

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

RIGORÓZNÍ PRÁCE

Badatelské dovednosti žáků na 2. stupni základní školy

Student's inquiry skills at lower secondary school

Mgr. Adam Nejedlý

Vedoucí práce: PhDr. Karel Vojíš, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Biologie a ekologická výchova s didaktikou

2022

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Badatelské dovednosti žáků na 2. stupni základní školy

Student's inquiry skills at lower secondary school

Bc. Adam Nejedlý

Vedoucí práce: PhDr. Karel Vojíš

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Biologie – Tělesná výchova a sport

2021

Odevzdáním této diplomové práce na téma Badatelské dovednosti na 2. stupni základní školy potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně, za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Rád bych poděkoval vedoucímu práce PhDr. Karlu Vojířovi za vedení mé práce, cenné rady, a veškerou pomoc při jejím zpracování. Mé poděkování patří i ZŠ Davle, ve které mi byl poskytnut prostor pro výzkum v hodinách předmětu Člověk a svět práce.

Abstrakt

Vědecké myšlení je podstatnou dovedností pro plnohodnotné uplatnění ve společnosti spojené se zodpovědným rozhodováním člověka. K jeho komplexnosti přispívá i rozvoj badatelských dovedností a znalostí. Pro možnost jejich systematického rozvíjení je potřeba mapovat současný stav u žáků na základních školách. Cílem práce bylo zjistit, jaké jsou badatelské dovednosti těchto žáků v oblasti správně formulovat výzkumnou otázku na základě charakterizovaného problému a po řešení formulovat odpověď na stanovenou výzkumnou otázku. K tomuto účelu byly využity čtyři badatelsky orientované úlohy, které řešilo 58 žáků ze sedmého ročníku základní školy. Bylo zjištěno, že více než polovina žáků není schopna správně formulovat výzkumnou otázku a více než jedna třetina žáků nedokáže formulovat správně odpověď na stanovenou výzkumnou otázku.

Klíčová slova

vědecké myšlení, badatelsky orientovaná výuka, 2. stupeň základní školy, přírodovědná gramotnost, badatelsky orientované úlohy, badatelsky orientované dovednosti

Abstract

Scientific thinking is an essential skill for full application in society associated with responsible human decision-making. The development of research skills and knowledge also contributes to its complexity. For the possibility of their systematic development, it is necessary to map the current situation of students in primary schools. The aim of the work was to find out what are the research skills of these students in the field of correctly formulating a research question based on specific problem and after finding a solution to formulate an answer to a given research question. Four research-oriented tasks were used, which were solved by 58 students from the seventh grade of primary school. It was found that more than half of the students are not able to formulate the research question correctly and more than one third of the students are unable to formulate the answer to the given research question correctly.

Keywords

scientific thinking, inquiry based science education, lower secondary school, scientific literacy, research-oriented tasks, inquiry skills

Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	10
1 Cíle diplomové práce	12
2 Cíle přírodovědného vzdělávání	13
2.1 <i>Přírodovědné vzdělávání v kontextu mezinárodního testování</i>	14
2.1.1 PISA (Programme for International Student Assessment)	14
2.1.2 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)	15
2.1.3 Cíle a význam mezinárodního testování	15
2.2 <i>Přírodovědná gramotnost</i>	16
2.2.1 Vymezení přírodovědné gramotnosti v České republice	16
2.2.2 Dovednosti a znalosti nutné pro získání přírodovědné gramotnosti	17
2.3 <i>Vymezení rozvoje přírodovědného vzdělání v RVP ZV</i>	20
2.3.1 Standardy pro základní vzdělávání	22
2.4 <i>Propojenost cílů přírodovědné gramotnosti a cílů přírodovědného vzdělávání v ČR</i>	24
2.5 <i>Výsledky českých žáků v šetřeních zaměřených na přírodovědnou gramotnost</i>	25
2.6 <i>Vliv přírodovědného nadání v procesu přírodovědného vzdělávání</i>	26
2.7 <i>Vědecké myšlení v přírodovědném vzdělávání</i>	26
3 Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání	28
3.1 <i>Badatelsky orientovaná výuka</i>	29
3.1.1 Role učitele a žáka v badatelsky orientované výuce	32
3.1.2 Další aspekty ovlivňující badatelsky orientovanou výuku	33
3.1.3 Hodnocení žáků v badatelsky orientované výuce	33
3.1.4 Efektivita badatelsky orientované výuky	34
3.1.5 Úlohy v badatelsky orientované výuce	35
4 Tvorba badatelsky orientovaných úloh	36
4.1 Kvasinky	37
4.2 Osmotické jevy v rostlinné buňce	39
4.3 Vyšetřování - srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken	41
4.4 Květ symbol reprodukce	42
5 Ověření vlivu badatelsky orientovaných úloh na dovednosti žáků	44
5.1 <i>Metodologie</i>	44
5.1.1 Design úloh	44
5.1.2 Výzkumný vzorek	45
5.1.3 Hodnocení žákovských formulací výzkumných otázek a odpovědí	46
5.2 <i>Výsledky a diskuze</i>	49
5.2.1 Experimentální úlohy	49
5.2.2 Observační úlohy	51

Závěr	55
Seznam použitých zdrojů	56
Seznam příloh práce	62

Seznam použitých zkratek

BOV – badatelsky orientovaná výuka

ČaSP – Člověk a svět práce

ČŠI – Česká školní inspekce

EU – Evropská unie

IBI – badatelsky orientovaná výuka (z angl. inquiry-based instruction)

IBL – badatelsky orientované učení (z angl. inquiry-based learning)

IBSE – badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (z angl. inquiry-based science education)

IBT – badatelsky orientované vyučování (z angl. inquiry-based teaching)

IEA – International Association for the Evaluation of Educational Achievement (Mezinárodní asociace)

ISCED – International Standard Classification of Education (Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání)

MŠ – Materská škola

MŠMT ČR – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky

NRC – National Research Council

NVP – Národní vzdělávací program

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)

PISA – (Programme for International Student Assessment)

PřG – Přírodovědná gramotnost

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP ZV – Školní vzdělávací program pro základní vzdělávání

TIMSS – (Trends in International Mathematics and Science Study)

UNEP – (United Nations Environment Programme)

VŠ – Vysoká škola

VO – Výzkumná otázka

ZŠ – Základní škola

Úvod

Aktuální masivní rozvoj informačních technologií a s tím související příliv obrovského množství informací klade na člověka dnešní společnosti vysoké nároky na orientaci ve faktech a datech. Rychlé pokroky v přírodních vědách vedou k nárůstu poznatků a proměnlivosti faktů. Potřeba lidské společnosti reagovat na změny klimatu a s nimi související problémy, jakými jsou nedostatek vody, zajištění dostatečného množství potravin a výroby energie, dále také regulace a kontrola nemocí, vedou k potřebě společnosti reagovat na tyto výzvy 21. století (UNEP, 2019).

Všechny tyto vyjmenované skutečnosti ovlivňují běžné životy lidí. V každodenních situacích se mohou lidé rozhodovat například o postupech ovlivňujících jejich zdraví, o použití nových technologií a materiálů, o zvoleném typu energie v jejich domech, o volbě ovlivňující jejich životní prostředí. Právě určitá orientace a gramotnost ve vědě a technice vede k určité osobní úrovni profesního i společenského života člověka (ČŠI, 2017)

Z těchto hledisek vzešla poptávka společnosti po rozvoji nových dovedností a kompetencí v přírodovědném vzdělání člověka. Trend zavádění takzvané přírodovědné gramotnosti do národních vzdělávacích cílů, přebírá stále více vyspělých zemí OECD. Proto přírodovědná gramotnost je v širším pojetí vytýčena v šetření PISA (Programme for International Student Assessment). Tato gramotnost cílí především na dovednosti spojené s kritickým a vědeckým myšlením. Například porozumění a třídění informací, aplikace jednoduchých přírodovědných konceptů, rozpoznat domněnky a fakta v předkládaných informacích, analýza a řešení problémů a mnoho dalších (ČŠI, 2017).

V České republice se přirozeně tato poptávka promítá do přírodovědného vzdělávání žáků základních i středních škol. Přizpůsobují se formy vzdělávání a hledají se vhodné metody výuky v přírodovědných předmětech. Do výukových portfolií českých pedagogů se dostává i badatelsky orientovaná výuka (anglicky: inquiry-based instruction, dále zkráceně BOV), která si klade za cíl zvyšovat úroveň přírodovědné gramotnosti pomocí badatelských aktivit. BOV je založena na rozvoji kompetencí, znalostí a dovedností prostřednictvím procesu zkoumání a objevování (Dostál, 2015).

Bohužel podle výsledků šetření PISA 2015 má jen 10 % českých žáků zkušenost s výukou, kde mohou sami provádět a navrhovat pozorování či experimenty (ČŠI, 2018). Je tedy zřejmé, že BOV je učiteli využívána jen zřídka. Důvody učitelů k nevyužívání BOV jsou podle Radvanové, Čížkové a Martinkové (2018): Velká časová náročnost, kdy nemohou stihnout

probrat stanovené učivo. Dalším důvodem je nutná vysoká odborná připravenost učitelů a také nedostatek metodických materiálů. Učitelé by také ocenili náměty a rozpracované úlohy pro jednotlivé badatelské aktivity.

Je tedy potřebné z výše uvedených důvodů podporovat české učitele a ovlivňovat pozitivně jejich vztah k BOV, ať už na úrovni metodické podpory, dalším vzděláváním učitelů nebo rozšiřováním jejich výukových dovedností o nové metody či formy výuky.

V diplomové práci popisujeme cíle přírodovědného vzdělávání a snažíme se zmapovat určité badatelsky orientované dovednosti, které jsou složkou přírodovědné gramotnosti. Vytvořili jsme sadu badatelsky orientovaných aktivit, které byly ověřeny na žácích 2. stupně základní školy a mohou učitelům poskytnout sadu inspirativních úloh.

1 Cíle diplomové práce

Hlavním cílem této práce je zmapovat vybrané badatelské dovednosti žáků na druhém stupni základní školy. Tento cíl byl dále konkretizován pomocí dílčích cílů:

- Popsat cíle přírodovědného vzdělávání.
- Charakterizovat badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání.
- Charakterizovat dovednosti žáků, které jsou rozvíjené badatelsky orientovanou výukou.
- Vytvořit sérii badatelsky orientovaných úloh
- Zjistit, jaké jsou dovednosti žáků v oblasti formulování výzkumné otázky a formulace odpovědi na výzkumné otázky.

Poslední dílčí cíl byl konkretizován prostřednictvím dvou deskriptivních výzkumných otázek:

1. Jaká je dovednost žáků formulovat výzkumnou otázku při řešení badatelsky orientovaných úloh?
2. Jaká je dovednost žáků správně formulovat odpověď na stanovenou výzkumnou otázku při řešení badatelsky orientovaných úloh?

Zaměření diplomové práce vychází z nových trendů přírodovědného vzdělávání, které se snaží reagovat na poptávku společnosti. Výzvy přicházející v 21. století si žádají nové dovednosti („kompetence pro 21. století“) a znalosti v přírodovědném vzdělání (viz *Council recommendation of 22 May 2018*, 2018). Důraz kladený na badatelské dovednosti je významnou součástí v rozvoji vědeckého myšlení. Směřování k rozvinuté přírodovědné gramotnosti v širokém slova smyslu je pak významným faktorem pro plnohodnotné uplatnění člověka ve společnosti (viz PISA, 2006). Důležitost zvyšování úrovně přírodovědné gramotnosti je žádoucí z hlediska praktické potřeby takto vzdělaných lidí ve vědě, ekologii, hospodářství a průmyslu (ČŠI, 2017).

Pro možnost efektivního rozvoje badatelských dovedností ve školním prostředí je nezbytné mapovat současný stav s ohledem na zavádění adekvátních intervencí.

2 Cíle přírodovědného vzdělávání

Definici přírodovědného vzdělávání lze jen těžko vymežit, je v neustálém vývoji. Podle autorů Škody a Doulíka (2009) musí nyní přírodovědné vzdělávání řešit souhrnné i vzdělávací témata jako jsou: globální ekologické otázky a problémy, vztah mezi vědou a technikou a jejich propojení se společností, dále redukce obsahů učiva přírodovědných předmětů a jejich zaměření více na kompetence žáků a v neposlední řadě spojení vzdělávacího obsahu přírodovědných předmětů se všedními problémy člověka.

Pojem interdisciplinarita je v dnešní době charakteristický pro přírodovědné vzdělávání. Vznik interdisciplinárního přírodovědného vzdělávání je zapříčiněn velkým počtem přírodovědných disciplín a s nimi souvisejícím nárůstem důležitých témat, ve kterých by se měl přírodovědně vzdělaný člověk orientovat. Diskuze o propojení a vymezení důležitých témat v přírodovědném vzdělávání je neustálá (Škoda & Doulík, 2009).

V oblasti přírodovědného vzdělávání se čím dál více setkáváme s pojmem přírodovědná gramotnost. Setkáváme se s ním jak v odborných publikacích, tak proniká i do kurikulárních dokumentů jednotlivých států. Pojem přírodovědná gramotnost nese charakteristiku cílů a vymezuje vzdělávací obsah přírodovědného vzdělávání (Maršák, 2011).

V mezinárodním šetření PISA je přírodovědná gramotnost vymezena jako jeden z hlavních ukazatelů úrovně přírodovědného vzdělání ve státech OECD (OECD, 2021).

Jak uvádí analýza dat z testování PISA a TIMMS autorů Daniela Prokopa a Tomáše Dvořáka, trend dlouhodobého mírného zhoršování výsledků na konci ZŠ a začátku SŠ v přírodovědné gramotnosti stále pokračuje. Jako jednou z možných příčin se autorům jeví nedostatečný rozvoj gramotnosti žáků na 2. stupni základních škol (Prokop & Dvořák, 2019).

Podle Janíka a Stuchlíkové (2010) mladí lidé ztrácejí zájem o výuku přírodovědných předmětů. Tato skutečnost se projevuje zvýšenou pozorností k přírodovědnému vzdělávání ze stran jednotlivých států i v celkové vzdělávací politice Evropské unie. Jednou z vážných příčin je způsob výuky přírodovědných předmětů na školách v primárním i sekundárním vzdělávání (Nezvalová & kol., 2010).

Je možné namítnout, že podle novějších šetření si předmět přírodopis v oblíbenosti u žáků základních škol nestojí špatně. Například podle šetření Vlčkové a Kubiátka (2014) je předmět

přírodopis žáky hodnocen jako neutrální až mírně pozitivní. Pokud se podíváme na další šetření¹ Fančovičová a Kubiátko (2015), které zjišťovalo zájem žáků o přírodovědné předměty chemie, fyzika a přírodopis, dozvíme se, že 91 % asociovaných otázek žáků se týkalo přírodopisu, jen málo chemie a žádná fyziky.

Z podkladové studie² Rokos a Holec (2019) vyplývá, že by se učitelé měli v procesu přírodovědného vzdělávání žáků zaměřit na rozvoj přírodovědné gramotnosti skrze aktivizační metody, které žáky zapojují do procesu výuky a motivují je k učení. Také klást důraz na zvyšování úrovně kompetencí. Dále využívat ve výuce experimenty, praktické úlohy a terénní výuku.

Celosvětový nárůst počtu výzkumů zaměřující se na přístupy, metody a koncepty přírodovědného vzdělávání nám naznačuje, že stávající výukové modely nejsou dostačující pro výzvy, příležitosti a problémy, které stojí před žáky 21. století (Friesen a Scot, 2013).

Výzva k nahrazování pasivního učení založené na pouhém předkládání informací žákům a jeho následné memorování, učením aktivním a novými aktivizačními metodami není v odborných kruzích nic nového. Je podstatné, že na tuto výzvu reagují státy a revidují své dosavadní vzdělávací programy (Friesen a Scot, 2013).

Vizi o aktivním učení a změnách ve výuce se například podařilo implementovat do kurikulárního dokumentu ve státě Alberta v USA. Podle Friesen a Scot (2013) je v dokumentu snaha nastavit vzdělávání potažmo výuku tak, aby žáci rozvíjeli své kompetence prostřednictvím procesu zkoumání a objevování. Žáci by se měli podílet na tvorbě nových znalostí a učit se, jak kriticky a kreativně myslet, objevovat přírodovědné koncepty skrze dotazování, reflexi, zkoumání a experimentování. Dále je v dokumentu kladen velký důraz na badatelsky orientované učení (anglicky: Inquiry-based learning).

2.1 Přírodovědné vzdělávání v kontextu mezinárodního testování

2.1.1 PISA (Programme for International Student Assessment)

V roce 1995 se připojila Česká republika do organizace OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), a tím se zavázala plnit jednotlivé cíle této organizace. Také řešit

¹ Šetření bylo realizováno formou asociovaných spontánních otázek žáků na 2. stupni základních škol v ČR.

² Podkladová studie pro revize RVP od NÚV (Rokos a Holec, 2019)

společné otázky a problémy, které se týkají vzdělávání, ekonomiky, životního prostředí, sociální politiky atd.

V rámci OECD vznikl program PISA, který testuje schopnost 15letých žáků využívat své znalosti a dovednosti v oblasti čtení, matematiky a přírodních věd k řešení výzev v reálném životě. Mezinárodní šetření PISA se koná jednou za tři roky. Poslední šetření bylo v roce 2018 a zúčastnilo se jej 10 miliónů studentů ze zemí OECD. Další šetření je posunuto z důvodu pandemie³ viru SARS-CoV-2 na rok 2022 (OECD, 2021).

Pro potřeby testování jsou vymezeny určité druhy gramotností – přírodovědná, matematická, čtenářská. Šetření v roce 2022 se rozroste o testování finanční gramotnosti, kreativního myšlení a využívání ICT (Information and Communication Technology). Šetření PISA dále obsahuje metodiku a rámec tzv. Questionnaire (dotazování). V šetření jsou také sledovány postoje žáků. (OECD, 2021).

2.1.2 TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study)

Mezinárodní šetření TIMSS je realizováno pod hlavičkou IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Česká republika je členem IEA. Šetření TIMSS se zaměřuje na testování 10letých a 14letých žáků⁴. Testování se opakuje po čtyřech letech. Projekt je zaměřen na zjišťování úrovně znalostí z matematiky a přírodovědných předmětů (TIMSS, 2018 a ČŠI, 2020)

V konceptu šetření TIMSS nenalezneme pojem přírodovědná gramotnost, jako je tomu v projektu PISA. Je to z důvodu, že projekt TIMSS vychází z vymezení dovedností a vědomostí z obsahů národních kurikulárních dokumentů. V testování je také zahrnuto dotazníkové šetření z různých oblastí, na které odpovídají ředitelé, učitelé, rodiče a žáci (ČŠI, 2020).

2.1.3 Cíle a význam mezinárodního testování

Výsledná a analyzovaná zjištění z šetření PISA slouží institucím jednotlivých států, které se zabývají vzdělávací politikou a navrhují její změny, k určování slabých a silných míst v jejich vzdělávacích systémech (ČŠI, 2015).

Údaje zjištěné v mezinárodním šetření TIMSS, by měly sloužit ke komplexnímu náhledu zúčastněných států na úroveň vzdělávání žáků v testovaných oblastech – matematika,

³ V roce 2020 propukla pandemie viru SARS-CoV-2 (WHO, 2020).

⁴ Od roku 2023 by se šetření TIMSS mělo rozšířit i na 14leté žáky v ČR, dosud byli testováni jen 10letí žáci (ČŠI, 2020).

přírodovědné obory. Výsledky této studie bývají mnoha zeměmi využívány jako podklady k zlepšování úrovně výuky ve sledovaných oblastech a k úpravě vzdělávacích obsahů či jiných aspektů výuky (ČŠI, 2020).

2.2 Přírodovědná gramotnost

Od 50. let 20. století se pojem přírodovědná gramotnost (anglicky: scientific literacy, zkráceně PŘG) začíná objevovat v odborné literatuře ve světě. K jeho prudkému rozšíření dochází díky mezinárodnímu testování PISA, kde je koncept přírodovědné gramotnosti zakotven a je jeho součástí (Janoušková, Žák & Rusek, 2019).

Pojem přírodovědná gramotnost prošel v čase určitým formulačním vývojem. Základním jednoduchým vymezením od počátku používání konceptu PŘG je získávání dovedností, znalostí a hodnot v přírodovědných a technických oborech. PŘG se stala důležitým cílem v přírodovědném vzdělávání. PŘG byla vymezována pro různé účely využití (Janoušková, Žák & Rusek, 2019). Například v roce 1995 uvádí Shamos tyto tři účely PŘG:

- *kulturní PŘG*

Porozumění všedním informacím z medií, toto porozumění je vystavěno na znalosti přírodovědných konceptů.

- *funkční PŘG*

Pochopit běžná přírodovědná fakta v různých souvisejících situacích a aplikovat na tyto situace znalosti přírodovědných konceptů.

- *skutečnou PŘG*

Představuje nejen pochopení přírodovědných konceptů, ale také porozumění jejich vzniku.

Jak uvádí Janoušková, Žák a Rusek (2019, s. 96): „*Tento způsob vymezení není z hlediska nastavení národních kurikul příliš praktický. V národních kurikulech má totiž přírodovědná gramotnost zpravidla podobu jádra, resp. cílů přírodovědného vzdělávání (viz např. Dillon, 2009) a do cílového zaměření se různé účely promítají jen s obtížemi.*“

Definice PŘG, kterou stanovila OECD a pracuje s ní šetření PISA, nebyla odborníky přijata jako jediná možná (Janoušková, Žák & Rusek, 2019). Pod vlivem šetření PISA přejímají státy koncept PŘG do svých kurikulárních dokumentů.

2.2.1 Vymezení přírodovědné gramotnosti v České republice

Pod vlivem výsledků šetření PISA ve 21. století dochází i v České republice ke snahám o vymezení přírodovědné gramotnosti a její zakomponování do národních kurikulárních

dokumentů. Vymezení neprobíhalo pouhým převzetím definic z šetření PISA, ale bylo dbáno na to, aby formulace daných pojmů respektovaly národní specifika (Faltýn et al., 2010). V České republice vznikly publikace vymezující PŘG a její propojení do národního vzdělávacího programu. Jsou to publikace od Výzkumného ústavu pedagogického a České školní inspekce (dále jen ČŠI) (Janoušková, Žák & Rusek, 2019).

Podle analýzy a komparace dokumentů⁵, provedené autory Janouškovou, Žákem a Ruskem, není v dokumentu RVP ZV přímo vymezena PŘG a tento termín není ani použit. Ale je faktem, že i bez přímého vymezení PŘG je v RVP ZV mnoho dílčích prvků, které PŘG na školách rozvíjejí pomocí přírodovědného vzdělávání. Jak dále tito autoři uvádějí v dokumentech *Gramotnosti ve vzdělávání – příručka pro učitele* (Faltýn et al., 2010) a *Metodika pro hodnocení přírodovědné gramotnosti* (ČŠI, 2015), panuje ve vymezení pojmů PŘG značná shoda a mají velký průnik (Janoušková, Žák & Rusek, 2019).

Pro teoretická východiska této diplomové práce byla vybrána definice PŘG:

„Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností (Frýzková & Palečková, 2007, s. 7).“

Přírodovědná gramotnost a její obsahové celky shrnuté podle Janouškové, Žáka a Ruska:

1. *Znalost a používání přírodovědných pojmů.*
2. *Znalost a používání metod přírodních věd.*
3. *Reflexe vědecké práce.*
4. *Širší kontext přírodovědného poznání.*

2.2.2 Dovednosti a znalosti nutné pro získání přírodovědné gramotnosti

Aby se člověk stal přírodovědně gramotným, je zapotřebí získat určité dovednosti a znalosti. Tyto dovednosti a znalosti vymezila ve svém dokumentu ČŠI (2017).

A. Dovednosti

⁵ Gramotnosti ve vzdělávání – příručka pro učitele (Faltýn et al., 2010), Rámcový vzdělávací program (RVP, 2017), Metodika pro hodnocení přírodovědné gramotnosti (ČŠI, 2015), OECD (2016)

Přírodovědně gramotný člověk je definován podle ČŠI (2017, s. 7) jako: „*Schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí mít následující dovednosti:*

- 1. *Vysvětlovat jevy vědecky*
- 2. *Vyhodnocovat a navrhovat přírodovědný výzkum*
- 3. *Vědecky interpretovat data a důkazy*“

Podrobně vymezené dovednosti ze tří hlavních oblastí jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Přírodovědné dovednosti (zdroj: ČŠI, 2017)

1 Vysvětlovat jevy vědecky	
<i>Rozpoznat, vybrat a vyhodnotit vysvětlení pro řadu přírodních jevů a technologických procesů vyžaduje schopnost:</i>	<i>Vybavit si příslušné přírodovědné poznatky a použít je.</i>
	<i>Vybírat, používat a vytvářet názorné modely a způsoby zobrazení.</i>
	<i>Vytvářet a zdůvodňovat vhodnou předpověď.</i>
	<i>Nabídnout vysvětlující hypotézu.</i>
	<i>Vysvětlit možné dopady přírodovědného poznání na společnost.</i>
2 Vyhodnocovat a navrhovat přírodovědecký výzkum	
<i>Popsat a zhodnotit přírodovědné bádání a navrhnout způsoby řešení vědeckých otázek vyžaduje schopnost:</i>	<i>Vymezit oblast výzkumu v dané přírodovědné studii.</i>
	<i>Rozlišovat věci, které lze vědecky zkoumat.</i>
	<i>Navrhnout způsob vědeckého zkoumání dané otázky.</i>

	<i>Vyhodnotit způsoby vědeckého zkoumání dané otázky.</i>
	<i>Popsat a zhodnotit všechny způsoby, kterými vědci zajišťují spolehlivost dat, objektivitu a obecnou platnost vysvětlení.</i>
3 Vědecky interpretovat data a důkazy	
<i>Analyzovat i vyhodnocovat vědecká data, tvrzení i argumenty různými způsoby a vyvodit odpovídající závěry vyžaduje schopnost:</i>	<i>Převádět data z jednoho formátu do jiného.</i>
	<i>Analyzovat a interpretovat data a vyvozovat odpovídající závěry.</i>
	<i>Rozpoznat domněnky, důkazy a fakta v přírodovědeckých textech.</i>
	<i>Rozlišovat argumenty založené na vědeckých faktech a teoriích od argumentů založených na jiných základech.</i>
	<i>Vyhodnocovat vědecké argumenty a fakta z různých zdrojů (např. noviny, internet, časopisy).</i>

B. Znalosti

Neméně důležité jsou znalosti, které jsou spjaté s dovednostmi a jsou nutné k dosažení přírodovědné gramotnosti člověka. ČŠI rozlišuje tyto znalosti na obsahové, procedurální a epistemické.

- a) Obsahové znalosti jsou výběr poznatků z fyziky, chemie, zeměpisu a biologie, například: struktura a funkce buňky, potravní řetězce, význam ekosystémů, atd. (ČŠI, 2017).
- b) Procedurální znalosti jsou spjaté s vědeckými postupy a ověřováním hypotéz. Je to znalost například vyhodnocování, reflexe, vhodných metod pro výzkum, rozpoznat výzkumný problém, navrhnout výzkumnou otázku, vyvozovat závěry (ČŠI, 2017).
- c) Znalostí epistemickou se rozumí používat koncepty vědeckého bádání a rozeznávat jeho součásti. Dále pochopit důvody vědeckého bádání (ČŠI, 2017).

C. Postoje

Jedním z aspektů PŘG jsou postoje člověka k přírodě, vědě a technice. PŘG charakterizuje tři základní oblasti postojů – zájem o vědu a techniku, vědecký přístup k problému, povědomí o životním prostředí. Každý tento postoj je v publikaci ČŠI ještě více konkretizován a vymezen (ČŠI, 2017).

Rozvíjení postojů je důležitým cílem v přírodovědném vzdělávání. Postoje ovlivňují pozitivně či negativně vztah k získávání dovedností a znalostí, které vedou k přírodovědné gramotnosti.

2.3 Vymezení rozvoje přírodovědného vzdělání v RVP ZV

Důležitost přírodovědného vzdělání v ČR se odráží v základních kurikulárních dokumentech. Určující je Národní vzdělávací program (NVP), který vymezuje obecné koncepty, strategie, východiska, principy, myšlenky a cíle vzdělávání. Na NVP navazují jednotlivé Rámcové vzdělávací programy (RVP) (Pavlasová, 2013). V RVP se propojují jednotlivé obsahy vzdělávacích oborů s klíčovými kompetencemi, jejichž rozvíjení je v dnešní době považováno za jeden z důležitých cílů vzdělávání. RVP dále uvádí předpokládané učivo probírané v daných etapách vzdělávání (pro diplomovou práci je stěžejní Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, RVP ZV), ale také očekávané výstupy žáků (RVP ZV, 2017).

Další úroveň je ŠVP (Školní vzdělávací program), který je vytvářen danou školou podle příslušného RVP. ŠVP obsahuje charakteristiku školy, učební plán, hodnocení žáků, atd. ŠVP dále udává hodinové dotace v jednotlivých předmětech v ročnících a také konkretizuje učební osnovy, které jsou dále rozváděny do jednotlivých témat v rámci předmětů a jsou stanoveny přibližné časové termíny, kdy se budou během roku témata probírat. Tyto konkretizace a přibližná časová vymezení témat stanovuje učitel v tzv. tematickém plánu (Pavlasová, 2013).

Přírodovědná gramotnost není jako pojem v RVP ZV (Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání) explicitně uvedena, jak ale uvádějí Janoušková, Žák a Rusek (2019),

konceptně je tomu naopak a je v RVP ZV rozvíjena. Tito autoři také navrhuji implementovat pojem PŘG do národních kurikulárních dokumentů, a to z důvodu nejenom formálního, ale i praktického. Například je to souvislost PŘG se čtenářskou gramotností, a to hlavně v oblasti kritického vyhodnocování a zacházení s informacemi z medií a jiných informačních zdrojů (Janoušková, Žák & Rusek, 2019). Pro zajímavost můžeme uvést Slovensko, kde již byl pojem PŘG do národních vzdělávacích dokumentů zaveden (Maršák, 2011).

Rozvoj přírodovědného vzdělání v RVP ZV je primárně zakomponován do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Tato oblast rozvíjí a zprostředkovává znalosti, dovednosti a porozumění přírodních faktů a jejich zákonitostí (RVP ZV, 2017). Vzdělávací oblast Člověk a příroda v RVP ZV (2017, s. 63-64) vymezuje tyto cíle:

„Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

- *zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování*
- *potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, které mají vliv i na ochranu zdraví, životů, životního prostředí a majetku, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi*
- *způsobu myšlení, který vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech nezávislejšími způsoby*
- *posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů*
- *zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí*
- *porozumění souvislostí mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí*
- *uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy*
- *utváření dovedností vhodně se chovat při kontaktu s objekty či situacemi potenciálně či aktuálně ohrožujícími životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí lidí“*

Vzdělávací obsah je strukturován do *vzdělávacích oborů* Fyziky, Chemie, Zeměpisu a Přírodopisu. V každém vzdělávacím oboru jsou uvedeny tematické okruhy. Například v přírodopisu jsou to *tematické okruhy*: obecná biologie a genetika, biologie hub, biologie rostlin, biologie živočichů, biologie člověka, neživá příroda, základy ekologie, praktické poznávání přírody. Tematické okruhy vymezují základní učivo a také obsahují předpokládané výstupy žáků. Příklady některých očekávaných výstupů žáků (RVP ZV,2017):

1. *P-9-1-01 Žák rozliší základní projevy a podmínky života, orientuje se v daném přehledu vývoje organismů.*
2. *P-9-1-06 Žák uvede příklady dědičnosti v praktickém životě a příklady vlivu prostředí na utváření organismů*
3. *P-9-1-07 Žák uvede na příkladech z běžného života význam virů a bakterií v přírodě i pro člověka*
4. *P-9-2-01 Žák rozpozná naše nejznámější jedlé a jedovaté houby s plodnicemi a porovná je podle charakteristických znaků.*
5. *P-9-3-02 Žák porovná vnější a vnitřní stavbu jednotlivých orgánů a uvede praktické příklady jejich funkcí a vztahů v rostlině jako celku.*
6. *P-9-4-04 Žák zhodnotí význam živočichů v přírodě i pro člověka; uplatňuje zásady bezpečného chování ve styku se živočichy.*
7. *P-9-5-01 Žák určí polohu a objasní stavbu a funkci orgánů a orgánových soustav lidského těla, vysvětlí jejich vztahy.*
8. *P-9-6-04 Žák porovná význam půdotvorných činitelů pro vznik půdy, rozlišuje hlavní půdní typy a půdní druhy v přírodě.*
9. *P-9-07-04 Žák uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí a příklady narušení rovnováhy ekosystému.*
10. *P-9-8-02 Žák aplikuje praktické metody poznávání přírody.*

2.3.1 Standardy pro základní vzdělávání

Konkrétní požadavky na vzdělávání tzv. *Standardy pro základní vzdělávání* vycházejí z očekávaných výstupů vzdělávacích oborů, které jsou uvedeny v RVP ZV.

Standardy jsou vypracovány pro všechny vzdělávací obory v RVP ZV, ale jen u oborů Matematika a její aplikace, Český jazyk a literatura a Cizí jazyk (Anglický jazyk, Německý jazyk a Francouzský jazyk) jsou závazné a školy mají povinnost je implementovat do školních

vzdělávacích programů (ŠVP). Standardy pro ostatní vzdělávací obory a doplňující jazykové standardy nejsou závazné, ale pouze doporučené.

Očekávané výstupy jsou ve standardech pomocí ukazatelů (indikátorů) upřesněny a doplněny o ukázky názorných úloh. Dále výstupy vymezují předpokládané dovednosti využívat osvojené učivo na konci 3., 5. a 9. ročníku. (Metodický portál RVP, 2020)

Jak uvádí Metodický portál RVP (2020): „*Smyslem standardů je účinně napomáhat především školám a učitelům při naplňování cílů vzdělávání stanovených v RVP ZV.*“

Také Metodický portál RVP (2020) definuje indikátory:

„*Indikátory stanovují minimální úroveň jejich zvládnutí, kterou je třeba dosahovat se všemi žáky na konci 5. ročníku a 9. ročníku.*“

Podle MŠMT mají *Standardy pro základní vzdělávání* přínos, který se odráží ve zkvalitnění vzdělávání, nastavení minimální úrovně a jako podklad pro tvorbu testovacích otázek.

Do standardů pro ostatní vzdělávací obory také patří Přírodopis, který je jedním ze stěžejních oborů v přírodovědném vzdělávání. V dokumentu *Standardy základního vzdělávání – Přírodopis* (2013) jsou uvedeny očekávané výstupy z RVP ZV a jejich konkretizující indikátory. Jsou zde také uvedeny ilustrativní úlohy.

Konkrétně uvádíme dva příklady očekávaných výstupů a konkretizujících indikátorů:

11. P-9-1-01 Žák rozliší základní projevy a podmínky života, orientuje se v daném přehledu vývoje organismů.

1. Žák rozliší získávání energie pro život výživou soběstačnou (autotrofní) a výživou nesoběstačnou (heterotrofní) a uvede příklady.
2. Žák rozliší uvolňování energie pro život za využití kyslíku (buněčné dýchání – aerobně) a za nepřístupu kyslíku (anaerobně).
3. Žák rozliší pojmy růst a vývoj (individuální).
4. Žák uvede příklady různých projevů reakce organismů na vnější podněty.
5. Žák vysvětlí význam abiotických podmínek života (slunečního záření, vzduchu, vody a minerálních látek).
6. Žák objasní význam biotických podmínek života (vztahů mezi organismy).

7. Žák uvede příklady přizpůsobení organismů k prostředí jako podmínky vývoje rozmanitosti života na Zemi (biodiverzity).

12. P-9-07-04 Žák uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí a příklady narušení rovnováhy ekosystému.

1. Žák posoudí, které lidské činnosti životní prostředí ohrožují a které přispívají k jeho zlepšování.

2. Žák uvede příklady narušení rovnováhy ekosystému.

3. Žák navrhne aktivity, kterými je možné stav životního prostředí zlepšovat.

4. Žák vyhledá a popíše činitele ovlivňující životní prostředí v místě bydliště a blízkém okolí.

2.4 Propojenost cílů přírodovědné gramotnosti a cílů přírodovědného vzdělávání v ČR

Po zmapování cílů přírodovědné gramotnosti podle ČŠI a cílů v přírodovědném vzdělávání, které je vymezeno v základních kurikulárních dokumentech (NVP, RVP ZV, Standardy pro základní vzdělávání) je patrné, že spolu velice korespondují. Jak uvádí autoři Janoušková, Žák a Rusek (2019, s. 102): „*Přestože tedy formálně RVP ZV (2017) s pojmem PŘG nepracuje, věcně je tomu naopak; v některých směrech je zde pojem PŘG rozpracován dokonce podrobněji než v ostatních analyzovaných dokumentech*“⁶

Cíle přírodovědného vzdělání v RVP ZV – vzdělávací oblast Člověk a příroda mají podobu výčtu dovedností, které směřují k rozvoji klíčových kompetencí žáků. Tyto dovednosti jsou ještě více konkretizovány v očekávaných výstupech žáků, které jsou uvedeny v každém tematickém okruhu. Na očekávané výstupy navazují doporučené Standardy pro základní vzdělání – Přírodopis, které ještě více výstupy prohlubují pomocí indikátorů (RVP ZV, 2017).

Cíle přírodovědné gramotnosti, které jsou zmapovány podle ČŠI (2017), jsou vymezeny podrobně v podobě dovedností, znalostí (obsahová, procedurální, epistemická) a postojů. Tyto tři důležité aspekty jsou navzájem propojeny. Také jejich přehledné a konkrétní vymezení je účelné pro mezinárodní testování PISA a TIMMS, které sleduje úroveň těchto aspektů v rámci států OECD (ČŠI, 2017).

⁶ Dokumenty: ČŠI (2015), Faltýn et al. (2010), RVP (2017), OECD (2016)

2.5 Výsledky českých žáků v šetřeních zaměřených na přírodovědnou gramotnost

Podle analýzy provedené ČŠI (2019, s. 9): „*Výsledek českých žáků v přírodovědné gramotnosti v šetření PISA 2018 je statisticky významně nad průměrem zemí OECD. Dlouhodobý vývoj výsledků českých žáků v přírodovědné gramotnosti lze popsat jako plochý vytrvale klesající trend. Pokles výsledku mezi roky 2006 a 2009 byl způsoben především úbytkem vynikajících žáků, v druhém období poklesu mezi roky 2012 a 2015 se zvýšil podíl horších žáků. Podíl žáků v nejnižší gramotnostní úrovni je přibližně 18 %.*“

V rámci testování přírodovědné gramotnosti v mezinárodním šetření PISA 2015 byla sledována oblast používaných výukových metod v přírodovědných hodinách. Bylo sestaveno několik PISA indexů, které vypovídají o zastoupení různých metod ve výuce. Pro naši práci je zajímavý *index badatelsky orientovaného učení*⁷ v přírodovědných hodinách, který vypovídá o zastoupení metod, ve kterých hrají žáci aktivní roli. Podle ČŠI (2018) jen 10 % českých žáků zastoupených v testování PISA 2015 uvedlo, že provádí praktické úlohy a navrhuje samo jejich řešení. 63 % českých žáků uvedla, že nikdy nenavrhuje své vlastní pokusy. Další zjištění je ještě zajímavější. Podle srovnání přírodovědných výsledků žáků se zjistilo, že žáci, kteří v hodinách přírodopisu často využívají jednotlivé složky indexu badatelsky orientovaného učení, dosahují podprůměrného skóre než žáci, kteří jsou vedeni v klasické výuce⁸.

ČŠI (2018) konstatuje to, že využívání badatelských aktivit ve výuce nemusí souviset s podprůměrným skórem výsledků. Tento vztah může souviset s celou řadou jiných faktorů a ČŠI (2018) vyzývá k opatrnosti při interpretaci.

V roce 2019 proběhlo v ČR mezinárodní testování TIMSS u žáků 4. ročníků základních škol. Výsledek⁹ českých žáků v přírodovědě je vyhodnocen jako nadprůměrný. Jeho hodnota je 534 bodů a je vyšší než průměr zemí EU 521 bodů. Dále výsledky poukazují na mírné zhoršení dovednosti žáků prokazovat a používat znalosti živé i neživé přírody. Z šetření můžeme poukázat na významné zlepšení v uvažování žáků o přírodních konceptech. Dále bylo zjištěno,

⁷ Index v sobě zahrnuje nejen metody využívané v procesu bádání (experimentování, pozorování, interpretace dat, tvorba hypotéz, atd.), ale i zapojení žáků do výuky, kdy žáci sami navrhují a řeší problémové situace (ČŠI, 2018)

⁸ Výuka, kdy učitel aplikuje poznatky na řadu jevů a vysvětluje úlohu poznatků v našem životě, žák je zde spíše pasivním příjemcem informací (ČŠI, 2018)

⁹ Výsledek TIMSS 2018 je porovnáván s výsledkem z roku 2015 (ČŠI, 2020).

že ČR je na chvostu zemí EU s nejnižší podporou badatelských aktivit ze strany učitele v hodinách přírodovědy (ČŠI, 2020).

2.6 Vliv přírodovědného nadání v procesu přírodovědného vzdělávání

Jedním z důležitých aspektů souvisejícím s přírodovědným vzděláváním je přírodovědné nadání. Takzvaná biofilie neboli přírodovědná inteligence, kterou popsal Howard Gardner v roce 1996, má vliv na pozitivní vztah člověka k živé i neživé přírodě a také ovlivňuje potřebu být v kontaktu s přírodou (Havigerová, 2011). Pokud není tato predispozice od útlého mládí rozvíjena, vede k úpadku lidského vztahu k přírodě (Jančaříková, 2009).

Přírodovědná inteligence má souvislost především s přírodovědným poznáváním. Přírodovědně nadaný žák se snadněji učí charakteristické znaky, jména, systém, informace o živočišných, rostlinných či přírodních. Také tento žák má větší zájem o pozorování přírody. Dále snadno rozpoznává vztahy s přírodou a v přírodě (Jančaříková, 2009).

Učitelé by měli pomocí přírodovědného vzdělávání a s ním souvisejících výukových metod plně rozvíjet u všech žáků přírodovědnou inteligenci. Její kladný rozvoj má podíl na růstu přírodovědné gramotnosti (Havigerová, 2011).

2.7 Vědecké myšlení v přírodovědném vzdělávání

Podle Dunbar a Klahr (2012) můžeme vědecké myšlení rozdělit na dva druhy. Prvním je myšlení o obsahu vědy, do kterého patří uvažování o objektech a procesech, jako jsou fyzikální veličiny, vědecké disciplíny, fyzikální, chemické a biologické principy. Druhé vědecké myšlení můžeme charakterizovat jako soubor procesů uvažování, které pronikají do oblasti vědy. Jsou to procesy jako dedukce, indukce, experimentování, kauzalita, tvorba konceptů, předkládání a ověřování hypotéz, diskuze, atd. (Dunbar a Klahr, 2012).

Tyto procesy nejsou jen výsadou vědeckého myšlení, ale jsou přirozenými základními elementy v každodenním uvažování člověka. Již na konci 20. století byla v USA vydána řada doporučení od různých asociací, institucí a protagonistů ve vzdělávání, aby se principy vědeckého myšlení (respektive vědecké myšlení jako dovednost) implementovaly do přírodovědných vzdělávacích programů od preprimárního po terciální vzdělávání (Dunbar a Klahr, 2012).

V 70. letech 20. století se v pedagogické psychologii objevují konstruktivistické teorie, které zpochybnily starší behavioristické. Konstruktivistické teorie nahlíží na proces učení tak, že si jedinec vytváří znalosti, dovednosti a rozvíjí kognitivní struktury zkušenostmi (Riga et al., 2017).

V přírodovědném vzdělávání, které cílí na rozvoj vědeckého myšlení, se ujal přístup konstruktivistický. Skrze aktivní učení žáci rozvíjejí své konstrukce vědeckého myšlení. V přírodovědném konstruktivistickém vzdělávání je většinou cílem vést žáky k rozvoji dovedností a znalostí skrze řízenou výuku, kdy učitel zastává roli průvodce v objevování, než že je jen pouhý předkladatel všech faktů (Riga et al., 2017).

V počátcích implementování těchto nových teorií a přístupů do výuky přírodovědných oborů, se začíná využívat staronové učení založené na dotazech a objevování (anglicky: inquiry-based learning). Toto učení je základním konceptem v nových výukových metodách přírodovědného vzdělávání (Riga et al., 2017).

Jedním z novodobých a do popředí se dostávajících přístupů založeném na učení skrze dotazování a řešení problémů, je badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání, které se zaměřuje na využívání postupů a konceptů vědeckého myšlení v procesu výuky (Dunbar a Klahr, 2012).

3 Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání

Pokud chceme pomocí vědeckých principů řešit problémy, kterým čelí společnost ve 21. století, je potřeba podle Bybee (2013) mít přírodovědně gramotnou společnost. Přírodovědné gramotnosti může být dosaženo například rozvíjejícím se přístupem¹⁰ k učení, který je založen na dotazech, bádání či objevování. A tento přístup přírodovědného vzdělávání se označuje jako *badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání* (anglicky: inquiry-based science education, zkráceně: IBSE). IBSE můžeme doslova přeložit jako přírodovědné vzdělávání na základě vědy.

V odborné literatuře ve světě i v České republice se můžeme setkat s pojmem *badatelsky orientovaná výuka* (zkráceně: BOV) (anglicky: inquiry-based instruction, zkráceně IBI) či *badatelsky orientované vyučování* (anglicky: inquiry-based learning, zkráceně IBL) (Dostál, 2015). Pokud mluvíme o praktické realizaci badatelsky orientovaného přírodovědného vzdělávání ve škole, označujeme jej právě pojmem BOV.

BOV nemusí souviset jen s výukou přírodovědných oborů a můžeme se tak setkat například s badatelsky orientovanou výukou ve vzdělávacím oboru dějepis. V tomto kontextu je proces BOV podobný, ale ne totožný. (dejepis21.cz)

V publikaci *Science Education* (2017), je pojem inquiry chápán jako označení pro proces učení v přírodovědném vzdělávání, kdy jsou studenti vtaženi do stejných druhů činností, postupů a procesů myšlení, jaké používají vědci. Také v tomto procesu studenti využívají své předchozí zkušenosti (prekoncepty) k vytváření svých vlastních dotazů (Riga et al., 2017). V českém jazyce bychom mohli shrnout tento proces do pojmu bádání.

O jasné definování IBSE se zasloužil National Research Council (NRC), který vymezil hlavní rámec v procesu bádání a objevování. Podle NRC (1996) můžeme v bádání nalézt mnoho různých aktivit, jako jsou pozorování, sběr a analýza dat z různých informačních zdrojů, experimentování, používání různých metod pro analýzu a interpretaci dat, navrhování hypotéz a závěrů, reflexe, pokoušení se o vysvětlování jevů a diskutování o zjištěních.

Riga et al. (2017) mapuje tři pojetí pojmu bádání.

1. Bádání ve vědě.

¹⁰ Tento přístup založený na dotazování se, objevování a bádání, se v anglicky psané literatuře označuje jako: inquiry-based approach.

Vědci skrze vědecký výzkum (bádání) studují přírodní svět a navrhuji různá vysvětlení na základě důkazů.

2. Bádání ve výuce.

Žáci jsou vtaženi do procesu výuky, na které se aktivně podílejí. Bádání je proces, ve kterém žáci aktivně rozvíjejí své dovednosti a znalosti skrze porozumění a vědecké myšlení, které využívají vědci při studiu přírody.

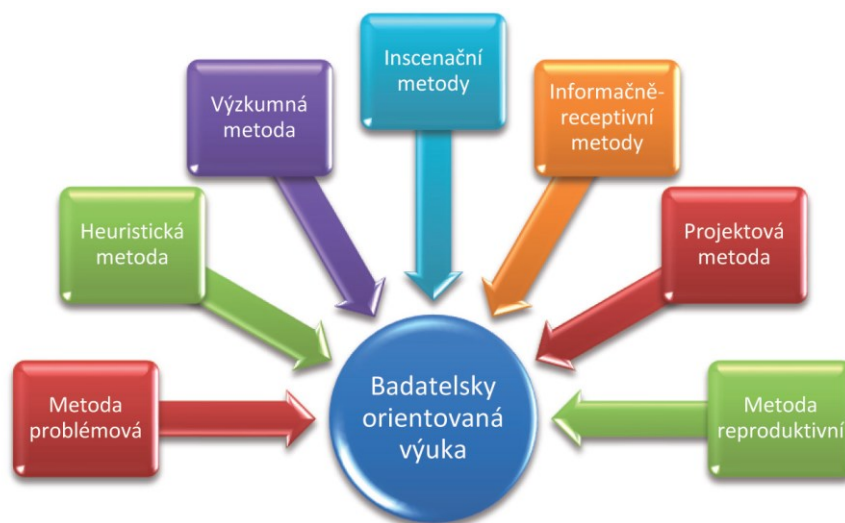
3. Bádání v procesu učení.

Žáci si při bádání pokládají autentické otázky plynoucí z jejich zkušeností a tím rozvíjejí proces učení. Tato strategie učení by měla hrát velkou roli při výuce přírodovědných oborů.

Pojem bádání budeme používat v diplomové práci v pojetí výuky a v procesu učení. Vědecký výzkum se liší v plnění jiných funkcí a sleduje jiné cíle než vzdělávání. (Dostál, 2015)

3.1 Badatelsky orientovaná výuka

BOV není podle Dostála (2015) jen pouhá metoda ve výuce, ale je to soubor prolínajících se aktivizačních vyučovacích metod, které se spojují v komplexní výukový přístup.



Obrázek č. 1: Metody používané v rámci BOV (Dostál, 2015)

Žáci v BOV procházejí čtyřmi úrovněmi bádání. Postupnými kroky se žáci učí vytvářet své vlastní hypotézy, navrhnout řešení, ověřovat a vyvozovat výsledky a formulovat závěry. V těchto krocích rozvíjejí své vědecké myšlení a související dovednosti a znalosti. Těmto krokům říkáme badatelský cyklus. (Riga et al., 2017)

Úrovně bádání, skrze které žák prochází podle Riga et al. (2017):

1. potvrzující bádání

Jedná se o tradiční vedení například laboratorních aktivit, kdy žáci dostávají podrobné pokyny a postupují krok za krokem, aby potvrdili již předem známé závěry.

2. strukturované bádání

Na této úrovni, učitel stanovuje hypotézu, možný postup a pomáhá s výběrem potřebného vybavení. Žáci sami konstruují řešení a dochází k výsledkům.

3. nasměřované bádání

V této úrovni bádání, učitel stanovuje problémovou otázku a žáci sami navrhuji či vybírají metody, skrze které sbírají a analyzují data.

4. otevřené bádání

V této závěrečné úrovni učitel pouze zadává hlavní téma. Žáci poté zcela samostatně tvoří svoji problémovou otázku, na kterou navrhuji řešení a skrze svůj postup docházejí k výsledkům, ze kterých vyvozují závěry.

Badatelský cyklus

Proces bádání je z pedagogického hlediska rozčleněn na menší logicky spojené části, které žáky vedou k rozvíjení vědeckého myšlení. Každá tato část se označuje jako badatelská fáze. Tyto fáze společně tvoří tzv. badatelský cyklus. V odborné literatuře můžeme najít různé fáze i badatelské cykly.

Jeden z velmi používaných badatelských cyklů je *5E learning cycle*¹¹ od Bybee et al. (2006), který představuje 5 fází – zapojení (engagement), zkoumání (exploration), zpracování (explanation), zobecnění (elaboration) a zhodnocení (evaluation).

Studie provedená Pedaste et al. (2015) shrnuje, reorganizuje a analyzuje různé fáze badatelského cyklu různých autorů a vytváří z nich ucelený a provázaný badatelský cyklus. Tento cyklus se skládá z 34 badatelských aktivit, které jsou rozčleněny do 5ti hlavních fází – orientace (orientation), pochopení (conceptualization), vyšetřování (investigation), závěry (conclusion) a diskuze (discussion). Na některé hlavní fáze jsou navázány specifikovanější.

Badatelský cyklus podle Pedaste et al. (2015):

1. Orientace

V této fázi dochází ke stanovení tématu učitelem, žákem nebo prostředím. Dále by mělo dojít k motivaci žáka a k stimulaci jeho zvědavosti. Skrze orientaci v tématu by mělo dojít ke stanovení problému či problémové otázky.

2. Pochopení

¹¹ V češtině označován jako model 5Z (Carpinetti et al., 2015)

V této fázi dochází k procesu pochopení konceptů dané problematiky. Je rozdělena na dvě dílčí fáze dotazování a tvorbu hypotéz. Skrze tyto dílčí fáze jsou stanoveny výzkumné otázky¹² či hypotézy¹³, které je nutno prozkoumat. Pokud je první stanovena výzkumná otázka, tak dochází na jejím základě k formulování hypotéz.

3. Vyšetřování

Charakteristické pro tuto fázi je aktivní řešení výzkumných otázek a hypotéz. Rozlišujeme 3 dílčí fáze a to zkoumání, experimentování, interpretování dat. Žáci zkoumají, navrhnou různé experimenty či řešení podle měnících se podmínek, vytvářejí předpovědi a interpretují výsledky.

4. Závěry

Žáci shrnují a předkládají v této fázi výsledky a ověřují výzkumné otázky či platnost hypotéz.

5. Diskuze

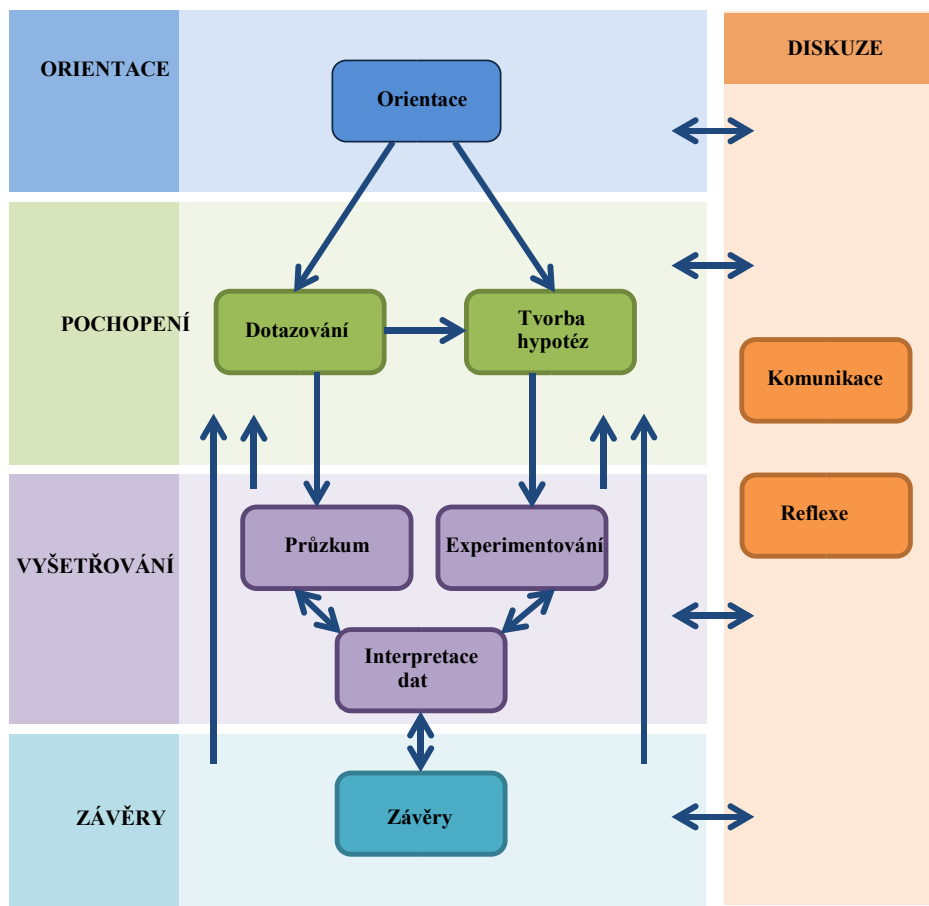
Tato fáze je rozdělena na dílčí fáze komunikace a reflexe. Komunikace je realizována jako externí proces, kde žáci prezentují a sdílejí své závěry s ostatními. Nedílnou součástí je i zpětná vazba a komentáře od ostatních žáků pro prezentujícího. Reflexe je myšlenkový proces odehrávající se v mysli žáka, který reflektuje úspěšnost bádání či navrhuje zlepšení v jeho cyklu bádání. Žák si pokládá například tyto otázky: Co jsem udělal?, Udělal jsem to správně?, Byly jiné možnosti jak to udělat?, atd.

Pedaste et al. (2015) uvádí, že ve fázích badatelského cyklu můžeme najít určitou flexibilitu, kterou nám představují tři cesty možného badatelského cyklu:

- A. Orientace – dotazování – průzkum – interpretace dat – závěr (možnost vrácení se k dotazování, ke každé fázi je možné přidat reflexi a komunikaci)
- B. Orientace – tvorba hypotéz – experimentování – interpretace dat – tvorba hypotéz – experimentování – interpretace dat – závěr (některé fáze se mohou opakovat několikrát, ke každé fázi je možné přidat reflexi a komunikaci)
- C. Orientace – dotazování – tvorba hypotéz – experimentování – interpretace dat – dotazování/tvorba hypotéz – experimentování – závěr (ke každé fázi je možné přidat reflexi a komunikaci)

¹² Výzkumná otázka je výrok, na který hledáme prostřednictvím výzkumných metod odpověď (Olecká a Ivanová, 2010)

¹³ Hypotézy jsou předem zformulované předpoklady, které vycházejí z určitých poznatků. (Olecká a Ivanová, 2010)



Obrázek č. 2: Rámec badatelsky orientované výuky (vztahy jednotlivých fází) (upraveno dle Pedaste et al., 2015)

3.1.1 Role učitele a žáka v badatelsky orientované výuce

Pro úspěšné zavedení BOV v hodinách přírodovědných předmětů je potřeba, aby učitel byl schopen provádět určité klíčové činnosti, které jsou potřebné k rolím, které na sebe musí brát v procesu BOV a které jsou používány v klasické výuce jen sporadicky. Učitel musí být schopen diagnostiky žáků i problémů, motivovat žáky, evokovat v žácích prekoncepty pro proces bádání, provádět experimenty s určitou erudovaností, vést žáky jako průvodce či mentor, mít základní znalosti procesu výzkumu, inovovat své postupy a mnoho dalších základních dovedností pedagogiky (Riga et al., 2017). Správná motivace žáků a správný výběr problémové situace se jeví jako jedny z nejdůležitějších aspektů v začátcích badatelského cyklu, který musí učitel zvládnout propojit (Dostál, 2015).

Dalším klíčovým aspektem pro BOV je role žáka. Žák v pojetí BOV získává nové role, které se neomezují na pouhý pasivní příjem informací, ale žák se stává nově aktivním v procesu výuky. Bere na sebe role spolupracovníka, leadera ve skupině, plánuje své aktivity, vysvětluje

ostatním žákům své poznatky a diskutuje je. Paradoxně přebírá v určitých momentech role, které byly dříve ve výuce vyhrazeny pouze učitelům (Riga et al., 2017).

3.1.2 Další aspekty ovlivňující badatelsky orientovanou výuku

Dobré materiální vybavení a fyzický vzhled učebny přírodovědných oborů je jedním z aspektů pro úspěšnou realizaci BOV. Tak jako vědci pracující v zařízených laboratořích, kde mají pro své experimenty a pozorování potřebné přístroje, nástroje a pomůcky, tak i žáci potřebují vhodné prostředky k realizaci bádání. Žáci k řešení různých badatelských aktivit potřebují mikroskopy, lupy, papíry, knihy, přístup k internetu, počítač, atd. Badatelská výuka nemusí probíhat jen v uzavřené místnosti, ale i na školní zahradě, v parku či jinde v terénu. A je potřeba umožnit žákům využít všechny dostupné nástroje k poznávání okolního světa (Riga et al., 2017).

Nedostatečná časová dotace je jedním z argumentů, který někteří učitelé uvádějí jako překážku pro BOV (Radvanová, Čížková a Martinková, 2018). Argument, že učitelé, pokud by realizovali BOV, by nestihli pokrýt obsah učiva ze svých tematických plánů, nemůže obstát. Tematické plány¹⁴ jsou v ČR plně v režii učitelů respektive škol. Určující pro učitele je ŠVP, podle kterého stanovují své tematické plány. Z těchto skutečností vyplývá, že učitelé přírodovědných předmětů by na BOV měli myslet a implementovat ji při realizaci svých tematických plánů.

3.1.3 Hodnocení žáků v badatelsky orientované výuce

Jak hodnotit žáky v BOV? Na tuto odpověď se zaměřuje mimo jiné Harlen (2013), který uvádí dvě složky hodnocení. První složkou je průběžné hodnocení žáků v procesu bádání, kdy skrze pozorování, dotazování a posuzování žákovských písemných projevů učitelé poskytují žákům zpětnou vazbu. Na základě průběžného hodnocení by učitelé měli lépe rozeznat, kdy jsou žáci schopni přejít k vyšší úrovni bádání nebo posoudit, v jaké fázi bádání se žáci nacházejí či k jaké směřují (Riga et al., 2017). Do tohoto hodnocení Harlen (2013) zařazuje také sebehodnocení žáků a také kdy se žáci hodnotí navzájem.

Druhou složkou je souhrnné hodnocení, které má za cíle zjistit znalosti žáků v určitý moment. Učitelé podle Harlen (2013) posuzují znalosti žáků na základě:

- testů, které obsahují aplikaci znalostí

¹⁴ Tematický plán je organizační schéma, ve kterém učitel sestavuje a uvádí časový plán výuky daného předmětu (Malach, 2003).

- otázek a úkolů, které hodnotí dovednosti vědeckého myšlení
- slovních či písemných žáky odůvodňovaných vysvětlení k různým problémovým situacím
- portfolií prací, které jsou vypracovány za určitou dobu
- pravidelné kontroly pracovních sešitů či elektronických zápisů či příspěvků
- žákovských prezentací v závěrečné fázi badatelské cyklu

Hodnocení by tedy mělo být komplexního charakteru, aby dokázalo pokrýt oblast epistemických, procedurálních i obsahových znalostí, které žáci získávají skrze BOV (Riga et al., 2017)

3.1.4 Efektivita badatelsky orientované výuky

V České republice bylo publikováno několik výzkumů (Ryplová a Reháková, 2011; Lechová, 2014; Škoda a kol., 2015; Zámečnicková, 2016; Vácha a Ditrich, 2016; Rokos, 2017; Radvanová, 2017; Sloupová, 2021) zaměřující se na hodnocení BOV v přírodovědných předmětech. Jak uvádí Sloupová (2021) všechny tyto výzkumy prokázaly určitý pozitivní vliv na kvalitu znalostí získaných v rámci BOV.

Zajímavý je výzkum Lechové (2014), který ukázal srovnatelné výsledky vědomostních testů žáků, kteří prošli BOV a žáků vyučovaných standardně. Dále prokázal pozitivní vliv BOV na fixaci vědomostí. Žáci vyučováni standardně si po 3 měsících pamatovali méně než jejich spolužáci, kteří prošli BOV. Také jedním ze zkoumaných aspektů bylo hodnocení BOV žáky. BOV byla hodnocena velmi pozitivně (Sloupová, 2021).

Výsledky studie Radvanové (2017) prokazují přínos BOV především z hlediska pozitivního rozvoje kognitivních dovedností žáků (Radvanová, 2017).

Rokos (2017) uvádí zjištění, že efektivnější osvojení vědeckých dovedností se projevilo u žáků z nižšího stupně gymnázií a studentu vysokých škol, nikoliv u žáků základních škol.

Sloupová (2021) potvrzuje ve svém výzkumu výsledky Rokos (2017), ze kterých vyplývá, že jedním z aspektů míry efektivity BOV je stupeň vzdělávání. Další zjištění je, že BOV má veliký pozitivní vliv na trvalejší uchování získaných poznatků v paměti žáka a toto zjištění je tedy shodně s Lechová (2014) (Sloupová, 2021).

Ze zahraničních výzkumů, které poukazují na klady BOV uvádí Sloupová (2021) například Chang & Mao (1999), Minner, Lewy, & Century (2010) a Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs (2012).

Tyto výzkumy uvádějí pozitivní vliv při správné aplikaci BOV na rozvoj motivace, kognitivních dovedností, dlouhodobé fixace znalostí, kladných psychických aspektů žáka. Dalším zajímavým zjištěním je největší pozitivní vliv BOV má na žáky na nižším stupni primárního vzdělávání (Sloupová, 2021).

Naopak také nalezneme zahraniční výzkumy, které jsou skeptické k BOV a uvádějí různé negativní aspekty. Podle Sloupové (2021) jsou to Kirschner et al. (2006), Klahr a Nigam (2004) nebo Mayer (2004). Tyto výzkumy tvrdí, že začínající žák bez nutných prekonceptů by neměl hned samostatně objevovat postupy práce a také by měl mít k dispozici jasný návod a postup práce (Sloupová, 2021).

3.1.5 Úlohy v badatelsky orientované výuce

V přírodovědných předmětech můžeme učební úlohy rozdělit obecně na teoretické a praktické (laboratorní či terénní). Úlohy můžeme dále specifikovat a klasifikovat podle různých aspektů a kritérií. Například podle způsobů zaznamenávání řešení, počtu správných řešení, Bloomovy taxonomie vzdělávacích cílů, úrovně zapamatování, úrovně dovedností, způsobu zadávání, způsobu řešení či z hlediska operací k jejich (vy)řešení (Petr, 2014).

Praktické úlohy v přírodovědných předmětech jsou postaveny na práci s přírodním materiálem a mohou být realizovány ve třídě, v laboratoři nebo v terénu, a to pozorováním či experimentem. Ve vyučování jsou tedy zastoupeny určité metody poznávání přírody, které jsou využívány i vědci v biologických vědních disciplínách. Podle Petr (2014) jsou takové metody označovány jako metody přímého studia přírody a jsou jedny ze základních didaktických prostředků ve výuce přírodopisu a biologie. Také dochází při jejich správném použití k naplnění didaktické zásady – názornosti.

Jednoduché experimentální úlohy mají jedinečné místo ve výuce přírodovědných předmětů a mají pozitivní vliv na motivaci žáků. Především řešení úloh, které jsou spjatá s problémy všedního života, mají silně motivační a vzdělávací efekt (Petr, 2014).

Upravením těchto praktických úloh podle zásad badatelského cyklu a začleněním je do badatelského konceptu získáme nástroje pro BOV. Badatelsky orientované úlohy jsou alfou a omegou BOV. Pokud nejsou správně konstruovány a využívány učiteli, může se ve výuce stát, že se nepodaří splnit výukové cíle. To například nastane, pokud se vypracované řešení žáka stane součástí hodnocení jeho výkonu (Petr, 2014).

4 Tvorba badatelsky orientovaných úloh

Ačkoli je dostupná celá řada laboratorních úloh zaměřených na témata přírodopisu, často tyto úlohy nespĺňují principy badatelsky orientovaného vyučování. S ohledem na možnost rozvoje vybraných aspektů vědeckého myšlení žáků byly sestaveny čtyři úlohy respektující principy badatelsky orientovaného vyučování na úrovni strukturovaného bádání (Riga et al., 2017). Každá z úloh je sestavena z částí sledujících jednotlivé fáze badatelského cyklu (Pedaste et al., 2015):

- Orientace

V této fázi dochází ke stanovení tématu učitelem a ke snaze motivovat žáky skrze různé aktivizační metody¹⁵. Například navodit badatelskou atmosféru fiktivním příběhem o vyšetřování loupeže, textem o významu květu, diskuzí na dané téma či probudit v nich zvědavost ukázkou pomůcek potřebných k provedení úlohy. Skrze orientaci žáků v tématu dochází k určení problému či problémové otázky.

- Pochopení a Vyšetřování¹⁶

V úvodu těchto fází dochází k pochopení daného problému a skrze uvedený postup experimentu či srovnávací analýzy se žáci pokoušejí formulovat výzkumnou otázku (dále jen VO) a pokouší se ji zdůvodnit. Následuje reflexe žákovských pokusů o formulaci a stanovuje se společná správně formulovaná VO učitelem. Následuje aktivní řešení dle VO a uvedeného postupu provedení. Žáci experimentují, pozorují, srovnávají vzorky, zkoumají, interpretují data a uvádějí výsledky.

- Závěry a Diskuze¹⁷

Žáci v této části odpovídají na společně stanovenou VO a poté na dílčí otázky, které jsou rozpracovány v pracovním listě v kapitole nazvané *Závěry*. Další částí je komunikace, kdy každý žák své závěry prezentuje a následuje odhalení správných závěrů učitelem. Například odhalení vzorků vláken či určení rostlin dle květů. Nedílnou součástí je zpětná vazba. Na tuto část navazuje reflexe, kdy v rámci diskuze se žáci zamýšlí nad svým řešením a podávají návrhy na zlepšení řešení či jiných aspektů úlohy.

¹⁵ Metody ve vyučování, které mají za cíl žáka vtáhnout do procesu vyučování. Například jsou to práce s textem, diskuze a diskuzní metody, práce s videem, didaktické hry, skládkové učení atd. (Nováková, 2014)

¹⁶ V navržených úlohách jsou tyto fáze úzce propojeny a odrážejí úroveň strukturovaného bádání, a proto jsou sloučeny.

¹⁷ V navržených úlohách jsou tyto fáze úzce propojeny a odrážejí úroveň strukturovaného bádání, a proto jsou sloučeny.

Úlohy byly sestaveny tak, aby z obsahového hlediska korespondovaly s výstupy ŠVP ZŠ Davle¹⁸ v 6. a 7. ročnících v předmětu přírodopis.

Úlohy byly navrženy z hlediska časové náročnosti na dvě vyučovací hodiny.

Dvě úlohy jsou ve formě experimentů a zbylé dvě byly koncipovány jako úlohy cílící na pozorování. Konkrétně byly navrženy úlohy:

- experimentální úlohy
 1. Kvasinky
 2. Osmotické jevy v rostlinné buňce
- úlohy zaměřené na pozorování
 3. Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken
 4. Květ symbol reprodukce

Všechny úlohy byly zpracovány do podoby strukturovaných pracovních listů. Pracovní listy jsou obsaženy v příloze č. 1.

Konkrétní charakteristiky jednotlivých fází navržených úloh jsou uvedeny níže.

4.1 Kvasinky

Námět pro tuto úlohu vychází z publikace Petr (2014) *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu: inspirace pro badatelsky orientované vyučování*.

Úloha je experimentálního charakteru a je navržena tak, aby cílila na rozvoj dovedností vědeckého myšlení potažmo přírodovědné gramotnosti. V úloze se pracuje s badatelskými aspekty, například stanovení výzkumného problému, formulace VO, řešení dle navrženého postupu, shrnutí výsledků, vyvozování závěru a interpretace dat. Žáci v úloze pozorují, zapisují, experimentují, porovnávají jednotlivé vzorky, vyvozují závěry atd.

Kvasinky jsou vhodným modelovým organismem pro žáky ZŠ i SŠ pro pozorování pod mikroskopem a sledování závislosti množení kvasinek na různých životních podmínkách. Jsou to jednobuněčné, heterotrofní mikroorganismy rozmnožující se pučením i pohlavním rozmnožováním. Jejich schopnost fermentace cukrů na etylalkohol a oxid uhličitý se využívá v potravinářském průmyslu (Petr, 2014).

¹⁸ Školní vzdělávací plán pro základní vzdělávání – „Učíme se pro život“ platný od 1. 9. 2019 na ZŠ Davle

- **Orientace**

V úvodu je všem žákům rozdán strukturovaný pracovní list – *Kvasinky*. Žáci jsou rozděleni do dvojic. Pokud je žáků lichý počet, vznikne jedna trojice.

V této části dochází k zjištění prekonceptů skrze krátkou evokační metodu brainwriting¹⁹. Při této metodě učitel zvolí termín kvasinky a napíše jej na tabuli. Žáci si své asociace zapisují do svého pracovního listu. Po určitém časovém intervalu učitel vyzve žáky k prezentaci svých asociací nahlas a učitel je zapisuje na tabuli. Učitel spolu s žáky prochází napsané pojmy a podtrhávají se související pojmy s tématem kvasinky a zařazují se společně do kontextu. Dále probíhá rozvíjení tématu skrze řízenou diskuzi.

Žákům jsou prezentovány pomůcky pro tvorbu experimentu – zkumavky, kádinky, cukr, droždí, teplá a studená voda (rychlou konvice), skleněná tyčka. Zde by mělo dojít k motivaci žáků a k položení otázky – *Co bychom mohli u kvasinek zkoumat na základě předložených pomůcek*. Dále by mělo dojít k pokusu o formulaci výzkumného problému. Žáci si své návrhy zapisují do pracovního listu. Proběhne rychlá reflexe žákovských nápadů.

Navržená časová dotace v této části: 25 minut.

- **Pochopení a Vyšetřování**

Dochází ke stanovení problémového tématu – *Makroskopické pozorování kvasinek a jejich životních projevů*.

V prvním bodě si mají žáci přečíst níže uvedený postup a pokusit se vyjádřit VO. Učitel zde nechá časový prostor pro žákovské návrhy a snaží se žáky posouvat správným směrem. Po určitém čase učitel zapisuje žákovské snahy o formulaci VO na tabuli a snaží se společně s žáky stanovit výzkumnou otázku. Po stanovení dvou VO a výběru jedné z nich si žáci znovu přečtou pozorně postup a pokusí se nastínit možnosti řešení, úskalí postupu či jejich názory na postup. Žáci jsou informováni o dvojitěm provedení daného experimentu.

V další části žáci provádějí experiment podle postupu. Učitel hraje roli rádce a snaží se vstupovat do procesu experimentování jen zřídka. Žáci mají v pracovním listě zapisovat svá pozorování a také pokud nastanou nějaké komplikace při experimentování.

Navržená časová dotace v této části: 40 minut.

¹⁹ Evokační metoda (Virdyna, 2016)

- **Závěry a Diskuze**

V této fázi žáci shrnují své výsledky do jednoduchých bodů. Následně se pokoušejí odpovědět na VO. V těchto bodech jim učitel poskytne dostatečný prostor pro formulaci a utřebením myšlenek. Také se žáci pokusí odpovědět na poslední bod pracovního listu a to na shrnující otázku – *Na základě svých zjištění uveďte dvě podmínky, které potřebují kvasinky k růstu a rozmnožování.* Následně by mělo dojít k reflexi jednotlivých zjištění a diskuzi. Pokud zbyde čas, mohou žáci sestavit myšlenkovou mapu na téma kvasinky.

Navržená časová dotace v této části: 25 minut

4.2 Osmotické jevy v rostlinné buňce

Námět pro tuto úlohu vychází z ELUC (Elektronická učebnice) – sekce biologie. Tato učebnice vznikla jako podpora výuky v Olomouckém kraji (<https://eluc.kr-olomoucky.cz/>, 2021).

Úloha je experimentální povahy a je navržena podobně jako úloha uvedena výše. Cílem úlohy je rozvoj určitých vědeckých dovedností a to stanovení výzkumného problému, formulace VO, řešení dle navrženého postupu, shrnutí výsledků, vyvozování závěru a interpretace dat. Žáci v úloze pozorují, zapisují, zakreslují, experimentují, porovnávají jednotlivé vzorky, vyvozují závěry atd.

Osmotické jevy (pojmy: osmóza, plazmolýza, plazmoptýza, izotonické, hypertonické a hypotonické prostředí) jsou nedílnou součástí obsahů přírodovědných předmětů na ZŠ i SŠ.

- **Orientace**

Žákům je rozdán strukturovaný pracovní list – *Osmotické jevy v rostlinné buňce*. Žáci jsou rozděleni do dvojic, pokud zbyde lichý žák, může pracovat ve trojici či sám.

V úvodu jsou žáci seznámeni s pomůckami, které jsou potřebné pro daný experiment. Mají k dispozici určitý časový interval, kdy si mají předložené pomůcky prohlédnout a navrhnout na jejich základě, co by mohlo být předmětem zkoumání. Následuje rychlá reflexe žákovských návrhů.

Navržená časová dotace v této části: 5 - 10 minut

- **Pochopení a Vyšetřování**

Dochází ke stanovení problémového tématu – *Pozorování osmotických jevů u buněk cibule kuchyňské.*

Následně žáci mají za úkol dle uvedeného postupu vybrat nejlépe formulovanou VO ze 4 nabídnutých VO. Kdy jen jedna je správně – *Jaký vliv má množství rozpuštěné látky (soli/cukru) ve vodném prostředí na buňky cibule kuchyňské*. Dále mají vysvětlit, proč si danou VO zvolili.

Žáci tedy dostanou čas na zvolení a vysvětlení VO. Poté následuje reflexe žáků. Každý žák přečte svoji zvolenou VO a vysvětlí, proč si ji vybral. Učitel na závěr reflexe prozradí správnou VO a okomentuje, proč je její výběr nejvhodnější.

V další části učitel přečte nahlas postup a vysvětlí nejasnosti a další možné komplikace v samotném experimentování.

Žáci poté postupují dle návodu. V této části učitel vystupuje v roli poradce a průvodce. Učitel by měl dát pozor na žáky, aby použili správné množství soli či cukru ve vzorcích. Dále by měl učitel názorně ukázat výměnu roztoku pod krycím sklíčkem za pomoci filtračního papíru či jiného savého materiálu.

Ještě před samotným zaznamenáváním pozorování žáci uvedou alespoň jednu podmínku, která je podstatná pro výsledek pozorování. Žáci jsou poučeni, že experiment musí ověřit.

Žáci si svá zjištění a pozorování zapisují do pracovního listu. V místě pro záznam pozorování je bod pro charakteristiku problémové situace. V tomto bodě žáci uvádějí nastalé komplikace a těžkosti při jejich experimentování.

Navržená časová dotace v této části: 60 minut.

- **Závěry a Diskuze**

V této části dochází k zodpovězení VO žáky. A za pomoci dvou textů o panu Třešničkovi a o Aničce Solničkové dochází k zobecňování závěrů.

V prvním textu je odkaz na praskající třešně po dešti, kdy dochází k fyzikálnímu jevu plazmoptýze. V druhém textu je odkaz na nakládanou zeleninu v soli, kdy se objeví v uzavřené sklenici s nakládanou zeleninou posypanou solí voda. Zde dochází k fyzikálnímu jevu, který se nazývá plazmolýza. Žáci skrze tyto texty mají hledat souvislosti s jimi provedeným experimentem.

Navržená časová dotace v této části: 20 - 25 minut.

4.3 Vyšetřování - srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken

Námět úlohy vychází z publikace Petr (2014) *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu: inspirace pro badatelsky orientované vyučování*.

Tato úloha odráží trend v popularizaci vědeckého bádání, kdy jsou do výuky zařazovány odkazy na různé reálné situace nebo na populární literární, filmové či televizní díla. Fiktivní vyšetřování loupeže a zpracování biologického materiálu jako prostředek pro motivaci žáků. Pozorování a srovnání neznámých vláken a jejich zařazení do charakteristických skupin vláken (rostlinná, živočišná a umělá vlákna). Obsahově bychom úlohu mohli zařadit do výuky savců, rostlin či člověka na ZŠ i SŠ.

Úloha je zaměřena na pozorování a cílí na rozvoj vědeckých dovedností například stanovení výzkumného problému, formulace VO, řešení dle navrženého postupu, shrnutí výsledků, vyvozování závěru a interpretace dat. Žáci v úloze pozorují, zapisují, porovnávají jednotlivé vzorky, vyvozují závěry atd.

- **Orientace**

Každému žákovi je rozdán strukturovaný pracovní list – *Vyšetřování*. Žáci jsou rozděleni do dvojic. Pokud zbyde lichý žák, může pracovat sám či ve trojici.

V této části je žákům předložen motivační text o loupeži šperků, kdy žáci mají pomoci detektivovi Bonifácovi zorientovat se v nalezených vzorcích na místě činu. Žáci na základě textu mají navrhnout dle předložených laboratorních pomůcek návrh na řešení zpracování neznámých vláken. Žáci dostanou určitý časový prostor na své vyjádření a poté následuje reflexe.

Navržená časová dotace v této části: 15 minut.

- **Pochopení a Vyšetřování**

V další části si žáci přečtou postup analýzy vzorků neznámých vláken a na jeho základě se pokusí formulovat VO. Také uvedou, co z postupu je vedlo k dané formulaci. Následuje reflexe žákovských formulací a stanovení společné VO.

Dalším krokem je samotné provedení analýzy vzorků dle přiloženého postupu. Zde by měl učitel společně s žáky projít postup a ověřit si, že žáci postupu rozumí a popřípadě vysvětlit žáků nejasnosti. Učitel také uvede, že vzorky musí žáci znovu pozorováním ověřit.

Žáci si svá pozorování zapisují a zakreslují do přiložené tabulky č. 1. Zde jsou uvedena sledovaná kritéria u vláken. K zapisování mohou používat termíny uvedené v poznámce (přítomen, není přítomen, ostrá špička, souvislá a nesouvislá dřev atd.).

Vlákna žáci mezi sebou porovnávají a mají je zařadit dle uvedených charakteristických skupin vláken v tabulce č. 2, ve které jsou popsány.

Navržená časová dotace v této části: 50 – 55 minut.

- **Závěry a Diskuze**

V této části žáci odpovídají na VO a na základě svých pozorování uvádějí závěry, které zdůvodňují. Žákům je na vypracování poskytnut čas a poté následuje reflexe s odhalením vláken.

Při analýze byly použity tři vlákna živočišná, jedno rostlinné a jedno umělé. Byly to vlákna ze srsti králíka, psa, z lidských vlasů, z lněné tašky a z nylonové nitě.

Navržená časová dotace v této části: 20 – 25 minut.

4.4 Květ symbol reprodukce

Námět úlohy vychází z publikace Petr (2014) *Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu: inspirace pro badatelsky orientované vyučování*.

Typologicky je úloha zaměřena na pozorování a cílí na rozvoj vědeckých dovedností například stanovení výzkumného problému, formulace VO, řešení dle navrženého postupu, shrnutí výsledků, vyvozování závěru a interpretace dat. Žáci v úloze pozorují, zapisují, porovnávají jednotlivé vzorky, vyvozují závěry atd.

Botanika a s ní související témata jsou tradičně zařazovány na ZŠ Davle do výuky v 7. ročníku. Důležité téma, jako je morfologie květu, je jedno ze zásadních pro určování krytosemenných rostlin a také pro pochopení jejich strategií opylování.

V této úloze se žáci setkají se 4. květy různých rostlin, které budou analyzovat a v závěru se pokusí určit rostlinu a její strategii opylování (anemogamie, entomogamie).

- **Orientace**

V úvodu jsou všem žákům rozdány strukturované pracovní listy – *Květ symbol reprodukce*. Žáci jsou rozděleni do dvojic. Pokud je žáků lichý počet, vznikne jedna trojice.

Žáci si přečtou úvodní motivační text a podtrhnou pro ně neznámé výrazy. Následuje reflexe a vysvětlení neznámých výrazů. Na základě daného textu uvedou, co by mohli u květů zkoumat.

Další dílčí úlohou je evokační schéma stavby květu, kdy žáci pojmenovávají jednotlivé části květu (pestík, tyčinky, kalich, koruna a květní lůžko). Učitel mezitím co žáci pracují na rozpoznávání částí květů, rozdává potřebné pomůcky k analýze květů různých rostlin.

Následuje reflexe žákovských nápadů na zkoumání květů a popsání schémat květů.

Navržená časová dotace v této části: 15 – 20 minut.

- **Pochopení a Vyšetřování**

Žáci dle uvedeného postupu v pracovním listě se pokusí vyjádřit VO – *Jaké jsou rozdíly mezi vzorky květů A, B, C, D.* Učitel žákům ponechá dostatečný čas na vypracování VO a odůvodnění jejich výběru. Mezitím co žáci přemýšlí a vyjadřují své otázky, učitel rozdává vzorky květů²⁰. Následuje reflexe žákovských formulací VO.

Poté učitel s žáky projde postup bod po bodu a vysvětlí eventuálně nejasnosti, které vyvstanou. Dále učitel s žáky projde tabulku – *Analýza a rozbor květů* a uvedenou obecnou charakteristiku květu. Také může na tabuli napsat příklad zápisu do tabulky. Poté již žáci samostatně řeší úlohu dle postupu.

Navržená časová dotace v této části: 50 - 55 minut.

- **Závěry a Diskuze**

V této části úlohy žáci odpovídají na VO a na základě svých zjištění z analýzy vzorků květů vyvozují závěry. Například se snaží pomocí internetu a atlasu rostlin určit druh rostliny, a to na základě pozorování a srovnávání stavby květů A, B, C, D. V dalším závěru se žáci pokouší určit způsob opylování u daných květů. Učitel ponechá dostatečný čas k zapsání závěrů a následuje reflexe a odhalení rostlin.

Navržená časová dotace v této části: 20 minut.

²⁰ Byly použity květy těchto rostlin - vlčí mák, vikev ptačí, violka rolní, jitrocel kopinatý, růže šípková, štirovník růžkatý. Kvůli své strategii opylení větrem byl použit vždy do vzorků jitrocel kopinatý.

5 Ověření vlivu badatelsky orientovaných úloh na dovednosti žáků.

Aplikace navržených badatelsky orientovaných úloh ve výuce na ZŠ Davle byla stěžejní pro zodpovězení výzkumných otázek.

5.1 Metodologie

Pro zmapování dovedností žáků formulovat výzkumnou otázku a formulovat odpovědi na stanovené VO při řešení badatelsky orientovaných úloh byl využit kvalitativně-kvantitativní přístup (srov. Vlčková, 2011).

V průběhu května a června byly postupně v jednotlivých výukových jednotkách předloženy čtyři badatelsky orientované úlohy (charakteristika úloh viz kapitolu 4).

Přesný harmonogram zařazení úloh do výuky je uveden v Příloze 2.

5.1.1 Design úloh

Dvě navržené úlohy byly experimentální povahy a zbylé dvě se zaměřovali na observaci. Tyto dvojice úloh se lišily svým zadáním, ale byly záměrně shodně konstruovány pro co nejvyšší míru objektivnosti.

Úlohy shodně obsahovali důležitá místa pro vyhodnocení výzkumu:

- Místo, kde žáci zapisují formulaci/vyjádření VO dle uvedeného postupu řešení. Na tuto část navazovalo místo pro zapsání zdůvodnění volby žáky napsané VO.

V úloze Osmotické jevy v rostlinné buňce dostali žáci na výběr ze 4 VO, kdy jen jedna VO zcela odpovídala uvedenému postupu řešení a reflektovala aspekty zadaného výzkumného tématu, zde bylo hodnocení formulace VO spojeno s žákovským zdůvodněním výběru dané VO.

- Místo, kde žáci odpovídají na společně stanovenou VO revidovanou učitelem.

Žákům byl vždy poskytnut dostatečný čas na vyjádření VO a zdůvodnění její formulace. Následně žáci představovali své formulace a tyto formulace byly reflektovány učitelem. Po reflexi se stanovila společná výzkumná otázka/otázky²¹ viz Přílohu 3. Následovalo řešení dle postupu, kdy učitel vystupoval v roli průvodce a obcházel žáky a kontroloval individuálně průběh řešení.

²¹ V úloze Vyšetřování – srovnání rostlinných, živočišných a umělých vláken si žáci mohli vybrat ze dvou zaměření stanovených VO.

Po samotném řešení výzkumného problému žáci přistupovali k vyjádření odpovědi na společně stanovenou VO. Poté žáci na základě svých pozorování a za pomoci indukce uváděli závěry.

Po ponechání dostatečného času na vyjádření odpovědi na VO a závěrů následovala reflexe a odhalení správného řešení učitelem.

Nejprve ve výuce byly využity úlohy experimentální a poté úlohy zaměřené na pozorování. Pro zmenšení negativních vlivů ovlivňování mezi skupinami žáků byly experimentální úlohy aplikovány v různém pořadí, viz Přílohu 2.

5.1.2 Výzkumný vzorek

Výzkum byl proveden na Základní škole Davle, která je příspěvkovou organizací s hospodářskou činností a je středně velkou školou s 429 žáky. Nachází se ve stejnojmenné obci Davle ve Středočeském kraji. Městys Davle má 1765 obyvatel a je vzdálený 23 km jižně od Prahy.

Úlohy byly ověřovány na žácích ve dvou třídách v 7. ročníku v předmětu Člověk a svět práce (ČaSP) v květnu a červnu 2021, kdy byla ve školách obnovena prezenční výuka²². Předmět ČaSP je v ŠVP²³ koncipován jako praktické cvičení z přírodopisu, které má časovou dotaci dvě vyučovací hodiny.

Žáci těchto 7. ročníků mají klasické rozdělení oborů Fyzika, Přírodopis, Zeměpis na jejich ekvivalenty vyučovacích předmětů, které doplňuje předmět ČaSP. Žáci na ZŠ Davle bohužel nemají k dispozici odborně zařízené učebny a mají tak ztížené podmínky pro provádění různých experimentů a pozorování z přírodovědných předmětů. Důvodem pro nezřízení těchto učeben je prostorová omezenost školy. Paradoxně mají žáci k dispozici mnoho demonstračních pomůcek a nástrojů k výuce přírodopisu a pravidelně se setkávají s úlohami s využitím mikroskopů²⁴ v hodinách přírodopisu od 6. třídy. Žáci se mohou zapojit do každoročně pořádaných soutěží (Biologická olympiáda a Přírodopisného klokana).

Podle informací od učitelů přírodovědných předmětů na ZŠ Davle můžeme konstatovat, že se žáci experimentálních skupin neseťkali do začátku použití námi navržených úloh s BOV.

Každá třída byla na praktika rozdělena dle rozvrhu ZŠ Davle do dvou skupin, které se střídaly ve výuce vždy po týdnů (sudý a lichý týden). Výuka praktik probíhala vždy ve čtvrtek od 13:30

²² Prezenční výuka neprobíhala na ZŠ Davle od 14. 10. 2020 do 3. 5. 2021 z důvodu opatření Ministerstva zdravotnictví.

²³ ŠVP pro předmět Člověk a svět práce na ZŠ Davle byl zpracován autorem a je příloha 1.

²⁴ Například pozorování prvoků v senném nálevu, pozorování plísní, pozorování rostlinných buněk atd.

do 15:10 a v pátek od 11:50 do 13:25. Ve všech skupinách probíhala výuka identicky a byla vedena stejným vyučujícím.

Celkem bylo do výzkumu zapojeno 58 žáků (30 chlapců, 28 dívek).

- 1. skupina 7. A čítala 14 žáků (8 chlapců, 6 dívek)
- 2. skupina 7. A čítala 15 žáků (6 chlapců, 9 dívek)
- 1. skupina 7. B čítala 15 žáků (8 chlapců, 7 dívek)
- 2. skupina 7. B čítala 14 žáků (8 chlapců, 6 dívek)

Vzhledem k řešení úloh v průběhu několika týdnů nebyli vždy přítomni všichni žáci. Konkrétní počty řešitelů jednotlivých úloh jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2. Konkrétní počet řešitelů jednotlivých úloh.

Úlohy	Počet žáků – 7. A	Počet žáků – 7. B
Úloha 1. Kvasinky	25	20
Úloha 2. Osmotické jevy v rostlinné buňce	24	26
Úloha 3. Vyšetřování – srovnání rostlinných, živočišných a umělých vláken	21	20
Úloha 4. Květ symbol reprodukce	26	24

5.1.3 Hodnocení žákovských formulací výzkumných otázek a odpovědí

Pro hodnocení žákovských formulací výzkumných otázek byl vytvořen hodnotící nástroj, v rámci kterého byly žákovské formulace VO hodnoceny na škále od 0 do 2. Jako doplňující byl zaveden kód N pro zcela vynechané řešení. Hodnocení probíhalo na základě porovnání s expertním řešením²⁵. Bylo hodnoceno, do jaké míry žák formuloval VO správně s ohledem na zadaný postup řešení a aspekty zadaného výzkumného problému. Klíčovým aspektem hodnocení byla možnost zodpovědět formulovanou VO prostřednictvím provedení výzkumu popsaného v předloženém postupu řešení výzkumného problému. Obecná charakteristika hodnotících kódů je uvedena v tabulce č. 3.

²⁵ Expertním řešením je společně stanovená otázka/otázky revidované učitelem v úlohách viz Přílohu 3.

Tabulka č. 3.: Obecná charakteristika hodnotící klasifikace pro formulace VO

Klasifikace	Charakteristika hodnotící klasifikace pro žákovské formulace výzkumných otázek.
N	Žák neuvedl v úloze žádnou formulaci výzkumné otázky.
0	Žák uvedl v úloze nesprávnou formulaci výzkumné otázky, která neodpovídala uvedenému postupu řešení a nereflektovala aspekty zadaného výzkumného problému.
1	Žák uvedl v úloze formulaci výzkumné otázky, která pouze částečně odpovídá uvedenému postupu řešení, tedy reflektuje aspekty zadaného výzkumného problému, ale nelze ji zodpovědět v plném rozsahu, nebo opomíjí některý z podstatných rysů problému.
2	Žák uvedl formulaci výzkumné otázky, která zcela odpovídá uvedenému postupu řešení a reflektuje aspekty zadaného výzkumného tématu.

Pro hodnocení žákovských odpovědí na společně stanovenou VO revidovanou učitelem. Byl sestaven nástroj hodnocení na škále od 0 do 2 doplněné kódem N pro vynechané odpovědi. Bylo hodnoceno, do jaké míry žák formuloval odpověď na základě získaných dat z řešení a jestli respektoval povahu společně stanovené VO s jejími všemi aspekty. Klíčovým aspektem hodnocení byla odpověď na společně stanovenou VO prostřednictvím provedení výzkumu popsaného v předloženém postupu řešení výzkumného problému. Obecná charakteristika hodnotících kódů je uvedena v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4.: Obecná charakteristika hodnotící klasifikace pro odpovědi na VO

Klasifikace	Charakteristika hodnotící klasifikace pro žákovské formulace odpovědi na stanovenou výzkumnou otázku.
N	Žák v úloze neuvedl žádnou formulaci odpovědi na výzkumnou otázku.
0	Žák neodpověděl dle získaných dat z řešení, ve své odpovědi nerespektoval povahu stanovené výzkumné otázky a nezohlednil žádný z aspektů výzkumné otázky.
1	Žák odpověděl dle získaných dat z řešení, ale nerespektoval povahu výzkumné otázky a v odpovědi zohlednil pouze některé aspekty výzkumné otázky.
2	Žák odpověděl dle získaných dat z řešení, respektoval povahu výzkumné otázky a v odpovědi zohlednil všechny výzkumné otázky.

Pro ověření správnosti hodnocení byla jedna třetina hodnocení výzkumných otázek i formulací odpovědí kódována druhým hodnotitelem, odborníkem na přírodovědné vzdělávání (vedoucím

této práce). Takto hodnocená řešení byla vybrána náhodným výběrem. Konkrétně tedy z každého typu úloh bylo hodnoceno druhým hodnotitelem ze vzorku 7. B 8 řešení celkem tedy 32 řešení. Ze vzorku 7. A z typu úloh 1. a 3. bylo hodnoceno druhým hodnotitelem po 7 řešeních a z úloh 2. a 4. bylo hodnoceno po 8 řešeních, celkem tedy 30 řešení úloh.

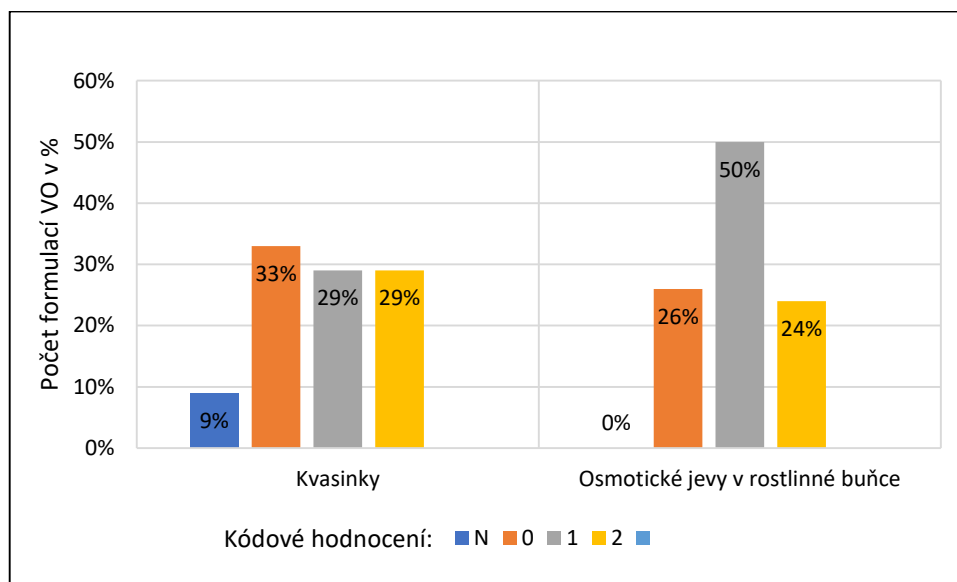
Data byla statisticky vyhodnocena v programu MS Excel.

5.2 Výsledky a diskuze

5.2.1 Experimentální úlohy

V obou úlohách využívajících ve fázi zkoumání experiment zvolila zcela správně VO pouze přibližně čtvrtina žáků (*Kvasinky* – 29 %, *Osmotické jevy v rostlinné buňce* – 24 %), viz graf 1.

Graf č. 1.: Souhrnné vyhodnocení žákovských formulací VO v úloze 1. a 2.



Ačkoli základní rámec výzkumné části byl v obou úlohách analogický, podíly částečně správných řešení formulací VO se významně lišily. Zatímco v první úloze částečně správné řešení uvedlo 29 % žáků, v druhé úloze se jednalo o 50 % žáků. Rozdíl byl v tomto případě způsoben odlišnou povahou úlohy. Zatímco v úloze *Kvasinky* měli žáci za úkol formulovat VO zcela samostatně, v případě úlohy *Osmotické jevy v rostlinné buňce* žáci vybírali z nabídky VO. Ukazuje se, že ačkoli většina žáků zřejmě byla schopna rozpoznat některé z klíčových aspektů pro formulaci VO, vysoký podíl z nich již nebyl schopen svůj výběr relevantně zdůvodnit.

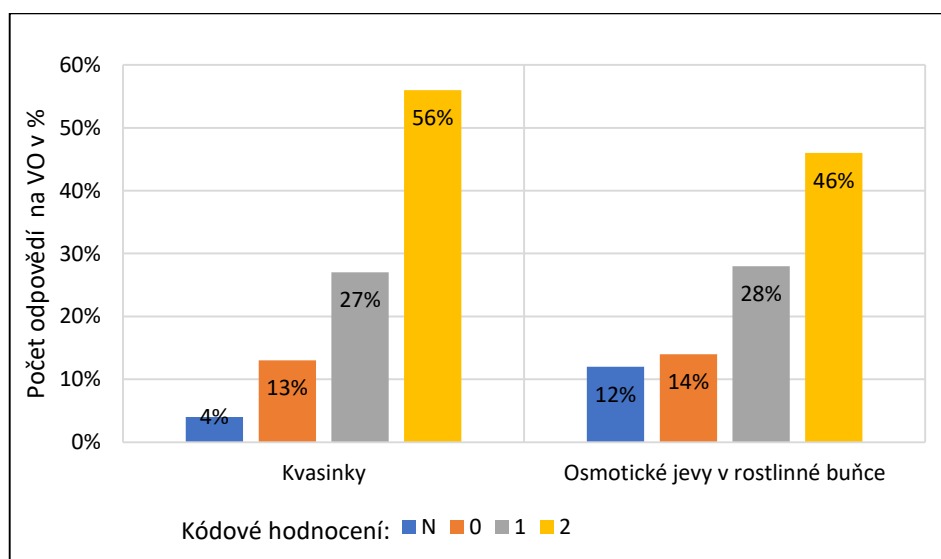
Obdobně v případě úlohy *Kvasinky* značná skupina žáků identifikovala pouze některé z aspektů VO vycházejících z povahy předloženého problému a nebyla tak schopna formulovat komplexní výzkumnou otázku. V první úloze nejčastěji žáci chybovali ve svých formulacích v nezahrnutí všech faktorů prostředí uvedených v postupu (teplota, obsah cukru ve směsi), například žákovské řešení – *Co se stane s droždím ve studené vodě s cukrem?* V druhé úloze nejčastěji žáci nebyli schopni relevantně odůvodnit svůj výběr VO. Příkladem může být žákovské odůvodnění výběru VO: „*Jaký vliv má množství rozpuštěné látky (soli/cukru) ve vodném prostředí na buňky cibule kuchyňské?*“ ve smyslu: „*Protože si myslím, že je to tak.*“

Vyšší obtížnost samostatného formulování VO v případě úlohy *Kvasinky* se projevila i v podílu žáků, kteří formulovali VO nesprávně (33 %). V této úloze se na rozdíl od úlohy *Osmotické jevy* objevilo také plné vynechání řešení (9 %). Více než 42 % žáků tak v této úloze neuvedlo ani částečně správnou VO. Vzhledem k významu operacionalizace výzkumného problému se tento podíl jeví jako zásadní, neboť ukazuje na nedostatečné dovednosti žáků plánovat vědecké bádání. Dané zjištění koresponduje s informacemi z šetření PISA 2015, kde bylo zjištěno, že žáci relativně špatně navrhují přírodovědný výzkum a dosahují špatných výsledků v procedurálních a epistemických znalostech (srov. Blažek & Příhodová, 2016).

Pokud tito žáci VO formulovali, nejčastěji svá řešení nevztahovali k výzkumnému problému či nezahrnuli do svých formulací žádný z aspektů VO, například žakovské řešení – „*Co se stane? Když všechny kádinky jsou s něčím jiným.*“

V úloze *Osmotické jevy v rostlinné buňce* nesprávně zvolilo VO pouze 26 % žáků. Roli v této vyšší úspěšnosti sehrává především výběr z možností, který se pro žáky jeví jako jednodušší. Přesto více než čtvrtina žáků nedokázala identifikovat VO odpovídající předloženému výzkumnému problému a postupu řešení. Typicky tito žáci volili možnost: „*Jakou velikost mají buňky cibule kuchyňské ve vodném prostředí.*“ Žáci tak sice identifikovali buňky cibule jako výzkumný vzorek, ale nedokázali správně určit sledované proměnné (závislou, ani nezávislé). Chybně spojili mikroskopické pozorování s určením velikosti buněk, ačkoli ta dle postupu neměla být měřena a měly být pozorovány pouze změny.

Graf č. 2.: Souhrnné vyhodnocení žakovských odpovědí na stanovenou VO v úloze 1. a 2.



V experimentálních úlohách nebyly zjištěny markantní rozdíly mezi žáky zcela správně formulující odpověď na společně stanovenou VO revidovanou učitelem. V první úloze zcela správné řešení uvedlo 56 % žáků a ve druhé úloze se jednalo o 46 % žáků, viz graf 2.

Vyšší úspěšnost žáků, kteří formulovali zcela správně své odpovědi, byla nejspíše způsobena konceptualizací stanovené VO a experimentální povahou úlohy, kdy žáci sledují ve VO stanovené konkrétní vztahy mezi proměnnými. Žáci tedy mají stanovený konkrétní rámec na odpověď na VO. Například v úloze *Kvasinky* byly ve VO sledována teplota a obsah cukru s metabolickou aktivitou kvasinek. V úloze *Osmotické jevy v rostlinné buňce* byly ve VO sledováno množství rozpuštěné látky ve vodném prostředí na reakci rostlinných buněk. Toto zjištění se shoduje s výzkumem provedeným Novákem (2020). V tomto výzkumu bylo zjištěno, že žáci snadněji řeší ty úlohy, které mají všechny potřebné informace v zadání a žáci u těchto úloh nemusejí vyvozovat informace z porovnávání jednotlivých rozdílů předložených vzorků. (Novák, 2020).

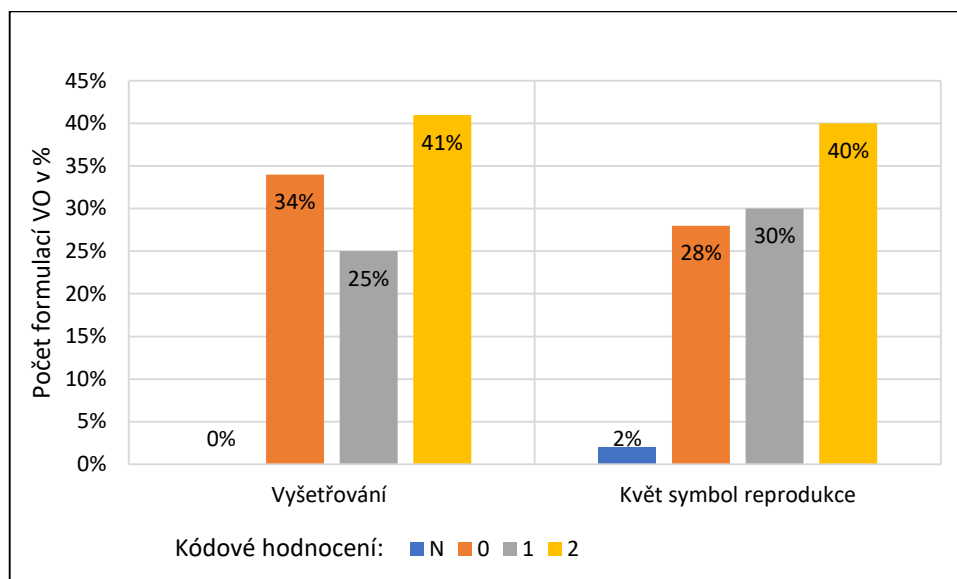
Podíl žáků, kteří odpověděli pouze částečně správně, byl podobný (v úloze *Kvasinky* 27 % žáků a v úloze *Osmotické jevy v rostlinné buňce* 28 %). Jednou z nejčastějších objevujících se chyb v částečně správném řešení byla formulace odpovědi, která popisuje výsledky, ale není generalizována a nejedná se tedy o závěr. Například žakovské řešení: „*V teplé vodě kvásek nakynul, ve studené vodě se kvásek dostane nad vodu. U samostatného kvásku bez cukru se nic nedělo, ale když jsme přisypali cukr, tak se něco děje.*“ Další častou chybou byla nerespektování formulace dle všech daných aspektů stanovené VO. Například žakovské řešení: „*Buňky se zvětšovaly, zmenšovaly a dotýkaly stran.*“ nebo „*Když je tam teplo, tak se aktivita zvýšila.*“ V tomto případě žakovské odpovědi byl sledován pouze faktor teploty a zcela byl opomenut faktor obsahu cukru.

Podíl zcela chybných odpovědí na stanovenou VO byl v obou úlohách velmi podobný. Nejčastější chybné odpovědi byly zcela mimo rámec stanovené VO, například: „*Vždy musí být cukr.*“ nebo „*Blány se měnily.*“ Neobjasněným zůstává podíl 12 % žáků, kteří nevypracovali řešení, v úloze *Osmotické jevy v rostlinné buňce* na rozdíl od 4 % žáků v úloze *Kvasinky*.

5.2.2 Observační úlohy

V obou úlohách založených na pozorování a porovnávání předložených přírodnin byl podíl žáků, kteří zcela správně formulovali VO, srovnatelný (v úloze *Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken* zkráceno na *Porovnávání vláken* 41% a v úloze *Květ symbol reprodukce* zkráceno na *Porovnávání květů* 40 %, viz graf 3).

Graf č. 3.: Souhrnné vyhodnocení žákovských formulací VO v úloze 3. a 4.



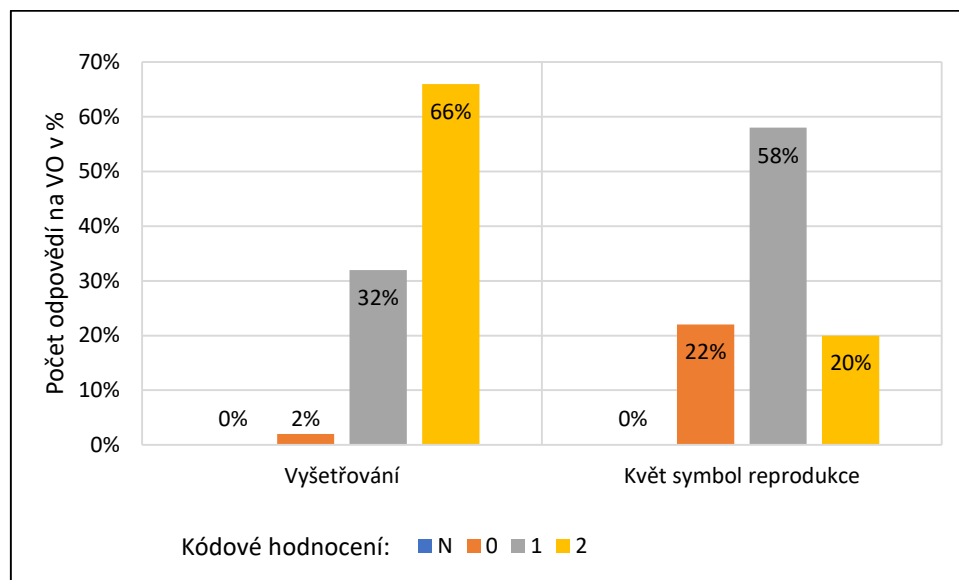
Možným vysvětlením větší úspěšnosti žáků formulovat zcela správně VO na rozdíl od nižšího podílu správných řešení v experimentálních úlohách může být obecnější a širší možnost formulace VO v observačních úlohách. Nejčastější příklad žákovského řešení: „*Jaké jsou rozdíly mezi vlákny?*“, „*Do jaké skupiny vláken patří tato vlákna?*“ nebo „*Jaké jsou rozdíly mezi uvedenými květy?*“

Podíly částečně správných řešení formulací VO se v obou úlohách výrazně nelišily. Pohybovaly se okolo jedné čtvrtiny uvedených žákovských částečně správných řešení. VO měli žáci formulovat zcela samostatně dle zadaného postupu řešení. V případě úlohy *Porovnání vláken* tito žáci identifikovali pouze některé z aspektů VO vycházejících z povahy předloženého problému a nebyli tak schopni formulovat komplexní výzkumnou otázku. Příkladem za velkou část chybných částečně správných formulací VO může být toto žákovské řešení z první úlohy: „*Rozpoznání živých a umělých vláken.*“ nebo v úloze čtvrté: „*Jak se liší kališní, korunní a okvětní lístky?*“. V uvedených příkladech můžeme pozorovat neuvedení všech aspektů VO dle uvedeného postupu. Tedy například uvedením jen dvou charakteristických skupin vláken ze tří nebo uvedením jen některých sledovaných znaků květů.

V obou úlohách formulovala chybnou VO přibližně třetina žáků (*Porovnávání vláken* – 34 %, *Porovnávání květů* – 28 %). Chybná formulace z druhé úlohy „*Jaké jsou typy pestíků, tyčinek a kalichů.*“ je příkladem nerespektování rámce daného postupu řešení. Žák na základě řešení nemůže popsat typy pestíků a tyčinek. Správným řešením by byla VO – *Jaké typy pestíků a*

tyčinek mají předložené květy? Na dalším příkladu: „*Měli bychom porovnat květ a jeho stavbu.*“ je vidět že někteří žáci neporozuměli konceptu formulace otázky, ale uvedli pouhé konstatování větou oznamovací.

Graf č. 4.: Souhrnné vyhodnocení žákovských odpovědí na stanovenou VO v úloze 3. a 4.



Vysoký podíl (66%) uvedených zcela správných formulací odpovědí na stanovenou VO v úloze *Porovnávání vláken* je možné vysvětlit dvěma stanovenými VO (viz Přílohu 3), kdy si žáci jednu VO vybrali a na ni poté v závěru úlohy odpovídali. Žáci si tedy zřejmě vybrali tu výzkumnou otázku, k jejímuž zodpovězení se cítili kompetentnější. Klíčovým aspektem první otázky bylo porovnávání předložených vzorků vláken a jejich popis. U druhé otázky klíčovým aspektem bylo zařazení vzorků vláken do charakteristické skupiny. Příklady nejčastěji formulovaných odpovědí na stanovené VO: „*Vlákno A, B, D, E je živočišné a D je umělé.*“ nebo „*Skupiny vláken existují a liší se v barvě, struktuře a typu dřevě.*“

V úloze *Květ a symbol reprodukce* je podíl částečně správných formulací odpovědí uvedených žáky okolo jedné poloviny. Jako příčina se jeví absence generalizace výsledků. V mnohých částečně správných řešeních jde jen o pouhý obecný výčet pozorovaných prvků květů, například žákovské řešení: „*V barvě, tyčinkách, květenství, pestíku a kalichů.*“ nebo „*Květy se liší v barvě, velikosti, typu listků.*“ Dalšího častého prohřešku, kterého se žáci dopouštěli ve formulaci částečně správných odpovědí, je nerespektování všech klíčových aspektů stanovené VO. To znamená, že uváděli jen některé rozdíly mezi pozorovanými prvky, které jsou uvedeny v daném postupu řešení úlohy.

Podíl zcela chybných odpovědí byl u úlohy *Porovnávání květů* 22 %. To je výrazněji více než u úlohy *Porovnávání vláken* (2 %). Značí to jistou míru obtížnosti čtvrté úlohy, kdy žáci pozorovali u květů mnoho prvků, které poté měli srovnávat a generalizovat do odpovědi na stanovenou VO. Nejčastější chybné odpovědi byly zcela mimo rámec formulace VO, například: „*Budeme rozebírat květy.*“ nebo „*Zkoumat květy z blízka.*“

Na základě zjištěných výsledků můžeme konstatovat, že je analogický podíl žáků, kteří zcela chybně formulovali VO v experimentálních úlohách tak i v úlohách observačních. Tento podíl činí okolo 30 % žáků u každého typu úloh. Dalším zjištěním je obdobný podíl žáků, kteří částečně správně formulovali VO a tento podíl se pohybuje okolo 30 % žáků kromě úlohy *Osmotické jevy v rostlinné buňce*, kde dosahuje 50 % žáků. Tato zjištění korelují s provedeným výzkumem Martinové (2017, str. 50.) na žácích čtyřletých gymnázií, který uvádí: „*Správně formulovat hypotézu dokázalo 47,45 % a vysvětlovat vědecké jevy 45,80 % žáků.*“

Výsledná zjištění o vysokém počtu žáků, kteří neuměli zcela správně formulovat VO dle zadaného postupu řešení, potvrzují výsledky z šetření PISA 2015 (srov. Blažek & Příhodová, 2016). Dle Pedaste et al. (2015) by měli žáci postupnými kroky skrze badatelský cyklus zvyšovat své dovednosti vědeckého myšlení. Rozvoj badatelských dovedností si žádá dlouhodobějšího využívání badatelsky orientované výuky ve výuce žáků (Riga et al., 2017).

Základní kvantifikace odhalila podobný podíl žáků, kteří dokázali zcela správně formulovat odpověď na stanovenou výzkumnou otázku mezi experimentálními úlohami a observačními úlohami, kromě výjimky u úlohy *Porovnávání květů*, kdy byl tento podíl zcela úspěšných formulací pouhých 22 %. V této úloze většina žáků nedokázala zcela odpovědět na všechny aspekty VO a jejich podíl činil v této úloze 58 % oproti ostatním úlohám, kde tento podíl byl okolo 30 %. Můžeme tedy usuzovat dle výsledků, že žáci snadněji vyvozují odpovědi z úloh s menším počtem pozorovaných prvků u předložených přírodnin a úloh, které nejsou tak obtížné z hlediska vyvozování závěrů na základě pozorování (srov. Blažek & Příhodová, 2016).

Závěr

Jak ukazuje v práci představená rešerše literatury, badatelské dovednosti a znalosti přispívají k rozvoji vědeckého myšlení a jsou jedny z prvků přírodovědné gramotnosti a jejich rozvoj má přímý vliv na její zvyšování. Podle šetření PISA jsou badatelské dovednosti u českých žáků problematické, pro možnost intervence je potřeba mapovat konkrétní dovednosti. Pro ověření byly sestaveny čtyři badatelské úlohy umožňující hodnocení dovedností formulovat výzkumnou otázku na základě předloženého postupu v bádání a odpověď na stanovenou výzkumnou otázku na základě provedeného řešení. Bylo zjištěno, že více než polovina žáků není schopna správně formulovat výzkumnou otázku a více než jedna třetina žáků nedokáže formulovat správně odpověď na stanovenou výzkumnou otázku. V případě úlohy, kde byla možnost volby výzkumné otázky, byli žáci úspěšnější, ale nedokázali výběr relevantně zdůvodnit. Při odpovídání na výzkumnou otázku se pro žáky ukazuje jako jednodušší formulovat odpověď vycházející z experimentálního bádání, kde jsou vedeni postupem ke konkrétnímu vztahu, ale v případě observačních úloh jsou si méně jistí a spíše než odpověď na VO uvádí jen popis pozorovaných prvků. Pozorovat a porovnávat více prvků u předložených přírodnin uvedených v postupu řešení se tedy jeví jako obtížnější.

Z uvedených zjištění se ukazuje, že je potřeba se na tyto dovednosti zaměřit z důvodu vysoké míry neúspěšnosti žáků ve formulacích výzkumných otázek i formulací odpovědí na stanovenou výzkumnou otázku. Je tedy nezbytné uplatňovat intervence v každodenní výuce na základních školách. Bylo by tedy vhodné, aby se navazující výzkum zaměřil i na další badatelské dovednosti a především pak na návrh a ověřování intervencí.

Navrhnuté a ověřené badatelsky orientované úlohy v diplomové práci, by mohli využít především učitelé přírodopisu, ale i různí vzdělavatelé na úrovni formálního i neformálního vzdělávání. Úlohy lze použít nebo je upravit podle individuálních potřeb.

Seznam použitých zdrojů

- Altmanová, J, Faltýn, J, Nemčíková, K & Zelendová, E, ed. *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. (2010). Praha: Výzkumný ústav pedagogický
- Blažek, K., & Příhodová, S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015: *Národní zpráva – přírodovědná gramotnost*. Praha: Česká školní inspekce
- Blažek, R, Janotová, Z, Potužníková, E, & Basil, J. (2019). *Mezinárodní šetření PISA 2018: národní zpráva*. Praha: Česká školní inspekce
- Bybee, R. W. (2004). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Science inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education* (s. 1-14). Dordrecht, Nizozemí: Kluwer Academic Publisher. doi:10.1007/s11191-010-9274-7
- Bybee, R. W, et al. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Office of Science Education National Institutes of Health.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Carpineti, M, Childs E. P, Dittmar, J, et al. (2015). *Jak používání záhad podporuje učení přírodních věd: výuka způsobem TEMI*. Přeložil Marek Čtrnáct. V Praze: TEMI
- Council recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance). (2018). *Official Journal of the European Union*, 61, 1-13.
- ČŠI. (2015). *Metodika pro hodnocení přírodovědné gramotnosti*. Praha: Česká školní inspekce Dostupné z:
<http://www.niqes.cz/Niqes/media/Testovani/KE%20STA%c5%bdEN%c3%8d/V%c3%bdstupy%20KA1/P%c5%99G/Metodika-pro-hodnoceni-rozvoje-PrG.pdf>
- ČŠI. (2018). Mezinárodní šetření PISA 2018. [vid. 2021-05-12]. Praha, Česko: Česká školní inspekce.
Dostupné z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%c3%a1ro
- ČŠI, (2019). Rozvoj čtenářské gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2017/201. [vid. 2021-05-06]. Praha, Česko: Česká školní inspekce. Dostupné z:
<https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Tematickezpravy/Tematicka-zprava-Rozvoj-ctenarske-gramotnosti-na-Z>

ČŠI (2020). *Koncept mezinárodního šetření TIMSS 2019*. Dostupné z: https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/2020_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezinarodni_setreni/ID_101_koncepce_TIMSS_2019.pdf

Badatelsky orientovaná výuka jako téma letní školy pro učitele. (2021). Dostupné z: <http://www.dejepis21.cz/aktualita/badatelsky-orientovana-vyuka-jako-tema-letni-skoly-pro-ucitele>

Dostál, J. (2015b): *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc, Česko: Univerzita Palackého v Olomouci.

Dostál, P. (2008), *Anatomie a morfologie rostlin v pojmech a nákresech*. 3., upr. vyd. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Dunbar, K. N., & Klahr, D. (2012). *Scientific thinking and reasoning*. In K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Eds.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of thinking and reasoning* (p. 701–718). Oxford University Press.

Faltýn, J., Nemčíková, K., & Zelendová, E. (Eds.). (2010). *Gramotnosti ve vzdělávání – příručka pro učitele*. Dostupné z <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2011/03/Gramotnosti-ve-vzdelavani11.pdf>

Fančovičová, J., & Kubiátko, M. (2015). Záujem žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania o biologické vedy. *Scientia in Education*, 6(1), 2-13. Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/18047106.151>

Feyzioglu, B. (2019). *The role of inquiry-based self-efficacy, achievement goal orientation, and learning strategies on secondary-school students' inquiry skills*. *Research in Science & Technological education*, 37(3), 366-392.

Friesen, S., & Scott, D. S. (2013). *Inquiry-Based Learning: A Review of the Research Literature*.

Fryzková, M., & Palečková, J. (2007). *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání.

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in policy and practice*. Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme.

Havigerová J. M. (2011). *Pět pohledů nadání*. Praha: Grada

- Hejnová, E. & Hejna, D. (2016). *Rozvoj vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání*. *Scientia in education*, 7(2), 2-17.
- Jančaříková, K. (2009). *Přírodovědná inteligence: diagnostika a péče o přírodovědně talentované žáky a studenty v ČR*. *Envigogika*. Dostupné z: <https://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/43/46>
- Janík, T. & Stuchlikova, I. (2010). *Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí*. *Scientia in education*. 1. 5-32. 10.14712/18047106.3
- Janoušková, S., Žák, V. & Rusek, M. (2019). *Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: analýza a porovnání*. *Studia paedagogica*. Dostupné z: doi:10.5817/SP2019-3-4
- Lechová, P. (2014). *Přírodní látky v projektovém vyučování*. (Disertační práce). Univerzita Karlova. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/98587>
- Malach, J. (2003) *Základy didaktiky*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě
- Maršák, J. (2011) *Přírodovědná gramotnost – srovnávací analýza, 2. část*. Metodický portál: Články
- Martincová, K. (2017). *Badatelské dovednosti žáků při výuce biologie na vybraných školách na Českobudějovicku*. (bakalářská práce). Č. Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, 59(1), 14-19. doi:10.1037/0003-066X.59.1.14
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). *Inquiry-Based Science Instruction – What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002*. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.
- Metodický portál RVP (2020). *Standardy pro základní vzdělávání*. Praha: NÚV
- Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: bílá kniha*. (2001) Praha: Tauris. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/bila-kniha-narodni-program-rozvoje-vzdelani-v-cr7>
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press

Nezvalová, D. (2010) *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci

Novák, M. (2020) *Úspěšnost studentů střední školy při řešení úloh z Biologické olympiády*. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <https://theses.cz/id/nq4cv7/>.

Nováková, J. (2014). *Aktivizující metody výuky*. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. Dostupné z https://uprps.pedf.cuni.cz/UPRPS440-version1-08_novakova.pdf

OECD. (2016). *PISA 2015: Assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2021). *Education – PISA* Dostupné z: <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>

Olecká, I. & Ivanová K. (2010) *Metodologie vědecko-výzkumné činnosti*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc.

Pavlasová, L. (2013). *Přehled didaktiky biologie*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.

Padaste., M, Maeots, M., Siiman., L. A, & de Jong, T. (2015) Phases of Inquiry-Based Learning: Definitions and The Inquiry Cyle. *Educational Research Review* 14 (2015) 47-61

Petr, J. (2014a). Možnosti využití úloh z biologické olympiády ve výuce přírodopisu a biologie: inspirace pro badatelsky orientované vyučování. České Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

PISA 2015, *Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti*. (2017). Praha: Česká školní inspekce. Dostupné z:

https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%a1rodn%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA_2015_koncepcni_ramec_prgr.pdf

PISA 2006: science competencies for tomorrow's world. (2007). Paris: OECD.

Prokop, D. & Dvořák, T. (2019) *Analýza výzev vzdělávání v České republice*. Dostupné z: https://eduzmena.cz/wp-content/uploads/2019/05/Eduzme%CC%8Cna_A4_Studie-celek_III.pdf

Radvanová, S. (2017) *Efektivita vybraných vzdělávacích postupů ve výuce biologie*. (Disertační práce). Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Oddělení pro vědeckou činnost.

Radvanová, S., Čížková, V., & Martinková, P. (2018). Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku? *Scientia in educatione*, 9(1), 81-103. doi:10.14712/18047106.1054

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. (2017) Praha: MŠMT [cit. 2020-12-07].
Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/43792/>

Riga F., Winterbottom M., Harris E. & Newby L. (2017) *Inquiry-Based Science Education*.
In: Taber K. S., Akpan B. (eds) *Science Education. New Directions in Mathematics and
Science Education*. SensePublishers, Rotterdam. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_19

Rokos, L. (2017). *Hodnocení badatelsky orientované výuky biologie*. (Diplomová práce).
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:
<https://wstag.jcu.cz/portal/studium/prohlizeni.html>

Rokos, L a Holec, J. (2019). *Podkladová studie: Vzdělávání o živě a neživé přírodě přírodopis,
biologie a geologie*. Praha, NVÚ

Rokos, L. & Vomáčková, V. (2017). *Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování
v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni
gymnázia*. *Scientia in educatione*, 8(1), 1–14.

*SciED: valuační standardy vzdělávacího oboru Chemie – reflexe nově vzniklých Standardů
základního vzdělávání.* (2012). Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/27/26>

Sloupová, H. (2021) *Vliv badatelsky orientované výuky na žáky v předmětech chemie a
přírodopis*. (Diplomová práce). Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra
učitelství a didaktiky chemie.

Standardy pro ZV: Standardy pro ZV - Přírodopis. (2013). Metodický portál RVP – digifolio.
Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=9832>

Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická
orientace*, 19(3), 24–44.

Škoda, J., Doulík, P., Bílek, M. & Šimonová, I. (2015). *The effectiveness of inquiry-based
science instruction in relation to the learners' motivation types*. *Journal of Baltic Science
Education*, 14(6), 791–803.

Stuchlíková, I. (2010). *O badatelsky orientovaném vyučování*. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika
biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (s. 129-135). České
Budějovice, Česko: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [vid. 2020-06-05].
Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

TIMSS. (2018). *Trends in international and mathematics and science study*. Dostupné z: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/>

UNEP. (2019). *Open Data*. Dostupné z: <https://www.unep.org/science-data>

Virdyna, N. K. (2016). *Teaching writing skill by using brainwriting strategy*. Okara: Journal Bahasa dan Sastra, 10, 67-77.

Vlčková, K. (2011). *Smíšený výzkum: Jedná se o nové a závažné téma?* In T. Janík, P. Knecht, & S. Šebestová (Eds.), *Smíšený design v pedagogickém výzkumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu* (s. 1–6). Brno: Masarykova univerzita.

Vlčková, J., & Kubiátko, M. (2014). *Přírodopis v očích žáků 2. stupně základních škol*. *e-Pedagogium*, 14(1), 20-37. doi: 10.5507/epd.2014.003

Vojíš, K., & Rusek, M. (2021). Preferred Chemistry Curriculum Perspective: Teachers' Perception of Lower-Secondary School Textbooks. *Journal of Baltic Science Education*, 20(2), in press. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.00>

WHO. (2020). *Coronavirus*. Dostupné z: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1

Seznam příloh práce

Příloha č. 1. Pracovní listy:

- Kvasinky
- Osmotické jevy v rostlinné buňce,
- Vyšetřování
- Květ symbol reprodukce

Příloha č. 2. Časový harmonogram aplikace navržených badatelsky orientovaných úloh

Příloha č. 3. Stanovené společné výzkumné otázky revidované učitelem a jejich klíčové aspekty

Příloha č. 4. ŠVP – Člověk a svět práce, 7. ročník

Příloha č. 1. Pracovní listy:

Pracovní list – KVASINKY

Datum:

Jméno:

- Zapiš si **5** pojmů, které tě napadnou, když se vysloví slovo **kvasinky**.
- Prohlédni si předložené pomůcky a na jejich základě navrhní, co bychom mohli u kvasinek zkoumat.

Makroskopické pozorování kvasinek a jejich životních projevů.

Pomůcky: 3 kádinky, 3 zkumavky, potravinářské droždí, cukr, skleněná tyčka, teplá voda, studená voda

- Přečtěte si níže uvedený postup a pokuste se vyjádřit výzkumnou otázku.

- Stanovení výzkumné otázky.

Postup: Připravte tři různá prostředí pro vzorky kvasinek.

- a) Připravte si tři zkumavky a označte je lihovým fixem čísly 1., 2. a 3.
- b) Do všech zkumavek nalijte trochu vlažné vody, vložte malý kousek droždí a do dvou z nich přidejte trošku cukru.
- c) První zkumavku s cukerným roztokem vložte do kádinky s teplou vodou.
- d) Druhou zkumavku s cukerným roztokem vložte do kádinky s ledovou vodou.
- e) Třetí zkumavku s vodou bez cukru vložte do kádinky s teplou vodou.

- Návrh výzkumu a jeho úskalí – problémy, možnosti řešení, atd.

- Odpovězte na obě stanovené výzkumné otázky.

- Na základě svých zjištění uveďte dvě podmínky, které potřebují kvasinky k růstu a k rozmnožování:

a)

b)

Pracovní list – OSMOTICKÉ JEVY V ROSTLINNÉ BUŇCE

Datum:

Jméno:

- Pomůcky: solný roztok (NaCl), cukerný roztok, voda, filtrační papír, pinzeta, skalpel, mikroskop, podložní a krycí sklíčko, cibule kuchyňská (červená)
- *Prohlédni si předložené pomůcky a na jejich základě navrhní, co bychom mohli u buněk cibule zkoumat.*

1. Pozorování osmotických jevů u buněk cibule kuchyňské.

1.1 *Přečtěte si níže uvedený postup a pokuste se vybrat nejlépe formulovanou výzkumnou otázku, kterou bude na základě tohoto experimentu možné zodpovědět:*

- a. Jaký vliv má množství rozpuštěné látky (soli/cukru) ve vodném prostředí na buňky cibule kuchyňské?
- b. Jsou změny objemu u buněk cibule kuchyňské ovlivněny teplotou okolního prostředí?
- c. Jakou velikost mají buňky cibule kuchyňské ve vodném prostředí?
- d. Jaký vliv má vlhkost vzduchu na změny objemu u buněk cibule kuchyňské?

- *Vysvětli, proč jsi vybral danou výzkumnou otázku?*

1.2 Postup:

- I. **Rozkroj** cibuli, **odděl** od sebe jednotlivé vrstvy a pokus se **stáhnout** tenkou blánu z povrchu jedné vrstvy.
- II. **Vytvoř** mikroskopický preparát tak, že:
 - a. Kapátkem doprostřed podložního sklíčka **nanes** kapku vody.
 - b. Do kapky vody **vlož** pomocí pinzety malý kousek (5x5mm) tenké blány z vrstvy cibule.
 - c. Kapku s kouskem blány **zakryj** pomalým přikládáním krycího sklíčka z boku.
- III. Připravený mikroskopický preparát **vlož** do mikroskopu a **pozoruj**. **Zakresli a popiš** pozorované buňky cibule.
- IV. **Příprav** v kádinkách roztoky vody se solí a vody s cukrem:
- V.
 - a. Do kádinky s vodou **nasypej malé** množství soli.
 - b. Do kádinky s vodou **nasypej malé** množství cukru.
 - c. Do kádinky s vodou **nasypej** tolik soli, až se přestane sůl rozpouštět.
 - d. Do kádinky s vodou **nasypej** tolik cukru, až se přestane cukr rozpouštět.
- VI. V dalším kroku **vyměň** roztok, ve kterém jsou buňky umístěny. To uděláš tak, že:
 - a. K okraji krycího skla **přikápněš** solný roztok.
 - b. Z druhé strany podložního skla **odsáváš** tento roztok soli kouskem filtračního papíru tak, aby vznikl proud slaného roztoku napříč preparátem a došlo k výměně roztoků.
 - c. Po chvilce **přikápní** k okraji krycího skla obyčejnou vodu a z druhé strany roztok opět **odsaj** pomocí filtračního papíru.
- VII. **Pozoruj, zakresli a popiš** buňky cibule v preparátu.
- VIII. Postup výměny roztoků **zopakuj** i s ostatními vytvořenými roztoky a každý postup **ověř ještě jednou**.

1.3 Uved' nějakou podmínku, která je podstatná pro výsledek pozorování:

--

1.4 Zakresli a zapiš svá pozorování:

1.	
problémové situace:	
1.	2.
problémové situace:	

1.

2.

problémové situace:

1.5 Odpovězte na výzkumné otázky.

2. Přečtěte si následující texty a podtrhněte slova, která neznáte.

Nastává čas sklizně třešní a léto je v plném proudu. Sladké plody se krásně červenají na stromech a na své každodenní obchůzce svého sadu je pan Třešnička. Pěstování třešní převzal od svého tatínka a ten zas od svého, je to rodinná tradice. Pan Třešnička kontroluje pečlivě kvalitu třešní, a také jestli nastal čas již sklízet. Ale co se stalo, pan Třešnička vypadá rozmrzele a ukazuje nám spoustu popraskaných třešní. Vysvětluje, že za popraskání může včerejší vydatný déšť a fyzikální jev osmóza, který prý třešeň roztrhne.

Anička Solničková se svou babičkou konzervují každý rok vypěstovanou zeleninu na jejich zahrádce. Nepoužívají žádné pesticidy ani žádné chemikálie na hnojení. Zeleninu v míse promísí se solí a vloží do prázdné zavařovací uzavíratelné sklenice. Po čase se v zavařovací sklenici objeví voda. Jak je to možné? Babička Aničky říká, že je to díky soli a nějakému osmotickému jevu, kdy se ze zeleniny uvolní voda. Takto konzervovaná zelenina vydrží mnoho měsíců a je stále chutná.

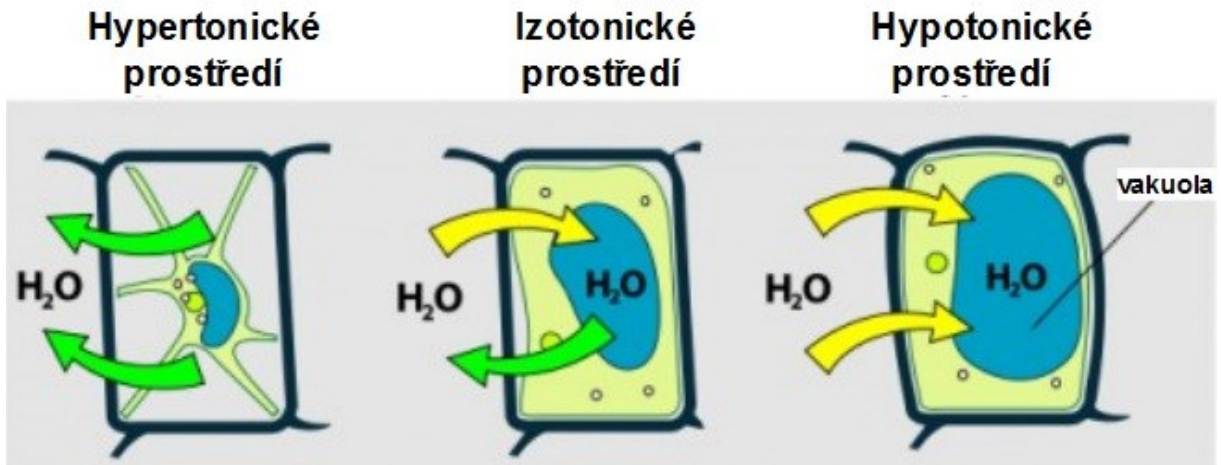
- ***Mají něco společného texty o panu Třešničkovi a Aničce Solničkové? Pokud ano, napiš co.***

Plazmoptýza =
Plazmolýza =

- ***Je v textech nějaký problém, který trápí pana Třešničku či Aničku? Pokud ano, popiš ho a pokus se navrhnout řešení tohoto problému.***

- ***Dokážeš popsat, jak souvisejí texty o panu Třešničkovi a Aničce Solničkové s provedeným experimentem v dnešní hodině?***

2.1 Napiš, který z níže uvedených obrázků souvisí s příběhem o panu Třešničkovi, a který o Aničce. Své rozhodnutí vysvětli.



zdroj obrázku: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/11>

Pracovní list – vyšetřování

Datum:

Jméno:

Stala se loupež! Byl vykraden sejf s mnoha drahými šperky. Detektiv Bonifác z kriminální policie vyšetřuje tento podlý čin. Na místě činu bylo nalezeno a zajištěno mnoho různých stop. Forenzní laboratoř je zcela zahlcena a nestihá analyzovat všechny stopy. Jednou ze stop, kterou laboratoř prozatím nestihla zpracovat, jsou neznámá vlákna. Pomůžeš detektivovi Bonifácovi se zorientovat v nalezených stopách?

Navrhni řešení, jak bys mohl pomoci detektivovi Bonifácovi s neznámými vzorky vláken na základě předložených laboratorních pomůcek.

Analýza vzorků neznámých vláken

Pomůcky: mikroskop, krycí a podložní skla, kapátko, pinzeta, filtrační papír, glycerol, Petriho misky, papírové ubrousky

Přečtěte si níže uvedený postup a pokuste se vyjádřit výzkumnou otázku.

- Ze dvou napsaných možností výzkumných otázek na tabuli si vyberte jednu, na kterou budete níže odpovídat.
 -
- **Napiš, co z postupu tě vedlo k volbě výše napsané výzkumné otázky.**

Postup:

1. Z misky A **odeberte** pinzetou jedno vlákno a **připravte** z něj mikroskopický preparát.
 - Položte vlákno na podložní sklo. Pokud je vlákno delší, **stočte** ho do spirály. **Přikápněte** na vlákno jednu kapku glycerolu a vzorek přiklopte krycím sklem.
 - Pokud část glycerolu po přiklopení vyteče mimo sklo, opatrně tekutinu **odsajte** filtračním papírem.
2. **Pozorujte** vlákna pod mikroskopem, **zakreslete a запиšte** do níže připravené tabulky č. 1, co vidíte.
 - **Všimněte si** celkové stavby vzorku, **zkuste najít** kořínek a špičku. **Všimněte si** také tvaru špičky, poměru mezi kutikulou a dření, typu dřene a barvy kůry.
3. Pro ověření správnosti zkoumání **proved'te** celý bod 2. ještě jednou. A zjistěte, jestli se pozorování shodují.
4. Postup **zopakujte** s ostatními vzorky. Na každý si **vezměte** čisté podložní a krycí sklo.
5. Vlákna mezi sebou **porovnávejte** a pokuste se je na základě vašeho pozorování **zařadit** do charakteristické skupiny vláken (podle tabulky č. 2).

Vyplň tabulku č. 1 : Zajištěné vzorky neznámých vláken na místě činu.

vzorek vlákna	neznámého	bez vnitřní stavby	zřetelná vnitřní stavba				
			kořínek	špička	typ dřene	poměr tloušťky dřene a kůry	barva
A							
B							
C							
D							
E							

Poznámka: v tabulce použijte například termíny jako: je přítomen, není přítomen, ostrá (špička), souvislá, nesouvislá (dřeň), jsou stejné, tenčí, silnější (dřeň, kůra)

Tabulka č. 2: Charakteristické skupiny vláken.

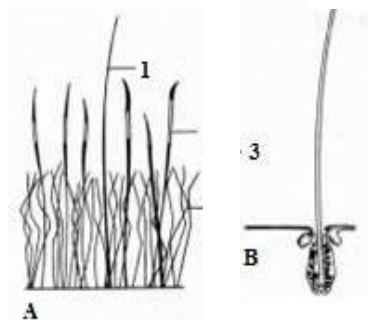
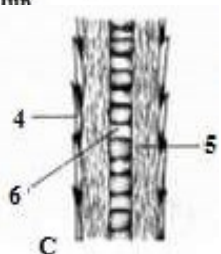
Vlákna živočišného původu

- Většinou pocházejí ze srsti zvířat či z lidského ochlupení.
- Tato vlákna mají na povrchu kutikulu (pod větším zvětšením se jeví jako typické šupinky) a uvnitř kůru a dřev.
- Například psí chlupy, lidské vlasy atd.

B) hmatový (sinusový) chlup

A) srst psa

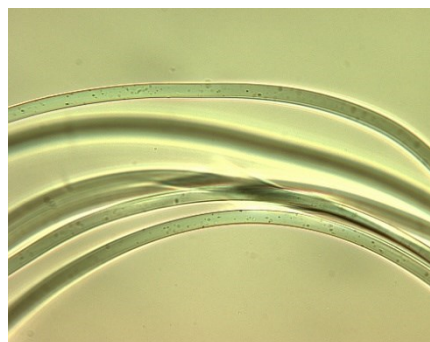
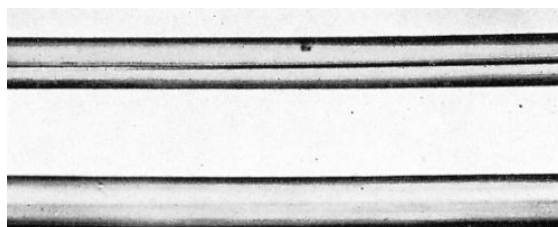
- C) 4 – kutikula
5 – kůra
6 – dřev



Zdroj: Biskupské gymnázium Brno

Vlákna umělého původu

- Uměle vyrobena člověkem.
- Jsou hladká bez vnitřní stavby.
- Například silon, nylon, dederon



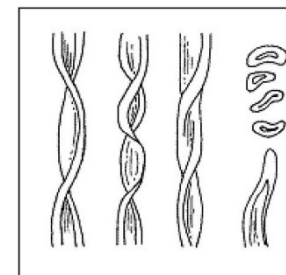
Zdroj: Dostálová a Křivánková, 1998

Vlákna rostlinného původu

- Jsou z celulózy z různých částí rostliny.
- Je pro ně typická vnitřní stavba.

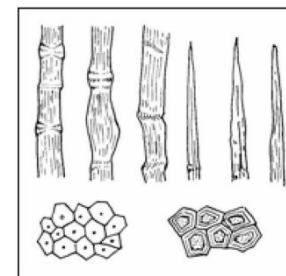
Bavlna.

Vlákno, příčný řez, vrchol.



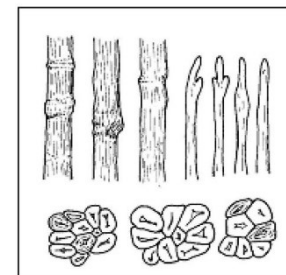
Len.

Vlákno, vrcholy, příčný řez.



Konopí.

Vlákno, vrcholy, příčný řez.



Odpovězte na výzkumnou otázku:

Závěr:

Na základě svých pozorování uveďte:

- a) Byla mezi vzorky umělá vlákna? _____
- b) V případě, že ano, ve kterých?

Zdůvodněte:

- c) Zda mezi vzorky byly chlupy, a kterých vzorků se to případně týkalo.

Zdůvodněte:

- d) Pokud byly mezi vzorky chlupy, uveďte, zda patřily jednomu druhu nebo více druhům:

Zdůvodněte:

Pracovní list – květ symbol reprodukce

Datum:

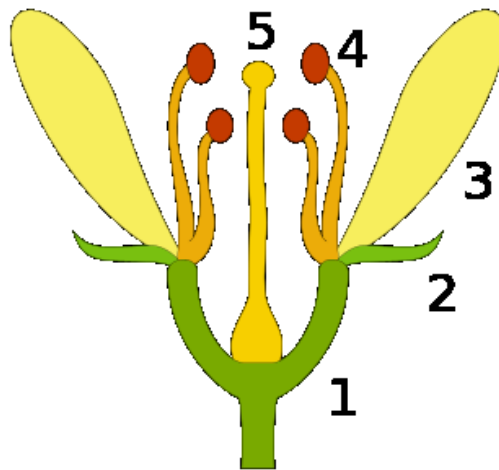
Jméno:

1. Přečtěte si text a podtrhněte slova, kterým nerozumíte.

Jednou z nejvýznamnějších záležitostí nejen v životě rostlin je otázka reprodukce, která nám nabízí poutavé příběhy o pohlavním rozmnožování. Toto rozmnožování má složité mechanismy. Pestrost květů je tak obrovská, že se stává inspirací pro mnoho umělců. Od složitého vývoje květů lákajících hmyz či jiné opylovače, kdy květy napodobují samičky příslušného hmyzího druhu, přes samosprašnost, až po takřka totální rezignaci na pohlavní rozmnožování například u většiny pampelišek.

Na základě textu navrhňte, co bychom mohli u květů zkoumat:

2. Pojmenujte různé části květu, které znáte.



Zdroj obrázku: Wikimedia Commons

3. Analýza vzorků květů různých rostlin

Pomůcky:

4 květy různých rostlin, pinzeta, lupa, preparační jehla, žiletka, podložka, tablety s připojením k internetu (atlas rostlin s popisem stavby květu)

Přečtěte si níže uvedený postup a pokuste se vyjádřit výzkumnou otázku.

- **Napište, co z postupu vás vedlo k volbě výše napsané výzkumné otázky.**

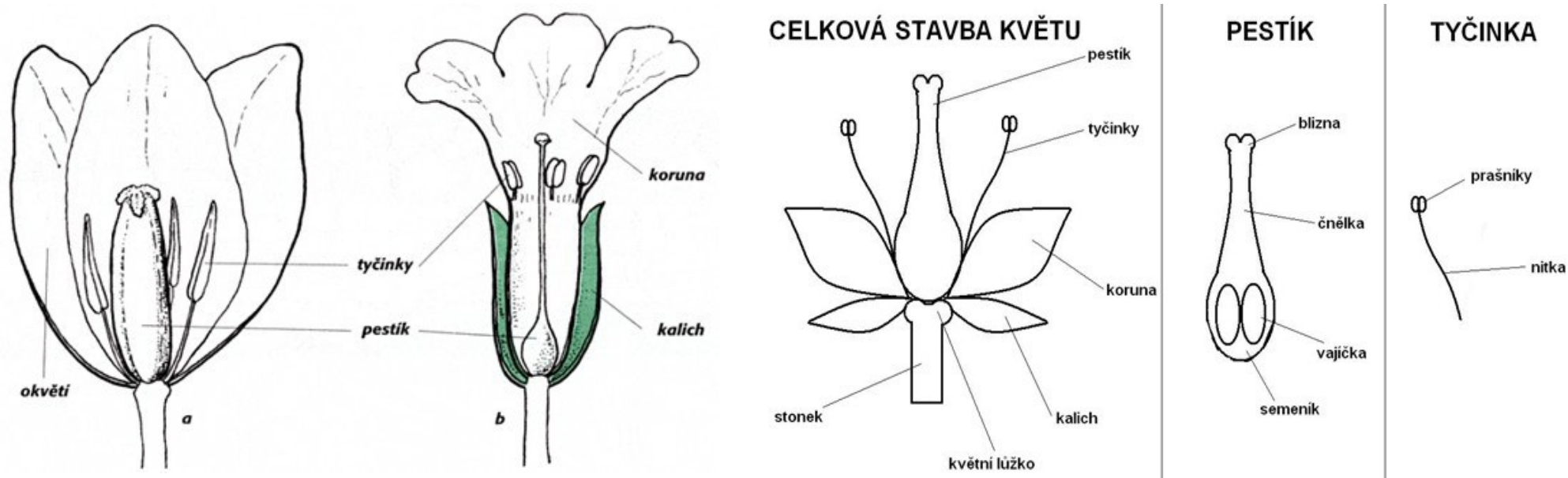
Postup:

1. Na miskách před vámi leží 4 květy A až D různých rostlin.
2. Pozorně si **prohlédněte** obecnou charakteristiku stavby květů uvedenou níže a s její pomocí u každého květu:
 - a) **zakreslete** (celkový pohled)
 - b) **Určete**, zda se jedná o květ jednotlivý či jde o květenství.
 - c) K prozkoumávání květů **používejte** lupy.
 - d) **Určete, porovnávejte a запиšte** do tabulky, zda se jedná o květ různookalný (kalich a koruna) či stejnoobalný (okvětí).
 - e) **Zapište, jak se liší** počty kališních lístků, korunních nebo okvětních lístků a uvádějte u nich barvu.
 - f) **Určete a porovnejte** do tabulky, má-li květ tyčinky, pestík a další znaky (vůně a jiné)
3. **Shrň** výsledky svého pozorování a **odpověz** na výzkumnou otázku.

Tabulka: Analýza a rozbor květů.

vzorek, náčrt květu	vůně	květ jednotlivý	květenství	stavba květu (popište části, запиšte počty květních lístků)				
				okvěť	koruna kalich	a tyčinky	pestík	Jiný znak.....
A.								
B.								
C.								
D.								

Obecná charakteristika stavby květů a dvou nejvýznamnějších způsobů opylení:



Zdroj: www.ostrava.educanet.cz

Větrosprašnost je opylování rostlin větrem. Vyskytuje se u nahosemenných a některých krytosemenných rostlin. Květy větrosprašných rostlin mají obvykle jen velmi malé květní obaly nebo jsou zcela bezobalné, nevoní a netvoří nektar. Z krytosemenných rostlin patří mezi větrosprašné rostliny např. trávy, bříza nebo líska.

Hmyzosprašnost je opylování rostlin hmyzem. Hmyz je ke květu lákán barvou, kresbou a vůní květu, nektarem v nektáriích i množstvím pylu, který některým druhům hmyzu slouží jako potrava. Některé rostliny však pouze předstírají, že obsahují nektar (orchideje). Většina hmyzu zprostředkující opylení dnešních krytosemenných rostlin patří do tří velkých řádů: blanokřídlí, dvoukřídlí, motýli.

Odpovězte na výzkumnou otázku:

Závěry:

Na základě svých pozorování uveďte:

A. Když procházíte rozkvetlou loukou, patrně si všimnete, že každý kvítek je jiný. Napište proč tomu tak je.

B. Jak nebo čím se pyl dostává z květu na květ?

C. Pokuste se podle svých zjištění stavby květů za pomoci atlasu rostlin nebo určovacího klíče určit druh rostlin.

A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

D. Porovnejte jednotlivé květy a podle svých zjištění o stavbě květů vysvětlete, jakým způsobem by mohli být opylovány.

A. _____ vysvětlete: _____

B. _____ vysvětlete: _____

C. _____ vysvětlete: _____

D. _____ vysvětlete: _____

Příloha č. 2. Časový harmonogram aplikace navržených badatelsky orientovaných úloh

Nejprve byly aplikovány úlohy experimentální a poté srovnávací analýzy vzorků a to v následujícím přehledu:

- 5. 5. – Kvasinky 7. A; skupina 2.
- 14. 5. – Kvasinky 7. B; skupina 1.
- 19. 5. – Osmotické jevy v rostlinné buňce 7. A; sk. 1.
- 21. 5. – Osmotické jevy v rostlinné buňce 7. B; sk. 2.
- 26. 5. – Osmotické jevy v rostlinné buňce 7. A; sk. 2.
- 28. 5. – Osmotické jevy v rostlinné buňce 7. A; sk. 1.
- 2. 6. – Kvasinky 7. A; sk. 1.
- 4. 6. – Kvasinky 7. B; sk. 2.
- 9. 6. – Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken 7. A; sk. 2.
- 11. 6. – Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken 7. B; sk. 1
- 16. 6. – Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken 7. A; sk. 1.
- 18. 6. – Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken 7. B; sk. 2.
- 17. 6. – Květ symbol reprodukce 7. B; sk. 1
- 17. 6. – Květ symbol reprodukce 7. B; sk. 2.
- 22. 6. – Květ symbol reprodukce 7. A; sk. 1
- 22. 6. – Květ symbol reprodukce 7. A; sk. 2.

Příloha č. 3. Společně stanovené výzkumné otázky revidované učitelem v úlohách a klíčové aspekty hodnocení.

Kvasinky

Příklady možných formulací výzkumných otázek:

1. *Jaká je závislost mezi teplotou vody ve vzorcích a metabolickou aktivitou kvasinek?*
2. *Jaká je závislost mezi přidáním/nepřidáním cukru do vzorků a metabolickou aktivitou kvasinek?*

Klíčové aspekty hodnocení vyplývající ze zadaného postupu a výzkumného problému:

- Rozdíl v aktivitě kvasinek (droždí, vzorků) na změnu prostředí (teplotě a obsahu cukru ve směsi)
 - rozdíl v aktivitě kvasinek
 - faktory prostředí ovlivňující aktivitu

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 2:

- A. Co se stane v kádince s droždím ve studené vodě?
Co se stane v kádince s droždím a cukrem v studené vodě?
Co se stane v kádince s droždím a cukrem v teplé vodě?
- B. Jaká je reakce kvasinek při různém prostředí, jak se budou chovat?

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 1:

- A. Co se stane s droždím ve studené vodě s cukrem?
- B. Co se stane s droždím s cukrem, když ho dáme do teplé vody?

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 0:

- A. Jak vypadají kvasinky?
- B. Jak dlouho bude trvat, než se zahřejí kvasinky?

Osmotické jevy v rostlinné buňce

Příklad možné formulace výzkumné otázky:

- *Jaký vliv má množství rozpuštěné látky (soli/cukru) ve vodném prostředí na buňky cibule kuchyňské?*

Klíčové aspekty hodnocení vyplývající ze zadaného postupu a výzkumného problému:

- Reakce rostlinné buňky (cibule kuchyňské) na změnu prostředí (působení množství rozpuštěné látky – soli a cukru ve vodném prostředí na rostlinnou buňku).
- Nezávislá proměnná je v této úloze množství rozpuštěné látky ve vodném prostředí.
- Závislá proměnná je změna objemu buněk.

V této úloze měli žáci na výběr ze 4 VO, kdy jen jedna VO zcela odpovídala uvedenému postupu řešení a refletovala aspekty zadaného výzkumného tématu.

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem se správným zdůvodněním 2:

Jaký vliv má množství rozpuštěné látky (soli/cukru) ve vodném prostředí na buňky cibule kuchyňské?

- A. Tuto otázku jsem zvolil, protože v postupu byly uvedeny sůl a cukr, které budou nějak působit na cibuli.
- B. Protože tam nějakou roli hrají všechny složky pomůcek – cukr, sůl a různě teplá voda.

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 0:

Jsou změny objemu u buněk cibule kuchyňské ovlivněny teplotou okolního prostředí?

Jakou velikost mají buňky cibule kuchyňské ve vodném prostředí?

Jaký vliv má vlhkost vzduchu na změny objemu u buněk cibule kuchyňské?

Vyšetřování – srovnávání rostlinných, živočišných a umělých vláken

Příklady možných formulací výzkumných otázek:

1. *Jaké jsou rozdíly mezi vzorky vláken A, B, C, D, E?*
2. *Které ze vzorků A, B, C, D, E patří do rostlinných, živočišných a umělých vláken?*

Klíčové aspekty hodnocení vyplývají ze zadaného postupu a výzkumného problému:

- Porovnání vzorků vláken A, B, C, D, E a jejich popis.
- Zařazení vzorků vláken do charakteristické skupiny vláken (rostlinná, živočišná a umělá vlákna) na základě jejich porovnání.

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 2:

- A. Do jaké skupiny vláken vlákna patří?
- B. Jak se liší vlákna a co je pro každý typ vláken charakteristické?

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 1:

- A. Jedná se o vlákna člověka?

B. Jaké vzorky patří do rostlinných vláken?

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 0:

A. Jak poznáme, že se vzorky vláken shodují?

B. Co se stane, když přidáme glycerol k vláknům?

Květ symbol reprodukce

Příklad možné formulace výzkumné otázky:

➤ *Jaké rozdíly jsou mezi květy A, B, C, D?*

Klíčové aspekty hodnocení vyplývají ze zadaného postupu a výzkumného problému:

- Porovnání vzorků květů A, B, C, D, dle vybraných aspektů uvedených v tabulce (vůně, barva, květ jednotlivý či květenství, okvěť, koruna a kalich, tyčinky, pestík).
 - porovnání vzorků
 - porovnání květní části

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 2:

A. Jaké jsou rozdíly u níže uvedených typů květů rostlin?

B. Jak vypadají květy rostlin a čím se od sebe odlišují?

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 1:

A. O jakou kytku se jedná a jak vypadají květy?

B. Jaké typy pestíků a tyčinek mají předložené květy.

Příklady žákovských formulací VO ohodnoceny kódem 0:

A. Budeme rozebírat květy.

B. Zkoumat květy z blízka.

Vzdělávací oblast - Člověk a svět práce

Ročníkové výstupy – 7. ročník	Učivo 7. ročník	PT
<p>ČSP-9-6-01 Žák vybere a prakticky využívá vhodné pracovní postupy, přístroje, zařízení a pomůcky pro konání konkrétních pozorování, měření a experimentů.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žák rozpozná, pojmenuje a vybere základní nástroje (mikroskop, lupa, dalekohled, atd.) a pomůcky pro badatelské aktivity. • Žák dokáže samostatně navrhnout pozorování a experimenty na základě problémové situace. 	<p>Základy mikroskopování</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ pozorování trvalých preparátů ➤ pozorování vnější i vnitřní stavby živočichů <p>Základy pozorování v terénu</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ pozorování živých živočichů a organismů v blízkém okolí ➤ exkurzní činnosti 	
<p>ČSP-9-6-02 Žák zpracuje protokol o cíli, průběhu a výsledcích své experimentální práce a zformuluje v něm závěry, k nimž dospěl.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žák je aktivní v badatelských aktivitách a samostatně řeší stanovenou problémovou situaci. • Žák vytvoří protokol o svém bádání. • Žák v protokolu formuluje výzkumné otázky, řešení, výsledky a závěry. 	<p>Řešení praktických badatelských a laboratorních úloh na témata, která jsou spojena se vzdělávací oblastí Člověk a příroda.</p>	Environmentální výchova
<p>ČSP-9-6-03 Žák vyhledá v dostupných informačních zdrojích všechny podklady, jež mu co nejlépe pomohou provést danou experimentální práci.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Žák samostatně vyhledává informace k danému tématu a pokouší se je kriticky třídit. • Žák dokáže interpretovat data a propojit je se svým bádáním. 	<p>Práce s odbornou literaturou</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ kritické třídění informací ➤ interpretace dat <p>Práce s elektronickými zdroji</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ kritické třídění informací ➤ interpretace dat 	Mediální výchova

<p>ČSP-9-6-04 <i>Žák dodržuje pravidla bezpečné práce a ochrany životního prostředí při experimentální práci.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Žák chápe a dodržuje pravidla bezpečné práce a ochrany životního prostředí. • Žák vysvětlí při vybrané experimentální práci možné dopady na životní prostředí. Žák dodržuje hygienu práce, udržuje své pracovní místo čisté a bezpečné. 	<p>Zásady bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí v praktických aktivitách.</p>	<p>Environmentální výchova</p>
<p>ČSP-9-6-05 <i>Žák poskytne první pomoc při úrazu v laboratoři.</i> Žák poskytne základní první pomoc při úrazu v badatelských aktivitách.</p>	<p>Zásady první pomoci při praktických činnostech v terénu i ve škole.</p>	