešení jednotlivých kritických míst kurila přírodopisu v 6. ročníku základních škol. Kompletní znění modulů přináší kapitola 4.

| Vznik života

Modul byl navržen jako podrobně a přehledně zpracovaný zdroj relevantních informací pro učitele vzhledem k tomu, že informace v učebnicích časem zastarávají. Učitel si tak může nastudovat téma, které je i pro něj obtížné. Součástí je také Model evoluční abiogeneze pro 6. ročník základní školy, který učitel může ve výuce použít, a také navržené pokusy a hry (Demonstrace lipidů, Struktura a funkce nukleových kyselin).

| Fotosyntéza

Tento modul je zaměřen především na vizualizaci procesu fotosyntézy. Obsahuje proto odkazy na vybraná a dostupná videa, ve kterých je tematika zpracovaná způsobem vhodným pro žáky 6. ročníků. Dále uvádíme aplikace pro tablety a chytré telefony, které žákům umožňují zkoumat proces fotosyntézy. Navržen byl také jednoduchý pokus pro důkaz vzniku kyslíku při fotosyntéze.

| Buňka

Aktivity v modulu cílí jednak na procvičování nově zaváděných pojmů a také na zvýšení názornosti ve výuce tohoto tématu. Navrženy byly jednak kratší aktivity s využitím aktivizačních metod, například brainstormingu nebo pojmové mapy, a dále hra Stavíme buňku, kde žáci sestavují jednotlivé typy buněk z připravených kartiček. Součástí je i několik návodů na mikroskopování.

| Mikroorganismy

Modul obsahuje nově vytvořená videa s didaktickým komentářem. K dispozici jsou témata Bakterie, Sinice, Řasy, Prvoci I a Prvoci II. Dále jsou součástí návody na pozorování kvasinek, plísní, sinic a řas.

| Zoologie bezobratlých

Do tohoto modulu bylo vytvořeno 19 originálních didaktických videí s komentářem k vybraným skupinám bezobratlých. Navržena byla také hra s kartičkami pro procvičování pojmů a zástupců jednotlivých skupin. Dále

modul obsahuje návody na práci s aplikacemi Quizlet a Kahoot!, které usnadňují opakování pojmů a umožňují procvičovat poznávání zástupců.

3.8 | Výsledky ověření modulů

Jak již bylo uvedeno, ke každému z kritických míst kurikula, která by identifikována prostřednictvím výzkumu popsaného výše, byl vytvořen modul, jenž měl pomoci toto místo překonat. V rámci biologie vzniklo celkem 5 modulů, jejichž úkolem bylo pomoci učitelům a žákům překonat kritická místa ve výuce. Ověřování navržených modulů probíhalo v roce 2018, v menší míře také v roce 2019. Na ověřování se podíleli učitelé zapojení v projektu. Moduly byly zpracovány v LMS Moodle do podoby e-kurzů, které obsahovaly popisy jednotlivých aktivit a soubory s přílohami. S jednotlivými moduly byli učitelé seznámeni také prostřednictvím workshopů, které byly realizovány ve spolupráci s partnerskými pracovišti UJEP, UHK a UPOL. Ověřující pedagogové zařadili vytvořené moduly do své výuky, která jinak probíhala podle jejich ŠVP bez zásadních změn.

Každý z modulů je tvořen několika jednotlivými aktivitami. Tyto aktivity nemají stejný charakter, ani se v každém modulu nevyskytují ve stejném počtu. Tvůrci nepředpokládají, že by jeden konkrétní učitel využil všechny aktivity modulu ve výuce jedné třídy. To by mohlo být v některých případech extrémně časově náročné. Proto ani při testování nebylo povinností učitele ověřit a vyzkoušet všechny aktivity modulu, ale vybrat si pouze ty, které do jeho výuky zapadají a které dle jeho názoru pomohou žákům překonat kritické místo. Moduly navržené pro učitele biologie reflektovalo 16 zapojených učitelů.

Učitelé hodnotili jednotlivé aktivity v dotazníku pro reflexi, který vždy po použití dané aktivity vyplnili. Učitelé v dotazníku vyjadřovali míru souhlasu s 18 výroky popisujícími různé aspekty výuky pomocí odpovědí v Likertově škále (1–5 a N), přičemž odpovědi 1 až 5 vyjadřovaly míru souhlasu, možnost N označovala možnost „nedokážu posoudit“. Poslední otevřená otázka (č. 19) učitele vyzývala k tomu, aby uvedli své názory a připomínky. Výsledky reflexí byly po ukončení ověřování zaneseny do tabulky, kde byly vynásobeny následujícími koeficienty:

Stupeň na škále	Koeficient
5 – Výrazně souhlasím	*2
4 – Spíše souhlasím	*1
3 – Nevnímám rozdíl	*0
2 – Spíše nesouhlasím	*–1
1 – Výrazně nesouhlasím	*–2
N	nezapočteno

Výsledky hodnocení jednotlivých aktivit byly dále vyjádřeny v procentech. Pro lepší orientaci v následujících kapitolách, které budou popisovat výsledky reflexe jednotlivých modulů, bude nyní uveden modelový příklad hodnocení. Vezměme v úvahu, že aktivitu hodnotilo 5 učitelů. Pokud by ji každý z nich hodnotil známkou 5 (výrazně souhlasím), může aktivita po vynásobení koeficientem obdržet maximálně 10 bodů, což je tedy 100 %. Hodnocení aktivity může mít tedy následující charakter (tab. 8). Z tabulky lze vyčíst, že 100 % učitelů souhlasí s tím, že aktivita vychází z aktuálních vědeckých poznatků, 55 % učitelů se shoduje na tom, že aktivita vyzývá k hlubšímu zamyšlení ze strany žáků a 50 % dotázaných tvrdí, že aktivita usnadňuje žákům osvojování vědomostí a dovedností.

Číslo položky	Znění položky	%
1	Práce s aktuálními vědeckými poznatky	100 %
2	Hlubší promýšlení učiva ze strany žáků	55 %
3	Snazší osvojování vědomostí a dovedností ze strany žáků	50 %

Tab. 8. Příklad vyhodnocení ověření modulů.

3.8.1 | Ověření modulu Vznik života

V modulu vznik života byly vytvořeny dvě aktivity – Nukleové kyseliny a Vznik života, které byly během hodnocení spojeny do jedné skupiny. Modul hodnotili dva učitelé, kteří odevzdali 3 reflexe k aktivitám (tab. 9).

Toto téma je velmi abstraktní a náročné na pochopení, jak již dokazovaly polostrukturované rozhovory s učiteli (viz kapitolu 3.3). Přestože se výzkumný tým snažil vytvořit aktivity, které by pomohly žákům toto kritické místo překonat, následné reflexe učitelů nevyzněly příliš pozitivně. Učitelé u celé řady položek dotazníku volili na škále možnost nesouhlasím (koeficient –1) či výrazně nesouhlasím (koeficient –2). Také proto se celkové hodnocení učitelů pohybuje v záporných hodnotách. Učitelé nemají pocit, že by zařazení aktivit pomohlo k rozvoji klíčových kompetencí, zvýšilo motivaci žáků při získávání nových poznatků nebo snad podpořilo jejich vlastní učební aktivitu (–13 %). Aktivity je dle slov učitelů příliš nebavily: *„Pravidel her se žáci moc nedrželi, nebavily je. Pojmy adenin, cytosin, guanin, thymin, uracil byly pro ně komplikované, struktura DNA se ani v šesté třídě na naší škole nevyučuje, žáci jsou rádi, že vědí, k čemu DNA v buňce slouží. Nakonec jsem od her upustil kvůli celkovému nezájmu třídy. Tuto aktivitu si dokážu lépe*

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	–25 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	–13 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	–13 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	–25 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	–38 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	–13 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	–13 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	–25 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	–38 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	–25 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	–38 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	–13 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	–38 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	13 %
15	Výuka mne více zaujala.	–25 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	–13 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	–25 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	13 %

Tab. 9. Ověření: Aktivity modulu Vznik života.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	63 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	88 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	75 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	63 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	75 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	25 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	73 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	63 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	38 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	75 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	13 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	88 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	38 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	50 %
15	Výuka mne více zaujala.	50 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	8 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	70 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	75 %

Tab. 10. Ověření: Experiment pro důkaz vzniku kyslíku.

představit u žáků osmých tříd." Silně negativní hodnocení tohoto modulu vyzvalo tvůrce k jeho částečnému přepracování a úpravě jednotlivých aktivit. Novou verzi aktivit již však nebylo z časových důvodů možné otestovat mezi učiteli.

3.8.2 | Hodnocení modulu Fotosyntéza

Obsah modulu ke kritickému místu Fotosyntéza lze shrnout do dvou skupin – experiment a videa s aplikacemi. Modul hodnotili 4 učitelé, kteří odevzdali 8 reflexí aktivit (tab. 10).

V experimentu měli žáci dokázat přítomnost kyslíku na rostlině ponořené ve vodě, tj. potvrdit průběh fotosyntézy. Tato úloha dle testujících učitelů vedla žáky k hlubšímu zamyšlení se nad učivem (88 %), čímž jim umožnila snáze získat nové vědomosti a dovednosti (75 %). Experiment byl pro žáky velmi zábavný (88 %). Pro učitele znamenal připravit potřebné pomůcky (např. rostliny, sklenice apod.), zřejmě proto jich pouze 50 % uvedlo, že byl méně náročný na přípravu.

Dalšími aktivitami v modulu k fotosyntéze byla výuková videa a několik mobilních aplikací, jejichž obsah je popsán v kapitole 4.2. Celkově lze říci, že jejich hodnocení nebylo u učitelů tak pozitivní jako u experimentu, což může být dáno také tím, že práce s aplikací nebo zhlédnutí videa nevyžaduje u žáků takové zamyšlení jako experiment (tab. 11). Učitelé se sice shodovali, že aktivity pracují s aktuálními vědeckými poznatky (67 %), nicméně nedávají žákům možnost experimentovat (–50 %), ani nepodporují jejich vlastní učební aktivitu (25 %). Ani příprava na výuku nebyla pro učitele méně náročná (–17 %), nejspíše proto, že osvojení si práce s aplikacemi vyžadovalo určitou časovou investici. Přesto se v komentářích učitelů objevily pozitivní reakce, jako například: *„Video Příběh fotosyntézy bylo pro žáky také dostatečně srozumitelné, díky rozumné rychlosti uvádění informací ve videu má pedagog čas vše žákům komentovat vlastními slovy."* Problémem u některých videoklipů mohla být jejich složitost či jazyková bariéra, což dokazuje další komentář: *„Jediný problém je s jazykovou bariérou. Složitost videa byla odpovídající druhému stupni – až na chemické vzorce – nutnost komentáře."* V samotném modulu jsou proto učitelé vyzýváni k doplňujícím komentářům v době, kdy žáci video sledují.

Jak již bylo uvedeno, z podpůrného modulu ke kritickému místu Fotosyntéza učitelé více ocenili přínos experimentu nežli vzdělávacích videoklipů a aplikací. Dle tabulky 12 je zřejmé, že experiment o důkazu průběhu fotosyntézy žáky více bavil, motivoval je k zisku nových informací či pomohl s rozvojem klíčových kompetencí.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	67 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	58 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	42 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	42 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	8 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	–8 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	–50 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	42 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	25 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	50 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	25 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	50 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	17 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	–17 %
15	Výuka mne více zaujala.	50 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	42 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	50 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	50 %

Tab. 11. Ověření: Aplikace a videa pro výuku fotosyntézy.

		Fot-exp	Fot–apl
1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	63 %	67 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	88 %	58 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	75 %	42 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	63 %	42 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	75 %	8 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	25 %	–8 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	13 %	–50 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	63 %	42 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	38 %	25 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	75 %	50 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	7 %	25 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	88 %	50 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	38 %	17 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	50 %	–17 %
15	Výuka mne více zaujala.	50 %	50 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	88 %	42 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	70 %	50 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	75 %	50 %

Tab. 12. Srovnání hodnocení experimentu (Fot-exp) a aplikací (Fot-apl).

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	25 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	75 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	63 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	58 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	73 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	75 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	25 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	13 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	75 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	63 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	50 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	63 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	13 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	0 %
15	Výuka mne více zaujala.	63 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	0 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	50 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	13 %

Tab. 13. Ověření: Mikroskopování.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	14 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	50 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	79 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	64 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	50 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	50 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	43 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	64 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	71 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	71 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	43 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	93 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	43 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	29 %
15	Výuka mne více zaujala.	57 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	21 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	79 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	70 %

Tab. 14. Ověření: Didaktická hra Stavíme buňku.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	33 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	67 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	50 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	30 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	67 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	50 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	30 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	30 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	67 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	50 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	50 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	50 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	50 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	17 %
15	Výuka mne více zaujala.	50 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	17 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	67 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	17 %

Tab. 15. Ověření: Pojmová mapa.

3.8.3 | Hodnocení modulu Buňka

Tento modul hodnotilo 7 učitelů, kteří odevzdali 15 reflexí. Modul je naplněn několika různými aktivitami. Nachází se zde úlohy zaměřené na mikroskopování, rozhovor a brainstorming, tvorba pojmové mapy či hra Stavíme buňku (viz kapitolu 4.3). Úkoly, které se zaměřovaly na mikroskopování, hodnotili učitelé poměrně kladně (tab. 13). Kvitovali, že mikroskopování vede žáky k zamyšlení se nad učivem (75 %), vyvolává podněty k diskuzi (75 %), podporuje vlastní učební aktivitu žáků (75 %) a také je poměrně baví (63 %). Nikdo z dotázaných však nesouhlasí s tím, že by výuka byla pro přípravu učitele méně náročná (0 %). Učitelé také nemají pocit, že by výuka s mikroskopem pracovala s aktuálními vědeckými poznatky (25 %) a dokonce si nemyslí, že by při ní žáci lépe porozuměli učivu (13 %) nebo že by byla taková výuka efektivnější na využití času (13 %).

Úspěch u učitelů zaznamenala didaktická hra Stavíme buňku (tab. 14). Testující učitelé se shodli na tom, že hra pomohla žákům osvojit si nové znalosti (79 %), pomohla jim také s porozuměním učivu (64 %), podporovala je ve vlastní učební aktivitě (71 %) a také je velmi bavila (93 %). Nedostatky didaktické hry spočívaly v práci s aktuálními vědeckými poznatky, kterou uvedlo pouze 14 % dotázaných. Jen 29 % pedagogů uvedlo, že jejich příprava na výuku byla méně náročná, což se dalo předpokládat, neboť příprava pomůcek na hru zabrala určitý čas.

Přílišné zaujetí v učitelích nevyvolala tvorba pojmové neboli myšlenkové mapy (tab. 15). Jen 50 % uvedlo, že aktivita žáky i je samotné bavila. Padesát procent z nich se také shodlo na tom, že tvorba pojmové mapy vede žáky k osvojení nových znalostí. Dle odpovědí učitelé tvorba pojmové mapy nutila žáky hlouběji promýšlet učivo (67 %) a podporovala jejich vlastní učební aktivitu.

V podpůrném modulu ke kritickému místu buňka však učitele nejméně zaujaly aktivity jako rozhovor a brainstorming (tab. 16). Jak je patrné z vyhodnocení reflexí, žádný z výroků nezískal více než 33 %. Toto je pro výzkumný tým signál pro přepracování aktivity. Nicméně jak již bylo uvedeno u jiných aktivit, po získání relexí učitelů již nebyl čas na další testování, a proto se v této publikaci nemohou zohlednit případné změny aktivit.

Z tabulek výše vyplývá, že jako nejužitečnější aktivitu pro překonání kritických míst vidí učitelé didaktickou hru Stavíme buňku, hra je rovněž pro žáky nejzábavnější z uváděných aktivit. K zamyšlení se nad učivem však žáky nejvíce dovedou aktivity s mikroskopem, stejně jako k diskuzi nad tématem.

3.8.4 | Hodnocení modulu Mikroorganismy

Pro překonání kritické místa Mikroorganismy byl vytvořen modul se 2 typy aktivit. Jednalo se o videa (Bakterie, Sinice, Řasy, Prvoci I, Prvoci II) a experimenty vázající

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	33 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	33 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	33 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	33 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	33 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	33 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	0 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	33 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	33 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	33 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	33 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	33 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	33 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	33 %
15	Výuka mne více zaujala.	33 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	0 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	33 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	0 %

Tab. 16. Ověření: Rozhovor a brainstorming.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	50 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	63 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	81 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	38 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	38 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	31 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	0 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	88 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	13 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	31 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	19 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	63 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	44 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	19 %
15	Výuka mne více zaujala.	56 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	56 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	56 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	94 %

Tab. 17. Ověření: Videa.

se ke kvasinkám a k plísním. Didaktická videa byla hodnocena velmi kladně (tab. 17).

Modul hodnotilo 6 učitelů, kteří odevzali 15 reflexí. Učitelé byli přesvědčeni, že výuka s videi lépe vede žáky k osvojení vědomostí a dovedností (81 %), že žáci učivu lépe porozuměli (88 %) a snáze ho pochopili (94 %). Postrádali však bohužel možnost experimentovat (0 %). Videa také nepodpořila vlastní učební aktivitu žáků (13 %).

Aktivity vázající se ke kvasinkám a plísním kombinovaly mikroskop a experiment. Žáci nejprve pozorovali kvasinky pod mikroskopem, následně sledovali, jak kvasinky dokáží nafouknout balonek (tab. 18). Zde se všichni učitelé shodli, že tato aktivita vede žáky lépe k osvojování vědomostí (100 %), poskytuje jim možnost experimentovat (100 %) a je pro ně zábavná (100 %). Příprava experimentu vyžaduje určitý čas učitele, takže z hlediska přípravy na hodinu nelze říci, že by byla méně náročná, což uvedlo pouze 25 % dotázaných. Spokojenost učitelů lze vyčíst i z následujícího komentáře: *„Vaše praktické činnosti uplatňuji v rámci environmentálních praktik dvouhodinovka jednou týdně v 6. ročníku. Pro mne perfektně připravený postup, materiál veškerý dostupný a žáky to velmi baví. Jsem maximálně spokojená.“*

3.8.5 | Vyhodnocení modulu Zoologie bezobratlých

Modul ke kritickému místu Systematika bezobratlých obsahuje 19 didaktických videí, která se věnují konkrétním skupinám živočichů, dále didaktickou hru s kartičkami a také dvě aplikace pro mobilní zařízení, které jsou vhodné pro fixaci učiva. Tyto aplikace mohou být naplněny libovolným obsahem, ale námi vytvořené ukázkové materiály se věnovaly právě bezobratlým. Aktivity v modulu Bezobratlí byly rozděleny na tři skupiny – videa, hra, aplikace. Modul hodnotilo 10 učitelů, kteří odevzdali 28 reflexí. Pro větší přehlednost výsledků byly vytvořeny tabulky, které uvádí plné znění výroků z dotazníků a k nim příslušné procentuální hodnocení z reflexí učitelů.

U didaktických videí (tab. 19) učitelé nejvíce ocenili fakt, že žáci dokázali snáze poznávat jednotlivé zástupce taxonomických skupin (79 %). Videa byla zábavná nejen pro žáky (74 %), ale také pro učitele (71 %). Dle slov jedné z učitelek: *„Žáci u videa oceňovali názornost, hezké záběry, dobrý komentář.“* Pedagogové hodnotili kladně fakt, že videa vycházela z aktuálních vědeckých poznatků a byla zpracována tak, že žákům pomohla snáze si osvojit nové vědomosti z oboru (68 %). Pouze 45 % dotázaných si myslí, že videa podporují vlastní učební aktivitu žáků a jen 47 % shledává videa jako podnětné úlohy, které

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	63 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	63 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	100 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	75 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	50 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	50 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	100 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	38 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	75 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	50 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	88 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	100 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	63 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	25 %
15	Výuka mne více zaujala.	88 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	38 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	50 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	88 %

Tab. 18. Ověření: Mikroskopování a experiment.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	68 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	50 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	68 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	63 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	58 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	63 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	45 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	58 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	45 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	47 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	58 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	74 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	58 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	63 %
15	Výuka mne více zaujala.	71 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	66 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	79 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	63 %

Tab. 19. Ověření: Zoologie bezobratlých – didaktická videa.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	94 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	75 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	88 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	44 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	81 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	50 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	25 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	94 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	94 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	69 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	69 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	81 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	75 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	75 %
15	Výuka mne více zaujala.	81 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	69 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	81 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	94 %

Tab. 20. Ověření: Didaktická hra.

1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	50 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	63 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	88 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	75 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	63 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	38 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	63 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	75 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	88 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	63 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	75 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	88 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	75 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	38 %
15	Výuka mne více zaujala.	75 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	63 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	63 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	88 %

Tab. 21. Ověření: Aplikace pro mobilní zařízení

podporují diskuzi a přemýšlení. Co se týče náročnosti na přípravu hodiny ze strany učitele, nadpoloviční většina učitelů (63 %) se shodla na tom, že náročnost na přípravu učitele je menší.

Aktivita Didaktická hra byla hodnocena velmi kladně (tab. 20). Učitelé vyzdvihovali fakt, že didaktická hra podporuje vlastní učební aktivitu žáků, vede je k hlubšímu zamyšlení se nad učivem, diskuzi a přemýšlení (všechny položky 94 %). Osmdesát osm procent učitelů se shodlo na tom, že didaktická hra pomůže žákům snáze překonat kritická místa v učení. Žáci dle nich lépe pochopí nové pojmy (81 %) a také se snáze zorientují v taxonomickém systému (81 %). Spokojenost s aktivitou vystihuje také toto tvrzení: *„Váš materiál pro mne splňuje přesně to, co potřebuji. Já nemám, co dodat. Snad jen, opravdu děkuji, že něco takového vzniklo.“* Pouze 25 % učitelů si myslí, že zapojení didaktické hry do výuky podpoří žáky v práci s odbornou terminologií nebo že budou lépe rozvinuty jejich klíčové kompetence (44 %).

Poslední aktivitou v tomto modulu byly aplikace pro mobilní zařízení, konkrétně se jednalo o Kahoot! a Quizlet. Jak již bylo uvedeno, aplikace jsou bez vlastního obsahu, tzv. blank apps, a lze je tedy naplnit libovolným učivem. Pro naše aktivity byly právě vytvořeny materiály na téma bezobratlí. Učitelé jsou z 88 % přesvědčeni o tom, že mobilní aplikace jsou pro žáky zábavné, pomohou jim s pochopením nových pojmů, osvojením nových vědomostí a podpoří jejich vlastní aktivitu (tab. 21). Pozor však na přílišné soustředění jen na hru, nikoliv na její obsah, jak uvádí jedna z učitelek: *„Velmi vhodné je všechny odpovědi následně projít, upozornit na chyby a často se ke kritickým úkolům vracet. Žáci téměř nevnímali tuto aktivitu jako nezajímavé opakování, ale velmi rádi ji uvítali ve výuce.“* I přes tato pozitiva je však nutné počítat s větší časovou investicí do přípravy. Učitel si musí herní kvízy v aplikacích sám vytvořit nebo stáhnout již hotové práce kolegů, které však nepodléhají žádné kontrole, proto je nutné je před zapojením do výuky projít. Zřejmě proto pouze 38 % učitelů uvedlo, že příprava by pro ně byla méně náročná. Samotnou pomoc v překonání kritického místa spatřuje v zapojení mobilních aplikací 75 % učitelů.

Pokud srovnáme úspěšnost jednotlivých aktivit mezi učiteli (tab. 22), nejlépe si vedla didaktická hra, která v součtu obdržela 1338 %. Podíváme-li se na některé výroky

		Bez – videa	**Bez – hra**	**Bez – aplikace**
1	Výuka lépe využívala aktuální vědecké poznatky.	68 %	94 %	50 %
2	Výuka lépe vedla žáky k hlubšímu promýšlení učiva.	50 %	75 %	63 %
3	Výuka lépe vedla žáky k osvojování vědomostí a dovedností.	68 %	88 %	88 %
4	Výuka vhodněji podpořila překonávání překážek v učení žáků.	63 %	44 %	75 %
5	Výuka lépe u žáků rozvíjela klíčové kompetence.	58 %	81 %	63 %
6	Výuka žákům nabízela více příležitostí diskutovat o učivu (o tématech, které se týkají vzdělávacího oboru).	63 %	50 %	38 %
7	Výuka žákům nabízela více příležitostí k experimentování, které podporovalo porozumění učivu.	45 %	25 %	63 %
8	Žáci ve výuce lépe porozuměli učivu (uměli učivo lépe vysvětlovat s využitím odborné terminologie).	58 %	94 %	75 %
9	Výuka lépe podporovala vlastní učební aktivity žáků.	45 %	94 %	88 %
10	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky podnětnější – více je inspirovaly k řešení úloh, k přemýšlení nebo k diskuzi o tématech oboru.	47 %	69 %	63 %
11	Učební úlohy ve výuce žáky lépe motivovaly k dalšímu poznávání, k získávání nových informací.	58 %	69 %	75 %
12	Učební úlohy ve výuce byly pro žáky zábavnější.	74 %	81 %	88 %
13	Výuka lépe (efektivněji) využila čas pro žákovské učení.	58 %	75 %	75 %
14	Příprava na výuku byla pro mne méně náročná.	63 %	75 %	38 %
15	Výuka mne více zaujala.	71 %	81 %	75 %
16	Výuka žákům pomohla se lépe zorientovat v taxonomickém systému organismů.	66 %	69 %	63 %
17	Výuka umožnila žákům zlepšit poznávání zástupců probíraných taxonomických skupin.	79 %	81 %	63 %
18	Výuka žákům usnadnila pochopení významu nových pojmů.	63 %	94 %	88 %

Tab. 22. Srovnání aktivit v modulu Zoologie bezobratlých

dotazníku, je patrné, že k překonání kritických míst dle učitelů nejlépe posloužily mobilní aplikace, které byly také pro žáky nejzábavnější. Na didaktické hře dotázaní vyzdvihli fakt, že pomohla žákům osvojit si odbornou terminologii či nejlépe podporovala jejich vlastní učební aktivitu.

3.8.6 | Shrnutí

V rámci oboru Biologie bylo na základně polostrukturovaných rozhovorů vybráno pět kritických míst. Pro překonání těchto kritických míst vytvářeli členové výzkumného týmu podpůrné úlohy a aktivity. Byla vytvořena videa, pracovní listy, návrhy experimentů didaktické hry. Představeny byly aplikace pro chytré telefony a tablety. Není zcela jednoduché srovnávat jednotlivé aktivity mezi sebou, přesto se pokusíme o zhodnocení.

Aktivitami, které mezi učiteli měly největší úspěch, byly didaktické hry v kritickém místu Bezobratlí (Hra s kartičkami), aplikace pro mobilní zařízení (Kahoot, Quizlet) a experimenty s kvasinkami a plísněmi. Toto tvrzení uvádíme na základě sečtení všech bodů (procent), které jednotlivé aktivity získaly od učitelů v hodnotících reflexích. Nejzábavnější úlohou pro žáky bylo experimentování s kvasinkami a plísněmi (100 %), které zaujalo také učitele (88 %). Úlohou, která byla nejméně náročná na přípravu učitele, byla didaktická hra s kartičkami (Bezobratlí, 81 %). Tato úloha dle učitelů také nejlépe pracovala s aktuálními vědeckými poznatky. Vlastní učební aktivitu žáků nejlépe podporovala rovněž tato úloha. K experimentování žáky nejvíce vedla úloha o mikroskopování kvasinek a plísní. Tyto dvě zmíněné úlohy také zřejmě nejvíce pomohly k překonání kritických míst, neboť dle učitelů nejvíce pomohly žákům k osvojení nových vědomostí a porozumění učivu.

	Bezobratlí – videa	**Bezobraltí – hra**	**Bezobratylí – aplikace**	**Vznik života**	**Fotosyntéza – experiment**	**Fotosyntéza – aplikace**	**Mikroorganismy – videa**	**Mikroorganismy – kvasinky**	**Buňka – mikroskopování**	**Buňka – hra**	**Buňka – pojmová mapa**	**Buňka – brainstoring, rozhovor**
1	68 %	94 %	50 %	–25 %	63 %	67 %	50 %	63 %	25 %	14 %	33 %	33 %
2	50 %	75 %	63 %	–13 %	88 %	58 %	63 %	63 %	75 %	50 %	67 %	33 %
3	68 %	88 %	88 %	–13 %	75 %	42 %	81 %	100 %	63 %	79 %	50 %	33 %
4	63 %	44 %	75 %	–25 %	63 %	42 %	38 %	75 %	38 %	64 %	50 %	33 %
5	58 %	81 %	63 %	–38 %	75 %	8 %	38 %	50 %	63 %	50 %	67 %	33 %
6	63 %	50 %	38 %	–13 %	25 %	–8 %	31 %	50 %	75 %	50 %	50 %	33 %
7	45 %	25 %	63 %	–13 %	13 %	–50 %	0 %	100 %	25 %	43 %	50 %	0 %
8	58 %	94 %	75 %	–25 %	63 %	42 %	88 %	38 %	13 %	64 %	50 %	33 %
9	45 %	94 %	88 %	–38 %	38 %	25 %	13 %	75 %	75 %	71 %	67 %	33 %
10	47 %	69 %	63 %	–25 %	75 %	50 %	31 %	50 %	63 %	71 %	50 %	33 %
11	58 %	69 %	75 %	–38 %	73 %	25 %	19 %	88 %	50 %	43 %	50 %	33 %
12	74 %	81 %	88 %	–13 %	88 %	50 %	63 %	100 %	63 %	93 %	50 %	33 %
13	58 %	75 %	75 %	–38 %	38 %	17 %	44 %	63 %	13 %	43 %	50 %	33 %
14	63 %	75 %	38 %	13 %	50 %	–17 %	19 %	25 %	0 %	29 %	17 %	33 %
15	71 %	81 %	75 %	–25 %	50 %	50 %	56 %	88 %	63 %	57 %	50 %	33 %
16	66 %	69 %	63 %	–13 %	88 %	42 %	56 %	38 %	0 %	21 %	17 %	0 %
17	79 %	81 %	63 %	–25 %	70 %	50 %	50 %	50 %	50 %	79 %	67 %	33 %
18	63 %	94 %	88 %	13 %	75 %	50 %	94 %	88 %	13 %	70 %	17 %	0 %
×	**65 %**	**74 %**	**68 %**	**–19 %**	**62 %**	**30 %**	**47 %**	**67 %**	**43%**	**55%**	**47 %**	**27 %**

Tab. 23. Shrnutí hodnotících reflexí. V řádce (×) jsou uváděny průměrné hodnoty, které vyjadřují celkovou úspěšnost modulu u hodnotících učitelů; pouze jediný modul byl hodnocen záporně (= nevhodný pro výuku), jako nejefektivnější se jevíly moduly zaměřené na bezobratlé a kvasinky.

4 | Moduly pro řešení kritických míst kurikula

Navržené moduly pro řešení kritických míst byly konstruovány tak, aby pomáhaly překonávat kritická místa učiva 6. ročníku a pokud možno odstraňovala příčiny vzniku kritičnosti. Některé obecné příčiny (viz kapitolu 3.6) jimi řešit nelze, ale mohou pomoci v případě názornosti a přípravy výuky přiměřené věku žáků.

Protože mají jednotlivá kritická místa a učivo do nich spadající odlišný charakter a liší se také příčinami kritičnosti, také moduly mají různý charakter. Některé směřují na učitele a poskytují mu informace a komentáře k problematice nebo přímo i samotné pomůcky pro výuku formou webových odkazů a vzorů v přílohách. Jiné moduly poskytují návody k experimentům, pokusům, pozorováním, hrám a dalším aktivitám žáků. K modulům v závislosti na jeho zaměření jsou doplňující komentáře.

4.1 | Vznik a vývoj života

Jako příčina tohoto kritického místa byla stanovena skutečnost, že pro žáky je velmi obtížné si představit, jak mohl život vzniknout. Je to pro ně velmi vzdálené, abstraktní, nemohou si na toto téma sáhnout, téma nelze konkretizovat. Život vznikal na úrovni organických látek. Je zde proto přesah do biochemie, se kterou nemají žáci 6. ročníků ZŠ žádnou zkušenost. Z těchto skutečností vycházela konstrukce tohoto modulu, jehož cílem je poskytnout učiteli co nejmodernější pohled na vznik života, zatímco v učebnicích je stále reprezentován klasický, avšak dnes již kritizovaný model „horké prapolévky“. Modul zkráceně popisuje procesy vedoucí ke vzniku života v moderních teoriích, důkazy takových procesů a vysvětlující komentáře a odkazy na publikace, které učiteli pomohou při překlenování tohoto kritického místa. V tomto modulu jsou představeny i další teorie, které bývají zmíněny v encyklopedických přehledech a také v některých učebnicích (Maleninský *et al.* 2004). Uveden je přehled terminologie, kterou žáci již mají znát z předchozích ročníků školní docházky, i pojmy nové. Problémem je také samotné vymezení pojmu život (Špaček 2018). Pro učitele jsou uvedeny zdroje dalších informací.

Součástí modulu jsou také návrh postupu výuky tohoto tématu (Model evoluční abiogeneze, kap. 4.1.1) a dále pokus s lipidy (kap. 4.1.2) a didaktická hra s tématikou nukleových kyselin (kap. 4.1.3) jako příklady aktivit, které mají žákům demonstrovat dva z důležitých kroků ve vývoji života: tvorbu struktur podobných buňkám ve vodním prostředí a vznik informačních makromolekul RNA a DNA. Obě aktivity mají žákům konkretizovat děje, které jsou však pro svoji chemickou povahu příliš abstraktní. Aktivity tak směřují spíše na nadanější žáky a žáky ve vyšších ročnících základní školy.

4.1.1 | Model evoluční abiogeneze

| Cíl: Poskytnou učiteli přehled nejnovějších názorů a informačních zdrojů ke kritickému místu. Na jejich podkladu si učitel vytvoří vlastní, pro žáky srozumitelný model vývoje života.

| Teorie: Co říci žákům, aby se s velkou mírou zjednodušení výklad co nejvíce přiblížil modernímu předpokládanému scénáři vzniku a následného vývoje života? Ze 4. a 5. ročníku znají z historie Země, že byla zpočátku velmi horká, neklidná, nehostinná, a až po vzniku moří panovaly příznivější podmínky pro existenci organismů.

V běžných učebnicích je vznik života prezentován v podobě komiksu s pořadím: jednoduché látky – složitější organické sloučeniny – buňka heterotrofní – buňka autotrofní. Vznik života se vždy odehrává v „horkých oceánech“, což podle posledních vědeckých poznatků není zcela pravda. Vznik látek nezbytných pro vznik života se odehrával v atmosféře a ve vulkanických oblastech na souši, protože vodní prostředí by vznikající biopolymery disociovalo. Pro 6. ročník doporučujeme zmínit sérii pěti kroků; od popisu výchozího stavu do vzniku samostatně replikované struktury, tj. buňky, se kterou se v učebnici dále pracuje.

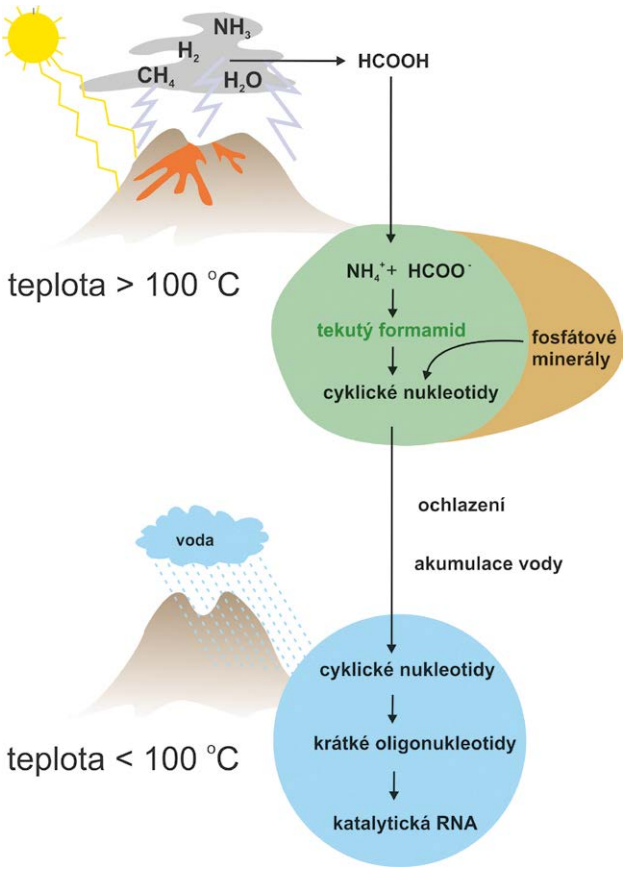
| Výchozí stav: Existuje Země s oceánem, sopkami, horkými prameny a atmosférou bez kyslíku, s blesky a dopady asteroidů, v době před 4,5–4,0 miliardami let. Byl dostatek času (stovky milionů let) pro stálé opakování stejných procesů, až se to jednou „povedlo“. Pokud již jednou vznikl živý organismus, už nemohl vzniknout jiný na jiném základě, byť jen mírně odlišném. Velmi zjednodušená posloupnost procesu vzniku buňky z anorganických látek je uvedena v pěti krocích s vysvětlujícím komentářem (obr. 3).

1. V prvotní atmosféře na Zemi byly anorganické látky (voda, amoniak, metan, oxid uhličitý, chyběl kyslík), ve kterých se elektrickými výboji (= blesky) vytvářely jednoduché látky organické. Tyto látky byly nejen v mořích, ale i v horkém prostředí v okolí sopek a na místech dopadu asteroidů na Zem.
   Důkaz: Z geologických záznamů je zřejmé, že prvotní atmosféra byla redukční s vysokým obsahem dusíku, amoniaku, oxidů uhlíku a metanu. Laboratorně bylo potvrzeno, že v takové atmosféře lze silnými elektrickými výboji a UV zářením vytvořit aminokyseliny, organické kyseliny, cukry a lipidy, tedy základní stavební kameny života.
2. Z jednoduchých organických látek (cukry, lipidy, aminokyseliny) se vytvářely látky další, se složitější strukturou. V prostředí o různě vysoké a kolísavé teplotě (60–200 °C) v okolí sopek a horkých pramenů se tyto látky stávaly různorodější, spojovaly se do shluků, oddělených od okolí tenkou lipidovou blankou. Vznikaly měchýřky, které měly na povrchu blanku a uvnitř látku

zajišťující jejich množení. Měchýřky se následně dostávaly do vodního prostředí.
Důkaz: Z kyseliny mravenčí a amoniaku lze kolísáním vhodných teplot a prostředí (modelově v okolí sopek) vytvořit formamid. Z něj se za vysokých teplot (např. dopad asteroidu) mohou syntetizovat nukleobáze. Ozařováním protony (tj. simulace slunečního větru) se z formamidu také podařilo syntetizovat nukleosidy adenosin, cytidin a uridin, tedy základní stavební částice RNA. Zdá se, že toto by mohla být snadná cesta k vytvoření RNA, tedy k nastartování situace označované jako Teorie RNA světa.

3. Některé z těchto látek v měchýřcích (RNA – ribonukleová kyselina) zajišťovaly informaci potřebnou ke zkopírování měchýřku. Tak mohly z jednoho shluku vzniknout shluky dvou, pak čtyř, osmi, šestnácti měchýřků atd. Zjednodušeně můžeme tyto měchýřky označit za primitivní buňky.
4. Někdy došlo k chybě při kopírování a výsledný nový měchýřek se odlišoval od původního. Mohl mít lepší vlastnosti, např. rychlost tvorby dalších měchýřků, nebo mít vlastnosti horší. Soupeřením mezi sebou dokonalejší a rychleji se dělící měchýřky nakonec začaly převládat. Dochází k Darwinovské evoluci, kdy každá nová generace měchýřků (= primitivní buňky) se trochu liší od generace předchozí.
Důkazy: Darwinovská evoluce předpokládá, že organismy (buňky) mají různou reprodukční úspěšnost, nejsou tedy zcela identické. Tedy ty s větší reprodukční úspěšností časem z prostředí vytlačí ty s menší reprodukční úspěšností. Současně předpokládá genetickou odlišnost po sobě následujících generací. Toto lze aplikovat i na generace kopírujících se měchýřků (= primitivních buněk).
5. Některé organismy začaly využívat energii světla (slunečního záření), vznikl tak proces fotosyntézy. Jako odpadní látku začaly tyto organismy produkovat pro ně jedovatý kyslík.
Důkazy: Již nejstarší fosilní organismy z doby před 3,5–3,8 miliardami let vytvářely stromatolity, tedy útvary, které vytváří výhradně fotosyntetizující organizmy. Geologické důkazy ukazují na kolísání hladiny volného kyslíku v atmosféře před 2,4 miliardami let. Původní redukční atmosféra se proměňuje na atmosféru oxidační, i když původní obsah kyslíku v atmosféře byl zpočátku velmi nízký. Nežli zůstal volný kyslík v atmosféře, byl nejprve spotřebováván na oxidaci minerálů na zemském povrchu a ve vodě, zejména minerálů s obsahem železa.

| Konečný stav: Existuje Země s oceánem, ve kterém jsou jednoduché jednobuněčné organismy produkující kyslík jako odpadní látku. Kyslík v atmosféře se objevuje před asi 4,0 miliardami let, volný kyslík později, před asi 2,4 miliardami let.



Obr. 3. Schéma vzniku života (podle Kejnovský *et al.* 2018, upraveno).

| Komentář 1: Proč opustit představu „horké prapolévky" prvotních oceánů?

Život podle posledních poznatků nemohl vzniknout v oceánech, ale nejspíše v blízkosti horkých pramenů a sopek, kde byl dostatek látek potřebných ke vzniku života (amoniak, voda, dostatek nerostů, které mohly katalyzovat různé procesy aj.). V mořské vodě byla stálejší teplota a koncentrace látek by nebyla dostatečná. Prvotní buňky potřebovaly vysokou koncentraci zinku, manganu a fosforu, kterou nalézaly v blízkosti horkých pramenů. Některé nerosty, zejména sulfidy pyrit a sfalerit, které vznikají z horkých redukčních roztoků, na povrchu svých krystalů vykazovaly katalytické vlastnosti. Takové vlastnosti podporovaly vznik membrán, toky energie a určité strukturní uspořádání látek na nich přichycených měchýřcích. Důvodů, pro které nemohl život vzniknout ve vodním prostředí, je více, ale v případě formamidu je to skutečnost, že jeho syntéza se musela odehrávat při teplotách 130–150 °C. Teplota vody 100 °C je pro syntézu nízká a voda se za normálních podmínek mění v páru. Dalším důvodem je skutečnost, že prekurzory RNA jsou ve vodě nestabilní. Při jejich vzniku se uvolňují molekuly vody, což je ve vodním prostředí problém, protože tento proces je reverzibilní. Pokud tyto prekurzory vznikají ve formamidu, tento problém nevzniká. Oligonukleotidy

vznikají při teplotě asi 85 °C. Katalytické vlastnosti vzniklé RNA se objevují při teplotách okolo 65 °C. Za těchto podmínek první informační biopolymery, tedy prvotní RNA, mohly procházet chemickou evolucí ve vodě, která se chovala jako rozpouštědlo.

Komentář 2: Terminologie

Při výkladu o vzniku života se žáci setkají s řadou nových pojmů. Jejich použití je závislé na učebnici, podle které učitel vede výklad. Některé pojmy (např. koacerváty) jsou na úrovni 6. ročníku nadbytečné, lze je nahradit triviálním názvem měchýřek. Podrobnosti o jiných pojmech, zejména týkajících se názvů chemických látek, se žáci dozvědí v chemii v dalších vyšších ročnících. Při výkladu o vzniku života se těmto pojmům lze jen obtížně vyhnout. Až na jedinou výjimku se v učebnicích nikde neobjevuje pojem nukleové kyseliny. Výjimkou je učebnice Dančáka & Sedlářové (2011), kde se pojem nukleových kyselin objevuje u tématu Stavba těl organismů. Zde je v kapitole o chemii života zmíněna i RNA a DNA. Doporučujeme, aby při výkladu o vývoji života byly zmíněny i nukleové kyseliny jako nositelé informace v buňce. Umožňuje to jednoduše vysvětlit nejen rozmnožování prvních buněčných organismů (kopírování RNA do jiné RNA), ale lze pak i jednoduše vysvětlit proměnlivost a Darwinovskou evoluci na základě změn v pořadí dusíkatých bází (viz kapitola hra). Je skutečností, že pojem kopírovat je žákům v 6. ročníku jistě dobře známý.

Nové pojmy, se kterými se žáci mohou setkat při výkladu o vzniku života, jsou: *aminokyseliny*; *amoniak*; *anorganické látky*; *asteroid*; *fotosyntéza*; *koacerváty*; *kosmické záření*; *lipidy*; *metan*; *organické látky*; *protein*.

V souvislosti s výkladem o strukturách buňky se žáci mohou setkat s pojmy, které byly v jiném kontextu probírány nebo alespoň zmíněny (v závislosti na použité učebnici) v nižších ročnících: *bílkoviny* – prvouka 3. ročník (téma Potrava člověka); *dusík* – prvouka 3. ročník, učebnice 4. a 5. ročník (téma Vzduch); *kyslík* – prvouka 3. ročník, učebnice 4. a 5. ročník (téma Vzduch); *oxid uhličitý* – prvouka 3. ročník, učebnice 4. a 5. ročník (téma Vzduch); *sacharidy (cukry)* – prvouka 3. ročník (téma Potrava člověka); *tuky* – prvouka 3. ročník (téma Potrava člověka); *uhlík* – přírodověda 5 (téma Nerosty); *ultrafialové záření* – učebnice 4. a 5. ročník (téma Vzduch); *voda* – učebnice 4. a 5. ročník.

Komentář 3: Přehled hlavních teorií

Přehledy hlavních teorií vzniku života jsou uvedeny níže. Podrobnější přehled na cs.wikipedia.org/wiki/Vznik_%C5%BEivota:

Teorie samoplození: Teorie předpokládající, že organismy mohou vznikat přímo z neživé hmoty. Teorie vyslovená už starověkými filosofy, ale vyvrácená v polovině 19. století.

Kreační teorie: Teorie, které předpokládá zásah nadpřirozené síly, tj. Boha, a to nejen zásah prvotní, ale předpokládá i opakované zásahy to vývoje života. Tato teorie je často v souladu s různými církevními dogmaty, a to nejen křesťanské církve. Teorie je dodnes uznávána mnoha kulturami ve světě.

Teorie inteligentního designu: Teorie vychází z předpokladu, že procesy v organismech jsou natolik složité, že nemohly vzniknout náhodou a tedy, logicky, jsou vytvořené zásahem umělé inteligence.

Panspermatická teorie: Teorie předpokládá, že život je ve vesmíru rozšířen univerzálně, možná od jeho samotného počátku, a pokud jsou vesmírná tělesa s prostředím vhodným pro život, život se na takových tělesech uchytí a dále rozvíjí. Modifikací je teorie řízené panspermie, která předpokládá, že život je po vesmíru cíleně rozšiřován jinými civilizacemi, vzniklými možná i na zcela odlišném nebiologickém základu.

Teorie evoluční abiogeneze: Teorie předpokládá vznik života postupným vývojem na Zemi. Posloupnost zahrnuje nejprve vznik základních stavebních látek organismů (aminokyselin, lipidů, cukrů) a informačních makromolekul (nukleových kyselin) s následnou replikací a evolucí. Existuje celá řada teorií evoluční abiogeneze (viz výše).

Komentář 4: Definice života

Definice života je filosofický problém, viz cs.wikipedia.org/wiki/Definice_%C5%BEivota. Ve vesmíru vznikají organické látky, které se polymerizují. Pokud jich je příliš dohromady, tvoří cosi jako asfalt. Tedy aminokyseliny, lipidy ani báze nukleových kyselin samotné o sobě nelze považovat za živé. Krátká a výstižná definice života říká, že *„Život je samoudržitelný chemický systém schopný darwinistické evoluce“*. Z této definice však vyplývá, že molekula RNA je živá, protože se dokáže sama replikovat za vzniku variací. V tomto ohledu jsou i viry živé. Můžeme se setkat i s názorem, že život jako pojem neexistuje. *„Jsme jen komplexní molekulární stroje vytvořené procesem evoluce, které si uvědomují svojí vlastní existenci a nyní získávají schopnost se cíleně opravovat a upravovat na molekulární úrovni“* (Špaček 2014).

Komentář 5: Informační zdroje učitele

Z českých překladů doporučujeme kapitolu *Živá Země* (str. 127–153) z knihy Hazena (2015). Kapitola pojednává o pravděpodobném scénáři vývoje života. Shrnuty jsou problémové okruhy: definice života a složení živých organismů. Poté je po krocích popsán pravděpodobný popis fyzikálně-chemických procesů, proces výběru biomolekul včetně problému pravotočivosti a levotočivosti biomolekul, problém replikace a procesy, které po vzniku života následovaly.

Jako zdroj informací může posloužit i publikace Hajnala a Markoše (2007). Kniha je již vyprodaná, ale její varianta je volně dostupná na webových stránkách.

Vzniku a vývoji života se věnuje také populární publikace Goulda (1988). Doporučujeme kapitolu *Základy. Život v oceánech* (str. 37–63). Popisuje základní mechanismy a procesy, kterými vznikaly organismy, a zmiňuje nejstarší doklady mnohobuněčného života. Pro učitele jsou vhodná dvě schémata na str. 40 a 41 o struktuře buňky a bakteriálním metabolismu a schémata na str. 60 a 61 týkající se fylogeneze prokaryot, eukaryot a živočichů.

V českých časopisech z posledních let není mnoho článků pojednávajících o vzniku života. Horáček (2014) kriticky komentuje knihy o inteligentním designu. Polemiku o pravdivosti evoluční hypotézy nalezneme ve článku Vyskočila (2014). Kejnovský *et al.* (2018) shrnují názory na vznik RNA z anorganických látek. Je to sugestivně psaný článek poněkud popírající klasické teorie „horké prapolévky" a koacervátů. Otázkou vzniku života se zabývá v článku Kraml (1995). Filosofické úvahy o tom, jestli má smysl rozlišovat pojem živý a neživý a jestli je rozdíl mezi chemií a životem, předkládá Špaček (2018).

Informace o původu a vývoji života jsou v českém jazyce omezené na většinou o krátké přehledy hlavních koncepcí počínaje stvořením a konče teorií abiogenetické evoluce. Nejpodrobnější informace jsou na cs.wikipedia.org/wiki/Vznik_%C5%BEivota s popisem názorů na vznik života a s přehledem teorií; stránky jsou stručnější českou verzí stránek en.wikipedia.org/wiki/Abiogenesis psaných v angličtině. Anglická verze je podrobným přehledem hlavních teorií vedoucích ke vzniku složitých molekul, struktur a života. Na simple.wikipedia.org/wiki/Origin_of_life, je k nalezení stručný přehled teorií vzniku života včetně významných badatelů v angličtině.

Informace od vzniku života dostupné v českém jazyce uvádí i další webové strany: www.biologie.webz.cz/www/evoluce/evoluce.html (popisuje názory na vznik života, je to přehledný kompilát různých názorů), strana www.biologie.webz.cz/www/evoluce/fylogeneze.html (popisuje chemickou evoluci, se zastaralou časovou tabulkou) a www.szes-la.cz/objekty/vznik-zivota-na-zemi.pdf (uvádí krátký přehled klasické Oparinovy teorie na středoškolské úrovni).

4.1.2 | Pokus: Model vzniku primitivních buněk

| Cíl: Demonstrovat procesy podobné vzniku primitivních buněk.

| Teorie: Primitivní (prvotní) buňky obsahovaly enzymaticky aktivní a informační látky, které byly lipidickou membránou odděleny od okolního prostředí.

| Postup: Malé množství oleje vlijeme do kádinky s vodou. Na povrchu se vytvoří olejová oka. Na hladině jsou to téměř dvojrozměrné útvary. Pokud vodu s olejem opatrně zamícháme, vytvoří se kulovité kapičky oleje, které vlivem rozdílné hustoty vody a oleje rychle stoupají k hladině, na které se roztáhnou do tenké blanky. Prostorově jsou to však kuličky, které oddělují vnitřní prostředí od prostředí vnějšího. Pokud by uvnitř byla organická látka, která by řídila a umožňovala rozdělení kapičky, máme proces napodobující řízené množení buňky.

4.1.3 | Didaktická hra: Nukleové kyseliny

V učebnicích se žáci 6. ročníků ZŠ mohou běžně setkat s pojmy genetická informace, genetický materiál, dědičná informace, molekula DNA. Jsou to pojmy, ke kterým jen obtížně přiřazují konkrétní představu či význam. Jistě nemá význam žákům sdělovat názvy cukru a bází; samotný princip zápisu informace různým pořadím barevných proužků a jejich komplementarity je, jak se domníváme, však snadno pochopitelný. Závisí i na schopnosti učitele zatraktivnit a vysvětlit toto jinak složité téma, např. náš určitý znak, tj. barva očí, tvar uší, barva vlasů apod., že je vlastně zapsán pouhým pořadím barevných proužků.

| Cíl: Cílem aktivity je konkretizovat procesy vedoucí ke vzniku a funkci informačních makromolekul RNA a DNA. Modul nabízí formou praktické aktivity (hra, stavebnice) vytvoření struktury podobné RNA, DNA a modelování procesů vedoucích ke kopírování informace.

| Teorie: Základní stavba RNA a DNA je vyučována již na středních školách. Ribonukleová kyselina (RNA) je tvořena vláknem ribonukleotidů, které obsahuje cukr ribózu a nukleové báze adenin, guanin, cytosin a uracil. Nukleové báze sedí na ribózo-fosfátové kostře, na kterou nasedají nukleové báze: adenin, guanin, cytosin a uracil. Je zodpovědná za přenos informace z úrovně nukleových kyselin do proteinů. Molekula RNA je obvykle jednovláknová.

DNA je v mnoha ohledech podobná, ale je dvouvláknová a má nukleové báze adenin, guanin, cytosin a thymin. Je nositelka genetické informace. Oblast DNA nesoucí gen je přepsána do mediátorové RNA (mRNA). Nukleové báze jsou navzájem pospojovány vodíkovými můstky na bázi komplementarity: adenin se páruje s thyminem či uracilem, guanin se páruje s cytosinem.

Tři za sebou jdoucí nukleové báze tvoří triplet (kodon) v mRNA. Kodon určuje druh aminokyseliny, následně vlastnosti bílkoviny, tedy vlastnosti buňky a tedy potažmo celého organismu.

| Pomůcky: Úzké suché zipy sedmi barev (např. černá, zelená, oranžová, bílá, fialová, hnědá, žlutá), pravítko, nůžky.
Černý zip znázorňuje *ribózo-fosfátovou kostru*
Zelený zip znázorňuje *deoxyribózovou kostru*
1. barva – oranžová znázorňuje *adenin*
2. barva – bílá znázorňuje *guanin*

3. barva – fialová znázorňuje *cytosin*
4. barva – hnědá znázorňuje *uracil*
5. barva – žlutá znázorňuje *thymin*

| Postup: Z černého zipu nastříháme 30 cm dlouhé úseky. Stejně dlouhé pásky nastříháme ze zeleného zipu. Z barevných zipů 5 cm dlouhé dílky, všechny stejné délky. Počet kousků barevných zipů by měl být minimálně 90, raději více, pro jednoho žáka počítejme s 9 kousky (kouskem je míněn nerozpojený zip, tedy 2 ks) a s 4 ks tmavého pásku (obr. 4).

Obr. 4. Stavebnice RNA ze suchých zipů.

| Hra 1: Vytvořím si krátký úsek RNA

Na ribozo-fosfátovou kostru (černý zip 30 cm) se žáci dle vlastního výběru barev kolmo přichytí 9 kusů barevných zipů v asi 2cm intervalech. Nepoužijí žlutý zip (thymin je pro DNA). Pořadí barev napodobuje pořadí bází na jednovláknové RNA.

Výsledek: Každá žák si vytvořil svojí vlastní RNA. Je to jednovláknová struktura s určitým jedinečným pořadím bází adenin, guanin, cytosin a uracil. Napodobuje to vznik různých krátkých úseků RNA z počátku vzniku života. Tři báze (-triplet-) kódují výběr určité aminokyseliny, tedy žákem vytvořená RNA vybere tři aminokyseliny pro tvorbu bílkoviny a také určí pořadí aminokyselin v bílkovině.

| Hra 2: Vytvořím si dlouhou molekulu řetězce RNA

Žáci propojí své RNA do dlouhého řetězce. Vznikne dlouhá makromolekula RNA.

Otázka: Není někde pořadí dvou, tří, čtyř bází komplementární k bázím v jiné části řetězce? Mohlo by se pak stát, že tyto báze se k sobě přichytí a vlákno se tak prohne a zakroutí. Žák si uvědomí, jak dlouhé, jednoduché a zároveň různě „zprohýbané" mohou být makromolekuly RNA.

| Hra 3: Vytvořím si komplementární RNA k původnímu řetězci

Žáci si vezmou zpět „svoji" RNA. Na druhý černý pásek stejným způsobem žáci doplní komplementární báze, tedy k oranžové (A) spárují hnědou (U), k bílé (G) spárují fialovou (C). Barevné pásky (báze) mezi sebou nepropojí, zůstávají tedy dva volné řetězce, tedy dvě molekuly RNA. Pokud by spárovali jiné barvy k sobě, byla by to chyba. Vytvořili si tak komplementární druhou molekulu RNA.

Výsledek: Žák si uvědomí, jakým způsobem dochází ke kopírování nukleových kyselin.

| Hra 4: Vytvořím si DNA

Namísto černého zipu si žáci vezmou zelený – namísto ribózy je deoxyribóza a postupuje stejným způsobem jako v případě druhé hry. Pokud by použil čtyři barvy, které použil u modelu RNA a přichytil komplementární barvy k sobě, vznikne dvouvláknová struktura podobající se DNA, ale se špatnou hnědou bází, tedy s uracilem. U DNA je totiž namísto uracilu báze thymin. Žák tedy odstraní z obou pásků hnědou barvu a nahradí ji žlutým páskem, který znázorňuje thymin (T). Pak oba dva krátké komplementární pásky propojí. Vytvoří si tak dvouvláknovou molekulu DNA, u které jsou vlákna držena ve dvojšroubovici propojením komplementárních bází.

Výsledek: Žák si uvědomí, v čem spočívá podobnost a zároveň rozdílnost RNA a DNA.

| Hra 5: Replikace DNA, tvorba dvou identických řetězců

Žák rozpojí pět bází (z devíti) u modelu DNA od sebe. Vezme další zelený pásek. K volným koncům bází rozpojené původní dvojšroubovice DNA nejprve přichytí komplementární bázi (podle pravidla guanin-cytosin, adenin-thymin), které pak přichytí k dalšímu volnému zelenému zipu (vláknu). Vytvořil tak model ukazující, jak se DNA duplikuje v jádře buňky. Opět se nabízí možnost toto rozpojení prodloužit modely DNA od ostatních žáků a vytvořit tak dvě nové (po úplném rozpojení) molekuly DNA. Pokud žáci neudělají chybu, oba dva modely by měly být totožné v pořadí nukleotidů. Pokud udělají chybu, je to příklad mutace jednoho z vláken DNA.

Výsledek: Žák si vytvoří a zreplikuje DNA, tj. zkopíruje původní DNA. Pokud udělá chybu, vzniklá mutace. Taková chyba (=mutace) by měla být učitelem komentována, protože se taková chyba běžně děje v přírodě a je základem proměnlivosti organismů.

| Komentář: Hru lze různě modifikovat podle množství kousků barevných krátkých a dlouhých černých kousků suchých zipů. Vhodné je pracovat v několika skupinách žáků. Využití suchých zipů je jednodušší variantou komerčních stavebnic DNA (RNA). Navíc lze vytvořit RNA (DNA) libovolné délky pospojováním vytvořených úseků RNA (DNA) od více zúčastněných žáků. Lze vytvořit spoluprací žáků (což komerční stavebnice neumožňují) i atraktivní několik metrů dlouhou „makromolekulu", zmínit jakým způsobem je informace nesena (triplety),

proč se makromolekuly mohou různě zkroutit (tj. na základě komplementarity bází) a podobně.

Je na konkrétním učiteli, jak hru použije a jak nastaví její obtížnost. Některé pojmy, jako například názvy bází, jsou pro žáky základní školy příliš obtížné a je možné je vynechat a zůstat u informace se molekuly DNA a RNA jsou tvořeny jednotlivými dílky několika typů (proto ty rozdílné barvy) a tyto dílky se spolu mohou spojovat podle určitých pravidel (například oranžové a hnědé).

4.2 | Modul Fotosyntéza

Fotosyntéza je složitý biochemický děj, který má zásadní vliv na život na Zemi. Umožňuje organismům využívat energii ze Slunce. Proto je fotosyntéza zmiňována již na prvním stupni základní školy, když se žáci učí o životě rostlin, a objevuje se také v učivu 6. ročníku základní školy. V průběhu výzkumu se ukázalo, že žákům činí problém si zapamatovat, co to fotosyntéza je a co je jejím účelem. Pro snazší řešení tohoto kritického místa byla vybrána vhodná videa do výuky (kap. 4.2.1), dále aplikace pro výuku fotosyntézy (kap. 4.2.2) a na závěr experiment pro důkaz fotosyntézy (4.2.3).

4.2.1 | Videa pro výuku fotosyntézy

Cíl: Cílem je poskytnout informace o filmech, které lze použít ve výuce jako srozumitelnou demonstraci principů a významu fotosyntézy. Internet, a zejména portál Youtube, obsahuje mnoho videoklipů na téma fotosyntéza. Jejich kvalita je však velmi rozdílná a najít snímek vhodný do výuky někdy zabere učiteli drahocenný čas. Většina je v cizím jazyce. Níže uvádíme několik videoklipů, které se jeví jako použitelné ve výuce.

| NEZkreslená věda II: 1. Co je to fotosyntéza?

Dostupné na www.youtube.com/watch?v=zxhgNmaCVAM&t=139s v češtině. Kvalitní video z cyklu Akademie věd ČR v délce 8 minut s poutavým komentářem Pavla Lišky, obsahuje řadu zajímavých informací a podrobně popisuje reakce během procesu fotosyntézy. Pro výuku na základní škole je však moc podrobné. Proto je vhodné spíše pro přípravu učitele.

| Jak rostliny vytváří kyslík? – Fotosyntéza

Dostupné na www.youtube.com/watch?v=ZphoJpnnbo0&t=77s v češtině. Video zpracovává maturitní otázku fotosyntéza. Trvá necelých 7 minut. Graficky je velmi zdařilé, ovšem pro potřeby základní školy opět dost odborné. Může pomoci přípravě učitele.

| Animace fotosyntézy

Dostupné na www.youtube.com/watch?v=SA1UURsMAYA v angličtině. Jedná se o dvouminutovou animaci průběhu fotosyntézy. Animace je bez komentáře, s anglickými popisky. Fotosyntéza je popisována v rozsahu učiva pro základní školu. Video je podbarveno hudbou, kterou lze po ztlumení nahradit vhodným komentářem učitele.

| Píseň o fotosyntéze

Dostupné na www.youtube.com/watch?v=C1_uez5WX1o v angličtině. V tomto videu je průběh fotosyntézy popsán písní. Video trvá necelé dvě minuty a je dobře graficky zpracováno. Přestože je píseň v angličtině, lze v přehrávači zapnout titulky (pravý dolní roh videa), což může pomoci porozumění. Slova písně jsou vyslovována vcelku srozumitelně a žáci si tak při hodině přírodopisu mohou vyzkoušet své znalosti z angličtiny.

| Příběh fotosyntézy pro děti

Dostupné na www.youtube.com/watch?v=yHVhM-pLRXk&t=137s v angličtině. Jedná se o graficky velmi kvalitně zpracované video, které vysvětluje průběh fotosyntézy pohádkovým příběhem, ve kterém rostliny ožívají. Stupeň odbornosti odpovídá učivu základní školy. Příběh je v angličtině, a je nutno ho doprovodit učitelovým komentářem. Video trvá necelých šest minut a lze k němu zapnout anglické titulky.

4.2.2 | Aplikace pro výuku fotosyntézy

| Cíl: Poskytnout informace o obsahu a možnostech aplikací pro tablety a chytré telefony, které se určitým způsobem týkají kritického místa fotosyntéza a které lze použít jako srozumitelný výklad principů a významu fotosyntézy.

Představujeme několik aplikací pro tablety a chytré telefony, které mohou pomoci při výuce fotosyntézy. Přestože po zadání příslušných klíčových slov do obchodů s aplikacemi uvidíme řadu výsledků, ne všechny jsou pro výuku na základní škole vhodné. Drtivá většina aplikací je v anglickém jazyce a látku demonstruje na úrovni střední školy.

| Fotosyntéza

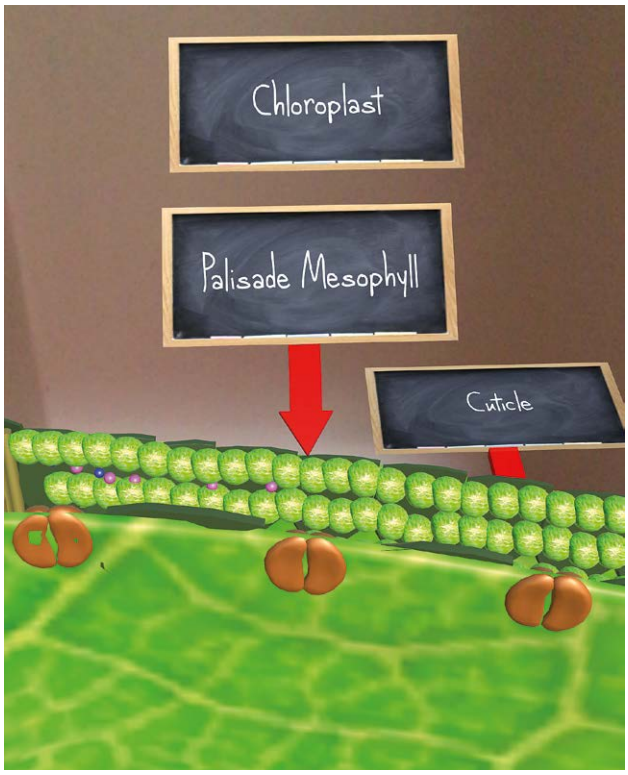
Dostupné na play.google.com/store/apps/details ?id=cz.scientica.kladnobiologie01&hl=cs v češtině. Aplikace Fotosyntéza ze sady Tabletárium je zatím pouze pro operační systém Android. Přestože při práci s aplikací někdy narazíme na nefunkční tlačítko, výhoda mateřské řeči je nesporná. Aplikace je příjemně grafický zpracována a nabízí několik módů (obr. 5). Např. v záložce podmínky musí žák nejprve správně doplnit podmínky fotosyntézy a následně může vyplnit další cvičení, které se nabídnou a rozšířit si tak své znalosti o podmínkách fotosyntézy. Některá cvičení jsou pro žáka základní školy poměrně složitá. To však může učitel doplnit a vysvětlit správným výkladem. Aplikace obsahuje také manuál pro mikroskopování listu.

Obr. 5. Tabletarium.

| Sahi Labs

Dostupné na apps.apple.com/us/app/sahi-labs -science -learning-l10/id1335336370 v angličtině. Tato zdarma dostupná aplikace pracuje s tzv. rozšířenou realitou. Uživateli umožňuje prozkoumat několik přírodovědných modelů z biologie, fyziky i chemie. Obsahuje také model fotosyntézy. Po zvolení tohoto tématu se žákovi skrze jeho tablet změní okolí v les. Přes tablet může vidět ve své třídě (nebo pokoji) stromy, studánky apod. Když žák pomocí pohybu s tabletem dostatečně prozkoumá své okolí, objeví se mezi stromy tlačítko *Continue*. Po kliknutí zmizí okolní krajina a před žákem se objeví rostlina v květináči. Poté, co si ji žák prohlédne, se okolo ní začnou objevovat pomocné tabulky. Nejprve jedna, která upozorňuje na funkci kořenů, další již na funkci listů (obr. 6). Po kliknutí na list se zobrazí jeho mikroskopické schéma, na kterém jsou popsány části listu (obr. 7). Tato aplikace slouží hlavně jako grafický podtext do hodiny, který je vhodný doplnit výkladem učitele. Pro žáky je rozšířená realita velmi atraktivní. Během práce s aplikací může učitel pokládat žákům doplňující otázky k tématu.

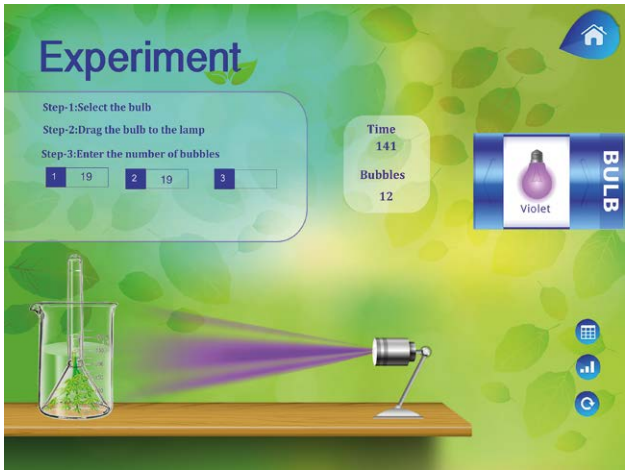
Obr. 6. Virtuální rostlina.



Obr. 7. Detail listu s popisem jeho jednotlivých částí.

| Photosynthesis

Dostupné na//apps.apple.com/us/app/the-photosynthesis/id1011647223 v angličtině. Tato aplikace se již zabývá pouze fotosyntézou. Její zaměření se zdá být na základní školu příliš odborné, avšak najdou se tady i části, které využitelné jsou. Aplikace je bohužel v angličtině, proto může být její teoretická část spíše inspirací pro učitele, stejně jako kvíz. Zajímavá je však záložka Apparatus a Experiment (obr. 8). Druhá zmíněná záložka umožňuje



Obr. 8. Záložka Experiment.

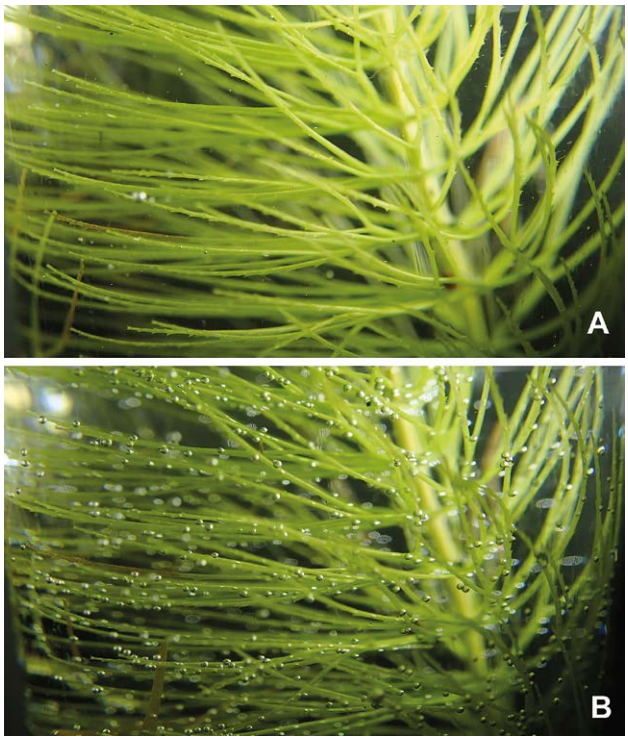
žákům testovat, která část světelného spektra umožňuje největší produkci kyslíku. Na tabletu se zobrazí lampa, která svítí na rostlinu, a žák může vybírat různě barevné žárovky, které rozsvítí. Po rozsvícení lampy se začne měřit čas a počet bublinek, které se vytvoří.

4.2.3 | Experiment jako důkaz vzniku kyslíku při fotosyntéze

| Cíl: Cílem aktivity je demonstrovat v reálné situaci výsledek fotosyntézy. Experiment navazuje na aplikaci *Photosynthesis*, neboť demonstruje to, co aplikace ukazuje virtuálně.

| Pomůcky: sklenice, vodní rostlina, jedlá soda, lžička

| Postup: Do sklenice nalijeme vodu a vložíme vodní rostlinu, např. stolístek (*Myriophyllum*). Dále přidáme lžičku jedné sody jako zdroj oxidu uhličitého. Sklenici umístíme ke zdroji světla, v ideálním případě pod stolní lampu. Přibližně po 5 až 10 minutách můžeme vidět, jak se na listech rostliny objevují bublinky kyslíku (obr. 9).



Obr. 9. Vodní rostlina před (A) a po (B) 10 minutovém osvitu. Patrné jsou drobné bublinky kyslíku na lístcích.

| Komentář: Tento experiment je relativně snadný, rychlý, a přesto žákům efektivně dokáže demonstrovat průběh a výsledky fotosyntézy. Pokus můžeme doprovodit vhodnými otázkami k tématu:

1. Otázka. Které látky do fotosyntézy vstupují a které látky při ní vznikají?
   Řešení: Vstupuje oxid uhličitý a voda, vzniká cukr (nebo obecně organické látky) a kyslík.
2. Otázka: Která z vznikajících látek je klíčová pro život rostliny a její růst?
   Řešení: Cukr (nebo obecně organické látky).
3. Otázka: Která z vznikajících látek je látka odpadní?
   Řešení: Kyslík. Doporučujeme toto zdůraznit, protože rostliny v průběhu fotosyntézy nevytvářejí kyslík proto, ***abychom mohli dýchat****, ale vytvářejí kyslík jako* ***odpadní produkt*** *při tvorbě cukrů. My, tj. heterotrofní organismy, jsme se naučili využívat* ***odpadní látku*** *fotosyntézy rostlin.*

4.3 | Modul Buňka

Modul Buňka byl vytvořen, aby pomohl učitelům ve výuce řešit problémy s kritickým místem, které bylo v našem výzkumu označeno jako Buňka a její funkce. Výsledky polostrukturovaných rozhovorů (kap. 3.3) ukázaly, že toto místo je kritické tím, že je náročné na představivost a je zde málo konkrétních, hmatatelných a snadno představitelných pojmů. Většinu pojmů, převážně ultrastruktur buňky, nelze ukázat přímo bez mikroskopu nebo jiné zobrazovací techniky. Konkretizace učiva je proto obtížná, ne všechny základní školy mají dostatečné technické vybavení, kvalitní mikroskopy pro samostatnou práci nebo mikroskop vybavený kamerou propojenou na kvalitní dataprojektor. V modulu přinášíme návrhy jednak kratších aktivit do hodiny (kap. 4.3.1), dále didaktickou hru (kap. 4.3.2) a náměty na pozorování v mikroskopu (kap. 4.3.3).

| Teorie: Téma buňky v učebnicích (např. Žídková & Knůrová 2017) obvykle zahrnuje informace o základní stavbě buňky s některými organelami (plazmatická membrána, buněčná stěna, cytoplazma, jádro, mitochondrie, vakuola, chloroplast, případně i další). Rozlišována je na této úrovni buňka baktérií, rostlin, živočichů, v některých učebnicích i hub. Vysvětlen je také princip jednobuněčnosti a mnohobuněčnosti a způsob rozmnožování buněk (dělení).

Výzkumům žákovských představ o buňce a její biologii již bylo věnováno několik výzkumů. Miskoncepcím o buňkách se věnovali Zamora & Guerra (1993), kteří provedli dotazníkové šetření u žáků ve věku 12–15 let. Výsledkem je závěr, že žáci mají problém si buňku představit a vztáhnout ji ke svému tělu. Měli problém odpovědět například na otázky týkající se lokalizace buněk v těle, vzniku nového jedince z oplozené buňky, vzniku nových buněk a vztahu mezi ději v buňkách a v mnohobuněčném organismu.

Přínosný je také výzkum znalostí a chápání genetiky (Lewis & Wood-Robinson 2000), kdy se prostřednictvím dotazníků autoři ptali kromě genetiky také na buňku, buněčné struktury a buněčné dělení. Menší část vzorku měla nedostatečné vědomí, že všechny buňky mají základní společnou stavbu a jsou to základní stavební kameny,

z nichž je organismus postaven, 6 % žáků si pletlo buňku a chromozom. Autoři očekávali, že najdou jasně formulované alternativní koncepce, ale našli spíše zmatení, nejistotu a nedostatek základních znalostí. Zaskočilo je omezené pochopení povahy genetické informace a její lokalizace, potíže se základními pojmy buňka, chromozom, gen. Za jednu z příčin považují skutečnost, že kurikulum je striktně předepsáno, jeho obsah je rozsáhlý, času je málo a související témata jsou učena ve velkém časovém odstupu (Lewis & Wood-Robinson 2000).

Podobným výzkumem se zabývali také Flores *et al.* (2003), který jako hlavní ohniska obtíží vytyčil problémy s obecnou představou o buňce, problém interpretace buněčných dějů (dýchání, fotosyntéza, výživa, mitóza) a představa o funkci organel v buňce. Jako velmi obtížně pochopitelné se ukázaly procesy v buňce, jako jsou mitóza a meióza, membrána a na ní probíhající děje (osmóza a difuze), DNA a chromozomy a jejich funkce v buňce. Žáci neznali funkci organel v buňce kromě jádra, neznali velikost a tvar buněk ani roli živin v buňce.

Výzkum obtíží spojených s učivem o buněčném dělení provedli Riemeier & Gropengiesser (2008). Jako výchozí rámec použili Model didaktické rekonstrukce. Hlavními zdroji potíže měli studenti s propojením makroskopické představy růstu s mikroskopickou podstatou (dělením buněk). Dále si neuvědomovali, že když se buňky množí dělením, musí pak také růst, jinak by jejich velikost neustále zmenšovala. Problém byl také v tom, že žáci se domnívali, že při buněčném dělení (mitóze) klesá počet chromozomů v buňce, neuvědomovali si, že předtím proběhla replikace DNA a následně se chromozomy pak rozdělily.

Ze zmíněných výzkumů vyplývá, že žáci mají problém si buňku a v ní probíhající děje představit, jejich vědomosti zůstaly spíše ostrůvkovité a navzájem nepropojené. Některé představy si navzájem odporují, aniž by to žák registroval. Ukázalo se také, že žákům chybí znalost a porozumění jednotlivých bodů buněčné teorie, která shrnuje podstatné znaky buněk a jejich význam pro život na Zemi.

4.3.1 | Kratší aktivity do hodiny

| Brainstorming

| Cíl: Zjistit, jakou představu žáci o buňce mají, aby bylo možné další aktivity upravit podle aktuálních znalostí a případných miskoncepcí žáků.

| Postup: Nejdříve se můžeme žáků zeptat, zda už slyšeli pojem buňka. Pokud ano, napíšeme slovo BUŇKA na tabuli a necháme žáky říkat pojmy nebo informace, které se jim s buňkou pojí. Když už je nic nenapadá, vytvoříme v pojmech systém pomocí barevných křídl. Stejnou barvou podtrhujeme pojmy, které spolu souvisí. Zároveň vyznačované vztahy vysvětlujeme. Přitom stále komunikujeme se žáky, kteří nám mohou napovídat.

Tímto způsobem můžeme zjistit, jakou mají žáci představu o buňce. Pokud již na začátku vidíme, že žádnou nebo jen velmi malou, můžeme aktivitu ukončit a zařadíme další, která žáky s buňkou více seznámí. Tuto aktivitu můžeme použít i na opakování tématu a vztahy mezi pojmy již mohou vyznačovat žáci sami.

| Rozhovor

| Cíl: Zjistit, jakou představu žáci o buňce mají, aby bylo možné další aktivity upravit podle aktuálních znalostí a případných miskoncepce žáků.

| Postup: Rozhovor o buňce můžeme použít místo brainstormingu k tomu, abychom zjistili, jak si žáci buňku představují a co o ní již slyšeli. Tyto informace nám pomohou připravit následující výuku tak, aby vycházela vstříc žákovským představám a efektivně je uváděla na pravou míru. Možné otázky do rozhovoru jsou:

- Slyšeli jste někdy pojem buňka? Co to je?
- Jak si buňku představujete?
- Jaký má tvar?
- Kde ve vašem těle byste buňky našli?
- Může existovat jedna buňka samostatně?
- Jak buňky vznikají?

| Komentář: Rozhovor by měl vést k vyjasnění základních faktů o buňce, zejména, že na existenci buněk stojí fungování všech živých organismů, jsou tedy základním pilířem života. I když buňky mohou vypadat různě, mají mnoho společných vlastností. Jsou to prostorové útvary. V našem těle je najdeme všude, vytváří všechny tkáně a orgány. Existují jednobuněčné organismy, jejichž tělo tvoří jediná buňka, a mnohobuněčné organismy tvořené velkým počtem různě specializovaných buněk. Všechny buňky vznikají dělením již existujících buněk. Tyto základní vlastnosti buněk jsou shrnuty v buněčné teorii.

| Pojmová mapa

| Cíl: Vytvořit pojmové mapy o buňce a jejich prostřednictvím seznámit žáky s hlavními strukturami a funkcemi buňky. Dalším možným cílem je efektivní opakování již probrané látky.

| Teorie: Pojmová mapa je název metody, který může mít dva významy:

- Pojmová mapa, kdy žáci pracují s asociacemi a vypracovávají grafické znázornění této mapy. Této mapě můžeme také říkat myšlenková asociační mapa.
- Pojmová mapa, kdy žáci pracují ve skupinách s literárními prameny (učebnice, encyklopedie) a vypracovávají si mapu pojmů s jejich vztahy na základě nalezených informací.

V obou případech začínají žáci od terčového slova (BUŇKA) a k němu připojují další pojmy a znázorňují vztahy spojujícími čarami, šipkami. Mohou používat také barevné rozlišení a různé symboly.

| Pomůcky: čisté papíry velikosti alespoň A4, tužky, propisky, barevné pastelky či fixy
| Uspořádání: Žáci pracují ve skupinách.

| Úkol 1: Myšlenková asociační mapa

Zvolte si ve skupině jednoho zapisovatele. Úkolem zapisovatele je zapisovat pojmy a vztahy mezi nimi, které ho napadají, nebo které mu říkají ostatní ve skupině. Prvním slovem, které je třeba napsat doprostřed papíru, je slovo BUŇKA. K němu připojujte další pojmy, které vás napadnou. Můžete používat různé barvy a druhy čar (plnou, čárkovanou, tečkovanou, vlnovku).

| Úkol 2: Pojmová mapa

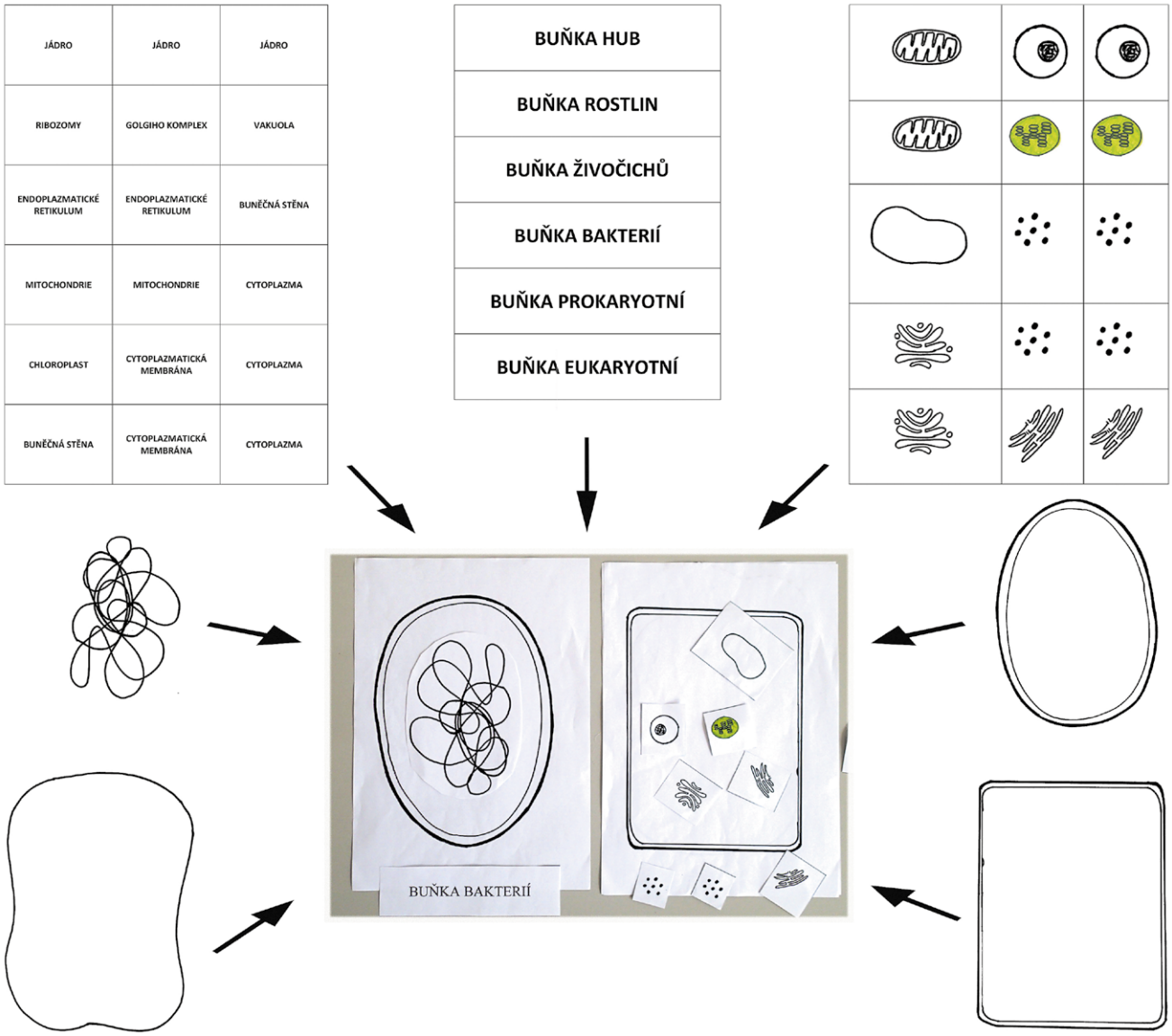
Zvolte si ve skupině jednoho zapisovatele. Úkolem zapisovatele je zapisovat pojmy a vztahy mezi nimi. Jako zdroj informací použijte učebnici, ale doplnit můžete i pojmy, které znáte, ale které v učebnici nejsou. Prvním slovem, které je třeba napsat doprostřed papíru, je slovo BUŇKA. K němu připojujte další pojmy, které najdete v textu učebnice a na obrázcích. Můžete používat různé barvy a druhy čar (plnou, čárkovanou, tečkovanou, vlnovku aj.).

| Komentář: Pojmové a myšlenkové mapy jsou výukovou metodou, která učí žáky přemýšlet nad vztahy mezi pojmy. Kromě procvičení pojmů u žáků rozvíjí logické myšlení a hlubší pochopení jak obsahu pojmů, tak vztahů mezi nimi.

| 4.3.2 Didaktická hra: Stavíme buňku

| Cíl: Cílem je procvičení základních pojmů, které se pojí se stavbou a jednotlivými typy buněk.

| Motivace: Vznik buňky je dodnes opředen tajemstvím. Nikdo neví, kdy přesně první buňka vznikla a jak vypadala. Myslíme si, že nejvíce připomínala dnešní baktérie, a měla tedy velice jednoduchou stavbu. Dodnes také neumíme buňku vytvořit. Buňky nevznikají z neživého materiálu, ale vždy jen dělením již existujících buněk. My si ale dnes zahrajeme hru, kdy budeme tvořit buňky.



Obr. 10. Podklady a výsledek aktivity Stavíme buňku.

| Pomůcky: Čtvrtka A4 s namalovaným oválem, sada kartiček s obrázky organel (jádro, ribozom, chloroplast, mitochondrie, Golgiho komplex, endoplazmatické retikulum, vakuola, buněčná stěna), a/nebo jejich názvy (cytoplazmatická membrána, jádro, ribozom, chloroplast, mitochondrie, Golgiho komplex, endoplazmatické retikulum, vakuola, buněčná stěna). Výběr organel záleží na učiteli, který posoudí, které organely žákům nabídne a současně bude chtít, aby je znali (obr. 10).

| Postup: Žáci ve skupině dostanou obrázky oválů, které představují obrys buňky a ve skupinkách sestavují dle zadání: buňku bakterií (prokaryotní), buňku rostlinnou, buňku živočišnou a buňku hub (eukaryotní typy). Lze vytvořit různé varianty hry, např.:

- žáci ve skupinkách vždy sestavují stejný typ a závodí, která skupina bude rychlejší,
- každá skupinka má svůj typ (který se však bude opakovat, určitě bude více než tři skupiny), který sestavuje,
- skupinka sestaví buňku a dává hádat druhé skupině, který typ buňky sestavila, např. podle vystavování nepoužitých organel apod.

| Komentář: Didaktická hra umožnuje žákům hravým a zábavným způsobem pracovat s pojmy a představami o jejich obsahu. Prostřednictvím fyzické manipulace s kartičkami žák manipuluje v myšlenkách s jednotlivými pojmy a pomocí obrázků jim přiřazuje konkretizované představy.

4.3.3 | Pozorování v mikroskopu

| Pozorování: Buňky rostlin

| Cíl: Demonstrovat tvar, velikost a uniformitu mnohobuněčného organismu na příkladu cibule; jako alternativu lze použít i lístek měříku.

| Teorie: Buňky rostlin tvoří pletiva. Jsou to soubory buněk víceméně stejného tvaru a funkce. Většina moderních učebnic (Maleninský *et al.* 2004; Čabradová *et al.* 2003) uvádí pro 6. třídu postup tvorby nativního preparátu z pokožky cibule. Je to starý (Haňka *et al.* 1968), ale velmi jednoduchý a ideální pokus dobře demonstrující buněčnou stavbu mnohobuněčných organismů.

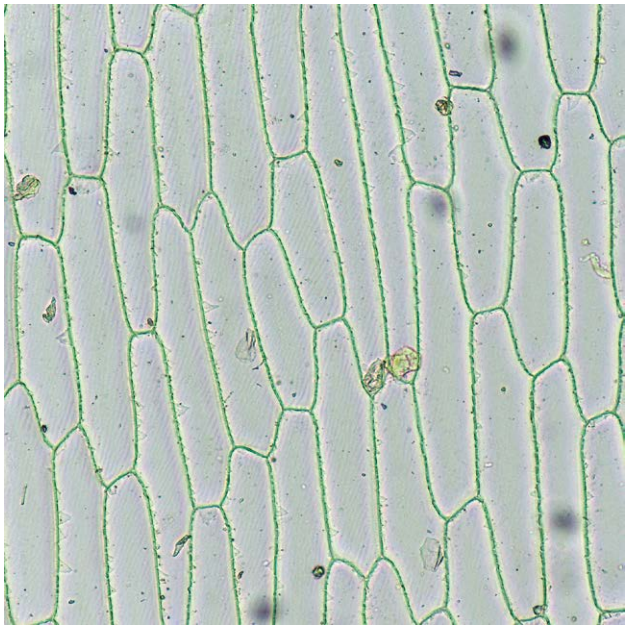
| Pomůcky: Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, vlažná voda, kádinka či miska, kapátko nebo párátko, cibule, nůžky nebo žiletka.

| Pracovní list: Příloha 1.

| Postup: Vytvořte jednoduchý mikroskopický preparát z tenké slupky cibule. Ze sukničných listů cibule se stáhne tenká průhledná pokožka a ustřihne se z ní ploška asi 10 × 10 mm. Vloží se do kapky vody na podložním skle tak, aby pod pokožkou nezůstaly bubliny. Přikápneme vodu a zakryjeme krycím sklem, případné bubliny vytlačíme a pozorujeme (obr. 11).

| Komentář: Kromě kontroly kvality preparátu by učitel měl předložit žákům otázky k zamyšlení, které budou vycházet z pozorování v mikroskopu, např.:

- Mají všechny buňky srovnatelnou velikost a tvar?
- Pokud ano, proč?
- Kolik jader má jednotlivá buňka?
- Když se vytvoří nová buňka, kam se vejde v tomto rostlinném preparátu?
- Jak se označuje pozorovaný soubor stejných buněk u rostlin?
- Jak byste poznali dělící se buňku?



Obr. 11. Buňky pletiva pokožky ze sukničného listu cibule.

| Pozorování: Buňky mého těla

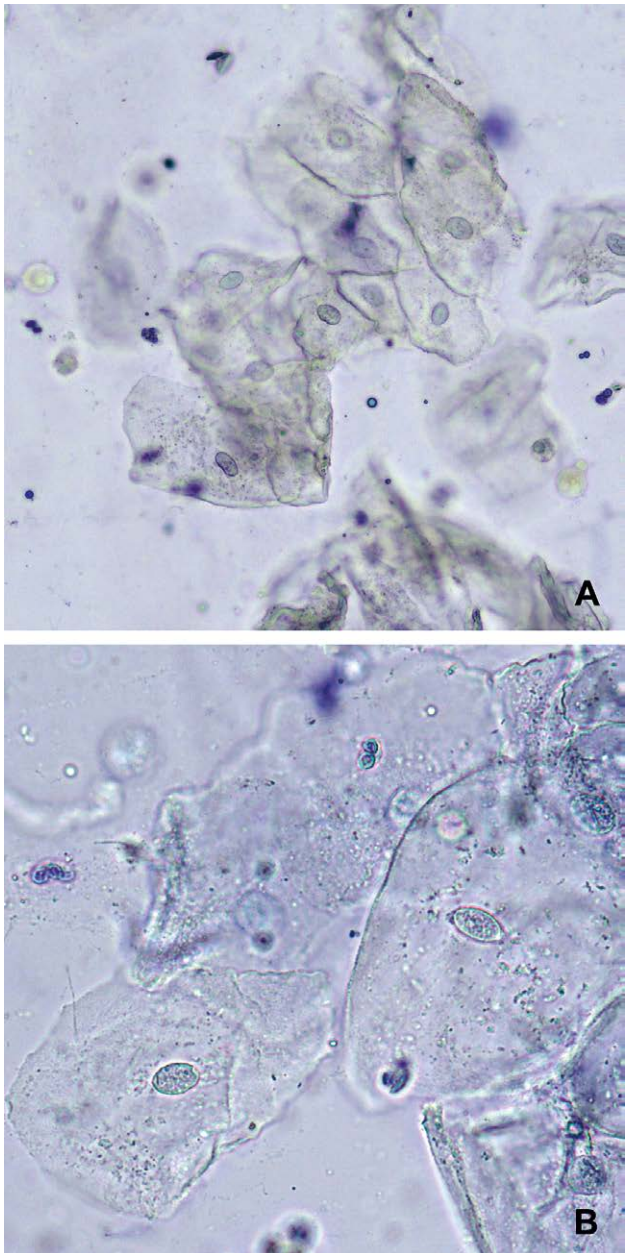
| Cíl: Demonstrovat živočišnou buňku na příkladu buněk lidského těla. Žáci pozorují buňky vlastního těla, což může být neobyčejný zážitek.

| Teorie: Buňky mnohobuněčných živočichů tvoří tkáně. Jednou z tkání, která se pravidelně a plynule obměňuje, jsou krycí epitely povrchu těla a vystýlající tělní dutiny. Tyto ploché buňky vystýlají vnitřní stranu ústní dutiny a postupně se od stěny odlupují. I toto pozorování se objevuje v některých učebnicích pro základní školu (Haňka *et al.* 1968), ale i tento jednoduchý pokus dobře demonstruje buněčnou stavbu mnohobuněčných organismů a buněčnou teorii samotnou.

| Pomůcky: Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, plastová jednorázová lžička nebo dřevěná lékařská špachtle, nativní barvivo (methylenová modř), buničina, voda.

| Pracovní list: Příloha 2.

| Postup: Plastovou jednorázovou lžičkou lehce přejedeme po vnitřní straně tváře v ústní dutině tak, aby na lžičce ulpělo trochu slizniční hmoty. Je dobré před tímto pokusem mít ústní dutinu bez zbytků jídla, čistou a vypláchnutou vodou.



Obr. 12. Buňky sliznice ústní dutiny (A = × 200, B = × 400).

Na podložní sklo dáme kapku setřené hmoty z okraje lžičky a přikápneme barvivo, nejlépe methylenovou modř. Necháme chvilku probarvit a pak přikryjeme krycím sklem a pozorujeme s postupným zvětšováním.

| Komentář: V preparátu jsou vidět ploché epitelové buňky sliznice ústní dutiny, které mají lehce namodralou cytoplazmu a modře probarvené oválné jádro (obr. 12). Buňky někdy tvoří menší shluky. Kromě kontroly kvality preparátu by učitel měl předložit žákům otázky k zamyšlení, které budou vycházet z pozorování v mikroskopu:

- Mají všechny buňky srovnatelnou velikost a tvar?
- Pokud ano, proč?
- Kolik jader má jednotlivá buňka?
- Jak se označuje pozorovaný soubor stejných buněk u živočichů?

| Pozorování: Buňky v senném nálevu

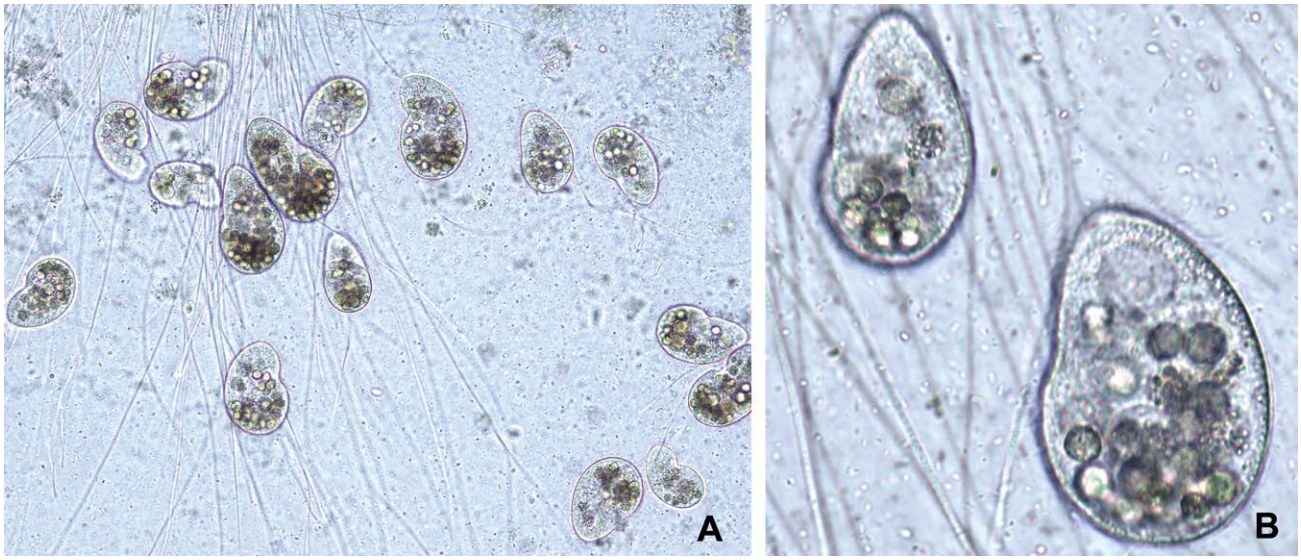
| Cíl: Vidět nejobyčejnější jednobuněčné organismy okolního světa.

| Pomůcky: Mikroskop, krycí a podložní skla, kapátko, buničina, kapátko.

| Pracovní list: Příloha 3.

| Postup: Do větší zavařovací sklenice nasypeme zeminu (do 1/3 výšky) a rostlinný materiál, například seno. Tuto směs zalijeme vodou z rybníka. Sklenici zakryjeme, ale neuzavřeme víčkem a necháme stát na světlém a teplém místě. První nálevníci se objeví do týdne, ale je vhodné v kultivaci pokračovat po dobu 3–5 týdnů. V průběhu týdnů dochází k sukcesi, je proto vhodné stejných senných nálevů připravit několik z rozmezí 4–7 dnů minimálně 10 dnů před využitím.

Preparát připravíme buď tak, že kapátkem nasajeme kapku těsně pod povrchovou blankou, která se v průběhu kultivace vytvořila na hladině. Druhou možností je položit krycí sklo na hladinu a opatrně ho mezi prsty z hladiny zvednout s přichycenou blankou. Třetí možností je ponořit



Obr. 13. Senný nálev s nálevníky (rod bobovka) (A = × 200, B = × 400).

podložní sklo šikmo pod povrchovou blanku a tahem skla natáhnout část blanky na povrch skla. Sklo je pak nutno utřít ze spodní strany před vložením do mikroskopu.

| Komentář: V závislosti na stádiu sukcese lze v nálevu pozorovat různé typy prvoků. Nejprve (v mladém nálevu) se objevují drobní bičíkovci, postupně následují na pozorování nejvhodnější nejprve menší (bobovka), později velcí nálevníci (trepka, slávinka), často ve vysokém počtu (obr. 13). V povrchové blance bývají přítomny i drobnější améby.

Prvoci se shlukují při povrchové blance tvořené bakteriemi. V závislosti na kvalitě mikroskopu bývají vidět kromě prvoků i palisádovitě seskupené tyčkovité bakterie, kterými se draví nálevníci živí. Buňky bakterií jsou mnohonásobně (řádově) menší a mají jednoduché tvary; patrné mohou být i rohlíčkovitá vibria a vývrtkovité spirochéty (viz kap. 4.4.2, film Bakterie). Kromě kontroly kvality preparátu a vyplnění pracovního listu by učitel měl předložit žákům otázky k zamyšlení, které budou vycházet z pozorování v mikroskopu, např.

- V čem je rozdíl mezi prokaryotní a eukaryotní buňkou?
- Pomocí čeho se prvoci pohybují?
- Byly v těle prvoků patrné složitější struktury? A pokud ano, tak jaké?
- Jaké funkce musí plnit jediná buňka prvoka?

4.4 | Modul Mikroorganismy

Modul Mikroorganismy byl vytvořen, aby pomohl řešit kritické místo Viry, bakterie, plísně, obecně mikroorganismy, které bylo identifikovány v rámci polostrukturovaných rozhovorů s učiteli (kap. 3.3). Jako příčina kritičnosti byla identifikována mikroskopická velikost těchto organismů, kdy je obtížné je žákům ukázat a více přiblížit. Jsou to skupiny organismů, o kterých do té doby žáci slyšeli spíše okrajově a nemají o nich konkrétní představu. Navíc zde existuje velký počet skupin, které žákům mohou připadat podobné.

Připravené aktivity tedy cílí na zmíněné problémy a jsou zaměřeny především na praktické pozorování daných skupiny organismů (kap. 4.4.1). Pro dosažení lepší názornosti byla vytvořena didakticky zpracovaná videa s komentářem (kap. 4.4.2).

Poznámka: Čisté kultury mikroorganismů (bakterií, řas a plísní) lze získat z odborných pracovišť v České republice, např. Botanickém ústavu AVČR v Třeboni nebo na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze.

4.4.1 | Pokus a pozorování

| Pokus a pozorování: Ovocný čaj místo agaru

| Cíl: Pro jejich malou velikost nevidíme mikroorganismy ani jejich rozmnožovací částice, které se vznášejí ve vzduchu. Jejich přítomnost lze dokázat mnoha způsoby. Klasickým způsobem je nechat živnou půdu odkrytou a zakrytou. K tomu je však potřeba agar a Petriho misky. Efektní a jednoduchý způsob, jak demonstrovat přítomnost mikroorganismů vznášejících se ve vzduchu využívá obyčejného ovocného čaje.

| Pomůcky: Dvě zavařovací sklenice, alobal, dva sáčky ovocného čaje (ideální je světlý, např. citrusový apod.); použít lze jakýkoliv barevný ovocný čaj.

| Pracovní list: Příloha 4.

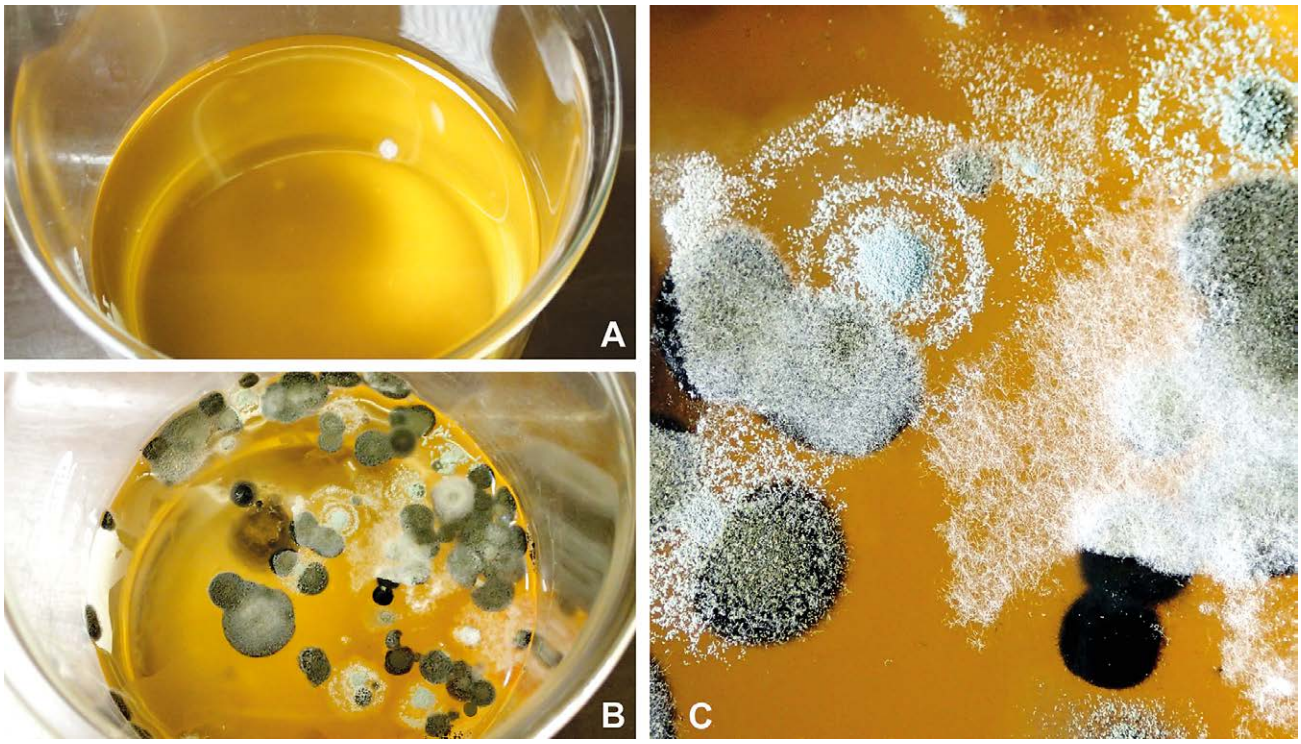
| Postup: Dvě zavařovací sklenice důkladně umyjeme horkou vodou a zakryjeme alobalem jejich otvor, asi tak 1 cm pod okraj sklenice (obr. 14). Ještě lepší je po uzavření alobalem umístit sklenice na cca 10 minut do rozehřáté sporákové trouby. Sklenice tím vysterilizuje, je však nutné sklenice nechat vychladnout.

Uvaříme asi 1 litr ovocného čaje a stejné množství ještě horkého čaje nalijeme do obou sklenic. Jednu sklenici ponecháme zakrytou alobalem, druhou necháme odkrytou. Obě sklenice umístíme na takové místo, aby na ně žáci nemohli sahat, ale aby je viděli.

Asi po dvou až třech dnech se na povrchu nezakryté sklenice objeví první malé kolonie plísní. Po asi týdnu je hladina nezakryté sklenice z velké části pokryta stejnoměrně se rozrůstajícími koloniemi plísní. Patrných je několik typů kolonií. Druhá zakrytá sklenice je bez kolonií, resp. kolonie se objeví ojediněle a později.

| Komentář: Spory jsou těžší nežli vzduch a v klidném vzduchu pomalu klesají. Tedy, volné horní povrchy (stoly, skříně, židle, podlaha) jsou více pokryté mikroorganismy nežli svislé stěny a strop. To však nemusí platit pro povrch živých organismů. Proto je nutné volné povrchy otírat a občas i omývat. Učitel může na experiment navázat otázkami:

1. Otázka: Kde se vzaly terčíky plísní na hladině čaje?
   Řešení: Ze spór, které sice okem nevidíme pro jejich malou velikost, ale které jsou tak lehké, že se vznášejí v proudu vzduchu, vyrostla nová kolonie houby. Pokud spora zapadne do vhodného prostředí, tak z jediné spory vyroste nová houba („plíseň"). Vhodným prostředím je v tomto případě hladina čaje, která je dostatečně pevným povrchem pro houbovou spóru. A živiny si houba vezme z roztoku ovocného čaje.
   Závěr: Mikroorganismy jsou tak malé, že nejsou vidět pouhým okem, ale jsou všudypřítomné.
2. Otázka: Proč jsou terčíky kruhové?
   Řešení: Protože nic nebrání růstu kolonie na všechny strany. Kolonie mírně roste i směrem do čaje a nad úroveň hladiny.
   Závěr: Růst kolonie se děje v nejlepším prostředí. Hladina umožňuje čerpat živiny z čaje, vzduch je zdroj kyslíku nezbytný pro růst houby, pod hladinou by bylo kyslíku méně.
3. Otázka: Proč jsou terčíky různé?
   Odpověď: Kolonie patří různým druhům hub. Ty rostou různou rychlostí a navzájem se v růstu mohou i omezovat a přerůstat se.



Obr. 14. Hladina zakryté sklenice (A) a odkryté sklenice (B) s ovocným čajem po sedmi dnech a (C) různé terčovité typy kolonií na povrchu hladiny; změny struktury a barevnosti jednotlivých kolonií souvisí se stářím kolonie, protože terčík se rozrůstá a je tedy nejstarší ve svém středu.

Závěr: Napadané spory patří různým druhům, tj. více druhům hub („plísní"). Ve vzduchu tedy poletují spory různých druhů hub.

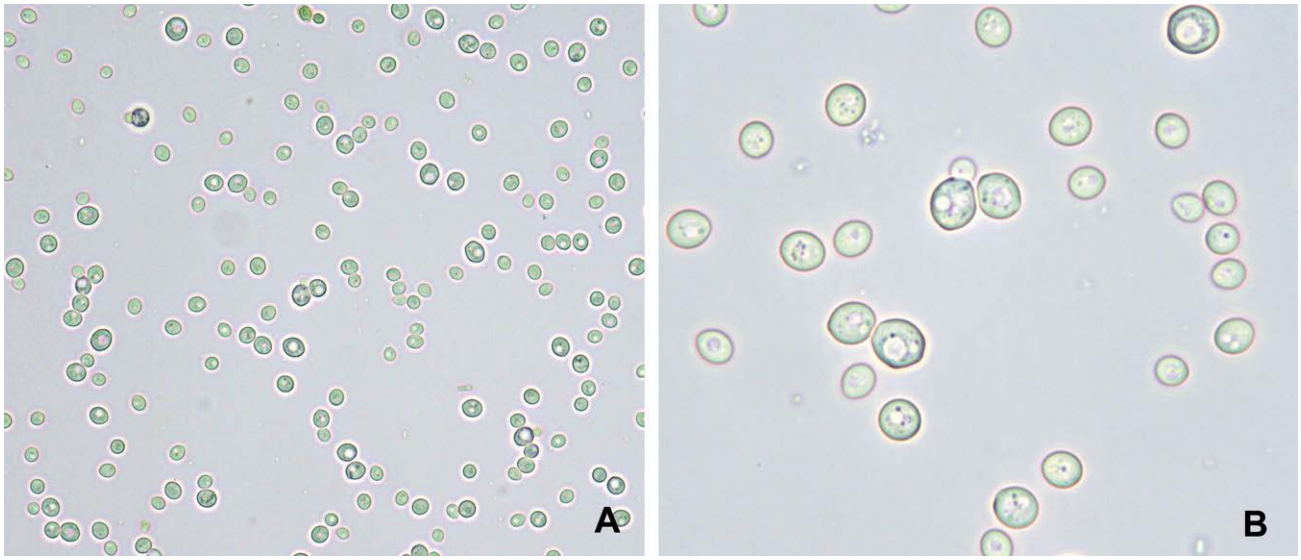
4. Otázka: Proč je druhá sklenice zakrytá alobalem bez kolonií hub?
   Odpověď: Spory v klidném či pomalu proudícím vzduchu klesají k zemi. Pokud otvor sklenice zakryjeme, spory se nedostanou do sklenice, i když se vzduch mezi sklenicí a okolím vyměňuje. Spory však nemohou „padat vzhůru" proti směru zemské přitažlivosti a tak se do druhé sklenice mezerou mezi sklem a alobalem nedostanou.

Pokus a pozorování: Kvasinky

Cíl: Demonstrace i laicky známého mikroorganismu, tzv. droždí. Droždí je komerční název pro kulturu kvasinek, která se široce využívá v potravinářském průmyslu i při domácí výrobě potravin. Pokusem lze demonstrovat význam mikroorganismů pro člověka.

Pomůcky: Mikroskop, podložní a krycí sklíčko, vlažná voda, kádinka či miska, kapátko nebo párátko, cukr, kvasinky v podobě droždí.

Pracovní list: Příloha 5.



Obr. 15. Suspenze s buňkami kvasinek v zorném poli mikroskopu (A = × 400, B = × 1000).

| Postup: Nejprve necháme kvasinky (kousek droždí) ve vlažné vodě s cukrem volnému vývoji asi po dobu 15 min. Kousek droždí vložíme do vlažné vody, přidáme cukr a promícháme. Stačí připravit v jedné nádobě (malá kádinka) pro celou třídu. Pozor na případný únik materiálu při větším naplnění kádinky. Následně připravíme jednoduchý mikroskopický preparát. Na podložní sklíčko odebereme párátkem malou část suspenze, případně naředíme vodou tak, aby byla lehce průsvitná, a přiklopíme krycím sklíčkem. Mikroskopický obraz je složen z jednotlivých kvasinkových buněk, v některých případech můžeme pozorovat i pučení (obr. 15).

| Komentář: Při dostatečném naředění suspenze jsou vidět jednotlivé buňky kvasinek nebo dvojice kvasinek, které se právě dělí. V komentáři učitele ke kvasinkám by měla být zmíněna jejich mikroskopická velikost a mimořádná rychlost dělení. Jako měřítko velikosti buněk kvasinek lze vložit do suspenze mezi skly lidský vlas a diskutovat o poměru šířky vlasu a velikosti buněk kvasinek pozorovaných současně v zorném poli mikroskopu.

| Pokus: Metabolismus kvasinek

| Cíl: Zviditelnit metabolickou aktivitu buněk triviálním pokusem.

| Pomůcky: Erlenmayerova baňka, zkumavka nebo menší plastová láhev s úzkým hrdlem, gumový balónek (spíše slabší), voda, cukr, kvasinky v podobě droždí.

| Postup: Do baňky vsypeme trochu droždí, přidáme cukr, zalijeme vlažnou vodou a protřepáme. Na hrdlo láhve nebo ústí zkumavky natáhneme gumový nafukovací balónek. Naplněné nádoby kvasinkami je praktické umístit na nepropustnou podložku. Kvasinky vylučují svým metabolismem odpadní plyn, který nafukuje balónek na horním konci baňky. Pokus může komplikovat typ balónku, ne všechny se snadno nafouknou (obr. 16).

| Komentář: Kvasinky jsou živé heterotrofní houbové organismy. Oxid uhličitý vzniká jako odpadní produkt jejich metabolismu, tj. při dýchání. V praxi je tato metabolická aktivita buněk kvasinek využívána při kynutí těsta, která je prostoupeno bublinami. Aktivita je známa jako „kynutí těsta“. Proto je kynuté pečivo tak lehké a nadýchané (chléb, buchty aj.) v porovnání s např. chlebovými plackami, které se pečou z nekynutého těsta. Učitel může na experiment navázat otázkami:

1. Proč byl do nádoby přidán cukr?
   Odpověď: Kvasinky jsou heterotrofní organismy, které pro svoji aktivitu potřebují živný substrát. Bez cukru by aktivita kvasinek byla pomalá.
2. Který plyn nafukuje balónek?
   Odpověď: Jedná se o oxid uhličitý, který vzniká jako odpadní produkt při dýchání buňky. Jde tedy o opačný proces nežli je fotosyntéza.

Obr. 16. Balónky na baňkách nafouknuté plynem produkovaným kvasinkami; A – začátek pokusu, B – po 1 hodině.

| Pozorování: Plísně

| Cíl: Zhodnotit vzhled plísní a zviditelnit mikroskopický vzhled plísní.

| Teorie: Plísně patří mezi velmi časté houby na různých místech v přírodě i v lidských sídlech a budovách. Při jejich rozmnožování obvykle vzniká velké množství nepohlavních spor, které se vhledem k mikroskopické velikosti a lehkosti snadno šíří vzduchem. Pod pojmem plísně si obecně představujeme veškeré povlakové houby, což však není zcela přesné. Pravé plísně patří k jednodušším houbám a nevytváří plodnice. Tělo tzv. plísní tvoří soubor vláken nazývaných hyfy, které jsou složeny z jednotlivých buněk. Nejčastěji plísňové organismy nalezneme na starších potravinách, kde nacházejí cukerné zdroje pro svůj život. Mikroskopický pohled na plísně nám ukáže, že může jít o tvarově zajímavé organismy. Pozor, plísně mohou být alergenní, proto se snažte přímo se nenadechovat, pokud si plíseň prohlížíte z blízkosti.

Nedejte se odradit odbornými pojmy; není jich mnoho a pomůže vám tento slovníček:

- fialidy – protažené buňky, ze kterých vznikají konidie pučením,
- konidie – nepohlavně vzniklé spory hub,
- konidiofor – hyfa sloužící jako nosič konidií,
- měchýřek – rozšířený konec konidioforu u kropidláku,
- metula – poslední buňka konidioforu nesoucí fialidy.

Úkol 1: Vypěstujte si vlastní plísně

Pomůcky: Různé substráty (kousek chleba, citrusové ovoce, zelenina aj.), igelitové sáčky menší velikosti.

Postup: Ponechte různé substráty (citrusové ovoce, chleba, cukerný roztok, zeleninu) přirozené kolonizaci vzduchem šířenými sporami. Vložením sledovaného kousku do igelitového sáčku můžete růst plísní urychlit. Po úspěšném pěstování (v rozsahu několika dní až týdne) porovnejte jednotlivé plísně z různých potravin. Jak se liší na pohled? – barva, velikost, povrch (hladký, zrníčkatý, chlupatý aj.), okraj (celistvý, vláknitý, výběžkatý aj.). Své pozorování pečlivě zapište, případně jednotlivé kolonie zakreslete (nejlépe ve velkém zvětšení). Pro svoji práci můžete použít přiložený pracovní list, za pomlčku u každé plísně napište, na jakém podkladu byla vypěstována. Do pravé části protokolu patří váš nákres pro každou plíseň.

Úkol 2: Plíseň pod mikroskopem

Tělo plísní není možné blíže pozorovat bez mikroskopu. Proto si v tomto úkolu své úspěšně vypěstované plísně prohlédnete pod mikroskopem.

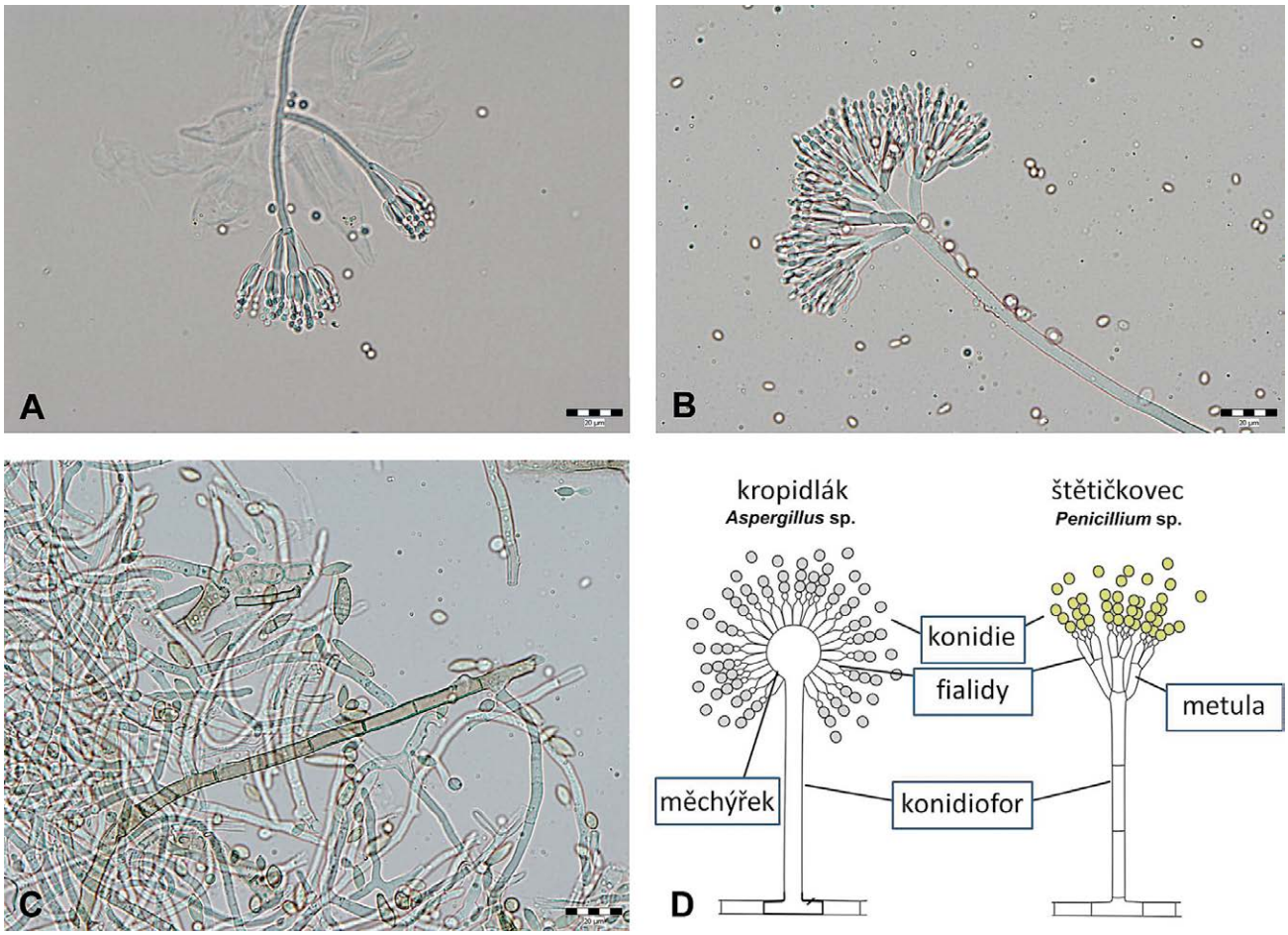
Pomůcky: Různé substráty s plísněmi, mikroskop, podložní a krycí sklo, preparační jehla, kádinka, kapátko, párátko, kousek buničiny, voda, smáčedlo (jar či jiné).

Postup: Na podložní sklíčko kápnete malé množství vody a přidáte, nejlépe na konci párátka nebo kapátka, ještě menší množství prostředku na mytí nádobí (např. jar). Preparační jehlou nebo jiným podobným nástrojem si naberte malé množství plísně a umístěte materiál do směsné kapky na podložním sklíčku, preparát přiklopte krycím sklíčkem a přimáčknete s odsátím nadbytečné tekutiny při okraji krycího sklíčka přiloženým kouskem buničiny (stačí i papírový kapesník).

Váš mikroskopický obraz si pečlivě prohlédněte, případně se můžete pokusit přes okulár vyfotit váš preparát mobilním telefonem. Nakreslete, co vidíte a porovnejte svoje pozorování s učebnicí. Váš obrázek se může od učebnice lišit, plísní je mnoho druhů, může jít i jen o zdánlivě chaotickou směs houbových vláken (hyf).

Komentář: Ukázkové obrázky (obr. 17) byly vytvořeny výše popsanou metodou s vodou a jarem. Na obrázku 17D najdete zobrazení dvou základních hojných rodů plísní. Učitel může na experiment navázat dalšími otázkami:

- Ke kterému obrázku se blíží vaše plísně?
- Jste schopni najít v preparátu označené části plísně na tomto obrázku? V orientaci použijte slovníček z teoretického úvodu modulu.



Obr. 17. Plíseň vypěstovaná na mandarince (A), plíseň ze staré houby (B), plíseň z hroznového vína (C) a porovnání dvou rodů plísní (D) (upraveno podle Wikimedia.commons).

| Úkol 3: Vytvoř nejhezčí model plísně

Tento úkol vychází z vašeho předcházejícího pozorování. Váš obrazový záznam zpracujte do originálního modelu plísně podle vlastního nápadu (použít můžete např. jablko nebo jiné kulovité ovoce, špejle, drátky, korálky, špendlíky…). Nejnápadnější ke ztvárnění jsou rozmnožovací útvary. Na svých modelech si zopakujte jejich názvy a jejich význam.

| Pozorování: Sinice

| Cíl: Přiblížit žákům skupinu organismů, která jim není příliš blízká a znají ji spíše jako něco negativního, škodlivého. Zde hrají roli především média, která každoročně v létě informují o „škodlivých sinicích, které zamořují vodní nádrže".

| Teorie: Co by žáci měli určitě vědět o sinicích? Zde shrnujeme nejdůležitější poznatky:

- Sinice patří mezi bakterie; mají podobně jednoduchou stavbu buňky.
- Na rozdíl od bakterií jsou schopné fotosyntézy stejného typu jako rostliny.
- Jsou velmi odolné, žijí ve všech typech prostředí na Zemi: ve vodě mořské i sladké, na souši, v půdě, na povrchu i uvnitř hornin, v termálních pramenech, v ledu i v srsti některých savců, např. lenochoda a ledního medvěda.
- Mají význam pro člověka; z některých se vyrábí potravinové doplňky (rod *Spirulina*) nebo se využívají pro hnojení rýžových polí v Asii.
- V českých rybnících a jiných vodních nádržích sinice mohou vytvářet vodní květ, tedy jev, kdy dochází k jejich přemnožení. Následkem je jednak zhoršení kvality vody, voda tzv. hnije a zapáchá. V důsledku produkce toxických látek sinicemi se mohou u koupajících se osob vznikat alergické reakce.
- Vodní květ vytváří jen některé druhy, ostatní druh sinic problémy nezpůsobují.
- Příčinou vodního květu bývá činnost člověka, zejména splach hnojiv do vody a následný vysoký obsah živin ve vodě, zejména fosforu a dusíku.

| Pomůcky: Mikroskop, podložní a krycí sklo, preparační jehla, kádinka, kapátko, párátko, kousek buničiny, voda. Před cvičením namočený kousek stélky sinice jednořadky (rod *Nostoc*).

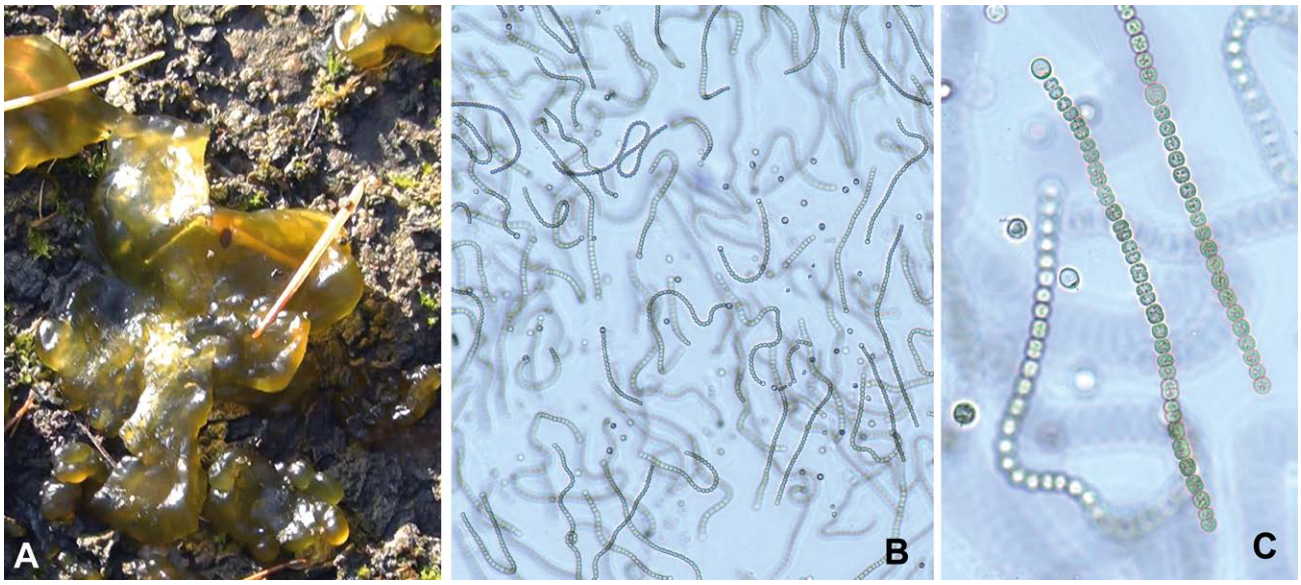
| Postup: Na podložní sklíčko kápněte malé množství obyčejné vody a přidejte malý, jen několik milimetrů velký plátek jednořadky. Krycím sklem plátek jednořadky roztlačíte (obr. 18).

| Komentář: Pro mikroskopování lze použít i vzorek vody s vodním květem, což ale vzhledem k obvyklému období, ve kterém se sinice podle ŠVP probírají, většinou není možné. Řešením je venku sebrat, usušit a uchovat do mikroskopování stélky sinice jednořadky (rod *Nostoc*). Jednořadka tvoří za vlhkého počasí od jara do podzimu olivově zelené povlaky rosolovitého charakteru, které jsou časté na čerstvém substrátu. Nejčastěji je proto nalezneme při okraji betonových ploch a asfaltového povrchu na místech, kde holá plocha betonu či asfaltu postupně přechází do nánosu směsi prachu a písku. Jednořadka obvykle tvoří sukcesní pruhy mezi holou plochou a porosty mechů a cévnatých rostlin. Pro mikroskopování stačí seschlé rosolovité povlaky na několik hodin namočit do vody a poté zhotovit preparát.

4.4.2 | Didaktická videa: Mikroorganismy

| Cíl: Zviditelnit pohyblivým obrazem mikroorganismy a demonstrovat jejich vzájemnou velikost, tvary a případně i barvy.

| Teorie: Bakterie, sinice, mikroskopické a makroskopické řasy jsou organismy, se kterými se žáci v naší přírodě



Obr. 18. Jednořadka v přírodě (A) (× 3) a její obraz v mikroskopu (B, C) (× 200; × 400).

sice setkávají, ale s výjimkou vláknitých řas je přímo nemohou pozorovat. Tři filmy mají tuto mezeru nahradit. Učiteli umožní v krátkém čase (3–6 minut) demonstrovat tvary, velikost a u řas i barvy buněk a stélek. Filmy mohou doplnit či nahradit mikroskopická cvičení, ale mohou inspirovat k náplni laboratorních prací apod. Filmy jsou dostupné na YouTube prostřednictvím adresy www.cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php, kde jsou součástí širší nabídky filmů (Tab. 24). U každého filmu je uvedena délka, anotace hlavních záběrů a náměry a inspiraci k rozhovoru se žáky.

| Film Bakterie

Délka filmu: 3:19 minut.

| Pracovní list: Příloha 6.

Anotace filmu: Úvod – bakteriální blanka ve fázovém kontrastu v mikroskopu, prvok rejdící v bakteriální blance, lidský vlas v okolí s bakteriemi (v normálním světle a ve fázovém kontrastu), tvar bakterií jogurtové kultury, tyčinky, řetízky (na pozadí s prvoky a dále bez prvoků), laktobacily z jogurtu, bakteriální blanka z vody s vibrii (otáčivý pohyb), otáčivý pochyb nálevníka požírajícího prvoky, spirocheta z vody (otáčení), původce boreliózy, jogurt jako potravina produkovaná bakteriemi, potok s rezavými povlaky železitých bakterií.

Náměty a zajímavosti k rozhovoru: Poměr velikosti lidského vlasu a bakterií jako ilustrace velikosti bakteriální buňky, řádový rozdíl velikosti buňky bakterií a prvoků; způsoby pohybu bakterií; v mikroskopu neviditelnost buněčných struktur bakteriální buňky; bakterie jako producenti lidských potravin (kterých?); fekální bakterie lidského těla jako zdroj znečistění pitné vody; bakterie jako původce nemocí; ochrana proti bakteriální infekci (mytí rukou, mytí potravin); význam bakterií pro existenci života (rozklad organických látek); hlízkové bakterie motýlokvětých rostlin jako zdroj dusíku pro rostliny; zviditelnění bakterií (mikroskop, klony na agaru aj.).

| Film Sinice

Délka filmu: 3:14 minut.

Anotace filmu: Úvod – sinice v horkých sopečných vodách, sinice v našich vodách, zelený zákal rybníka, sinice v mikroskopu, pohyb sinice (drkalka), kontakt drkalky a améby, modrozelená barva sinic (drkalka), pohyb drkalky, rosolovité útvary jednořadky na zemi a v rukou dětí, sinivka v mikroskopu odtlačovaná prvokem, povlak kulovitých buněk, probublávající vody termálního pramenu, vláknité sinice ve vývěru termálních vod (z Nevady, USA).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Modrozelená barva sinic, všudypřítomnost sinic (horké sopečné vody, louže, promrzlé oblasti polárních oblastí), první producenti kyslíku v prekambriu; příčiny rozvoje sinic v rybnících; příčiny nebezpečnosti sinic při koupání; suchozemské sinice a jejich výskyt (okraje betonových ploch a silnic).

| Film Řasy

Délka filmu: 6:04 minut.

Anotace filmu: Úvod – porosty chaluhy bublinaté na mořském dně; barva stélek (tři barvy řas na mořském dně); povlaky zelených vláknitých řas, vláknité a kokální řasy v mikroskopu, žabí vlas na mořském dně (z Baltického moře); šroubatka v mikroskopu; detail spirálovitého chloroplastu šroubatky, kolonie (cenobia) váleče (*Volvox*), detaily jeho stavby (dceřiná coenobia), příklady mikroskopických planktonních zelených řas (*Pediastrum*, *Coelastrum*, *Closterium*) v mikroskopu, povlaky řas (zrněnka) na stromech, zrněnka v mikroskopu, mořské zelené řasy (z Kalifornie), lupenitá stélka (porost locikový – *Ulva*), vláknité stélky na skaliscích (z Baltu), *Enteromorpha* v mělké mořské vodě (z Baltu), keříčkovité stélky ruduch na dně (z Baltu), ruducha *Coralina* na písku pláže (z Kalifornie), hnědá řasa (z Kalifornie), „přelet“ nad koberci chaluhy bublinaté na mořském dně (z Baltu), bariéry vyplavených chaluh na pobřeží, bobulák (*Macrocystis*) splývající na mořské hladině, detaily jeho stélky, hladina s vyčuhujícími stélkami bobuláku (z Kalifornie).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Různé velikost řas, tři barevné vývojové linie řas (zelené, červené, hnědé); využití řas člověkem (přímá potrava, zdroj agaru), různé „suchozemské" řasy (zelené a červenohnědé povlaky na kmenech stromů), zelené řasy jako skupina, ze které se vyvinuly všechny suchozemské rostliny.

4.5 | Modul Zoologie bezobratlých

Modul byl vytvořen, aby pomohl řešit kritické místo systematika bezobratlých, zejména hmyz. Jako příčina kritičnosti zde byl určen velký rozsah učiva a vysoký počet taxonomických skupin, pojmů a zástupců. Učitelé v polostrukturovaných rozhovorech (viz kap 3.3) uváděli, že se žákům pletou taxonomické skupiny, pojmy i zástupci. Jako metody řešení, které oni sami používají, uváděli hlavně obrázky a videa s tím, že kvalitních videí je nedostatek.

Řešitelský tým následně vytvořil modul, který obsahuje návody na používání didaktických aplikací Kahoot! a Quizlet s ukázkovými aktivitami (kap. 4.5.1), didaktické hry na procvičení (kap. 4.5.2 a 4.5.3), aktivitu s určováním měkkýšů (kap. 4.5.4) a didakticky zpracovaná videa s komentáři (kap. 4.5.5).

4.5.1 | Výukové aplikace

| Aplikace Kahoot!

| Cíl: Cílem materiálu je seznámit učitele s aplikací *Kahoot!* a naučit ho vytvářet kvízy pro použití ve výuce. Cílem vytvářených aktivit je hlavně procvičení pojmů, taxonomického systému a zástupců jednotlivých skupin.

| Teorie: Aplikace Kahoot! slouží ke tvorbě kvízů, pomocí nichž lze zábavnou formou procvičovat učivo. Aplikace je dostupná zcela zdarma, a to jak pro OS Windows, Apple i Android. Lze ji spouštět na mobilních zařízeních i na stolních počítačích přes webový prohlížeč (www.kahoot.com). Pro tablety a smartphony je dle jejich operačního systému připravena vždy modifikace aplikace v příslušném obchodě (App Store, Google Play či Windows Store).

Aplikace Kahoot! nemá žádný vlastní obsah a učiteli nabízí prostředí pro vložení vlastního učiva. Mohou ji tak využít pedagogové napříč všemi předměty a připravit svým žákům procvičování na míru.

| Postup:

| 1) Založení uživatelského účtu: Každý uživatel, který chce v aplikaci vyvářet vlastní materiály, se musí registrovat. Registrace je zdarma a lze ji provést několika způsoby. V první řadě klikneme na tlačítko Sign up, které se nachází v pravém horním rohu okna aplikace. Následně vybereme možnost As a Teacher. Nyní máme možnost volby (obr. 19-1).

- Registrace přes Google účet nebo Microsoft účet. Pokud vlastníte jeden z těchto účtů, můžete se po kliknutí na příslušné tlačítko přihlásit již stávajícími údaji.
- Registrace přes e-mail. Pokud výše uvedené účty nevlastníte nebo je jednoduše nechcete propojovat s aplikací Kahoot!, můžete si vytvořit účet nový. Zde je nutné zadat uživatelské jméno, e-mail a heslo (obr. 19-2). Volitelně lze zadat školu, na které působíte či informaci o tom, zda máte s aplikací předchozí zkušenosti. Nutné je samozřejmě potvrdit „fajfkou“, že souhlasíte s pravidly aplikace. Po vyplnění všech potřebných náležitostí potvrďte formulář tlačítkem Join Kahoot! (obr.19-3). Aplikace vás vrátí na úvodní stranu, teď už však jako přihlášeného uživatele.

| 2) Pohyb v aplikaci: Přihlášený uživatel vidí v pravém horním rohu své uživatelské jméno (login, obr. 19-4). Po kliknutí na tlačítko se jménem je možno účet spravovat: doplnit informace o uživateli, změnit heslo, odhlásit se nebo účet zrušit. Vlevo od tohoto tlačítka nalezneme volbu New K!, která umožňuje vytvořit nový kvíz (viz odstavec 4). Naopak v levé části horní lišty aplikace nalezneme další menu (obr. 19-5). Níže popíšeme jednotlivé jeho položky.

| Find Kahoots: Pomocí volby Find Kahoots může uživatel pomocí klíčového slova najít hotové materiály ostatních uživatelů. Je však nutné dodat, že materiály neprocházejí žádnou kontrolou, a proto by si je měl učitel projít, než je zapojí do své výuky. Materiály ostatních uživatelů jdou také kopírovat, a pedagog si je tedy může uložit na svůj účet, upravit je a dále využívat.

| My Kahoots: Pod touto položkou se nachází uživatelův vlastní prostor. Zde se ukládají všechny kvízy a další materiály, které v aplikaci vytvořil. Kvízy jsou ukládány podle data vytvoření od nejstaršího po nejnovější. Lze je také třídit dle zaměření do složek. Hotové kvízy zde může učitel upravovat, mazat, duplikovat a samozřejmě hlavně spouštět.

| My results: Tato záložka obsahuje výsledky všech odehraných kvízů. Učitel se tak zpětně může podívat, jak si jeho žáci ve hře vedli. Výsledky jsou přehledně zobrazeny v tabulce (*.xlsx). Učitel například zjistí, v kterých otázkách měl konkrétní žák chybu a kterou odpověď volil.

| FAQs: Zde jsou odpovědi na časté otázky ohledně aplikace, které se týkají např. využití, funkcí či kompatibility. Nacházejí se zde také návodná videa.

| Support: V poslední záložce poskytují vývojáři aplikace podporu uživatelům pomocí chatu. Konverzace samozřejmě probíhá v anglickém jazyce.

| 3) Typy aktivit v aplikaci: Nyní se dostáváme k samotné tvorbě kvízů a dalších materiálů pro fixaci učiva. Po kliknutí na tlačítko New K! v pravé části horní lišty se objeví nabídka čtyř různých variant (obr. 19-6).

| Quiz: Tato možnost nabízí uživateli vytvořit herní kvíz pro žáky. Kvíz se skládá z uzavřených otázek, žáci vybírají správnou odpověď ze 2 až 4 možností.

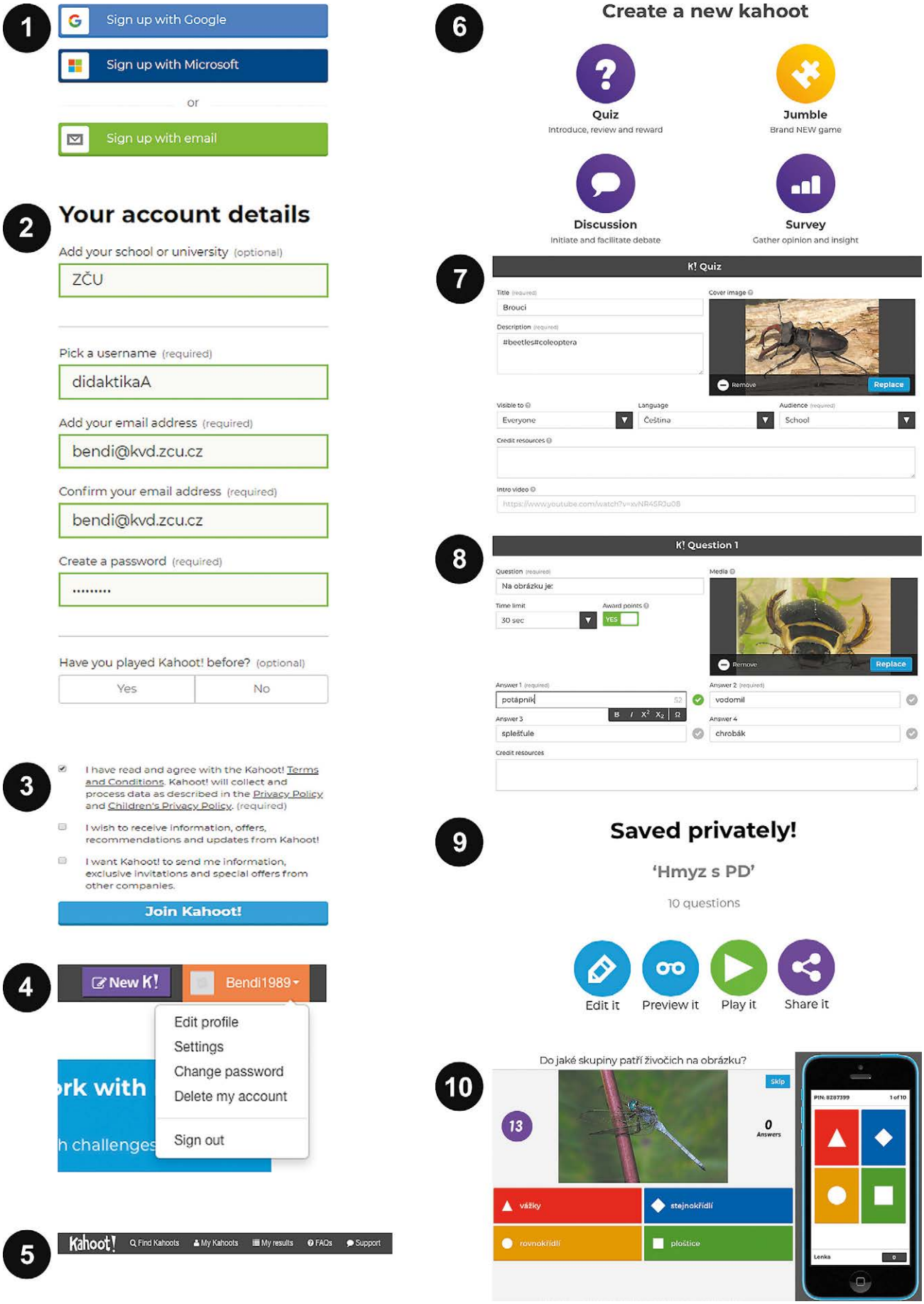
| Jumble: Žlutá položka Jumble umožňuje tvořit kvíz z otázek, jejich odpovědi žáci řadí dle daných kritérií. Např. seřaď zvířata od nejmenšího po největší. Tvorba této aktivity probíhá obdobně jako tvorba klasického kvízu, jen je třeba místo pouhého označení správné odpovědi, všechny volby správně seřadit.

| Discussion: Ikona s řečovou bublinou umožňuje vytvořit podklady k diskuzi. Učitel připraví otázku, o které chce se žáky diskutovat a pomocí jejich mobilních zařízení je nechá odpovědět na jednu z maximálně 4 možností. Po zodpovězení otázky se na promítacím zařízení zobrazí graf, který znázorňuje názory žáků, na jejichž základě se může diskuze zakládat. Diskuze se tvoří obdobně jako kvíz, odpovědi však samozřejmě nejsou bodované, neboť žáky netestujeme, ale pouze zjišťujeme jejich názor.

| Survey: Poslední ze čtyř možností, Survey neboli dotazník, se podobá možnosti Discussion, ale umožňuje od žáků zjistit více názorů najednou. Zatímco ve volbě Discussion může učitel zadat pouze jednu otázku, v možnosti Survey může otázek položit více. Názory žáků se potom objevují jednak rovnou na tabuli (plátně), ale také je lze zpětně procházet v *.xlsx souboru (MS Excel).

Tvorba všech aktivit aplikace je velmi obdobná, proto nyní popíšeme podrobně pouze tvorbu kvízu.

| 4) Tvorba kvízu (Quiz): Po kliknutí na tlačítko New K! a výběru možnosti Quiz se zobrazí úvodní formulář (obr. 19-7). Zde musí uživatel povinně zadat jméno kvízu, popis (tj. nějaké klíčové slovo) a posluchače (*audience*). Libovolně může následně přidat obrázek, který kvíz



Obr. 19. Postup přihlášení do aplikace Kahoot!

charakterizuje. Dále je možno nastavit viditelnost kvízu, tj. jestli je viditelný a vyhledatelný pro všechny uživatele aplikace nebo pouze pro svého tvůrce, jazyk kvízu, případně přidat video. Po vyplnění je třeba potvrdit formulář v pravém horním rohu volbou *Ok, go*.

Po potvrzení úvodního formuláře můžeme začít vytvářet otázky (obr. 19-8). Otázku píše uživatel do kolonky *Question*. Limit je 95 znaků. Dále můžeme vidět 4 pole s názvem Answer. Do těchto polí je třeba napsat odpovědi. Přestože jsou pole připravená čtyři, stačí vyplnit dvě a ostatní popř. po uložení zmizí. Vždy je nutné, aby tvůrce kvízu zvolil správnou odpověď a označil ji „fajfkou". Správná odpověď musí být minimálně jedna. Pole pro odpověď má kapacitu 60 znaků. Jak při psaní otázky, tak při psaní odpovědi může autor použít horní a dolní index, tučné písmo či kurzívu a také připravenou zásobárnu symbolů. Otázka může být dále doplněna o obrázek či video. Před uložením otázky ještě tvůrce nastaví časový limit, který budou mít žáci k dispozici na její zodpovězení, a vybere, zda má být otázka bodována.

Po uložení otázky se uživateli zobrazí přehled všech hotových otázek kvízu. Po vytvoření požadovaného počtu otázek může učitel uložit svoji práci pomocí tlačítka *Save* v pravém horním rohu. Uložený kvíz lze ihned hrát se žáky nebo samozřejmě kdykoliv zpětně upravovat. Zajímavá je také volba *Preview it*, která umožňuje učiteli projít si zkušebně kvíz pro kontrolu. Po této volbě se na učitelově zařízení simuluje průběh hry a monitor se tak rozdělí na žákovu a učitelovu část. Učitel zastoupí obě role a snadno tak může např. objevit překlep či nesprávně označenou správnou odpověď. Kvíz je také možno nasdílet dalším uživatelům aplikace (*Share it*) (obr. 19-9). Hotové kvízy má učitel uložené v záložce *My Kahoots*. Pro lepší orientaci mezi nimi je také může třídit do složek. Stačí kliknout levým tlačítkem myši na tři tečky v pravé části štítku s daným kvízem. Následně se zobrazí nabídka, která umožňuje nejen kvíz duplikovat, upravit, sdílet a smazat, ale také ho přesunout do některé z našich složek (*Move to*). Složky vytváříme opět v záložce *My Kahoots*, možností *Folders – Create new*.

| 5) Kvízy k vyzkoušení: V této kapitole přinášíme několik hotových kvízů na téma zoologie bezobratlých, které můžete vyzkoušet ve vaší výuce.

| Měkkýši: play.kahoot.it/#/?quizId=3d48128a-5055-4be2-b437-0848ce709be3

| Hmyz s proměnou dokonalou: play.kahoot.it/#/?quizId=1c20d7ae-74d4-4138-baaf-661a8525496f

| Hmyz s proměnou nedokonalou: play.kahoot.it/#/?quizId=a2e4cd2c-8c79-4c35-bf10-ad53892a8eae

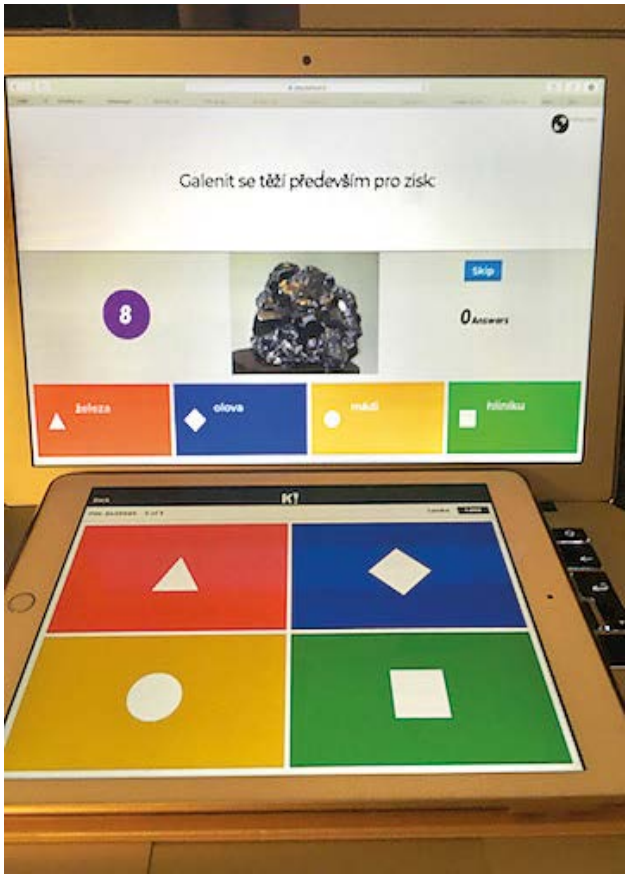
| Brouci: play.kahoot.it/#/?quizId=7fcdf921-eee8-4c8e-adc1-755fee022fa8

(Obrázky, které jsou použity v kvízech, pocházejí z webu Wikimedia commons).

| 6) Zapojení aplikace do vyučovací hodiny

Pro zapojení aplikace Kahoot! do výuky je nutné, aby měl každý žák své mobilní zařízení s kvalitním internetovým připojením a s připravenou aplikací. Aplikace lze otevřít i přes webový prohlížeč, a to z role žáka přes adresu www.kahoot.it. V tomto případě lze využít i klasické stolní počítače, nevýhodou však je, že výuka musí probíhat v PC učebně. Učitel ze svého počítače, který je propojen s projektorem, spustí kvíz ze své knihovny (*My Kahoots*) pomocí tlačítka *Play*. Poté se na tabuli zobrazí PIN kód soutěže, který žáci opíší do svých zařízení. Aplikace je následně vyzve k zadání jména. Jména přihlášených žáků se postupně objevují na tabuli. Ve chvíli, kdy jsou přihlášeni všichni soutěžící, může učitel spustit hru. Na tabuli se nejprve asi na 5 sekund zobrazí pouze otázka a následně se pod ní objeví volby odpovědí. Odpovědi jsou označeny barvami a symboly (čtverec, kosočtverec, kruh a trojúhelník). Jakmile se na tabuli zobrazí odpovědi, tablety či smartphony v rukou žáků se promění v hlasovací zařízení, na kterých jsou zobrazeny 4 zmíněné symboly v barevných polích, jež zastupují odpovědi (obr. 20). Kliknutím na symbol žáci zvolí odpověď. Po každém kole (otázce) se na tabuli zobrazí průběžné pořadí hráčů, což ještě zvyšuje motivaci a soutěživost dětí. Po vyřešení poslední otázky se zobrazí konečné pořadí (Benediktová 2017).

| Komentář: Aplikace Kahoot! slouží ke tvorbě zábavných kvízů, které lze použít k fixaci libovolného učiva nebo také jako motivační pomůcka. Aplikace poskytuje



Obr. 20. Průběh hry v aplikaco Kahoot!

bodované módy, které podporují soutěživost žáků, ale také nebodované módy (Discussion, Survey), které mohou sloužit pouze k zjištění názoru žáka. Aby hra neztrácela spád, nedoporučuje se jednotlivé kvízy dělat příliš dlouhé, aby nedocházelo k demotivaci žáků, kterým se úvodní otázky nepovedou. Naopak je vhodné používat kratší kvízy (10 otázek).

Využití aplikace lze rozšířit ještě tak, že ji svěříme do rukou žákům, kteří sami vytvoří své kvízy a následně je vyzkouší na svých spolužácích.

Aplikace Quizlet

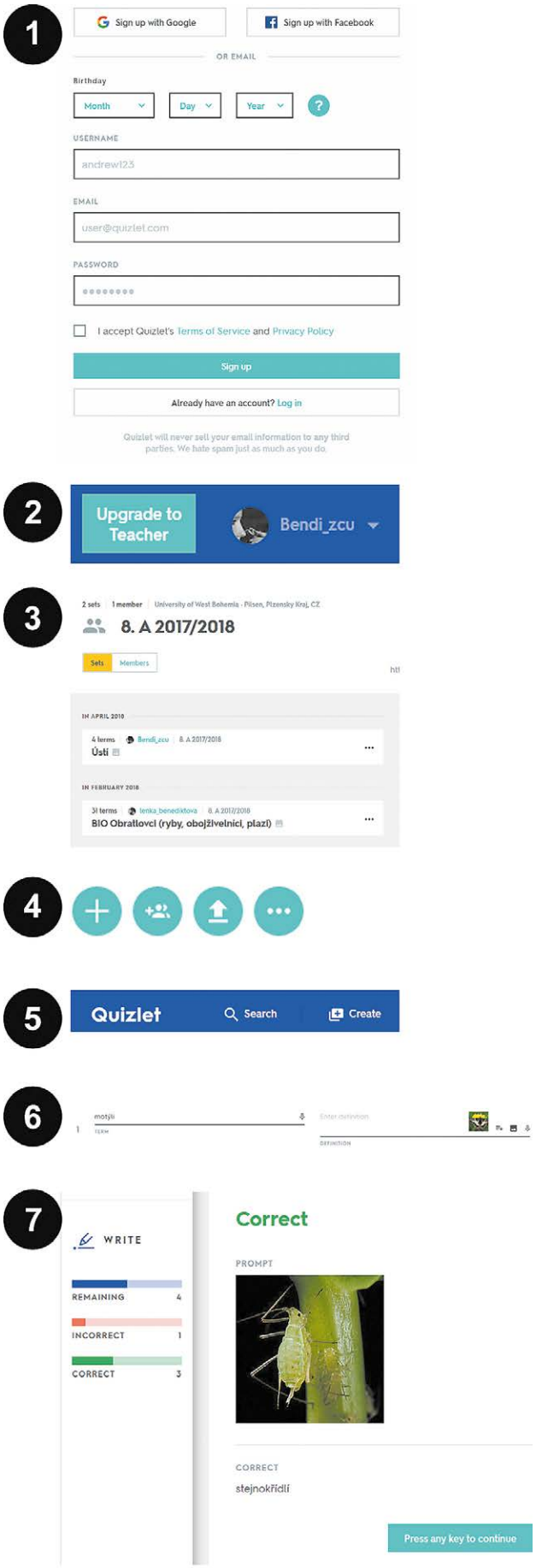
Cíl: Cílem materiálu je seznámit učitele s aplikací Quizlet a naučit ho vytvářet kvízy pro použití ve výuce. Cílem vytvářených aktivit je hlavně procvičení pojmů, taxonomického systému a zástupců jednotlivých skupin.

Teorie: Aplikace Quizlet se hodí k procvičování učiva, jak během hodiny, tak při domácí přípravě žáků. Oproti předchozí aplikaci není totiž Quizlet závislý na okamžité interakci učitele a žáka. Žák může k materiálům, které mu poskytl učitel, přistupovat kdykoliv, pokud má do nich nastavený přístup. Quizlet je spustitelný jak z počítače, tak z mobilních zařízení, kde má vlastní aplikaci. Přihlašování žáků je zcela zdarma. Registrace učitele je v omezené verzi také bezplatná, ale dá se přikoupit plná verze za 36$ ročně. Aplikace umožňuje učitelům tvořit vlastní materiály k procvičení učiva, které potom distribuují svým žákům. Aplikace je na předmětu nezávislá, učitel ji tedy může naplnit učivem dle své potřeby a aprobace. Aplikaci Quizlet naleznete na www.quizlet.com/.

Postup:

1) Založení uživatelského účtu: Každý, kdo chce v aplikaci Quizlet vytvářet své materiály k procvičení, musí být přihlášen. K registraci se uživatel dostane na úvodní stránce www.quizlet.com v pravém horním rohu po kliknutí na tlačítko Sign up (obr. 21-1). Poté se otevře registrační formulář, který umožňuje přihlášení přes Facebook, Google a nebo založení nového konta přímo přes aplikaci. Formulář požaduje běžné údaje o uživateli.

Pokud se učitel registruje pomocí výše uvedeného postupu a nic neplatí, může na svém účtu založit maximálně 8 tříd. Jestliže po registraci využije volbu *Upgrade to Teacher* (pravý horní roh) (obr. 21-2) a zaplatí 36 $, může zakládat a spravovat neomezené množství tříd. Třídou se rozumí skupina žáků, jimž chce učitel nasdílet určité materiály k procvičení. Dále může k vytvořeným kartičkám přidávat vlastní obrázky, diagramy, zvuky apod. Velkou výhodou placené verze je také funkce *Class process*, pomocí které může učitel analyzovat výsledky svých žáků a porovnávat je např. s daty z předchozích let.



Obr. 21. Postup přihlášení do aplikace Quizlet.

| 2) Pohyb v aplikaci: Přihlášený uživatel vidí na levém okraji monitoru menu (obr. 21-3). Nyní popíšeme několik důležitých polí.

| Your Study Sets: Po této volbě se uživateli zobrazí všechny sady kartiček (sety), které již vytvořil. Tvorba kartiček bude popsána dále.

| Settings: V položce Settings může uživatel přizpůsobit svůj účet, např. přidá profilový obrázek nebo může dodatečně zaplatit rozšíření svého účtu.

| Your Classes: Zde se řadí třídy, které učitel vytvořil. Třídy jsou, podobně jako v realitě, skupiny žáků, kterým jsou přiděleny různé výukové sady kartiček dle jejich potřeby.

| Your Folders: Další možností řazení sad je adresář (*Folder*). Učitel si zde může své sady třídit např. dle ročníku nebo předmětu.

| 3) Správa tříd: V levém menu může učitel přidávat a spravovat své třídy. Třídu vytvoří tlačítkem *Create a class*. Ve formuláři, který se objeví, stačí zadat název třídy. Do třídy učitel může přidávat jednak sety a jednak žáky.

Pomocí tlačítka plus (obr. 21-4) může učitel do třídy přidávat jednotlivé sety karet k procvičování. Pomocí druhého modrého tlačítka zleva potom může do třídy zvát žáky např. prostřednictvím e-mailu. Žák si může ze své role i třídu vyhledat a požádat o zařazení, které musí učitel potvrdit.

| 4) Tvorba studijní sady: Formulář pro vytvoření studijního setu vyvolá uživatel stiskem tlačítka Create na horní liště (obr. 21-5). Poté zadá název setu, viditelnost (visible) setu a editovatelnost, tj. zda sadu vidí a může upravovat pouze autor, či vybraná skupina uživatelů nebo kdokoliv. Dále už je na řadě samotná tvorba karet. Do levé části řádky uživatel napíše odpověď (např. název živočicha) a do pravé může napsat otázku nebo definici, která vystihuje levou část, popř. přidá obrázek či zvuk. Volbou Choose Language je dobré nastavit jazyk na možnost Czech, aby aplikace respektovala českou diakritiku. Jakmile uživatel vytvoří alespoň 3 kartičky, může set uložit a k jeho úpravě se kdykoliv vrátit, kartičky mazat, přesouvat či doplňovat. Učitel nemusí sety vždy tvořit od začátku, ale může také upravit a využít sety již hotové. Tyto si může vyhledat pomocí ikony lupy vedle tlačítka Create. Vyhovující set může nakopírovat do své složky nebo třídy a dále s ním pracovat. Opět je třeba zmínit, že sety neprocházejí žádnou kontrolou, a proto nelze zaručit jejich kvalitu a správnost.

| 5) Aktivity s kartičkami: Každá sada, kterou učitel vytvoří, má v současné době osm možností využití. Nutno dodat, že vývojáři aplikaci neustále zdokonalují a možností využití tak může přibývat. Některé módy jsou spíše studijní, některé více připomínají hru. Nyní všechny módy krátce představíme.

| Flashcards. Tento mód je vhodný, zejména pokud žák procvičované učivo vidí poprvé. Lze si ho představit opravdu jako papírovou kartu, kdy je z jedné strany např. obrázek živočicha nebo otázka a z druhé potom odpověď. Žák se tedy podívá na obrázek (otázku), pro sebe si řekne odpověď a potom kartu otočí (poklikem nebo stiskem mezerníku), aby se přesvědčil o její správnosti. Kontrola je však pouze v rukou žáka, aplikace zde odpověď nijak nehodnotí.

| Learn. V tomto módu se žákovi postupně zobrazují kartičky, ke kterým buď vybírá správnou odpověď ze čtyř možných, nebo správnou odpověď vepisuje svými slovy. Zde již počítač (tablet, smartphone) vyhodnotí žákovu volbu automaticky a v případě špatné odpovědi ihned zobrazí správnou. Před procvičováním je třeba žáky upozornit, že v případě ručně psané odpovědi musejí dodržovat správný pravopis a diakritiku, neboť aplikace porovnává řetězce písmen a ne jejich obsah. Slovo „buňka“ tedy není totéž co „bunka“.

| Write. Mód Write ukáže žákovi otázku a požaduje, aby on vepsal odpověď. Jak bylo uvedeno výše, žák musí odpověď napsat správně tak, jak ji učitel připravil. Pokud žák udělá chybu, aplikace ho upozorní a zařadí kartičku zase do „hromádky“ těch nezodpovězených. Žák tedy losuje kartičky tak dlouho, dokud na všechny nezodpoví správně.

| Spell. Tento mód je pro naše účely nepoužitelný, neboť aplikace neumí hláskovat česky. Mód Spell se hodí např. při procvičování slovíček z cizího jazyka, kdy Quizlet přehraje slovíčko a žák napíše, co slyšel.

| Test. Mód test prověří, co se žák pomocí kartiček naučil. Test používá 4 typy otázek – přiřazovací, pravda/nepravda, doplnění odpovědi, výběr z možností. Test je vygenerován automaticky, dle potřeby ho si ho ale žák může nastavit (typy otázek, počet otázek apod.).

| Match. Tento mód je prvním herním režimem. Po obrazovce jsou rozmístěné otázky a odpovědi ze sady a žák je musí co nejrychleji správně spojit, tj. přesunout je na sebe. Velmi dobře je tento mód zpracován v mobilní aplikaci, neboť žák pouze postupně prstem označí dvojici pojmů, která v případě správné volby zmizí. Žák se takto snaží co nejrychleji vyprázdnit obrazovku svého mobilního telefonu.

| Gravity. Další herní mód, který spočívá v tom, že z horní části obrazovky padají asteroidy s otázkami a žák musí do připraveného políčka napsat odpověď dřív, než asteroid spadne na planetu. Čím dříve odpověď napíše, tím více bodů získá.

| Live. Poslední herní mód je obdobou aplikace Kahoot!. Po spuštění aplikace vygeneruje kód, pomocí kterého se žáci přihlásí svými mobilními zařízeními, kterými odpovídají na otázky z kartiček.

| 6) Hotové sety k vyzkoušení: Níže naleznete odkazy na několik sad kartiček, které se hodí k procvičování kritického místa systém bezobratlých.

| Prvoci, žahavci, ploštěnci, hlísti, kroužkovci: quizlet.com/305473043/prvoci-zahavci-plostenci-hlisti-krouzkovci-flash-cards

| Měkkýši: quizlet.com/305421178/mekkysi-flash-cards

| Pavoukovci, korýši, vzdušnicovci (mimo hmyz): quizlet.com/305473399/pavoukovci-korysi-vzdusnicovci-mimo-hmyzu-flash-cards

| Hmyz s proměnou nedokonalou: quizlet.com/305473630/hmyz-s-promenou-nedokonalou-flash-cards

| Hmyz s proměnou dokonalou: quizlet.com/305473893/hmyz-s-promenou-dokonalou-flash-cards

| Komentář: Aplikace Quizlet se jeví jako vhodný nástroj k upevňování látky. Ačkoliv je již neplacená verze dostatečně využitelná, s placenou verzí se učiteli otevírají další možnosti a mimo jiné se zbaví nepříjemných reklam. Mezi webovou aplikací a aplikací pro mobilní zařízení jsou drobné, zejména vzhledové, rozdíly, ale princip fungování je obdobný.

4.5.2 | Soubor didaktických her s kartičkami

(Přílohy 7–14)

| Cíl: Naučit odborné pojmy, terminologii a taxonomické třídění pomocí didaktické hry.

| Teorie: Hra s kartičkami obsahuje soubor kartiček různých barev (obr. 22, přílohy 7–14, také na www-cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php), které označují taxonomické skupiny členovců, konkrétní zástupce a jejich způsob života a důležité pojmy. Hru lze hrát v mnoha variantách, z nichž některé jsou nastíněny v dalších kapitolách. Hru je možné hrát se všemi kartičkami nebo vybrat jen ty, které se Vám budou hodit. V rámci hry probíhají tyto aktivity: třídění, přiřazování, vysvětlování pojmu, nalezení souvisejícího pojmu a zobrazení pojmu.

| Pomůcky: Osm sad kartiček pro každou skupiny (4–5 žáků ve skupině)

| Metoda: Didaktická hra ve skupinách.

| Didaktická hra: Třídění

Žáci dostanou sady kartiček do skupin. Učitel následně zadá úlohy, které mohou být pro všechny stejné, nebo může mít každá skupina jinou úlohu.

- Kartičky zástupců členovců roztřiďte do skupin tak, aby k sobě zástupci co nejvíce patřili, a zkuste pojmenovat tyto skupiny (žáci dostanou pouze kartičky zástupců).
- Kartičky zástupců členovců roztřiďte podle skupin, do kterých patří (žáci dostanou kartičky zástupců a kartičky skupin členovců).
- Roztřiďte zástupce členovců podle způsobu života (žáci dostanou kartičky zástupců a způsobu života).
- Roztřiďte skupiny hmyzu podle toho, zda mají proměnu dokonalou nebo proměnu nedokonalou (žáci dostanou kartičky řádu hmyzu a kartičky s pojmy „hmyz s proměnou dokonalou“ a „hmyz s proměnou nedokonalou“).
- Roztřiďte zástupce hmyzu do skupin (žáci dostanou kartičky zástupců a skupin hmyzu – řády a proměna dokonalá a nedokonalá).

| Didaktická hra: Přiřazování

Žáci ve skupinách k sobě přiřazují kartičky se zástupci či skupinami a k nim pojmy nebo způsob života. Příklady úkolů:

- Vyberte zástupce, kteří žijí ve vodě.
- Vyberte zástupce, které řadíme mezi parazity.
- Vyberte zástupce, kteří mají snovací bradavky.

| Didaktická hra: Vysvětli pojem

Každý žák si vylosuje jednu kartičku s pojmem či zástupcem. V případě pojmu je jeho úkolem daný pojem vysvětlit. V případě zástupce je jeho úkolem zařadit zástupce do systému bezobratlých.

| Didaktická hra: Najdi související pojem

Každý žák si vylosuje jeden pojem nebo jednoho zástupce a mezi spolužáky hledá dalšího, který má související pojem. Takto nalezené dvojice musí následně vysvětlit, jak jejich pojmy spolu souvisejí a jaký je mezi nimi vztah.

Obr. 22. Příklad kartiček.

4.5.3 | Didaktická hra: Na schovávanou a výstrahu

(Přílohy 15–29)

| Cíl: Ukázat rozmanitost života a vztahy mezi hmyzem a jeho lovci na příkladu našich bezobratlých.

| Teorie: V přírodních podmínkách je úspěch v přežití také podmíněn fyzickým vzhledem, zejména ve vztahu lovec–kořist. K přežití slouží dva základní modely, jak mám vypadat:

- Lovci se „ztratím s očí“ (tzv. kamufláž, kryptický vzhled). Napodobuji list, větvičku, trus ukápnutý na listu, povrch kůry apod; časté je barevné splynutí s podkladem a rozbití obrysy těla skvrnami, pruhy aj. Podobnou funkci má i metalický vzhled a reflexní plochy.
- Dám najevo, že nejsem vhodná kořist (tzv. aposematický vzhled, tzv. Müllerovská a Batesovská mimeze).

K tomu slouží tzv. výstražné zbarvení, které dává již na dálku možnému predátorovi signál, aby se mi z nějakého důvodu vyhnul jako možné kořisti. U živočichů žijících na zeleném podkladu (byliny, listy) je to většinou červené zbarvení (červená je nejkontrastnější barva k zelené), často společně s tmavými skvrnami (signalizuje většinou nepoživatelnost nebo jedovatost) nebo je to žluto-černé pruhování (signalizuje většinou aktivní obranu, např. žihadlem). Častým odstrašujícím modelem jsou skvrny napodobující oči predátora. Ti, kteří jsou skutečně schopni obrany (nechutností hemolymfy, jedem, žihadlem) často sdílejí podobný vzhled (tzv. Müllerovská mimeze). Takové chráněné druhy jsou často napodobovány druhy, které takový způsob ochrany nemají, svým vzhledem podvádějí, a proto bývají označování jako „beránci v rouše vlčím“ (tzv. Batesovská mimeze).

Celá problematika kamufláže a výstrahy je velmi složitá, ale ve svém principu je vhodným tématem pro diskuzi se žáky o příčinách konkrétního vzhledu určitého živočicha a zejména pro aktivizaci výuky o hmyzu.

| Postup: Složky Kamufláž a Výstraha (obr. 23) (přílohy 15–23), dostupné také na www.cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php) je nutno rozstříhat na samostatné kartičky Na každé zůstane jeden obrázek s popiskou. Složku Podklady (obr. 24) (přílohy 24–29, dostupné také na www.cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php) podobným způsobem rozstříháme, můžeme však použít i reálný biologický materiál (čerstvé a suché listy, květy, borka, kámen). Ve složkách je několik stran příkladů kamufláže a výstražného zbarvení i s popisky zástupců, učitel si může snadno doplnit další možná pozadí.

Po rozstříhání žáci mohou třídit obrázky živočichů podle barvy, podle typu kamufláže, podle výstrahy, podle taxonomické příbuznosti aj. Příklady pozadí umožňují rozhodovat, jestli je příslušný vzhled vhodný v dané situaci (např. zatímco druh zelené barvy na listu splyne, červený druh je dobře vidět).

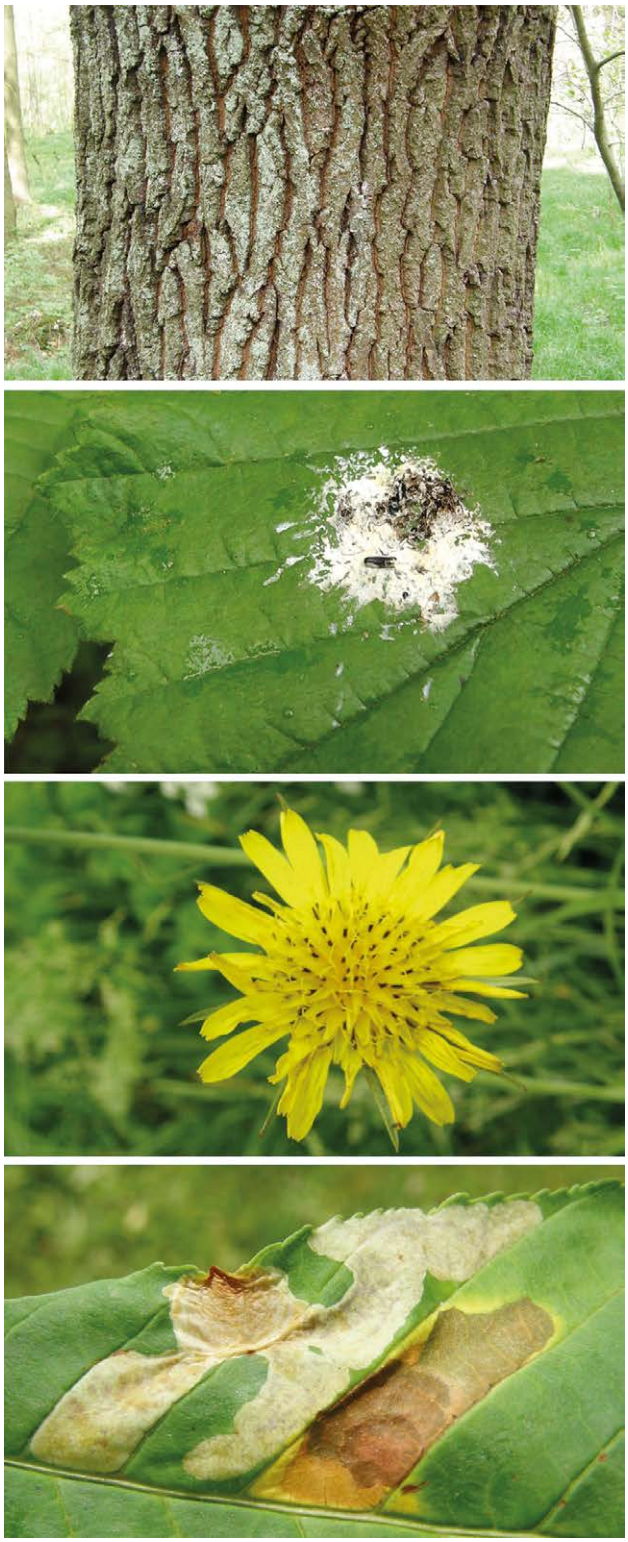
K možným variantám hry patří:

- Z hromádky kartiček (otočené lícem dolů) si žáci postupně odebírají a rozdělují druhy na maskované (kamufláž) nebo funkčně chráněné (aposematismus) a sdělují, proč tak učinili.
- Z kartiček rozložených na stole žáci vybírají stejné skupiny (např. hmyzí řády) a sdělují proč tak učinili.
- Z kartiček žáci vybírají druhy chráněné a nebezpečné i člověku a sdělují proč tak učinili.
- Z kartiček žáci vybírají kamufláž a přiřazují ji k příslušnému pozadí.
- Z kartiček žáci vybírají nechráněné druhy, které napodobují chráněné vzory. Toto je již obtížnější. Učitel může vybrat chráněný vzor a vyzvat k vyhledání „beránků v rouše vlčím“.
- Z kartiček žáci vybírají druhy jim sympatické a odpudivé a sdělují, proč tak učinili.
- Z kartiček žáci vybírají druhy charakteristické pro určité prostředí, např. les, louka, voda.

| Komentář: Od základního třídění se může rozvinout diskuze o vhodnosti určitého vzhledu do určitého prostředí, proč je takový vzhled v přírodě přítomen, o vztazích mezi organismy i o obecnějších skutečnostech souvisejících s vývojem organismů (např. dlouhý čas vývoje, inteligence predátora, vývoj oka, barva plodů, schopnost barevného vidění aj.). Je jen na fantazii a znalostech učitele i žáků, podle jakých pravidel si obrázky roztřídí nebo sestaví. Některé z možností jsou uvedeny výše.

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Hudec *et al.* (2007), Komárek (2001), Pecháček (2013, 2016a, 2016b, 2016c), Pecháček *et al.* (2012), Perlík & Šebek (2019).

Obr. 23. Příklad jedné části složek Výstraha a Kamufláž (viz přílohy 15–23).



Obr. 24. Příklad složky Podklady (viz přílohy 24–29).

4.5.4 | Aktivita: Určování schránek měkkýšů

(Přílohy 30–32)

| Cíl: Ukázat rozmanitost mořských měkkýšů a aktivizovat výuku o této skupině.

| Teorie: Možnou aktivitou k tématu měkkýšů je určování lastur a ulit mořských měkkýšů. V současnosti je dostatek česky i cizojazyčně psaných atlasů. Ty mají i své nevýhody: druhy jsou vyobrazeny v různé nereálné velikosti, některé znaky nejsou na fotografiích vidět, kresby jsou příliš stylizované aj. Další nevýhodou je i ta skutečnost, že mnoho druhů není v evropských mořích původních. Takové druhy v atlasech často chybí, protože atlasy cílí na původní druhy. Druhy zavlečené a invazní, které na mořském břehu bývají paradoxně i nejčastější (a tedy rovněž nejčastěji přivážené od moře jako suvenýr) se pak nesnadno určují.

| Postup: V přílohách 30 a 31 (rovněž dostupné na www.cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php) jsou dvě tabule nejběžnějších evropských druhů měkkýšů (obr. 25) a seznam s uvedením odborných a českých názvů ze Středozemního moře a evropského pobřeží Atlantského oceánu (příloha 32). Velikost obrázků v přílohách je při tisku ve formátu A4 v reálném měřítku. Vytištěné a zalaminované přílohy tak mohou posloužit pro rychlou a snadnou orientaci při určování schránek, např. přinesených žáky do výuky. K možným variantám hry patří:

- Žáci vybírají druhy, které jsou uvedeny v učebnicích.
- Žáci určují ulity a lastury (vlastní, ze školních sbírek) srovnáním reálné velikosti a tvaru s vytištěnou předlohou. Přiřazenou mušli může odložit na odpovídající obrázek, protože má srovnatelnou velikost. Žáci pak vyhledají příslušný český název ze seznamu.

| Komentář: Od základního třídění se může rozvinout diskuze o tvarové pestrosti ulit a lastur, o rozdílnosti ve velikosti mušlí evropských a tropických moří, o vzhledu našich sladkovodních druhů, druzích komerčně nabízených jako potraviny, o ozdobách z mušlí aj.

Příklady otázek učitele.

- Které druhy znáte z obchodů, kde se prodávají mořské plody?
- Je mezi obrázky nějaký druh známý z čokoládových bonboniér?
- Které druhy jste si přivezli od moře?
- Co jsou perly, perleť? Jak vznikají a k čemu se využívají?
- Šumí moře v mořských ulitách? Pokud ano, proč?

Doporučená literatura: Bergbauer & Humberg (2002), Bruyne (2003), Hayward *et al.* (2006), Pfleger (1988), Pfleger & Pradáč (1981), Wood (2004).

4.5.5 | Didaktická videa

| Cíl: Cílem projektu bylo vytvořit videa, která svým zaměřením a rozsahem budou zacílena na české prostředí, budou odpovídat RVP (resp. ŠVP) a používaným učebnicím a budou dostatečně krátká, aby nenarušila standardní průběh hodiny a výkladu.

| Teorie: Kritickým místem ve 2. pololetí 6. ročníku byl zmiňován přehled bezobratlých živočichů. Příčin bylo zmiňováno několik. Prvním důvodem je rozsah. Ten je dán RVP a může být do určité míry korigován ŠVP, přesto je

Obr. 25. Nejběžnější druhy evropských mořských měkkýšů (viz příloha 30 a 31).

počet závazných systematických kategorií velký a s jejich přehledem narůstá i počet nových pojmů (taxonomických, morfologických, fyziologických, ekologických), které mají žáci zvládnout. Dalším problémem je výčet zástupců, o kterých se předpokládá, že se žáci naučí jejich rodové a druhové názvy a další informace o nich (např. užitečnost, škodlivost, ekologii, poznávací znaky aj.). Z učebnic, které mají doložku MŠMT, lze jako příklad vzít Čabradovou *et al.* (2003). Čabradová *et al.* (2003) uvádí celkem osm kmenů (v dnešním pojetí), z členovců celkem 16 skupin různé hierarchické úrovně, z toho 11 řádů hmyzu. U hmyzu s proměnou nedokonalou je v samostatných kapitolách uváděno pět řádů (vážky, stejnokřídlí, vši, ploštice a rovnokřídlí). Celkem je v těchto pěti řádech zmíněno 23 rodů. V textu nebo na obrázcích je zmíněno 17 druhů. Maleninský *et al.* (2004) uvádějí 14 kapitol o členovcích, celkem charakterizují 11 hmyzích řádů, ale zástupci i dalších řádů jsou uvádění v kapitolách o významu hmyzu pro člověka. Výběr druhů je zaměřen na běžnější nebo ekonomicky významné druhy.

Další zmiňovanou příčinou, proč je systematický přehled živočichů považován za kritické místo, je skutečnost, že žáci na úrovni 6. ročníku vnímají bezobratlé jako spíše okrajovou skupinu živočichů, protože pojem zvíře je pro ně spojen s představou obratlovců, nejčastěji savců a domácích zvířat (pes, kočka, kráva, ovce, myš, lev, slon), ptáků (vrabec, kos, slepice) nebo s pojmy had, žába pod. Učebnice však vycházejí ze systematického vědeckého přístupu, proto zoologie v 6. ročníku začíná prvoky, žahavci a dalšími spíše abstraktně a obtížně vnímanými skupinami (endoparazity, mořskými zástupci). Problémem se tak stává jejich malá až mikroskopická velikost, vzácnost či nenápadnost v přírodě (nezmar) nebo jsou považovány za něco odporného a nečistého (endoparazitičtí „červi“, parazitický hmyz). Extrémní skupinou je hmyz, kde je terminologicky pět skupin „...křídlých“, zatímco laicky je žák obeznámen s brouky, motýly, případně i s vážkami. Další názvy hmyzu zná spíše podle kumulativních názvů jako vosy, mouchy nebo mravenci. S pojmem ...křídlí (stejnokřídlí, blanokřídlí, dvoukřídlí aj.) se žáci pravděpodobně před 6. třídou a školní výukou běžně nesetkávají. Hmyz je s výjimkou včel a motýlů vnímán v naší populaci spíše negativně, jako cosi škodlivého, tedy slovy jedné učitelky, *co lze zašlápnout*. Ideální je tento obecně přijímaný přístup u žáků 6. třídy nějakým způsobem ovlivnit, aby hmyz, a bezobratlí celkově, byli vnímáni jako cosi pozitivního, důležitého, zajímavého a pokud možno i hezkého. Pozitivní vztah k hmyzu, který v české populaci byl historicky nepochybně ovlivněn i Ondřejem Sekorou a jeho Ferdou Mravencem, se pomalu vytrácí. Lze tak soudit s hovorů s vysokoškolskými studenty, kde znalost Sekorových postaviček je menší nebo srovnatelná s modernějšími animovanými hrdiny typu Včelky Máji.

Z rozhovorů s učiteli (kap. 3.3) rovněž vyplynulo, že zatraktivnit výuku o systematických skupinách, zejména o hmyzu, se pokouší využitím hravých prvků ve výuce. Často se zmiňovali o pokusech využít do výuky krátké filmy a videa, nejčastěji online z YouTube. Bariérou je však zaměření videí. Ta jsou příliš dlouhá, často zacílená na jiná témata (ekologie, šokující záběry aj.). Videa často ukazují záběry spíše exotických nežli u nás se vyskytujících druhů. Velkým problémem je také jazyková bariéra, protože videa z webových stran mívají cizojazyčný komentář a simultánní tlumočení učitelem není schůdné řešení. Celkově učitelé zmiňovali, že postrádají krátká videa o českých druzích, o druzích uvedených v učebnicích a videa s českým komentářem.

| Řešení: Možným příspěvkem k řešení tohoto problémového místa byla příprava a finální tvorba krátkých filmů (videí) o jednotlivých skupinách bezobratlých. V současnosti mají učitelé k dispozici 11 videí o hmyzu s časovým rozsahem 3:23 až 6:52 minut a 10 videí zaměřených na další skupiny bezobratlých. Cílem bylo vytvořit videa, která zaměřením budou víceméně kopírovat přehled typických zástupců v rozsahu učebnic pro 6. ročník. Jako základ přehledu skupin a jejich zástupců byla použita učebnice Čabradová

et al. (2003), resp. Pelikánová *et al.* (2014) z nakladatelství Fraus. Některé záběry ukazují i druhy neuvedené v učebnicích, ale dobře ilustrující některé unikátní znaky, nebo druhy, které jsou více nápadné, vzácné či jiným způsobem významné. Je zřejmé, že současné učebnice předkládají jen velmi stručný výběr nejběžnějších nebo nejtypičtějších druhů. Cílem bylo proto upozornit na existenci i jiných druhů. Filmy mají sloužit jako motivace v počáteční části výkladu nebo jako ilustrační přehled po výkladu. Použít se dají i pro prověrky, soutěže v poznávání apod., pokud je film promítán bez komentáře. Učitel může motivovat i tak, že žáci mají rozlišit, které druhy znají z učebnice, a které v učebnicích nejsou uvedeny apod.

Záměrem při tvorbě filmů bylo zviditelnit detaily pouhým okem nesnadno postřehnutelné. Dále zviditelnit unikátní chování, zvukové projevy, unikátní zbarvení a další charakteristiky, které nebývají na běžném statickém obrázku (obrázek, fotografie) patrné.

První soubor filmů zahrnuje vybrané skupiny bezobratlých s tituly: Prvoci I, Prvoci II, Žahavci, Plži, Mnohoštětinatci, Opaskovci, Korýši, Pavoukovci, Stonožkovci a Ostnokožci.

Úvodní film z druhého souboru filmů charakterizuje hmyz po stránce morfologické a ekologické (film Hmyz). Další filmy představují jednotlivé řády hmyzu: Vážky, Stejnokřídlí, Ploštice, Rovnokřídlí, Síťokřídlí, Denní motýli, Noční motýli, Brouci, Blanokřídlí a Dvoukřídlí.

Filmy jsou uloženy na YouTube (viz tab. 24) a odkazy na filmy jsou dostupné také na webových stránkách Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni (www.cbg.zcu.cz/OB/proucitele.php).

| Komentář: U každého filmu je uvedena délka (minuty:sekundy), anotace filmu s chronologicky řazeným přehledem záběrů typické morfologie dospělců, případně i larev, přehled zástupců s uvedením rodového nebo rodového i druhového názvu, významného etologického či ekologického fenoménu skupiny nebo druhu.

Odborná jména rodů a druhů jsou v anotacích uváděny pouze tehdy, pokud by pouze české rodové či druhové jméno nebylo jednoznačné nebo pokud se jedná o taxony méně známé. Tento přístup byl zvolen záměrně, neboť na úrovni základní školy se odborná jména nepoužívají. U cizokrajných druhů je uvedeno i místo, kde se druh vyskytuje (resp. kde byl filmován). Pokud tomu tak není, jedná se o záběry z území České republiky.

V odstavci *Náměty a zajímavosti k diskuzi* jsou uvedeny informace o některých záběrech (v nutném případě definované i přesným časem), které ilustrují něco obecného či neobvyklého, něco, co může být dále rozvinuto v diskuzi s žáky po ukončení filmu a na co se učitel může zeptat a není to ve slovním komentáři zmíněno. Jsou uvedeny i některé jiné náměty, ve filmu neilustrované, avšak rozvíjející možnosti diskuze nad filmem. U každého z obou filmových souborů je v závěru uvedená moderní dostupná česky psaná literatura pro učitele. Ve svém pojetí je využita struktura podobná v příručce pro učitele (Čabradová *et al.* 2004).

Bakterie	www.youtube.com/ watch?v=zMy3cO7Lm58
Sinice	www.youtube.com/ watch?v=KKn9dck5Ofg
Řasy	www.youtube.com/ watch?v=NeFwgyedEC8
Prvoci I	www.youtube.com/ watch?v=0v2wYWc6lPc
Prvoci II:	www.youtube.com/ watch?v=KhizWub8LRE
Žahavci	www.youtube.com/ watch?v=_LFCO2IN0CM
Plži	www.youtube.com/ watch?v=B6R-Ec5St8s
Mnohoštětinatci	www.youtube.com/ watch?v=1T8ZhrZdhOw
Opaskovci	www.youtube.com/ watch?v=7pJj7jTd2Fs
Pavoukovci	www.youtube.com/ watch?v=zEwhIVNuyXY
Korýši	www.youtube.com/ watch?v=31rE3z2JukE
Stonožkovci	www.youtube.com/ watch?v=SQbIUSTDjaM
Hmyz	www.youtube.com/ watch?v=h_JrdxHX4Zk
Vážky	www.youtube.com/ watch?v=a5RiE8DjJSU
Rovnokřídlí	www.youtube.com/ watch?v=-n7KO_x0I28
Ploštice	www.youtube.com/ watch?v=WeAd8X3AzXM
Stejnokřídlí	www.youtube.com/ watch?v=xLG47F_Wfdg
Síťokřídlí	www.youtube.com/ watch?v=Ykf2TSI_9-I
Denní motýli	www.youtube.com/ watch?v=Pnh2bdchTCw
Noční motýli	www.youtube.com/ watch?v=yUlJYsv5TwE
Blanokřídlí	www.youtube.com/ watch?v=z6shNQlk_l4
Dvoukřídlí	www.youtube.com/ watch?v=0WgVJfqqbow
Brouci	www.youtube.com/ watch?v=B0kV3bjtvBA
Ostnokožci	www.youtube.com/ watch?v=AAVXr8bPpT8

Tab. 24. Internetové odkazy na filmy.

| Film Prvoci I (Obrvení)

Délka filmu: 4:22 minut.

Anotace filmu: Úvod – skupina nálevníků požírající bakterie, stavba buňky prvoků (měnavka), trávicí organely na příkladu lezounka (*Euplotes*), víření membranel a pozření kořisti do potravní vakuoly (*Euplotes*), stažitelná vakuola (detail mrskavky *Stentor*), jádro (makronuleus) prvoků na příkladu celé mrskavky, kmitající obrvení mrskavky, pohyb nálevníků, nálevník na povrchu lidského vlasu jako měřítko velikosti, vířenka (*Vorticella*) na stažitelném stonku, filtrace potravy z vody, stažení vířenky k podkladu, přisedlá filtrující mrskavka a pohyb jejích brv, pohyb slávinky (*Stylonychia*), lezounek (*Euplotes*), silné brvy (cirry) na jeho povrchu, příklady dalších nálevníků: poskakující pérovka (*Cyclidium*), lezoucí haděnka (*Dileptus*), zobánka (*Loxodes*), víření nálevníků ze senného nálevu.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Původ nálevníků v senném nálevu, nálevníci jako požírači bakterií a význam této aktivity, pohyb bičíků, velikost nálevníků (koloniální vířenky a keřenky jsou patrné pouhým okem ve vodě), barevnost prvoků (mrskavky: zelené, zelenomodré, narůžovělé s vlastními pigmenty), stavba buňky prvoka s organelami (analogie trávicích a vylučovacích orgánů a orgánů pohybu mnohobuněčných živočichů).

Doporučená literatura: Buchar a kol. (1995), Hausmann & Hülsmann (2003).

| Film Prvoci II (Bičíkovci, kořenonožci, výtrusovci)

Délka filmu: 5:00 minut.

Anotace filmu: Úvod – lezoucí měňavka, parazitární prvoci: bičík jako znak bičíkovců, krevní roztěr s trypanozomou (*Trypanosoma*), detail roztěru, krevní roztěr zimničky, původce malárie (*Plasmodium*), komár na hladině, roztěr s merozoity v krvinkách, volně žijící kořenonožci, lezoucí améba s panožkami, pohybující se měňavky, potravní vakuoly a jejich pohyb v měňavce, schránka štítovky (*Arcella*), rozlitka (*Nebela*), křeménka (*Euglypha*), mořský písek s dírkonošci (bělavé a růžové schránky), vymřelý nummulites, schránky nummulitů ve vápenci, slunivky s panožkami (*Actinosphaerium*), schránky mořských mřížovců (ve fázovém kontrastu v mikroskopu), význam prvoků v případě: lezounek (*Euloptes*) a vířenka (*Vorticella*), lezoucí měňavka mezi rozsivkami.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Různá velikost prvoků ve srovnání s krvinkami a mincí, způsoby pohybu (bičík, panožky), způsoby přijímání a získávání potravy: příjem živin povrchem (trypanozoma, zimnička), lov různými panožkami, stavba buňky prvoků (vakuoly, panožky, schránka), všudypřítomnost prvoků v přírodě, horninotvorní prvoci, nebezpečné nemoci (spavá nemoc, malárie, leishmanióza, místa výskytu a ochrana před nimi, hygiena, scény s moskytiérami z filmů o Africe aj.), hmyz jako přenašeč nemocí (bodalka tse-tse, komáři, ploštice, pakomáři).

Doporučená literatura: Buchar a kol. (1995), Hausmann & Hülsmann (2003), Votýpka *et al.* (2018).

| Film Žahavci

Délka filmu: 4:26 minut.

Anotace filmu: Úvod – plovoucí medúza, nezmar na větvičce, detail nezmara s pučícími jedinci, detail skupiny nezmarů, nezmar lapající buchanku, aktivně plovoucí talířovka ušatá (Baltské moře), vznášející se talířovka, detail tykadel a příústních laloků talířovky, kořenoústka hrbolkatá (Egejské moře), jizvy po požahání medúzou, sasanka na skalisku (Kalifornie), solitérní korálnatec (Egejské moře), tropický větevník, laločník.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Jednoduchá stavba těla žahavců, malá velikost nezmarů, působení žahavých buněk na kořist a člověka, účel průhlednosti medúzy, pestré barvy korálnatců, tvorba korálových útesů a jejich současné odumírání.

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Bergbauer & Humberg (2002), Buchar a kol. (1995), Hrabě (1954), Pfleger (1989).

| Film Plži

Délka filmu: 5:00 minut.

Anotace filmu: Úvod – hlemýžď vysunující se z ulity, charakteristika plžů na příkladu hlemýždě: ulita, noha, hlava, tykadla, jejich funkce, zmíněn útrobní vak, zástupce hlemýžď zahradní, tykadla a hrbolky na jeho těle, funkce slizu, detail tykadel a očí, prázdné ulity páskovky keřové, na stéblu estivující páskovka žíhaná, okružák ploský na hladině, menší terčovník vroubený na vodní rostlině, plovatka bahenní lezoucí po dně, detail hlavy plovatky s plochými tykadly a očky, slimáček lezoucí v mechu, plžík žlutý, lezoucí slimák největší, detail štítu a tykadel, diskovitá ulita vrásenky, ulity křídlatců na mořském dně a jejich patrné oči, mořské druhy s příkladem prázdné ulity ostranky jaderské, lezoucí ostranka tupá, ležící a lezoucí tritonka (všechny mořské druhy jsou z Egejského moře).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Dva páry tykadel u suchozemských a jeden pár tykadel u vodních plicnatých plžů, plochá a nitkovitá tykadla vodních plžů, oči na stopkách, rolování tykadel u hlemýždě, rychlost pohybu lezení (slimák) a stopa po lezení (ostranka), krycí zbarvení ulit a těl našich měkkýšů, sliz a jeho funkce, škodlivé druhy plžů a jejich potrava, využití ulit mořských druhů, plži jako potrava člověka, barvivo královský nach z ostranek, odvození názvů plžů (ostranka, tritonka, plovatka, okružák, páskovka aj.).

Doporučená literatura: Bergbauer & Humberg (2002), Buchar a kol. (1995), Horsák *et al.* (2013), Pfleger (1988).

| Film Mnohoštětinatci

Délka filmu: 3:44 minut.

Anotace filmu: Úvod – nereidka na mořském dně, charakteristika mnohoštětinatců (nereidka hnědá z Baltického moře), štětiny (na parapodiích), článkování, hřbetní céva, vlnivé dýchací pohyby, nereidka ohnivá (= pálivá) lezoucí po dně (Egejské moře), nastražené štětiny, článkování těla, žábry na článcích, kráčivé pohyby panožek a svazků štětin, pohyb po dně, nereidky na uhynulé rybě, rournatec paví na mořském dně (Egejské moře).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Název (od svazků štětin), morfologie (svazky štětin jako opora těla k pohybu a jako obranné zařízení: štětinky jsou duté, lámavé s obsahem palčivých látek), dobře patrné článkování (barevně oddělené), nenápadná hlava, způsoby života kroužkovců (lezení – vyhledávání potravy, mrchožravost, přisedlost – lapání mikroskopického planktonu), nebezpečnost štětin některých kroužkovců, výhody článkovaného těla (prodlužovaní těla), červená krev patrná v cévě a v žábrách (dýchací pohyby), jiné skupiny mrchožroutů mezi bezobratlými, odstraňování uhynulých živočichů ("zdravotní policie").

Doporučená literatura: Bergbauer & Humberg (2002), Hayward (2006), Wood (2004).

| Film Opaskovci

Délka filmu: 3:49 minut

Anotace filmu: Úvod – žížala, morfologie a orientace těla žížaly, zrychlený pohyb, způsob zahrabání, detailní záběr přední části s články, detail těla se štětinkami, opasek a jeho význam, přehled zástupců: žížala hnojní v půdě, detail žížaly hnojní, roupice v listovém opadu, pijavka chobotnatka plochá, zemní pijavka z pralesa (Austrálie).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Co umožňuje stahování a natahování článků žížaly (nestlačitelnost tělní tekutiny v tělní dutině každého článku), hydrostatický skelet a něj vázaný pohyb, protiskluzový význam štětinek, důvody pigmentace žížaly, obojpohlavnost žížaly a oplození vajíčka v opasku, schopnost regenerace žížaly, význam žížal pro tvorbu půd, jiné druhy našich žížal (roupice, nitěnky, žížalice), světélkování horských žížal, největší žížaly (tropy, dva metry), pijavky (odvození názvu), historické využití pijavky lékařské, oči pijavek jako malé pigmentové skvrnky (na chobotnatce).

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Pižl (2002).

| Film Korýši

Délka filmu: 4:16 minut.

Anotace filmu: Úvod – rak říční, charakteristika těla korýšů: krunýř (na příkladu kraba), článkování těla a zadeček kraba, článkované končetiny, jejich stavba a pohyb, způsob bočního pohybu krabů, klepeta na končetinách (vše Kalifornie), stavba těla raka, vzhled těla, klepeta, oči na stopkách, tykadla, račí krunýř, přehled zástupců: rak říční, krabi v moři (hrabající krab na dně, rychlý pohyb na dně), poustevníčci v ulitách, zatažení poustevníčka do ulity, lezení poustevníčků na souši (vše Egejské moře), kreveta baltická na dně, hejno plovoucích hrotnatek, blešivci a jejich pohyb na mořském dně (vše Baltské moře), charakteristika a způsob pohybu stejnonožců na příkladu stínky.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Článkované končetiny jako typický znak členovců, význam silného krunýře, pestré barvy krabů, druhy raků u nás, původní a invazní, příčiny vymírání raků (račí mor), reálná a pohádková barva raka (rak zčervená po vhození do vroucí vody, modrá barva není termostabilní), nutnost a způsoby ochrany raků, planktonní korýši jako zdroj potravy ryb, odvození názvu blešivci a stínky, význam stínek jako půdních živočichů, svinka jako příklad ochranného stočení do klubíčka (volvace), korýši jako lidská potrava (krevety, krabi).

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Štamberková *et al.* (2009).

| Film Pavoukovci

Délka filmu: 5:56 minut.

Anotace filmu: Úvod – maloočka smaragdová, charakteristické znaky: čtyři páry nohou (slíďák, skákavka), hlavohruď, zadeček (lovčík hajní), klepítka, makadla (běžník zelený, křižák pruhovaný s kořistí), snovací bradavky (křižák skvostný), sítě (obalená kořist křižáka), oči pavouků v detailu (lovčík hajní), mladí jedinci ve shluku (křižák obecný), přehled zástupců: křižák obecný, křižák skvostný, křižák pruhovaný na síti, pokoutník domácí, běžník kopretinový (v okolíku), běžník lesní (v květu), běžník zelený (na okraji listu), skákavka (na zemi), skákavka listová (na listu), maloočka smaragdová, sklípkan, křižák laločnatý (z Řecka), charakteristika sekáčů, sekáč v detailu těla, celé tělo sekáče s nohama (na listu), klíště obecné (lezoucí po ruce), zákožka svrabová (mikroskopický preparát), štír, charakteristika, jedovatost, štír (tropický, černý), štír kýlnatý (hnědý, z Chorvatska), výskyt pavoukovců (křižák zelený na listu, běžník květomilný na zemi, slíďák na hladině, skákavka na klacíku).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Vzhled výstražný (křižák pruhovaný) a maskovací (maloočka, běžníci, skákavky), různé použití sítí (lov, kokon, záchranné vlákno), různé způsoby lovu (podobnost šelmám): lov ze zálohy (běžníci), skokem (skákavky), rychlým během (slíďáci), lov do sítí, lidská aplikace lovem do sítě, nepřítomnost složených očí jako kontrast s hmyzem, existence vodního pavouka (vodouch), sklípkani jako domácí mazlíčci, užitečnost pavouků jako lovců hmyzu, klíště jako přenašeč nemocí (borreliózа, encefalitida).

Doporučená literatura: Baum & Buchar (1973), Buchar a kol. (1995), Buchar & Kůrka (1998), Crompton (1975), Kůrka *et al.* (2015), Reichholf-Riehmová (1996a), Rosický a kol. (1979), Votýpka *et al.* (2018).

| Film Stonožkovci

Délka filmu: 4:28 minut.

Anotace filmu: Úvod – stočená mnohonožka, obecná charakteristika mnohonožek a stonožek, velikost a místo výskytu, tělo mnohonožek, průřez těla, počet článků, svinutí, detail končetin, hlava končetiny, způsob pohybu, mnohonožka zemní, svinule lezoucí a svinuté, detail plochule, pohyb plochulí, setkání se stínkou, charakteristika stonožek, rychlý pohyb, ploché tělo, nohy po stranách, kusadla a jedová žláza (detail stonožky škvorové), detail hlavy s tykadly, detail vlečných nohou, zástupce štonožka škvorová mezi listy, strašník dalmatský, zemivky, detail těla s nohama, způsob pohybu zemivek, význam a detail zemivky.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Rozdíly mezi mnohonožkami a stonožkami, zakloubení končetin, způsob obrany (jed stonožky, volvace svinule), výstražné (svinule, zemivky) a krycí (mnohonožky) zbarvení, rozdílná rychlost pohybu, významní půdní živočichové rozmělňováním organického detritu, na nohou plochule jsou patrní parazitární roztoči, hmatová funkce tykadel.

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Hudec *et al.* (2007), Kocourek (2013).

| Film Hmyz

Délka filmu: 6:52 minut.

Anotace filmu: Úvod – hmyz jako nejpočetnější skupina živočichů, charakteristika prostředí s hmyzem, přítomnost tří párů článkovaných končetin (muchnice, roháč), rozmanitost vzhledu těla (tiplice, motýl, mandelinka), přítomnost dvou párů křídel (tiplice, motýlice), hustá a redukovaná žilnatina křídel (motýlice, vosík), způsob letu (kněžice), oči složené (pestřenka, bzikavka), oči jednoduché (kněžice, sršeň), vzhled tykadel (soumračník, adéla, roháč sameček), ústní ústrojí kousací (roháč samička), bodavě sací (bzikavka, ruměnice, kněžice), sací (soumračník, adéla), lízací (kuklice), končetina hrabavá (roháč), skákavá (kobylka), loupeživá (kudlanka), vývoj hmyzu (vajíčko), larvy proměny nedokonalé (ruměnice, kněžice), přehled skupin s proměnou nedokonalou (motýlice, kněžice, rusec), proměna dokonalá, housenka a motýl (otakárek fenyklový, bourec morušový), přehled skupin s proměnou dokonalou (otakárek, pestřenka, vosík, sluněčko), unikátní přizpůsobení hmyzu (kudlanka, tiplice, mandelinka, zlatohlávek, chřestovníček, bázlivec, nosatec, krasec), význam hmyzu jako opylovačů (krasci, včela, dlouhososka), výroba hedvábí a medu.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Metalický vzhled a barevnost hmyzu, velká kusadla roháčů jako nástroj k soupeření samečků, pohlavní dvojtvárnost roháčů, skupinový výskyt (ruměnice), výstražné zbarvení červeno-černé (ruměnice, kněžice páskovaná, chřestovníček, sluněčko), výstražné zbarvení černo-žluté (vosíci, tiplice, pestřenka), požerky na listech (housenky, bázlivec), délka sosáku jako prostředku k dosažení nektaru v hlubokém květu (soumračník, dlouhososka).

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Hůrka & Čepická (1978), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Vážky

Délka filmu: 3:23 minut.

Anotace filmu: Úvod – motýlice na louce, charakteristika vážek jako řádu, velikost a stavba těla (klínatka), křídla a jejich žilnatina (motýlice), složené oči, přítomnost krátkých tykadel, vzhled zadečku, ústní ústrojí kousavé, stavba končetin, larva vážek, přehled zástupců s krátkými komentáři k výskytu, ekologii a jejich typickým znakům: motýlice lesklá, rozdíl mezi samečkem a samičkou, „modrá“ šidélka, šidélko ruměné, vážka ploská, vážka obecná, klínatka obecná, význam a ochrana vážek v přírodě.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Metalický vzhled motýlic, pohlavní dvojtvárnost, otrněné končetiny sloužící jako lapací koš na kořist, krátká tykadla a velké oči jako přizpůsobení pro lov kořisti za dne v letu, pestré barvy šidélek při preparaci ve sbírkách vymizí (zešednou), složení křídel nad tělem u motýlic a šidélek jako primitivní znak vážek, ploché rozprostření křídel u vážek a klínatky, pozorovatelny vážky na listu nad vodou, výstražný žluto-černý vzhled klínatky, příklad tzv. Batesovké mimeze, žádná vážka není člověku nebezpečná, význam stojatých a vegetaci zarostlých vod jako míst s potravou pro život vážek, hustá žilnatina křídel jako archaický znak po prvohorních pravážkách.

Doporučená literatura: Dolný *et al.* (2016), Hudec *et al.* (2007), Reichholf-Riehmová (1996a), Waldhauser & Černý (2014).

| Film Stejnokřídlí

Délka filmu: 4:14 minut.

Anotace filmu: Úvod – stridulace cikád, charakteristika stejnokřídlých (na cikádě), sací ústní ústrojí, oči složené i jednoduché, krátká tykadla, střechovitě složená křídla nad tělem s řídkou žilnatinou, tělo kryté voskovými šupinkami, přehled zástupců: velké cikády ze Středomoří, svlečka cikády, cikáda chlumní, časné zeleně zbarvené imago cikády chlumní, probarvené imago cikády chlumní, krátká tykadla, otrněné hrabavé přední končetiny, pěnodějka olšová na zeleném listu (kamufláž), pěnodějka krvavá na zeleném listu (výstraha), mšice na stonku s ochranou mravence.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Jednoduché a složené oči patrné na cikádě, svlečka cikády jako příklad svlékání kutikuly u členovců, zeleně zbarvené časné imago jako kontrast ke zbarvenému staršímu imagu, hrabavé nohy se silnými stehny nesoucími trny, krycí zbarvení (kamufláž) u pěnodějky olšové, zbarvení sestavené z drobných tmavých teček (analogie ofsetového tisku), výstražný

červeno-černý vzhled pěnodějky krvavé, červené barvy křídel na zeleném podkladu jako příklad dvou kontrastních barev, původ označení pěnodějky, stridulace středomořských cikád a způsoby stridulace stejnokřídlých, mšice jako škůdci, symbióza mšic a mravenců (patrná je reakce mravence na kameramana), další významní škodliví zástupci stejnokřídlých (vlnatky, molice, puklice), reakce rostlin na sání mšic (zkroucení listů, zasychání pupenů aj.), ochrana proti mšicím.
Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Javorek (1978), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Ploštice

Délka filmu: 6:48 minut.
Anotace filmu: Úvod – lesní prostředí (klopuška, bruslařka), charakteristika řádu: bodavě-sací ústní ústrojí (kněžice rohatá se sosákem), ploché tělo, polokrovky (kněžice trávozelená), oči složené a jednoduché, tykadla a končetiny a pohyb těla (vroubenka kosočtverečná), pestrost barev ploštic (kněžice trávozelená, kněžice, kněžice páskovaná), přehled zástupců: ruměnice pospolná, skupina na kmeni, ploštička pestrá, kněžice páskovaná, kněžice rohatá, kněžice rudonohá, kněžice trávozelená, bruslařka obecná, vodoměrka štíhlá, znakoplavka obecná, splešťule blátivá, jehlanka válcovitá, štěnice, klopuška červená (na vratiči).
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Výstražné červeno-černé zbarvení (kněžice páskovaná, ruměnice pospolná, ploštička pestrá), krycí zbarvení (kněžice trávozelená, kněžice rudonohá, splešťule), vodní ploštice (znakoplavka, splešťule, jehlanka), využití povrchové vodní blanky, patrné je prohnutí hladiny (bruslařka, vodoměrka), přední končetiny bruslařky jako signalizační zařízení (4:43), odklopitelný silný sosák (kněžice rohatá, ruměnice), kapka tekutiny na konci sosáku (ruměnice), proměna nedokonalá (imaga i larvy ruměnice), loupeživé končetiny (jehlanka, splešťule), drápky na konci chodidel jako opora k chůzi po povrchu (3:20), dýchání pomocí trachejí otevřených otvůrky (spirakuly) u kněžice trávozelené, parazitární štěnice (výskyt a ochrana), článkovaný zadeček hmyzu (kněžice trávozelená), tečkování povrchu těla vytvářející vzory (3:46), obdoba ofsetového tisku.
Doporučená literatura: Hudec *et al.* (2007), Javorek (1978), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Rovnokřídlí

Délka filmu: 4:23 minut.
Anotace filmu: Úvod – kobylka hnědá na louce, charakteristika řádu: skákavé končetiny (kobylka křovišťní), křídla složená nad tělem (kobylka zelená), kousací ústní ústrojí (kobylka hnědá), dlouhé kladélko (kobylka), dokonalé maskování (kobylka smrková), stridulace (saranče), přehled zástupců: kobylka zelená s dlouhými tykadly, kobylka hnědá, cvrček polní, nora cvrčka, saranče s krátkými tykadly, saranče modrokřídlá, skok saranče, saranče a jejich krycí vzhled (cizokrajné druhy), saranče měnlivá na jitrocelu, velké saranče egyptská (z Řecka) jako příklad velkých sarančí.
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Rozdíly v délce tykadel, různé typy a důvody stridulace, krycí vzhled zástupců, čištění tykadel u saranče, bezkřídlost některých druhů (kobylka křovištní, kobylka smrková), stavba skákavých končetin, mohutná stehna se svaly, otrnění holení skákavých končetin jako protiskluzové přizpůsobení, skok jako únikový manévr, pohlavní dvojtvárnost u kobylek a cvrčka (cerky a kladélko), masožravost kobylek a býložravost sarančí a jejich význam pro člověka, nesprávné použití pojmu kobylky pro stěhovavá saranče.
Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Kočárek *et al.* (2013), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Síťokřídlí

Délka filmu: 3:42 minut.
Anotace filmu: Úvod – jamky mravkolvů na okraji lesa, charakteristika řádu: blanitá křídla s hustou žilnatinou (zlatoočka obecná), střechovité složení křídel nad tělem, kousací ústní ústrojí, přehled zástupců: zlatoočka obecná, zlatavé oči, nitkovitá tykadla, dospělý mravkolev, larva mravkolva, lapací jamka mravkolva, zahrabání mravkolva na dně jamky, kusadla mravkolva, chycený pavouk a mravenec v jamce, ploskoroh pestrý, pakudlanka jižní a ulovení kořisti loupeživýma nohama (z Řecka).
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Jemný a nenápadný hmyz, krycí zelené (zlatoočka) a odstrašující žluto-černé (ploskoroh) zbarvení těla, jméno zlatoočky podle zlatavých očí, kusadla mravkolva jsou dutá k mimotělnímu trávení, kmitání tykadly (zlatoočka, pakudlanka), lapací jamky v suché lesní půdě a pod převisy, lapnutí lezoucí mouchy loupeživými končetinami u pakudlanky, odkaz na knihy o Ferdu Mravencovi (Ťutínek), přezimování zlatooček v lidských obydlích, význam zlatooček jako predátorů mšic, proto neničit stopkatá vajíčka na listech, ochrana vzácných druhů v ČR (ploskoroh vzácný v Čechách, pakudlanka vzácná na jižní Moravě).
Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Denní motýli

Délka filmu: 5:11 minut.
Anotace filmu: Úvod – poletování běláska řeřichového, charakteristika řádu: křídla krytá šupinkami (babočka admirál, bělásek řeřichový), tykadla a složené oči (soumračník proskurníkový), dlouhý sosák (soumračník), tělo kryté chloupky (babočka admirál), letci (bělásek)

a migrující letci (babočka bodláková), proměna dokonalá, housenka (otakárek fenyklový), dospělec (bělásek ovocný), přehled druhů: bělásek řeřichový, bělásek řepový, bělásek řepkový, žluťásek řešetlákový, bělásek ovocný, babočka paví oko, babočka admirál, babočka bodláková, babočka síťkovaná, babočka bílé-c, perleťovec stříbropásek, hnědásek jitrocelový, okáč prosíčkový, okáč luční, okáč pýrový, okáč poháňkový, soumračník proskurníkový, soumračník čárečkovaný, soumračník jitrocelový, otakárek fenyklový, jeho housenka, otakárek ovocný, bělopásek jednořadý (z Řecka).

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Šupinky na křídlech motýlů, význam dlouhého sosáku, odstrašující význam očních skvrn na křídlech, zavírání a otvírání křídel, migrace motýlů z Afriky do Evropy, první jarní motýli (žluťásek, babočka bílé-c), druhová jména okáčů podle živných trav housenek, hnědo-bílé zbarvení jako krycí vzhled v lesích (babočka síťkovaná, bělopásek), výstražný vzhled housenky otakárka, délka života a počet generací motýlů v roce, teritoriální chování motýlů, význam květů květin pro život motýlů, nutnost ochrany motýlů a jejich biotopů.

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Beneš & Konvička (2002), Čechmánek & Hrabák (2006), Hrabák (1985), Macek (2015), Reichholf-Riehmová (1996a, 1996b).

| Film Noční motýli

Délka filmu: 5:06 minut.

Anotace filmu: Úvod – detail strakáče březového, morfologická rozmanitost motýlů, chlupaté tělo a šupinatá křídla, hřebenitá tykadla (strakáč březový, lišaj borový), zubočárník kopřivový, přehled zástupců: dlouhozobka svízelová, způsob letu, martináč habrový, přástevník kostivalový, píďalka očkovec rudopásný, můra kukléřka, obaleč, vřetenuška obecná, běloskvrnáč pampeliškový, nesytka, adéla pestrá, pernatuška, mol, bourec morušový, jeho chov a zpracování kukel (z Thajska) na hedvábí.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Výstražný vzhled s červenými skvrnami indikující jedovatost (vřetenuška má v těle kyanovodík), výstraha ve vzhledu očí dravých ptáků (martináč), kombinace krycího, a když nestačí, tak odstrašujícího oranžového výstražného zbarvení (přástevník), krycí vzhled napodobují povrch kmene (šedivka, strakáč), suchou trávu (pernatuška) a kapku ptačího trusu na listech (píďalky), imitace jedovaté vřetenušky (běloskvrnáč), ochlupení těla jako tepelná izolace před nočním chladem, hřebenitá tykadla (strakáč, martináč) jako dokonalý orgán čichu, let dlouhozobky podobný letu kolibříků, dlouhý sosák dlouhozobky umožňuje sání nektaru s hlubokých květů.

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Čechmánek & Hrabák (2006), Čihař a kol. (1976), Hrabák (1985), Laštůvka *et al.* (2018), Macek *et al.* (2007, 2008, 2012), Reichholf-Riehmová (1996a, 1996b).

| Film Brouci

Délka filmu: 6:43 minut.

Anotace filmu: Úvod – chřestovníček na lilii, charakteristika řádu: kousací ústní ústrojí (krasec), krovky a blanitá křídla (tesařík), různá tykadla (kozlíček, chrobák lesní), larva, přehled zástupců: svižník polní, svižník na pláži (z Řecka), střevlík vrásčitý, detail hlavy, páteříček lesní, slunéčko sedmitečné, slunéčko, kovařík šedý, únikový pohyb kovaříka, zlatohlávek zlatý, chroust obecný, tesařík obecný, tesařík skvrnitý, roháč obecný (sameček, samička), chrobák lesní, štítonoš, mandelinka bramborová, krytohlav (v květu), mandelinka topolová, mandelinka nádherná, význam brouků (člunotvarec), střevlíček, lýkožrout smrkový.

Náměty a zajímavosti k diskuzi: Výstražný vzhled brouků: červené a červeno-černé zbarvení slunéček, mandelinky topolové a chřestovníčka, žluto-černé zbarvení tesaříků, mandelinky bramborové a člunotvarce, krycí vzhled brouků: hnědé zbarvení krasců, roháče a kovaříků, metalické lesklé zbarvení: svižník, střevlík vrásčitý, mandelinky, povrch těla se šupinkami (chroust, kovařík), různé typy a stavba končetin a tykadel, pohyby tykadel (hmat, čich), hypertrofie kusadel u roháče, makadla na hlavě střevlíka vrásčitého, pohlavní dvojtvárnost (roháč), únikové pohyby (vertikální start tesaříka z listu, odpružení kovaříka), různé typy larev brouků (drátovec kovaříka, ponrava, moučný červ aj.), potrava brouků (okusování květů krasci a zlatohlávky, okusy listů chroustem, dravost střevlíků, koprofagie chrobáka), škodlivost brouků (mandelinka bramborová, lýkožrout), různá speciální ekologická přizpůsobení: dlouhé nohy k rychlému pohybu (svižník), nesmáčivot povrhu těla (člunotvarec s kapkou), uchycení nohou na stéblu a okraje listu (kovařík, chroust), přitištění těla, které nevrhá stín, k podkladu (štítonoš), nutnost ochrany brouků a jejich prostředí (květiny, staré stromy aj.).

Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Hůrka (2005), Javorek (1968), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Blanokřídlí

Délka filmu: 6:00 minut.

Anotace filmu: Úvod – vosík, charakteristika řádu: kousací nebo lízací ústní ústrojí (vosa), křídla s řídkou žilnatinou (čmelák), dokonalý let (včela), sociální hmyz s larvami v hnízdě (vosík), dvě skupiny, znaky šíropasých (pilatka, pilořitka veliká), znaky štíhlopasých (vosa), přehled zástupců: pilatka zelená, sociální hmyz (vosí hnízdo, mravenci), lumek, žlabatka hrášková, mravenec zrnojed, mravenec lesní, mravenec drnový, mravenec černolesklý, mravenec žahavý na listu a na květu požírá pyl, rojení mravence černolesklého, exotický mravenec ata nesoucí úkrojky listů (z Argentiny), pruhování těla vos, zemní

hnízdo vosy útočné, jednoduché hnízdo vosíka obecného, sršen obecná v jablku, včela medonosná na jívě, opylování ovocných stromů, samotářská včela pískorypka ryšavá na rybízu, pískorypka u hnízda v písku, chluponožka obalená pylem, pískorypka na jívě.
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Sdílený žlutočerný výstražný vzhled (sršeň, vosy, vosíci, čmeláci) jako společná ochrana skupiny, ochlupení (včely, čmeláci) jako tepelná ochrana (látají brzy zjara), výhody sociálního hmyzu, kasty sociálního hmyzu (dělnice, trubec, královna, matka), produkty včel (med, mateří kašička, vosk), vynálezy blanokřídlých (papír na příkladu papírových hnízd), způsoby ochrany (žihadlo, kousnutí a vstříknutí kyseliny mravenčí), chráněné druhy (sršně, čmeláci, mravenci) a jejich ochrana (domečky pro čmeláky a samotářské včely), význam včel (včetně samotářských) jako opylovačů, způsoby sběru pylu (košíčky, chlupy naspodu těla, pylová kulička), zdroje pro tvorbu medu (pyl, medovice mšic, nektar), listové hálky žlabatek (historická výroba inkoustu), škodlivé druhy (pilořitky, pilatky, mravenec faraon), napodobování blanokřídlých jako chráněného hmyzu (brouci, pestřenky, pavouci, vážky uvedení v jiných filmech série), včelaření jako užitečná záliba.
Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Reichholf-Riehmová (1996a), Straka (2003), Zahradník (1987).

| Film Dvoukřídlí

Délka filmu: 4:28 minut.
Anotace filmu: Úvod – pestřenka pruhovaná na květu, charakteristika řádu: lízací nebo bodavě sací ústrojí (kuklice), velké složené oči (bzikavka), první pár křídel s řídkou žilnatinou a kyvadélka (tiplice), kmitání křídel a kyvadélek (kmitalka), dokonalý let (pestřenka pruhovaná), přehled zástupců: komár anofeles, pakomár kouřový, kuklice (na řebříčku), dlouhososka v detailu hlavy (oči, tykadla, sosák), dlouhososka velká, let dlouhososky (na třemdavě), bzikavka slepoočka, detail hlavy s tykadly, roupec žlutý, pestřenka čmeláková, pestřenka pruhovaná, temnatka (je podobná vrtuli), tiplice, masařka, octomilka obecná, masovost výskytu dvoukřídlých, pestřenka trubcová.
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Původ označení dvoukřídlých (jen jeden pár křídel k létání), výstražné zbarvení pestřenek a tiplic (podobnost s vosami a včelami), orientace zrakem, proto krátká tykadla, ale dokonalé složené oči, koevoluce opylovačů a dvoukřídlých, parazitizmus kuklic a dlouhososek, dokonalý let pestřenek a dlouhososek, odstraňování mršin, trusu (masařky, hnojnice), octomilky jako modelový objekt molekulární biologie z důvodu rychlosti rozmnožovacího cyklu, ochrana před bodavým hmyzem (ovádi, komáři, kloši) a mouchami (sají jen samičky), dvoukřídlí (komár, bodalka, mouchy) jako přenašeči nemocí a infekcí.
Doporučená literatura: Anděra & Sovák (2018), Buchar a kol. (1995), Hudec *et al.* (2007), Javorek (1962), Reichholf-Riehmová (1996a).

| Film Ostnokožci

Délka filmu: 4:28 minut.
Anotace filmu: Úvod – hvězdice, charakteristika ostnokožců: pětipaprsčitá symetrie, nepřítomnost hlavy, vápenité destičky v těle, vodní cévy v ambulakrálních rýhách (spodní strana hvězdice hrabavé) a na ně napojené panožky (spodní strana hvězdice hadovité), pestré zbarvení (hvězdice hadovitá), lilijice z prvohorních moří (stonky prvohorních lilijic ve vápenci), hadice, jejich morfologie (hadice dlouhoramenná), hvězdice hrabavá na dně, popolézání, detail popolézání, zahrabání do dna, hvězdice hadovitá, hvězdice vzácná v detailu s pohybem ramene a na dně, ježovky, charakteristika, detail spodní strany s trny a panožkami (ježovka černá), pohyb ježovky s panožkami a trny (ježovka dlouhoostná), zahrabání hrabavé ježovky (ježovka srdčitá), její spodní strana na dlani (patrné ambulakrální směry), sumýši (sumýš Forskalův) (vše z Egejského moře), prvohorní zvláštní ostnokožci (terčovec *Stromatocystites* z kambria, plošák *Mitrocystites* a hvězdice *Hudsonaster* z ordoviku), recentní hvězdice vzácná (všichni mořští zástupci jsou z Egejského moře).
Náměty a zajímavosti k diskuzi: Nepřítomnost hlavy a mozku, paprsčitá symetrie, unikátní způsob pohybu pomocí panožek s přísavkami, ochrana před predací (ostny – ježovky, pestré zbarvení – hvězdice, zahrabání do dna), život výlučně v moři (potřeba dostatečně slané vody), horninotvorný význam (krinoidové vápence prvohorního stáří, např. Český kras), sumýši jako lidská potrava (trepang), jedovatost trnů některých tropických ježovek (např. Rudé moře).
Doporučená literatura: Bergbauer & Humberg (2002), Hayward (2006), Pfleger (1989), Wood (2004).

5 | Kritická a dynamická místa kurikula ve science centrech

Dynamickým místem kurikula je takové místo nebo oblast kurikula, kde dochází k intenzivnímu vývoji ve vědeckém výzkumu, objevují se zde nová fakta a nové skutečnosti, které přináší zásadní či alespoň výrazné změny v daném oboru (Mentlík *et al.* 2018). V biologii se jedná především o výzkum v molekulární biologii. Výsledky (nejen) v tomto oboru zasahují do mnoha dalších oblastí biologie a lékařských věd a týkají se také environmentálního vzdělávání. Na úrovni základních škol se dynamická místa projevují v pohledech na taxonomické členění organismů. Nové skupiny vyšších taxonomických kategorií (např. Opisthokonta, Ecdysozoa aj.) do výuky dosud nepronikly a je otázkou pro didaktiky biologie, jakým způsobem tyto nové poznatky transformovat do úrovně základních a středních škol (Macháček *et al.* 2016). Klasické a dosud nenahraditelné učebnice na školách mají setrvačnost minimálně jedné generace, tj. asi 20 let, a je otázkou, zdali i samotná elektronická media na popularizační úrovni dokáží držet krok s dynamikou nových poznatků. Většina poznatků biologie v učebnicích pro základní školy vychází z poznatků 19. a počátku 20. století. Mnohé z poznatků (např. buněčná teorie) mají trvalý charakter a není, alespoň na úrovni základní školy, nutné tyto poznatky zásadně měnit. Avšak i zde jsou témata vyžadující nové informace. K nim patří především pohledy na vznik života, na vývoj člověka a zdůrazňování environmentálních změn.

Dynamická místa kurikula by nejen mohla, ale i měla pomáhat řešit centra neformálního vzdělávání. Takovými místy jsou v krajských městech především science centra. I když jsou většinou zaměřena na demonstraci spíše fyzikálních a technických principů využívaných současnými technologiemi, jsou zde mnohé principy biologie demonstrovány v trvalých expozicích. Následující texty ukazují, jak science centra pracují s některými kritickými a dynamickými místy (např. využití molekulární biologie) kurikula z biologie.

5.1 | Práce s kritickými místy kurikula ve SC Svět Techniky Ostrava

Jana Plevová

Převážná většina vzdělávacích programů SC Svět techniky zaměřených na biologii respektuje vzdělávací strategii badatelsky orientované výuky. Programy jsou sestaveny tak, aby mohli žáci přicházet věcem na kloub vlastním aktivním zkoumáním. Programy trvají převážně 90 minut a žáci pracují ve dvojicích nebo skupinách. Velký důraz je kladen na laboratorní experimenty a praktické činnosti, které vedou k poznání. Součástí programů je i využívání IKT a didaktických prostředků typických a nezbytných pro laboratoře (profesionální mikroskopy, inkubátor, mikropipety apod.). Učitel nebo pedagogický doprovod se mohou jednotlivých aktivit účastnit s žáky. Skupina, která pracuje v laboratoři, nepřesahuje maximální počet 16 žáků. Většina programů je navázána na expozice a jednotlivé exponáty, které jednak upevňují právě nabyté znalosti i rozšiřují obzory žáků v dané problematice. Program navazující na kritické místo Mikroorganismy se označen „Žijí tady z s námi“. Cílovou skupinou jsou žáci 5. až 7. ročníků. Program představuje obor mikrobiologie. Žákovi má ukázat základní metody práce v mikrobiologické laboratoři a makroskopicky zviditelnit mikroorganismů a jejich životní projevů.

5.1.1 | Program „Žijí tady s námi!“

| Laboratorní experiment č. 1: Jak přivést kvasinku – mikroskopickou houbu k životu?

Postup v vychází z badatelsky zaměřené výuky, tj.

- Co chci řešit? Problém – kvasinka (*Saccharomyces cerevisiae*) nevykazuje známky života. Jak to změním, jak ji oživím? Co k tomu potřebuji? Čím se kvasinka živí? Jak se rozmnožuje? Následuje divadlo, kdy žák představuje kvasinku a ostatní popisují její životní projevy.
- Přicházím s domněnkou. Domněnka – kvasinka obživne, když jí dám cukr a teplou vodu.
- Jak zjistím, zda mám pravdu? Postup práce – každá skupinka si navrhne vlastní postup práce, výsledkem mají být množící se kvasinky.
- Dosáhl jsem předpokládaný výsledek. Výsledek – předložení důkazu, že jsme kvasinky oživili, pozorování kvasinek v mikroskopu, který je připojen k počítači a k interaktivní tabuli.

| Laboratorní experiment č. 2: Lze pozorovat bakterie i bez mikroskopu?

Postup je podobný jako u experimentu č. 1. Aktivita vychází z pěstování bakteriálních kultur v inkubátoru a jejich následném pozorování. Pro závěrečné shrnutí je využit kvíz o bakteriích a virech pro dvě soutěžící skupiny.

5.2 | Práce s kritickými a dynamickými místy kurikula biologie ve SC iQLANDIA Liberec

Lenka Kozlovská

Science centrum iQLANDIA v Liberci nabízí více možností pro neformální vzdělávání v biologii. Jsou to interaktivní expozice s řadou obřích didaktických pomůcek a dále odborné vzdělávací programy dvojího typu, tj. (1) tematické science show a (2) laboratorní workshopy.

5.2.1 | Expozice

V interaktivních expozicích je rozmístěno celkem 400 exponátů. Jednotlivé expozice jsou tematicky zaměřené a umístěné vždy v samostatném sále, kterých je celkem 10. Jednotlivé sály se nazývají: Kosmo, Věda v domě, Sexmisie, Člověk, Smysly, TULaborka, Geo, Živly, Vodní svět a GEOlab. Jednotlivé expozice jsou doplněné tematickými pracovními listy, které jsou pedagogům, ale i běžným návštěvníkům k dispozici ke stažení před návštěvou iQLANDIE. Naše expozice se neustále obměňují a doplňují o další exponáty.

Většina exponátů, které se zabývají definovanými kritickými místy kurikula z pohledu biologie, se nachází v expozici GEOlab. Tematicky se zaměřují na vznik a vývoj života na Zemi, podmínky života a vztahy mezi organismy.

5.2.3 | Odborné vzdělávací programy

Tematické science show mají frontální charakter, při kterém odborný lektor vysvětluje konkrétní problematiku na praktických ukázkách. Z hlediska přírodopisu a biologie je tato forma málo využívána, neboť tento typ programů cílí na fyziku a chemii. Přírodopis a biologie využívají především laboratorní workshopy.

Laboratorní workshopy probíhají v jedné ze tří laboratoří iQLANDIE. Jejich délka je 90 – 120 minut, podle pracovního tempa žáků. Probíhají pod vedením dvou odborných lektorů. Jsou doplněné pracovními listy, které žáky navedou k práci na jednotlivých stanovištích, a zároveň se v nich nacházejí úkoly k vypracování. Žáci pracují ve skupinách a postupně procházejí jednotlivá stanoviště. Plní úkoly a zodpovídají otázky v pracovních listech. Pracovní skupiny tvoří většinou tři žáci. Jednotlivé aktivity jsou přizpůsobeny věku, schopnostem a dosavadním zkušenostem žáků.

Laboratorních workshopů nabízí iQLANDIA v současné době celkem 35. Některé jsou monotematické (např. Lidské smysly, Hmyzouni), v některých dochází k vytváření mezipředmětových vztahů (např. Biochemie I. a Biochemie II., Svět pod mikroskopem, Tajemství mikrosvěta nebo Forenzní workshop). V rámci projektu Didaktika A byly vytvořeny dva workshopy: (1) Hmyzouni – workshop zaměřený na definovaná kritická místa kurikula a (2) Forenzní workshop, který pokrývá dynamická místa kurikula a cílí na praktické využití biologických oborů.

5.2.3.1 | Hmyzouni

V průběhu tohoto programu se žáci se seznámí s obecnou stavbou hmyzu (členění těla, končetiny, křídla, ústní ústrojí, složené oko, vzdušnice). Na konkrétních příkladech hmyzu pochopí přizpůsobení základní stavby těla vzhledem ke způsobu života a prostředí, ve kterém se hmyz vyskytuje a seznámí se zvláštnostmi anatomie včely medonosné. Pochopí život společenského hmyzu a jeho kastovní uspořádání. Detailněji prostudují život některých řádů hmyzu (strašilky, všekazi, kudlanky a blanokřídlí). Také se seznámí s různými způsoby krycího zbarvení a konkrétními zástupci hmyzu, kteří daný typ využívají. V neposlední řadě si také osvojí práci s mikroskopem a stereolupou, naučí se všímat si drobných živočichů ve svém okolí a pozorovat jejich chování v různých ekosystémech (rybník, louka, les).

V úvodní části těchto laboratních cvičení probíhá krátká přednáška s prezentací (cca 15 minut). V té se žáci dozvědí, nebo si zopakují základní informace o morfologii, anatomii a etologii hmyzu. Seznámí se s jednotlivými úkoly laboratorních aktivit. Dále navazují hand-on aktivity – laboratorní cvičení, práce ve skupinkách a pracovní listy. Uveden je přehled jednotlivých laboratorních úloh.

| Ústní ústrojí

| Cíl: Žáci se seznámí s jednotlivými typy ústního ústrojí hmyzu. Zjistí, jak souvisí typ ústního ústrojí a způsob výživy konkrétních zástupců.

| Popis aktivity: Žáci si pomocí mikroskopů a stereolupy prohlédnou jednotlivé typy ústního ústrojí hmyzu (pod mikroskopem – kousací ústní ústrojí, sací ústní ústrojí; pod stereolupou – kousací ústní ústrojí, bodavě sací ústní ústrojí a lízavě sací ústní ústrojí). Vyřeší úkoly na pracovním listu – propojí obrázek typu ústního ústrojí s jeho názvem a konkrétním příkladem hmyzu, pro který je daný typ charakteristický. Dále popíší, jakým způsobem se vyživují zástupci brouků a motýlů.

| Obměny a navazující aktivity: Je možné zařadit další příklady ústního ústrojí jiného druhu hmyzu – např. kobylka, saranče, ploštice, vážka, vosa, mravenec aj. Pro starší žáky je možné připravit také preparaci kousacího ústního ústrojí a pozorovat jeho jednotlivé části.

| Končetiny

| Cíl: Žáci se seznámí s jednotlivými typy končetin hmyzu. Zjistí, jak souvisí typ končetiny s místem výskytu a způsobem pohybu konkrétních zástupců.

| Popis aktivity: Žáci si pomocí mikroskopu prohlédnou třetí pár končetin včely medonosné. Pod mikroskopem se zaměří na košíček. Vyřeší úkoly na pracovním listu – propojí obrázek typu končetiny s jeho názvem a konkrétním příkladem hmyzu, pro který je daný typ charakteristický. Dále popíší funkci košíčku na končetině včely medonosné a pokusí se končetinu na základě její podoby pojmenovat.

| Obměny a navazující aktivity: Velmi zajímavá je stavba všech párů končetin včely medonosné. První pár končetin nese aparát na čištění tykadel. Druhý pár je vybaven trnem, který slouží k vypichování pylu z košíčku

stejnostranné končetiny třetího páru. Třetí pár končetin je opatřen košíčkem, který je uzpůsoben k transportu pylu. Všechny tři páry končetin lze i s jejich přizpůsobením pozorovat pod mikroskopem.

Křídla hmyzu

Cíl: Žáci se seznámí s jednotlivými typy křídel hmyzu. Zjistí, jaká je stavba křídla hmyzu a jak vypadají jednotlivé modifikace blanitého křídla u konkrétních zástupců.

Popis aktivity: Žáci si pomocí mikroskopů a stereolupy prohlédnou jednotlivé příklady křídel hmyzu (pod mikroskopem šupinkovité křídlo motýla; pod stereolupou – blanité křídlo, krovky a kyvadélka). Vyřeší úkoly na pracovním listu – k popisu konkrétního typu křídla doplní číslo preparátu a příklad zástupce hmyzu, u kterého tato křídla nalezneme.

Obměny a navazující aktivity: Další příklady křídel jiného druhu hmyzu, možnost doplnit tento úkol o polokrovky a krytky. Vhodné je také zamyšlení, proč k přeměně blanitého křídla došlo – k čemu slouží krovky, krytky, kyvadélka. A také proč u některých zástupců (blecha, veš) došlo k druhotné redukci křídel.

Pozorování oka a vzdušnic

Cíl: Žáci se seznámí se stavbou dvou naprosto typických částí hmyzího těla – složeným okem a vzdušnicemi. Zjistí, jak tyto struktury vypadají pod mikroskopem a také na jakém principu fungují.

Popis aktivity: Žáci si pomocí mikroskopů prohlédnou strukturu složeného oka a vzdušnic. Následně vyřeší úkoly na pracovním listu. První úkol se týká složeného oka, zde se pokusí zodpovědět otázku „Proč je včelí oko chlupaté?“. Další úkol se zabývá dýcháním hmyzu prostřednictvím soustavy vzdušnic. Zde se pokusí vysvětlit, jak k takovému dýchání dochází a jak tedy vlastně vzdušnice fungují.

Obměny a navazující aktivity: Zajímavé je porovnání stavby a fungování složeného oka s okem lidským.

Anatomie včely

Cíl: Žáci se seznámí s vnitřní stavbou včely medonosné. Zejména s pro včelu naprosto typickými vnitřními strukturami – voskové žlázy, výkalový vak, jedový váček, medný váček. Zjistí, jak tyto struktury vypadají, kde jsou uloženy a jaký je jejich význam. Na modelu se také seznámí se zvláštně tvarovaným srdcem a zjistí, na jakém principu funguje cévní soustava včely medonosné.

Popis aktivity: Žáci si na anatomickém modelu včely medonosné prohlédnou její vnitřní stavbu. Vyřeší úkol v pracovním listu – k popisu jednotlivých vnitřních orgánů přiřadí správné číslo, které danému orgánu na modelu patří. Popis jednotlivých orgánů na pracovním listu žákům zároveň slouží jako nápověda k jejich rozpoznání a určení polohy uvnitř těla včely.

Obměny a navazující aktivity: Možnost detailněji popsat vnitřní stavbu včely medonosné. Rozšířit informace o vybraných vnitřních orgánech nebo se zabývat i orgány ostatními.

Krycí zbarvení

Cíl: Žáci se seznámí pojmem krycí zbarvení a s jeho různými způsoby. Pochopí, na jakých principech krycí zbarvení funguje a k jakým účelům ho nejenom hmyz, ale i jiní živočichové využívají. Při tomto laboratorním úkolu se také podrobněji seznámí s řádem hmyzu, který se nazývá strašilky.

Popis aktivity: Žáci poskládají „puzzle“ konkrétních zástupců strašilek a vyřeší úkoly na pracovním listu. Jednak přiřadí konkrétní typ strašilky k přírodnímu útvaru, který jim připomíná a následně spojí charakteristiku určitého typu krycího zbarvení s jeho pojmenováním.

Obměny a navazující aktivity: Možnost skládání „puzzle“ na čas, tedy jako soutěžní úkol pro žáky ve skupině.

Jak žijí kudlanky

Cíl: Žáci se podrobněji seznámí s řádem hmyzu, který se nazývá kudlanky. Prohlédnou si stavbu jejich těla a některé významné a zajímavé zástupce. V rámci tohoto úkolu se také seznámí s pojmem manželský kanibalismus.

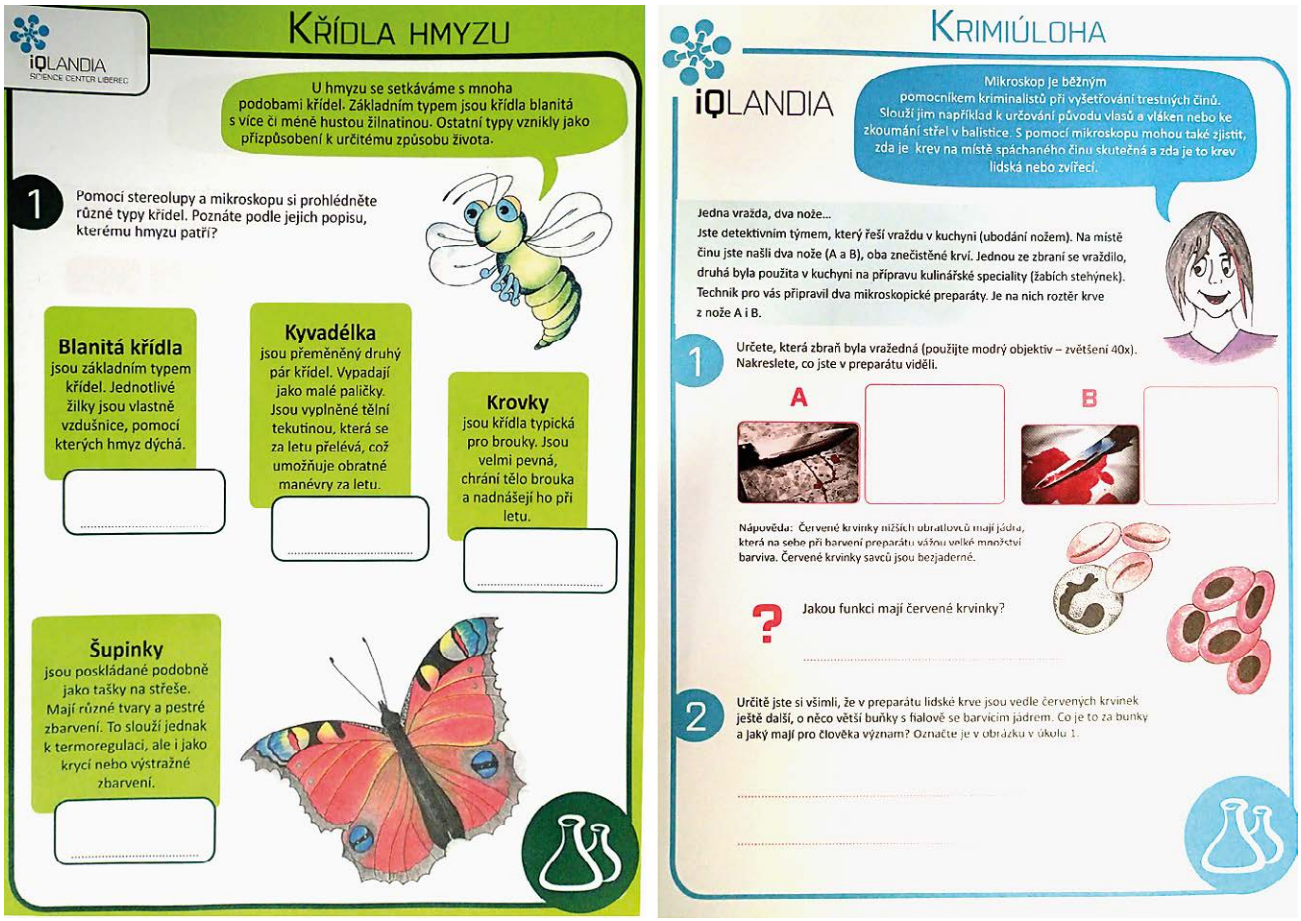
Popis aktivity: Žáci poskládají „puzzle“ konkrétních zástupců kudlanek a vyřeší úkol na pracovním listu – určí, na základě kterého morfologického znaku dostala kudlanka nábožná svoje druhové jméno.

Obměny a navazující aktivity: Možnost skládání „puzzle“ na čas, tedy jako soutěžní úkol pro žáky ve skupině.

Život v termitišti

Cíl: Žáci se seznámí s pojmem sociální hmyz a podrobněji se zaměří na řád, který se nazývá všekazi neboli termiti. Na modelu si prohlédnou stavbu termitiště a zjistí, které kasty termitů existují a jaká je v rámci termitiště jejich úloha.

Popis aktivity: Žáci si prohlédnou model termitiště a přiřadí názvy jeho jednotlivých částí (komín, větrací šachta, mateřská školka, královská kobka, houbová zahrádka). Následně do termitiště položí figurky jednotlivých zástupců kast termitů. Jejich úkolem bude odhadnout, kde se která kasta (voják, dělník, královský pár/královna) nejčastěji v rámci termitiště vyskytuje. Vyplní také úkoly na pracovním listu. V prvním přepíší názvy částí termitiště, které na začátku úkolu přiřadili do modelu, ve druhém spojí obrázek zástupce termití kasty s jeho charakteristikou.



Obr. 26. Příklady pracovních listů z workshopům Hmyzáci a Forenzní workshop z SC iQLandia, Liberec.

5.2.3.2 | Forenzní workshop

V průběhu tohoto programu se žáci seznámí s pojmem forenzní vědy a některými konkrétními příklady těchto věd (např. daktyloskopií, forenzní antropologií, forenzní entomologií, detektivní chemií aj.). Na konkrétních příkladech forenzních věd pochopí jejich význam při vyšetřování. V neposlední řadě si žáci osvojí práci s mikroskopem a stereolupou.

V první části těchto laboratorních cvičení probíhá úvodní přednáška, kde se žáci seznámí se základními informacemi o forenzních vědách a metodách. S odborným lektorem projdou jednotlivá stanoviště a úkoly laboratorních aktivit. Dále navážou hand-on aktivity – laboratorní cvičení, práce ve skupinkách a pracovní listy. Dále je uveden přehled laboratorních úloh.

| Forenzní antropologie

| Cíl: Žáci se detailněji seznámí s lidskou kostrou, jednotlivými typy kostí a jejich lateralitou. Zjistí, jaké jsou rozdíly mezi mužskou a ženskou lebkou.

| Popis aktivity: Žáci pojmenují jednotlivé modely kostí a určí, zda příslušná kost pochází z levé, nebo pravé části kostry. Na základě tabulky s určujícími znaky lebky rozhodnou, zda se jedná o ženskou, či mužskou lebku. Své pozorování zapíší do připravených úkolů na pracovním listu.

| Obměny a navazující aktivity: Je možné přidat ještě další kosti, např. kost lýtkovou, kost křížovou, kost hrudní, žebro, kost patní apod.

| Daktyloskopie

| Cíl: Žáci se seznámí s pojmy papilární linie a dermatoglyfy, prohlédnou si základní otisky prstů a také tzv. markanty, které jsou pro potvrzení/vyvrácení pachatele nejdůležitější. Dále se seznámí s metodami odběru otisků prstů na daktyloskopickou folii a daktyloskopickou kartu.

| Popis aktivity: Žáci si vyzkouší odebrat otisky svých prstů pomocí speciálního daktyloskopického prášku a daktyloskopické folie. Dále si vytvoří daktyloskopickou kartu, seznámí se s její podobou a situacemi, ve kterých dochází k jejímu vytvoření. Následně popíší základní tvary papilárních linií na prstech svojí pravé ruky a v jednom otisku se pokusí najít a pojmenovat alespoň tři markanty. Své pozorování zaznamenají do vytvořené daktyloskopické karty.

| Obměny a navazující aktivity: Je možné pojmenovat otisky prstů na obou rukách a hledat více markantů (např. 12 markantů, což je počet, který je třeba v ČR nalézt, aby byl otisk prstu považovaný za směrodatný důkazní materiál).

Genetická daktyloskopie (izolace DNA)

Cíl: Žáci se seznámí se strukturou DNA, jejím významem v organismu a také při identifikaci osob. Porozumí jednotlivým krokům jednoduché izolace DNA a použití jednotlivých činidel (detergent, líh).

Popis aktivity: Žáci si izolují svoji DNA obalenou bílkovinami z odlupujících se buněk sliznice v dutině ústní. Nejprve, po dobu přibližně jedné minuty, budou kloktat slanou vodou. Následně odlijí cca 6 ml slaného roztoku se slinami do zkumavky a přidají větší kapku detergentu (ideálně prostředku na mytí nádobí). Zkumavku uzavřou a opatrně promíchají tak, aby došlo k co nejmenšímu napěnění. Na závěr zkumavku dolijí lihem a nechají stát ve stojanu. Po několika minutách DNA s bílkovinami vystoupá k hladině. Takto izolovanou „DNA" si odeberou do Eppendorfovy zkumavky.

Obměny a navazující aktivity: Je možné DNA izolovat i z jiných živých materiálů (např. banán, brokolice, jablko, kiwi apod.). V těchto případech je potřeba materiál rozmixovat ve vodě, vzniklý roztok přefiltrovat a k izolaci DNA využít filtrátu.

Forenzní entomologie

Cíl: Žáci se seznámí s druhy hmyzu, které pomáhají ve vyšetřování trestných činů. Zopakují si některé pojmy, které souvisí s morfologií a anatomií hmyzu (např. přímý a nepřímý vývoj, larva) a také charakteristiky některých řádů (brouci, dvoukřídlí).

Popis aktivity: Úkolem žáků je přiřadit k sobě odpovídající kartičky s obrázky a popisem konkrétního zástupce hmyzu. Pokud se seznámí s popisem na kartičce, vždy najdou nápovědu, ke kterému obrázku text patří. Čísla obrázků zapíší k názvům konkrétních druhů hmyzu do pracovního listu. Zástupce hmyzu ještě roztřídí na brouky a dvoukřídlé. Tyto dva hmyzí řády jsou ve forenzní entomologii nejčastěji využívány.

Obměny a navazující aktivity: Je možné zařadit i další druhy hmyzu využívané ve forenzní entomologii (řády hmyzu: bzučivkovití (*Calliphoridae*), hrbilkovití (*Phoridae*), octomilkovití (*Drosophilidae*), koutulovití (*Psychodidae*), mrvnatkovití (*Sphaeroceridae*), lanýžkovití (*Heleomyzidae*), kmitalkovití (*Sepsidae*), masařkovití (*Sarcophagidae*), mouchovití (*Muscidae*), mrchožroutovití (*Silphidae*), mršníkovití (*Histeridae*), drabčíkovití (*Staphylinidae*), pestrokrovečníkovití (*Cleridae*), kožojedovití (*Dermestidae*), lesknáčkovití (*Nitidulidae*), vodomilovití (*Hydrophilidae*), chrobákovití (*Geotrupidae*), potemníkovití (*Tenebrionidae*), střevlíkovití (*Carabidae*), vrubounovití (*Scarabaeidae*) a další).

Detektivní chemie

Cíl: Žáci se prakticky seznámí s pojmy analytická chemie, kvalitativní a kvantitativní analýza. Pochopí obecný princip analýzy vzorku, pojmy analyt, mobilní a stacionární fáze. Zjistí, jaké je využití analytických metod.

Popis aktivity: Žáci provedou rozbor barvy černého fixu. Doprostřed kruhového filtračního papíru prostřihnou otvor a okolo něj nakreslí zkoumaným fixem kružnici. Do otvoru vsunou knot složený z filtračního papíru. Takto připravenou stacionární fázi položí na Petriho misku se směsí vody a technického lihu tak, aby byl knot ponořený v kapalině. Mobilní fáze (líh + voda) se pohybuje stacionární fází (filtrační papír) a dochází k chromatografické separaci barvy fixu. Výsledkem je chromatogram, tedy záznam chromatografie. Následně vyplní úkoly na pracovním listu, tj. zapíší, ze kterých barev je složena černá fixa a která barva ze směsi putuje nejrychleji.

Obměny a navazující aktivity: Možnost analyzovat i jiné směsi – barvy tiskárny, směs rostlinných barviv atd.

Krevní skupiny

Cíl: Žáci si zopakují čtyři typy krevních skupin a lépe porozumí principu jejich určení. Seznámí se s pojmy aglutinogen, aglutinin, antigen a protilátka. Zjistí, jakou úlohu hraje krevní skupina v kriminalistice.

Popis aktivity: Žáci si vyzkouší princip určení krevní skupiny. Na políčka na kapkovací destičce umístí protilátky anti-A a anti-B. Následně vezmou lahvičku s neznámou „krevní skupinou" a přikápnou ji k oběma typům protilátky. Podle přítomnosti/nepřítomnosti sraženiny určí krevní skupinu dle tabulky, kterou mají k dispozici na pracovním listu. Výsledky svého experimentu zaznamenají.

Obměny a navazující aktivity: Je možné vyzkoušet různé typy vzorků „krevních skupin".

Krimiúloha I

Cíl: Žáci se seznámí s charakteristikou červených krvinek nižších a vyšších obratlovců. Dále si zopakují, z jakých složek se naše krev skládá a jaké jsou funkce červených a bílých krvinek.

Popis aktivity: Žáci si pod mikroskopem prohlédnou krevní roztěr člověka a skokana hnědého. Na základě obrázků a popisu červených krvinek rozhodnou, která krev je lidská a která žabí. Své pozorování zapíší do pracovního listu. Následně odpoví na otázky týkající se funkce červených a bílých krvinek v těle.

Obměny a navazující aktivity: Pro srovnání je možné prohlédnout i krevní nátěry jiných skupin obratlovců (např. ryb, ptáků).

Krimiúloha II

Cíl: Žáci se seznámí s pojmem elektronový mikroskop a možnostmi jeho využití. Zjistí základní charakteristiku hnědých řas rozsivek a jejich význam při objasnění případů utonutí.

| Popis aktivity: Žáci si na obrázcích z elektronového mikroskopu prohlédnou, jaké druhy rozsivek byly nalezeny „v plicích utonulého“ a porovnají je s obrázky z pravděpodobných míst činu. Na základě tohoto porovnání určí, kde ke zločinu došlo. Následně zodpoví otázky v pracovním listu, např. který materiál tvoří schránku rozsivek a co to znamená, pokud o rozsivkách řekneme, že jsou bioindikátory životního prostředí.

| Obměny a navazující aktivity: Je možné využít větší množství fotografií z elektronového mikroskopu s různými druhy rozsivek.

6 | Závěry

Projekt Didaktika A se po dobu tří let zabýval kurikuly přírodovědných předmětů, a to zejména jejich kritickými místy. Na projektu participovaly čtyři univerzity (ZČU, UHK, UJEP a UPOL), jejichž akademičtí pracovníci vytvořili čtyři oborové týmy (biologie, geografie, chemie a fyzika). Projekt zkoumal kurikulum 6. ročníku, respektive 8. ročníku v případě chemie. Tým biologie, podobně jako týmy ostatních oborů, spolupracoval s 28 učiteli z celé České republiky. Jednalo se zejména se o učitele působící v okolí participujících univerzit. S jejich pomocí byla nejprve stanovena kritická místa výuky.

Zde můžeme říci, že kritickými místy se ukázaly zejména abstraktní a těžko představitelné pojmy, procesy a zákonitosti. Složitá je pro žáky nejen představa toho, jak funguje buňka, ale např. také fotosyntéza nebo vznik života. Žáci nemohou pouhým okem vidět viry, bakterie a prvoky, kteří jsou jim díky tomu velmi vzdálení. Někteří učitelé připomněli také fakt, že žáci ještě nemají žádné základy chemie, a proto mohou mít problém pochopit proces fotosyntézy. Dalším nezanedbatelným důvodem je jistě přechod na 2. stupeň základní školy, případně osmileté gymnázium, který klade na žáka zvýšenou výukovou zátěž. S neadekvátní složitostí jsme se setkali u systematiky bezobratlých, zejména u hmyzu. Učitelé se shodovali na tom, že je neefektivní učit žáky vysoký počet konkrétních zástupců rozdělených do mnoha taxonomických řádů.

Zjištění, která výzkumný biologie tým získal po provedení výzkumného šetření pomocí polostrukturovaných rozhovorů a upřesňujících focus group, se mnohdy shodovala s výsledky šetření ČŠI. Během polostrukturovaných rozhovorů si učitelé v mnoha případech stěžovali na nízkou časovou dotaci svého předmětu. S tímto problémem se setkáváme také ve zprávě ČŠI, která se zabývala přírodovědnou gramotností na ZŠ a SŠ (ČŠI 2018). Nedostatek časové dotace může učitele tlačit k ověřené frontální výuce, což přiznalo 70 % dotázaných učitelů. Učitelé mají obavy, že při zařazení např. badatelsky orientované výuky či jiné formy, která klade důraz na aktivní přístup žáka, nestihnou probrat vše, co udává ŠVP. Někteří z dotázaných učitelů přiznali, že velmi problematická jsou rovněž laboratorní cvičení či pokusy, které vyžadují výukový čas. Ten může pedagogovi následně ve výuce chybět. V této souvislosti si učitelé také stěžovali na nedostatek kvalitního moderního vybavení (např. mikroskopů v dostatečném počtu pro zajištění výuky vyššího počtu žáků). Tento samotný technický nedostatek je příčinou, proč cvičení není možné kvalitně a časově efektivně zvládnout. A zde se opět shodujeme se zprávou ČŠI (2018). S nedostatkem času a kvalitního materiálního vybavení se setkáváme i v dalších výzkumech. V podkladové studii Vzdělávání o živé a neživé přírodě (Holec & Rokos 2019) jsou uvedeny výsledky ankety, kterou v roce 2018 vyplňovali učitelé přírodopisu. Přestože se anketa soustředila zejména na revizi RVP, učitelé zmínili malou časovou dotaci svého předmětu a nedostatečné technické vybavení. Jak jsme již zmínili, s tímto může souviset také nízké zastoupení pokusů a praktických cvičení v rámci přírodopisu v našich školách. V rámci šetření PISA (2015) čeští žáci přiznali, že 23 % z nich nikdy neprovádělo žádný pokus. A právě nedostatečné aktivní zapojení žáků a málo prostoru pro badatelsky orientovanou výuku a podobné principy s sebou může nést další problémy. Rokos & Holec (2019) se své studii srovnávají šest učebnic přírodopisu pro 6. ročník. Ve všech jsou sice návody na pokusy formou „krok za krokem“, ale chybí vlastní časový prostor pro bádání.

Učebnice také postrádají návrhy na systematickou terénní práci, která je minimalizována do odstavců s nadpisem „Vyzkoušej si“, „Pozoruj“ apod. Učebnice také obsahují informace, které mohou být věcně zavádějící až nesprávné. Pojetí systému organismů se ve zkoumaných učebnicích často liší. Toto může být zmatečné nejen pro vykládajícího učitele, ale zejména pro žáka, kterého může nepochopení učiva a přílišná dávka systematiky odradit. Učitelé, se kterými proběhly rozhovory v rámci získání informací do podkladové studie, i učitelé, kteří byli zapojeni do projektu Didaktika A se shodují na tom, že systematiku používanou v učebnici by bylo třeba zjednodušit. Vykládat systém je nutné věcně správně, avšak nikoli tak detailně. Náročná systematika bezobratlých je právě jedním z kritických míst, která jsme jednoznačně identifikovali v rámci výzkumu. Blažek & Příhodová (2016) rovněž upozorňují na to, že ve výuce přírodovědných předmětů převládá pamětní učení a reprodukce poznatků nad experimenty, pokusy či praktickými cvičeními. Z toho vyplývá, že naši žáci zůstávají na úrovni znalostí a že nejsou schopni, respektive není jim umožněno vlastní výukou na základních či nižších ročnících střední škol rozvinout vyšší hladiny svých mentálních operací, které by byly vhodné pro badatelskou činnost či navrhování výzkumů (ČŠI 2017).

Ze strategických dokumentů, výzkumných shrnutí a doporučení pro oblast přírodovědného vzdělávání v Evropě ve 21. stolení je zřejmý úbytek zájmu studentů o studium přírodních věd (Evropská komise 2018). Za hlavní příčinu byl považován deduktivní způsob výuky. Ten vyžaduje nízkou aktivitu studenta v porovnání s jinými způsoby výuky (Rocard *et al.* 2007, Osborne & Dillon 2008, ALLEA Working Group Science Education 2012). S tímto závěrem korelují informace, které jsme

zjistili v polostrukturovaných rozhovorech. Lze tedy říci, že učitelé, kteří byli zapojeni do projektu Didaktika A, si uvědomují nedostatky ve své výuce a snahu tíhnout k frontálnímu stylu, neboť v dalších odpovědích zdůrazňují potřebu aktivizace žáků, redukci učiva či vytvoření časového prostoru pro experimenty. Rocard *et al.* (2007) rovněž prosazuje zavedení a podporu induktivního přístupu k výuce (BOV apod.). Badatelsky orientovaná výuka je podle něho přístupná pro všechny žáky, od slabších po talentované. Také má pozitivní vliv na zájem o předmět. S tímto vědomím byly vytvářeny podpůrné moduly pro překonávání kritických míst.

Pro každé z pěti stanovených kritických míst byl vytvořen podpůrný modul s jednotlivými aktivitami. Protože témata se od sebe výrazně liší, nebyl jednoznačně stanoven typ podpůrných aktivit. Důraz byl však kladen na aktivizaci žáka a induktivní přístup. Jelikož zapojení učitelé v rozhovorech uváděli pozitivní zkušenosti se zapojením ICT, byly vytvořeny také aktivity s využitím digitálních technologií. Ve vytvořených modulech se tedy můžeme setkat s diskuzí, brainstormingem, tvorbou pojmové mapy, realizací experimentů, různou formou her, zapojením mobilních zařízení do výuky či s didaktickými filmy, ke kterým patří sada otázek a náměty pro rozhovory se žáky.

Jak byly jednotlivé aktivity mezi testujícími učiteli úspěšné, je podrobně uvedeno v kapitole 3. Po otestování aktivity ve výuce vyplnil pedagog reflexi (18 otázek), kterou zaslal výzkumnému týmu. Zpracováním reflexí pak výzkumný tým získal informace o využitelnosti navržených úloh. Velmi dobře si vedly didaktické filmy, hry a experimenty. Někteří učitelé ocenili také aplikace pro mobilní zařízení. U nich jsme však naráželi na problém s nedostatkem či úplnou absencí tabletů (či smartphonů) v některých zapojených školách. Ne všichni učitelé tak mohli vyzkoušet všechny aktivity. I přes uvedená pozitiva jsme se v reflexích setkali také s negativními reakcemi. Některé úlohy připadaly učitelům složité, náročné a pro žáky nezáživné. Tyto informace se staly pro výzkumný tým důležitou zpětnou vazbou a inspirací k tomu, jak některé úlohy přepracovat či čemu se vyhnout při případné tvorbě podpůrných materiálů podobného charakteru pro vyšší ročníky základních škol.

Literatura

Anděra, M., Sovák, J. 2018. *Atlas fauny České republiky.* − Academia, Praha. 668 s.

Anonymus. Key concepts: Biology [online]. *New Zealand Curriculum Guides*, Ministry of Education, 2017 [online] [cit. 10-02- 2018]. − Dostupné na: <https://seniorsecondary.tki.org.nz/Science/Key-concepts/Key-concepts-Biology/>.

Baum, J. & Buchar, J. 1973. *V říši pavouků.* – SPN, Praha. 284 s.

Benediktová, L. 2017. Aplikace Kahoot! ve výuce přírodopisu na základni škole. *Arnica* 7 (1–2): 23–26.

Beneš, J. & Konvička, M. 2002. *Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II.* – SOM. Praha, 857 s.

Bergbauer, M. & Humberg, B. 2005. *Co žije ve Středozemním moři?* – Svojtka & Co., Praha. 318 s.

Blažek, R. & Příhodová, S. 2016. *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost.* − Česká školní inspekce, Praha. 57 s.

Buchar, J. & Kůrka, A. 1998. *Naši pavouci.* – Academia. Praha. 154 s.

Buchar, J. a kol. 1995. *Klíč k určování bezobratlých.* – Scientia. Praha. 285 s.

Bruyne de, R.H. 2004. *Encyklopedie ulit a lastur.* – Rebo Productions CZ, Dobřejovice. 336 s.

Crompton, J. 1976. *Život pavouka.* – Orbis, Praha. 193 s.

Čabradová, V., Hasch, F., Sejpka, J. & Vaněčková, I. 2003. *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia.* – Nakladatelství Fraus, Plzeň. 120 s.

Čabradová, V., Hasch, F., Sejpka, J. & Vaněčková, I. 2004. *Přírodopis. Příručka učitele pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia.* − Nakladatelství Fraus, Plzeň. 71 s.

Čechmánek, Z. & Hrabák, R. 2006. *Život motýlů střední Evropy. Populace, ekosystémy, význam.* – Granit, Praha. 136 s.

Čihař, J. a kol 1976. *Příroda v ČSSR.* – Práce, Praha. 377 s.

ČŠI 2018. *Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/2017. Tématická zpráva.* ČŠI, Praha. 38 s.

Dančák, M. & Sedlářová, M. 2011. *Přírodopis 6.* Prodos s.r.o., Olomouc. 88 s.

Demuth, R., Ralle, B. & Perchmann, I. 2005. Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht. – *Chemkon* 12(2): 51–94.

Dolný, A., Harabiš, F. & Bárta, D. 2016. *Vážky (Insecta: Odonata) České republiky.* – Academia, Praha. 342 s.

Gould, S.J. 2018. *Dějiny planety Země.* – Knižní Klub, Columbus. 256 s.

Hajnal, L. & Markoš, A. 2007. Staré pověsti (po) zemské) aneb Malá historie planety a života). – [online] [cit. 12-6-2019]. − Dostupné na: <https://web.natur.cuni.cz/filosof/markos/Publikace/Povesti-po%2Bkorekture.pdf>

Haňka, S., Bullová, D., Horák, S., Strumhaus, O. & Vilček, F. 1968. *Přírododopis pro sedmý ročník základních devítiletých škol.* – SPN, Praha. 223 s.

Hausmann, K. & Hülsmann, N. 2003. *Protozoologie.* – Academia. Praha. 347 s.

Hazen, R. M. 2015. *Příběh Země: První 4,5 miliardy let, od hvězdného prachu k živoucí planetě.* – Academia, Praha. 298 s.

Hayward, P., Nelson-Smith, T. & Schields, C. 2006. *Živočichové a rostliny evropského pobřeží.* – Svojtka & Co., Praha. 352 s.

Hendl, J. 2016. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace.* Čtvrté, přepracované a rozšířené vydání. – Portál, Praha. 437 s.

Horáček, I. 2014. O inteligentním designu. – *Vesmír* 93(2): 117–119.

Horsák, M., Juřičková, L. & Picka, J. 2013. *Měkkýši České a Slovenské Republiky.* – Nakladatelství Kabourek, Zlín. 264 s.

Hrabák, R. 1985. *Kapesní atlas našich motýlů.* – SZN, Praha. 350 s.

Hrabě, J. 1954. *Klíč zvířeny ČSSR. Díl I. Prvoci, houby, láčkovci, červi, měkkýši, korýši.* – Nakl. ČSAV, Praha. 540 s.

Hudec, K., Kolibáč, J., Laštůvka, Z., Penaz, M. a kol., 2007. *Příroda České republiky. Průvodce faunou.* – Academia, Praha. 439 s.

Hůrka, K. 2005. *Brouci České a Slovenské Republiky* – Nakl. Kabourek, Zlín 2005. 390 s.

Hůrka, K. & Čepická, A. 1978. *Rozmnožování a vývoj hmyzu.* – SPN, Praha. 223 s.

Javorek, V. 1967. *Kapesní atlas dvoukřídlého hmyzu.* – SPN, Praha. 272 s.

Javorek, V. 1968. *Kapesní atlas brouků.* – SPN, Praha. 254 s.

Javorek, V. 1978. *Kapesní atlas ploštic a křísů.* – SPN, Praha. 400 s.

Kejnovský, E., Šponer, J., Ferus, M., Civiš, S. & Šponer, J. E. 2018. Preludium o sopkách, bombardování Země a formamidu. – *Vesmír* 97(3): 140–144.

Kocourek, P. 2013. Mnohonožky (Myriapoda − Diplopoda) Prahy. – *Natura Pragensis* 21, 146 s.

Kočárek, P., Holuša, J., Vlk, R. & Marhoul, P. 2013. *Rovnokřídlí České republiky (Insecta: Orthoptera).* – Academia, Praha, 283 s.

Komárek, J. 2001. *Mimikry, aposematismus a příbuzné jevy.* – Vesmír, Praha. 186 s.

Kraml, J. 1995. K otázce vzniku života: prebiotická syntéza koenzymu? – *Vesmír* 74(7): 371.

Kubišta, V. 1998. *Buněčné základy životních dějů.* − Scientia, Praha. 210 s.

Kůrka, A., Řezáč, M., Macek, R. & Dolanský, J. 2015. *Pavouci České republiky.* – Academia, Praha. 622 s.

Kvale, S. 1996. *InterViews—An introduction to qualitative research interviewing.* – Sage Publications, Univerzity of Michigan. 326 s.

Kvasničková, D., Švecová, M. & Sedláček, V. 2005. *Ekologický přírodopis: školní vzdělávací program pro 6.–9. ročník základní školy: metodická příručka.* 1. vyd. – Fortuna, Praha. 93 s.

Laštůvka, A., Laštůvka, Z., Liška, J. & Šumpich, J. 2018. *Motýli a housenky střední Evropy. Drobní motýli I.* – Academia, Praha. 532 s.

Lewis, J. & Wood-Robinson, C. 2000. Genes, Chromosomes, Cell Division and Inheritance – Do Students See Any Relationship? – *International Journal of Science Education* 22: 177–195. http://dx.doi.org/10.1080/09500690210126793

Lichtner, H-D. 2007. *Strukturiendes Lernen in der Biologie mit Basiskonzeten.* – [online] [cit. 12-6-2019]. − Dostupné na: <http://www.biologieunterricht.homepage>..

Lichtner, H.-D. 2010. Lernen mit Basiskonzepten, 36–40. *In* Spörhase. U. & W. Ruppert (ed.): *Biologie-Methodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II.* Cornelsen, Berlin.

Lichtner, H.-D. 2012. *Basiskonzepte – eine Einführung in das Denken in Konzepten* – [online] [cit. 12-6-2019]. − Dostupné na: <http://www.biologieunterricht.org/Basiskonzept2012.pdf/>.

Macek, J., Dvořák, J., Traxler, L. & Červenka, V. 2007. *Motýli a housenky střední Evropy. Noční motýli I.* – Academia, Praha. 371 s.

Macek, J., Dvořák, J., Traxler, L. & Červenka, V. 2008. *Motýli a housenky střední Evropy. Noční motýli II. Můrovití.* – Academia, Praha. 490 s.

Macek, J., Straka, J., Bogush, P., Dvořák, L., Bezděčka, P. & Tyrner, P. 2010. *Blanokřídlí České republiky I. Žahadlovití.* – Academia, Praha. 520 s.

Macek, J., Laštůvka, Z., Beneš, J. & Traxler, L. 2015. *Motýli a housenky střední Evropy. Denní motýli.* – Academia, Praha. 539 s.

Macek, J., Procházka, J. & Traxler, L. 2012. *Motýli a housenky střední Evropy. Noční motýli III. Píďalkovití.* – Academia, Praha. 417 s.

Macháček, T., Hampl, V. & Mikešová, K. 2016. *Moderní pohled na vyšší systematiku eukaryot (studijní text pro učitele středních škol).* – [online] [cit. 12-6-2019]. − Dostupné na: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/promeny-vyssi-systematiky-eukaryot-a-jeji-odraz-ve-1.pdf>.

Maleninský, M., Smrž, J. & Škoda, B. 2004. *Přírodopis pro 6. ročník. Učebnice pro základní školy a nižší stupeň víceletých gymnázií. Bakterie, řasy, houby, bezobratlí.* – Nakl. České geografické společnosti, s.r.o., Praha. 104 s.

Mentlík, P., Slavík, J. & Coufalová, J. 2018. Kritická místa kurikula, organizační a klíčové koncepty – konceptuální vymerzení a příklady z výuky geověd. − *Arnica* 8(1): 9–18.

Morgan, D. 2001. *Ohniskové skupiny jako metoda kvalitativního výzkumu.* − Sdružení SCAN, Tišnov. 99 s.

MŠMT, 2016. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.* – [online] [cit. 12-6-2019]. − Dostupné na: < http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf/ >.

National Research Council, 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas.* − Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC, The National Academies Press. 400 s.

Osborne, J. & Dillon, J. 2008. *Science education in Europe: critical reflections.* – King's College London, London. 30 s.

Pecháček, P. 2013. Žluťásek řešetlákový a plasticita ultrafialových kreseb motýlů v závislosti na prostředí. − *Živa* 99(2): 79−81.

Pecháček, P. 2016a. Ultrafialový svět rostlin I. Jak vzniká zbarvení – od nositele k interpretovi. − *Živa* 102(2): 64−65.

Pecháček, P. 2016b. Ultrafialový svět rostlin II. Jak zachytit neviditelné a když červená není (jen) červená. − *Živa* 102(3): 107−110.

Pecháček, P. 2016c. Ultrafialový svět rostlin III. Neviditelná pestrost květů – evoluce a význam UV znaků. − *Živa* 102(2): 154−157.

Pecháček, P., Stella, D. & Kleisner, K. 2012. Ultrafialový svět bezobratlých. − *Živa* 98(1): 25−28.

Perlík, M. & Šebek, P. 2019. Na barvě záleží. O efektivitě barevných misek při sběru florikolního hmyzu. − *Živa* 105, 32−34.

Pelikánová, I. 2014. *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia: [nová generace].* − Fraus, Plzeň. 120 s.

Pfleger, V. 1988. *Měkkýši.* – Artia, Praha. 192 s.

Pfleger, V. 1989. *Korálový útes.* – Academia, Praha. 157 s.

Pfleger, V. & Pradáč, J. 1981. *Krása lastur.* – Academia, Praha. 132 s.

Piaget, J. & Inhelder, B. 2010. *Psychologie dítěte.* − Portál, Praha. 144 s.

Pižl, V. 2002. Žížaly České republiky. − *Sborník Přírodovědného klubu v Uherském Hradišti, Supplementum* 9, 154 s.

Riemeier, T. & Gropengiesser, H. 2008. On the Roots of Difficulties in Learning about Cell Division: Process-based analysis of students' conceptual development in teaching experiments. − *International Journal of Science Education* 30(7): 923−939.

Reichholf-Riehmová, H. 1996a. *Hmyz a pavoukovci.* − Knižní Klub a IKAR Praha, s.r.o., Praha. 287s.

Reichholf-Riehmová, H. 1996b. *Motýli.* − Knižní Klub a IKAR Praha, s.r.o., Praha. 287s.

Rendl, M. et al. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů.* − Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha. 358 s.

Rendl, M. & Vondrová, N. 2014. Kritická místa v matematice u českých žáků na základě výsledků šetření TIMSS 2007. – *Pedagogická orientace* 24(1): 22–57.

Rocard, M. , Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrikson, H. & Hermmo, A. U. 2007. *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe.* – European Comission, Directorate-General for Research, Science, Economy and Society, Information and Communication Unit, Brussel. 22 s.

Rokos, J. & Holec, J. 2019. *Podkladová studie. Vzdělávání o živé a neživé přírodě, přírodopis, biologie a geologie.* − NÚV, Praha 2019, 79 s.

Rosický, B. a kol. 1979. *Roztoči a klíšťata škodící zdraví člověka.* – Academia, Praha. 167 s.

Špaček, J. 2018. Život je jen koncept. – *Vesmír* 97(3):, 146–149.

Štamberková, M., Svobodová, J. & Kozubíková, E. 2009. *Raci v České republice.* – Metodika AOPK ČR, Praha. 255 p.

Straka, J. 2003. Včely a evoluce barev květů. – *Vesmír* 82(3): 507–512.

Švaříček, R. & Šeďová, K. 2014. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách.* − Portál, Praha. 384 s.

Vágnerová, P., Benediktová, L. & Kout, J. 2018. Kritická místa ve výuce přírodopisu na ZŠ. – *Arnica* 8(1): 56–62.

Vočadlová, K. & Mentlík, P. 2018. Člověk a příroda A: Synergie škol, univerzit a science center v přírodovědném vzdělávání na základní škole. – *Arnica* 8(1): 19–25.

Votýpka, J., Kolářová, I. & Horák, P. a kol. 2018. *O parazitech a lidech.* Stanislav Juhaňák – Triton, Praha. 342 s.

Vyskočil, F. 2014. Spekulace nebo realita. – *Vesmír* 93(2): 120–121.

Waldhauser, M. & Černý, M. 2014. *Vážky České republiky. Příručka pro určování našich druhů a jejich larev.* – Český svaz ochranců přírody, Vlašim. 184 s.

Wood, L. 2005. *Určovací příručka pro potápěče. Ryby a bezobratlí živočichové Středozemního moře.* – Svojtka & Co., Praha. 128 s.

Zahradník, J. 1987. *Blanokřídlí.* – Artia, Praha. 182 s.

Zamora, S. E. & Guerra, M. 1993. Misconceptions about cells. − *In 3rd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics.*, Cornell University, Ithaca.

Žídková, H. & Knůrová, K. 2017. *Hravý přírodopis 6: učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia.* – Taktik, Praha. 124 s.

Summary

Critical spots in biology curriculum in the secondary school I.

Petra Vágnerová, Michal Mergl, Lenka Benediktová, Jiří Kout et al.

The determination of the critical spots in biology education in the 6th grade of the secondary school have been main goal of the empiric research which was going on 2017 to 2019 years in the Faculty of Education, University of West Bohemia at Plzeň.

The study used several methods (Chapter 1). The detailed analysis of curriculum documents and evalution of questionaires fulfiled by 28 biology teachers detemining the critical spots were essential. Five critical spots were determined: (1) origin of life, (2) cell utrastructure, (3) photosynthesis, (4) microorganisms, and (5) systematic biology of invertebrates (Chapter 2). Therefore, the teaching modules aiming to overcome these crititcal spots were prepared (Chapter 4). Modules comprise short lecture notes for teachers, instroduction to demostrational experiments, didactic games, tablet applications, instructions to microscopical observations, and short films (HD video). Some modules are the innovated classic experiments (e.g. simple microscopic observations of human, onion or yeast cells), or represent the simple modification of more sophisticated or scientific methods (e.g. tea instead of agar, use of balloon in observation of yeast physiology), but majority of tasks are new and original (use of velcro to demostrate nucleic acid structure, card game showing aposematism and camouflage, building set of the cell etc.). Particular attention have been given to production of short (3 to 6 minutes long) original films with Czech narration illustrating common species of various invertebrate groups (maily insect orders), protists, algae and bacteria. The content and species selection in films strictly follow the text-books for the 6th grade of the secondary school. Short annotation of films and recommendations for ensuing activities are presented. Www adresses of films having the open access are available in the text.

Subsequently, teachers verified whether proposed modules significantly influenced the quality of eductional process. The teachers reflections in questionaire with 18 questions revealed uneven quality and suitability of modules for pupils in the 6th grade of the secondary school (Chapter 3). Some tasks significantly help to ovecome the particular critical spot (some didactic games, short films, tablet applications, demostrational experiments), another tasks were less effective (lecture notes on origin of life, brainstorming, discussion); some clasic tasks were of average quality (e.g. microscopic observations).

A short review of teaching modules developed in science centres iQLANDIA at Liberec and Science and Technological Centre at Ostrava, STC in Ostrava which can help to ovecome the particular critical spot or can develop dynamic spots are presented in the Chapter 5. The last Chapter 6 summarizes the results and debates causes of critical spots and possibilities of their resolution. Supplementary material (colour plates for cutting, explanations) form the final part of the publication.

Rejstřík

A
abiogeneze 17, 29, 31
adéla 59, 61
adenin 18, 32, 33
agar 41, 46
améba 57
aposematismus 53

B
babočka 60, 61
bakterie 11–13, 15–17, 23, 38, 41, 45, 46, 56, 57, 63, 69
Batesovská mimeze 53, 59
bázlivec 59
bělásek 60, 61
bělopásek 61
běloskvrnáč 61
běžník 58
blanokřídlí 61, 64
blešivec 58
bobovka 40, 41
bobulák 46
borelióza 46
bourec 59, 61
brouci 49, 56, 61, 62, 67
bruslařka 60
buněčná stěna 36, 39
buněčné jádro 36
buňka 36–43, 51, 69
bzikavka 59

C
cikáda 59
cvrček 60
cytoplazma 36, 39, 40
cytosin 18, 32, 33

Č
členovci 14, 52, 55, 58, 59
člunotvarec 61
čmelák 61, 62

D
dírkonošci 57
dlouhososka 59, 62
dlouhozobka 61
DNA 29–34, 67
drkalka 46
droždí 42, 43
dvoukřídlí 55, 56, 62, 67

E
endoplazmatické retikulum 39

F
fotosyntéza 9, 10, 12–15, 17, 20, 28, 30, 31, 34–36

G
guanin 18, 32

H
haděnka 57
hadice 62
hlemýžď 57
hlísti 52
hnědásek 61
hrotnatka 58
hvězdice 62

Ch
chaluha 46
chloroplast 36,39,46
chluponožka 62
chobotnatka 58
chrobák 61
chromozóm 37
chroust 61
chřestovníček 59

I–J
jednořadka 45, 46
jehlanka 60
ježovka 62

K
Kahoot! 18, 27, 28, 46–49, 51
kamufláž 53, 59
klíčový koncept 5, 6
klíčové kompetence 18, 20, 27
klínatka 59
klíště 58
klopuška 60
kmitalka 62
kněžice 59, 60
kobylka 59
komár 62
konidie 43
korýši 58
kořenoústka 57
kovařík 61
kozlíček 61
krab 58
krasec 59, 61
kreveta 58
kropidlák 43
kroužkovci 52, 58
kryptický vzhled 57
krytohlav 61
křeménka 57
křižák 58
kudlanka 59
kuklice 59
kvasinky 24, 28, 42, 43, 61

L
laktobacilus 46
laločník 57
lezounek 57
lovčík 58
lilijice 62
lišaj 61
lumek 61
lýkožrout 61

M
makronukleus 57
malárie 57
maloočka 58
mandelinka 59, 61
martináč 62
masařka 62, 67
medúza 57
měkkýši 13, 46, 49, 52, 54, 57
měňavka 57
mitochondrie 36
mnohonožka 59
mol 61
motýl 59
motýlice 59
mravenec 59, 60
mravkolev 60
mrskavka 57
mřížovci 57
mšice 59, 60
muchnice 59
Müllerovská mimeze 53
můra 61

N
nálevník 40, 46, 57
nesytka 61
nereidka 58
nezmar 57
nosatec 59
nukleové kyseliny 18, 31, 32
nummulites 57

O
octomilka 62
okáč 61
okružák 57
organela 57
ostranka 57
otakárek 59

P
pakomár 62
pakudlanka 60
páskovka 57
páteříček 61
pavoukovci 57

pěnodějka 59
perleťovec 61
pernatuška 61
pérovka 57
pestřenka 59
píďalka 61
pilatka 62
pískorypka 62
plazmatická membrána 36, 39
plíseň 41, 43, 44, 45
plochule 59
ploštička 60
plovatka 57
plžík 57
pokoutník 58
porost 46
poustevníček 58
prvoci 57
přástevník 61

| Q

quizlet 18, 27, 28, 46, 50–52

| R–Ř

rak 58
ribozom 39
RNA 15, 29, 20, 31–34
roháč 59, 61
roupice 58
rournatec 58
rozlitka 57
ruducha 46
ruměnice 59
rusec 59

| S

saranče 60
sasanka 57
sekáč 58
sinice 11, 12, 17, 23, 45, 46, 56
skákavka 58
slávinka 57
slíďák 58
slimáček 57
slimák 57
sluněčko 59, 61
slunivka 57
soumračník 59
spirochéta 41, 46
splešťule 60
spora 42
sršeň 59
stejnonožci 58
stélka 46
stínka 58, 59
stonožka 59
strakáč 61
strašilka 64
strašník 59
stridulace 59, 60
svinule 59
svižník 61
sumýš 62

| Š

šidélko 59
šroubatka 46
štěnice 60
štír 58
štítovka 57
štítonoš 61
strašník 59
střevlíček 61
střevlík 61

| T

talířovka 57
termit 65
tesařík 61
thymin 18, 32, 33
tiplice 59
trepka 41
tritónka 57
trypanozoma 57

| U

uracil 18, 32, 33

| V–Y

vakuola 36, 39, 57
vážka 59
včela 59, 62
větevník 57
vibrio 41
vířenka 57
vodoměrka 60
vosa 61, 62
vosík 59, 61, 62
vrásenka 57
vroubenka 60
vřetenuška 61

| Z

zákožka 58
zemivka 59
zlatohlávek 59, 61
zlatotočka 60
znakoplavka 60
zobánka 57
zrněnka 46
zubočárník 61

| Ž

žabí vlas 46
žahavci 57
žížala 58
žlabatka 61
žluťásek 61

Seznam příloh

Příloha 1. Pracovní list k pozorování rostlinné buňky (cibule).
Příloha 2. Pracovní list k pozorování živočišné (lidské) buňky.
Příloha 3. Pracovní list k pozorování prvoků v senném nálevu.
Příloha 4. Pracovní list k pozorování mikroganismů v čaji.
Příloha 5. Pracovní list k pozorování houbové buňky (kvasinka).
Příloha 6. Pracovní list k pozorování bakterií.
Přílohy 7–14. Kartičky k didaktické hře o členovcích.
Přílohy 15–29. Obrazové podklady k didaktické hře na výstrahu a kamufláž.
Příloha 30. Obrazové podklady k určování měkkýšů (mlži).
Příloha 31. Obrazové podklady k určování měkkýšů (mlži a plži).
Příloha 32. Seznam druhů k určování měkkýšů.

Přílohy

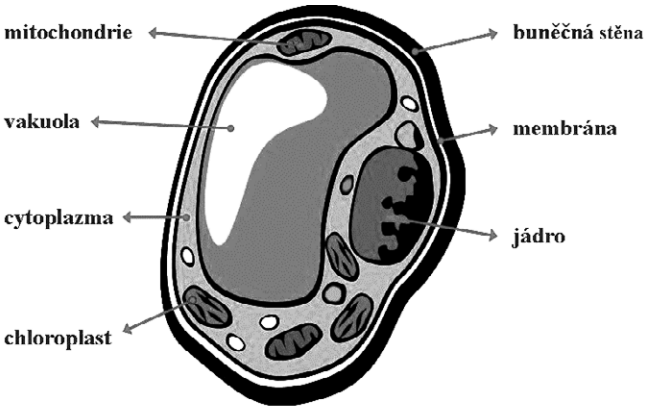
Pozorování buněk cibule

Materiál: cibule
Pomůcky: mikroskop, podložní a krycí skla, kádinka s vodou, kapátko, pinzeta

1. Vytvoř si preparát z vnitřní tenké slupky cibule. Malý kousek slupky vlož do kapky vody na podložním skle a přikryj krycím sklem. Preparát vlož do mikroskopu a použij objektiv, který zvětšuje 10x.

2. Obyčejnou tužkou nakresli obrázek, který vidíš v mikroskopu. Nakresli 3 sousedící buňky.

3. Na obrázku je schéma rostlinné buňky. Které z uvedených organel skutečně vidíš v mikroskopu? Zakroužkuj je na svém obrázku.



4. Myslíš, že organely, které v mikroskopu nevidíš, v buňce cibule nejsou? Nebo jen nejsou vidět? Svůj názor napiš:

……

5. A co si myslí spolužáci? Porovnejte se své názory a zdůvodněte.

Buňky mého těla

Materiál: buňky ústní sliznice
Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí skla, methylenová modř, kovové nebo plastové lžičky, preparační jehla nebo špejle.

Postup:

1. Lžičkou setřeme povrch sliznice tváří v ústech.
2. Odebraný materiál přeneseme na podložní sklo.
3. Přikápneme malou kapku vody a methylenové modři.
4. Promícháme na sklíčku vše dohromady.
5. Přiklopíme krycím sklem, vložíme pod mikroskop a pozorujeme.

1. Nakresli alespoň 3 buňky, které pozoruješ v mikroskopu a uveď zvětšení, při kterém je pozoruješ:

2. Uvnitř buňky by měla být vidět jedna organela. Co by to mohlo být?

……

3. Vyber správná tvrzení o pozorovaných buňkách:
A) Jsou to buňky rostlinné.
B) Jsou to buňky živočišné.
C) Obsahují chloroplasty.
D) Jsou složitější než buňky bakterií.
E) Nemají buněčnou stěnu.
F) Nemají cytoplazmatickou membránu.

4. Vlastními slovy napiš, jak jsi postupoval a co jsi pozoroval. Bylo něco pro tebe obtížné?

Pozorování nálevníků

Materiál: již dříve připravený senný nálev
Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí skla

1. Udělej si preparát z kapky tekutiny ze senného nálevu. Pozor! Nálevníci jsou hlavně v povrchové blance na hladině.

2. Pozoruj nálevníky v preparátu. Co bys o nich na první pohled řekl?

……

…….

3. Jednoho nálevníka si vyber a zkus ho nakreslit obyčejnou tužkou.

4. Kolik buněk tvoří tělo nálevníka?

……

5. A kolik buněk tvoří tělo člověka?

……..

6. Zkus doplnit věty:

Nálevníci patří mezi organismy ……buněčné.

Člověk patří mezi organismy ……buněčné.

Ovocný čaj místo agaru

Ovocný čaj, který běžně pijeme, jsme v tomto pokusu použili jako živné médium pro mikroskopické organismy. Použili jsme dvě vysterilizované sklenice a nalili do nich vařící ovocný čaj. Jednu sklenici jsme pak zakryli alobalem a druhou nechali odkrytou. Takto jsme sklenice nechali stát asi týden.

1. Podívej se na hladinu čaje v obou sklenicích. Napiš, co vidíš:

Zakrytá sklenice: ……

Odkrytá sklenice: ……..

2. Pokud se pokus povedl, objevily se v jedné ze sklenic kolonie drobných organismů. Jak se tyto organismy jmenují?

3. Jejich drobné terčíky mají kruhový tvar. Proč?

……..

4. Vypadají všechny útvary stejně? Vysvětli proč ano nebo proč ne.

……..

5. Proč se tyto organismy objevily jen v jedné ze sklenic?

……..

Pozorování kvasinek

Materiál: kvasinky v podobě droždí, cukr, vlažná voda
Pomůcky: mikroskop, kapátko, podložní a krycí skla
Důležité: oba pokusy založíme hned na začátku hodiny nebo ještě před ní.

1. Pozorování kvasinek v mikroskopu:
Nakresli buňky kvasinek, které vidíš v mikroskopu a uveď zvětšení:

2. Vyber pravdivá tvrzení o buňkách kvasinek:
A) Buňka kvasinek je jednodušší než buňka bakterií.
B) Buňka kvasinek je složitější než buňka bakterií.
C) Buňka kvasinek je větší než buňka bakterií.
D) Buňka kvasinek obsahuje chloroplasty.
E) Buňka kvasinek nemá na povrchu brvy.

3. Důkaz látkové výměny kvasinek:

Průběžně pozoruj, co se děje s balonky a zkus doplnit větu:

V průběhu času se balonky ……, protože kvasinky přeměňují

…… na …… a alkohol. Tento proces využíváme při

výrobě …….. nebo vína.

Nápověda:
Které suroviny jsme přidali ke kvasinkám?
Který plyn člověk vydechuje?
Který alkoholický nápoj milují Češi nejvíc?

Jak dlouho trvalo, než se balonky nafoukly? ……..

Jak by se dalo dokázat, že vzniká oxid uhličitý? ……

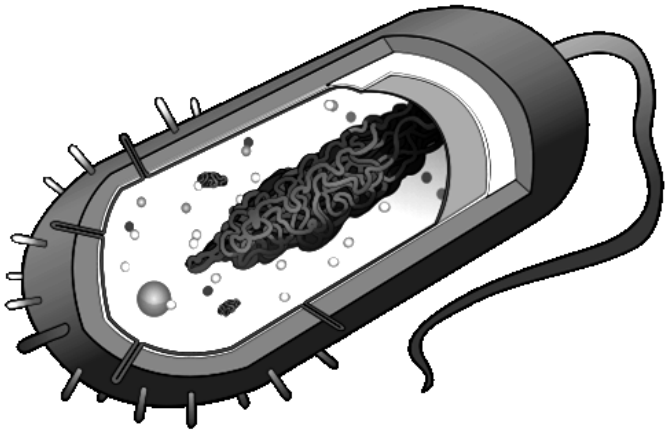
Pracovní list k videu - Bakterie

1. Napiš, které typy (tvary) bakterií jsou zmíněny ve videu. Zkus je nakreslit.

2. Doplň, jak se jmenují bakterie, které se používají při výrobě jogurtu?

L - - - o - - - - - y

3. Na obrázku je buňka bakterie. V mikroskopu její stavbu vidět nemůžeš, protože je příliš malá. Na obrázku popiš části buňky, které znáš.



4. Napiš alespoň dva příklady nemocí, na které ti lékař předepíše antibiotika:

……
……

ČLENOVCI	PAVOUKOVCI	PAVOUCI
ŠTÍŘI	ROZTOČI	SEKÁČI
KORÝŠI	VZDUŠNICOVCI	STONOŽKY
MNOHONOŽKY	HMYZ	HMYZ S PROMĚNOU DOKONALOU
HMYZ S PROMĚNOU NEDOKONALOU	BLECHY	SÍŤOKŘÍDLÍ
BROUCI	MOTÝLI	DVOUKŘÍDLÍ

BLANOKŘÍDLÍ	**VÁŽKY**	**STEJNOKŘÍDLÍ**
VŠI	**PLOŠTICE**	**ROVNOKŘÍDLÍ**
KŘIŽÁK	**POKOUTNÍK**	**VODOUCH**
SEKÁČ	**KLÍŠTĚ**	**ZÁKOŽKA**
ŠTÍR	**RAK**	**PERLOOČKA**
HUMR	**LANGUSTA**	**MNOHONOŽKA**

STONOŽKA	SVINULE	VÁŽKA
ŠÍDLO	MOTÝLICE	ŠIDÉLKO
CIKÁDA	PĚNODĚJKA	VEŠ
RUMĚNICE	ZNAKOPLAVKA	VODOMĚRKA
KOBYLKA	SARANČE	CVRČEK
BLECHA	ZLATOOČKA	MRAVKOLEV

Příloha 9

BĚLÁSEK	ŽLUŤÁSEK	BABOČKA
OTAKÁREK	MARTINÁČ	STŘEVLÍK
SLUNÉČKO	ZLATOHLÁVEK	ROHÁČ
TESAŘÍK	KOMÁR	OVÁD
PESTŘENKA	MOUCHA	MASAŘKA
VOSA	VČELA	SRŠEŇ

ČMELÁK	**HLAVA**	**HRUĎ**
ZADEČEK	**HLAVOHRUĎ**	**ZADEČEK**
MOMOTĚLNÍ TRÁVENÍ	**SNOVACÍ BRADAVKY**	**KOKON**
PAVUČINA	**KRUNÝŘ**	**PLANKTON**
VZDUŠNICE	**JEDOVÉ ŽLÁZY**	**KUSADLOVÉ NOŽKY**
VLEČNÉ NOHY	**BLANITÁ KŘÍDLA**	**SLOŽENÉ OČI**

ÚSTNÍ ÚSTROJÍ BODAVĚ SACÍ	**ÚSTNÍ ÚSTROJÍ KOUSACÍ**	**ÚSTNÍ ÚSTROJÍ SACÍ**
ÚSTNÍ ÚSTROJÍ LÍZAVĚ SACÍ	**SOSÁK**	**VAJÍČKO**
NYMFA	**DOSPĚLEC**	**HOUSENKA**
KUKLA	**NAJÁDA**	**MASKA**
HNIDY	**POLOKROVKY**	**KLADÉLKO**
KROVKY	**KYVADÉLKA**	**HÁLKY**

ROJENÍ	KRÁLOVNA	MATKA
DĚLNICE	TRUBEC	ŽIHADLO
HOUSENICE	LES	LOUKA
U VODY	VE VODĚ	PARAZIT ČLOVĚKA
V MOŘI	V RYBNÍKU	PASEKA
POLE	PARAZIT ZVÍŘETE	ZAHRADA

LÉTAJÍ	LEZOU PO ZEMI	POHYBUJÍ SE PO VODĚ
SAJÍ KREV	SAJÍ NA ROSTLINÁCH	SAJÍ NEKTAR
VRTÁ VE DŘEVĚ	TVOŘÍ PLÁSTVE Z VOSKU	TVOŘÍ MRAVENIŠTĚ
MÁ JEDOVÉ ŽLÁZY	MÁ SNOVACÍ BRADAVKY	MAJÍ SLOŽENÉ OČI
MAJÍ JEDNODUCHÉ OČI	PRODUKUJÍ MED	STAVĚJÍ SI HNÍZDA
LEZOU v ZEMI	OKUSUJÍ KVĚTY	CHYTAJÍ HMYZ

Ploštice: Klopuška *Stenotus*

Ploštice: Knězovka *Acanthosoma*

Ploštice: Klopuška *Lygus*

Pavouk: Běžník *Tmarus*

Síťokřídlí: Rzounek *Drepanopteryx*

Síťokřídlí: Zlatoočka *Chrysopa*

Kobylka: Kobylka *Barbitistes*

Vážka: Šidélko *Coenagrion*

Brouk: Krasec *Agrylus*

Vážka: Šidélko *Coenonympha*

Motýl: Obaleč *Pandemis*

Motýl: Okáč *Coenonympha*

Brouk: Mandelinka *Donacia*

Brouk: Mrchožrout *Xylodrepa*

Motýl: Obaleč *Aphelia*

Motýl: Babočka *Cythia*

Motýl: Babočka *Cythia*

Motýl: Okáč *Lasiommata*

Brouk: Štítonoš *Cassida*

Brouk: Štítonoš *Cassida*

Brouk: Tesařík *Rhagium*

Motýl: Otakárek *Papilio*

Motýl: Otakárek *Iphiclides*

Motýl: Žlutokřídlec *Angerona*

Ploštice: Kněžice *Carpocoris*

Ploštice: Kněžice *Sciocoris*

Ploštice: Kněžice *Pitedia*

Ploštice: Kněžice *Palomena*

Ploštice: Kněžice *Palomena*

Ploštice: Kněžice *Troilus*

Brouk: Nosatec *Phyllobius*

Brouk: Štítonoš *Cassida*

Brouk: Štítonoš *Cassida*

Brouk: Listohlod *Phyllobius*

Ploštice: Kněžice *Rhaphigaster*

Ploštice: Kněžice *Carpocoris*

Brouk: Střevlík *Notiophilus*

Brouk: Potemník *Opatrum*

Brouk: Nosatec *Phyllobius*

Brouk: Nosatec *Cionus*

Brouk: Mandelinka *Hispella*

Pavouk: Běžník *Thomissus*

Pavouk: Běžník *Diaea*

Pavouk: Běžník *Diaea*

Pavouk: Maloočka *Micrommata*

Pavouk: Maloočka *Micrommata*

Pavouk: Křížák *Araniella*

Pavouk: Křižák *Araniella*

Kobylka: Kobylka *Meconema*

Kobylka: Kobylka *Phaneroptera*

Kobylka: Kobylka *Tettigonia*

Kobylka: Kobylka *Barbitistes*

Motýl: Bělásek *Anthocharis*

Motýl: Lišaj *Laothoe*

Pavouk: Skákavka *Salticus*

Pavouk: Skákavka *Philaeus*

Ploštice: Kněžice *Odontarsus*

Pavouk: Běžník *Misumena*

Síťokřídlí: Zlatoočka *Chrysopa*

Ploštice: Klopuška *Adelphocoris*

Pavouk: Běžník *Misumenops*

Pavouk: Běžník *Misumena*

Pavouk: Běžník *Xysticus*

Pavouk: Běžník *Xysticus*

Ploštice: Vroubenka *Syromastus*

Ploštice: Vroubenka *Gonocerus*

Plž: Suchomilka *Xerolenta*

Plž: Páskovka *Cepaea*

Plž: Žitovka *Chondrina*

Plž: Závornatka *Albinaria*

Plž: Lačník *Zebrina*

Pavouk: Křižák *Araniella*

Motýl: Makadlovka *Pseudotelphusa*

Brouk: Vírník *Gyrinus*

Křís: Ostrohřbetka *Centrotus*

Žába: Ropucha *Bufo*

Žába: Blatnice *Pelobates*

Ještěr: Ještěrka *Lacerta vivipara*

Ploštice: Vroubenka *Coreus*

Plž: Vřetenovka *Cochlodina*

Plž: Vřetenatka *Bulgarica*

Saranče: Saranče *Chorthippus*

Žába: Ropucha *Bufo viridis*

Ještěr: Ještěrka *Lacerta agilis*

Ploštice: Hrabulka *Tritomegas*

Pavouk: Běžník *Misumena*

Saranče: Saranče *Chorthippus*

Brouk: Krasec *Chalcophora*

Pavouk: Snovačka *Enoplognatha*

Pavouk: Slíďák *Pirata*

Motýl: Bourovec *Macrothylacia*

Pavouk: Skákavka *Aelurillus*

Plž: Oblovka *Cochlicopa*

Hmyz: Chvostnatka *Microcoryphia*

Síťokřídlí: Zlatoočka *Chrysopa*

Brouk: Nosatec *Otiorhynchus*

Had: Užovka *Natrix*

Plž: Páskovka *Cepaea*

Žába: Ropucha *Bufo*

Motýl: Batolec *Apatura*

Motýl: Babočka *Nymphalis*

Motýl: Babočka *Araschnia*

Ploštice: Kněžice *Palomena*

Ploštice: Kněžice *Rhaphigaster*

Brouk: Mandelinka *Fastuolina*

Motýl: Ostruháček *Callophrys*

Motýl: Batolec *Apatura*

Motýl: Babočka *Polygonia*

Ještěr: Slepýš *Anguis*

Brouk: Bradavičník *Malachius*

Brouk: Tesařík *Leptura*

Motýl: Soumračník *Pyrgus*

Motýl: Píďalka *Chiasmia*

Motýl: Lišaj *Mimas*

Ploštice: Vroubenka *Leptoglossus*

Brouk: Chroustek *Amphimallon*

Motýl: Strakáč *Endromis*

Motýl: Přástevník *Euplagia*

Motýl: Otakárek *Papilio*

Motýl: Žluťásek *Gonepteryx*

Brouk: Slunéčko *Psyllobora*

Brouk: Slunéčko *Psyllobora*

Brouk: Slunéčko *Calvia*

Brouk: Krytohlav *Cryptocephalus*

Brouk: Pýchavovník *Endomychus*

Blanokřídlí: Vosa *Vespula*

Blanokřídlí: Čmelák *Pyrobombus*

Blanokřídlí: Vosa *Vespula*

Brouk: Slunéčko *Hippodamia*

Brouk: Slunéčko *Calvia*

Brouk: Slunéčko *Calvia*

Brouk: Slunéčko *Harmonia*

Blanokřídlí: Sršeň *Vespa*

Blanokřídlí: Včela *Hylaeus*

Brouk: Slunéčko *Coccinella*

Brouk: Slunéčko *Adalia*

Brouk: Slunéčko *Propylea*

Brouk: Slunéčko *Anatis*

Blanokřídlí: Žahalka *Scolia*

Blanokřídlí: Vosík *Polistes*

Blanokřídlí: Včela *Apis*

Blanokřídlí: Včela *Apis*

Blanokřídlí: Včela *Apis*

Brouk: Slunéčko *Hippodamia*

Brouk: Tesařík *Chlorophanus*

Brouk: Zobonoska *Apoderus*

Brouk: Mandelinka *Melasoma*

Brouk: Dlouhoústec *Dictyopterus*

Brouk: Červenáček *Pyrochroa*

Brouk: Mandelinka *Clytra*

Brouk: Tesařík *Clytus*

Brouk: Tesařík *Rutpelia*

Brouk: Tesařík *Saperda*

Brouk: Tesařík *Clytus*

Brouk: Tesařík *Molorchus*

Brouk: Mandelinka *Gonioctena*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Metasyrphus*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Sphaerophoria*

Brouk: Mandelinka *Crioceris*

Brouk: Mandelinka *Lilioceris*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Syrphus*

Dvoukřídlí: Kuklice *Ectophasia*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Sphaerophoria*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Scaeva*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Episyrphus*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Myathropa*

Dvoukřídlí: Očnatka *Conops*

Dvoukřídlí: Pestřenka *Eristalis*

Motýl: Běloskvrnáč *Amata*

Motýl: Okáč *Melanargia*

Motýl: Bělásek *Pieris*

Motýl: Okáč *Coenonympha*

Motýl: Přástevník *Euplagia*

Motýl: Bělásek *Anthocharis*

Křís: Pěnodějka *Cercopis*

Křís: Pěnodějka *Cercopis*

Ploštice: Ploštička *Spilostethus*

Brouk: Tesařík *Dorcadion*

Ploštice: Ruměnice *Pyrrhocoris*

Motýl: Babočka *Aglais*

Křís: Pěnodějka *Cercopis*

Křís: Pěnodějka *Cercopis*

Ploštice: Kněz *Elasmucha*

Ploštice: Klopuška *Capsodes*

Brouk: Člunotvarec *Scaphidium*

Motýl: Babočka *Vanessa*

Motýl: Vřetenuška *Zygaena*

Motýl: Babočka *Inachis*

Motýl: Přástevník *Epicallia*

Motýl: Nesytka *Sesia*

Blanokřídlí: Mravenec *Liometopum*

Blanokřídlí: Mravenec *Myrmica*

Brouk: Mandelinka *Gonioctena*

Brouk: Mandelinka *Leptinotarsa*

Motýl: Housenka *Papilio*

Motýl: Housenka *Cuculia*

Motýl: Housenka *Hyles*

Motýl: Píďalka *Pseudopanthera*

Brouk: Slunéčko *Coccinella*

Brouk: Slunéčko *Propylea*

Brouk: Slunéčko *Hippodamia*

Brouk: Slunéčko *Psyllobora*

Dvoukřídlí: Dlouhososka *Bombylius*

Motýl: Babočka *Inachis*

Roztoč: Sametka *Trombidium*

Blanokřídlí: Pilatka *Tenthredo*

Blanokřídlí: Vosík *polistes*

Dvoukřídlí: Kuklice *Tachina*

Blanokřídlí: Čmelák *Bombus*

Brouk: Kovařík *Ampedus*

Vážka: Vážka *Libellulla*

Ploštice: Zákeřnice *Rhinocoris*

Blanokřídlí: Vosa *Vespula*

Brouk: Bradavičník *Malachius*

Ploštice: Hladinatka *Velia*

Brouk: Pestrokrovečník *Thanasimus*

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

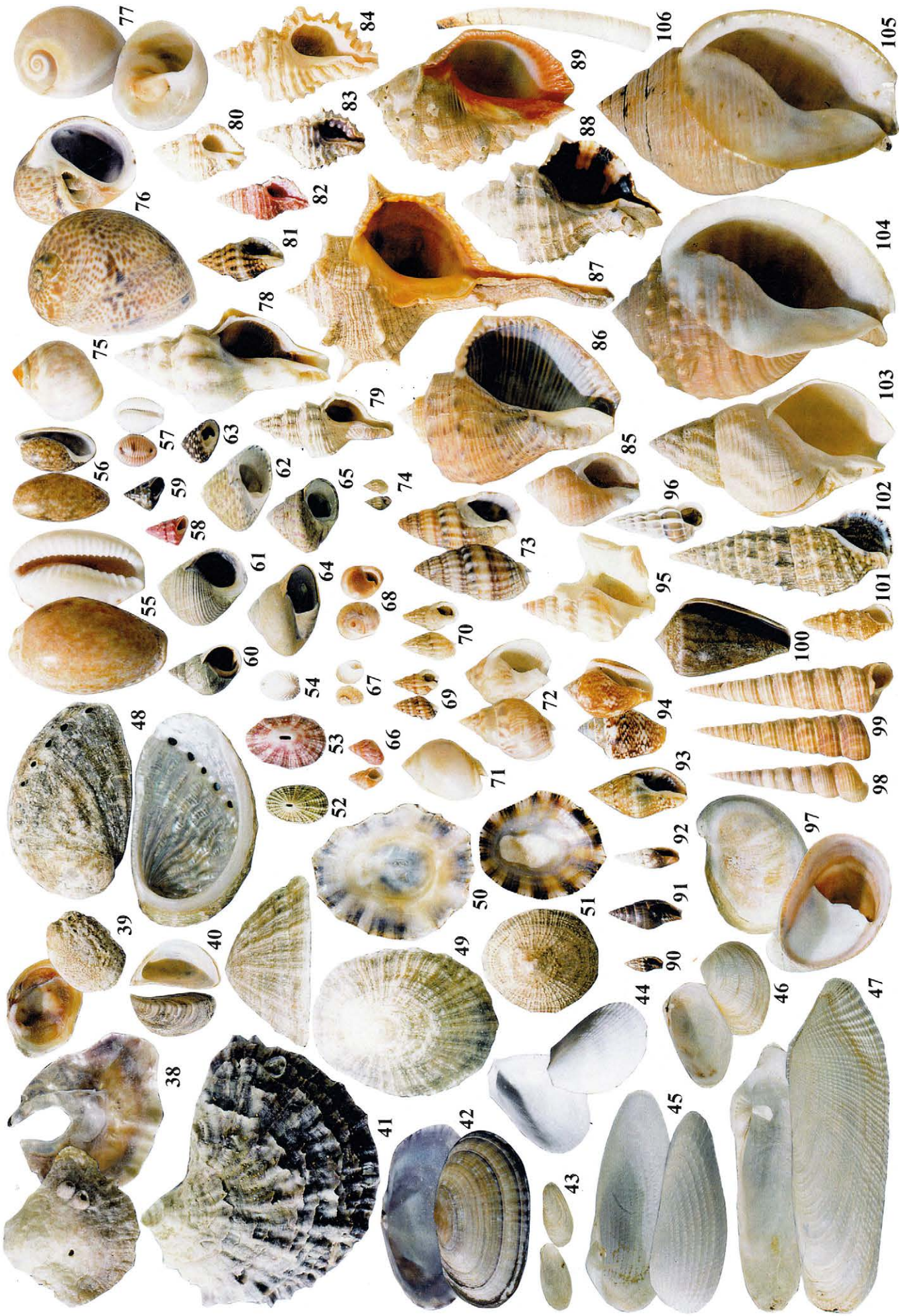
Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

Pozadí pro kamufláž

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37


38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106

Příloha 31

Seznam druhů k aktivitě Určování měkkýšů

1) *Nucula nucleus* – ořechovka
2) *Arca noae* – návka Noemova
3) *Striarca lactea* – návka bílá
4) *Barbatia barbata* – návka vousatá
5) *Glycymeris glycymeris* – mandlovka evropská
6) *Glycymeris violacea* – mandlovka
7) *Acantocardia tuberculata* – srdcovka hrbolkatá
8) *Cerastoderma edule* – srdcovka jedlá
9) *Cerastoderma glaucum* – srdcovka
10) *Parvicardium exiguum* – srdcovka malá
11) *Acanthocardia echinata* – srdcovka ježatá
12) *Cardite antiquata* – kardita
13) *Cardita aculelata* – kardita
14) *Glans trapezia* – kardita
15) *Modiolus barbatus* – slávka vousatá
16) *Mytilus edulis* – slávka jedlá
17) *Mytilus galloprovincialis* – slávka středomořská
18) *Spondylus gaederopus* – ostnovka středomořská
19) *Lithophaga lithophaga* – datlovka vrtavá
20) *Macoma balthica* – telínka severní
21) *Angulus distortus* – telínka
22) *Tellina incarnata* – telínka masová
23) *Mactra corralina* – dížovka středomořská
24) *Tellina squalidus* – telínka
25) *Venerupis senegalensis* – tapeska
26) *Paphia aurea* – tapeska
27) *Donax trunculus* – violetka obecná
28) *Spisula solida* – dížovka pevná
29) *Venus verrucosa* – venuška jedlá
30) *Callista chione* – zaděnka hladká
31) *Scrobicularia plana* – skrobikula plochá
32) *Aequipecten opercularis* – hřebenatka víčkovitá
33) *Mimachlamys varia* – hřebenatka pobřežní
34) *Flexopecten glabra* – hřebenatka hladká
35) *Chamelea gallina* – chionka slepičí
36) *Dosinia lupinus* – dosínka světlá
37) *Dosinia exoleta* – dosínka evropská
38) *Anomia ephippium* – sedlovka křehká
39) *Chama gryphoides* – chama středomořská
40) *Dreissena polymorpha* – slávička mnohotvárná
41) *Ostrea edulis* – ústřice jedlá
42) *Gari depressa* – purpurovka stlačená
43) *Gastrochaena dubia* – nedovřenka evropská
44) *Limaria hians* – zejovka rozchlípená
45) *Petricola pholadiformis* – kamenovka skulařovitá
46) *Petricola lithophaga* – kamenovka vrtavá
47) *Pholas dactylus* – skulař vrtavý
48) *Haliotis tuberculata* – ušeň mořská
49) *Patella vulgata* – přílipka miskovitá
50) *Patella caerulea* – přílipka modravá
51) *Patella rustica* – přílipka
52) *Diodora graeca* – děrnatka řecká
53) *Diodora italica* – děrnatka
54) *Emarginula elongata* – děrnatka bílá
55) *Zonaria pyrum* – zavinutec
56) *Bulla striata* – dutenka atlantská
57) *Trivia monacha* – trivia
58) *Jujubinus exasperatus* – jujubinus
59) *Calliostoma zyziphinum* – kaliostoma evropská
60) *Littorina neritoides* – plážovka
61) *Littorina littorea* – plážovka vejcorodá (břeženka obecná)
62) *Monodonta turbinata* – monodonta spirálovitá
63) *Clanculus corallinus* – kotouč korálový
64) *Gibbula umbilicalis* – kotouček
65) *Gibbula divaricata* – kotouček obecný
66) *Tricolia pullus* – bažantovka evropská
67) *Tritia pellucida* – vršatka
68) *Tritia neritea* – vršatka zubivcová
69) *Nassarius incrassatus* – vršatka pyskatá
70) *Tritia cuvieri* – vršatka
71) *Tritia gibbosula* – vršatka
72) *Tritia mutabilis* – vršatka měnivá
73) *Hinia reticulata* – vršatka síťkovaná
74) *Rissoa parva* – rissoa
75) *Lunatia catena* – natika evropská
76) *Naticarius hebraeus* – natica hebrejská
77) *Neverita josephinia* – natika plochá
78) *Tarantinaea lignaria* – fasciolárka středomořská
79) *Fusinus syracusanus* – fusinus sicilský
80) *Coralliophila meyendorfi* – korálovka
81) *Cantharus dorbignyi* –
82) *Ocinebrina aciculata* – ostranka
83) *Muricopsis cristatus* – ostranka
84) *Ocenebra erinacea* – ostranka
85) *Nucella lapillus* – nachovec obecný
86) *Rapana venosa* – rapana
87) *Bolinus brandaris* – ostranka jaderská
88) *Truncularіopsis trunculus* – ostranka tupá
89) *Thais haemostoma* – nachovec
90) *Vexillum tricolor* – kostelárka
91) *Vexillum ebenus* – kostelárka
92) *Vexillum littoralis* – kostelárka
93) *Pisania striata* – pisánka proužkovaná
94) *Columbella rustica* – kolumbela středomořská
95) *Aporrhais pespelecani* – křídlatka pelikánní
96) *Epitonium clathrus* – obručanka evropská
97) *Crepidula formicata* – hučka střevícová
98) *Turritella communis* – věžule obecná
99) *Turritella triplicata* – věžule
100) *Conus mediterraneus* – homolice středomořská
101) *Cerithium rupestre* – jehlanka skalní
102) *Cerithium vulgatum* – jehlanka obecná
103) *Buccinum undatum* – surmovka vlnitá
104) *Galeodea echinophora* – šišánek ježatý
105) *Galeodea echinophora* – šišánek ježatý
106) *Dentalium entalis* – kelnatka evropská

Kritická místa kurikula přírodopisu na 2. stupni základní školy I.
Petra Vágnerová, Michal Mergl, Lenka Benediktová, Jiří Kout et al.

Grafický návrh obálky: MgA. Mgr. Stanislav Poláček
Typografická úprava: Václav Kohout

Vydání publikace bylo schváleno Vědeckou redakcí Západočeské univerzity v Plzni.
Recenzovali: RNDr. PhDr. Ivo Králíček, Ph.D., RNDr. Pavel Kučera, Ph.D.

Vydala: Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 301 00 Plzeň
Vytiskl: PREKOMIA s.r.o., Západní 12, 323 00 Plzeň

1. vydání, 80 stran + 32 příloh
Pořadové číslo: 2328, ediční číslo: 55-020-20.
Plzeň 2019

ISBN: 978-80-261-0934-1
© Západočeská univerzita v Plzni; autoři

Práci považuji za důležitou a podnětnou pro didaktiku biologie. Jedná se o vhodný material, který využijí didaktici, studenti učitelství biologie i učitelé z praxe. Práce je inovativní ve svém oboru, publikuje výsledky v ojedinělém výzkumu, který autorský kolektiv uskutečnil. Vydání materiálu považuji za záslužný počin.

Z posudku RNDr. PhDr. Ivo Králíčka, Ph.D.

Předložená monografie se zabývá výzkumem kritických míst kurikula přírodopisu v 6. ročníku základní školy. Svým pojetím analogicky doplňuje práce publikované na shodné téma výzkumu v jiných předmětech přírodních věd vyučovaných na základní škole (fyzika, chemie, geografie). Práce je součástí rozsáhlejšího projektu a může být využita mimo jiné i jako podkladová studie k připravované revizi RVP v oblasti vzdělávání o živé a neživé přírodě.

Z posudku RNDr. Pavla Kučery, Ph.D.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

ISBN 9788026109341

9 788026 109341

Fakulta pedagogická ZČU v Plzni | 2019