

**Univerzita Karlova**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Chemie se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání – Biologie se zaměřením na vzdělávání



**Vanesa Víšková**

**Kvalita ovzduší jako téma komplexních učebních úloh ve výuce chemie**

Air quality as a topic for complex learning tasks in chemistry education

**Bakalářská práce**

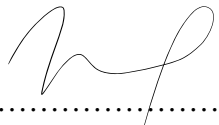
Vedoucí práce: doc. RNDr. Svatava Janoušková, Ph.D.

Praha, 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 15. 5. 2024



.....

Vanesa Víšková

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce doc. RNDr. Svatavě Janouškové, Ph.D. za cenné rady, trpělivost a podporu během celého procesu tvorby této práce. Děkuji také členům ohniskové skupiny za jejich zapojení a hodnotné připomínky při posuzování vytvořených úloh. Velký dík patří i mé rodině za neustálou podporu, stejně tak mému příteli, který mi navíc poskytl pomoc s grafickými prvky této práce.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zaměřuje na tvorbu učebních úloh, včetně stanovení jejich obtížnosti. Cílem práce je přispět k rozšíření portfolia učebních materiálů, specificky úloh na úrovni gymnázia pro rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků. Práce představuje tři vytvořené komplexní učební úlohy, které ohnisková skupina podrobila hodnocení kognitivní obtížnosti, přiměřenosti obsahu a atraktivity. Výsledky ukazují, že většina úloh je vhodná pro výuku na gymnáziích. Součástí práce je také diskuse o významu přírodovědné gramotnosti v kontextu šetření PISA a jejího stavu mezi žáky České republiky. Dále práce analyzuje Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G) z hlediska tématu kvality ovzduší, a nakonec se zabývá i teoretickými východisky pro tvorbu komplexních učebních úloh. Práce přispívá také k propojení výuky chemie s průřezovým tématem environmentální výchovy, jak je stanoveno v RVP G.

## **Klíčová slova**

Kvalita ovzduší, učební úlohy, výzkum PISA, výuka chemie.

## **Abstract**

This bachelor thesis focuses on creating learning tasks, including determining their difficulty levels. The aim of the thesis is to contribute to expanding the portfolio of educational materials, specifically tasks at the grammar school level, to develop students' scientific literacy. The thesis presents three developed complex learning tasks, which were evaluated by a focus group for cognitive difficulty, content adequacy, and attractiveness. The results indicate that most tasks are suitable for high school education. The thesis also includes a discussion on the importance of scientific literacy in the context of PISA study and its situation among students in the Czech Republic. Furthermore, the thesis analyzes the Framework Educational Programme for Gymnasiums (RVP G) regarding the topic of air quality and provides theoretical foundations for creating complex learning tasks. The thesis also contributes to linking chemistry education with the cross-curricular theme of environmental education, as outlined in the RVP G.

## **Key Words**

Air quality, learning tasks, PISA survey, chemistry education.

## Seznam použitých zkratk a symbolů

ČR	Česká republika
ČŠI	Česká školní inspekce
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PISA	Programme for International Student Assessment
PM	particular matter
ppm	parts per million
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
SŠ	střední škola
ŠVP	školní vzdělávací program
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
TZL	tuhé znečišťující látky

# Obsah

<b>1. Úvod a cíle práce</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Teoretická část</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Přírodovědná gramotnost žáků vyššího sekundárního vzdělávání</b> .....	<b>9</b>
2.1.1 Definice a význam přírodovědné gramotnosti.....	9
2.1.2 Testování přírodovědné gramotnosti.....	11
2.1.3 Stav přírodovědné gramotnosti v ČR.....	13
<b>2.2 Analýza RVP G z hlediska tématu kvality ovzduší</b> .....	<b>15</b>
2.2.1 Klíčové kompetence.....	16
2.2.2 Vzdělávací oblasti a vzdělávací obory.....	17
2.2.3 Průřezová témata.....	18
<b>2.3 Učební úlohy</b> .....	<b>19</b>
2.3.1 Definice učební úlohy.....	20
2.3.2 Kategorie učebních úloh.....	21
2.3.3 Tvorba učebních úloh.....	24
2.3.4 Problémové a komplexní úlohy.....	25
<b>3. Metodika</b> .....	<b>27</b>
<b>4. Výsledky</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1 Úloha č. 1: TUHÉ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2 Úloha č. 2: VNITŘNÍ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3 Úloha č. 3: DOPRAVA A JEJÍ EMISE</b> .....	<b>36</b>
<b>5. Diskuse</b> .....	<b>41</b>
<b>6. Závěr</b> .....	<b>44</b>
<b>7. Seznam použité literatury</b> .....	<b>46</b>
<b>8. Přílohy</b> .....	<b>55</b>

# 1. Úvod a cíle práce

V dnešní době moderní společnost čelí řadě environmentálních výzev, včetně zhoršené kvality ovzduší. Jeho znečištění přispívá jednak ke klimatické změně (nárůstem množství skleníkových plynů), ale je také významnou příčinou narůstajících problémů s chronickými zdravotními obtížemi (Vallero, 2014). Jedním z účinných nástrojů pro řešení těchto problémů je začlenění tématu kvality ovzduší a environmentálních otázek do vzdělávacích programů ve školách. Je nezbytné, aby výuka nejenom informovala žáky o těchto problémech, ale vedla je také k aktivnímu přemýšlení a hledání řešení k předcházení znečištění a ochraně zdraví svého i zdraví ekosystémů před dopady znečišťujících látek. V tomto ohledu je klíčová role přírodovědné gramotnosti, která umožňuje žákům porozumět složitým environmentálním souvislostem a hledat inovativní přístupy k jejich řešení (Rychen a Salganik, 2001). Problémový způsob výuky, podpořený využíváním komplexních učebních úloh, může být účinným prostředkem k dosažení těchto cílů (Černocký et al., 2011; Distler, 2022). Zvýšená pozornost k těmto tématům ve školních programech a inovativní metody výuky mohou hrát klíčovou roli v přípravě budoucích generací na řešení klimatických změn a ochranu životního prostředí.

Existují různé cesty ke zvyšování přírodovědné gramotnosti žáků. Učitelé se však často potýkají s nedostatkem zdrojů pro výuku s propojováním různých témat a oborů a žádají jejich větší dostupnost (Kotvaldová Sezemská, 2019). Na tento požadavek proto reaguje tato bakalářská práce.

Cílem této práce je vytvořit tři komplexní učební úlohy zaměřené na problematiku kvality ovzduší a s využitím ohniskové skupiny stanovit jejich obtížnost. Vytvořené úlohy mají ve výuce na gymnáziích přispět k rozvoji přírodovědné gramotnosti žáků.



## **2. Teoretická část**

### **2.1 Přírodovědná gramotnost žáků vyššího sekundárního vzdělávání**

Ve světě, kde nepřetržitě narůstá množství a komplexita vědeckých poznatků a technologií, se stává přírodovědná gramotnost klíčovou dovedností pro každého jednotlivce (OECD, 2006). Neustále dochází k novým objevům a značnému rozvoji vědeckých disciplín, které mají zásadní dopad na každodenní život a naši společnost jako celek. Přírodovědná gramotnost není pouze o schopnosti opakovat fakta a vzpomínat si na základní vědecké pojmy, je to schopnost chápat, jak funguje příroda kolem nás, a aplikovat tuto znalost na řešení komplexních problémů, s nimiž se setkáváme (Rychen a Salganik, 2001). Tuto dovednost potřebujeme více než kdy dříve. S rostoucím informačním dosahem médií je nutné podrobit obsahy těchto zdrojů kritické analýze, na jejímž základě stojí určitá míra přírodovědné gramotnosti, která nám umožní identifikovat zavádějící tvrzení (ČŠI, 2017).

#### **2.1.1 Definice a význam přírodovědné gramotnosti**

Přírodovědná gramotnost zahrnuje nejen znalost izolovaných pojmů a principů přírodních věd, ale rovněž schopnost chápat jejich kontext a praktické uplatnění v reálném životě. Vymezení pojmu však není do dnešní doby zcela ustálené a stále se vyvíjí. Publikace z roku 2010 (Faltýn et al., 2010) jej definuje skrze čtyři klíčové aspekty této gramotnosti. Studie přitom vychází ze syntézy řady dalších studií. Klíčovými aspekty přírodovědné gramotnosti jsou:

1. Základní koncepty a principy: Tento aspekt si žádá aktivní ovládnutí základních pojmů a zákonů přírodních věd a schopnost zacházet s nimi v různých kontextech.
2. Metodologie a přístupy: Toto hledisko zahrnuje využívání empirických a racionálních metod a postupů, jako jsou systematické pozorování, měření, experimentování a formulace a testování hypotéz.

3. Hodnocení přírodovědného poznání: Tento aspekt vyžaduje od žáka schopnost ověřovat objektivitu, spolehlivost a pravdivost tvrzení v rámci přírodních věd a kriticky posuzovat vědecké informace.
4. Interakce s dalšími oblastmi lidského poznání: Aspekt klade zřetel na používání matematických prostředků, moderních technologií a aplikaci přírodovědných poznatků při řešení praktických problémů, a také schopnost racionálně posuzovat dopady aplikací přírodovědných poznatků na lidské prostředí a společnost.

Výchozí vymezení přírodovědné gramotnosti šetření PISA z cyklu 2015 (Blažek a Příhodová, 2016), která se využila i v roce 2022, však uvádí následující dimenze:

1. Vědecké objasňování jevů, tedy rozeznávat, navrhopvat a posuzovat vysvětlení rozmanitých naturálních fenoménů a technologií.
2. Vyhodnocovat a navrhopvat přírodovědný výzkum, tj. charakterizovat a hodnotit přírodovědná bádání a nabízet vědeckovýzkumné problémy.
3. Vědecky interpretovat data a důkazy, tzn. zkoumat a dedukovat odpovídající vědecké závěry.

Dokumentů upravující tento termín existuje více, jejich analýzou a srovnáním bylo však vyhodnoceno, že se ony definice značně prolínají a shodně pojímají obeznámenost s přírodovědnými pojmy a vědeckými metodami, uchopení jejich aplikací, reflexi vědecké činnosti a mnohostranné souvislosti přírodovědného poznání (Janoušková et al., 2019).

Naplňování těchto aspektů přírodovědné gramotnosti vyžaduje od žáka nejen zvládnout vzdělávací obsah přírodovědných oborů, ale také do jisté míry ovládnout určité klíčové kompetence, které stanovuje rámcový vzdělávací program (Faltýn et al., 2010). Spadá mezi ně kompetence k učení, kompetence k řešení problémů a kompetence komunikativní. Tyto dovednosti jsou podporovány v různých vzdělávacích oblastech, jako jsou Člověk a jeho svět, Člověk a příroda, Člověk a společnost, Člověk a svět práce, Člověk a zdraví, stejně jako Matematika a její aplikace a Informační a komunikační technologie.

Přírodovědná gramotnost se chápe jako klíčová dovednost z několika důvodů. Hraje důležitou roli při přípravě žáků na budoucí akademické a profesní dráhy, ovšem je to nevyhnutelné téma i pro laickou veřejnost (Osborne, 2007). V dnešní době je stále

důležitější porozumět základním konceptům přírodních věd nahlíženým širším pohledem. To nejenže umožňuje žákům lépe porozumět fungování světa kolem nich, ale také jim dává schopnost kriticky posuzovat informace a rozhodovat se na základě vědeckých poznatků (Hurd, 1958; ČŠI, 2017). Kromě toho je důležité si uvědomit, že současná společnost se stále více spoléhá na technologické a vědecké inovace (ČŠI, 2017). Přírodovědná gramotnost umožňuje žákům lépe porozumět výzvám a příležitostem současné doby, které s ní souvisejí (např. povinnosti očkování, geneticky modifikované organismy, otázky ochrany životního prostředí), a přispívá k jejich schopnosti přizpůsobit se a aktivně přispívat k řešení těchto výzev (Rychen a Salganik, 2003).

I když se určitá úroveň přírodovědné gramotnosti stává nezbytnou pro běžný život společnosti, panuje o s ní svázaný typ vzdělání (přírodovědné vzdělání) obecný nezájem mezi žáky (Bílek, 2008). Problematická je skutečnost, že přírodovědné učivo je pro žáky abstraktní, náročné a obsahově zahlcené a je navíc naddimenzované (Rusek, 2013). Uvedené může vést k nedostatečné motivaci porozumět a řešit aktuální environmentální výzvy.

Téma kvality ovzduší tvoří nedílnou složku vědomostí spadající do přírodovědné a environmentální gramotnosti jedince. Jeho významnost dokazuje pravidelné zařazování testových úloh např. do PISA či TIMSS šetření (Frýzková a Palečková, 2007; Blažek et al., 2019; Janotová et al., 2020; IEA, 2021), či potřeba tvorby jednotlivých komplexních cvičebních úloh (Černocký et al., 2011; Mandíková et al., 2012).

## **2.1.2 Testování přírodovědné gramotnosti**

Úroveň přírodovědné gramotnosti hodnotí a mezinárodně srovnává šetření PISA (ČŠI, 2024). Úroveň vzdělávacích výsledků v přírodních vědách sleduje šetření TIMSS (ČŠI, 2024).

### **2.1.2.1 Šetření PISA**

Cílem testování PISA (Programme for International Student Assessment) je systematicky hodnotit výkony patnáctiletých žáků napříč různými zeměmi ve třech hlavních oblastech: čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti. Tímto

pravidelným šetřením se snaží OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) poskytnout užitečné informace o účinnosti a efektivitě vzdělávacích systémů jednotlivých zemí, což má sloužit jako podpora pro tvůrce školské politiky při plánování a implementaci změn a inovací ve vzdělávání. PISA tak sleduje, jak se jednotlivé země vyrovnávají s výzvami a potřebami moderního globálního vzdělávacího prostředí a pomáhá identifikovat oblasti, ve kterých je prostor pro zlepšení. V porovnání s jinými mezinárodními studii, jako je TIMSS nebo PIRLS, která se soustředí především na hodnocení znalostí žáků, se PISA zaměřuje spíše na jejich dovednosti a funkční gramotnosti, jež mají význam pro úspěch mladých lidí v jejich budoucím akademickém i profesním životě. Pro šetření se využívá systém komplexních úloh, přičemž původní papírové testy byly nahrazeny elektronickým testováním, což umožňuje nové podoby úloh jako interaktivní úkoly a simulace (ČŠI, 2024).

V testových úlohách PISA se žák setkává s reálnými situacemi, které mohou být osobního, lokálního a národního nebo globálního charakteru. Úloha začíná prezentací tématu prostřednictvím textu, obrázku, grafu, tabulky, animace nebo interaktivní simulace. Zadaný text je formulován jednoduše, stručně a jasně, avšak zachovává svůj informační význam. Poté následuje systém testových otázek zaměřených právě na tuto konkrétní představenou situaci. Tyto otázky žáci řeší. Někdy je v dílčích otázkách předložen další text či jiný materiál rozvíjející základní téma. Otázky jsou navzájem nezávislé. Konstruují se tak, aby posuzovaly žákův stupeň ovládnutí vybraného typu znalosti (obsahová, procedurální a epistemická znalost) a dovednosti (vysvětlovat jevy vědecky, vědecky interpretovat data a navrhnout přírodovědný výzkum), a hodnotily zvládnutí kognitivní náročnosti úloh. Otázky by neměly testovat čtenářskou ani matematickou gramotnost, pokud se zaměřují na gramotnost přírodovědnou (OECD, 2002; OECD, 2017).

V rámci šetření je koncipováno několik způsobů odpovědí na testové otázky. Žáci odpovídají prostřednictvím výběru jediné správné odpovědi z nabízených možností, vyhledávají konkrétní informace z grafické přílohy či textu, vytvoření krátké odpovědi, vyhodnocují tvrzení „ano/ne“ otázkách, vybírají více správných odpovědí z nabízených možností, doplňují neúplné věty slovem z výběru, manipulují s objekty na obrazovce za účelem jejich spojení, seřazení či kategorizace nebo tvoří rozsáhlejší slovní odpovědi či grafická zpracování. Aby hodnocení správnosti odpovědí proběhlo co nejobjektivněji, využívá se průvodce hodnocením. Body za odpovědi jednoduššího konceptu jsou získány,

12

pokud je odpověď jednoznačně správná. U komplexnějších otázek se přiděluje část bodů i za částečně správnou odpověď (OECD, 2006; OECD, 2017).

### **2.1.2.2 Šetření TIMSS**

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) je mezinárodní šetření, které ve čtyřletých cyklech hodnotí výkony žáků v přírodních vědách a matematice. Provádí se pravidelně ve více než 60 zemích a zkoumá především znalosti a dovednosti žáků ve věku 4. a 8. ročníku povinné školní docházky. Testovaná skupina se v každém státě skládá z minimálně 4000 žáků z více než 150 škol. Cílem šetření je poskytnout údaje o úrovni vzdělávání v matematice a přírodních vědách, porovnávat výsledky mezi jednotlivými zeměmi a sledovat jejich vývoj v čase. Jelikož organizace soustřeďuje také údaje o národních kurikulech, protože ze syntézy obsahu kurikul šetření vychází, jsou výsledky zajímavé s ohledem na trend vývoje znalostí v jednotlivých zemích v porovnání s jejich vlastními kurikuly. Podobně jako PISA, také šetření TIMSS přechází do elektronické podoby. To umožňuje vytvářet nový systém interaktivních úloh, mj. nově zaměřených na badatelství (ČŠI, 2024).

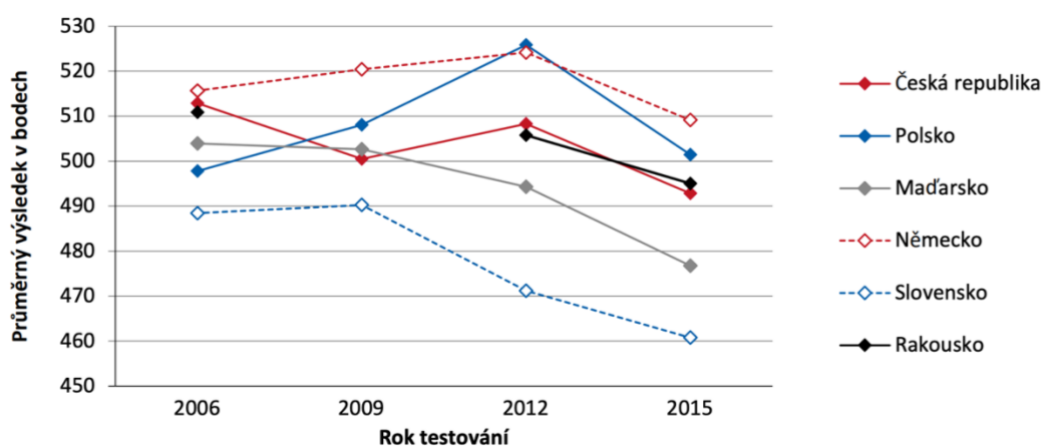
Přírodovědné úlohy TIMSS se soustředí na testování obsahové složky žakovských znalostí z různých přírodovědných oborů a jejich oblastí podle průniku národních kurikul vybraných zemí a úspěšného využití myšlenkových operací jako prokazování či používání znalostí a uvažování (Mullis et al., 2021). Úlohu uvádí krátký text či otázka povětšinou s ilustrativním obrázkem či informativní tabulkou (IEA, 2017). Žáci pak na otázku odpovídají výběrem správné možnosti ze čtyř nabízených nebo vytváří více či méně rozsáhlou slovní odpověď. Úlohy, kde se vybírá jedna správná odpověď, jsou hodnoceny jedním bodem, úlohy s vlastní formulací odpovědi jsou podle obtížnosti hodnoceny buď jedním, nebo dvěma body (Tomášek et al., 2020). Na rozdíl od šetření PISA se nejedná o komplexní úlohy, ale jednotlivé úlohy.

### **2.1.3 Stav přírodovědné gramotnosti v ČR**

Obecně lze konstatovat, že se čeští žáci v šetření PISA umísťují mírně nad průměrem zemí OECD a EU v kontextu vzdělávacích výsledků. Během období od roku 2006 do 2015 docházelo k výraznému zhoršení výsledků (viz *Graf 1*), nicméně v roce 2015 se situace

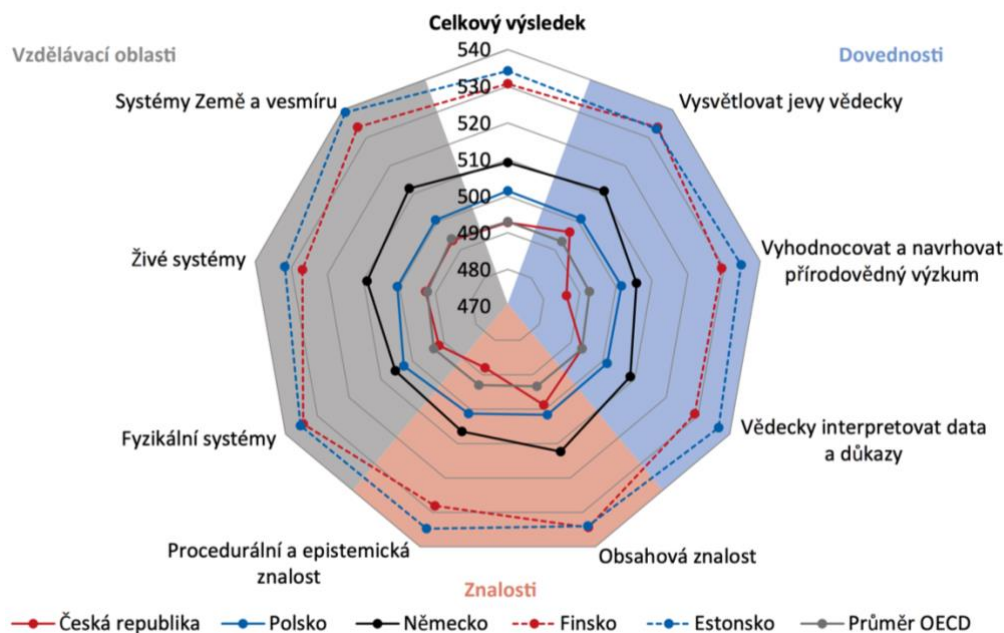
ustálila na průměrné úrovni. Od té doby bylo zaznamenáno pouze mírné zlepšení, které spolu s poklesem mezinárodního průměru umožnilo České republice opětovně skončit nad průměrnými hodnotami OECD. Tuto pozici si udržuje až do nejnovějšího testování, uskutečněného v roce 2022. V rámci Evropy dosáhli statisticky lepších výsledků pouze žáci Estonska a Finska. Celkově je 11 zemí jako statisticky úspěšnější než Česká republika (Boudová et al., 2023). Detailnější informace budou dostupné v následujícím cyklu PISA šetření, které proběhne v roce 2025.

Graf 1 Změny ve výsledcích žáků střeoevropských zemí v přírodovědné gramotnosti mezi roky 2006 a 2015 (převzato z Blažek a Příhodová, 2016).



Na rozdíl od mnoha jiných států se v ČR neprojevují výrazné rozdíly mezi výsledky chlapců a dívek. Výjimkou jsou pouze oba póly škály, kde můžeme hovořit o procentuální převaze chlapců (ČŠI, 2019; Blažek a Příhodová, 2016).

Z šetření PISA 2015 podrobněji zaměřeného na přírodovědnou gramotnost vyplývají data pro jednotlivé měřené kategorie dovedností žáků (viz Obr. 1). Dovednost *vědecky interpretovat data* a vzdělávací oblasti *živé systémy*, *fyzikální systémy* a *systémy Země a vesmíru* kopírují průměrné výsledky OECD, znalost *obsahová* a dovednost *vysvětlovat jevy vědecky* dosáhly mírně lepší úrovně, než je průměr OECD, a naopak znalost *procedurální* a *epistemická* a dovednost *navrhnout přírodovědný výzkum* dosáhly lehce nižších úrovní, než má průměr OECD. Jednotlivé výsledky jsou však stále horší v porovnání s rokem 2006 (Blažek a Příhodová, 2016).



Obr. 1 Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích (v bodech) (převzato z Blažek a Příhodová, 2016).

Dle národního zkoumání ze školního roku 2016/2017 se zjistilo, že úroveň přírodovědné gramotnosti studentů 3. ročníků maturitních oborů SŠ nebylo úměrně vyšší gramotnosti žáků 9. tříd základních škol, jejichž testovaná skupina zahrnovala též děti, které posléze na maturitní obory nesměřovaly (ČŠI, 2018).

Z toho vyplývá, že se všeobecně ve vyšším sekundárním vzdělávání nachází nedostatky, které nenaplnují studijní a kognitivní potenciál starších žáků.

## 2.2 Analýza RVP G z hlediska tématu kvality ovzduší

Na základě principů položených v Národním programu rozvoje vzdělávání v ČR z roku 2001 je vytvářen dvouúrovňový systém kurikulárních dokumentů pro žáky předškolního, základního a středního vzdělávání (MŠMT, 2001). S touto strukturou dále pracuje a obsah oněch dokumentů reviduje spis Strategie vzdělávací politiky ČR do roku 2030+ (Fryč et al., 2020). První státní úroveň zahrnuje Národní program vzdělávání a rámcové vzdělávací programy (RVP). RVP stanovuje závazné zásady pro každou z etap vzdělávání, podle kterých se tvoří školní vzdělávací programy (ŠVP) konkrétních škol coby školní úroveň kurikulárních dokumentů. Na základě ŠVP se realizuje vzdělávání na jednotlivých školách. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (dále jen RVP G) mimo

jiné vymezuje úroveň klíčových kompetencí absolventů gymnázií, stanovuje povinný vzdělávací obsah a začleňuje průřezová témata jako závaznou složku vzdělávání. Cílem vzdělávání na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je tak vybavit žáky příslušnými znalostmi a dovednostmi a připravit je k pracovnímu, společenskému a osobnímu uplatnění a také k celoživotnímu vzdělávání (VÚP, 2007). Následující kapitoly uvádí výčet znalostních a kompetenčních dovedností, uvedených v RVP G, jenž se představí jako základní obsahový a myšlenkový rozsah pro tvorbu komplexních učebních úloh v praktické části této práce, které se budou týkat problematiky znečištění ovzduší.

### 2.2.1 Klíčové kompetence

Klíčové kompetence zachycují soubor dovedností, schopností, znalostí a postojů, které jedinec potřebuje k efektivnímu fungování ve společnosti, v pracovním prostředí a při osobním rozvoji (Rychen a Salganik, 2001). RVP G obsahuje stanovený seznam šesti klíčových kompetencí. Od roku 2025 se tento výčet rozšíří na sedm (MŠMT, 2021). Práce s přírodovědnými tématy a otázkami vyžaduje dosažení uvedené úrovně následujících kompetencí (Kuhn, 2010; Osborne, 2010; OECD, 2017).

- **Kompetence k učení:** Tato kompetence zahrnuje schopnost kriticky přistupovat ke zdrojům informací.
- **Kompetence k řešení problémů:** Tato kompetence vyžaduje po žákovi rozpoznat problém a jeho podstatu, rozčlenit jej na části a vyřešit jej. RVP G zmiňuje dále důležitost aplikovat při řešení různé metody (racionální i empirické) a uplatnit další dovednosti a schopnosti, včetně schopnosti uvažovat kriticky. Z hlediska tématu řešeného v práci je také schopnost zvažovat klady a zápory aplikace různých variant řešení.
- **Kompetence komunikativní:** Tato kompetence pojímá schopnosti jako používat odborný jazyk a symbolická a grafická znázornění informací různé povahy, účinně používat moderní informační technologie, přizpůsobovat se výši zkušeností a znalostí komunikačních partnerů a korektně si vykládat přijímaná sdělení a objektivně argumentovat.
- **Kompetence sociální a personální:** Tato kompetence obsahuje požadavek na správný odhad následků vlastního počínání za nejrůznějších okolností a své chování podle toho usměrňovat.



- Kompetence občanská: Součástí kompetence občanské, přímo se vztahující k problematice znečištění ovzduší, je uvažování o fungování společnosti z hlediska udržitelnosti života a volba takového jednání, jaké neohrožuje a nepoškozuje přírodu a životní prostředí (VÚP, 2007).

## 2.2.2 Vzdělávací oblasti a vzdělávací obory

V RVP G je vzdělávací obsah orientačně rozčleněn do osmi vzdělávacích oblastí. Každá oblast zastřešuje jeden či více vzdělávacích oborů, které jsou tvořeny vzdělávacím obsahem, sestávajícím z očekávaných výstupů a charakteristického učiva. Jednotlivé vzdělávací oblasti pak obsahují jejich charakteristiku, cílové zaměření a vzdělávací obsah. Charakteristika a cílové zaměření vzdělávací oblasti vyjadřují úlohu, význam a směr vzdělávací oblasti, jakým se podílí na rozvoji klíčových kompetencí žáků gymnázií (VÚP, 2007). Na základě dokumentu OECD (2017) můžeme sledovat průnik určitých částí mnoha vzdělávacích oblastí v RVP G a dovedností sledovaných v jednotlivých přírodovědných úlohách v PISA testování (výběr vzdělávacího obsahu byl proveden v souladu s provázaností s tématem znečištění ovzduší).

- Charakteristika vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace: Matematické učení podporuje rozvoj abstraktního a analytického myšlení, racionálního vyvozování, jasné a věcné argumentace. Cílem je hledání objektivní pravdy. Základ výuky tkví v ovládnutí schopnosti formulovat problém a koncepci jeho řešení, v osvojení si aktivního použití matematických nástrojů a dovedností a v přivlastnění si schopnosti aplikace. Matematika také umožňuje žákům posuzovat správnost postupů při odvozování tvrzení a identifikovat klamné závěry. Během studia žáci zjišťují, že matematika má široké uplatnění v různých oblastech lidské činnosti, jako je ekonomie, technika a společenské vědy, a že je ovlivňována externími podněty, jako jsou například výzvy v oblasti přírodních věd (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Charakteristika vzdělávací oblasti Člověk a příroda: Žáci mají být schopni po předložení přírodních zákonitostí pomocí metod vědeckého výzkumu hledat souvislosti mezi jevy, hmotnými přírodními objekty a víceúrovňovém charakterem přírody, odstraňovat bariéry mezi poznatky z jednotlivých přírodovědných oborů a využít empirické i teoretické prostředky pro vlastní vědecký výzkum. Oblast se snaží podnítit žáky k hledání objektivního řešení a ověřování pravdivosti vstupních

informací, hypotéz a relevance výsledků. Žáci se zdokonalují v předkládání svého názoru, poznatků či metody ke kritické analýze. Skrze nabyté schopnosti žáci také vyhodnocují informace z oblastí antivědy a posuzují morálnost řešení přírodních i sociálních problémů (VÚP, 2007; OECD, 2017).

- Anorganická chemie jako oddíl vzdělávacího oboru Chemie: Mezi očekávané výstupy se řadí požadavek na žákovské vyhodnocení vlivu významných prvků a jejich sloučenin na životní prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Organická chemie jako oddíl vzdělávacího oboru Chemie: V očekávaných výstupech se hovoří o tom, že žák má být kompetentní k posouzení účinků základních skupin organických sloučenin a významných zástupců na životní prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Životní prostředí jako oddíl vzdělávacího oboru Geografie: Očekávaným výstupem je *„Žák (...); zhodnotí některá rizika přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni; (...).“* (VÚP, 2007) Mezi učivo tohoto tématu je zařazena krom dalšího environmentalistika, dále limity přírodního prostředí, globální problémy a výchovné, hospodářské a právní nástroje ochrany přírody a životního prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Pracovněprávní vztahy jako oddíl vzdělávacího oboru Člověk a svět práce: Jeden z očekávaných výstupů požaduje, aby žák dokázal volit bezpečné pracovní metody ohleduplné k životnímu prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a zdraví: Vzdělávání v této oblasti si klade mimo jiné za cíl, aby se žák ujmul odpovědnosti za zdraví, bezpečnost a kvalitu životního prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Ochrana člověka za mimořádných událostí jako oddíl vzdělávacího oboru Výchova ke zdraví: Žáci se seznamují s látkou zaměřující se na unikání škodlivých látek do životního prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).

### 2.2.3 Průřezová témata

Průřezová témata vnímá současnost jako aktuální témata, která kromě svého výchovného charakteru pomáhají propojovat a doplňovat již nabyté znalosti. Tato témata hrají důležitou roli při formování postojů, chování a hodnotového systému žáka, proto také

tvoří povinnou složku vzdělávání. Průřezová témata přispívají k rozvoji klíčových kompetencí žáků. Charakteristika a tematické okruhy některých z pěti průřezových témat RVP G opět odkazují na jejich provázanost s problematikou znečištění ovzduší.

- Osobnostní a sociální výchova: Globalizace a jiné sociokulturní fenomény, mj. devastace životního prostředí, zapříčiňují spoustu lidem množství rizik. Tato výchova se prolíná například i s etikou ve vztahu k životnímu prostředí, tzn. jakou morálku uznávám ve vztahu k sobě, k ostatním lidem a kulturám a k přírodě a životnímu prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech: Součástí tematických okruhů je i oblast životního prostředí a udržitelného rozvoje, tedy globální environmentální problémy přírodního a sociálního prostředí (VÚP, 2007; OECD, 2017).
- Environmentální výchova: Celé toto průřezové téma sjednocuje myšlenky týkající se pojmenování, charakteristiky a hledání řešení environmentálních výzev z pohledů několika vzdělávacích oborů. Nezajímá se pouze o obecné globální problémy, ale snaží se realizovat také skrze žákům blízké situace a prostředí a řešení lokálních otázek životního prostředí. Tematické okruhy obsahují komplexní učivo jako například působení prostředí, abiotických a biotických vlivů na organismy, vlivy prostředí škodící zdraví člověka, příčiny a důsledky lidského konání na životní prostředí v dřívějších i současných dobách a udržitelnost tohoto chování, principy udržitelného rozvoje, různorodé nástroje společnosti a jedince k řešení environmentálních problémů, postoje zainteresovaných skupin k ekologickým problémům, regionální témata jako historie a současnost ochrany krajiny v ČR, tamní instituce zabývající se problematikou životního prostředí, česká a unijní legislativní opatření v oblasti životního prostředí a další (VÚP, 2007; OECD, 2017).

### **2.3 Učební úlohy**

Učební úlohy představují základní pilíř pedagogické praxe a jsou důležitou součástí výuky. Tyto úlohy jsou pečlivě navrhovány s cílem vést žáky od počátečního seznámení s tématem až po jeho hlubší porozumění a aplikaci. Jsou navrženy tak, aby podněcovaly aktivní zapojení žáků do výuky, rozvíjely jejich dovednosti a podporovaly jejich kognitivní růst (Havlová, 2010).

### 2.3.1 Definice učební úlohy

Tvorba učebních úloh byla a je předmětem značného zájmu mnoha autorů, přičemž hodně z nich přispělo i k vymezení pojmu učební úloha. Existuje tak rozmanité množství definic obecných i úzce zaměřených. Přesto se shodnou na základním jádru tohoto termínu.

Průcha (et al., 2013) v Pedagogickém slovníku uvádí, že učební úloha je každá situace v pedagogickém prostředí, která je navržena se záměrem umožnit žákům dosáhnout určitého vzdělávacího cíle. Učební úlohu definuje Nikl (1997) jako všechna zadání, která vyžadují provedení specifických úkonů a jsou formulována s didaktickým záměrem. Dále toto široké vymezení upřesňuje, že pro nalezení výsledného řešení učební úlohy je nezbytné provést sérii poznávacích či manuálních kroků, které žák samostatně vybírá ze souboru již známých postupů nebo může vytvořit postupy nové. Holoušová (1983) pojem vymezuje obdobně, podle ní představují učební úlohy rozsáhlou škálu jakýchkoli učebních zadání, ať už to jsou prosté úkoly, zaměřující se na pouhou pamětní reprodukci faktů, nebo složité úlohy, při jejichž řešení musí žák zapojit i tvořivé myšlení (Holoušová in Kalous a Obst, 2002). Podle Kalhouse a Obsta (2002) jsou učební úlohy vlastně veškerá učební zadání. Představují tak významný nástroj k řízení učení, aktivizaci žáků a nejúčinnějšímu ověření splnění výukových cílů. Také Čtrnáctová (2009) spatřuje učební úlohu jako náležitý nástroj k verifikaci dosažení stanovených vzdělávacích cílů. Obecně o učební úloze hovoří jako o požadavku na žáky, aby provedli jistou činnost vedoucí k předem stanovenému cíli, jenž zahrnuje komponentu poznatkovou i činnostní (Čtrnáctová, 1996). Rovněž Skalková (1999) konstatuje, že učební úloha ztvárňuje didaktickou situaci přispívající k aktivní interakci žáka s vyučovaným tématem. Havlová (2010) celou problematiku více konkretizuje a uvádí, že *„učební úlohy, ve smyslu cvičení v učebnici či pracovním sešitě, jsou primárně vytvářeny se záměrem rozvíjet a utvrzovat vědomosti, dovednosti či postoje žáků a složka hodnotící může být potlačena. K výše uvedenému cíli mohou sloužit také úlohy, na něž není jednoznačná odpověď, či vyžadují po žácích takové aktivity (např. diskutovat), které není možné jednoduše hodnotit.“*

Havlová (2010) naráží na hodnotící složku úlohy. K té se vyjádřila Skalková (2007), podle které představuje základ úloh testových. Testové úlohy jsou projektovány tak, aby posuzovaly výkon žáků s největší možnou objektivitou. Mezi další charakteristiky testových úloh se řadí validita, tj. úlohy mají ověřovat znalosti a schopnosti, pro které byly

vytvořeny, reliabilita, tzn. výsledek testové úlohy by neměl být ovlivněn faktory jako například nepřesné zadání, podmínky, za jakých je úloha řešena, a nakonec citlivost, tedy výsledky žáků mají být rozmístěny po celém bodovém rozmezí, přičemž toto nemusí platit pro testování osvojení učiva (Skalková, 2007).

Vztah testových a učebních úloh dále Havlová (2010) upřesňuje. Pokud je vzdělávacím cílem rozvíjet žakovu schopnost řešit úlohy a hodnotit vlastní výsledky, poté se testová úloha stává zároveň učební úlohou. Testové úlohy jsou tak obecně podkategorií úloh učebních, jelikož se sestavují s úmyslem nezkresleně hodnotit výkon žáka. Je však patrné, že se testová úloha může použít jako učební úloha a v některých případech i naopak.

### **2.3.2 Kategorie učebních úloh**

Vzhledem k rozmanitosti forem a cílů učebních úloh existuje více podmínek, podle kterých lze tyto úlohy kategorizovat.

#### **2.3.2.1 Dělení dle náročnosti úlohy**

Učební úlohy kategorizovala již v roce 1970 D. Tollingerová, a to podle náročnosti poznávacích operací potřebných k jejich řešení. Její taxonomie se aplikuje dodnes. Rozdělení přináší 5 úrovní a celkem 27 podtypů učebních úloh. Ke každé úrovni se uvádí příklady aktivních sloves spojených s činností, jenž je nutná ke splnění úlohy vykonat. Platí, že pro úspěšné řešení úlohy vyšší úrovně je nutné zvládnutí kognitivních operací spojených s prací na úlohách všech nižších úrovní. Hlavními kategoriemi této taxonomie jsou (Tollingerová, 1970):

*„úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků,*

*úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky,*

*úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky,*

*úlohy vyžadující sdělení poznatků,*

*úlohy vyžadující tvořivé myšlení.“*

Třídění úloh de facto vychází z kategorizace kognitivních operací žáků, jak je vytyčil Bloom v roce 1956 ve své taxonomii kognitivních cílů. V revidované formě se udávají následující stupně osvojení učiva (Bloom, 1956; Anderson a Krathwohl, 2001):

1. znalost,
2. porozumění,
3. aplikace,
4. analýza,
5. hodnocení,
6. tvoření.

### **2.3.2.2 Dělení dle formy zadání**

Zadání učebních úloh mohou nabývat různých podob, a to verbální (pouze slovní) či neverbální (různé grafické podoby). Slovním podáním se obvykle sestavují otázky nebo instrukce k řešení úlohy. Často jsou verbálně poskytnuty i další prvky úlohy, jako jsou motivující a doplňkové údaje či pokyny k formulaci odpovědi. Neverbální prvky představují grafy, tabulky, obrázky, modely, videa atd. (Havlová, 2010). Neverbální složky úlohy mají větší motivační účinek a usnadňují pochopení a řešení úloh (Tollingerová, 1986; Čtrnáctová, 1998). Existuje také možnost spojení verbálního a neverbálního zadání, což se ukazuje jako efektivnější přístup pro dosahování kvalitnějších výsledků ve vzdělávacím procesu (Bílek, 2003).

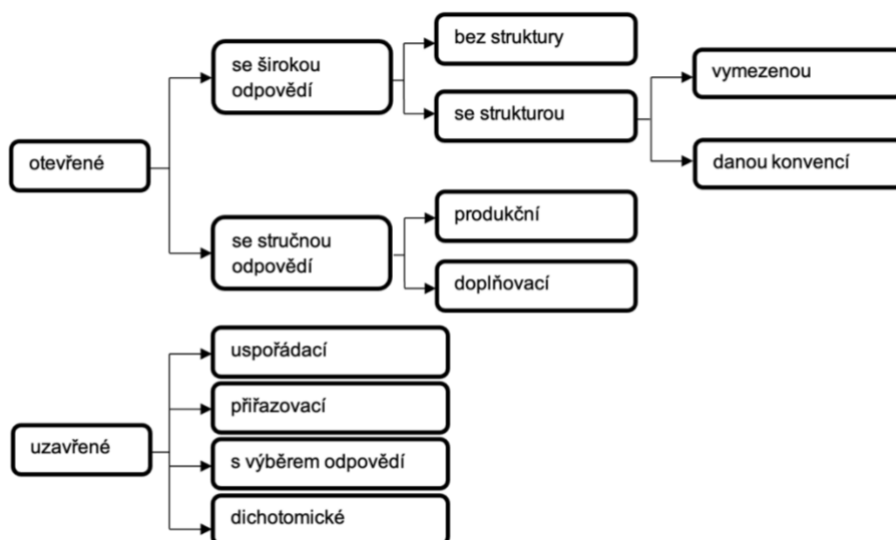
### **2.3.2.3 Dělení dle formy řešení**

Dalším kritériem, podle kterého mohou být učební úlohy tříděny, je způsob, jakým je úloha žáky řešena. Úlohy se podle tohoto principu dělí na otevřené a uzavřené. U otevřených úloh je žádáno, aby žák sám vytvořil odpověď, která může být ve formě slova, čísla, výpočtu, jedné věty nebo delšího textu. Naopak u uzavřených úloh je žákovi předloženo několik možností, ze kterých pouze vybírá jednu nebo i více správných odpovědí. Uzavřené úlohy mají několik výhod, včetně objektivního vyhodnocení, rychlého zpracování a vhodnosti pro žáky s potížemi s formulováním odpovědí. Nicméně se vyznačují i řadou nevýhod, jako omezené možnosti testování produktivních dovedností, nebezpečí chybných odpovědí způsobených nepozorností nebo nadměrným přemýšlením, nemožnost sledovat myšlenkový postup žáka a s tím spojená pravděpodobnost pouhého

uhodnutí správné odpovědi, a obtížnost vytvoření kvalitní uzavřené úlohy. Otevřené úlohy také nabízejí mnoho výhod, jako je možnost testování produktivních a kreativních dovedností, nucení žáků používat odbornou terminologii a možnost autora úlohy snadno posoudit porozumění žáků a správnost zadání. Nicméně s sebou nesou i několik nevýhod, například nutnost jasného a jednoznačného zadání pro předejití různým interpretacím, zvýhodňování komunikačně silnějších žáků, pracnost stanovení přesných kritérií hodnocení a obtížnost objektivního hodnocení, zejména u více otevřených úloh, časová náročnost hodnocení a neproveditelnost digitalizace a automatického vyhodnocování (Chráska, 1999; Schindler, 2006).

Uzavřené úlohy zahrnují následující typy: úlohy s dichotomickou volbou, úlohy s výběrem z více možností, přiřazovací úlohy a uspořádací úlohy (viz *Obr. 2*). Řešení dichotomických úloh spočívá v rozhodnutí mezi dvěma alternativami, jako je „ano“ či „ne“ nebo „pravda“ či „nepravda“. Úlohy s výběrem odpovědi umožňují vybrat správnou odpověď z více než dvou alternativ. Přiřazovací úlohy vyžadují nalezení odpovídajících dvojic mezi dvěma seznamy, zatímco uspořádací úlohy žádají žáka, aby uspořádal prvky podle stanoveného kritéria (Schindler, 2006).

Otevřené úlohy se dělí na úlohy s krátkou a širokou odpovědí (viz *Obr. 2*). Krátké odpovědi mohou být vyjádřeny stručným slovním spojením, číslem, symbolem či jednoduchým grafem, zatímco široké odpovědi vyžadují rozsáhlejší písemný projev, uvádí se dvě věty a více. Tyto úlohy umožňují žákům projevit schopnost formulovat odpovědi sami, což zvyšuje jejich autenticitu. Úlohy s krátkou odpovědí mohou být produkčního charakteru, kdy žák odpovídá na přímou otázku, nebo doplňovacího charakteru, kdy žák doplňuje neúplné tvrzení. Úlohy se širokou odpovědí jsou vhodné pro testování komplexních dovedností a vyšších úrovní osvojení učiva (Schindler, 2006).



Obr. 2 Základní typy úloh dle způsobu jejich řešení (převzato z Havlová, 2010)

### 2.3.3 Tvorba učebních úloh

Sestavení kvalitní učební úlohy má mnohá úskalí. Pokud je však konstruována vhodná úloha, co se týče dosažení stanoveného vzdělávacího cíle, může tato úloha představovat náležitý prostředek k rozšiřování rozumových operací žáků, rozvíjení spolupráce mezi žáky, schopnosti vyhledávat vhodné informace z různých zdrojů či k osvojování nových znalostí (Kalhous a Obst, 2009). Řádným sestrojením úlohy se podle Čtrnáctové (2009) myslí to, že je potřeba dbát komplexní ohled na náplň učiva, učební cíle a kognitivní operace, odpovídající taxonomii učebních úloh, jež jsou nezbytné pro zdařilé vyřešení úlohy.

Pravidla pro tvorbu učebních úloh a jejich souborů uvádí ve svých publikacích řada autorů. Například Nikl (1997) zmiňuje, že je třeba dbát na korektní vyjádření, smysluplnost, motivační účinek, tvoření jediné otázky na úlohu, kladné otázky bez negace, grafické vyobrazení, jasnost, adekvátnost a vytvoření příležitosti k úspěchu žáka. Sikorová (et al., 2007) doplňuje nejčastější chyby při formulaci a užití učebních úloh, kterými podle ní jsou uplatnění učebních úloh výlučně na začátku a na konci vyučovací hodiny, kladení více otázek dotazujících se na jednu záležitost a dominantní využití uzavřených otázek. Detailní instrukce ke správnému vytváření uzavřených a otevřených učebních úloh a všech jejich podtypů podrobně diskutuje také Schindler (2006).



Navrhováním pravidel pro tvorbu souborů učebních úloh se zabývá Jesenská (1986), která doporučuje, aby soubor obsahoval vyváženou kombinaci faktů, generalizace a emocionálního působení. Nejvíce poznávacích aktivit by se mělo v souboru zaměřit na nejdůležitější učivo a věnovat pozornost více jeho aspektům. Úlohy by měly vyžadovat přiměřenou a zároveň podněcující úroveň myšlenkového úsilí. Celkový soubor by měl napomáhat nabývání vědomostí a podporovat výchovný a kognitivní vývoj. Je příhodné, aby obsáhl úlohy pro osvojení učiva, samostatnou přípravu i zkoušení. Dále by měl zahrnovat úlohy zadané písemně i ústně. Soubor musí být vytvořen pro všechny prospěchové kategorie žáků a jeho prostřednictvím bychom měli být schopni provést kontrolu žákovských vědomostí a dovedností (Jesenská, 1986).

Postup sestavení souboru učebních úloh představují ve své publikaci Kalhous a Obst (2002), kteří vyšli z díla Tollingerové. Podotýkají také, že opačné pořadí aktivit lze využít při posuzování souborů. Při vytváření učebních úloh se tedy začíná stanovením výukového cíle a podmínek výuky, na jejichž základě se poté formuluje vhodně stimulující didaktický cíl pro celý soubor úloh. Posléze se vypracuje obecné schéma, vyznačující se různorodostí a pestrostí, a do něj se umístí učební úlohy s relevantní obtížností.

### **2.3.4 Problémové a komplexní úlohy**

Problémové a komplexní úlohy se staly natolik významnými, co se týče rozvíjení důležitých kompetencí žáků, využitelných v pozdějším běžném i profesním životě, že se na ně zaměřilo rovněž šetření PISA (Černocký et al., 2011).

Problémová situace, vyvolaná nesouladem mezi prostředím a našimi schopnostmi a dosavadními zkušenostmi s postupy řešení situací, vzbuzuje v člověku zájem a touhu poznávat. Toho se využívá při problémovém vyučování, kdy pedagog žákům nepředkládá hotové poznatky, avšak vytváří úlohami motivující prostředí, které vede k objevování nových vědomostí a činností v průběhu žákovy cesty k vyřešení těchto úloh. Tato metoda vede k podnikavému získávání nových znalostí a dovedností, rozvoji tvořivosti, samostatnosti, adaptability na nové podmínky a divergentní myšlení. Důležitou charakteristikou problémové úlohy je nemožnost jejího řešení doposud zvládnutými

postupy, avšak se musí dbát zřetel na předložení takových úloh, které se shodují s vyspělostí žáků (Honzíková a Novotný, 2006).

Úlohy se připravují podle následujících pravidel (Honzíková a Novotný, 2006):

1. je nutno, aby problém žáky zaujmul,
2. žáci u řešení nové situace budou vycházet z předchozích vědomostí a schopností,
3. předmět úlohy musí tematicky souviset s probíraným učivem a musí z něho rozumově vyplývat,
4. problém musí být náležitě a jasně vyjádřený, což povede i k jeho domnělému řešení.

Popis komplexních úloh již zazněl v kapitole Šetření PISA. Rozumíme jim tedy jako úlohám zaměřeným na jedno rozsáhlejší téma, přičemž jsou navíc strukturované do více dílčích úloh odlišného rázu a obsahového zaměření. Proto se tyto úlohy též nazývají „multikomponentní úlohy“ (Černocký et al., 2011). Tím, že úloha obsahuje více různorodých otázek, žák s danou problematikou pracuje delší dobu, lépe se na ni soustředí a podrobněji se s látkou obeznámí (Palečková, 2003). Zadání představuje různě dlouhý text, obrázek, graf aj., co se týká problematiky zvoleného tématu. Pokud totiž úloha začíná prezentací hlavního námětu, se kterým posléze žák pracuje, nabude úloha potenciálu pro rozvoj přírodovědné gramotnosti (Rutherford, 1989). Úlohy řeší primárně reálné problémy, což vytváří v žácích větší motivaci učení se přírodním vědám (Černocký et al., 2011).

### 3. Metodika

Komplexní učební úlohy byly koncipovány na základě teoretických východisek práce. Téma a rozsah obsahové stránky úloh vychází z kapitoly 3. Analýza RVP G z hlediska tématu znečištění ovzduší a učebnice Ekologie pro gymnázia (Šlégr et al., 2002) s tím, že se očekává využití úloh ve třetím ročníku gymnázia. Sestavení pak vychází z analýzy kapitoly 4. Učební úlohy a kapitoly 2.2.1. Šetření PISA. Výběr forem řešení je diferencovaný s cílem zajistit pokrytí široké škály kognitivních úrovní. V rámci úloh jsou zahrnuty různé typy uzavřených odpovědí a většina typů otevřených odpovědí, aby byla zaručena diverzita v reakcích žáků.

Odborně faktická stránka úloh byla zajištěna následujícími zdroji informací:

- úloha č. 1: Čisté nebe (2010); Geršl et al. (2018); Roy et al. (2024); Rai (2016); Perniu a Manciulea (2016); ČHMI (2023), ČHMI (2017), ČHMI (2024),
- úloha č. 2: Perniu a Manciulea (2016); Nováček (2000); Bernard (1857); Mathauserová (2013),
- úloha č. 3: Ecopassenger (2024); Blažek a Rábl (2006); Mach (2020); Fakta o klimatu (2023).

Pro jednotlivé úlohy a v nich zakomponované dílčí úkoly byla experty v ohniskové skupině posuzována kritéria jako přiměřenost rozsahu tématu, kognitivní náročnost na základě gramotnostních úrovní přírodovědné gramotnosti z šetření PISA a atraktivnost tématu, úkolů a jejich prezentace. Přiměřenost rozsahu tématu úlohy byla hodnocena slovy „ano“ či „ne“ podle toho, zda žák již disponuje znalostmi potřebnými k řešení úlohy. Atraktivnost úlohy pro žáka byla škálována od čísla 1 (tj. žáka by úloha pravděpodobně vůbec nezaujala) do čísla 4 (tj. žáka by úloha pravděpodobně velmi zaujala).

Gramotnostní úrovně přírodovědné gramotnosti z šetření PISA označují schopnost žáků porozumět a aplikovat přírodovědné znalosti v různých kontextech a situacích. Tyto úrovně jsou definovány na základě čtyř faktorů:

1. množství a stupeň obtížnosti prvků vědomostí požadovaných při řešení otázek,
2. míra obeznámenosti a předchozích znalostí, záležitosti z obsahových, procedurálních a epistemických poznatků, s kterými už žáci mohou být seznámeni,
3. kognitivní úkony prováděné při řešení, jako je vybavení, analýza a hodnocení,

4. vazba formulované odpovědi na modelech nebo abstraktních vědeckých zákonitostech (ČŠI, 2017).

Toto čtyřfaktorové pojetí zprostředkovává možnost posouzení přírodovědné gramotnosti žáků, ať už se jedná o základní nebo pokročilé úrovně kognitivních dovedností. Model pro hodnocení úrovně jednotlivých otázek umožňuje rozdělení požadovaných znalostí ve vztahu k dovednostem, které tvoří základ přírodovědné gramotnosti. Díky relativní jednoduchosti tohoto rámce je usnadněno posuzování úloh a jejich začlenění do výuky. Aplikace tohoto kognitivního rámce je podpořena přesně popsány parametry rozpětí gramotnostních úrovní (viz Příloha 1), které umožňují objektivní hodnocení a porovnání výsledků mezi žáky (ČŠI, 2017).

Kritéria pro hodnocení jednotlivých komplexních úloh (add výše) byla diskutována ohniskovou skupinou (anglicky *focus group*). Ohnisková skupina je kvalitativní výzkumná metoda, která se používá k získání hloubkových poznatků a k porozumění postojům, názorům a preferencím účastníků na dané téma nebo produkt. Skupina účastníků se schází pod vedením moderátora. Cílem ohniskové skupiny je umožnit účastníkům vyjádřit své názory, ale také identifikovat společné vzory a hlubší porozumění danému tématu (Morgan, 1997).

Ohnisková skupina sestávala ze sedmi členů, z nichž pět byly ženy a dva muži. Všichni účastníci byli studenty Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, kteří již měli znalosti ohledně RVP G a byli obeznámeni s faktickým obsahem a metodickou stránkou výuky. Někteří z účastníků již měli zkušenosti s výukou žáků ve školním prostředí. Členové ohniskové skupiny byli požádáni o přiřazení kritérií k učebním úlohám, respektive dílčím úkolům, které jim byly předloženy k posouzení několik dní před plánovaným společným vyhodnocením.

Limity této ohniskové skupiny lze identifikovat v několika hlavních aspektech. Menší velikost ohniskové skupiny může vést k tomu, že názory a postřehy z ní získané nemusí být zcela jednotné a je těžké je sjednotit. Dále zde může vznikat zkreslení kvůli skutečnosti, že všichni účastníci jsou studenty Přírodovědecké fakulta Univerzity Karlovy, navíc bez rozsáhlé výukové praxe. Kromě toho může být vliv moderátora dalším faktorem ovlivňujícím průběh diskuse a názory účastníků, což může vést k neúplnému zaznamenání

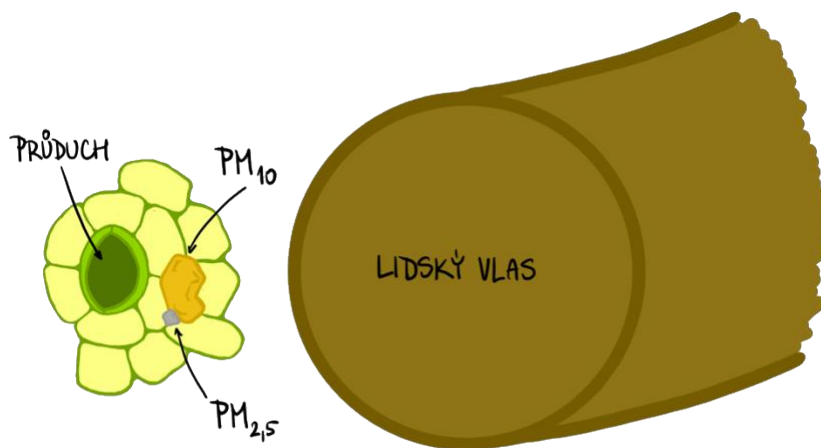
reálných postojů a názorů. Sociální tlak je také důležitým aspektem, protože účastníci se mohou cítit nuceni souhlasit s názory ostatních ve skupině, což může ovlivnit jejich vlastní názory. Konečně, prostředí, ve kterém se diskuse odehrává, může být také problematické, protože uměle vytvořené prostředí může ovlivnit chování a postoje účastníků, což může vést k odlišným reakcím a názorům, než by byly v reálných situacích.

## 4. Výsledky

Mezi výsledky této bakalářské práce se řadí nově vytvořené učební úlohy na téma kvalita ovzduší pro třetí ročníky gymnázií a vyhodnocení jejich charakteristik na základě diskuse ohniskové skupiny.

### 4.1 Úloha č. 1: TUHÉ ZNEČIŠŤUJÍCÍ LÁTKY

Tuhé znečišťující látky (TZL, anglicky *particulate matter*, PM), jsou drobné částice s průměrem menším než  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) i menším než  $2,5\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ), které mohou volně cirkulovat v ovzduší (viz Obr. 3). Přírodní zdroje těchto částic zahrnují vulkanickou aktivitu, požáry, erozi půdy a mořskou vodu. Mezi lidské činnosti, které přispívají k emisím (tj. znečišťující látky vypouštěné do ovzduší z konkrétního zdroje v konkrétním čase) TZL, patří spalování fosilních paliv v průmyslu i domácnostech, zemědělství a manipulace s prašnými materiály. Tyto částice mohou vést k vzniku smogu. Spolu s tuhými částicemi se do plic dostávají různé škodliviny, jako jsou kyselé aerosoly, těžké kovy a perzistentní organické látky, které narušují schopnost samočištění plic. Tyto látky mohou také proniknout do krevního oběhu a vyvolat škodlivé účinky na lidské zdraví.



Obr. 3: Porovnání velikosti TZL, průduchu a lidského vlas; dílo autora práce.

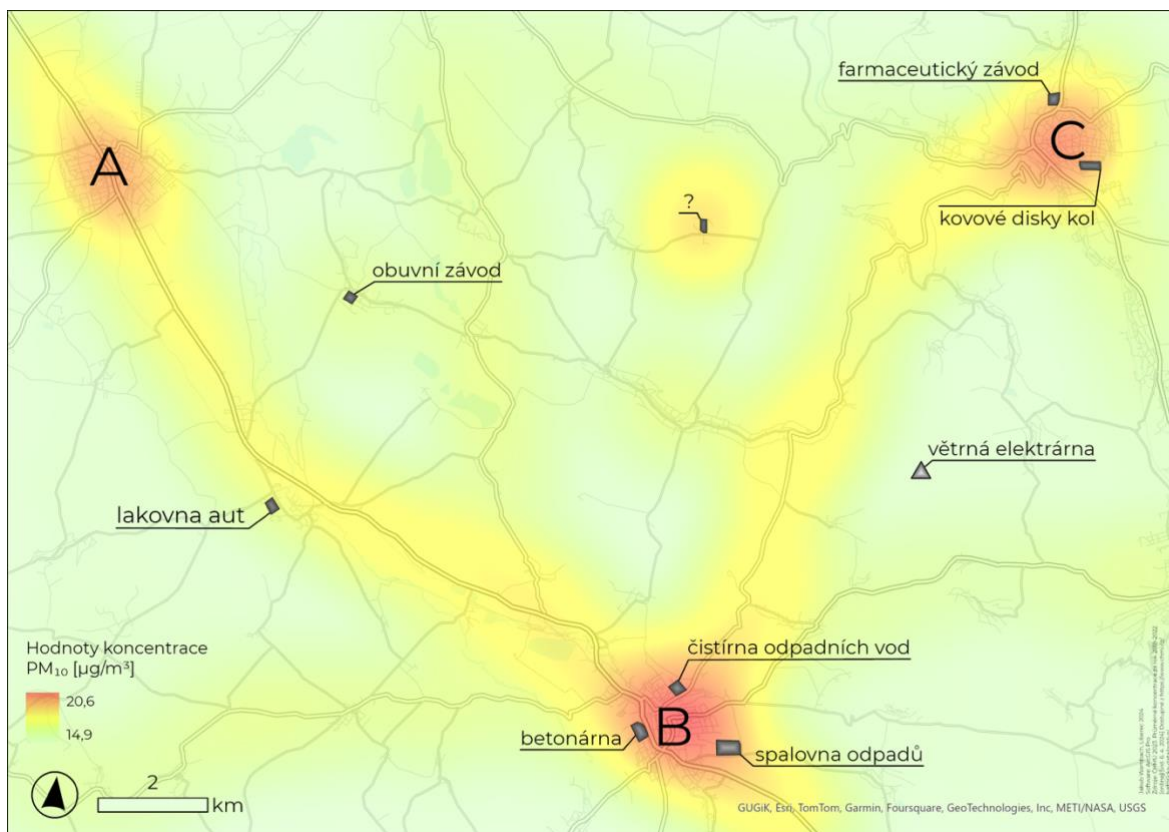
[1] Tuhé částice mají mnoho negativních účinků i na rostliny. Škodlivé jsou pro ně jak na povrchu, tak uvnitř rostliny. Vstupní branou jsou pro ně průduchy. Aby rostlina minimalizovala negativní vlivy TZL, modifikuje průduchy tak, aby byly \_\_\_\_\_, a \_\_\_\_\_ jejich počet.

Doplňte vynechaná místa vhodnou variantou slov:

- a) větší; zvýší
- b) větší; sníží
- c) menší; zvýší
- d) menší; sníží

Řešení: C

Následující mapa (Obr. 4) zachycuje koncentrace TZL ve smyšlené oblasti tří měst a jejich okolí. Dále je zde uvedené, jaké významné průmyslové a hospodářské subjekty se v dané lokalitě nachází.



Obr. 4 Mapa znečištění TZL; dle dat ČHMÚ vytvořil Jakub Wambach.

[2] Na základě informací z úvodního textu a přiložené mapy zaškrtněte políčko, jehož tvrzení je pravdivé.

Tvrzení	Pravda
Větrná elektrárna vypouští velké množství TZL.	<input type="checkbox"/>
TZL se v lesích nevyskytují.	<input type="checkbox"/>
Významným antropogenním zdrojem TZL je také automobilová, autobusová a nákladní doprava.	<input type="checkbox"/>
Ve městě A se nachází 3 subjekty s významnými emisemi TZL.	<input type="checkbox"/>

Řešení: NNAN

[3] Přiřaďte subjekt k jeho vykázaným emisím. Jedna položka ze subjektů je v jejich výčtu navíc.

Subjekty			
lakovna aut	betonárna	čistírna odpadních vod	výrobna kovových disků kol pro automobily

Emise [kg]	
NO <sub>x</sub>	7 276
CO	2 192
TZL	215
arsen	0,367
kadmium	0,112
olovo	1,51
rtuť	0,033

Emise [kg]	
těkavé organické látky	848
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Emise [kg]	
TZL	488
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

Řešení: výrobna kovových disků kol pro automobil, lakovna aut, betonárna

[4] Na základě Obr. 4 navrhnete takový nový hospodářský či průmyslový subjekt, který by mohl být zodpovědný za produkci emisí TZL v místě „?“.

Řešení: teplárna, uhelná elektrárna, bioplynka, uhelné doly, koksovna, železárna, ocelárna, cihelna, pískovna, kamenolom, velkochov hospodářských zvířat, pole, dřevomodelárna



[5] Hodnoty TZL se v průběhu roku v ČR mění. Nejvyšší jsou v zimě. Jakou to má příčinu?

Řešení: silnější vytápění budov, teplotní inverze

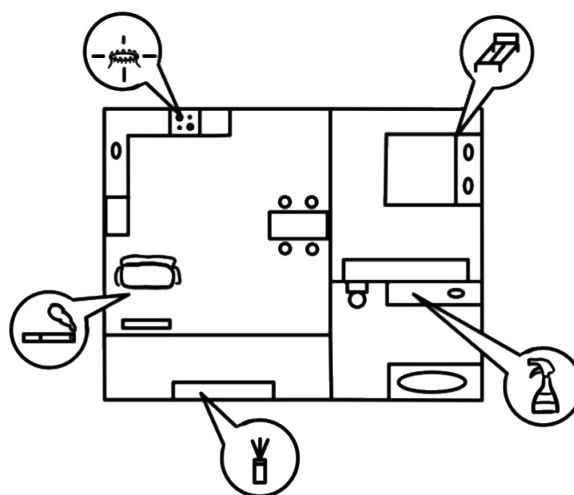
Následující tabulka *Tab. 1* navrhuje hodnocení jednotlivých kritérií posuzovaných k úloze č. 1. Případný symbol „\*“ informuje o značné různorodosti názorů členů ohniskové skupiny.

*Tab. 1 Hodnocení úlohy č. 1.*

Úloha č.	Gramotnostní úroveň	Přiměřenost rozsahu tématu	Atraktivita
1.1	3*	ano*	2
1.2	3	ano	
1.3	5	ano*	
1.4	4	ano	
1.5	3*	ano	

## 4.2 Úloha č. 2: VNITŘNÍ ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ

Položte si otázku, kolik času vlastně strávíte venku. V rozvinutých zemích lidé tráví až 90 % času uvnitř různých budov (domov, kancelář, škola, provoz podniku, ...). Proto je důležité hovořit nejen o kvalitě ovzduší venku, ale i o kvalitě vnitřního ovzduší. Když se nedodržují správné zásady snižování škodlivin ve vzduchu uvnitř budov, je toto prostředí mnohdy více znečištěné a zdraví škodlivé než to venkovní.



*Obr. 5 Ilustrační obrázek k úloze č. 2; dílo autora práce.*

Rovněž v budovách dochází ke spalování různých paliv a tím k produkci plynných oxidů a tuhých znečišťujících látek (TZL), dále je ovzduší zatíženo nebezpečnými

chemikáliemi používanými při úklidu nebo aromatizaci či látkami unikajícími z nábytku (*Obr. 5*). Dále na prachových částicích ulpívají prachový roztoči, plísně a bakterie. V nevětraných místnostech se také hromadí radioaktivní radon.

[1] Přiřaďte zdroj k jeho hlavní znečišťující látce. Jedna položka ze zdrojů je v jejich výčtu navíc.

Zdroje
plynový sporák
cigarety
rám postele z dřevotřísky
Savo
konstrukční materiál zdi

Znečišťující látka
formaldehyd
NO <sub>x</sub>
TZL
radon

Řešení: formaldehyd – postel, NO<sub>x</sub> – sporák, TZL – cigarety, radon – zeď

[2] K vytápění domácností se využívají tuhá paliva jako dřevo či hnědé uhlí (*Obr. 6*). Tím však dochází k produkci nemalého množství škodlivých látek unikajících do ovzduší. Vysvětlete, proč se spálením hnědého uhlí uvolňuje více SO<sub>2</sub> než spálením stejného množství černého uhlí.



*Obr. 6 Ilustrační obrázek k úloze 2.2; dílo autora práce.*

Řešení: Hnědé uhlí je méně kvalitní, tzn. obsahuje méně uhlíku a více balastu. Balast obsahuje mj. velké množství síry, která se spálením převede na SO<sub>2</sub>.

[3] Během spalování uhlovodíků obsažených v palivech vznikají nejrůznější látky v závislosti na množství kyslíku dostupného pro spalování. Produktem spalování je např.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  či různé polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Při vysoké koncentraci  $\text{CO}_2$  v místnosti se dostavuje únava a bolesti hlavy, konkrétní zástupci PAU jsou často karcinogenní. Oxid uhelnatý je jedovatý – znemožňuje přísun kyslíku do tkání tím, že \_\_\_\_\_.

Doplňte konec věty jedním vhodným tvrzením:

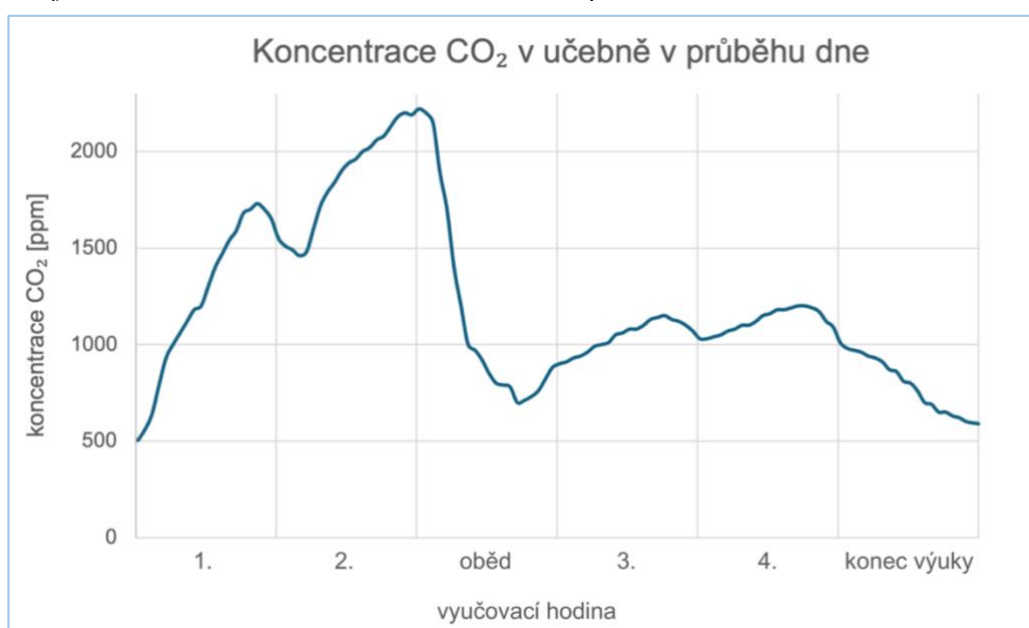
- a) se pevně váže na červené krevní barvivo.
- b) vytlačí kyslík z vdechovaného vzduchu.
- c) ihned s kyslíkem reaguje a tím ho z těla rychle vyčerpá.
- d) modifikuje membránové přenašeče kyslíku na povrchu buněk.

Řešení: A

Důležitý emisní parametr v místnosti je i koncentrace  $\text{CO}_2$ . Venku se jeho hladina pohybuje kolem 400 ppm, přijatelná hodnota v místnosti je 1000 ppm, doporučená limitní množství je 1500 ppm. Od 1000 ppm člověk může pociťovat únavu a snižování pozornosti. Se zvyšující se hladinou dále přichází ospalost, otupělost a bolest hlavy a nad 5000 ppm není v místnosti doporučován jakýkoli delší pobyt.

Následující *Graf 2* zachycuje změny koncentrace  $\text{CO}_2$  ve školní učebně během dne o čtyř vyučovací hodiny:

*Graf 2: Koncentrace oxidu uhličitého v učebně v průběhu dne.*



[4] Zakroužkujte všechna pravdivá tvrzení:

- a) Doporučená limitní hodnota CO<sub>2</sub> v místnosti byla před obědem překročena při jedné vyučovací hodině.
- b) Odpoledne nemohl být žádný žák kvůli koncentraci CO<sub>2</sub> unavený.
- c) Při obědové pauze koncentrace CO<sub>2</sub> pouze klesala.
- d) Největší přírůstek CO<sub>2</sub> za vyučovací hodinu nastal hned první vyučovací hodinu.

Řešení: D

[5] Navrhněte důvod, který by vysvětloval nižší hodnoty CO<sub>2</sub> v učebně při odpoledních hodinách.

Řešení: Při odpoledních hodinách se větralo. Ve třídě bylo méně dětí. Byla zapnutá ventilace. Dopoledne bylo ve třídě prováděno více pohybových aktivit.

Následující tabulka *Tab. 2* navrhuje hodnocení jednotlivých kritérií posuzovaných k úloze č. 2. Případný symbol „\*“ informuje o značné různorodosti názorů členů ohniskové skupiny.

*Tab. 2 Hodnocení úlohy č. 2.*

Úloha č.	Gramotnostní úroveň	Přiměřenost rozsahu tématu	Atraktivita
2.1	3*	ano	4
2.2	4	ano	
2.3	4*	ano	
2.4	2	ano	
2.5	4	ano	

### 4.3 Úloha č. 3: DOPRAVA A JEJÍ EMISE

S kamarádem plánujeme výlet z Prahy do Milána. Rozhodujeme se, jakým dopravním prostředkem se tam dostaneme. Protože nám záleží na kvalitě ovzduší a naší ekologické stopě, vyhledali jsme si, kolik emisí každý z nás vyprodukuje v různých dopravních prostředcích. Množství jednotlivých emisí jsou promítnuta v následujících

grafech obrázku Obr. 7 (hodnoty zahrnují i emise uvolněné při výrobě a distribuci paliva či elektřiny, nezahrnují emise produkované při výrobě dopravního prostředku):



Obr. 7 Emise produkované různými dopravními prostředky (převzato z Ecopassenger, 2024, upraveno).

[1] Zaškrtněte políčko, jehož tvrzení je pravdivé.

Tvrzení	Pravda
Cesta letadlem je po všech zobrazených stránkách nejméně ekologická.	<input type="checkbox"/>
Vznik letního smogu nejméně podpořím cestou autem.	<input type="checkbox"/>
Samotná cesta letadlem vyprodukuje více než 12 g TZL na osobu.	<input type="checkbox"/>
Cesta vlakem vyprodukuje nejméně každé emise.	<input type="checkbox"/>

Řešení: ANNN

Emise uvolněné z motoru auta jsou počítány pro naftu jako pohon. Jak je patrné z Tab. 3, různá paliva vytváří rozdílná množství emisí, avšak vždy produkuje více CO<sub>2</sub> než cesta vlakem (hodnoty se vztahují na zadané podmínky výletu a jsou stále vyjádřeny na jednu osobu).

Tab. 3 Vliv typu pohonu auta na produkované emise.

Pohon auta	CO <sub>2</sub> [kg]	TZL [g]	NO <sub>x</sub> [g]	uhlovodíky (bez methanu) [g]
nafta	63,1	6,1	270,8	21,0
benzín	77,3	3,0	64,3	56,0
LPG	85,5	1,4	48,5	18,9
elektrická baterie	62,3	14,6	105,1	4,9
<b>Vlak</b>	49,0	9,9	85,6	4,2

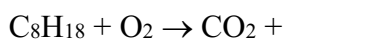
[2] Jak je možné, že má cesta elektromobilem za sebou tak vysokou emisní stopu, když nespaluje žádné palivo?

Řešení: hodnoty odkazují na emise uvolněné při výrobě a distribuci elektřiny, která auto pohání

[3] Co by se na našem výletě muselo změnit, aby bylo auto, co se týče vytvořeného CO<sub>2</sub>, nejekologičtější variantou?

Řešení: v autě více pasažérů

[4] Doplňte rovnici spalování benzínu (jedna odpověď správná):



- a) CH<sub>4</sub>
- b) CO
- c) H<sub>2</sub>
- d) H<sub>2</sub>O

Řešení: D

[5] Mezi vyprodukovanými emisemi jsou však i oxidy dusíku. Odkud dusík pochází, když palivo tvoří uhlovodíky?

Řešení: ze vzduchu, z aditiv v palivu

Doprava je pouze jedním sektorem vytvářejícím zmiňované emise. Jednotlivé producenty znázorňuje graf na Obr. 8:

## EMISE SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ V ČR PODLE SEKTORŮ

Celkové emise České republiky za rok 2021.



Obr. 8 Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů (Fakta o klimatu, 2023).

[6] Seřad'te vzestupně následující zdroje podle množství jimi vyprodukovaných skleníkových plynů v ČR:

odpadové hospodářství

zpracování ocele a jiných kovů

automobilová, autobusová a nákladní doprava

budovy

elektrárna Chvaletice

lesnictví a využití půdy

Řešení: 1. elektrárna Chvaletice, 2. odpadové hospodářství, 3. lesnictví a využití půdy, 4. zpracování ocele a jiných kovů, 5. budovy, 6. automobilová, autobusová a nákladní doprava

Následující tabulka *Tab. 4* navrhuje hodnocení jednotlivých kritérií posuzovaných k úloze č. 3. Případný symbol „\*“ informuje o značné různorodosti názorů členů ohniskové skupiny.

*Tab. 4* Hodnocení úlohy č. 3.

Úloha č.	Gramotnostní úroveň	Přiměřenost rozsahu tématu	Atraktivita
3.1	2	ano	3
3.2	4	ano	
3.3	4	ano	
3.4	3*	ano	
3.5	5	ano	
3.6	1*	ano	



## 5. Diskuse

V praktické části této práce byla navržena série komplexních učebních úloh, které žáky seznamují s některými koncepty znečištění ovzduší a snaží se o propojení stávajících znalostí žáků s těmito novými tématy. Úlohy byly následně podrobeny hodnocení ohniskovou skupinou. V následujících sekcích budou diskutovány výsledky této evaluace, omezení tohoto hodnocení, návrhy pro další vylepšení a tvorbu dalších komplexních úloh s environmentálním zaměřením.

Vyhodnocení kognitivní obtížnosti učebních úloh poskytlo zajímavé poznatky ohledně jejich náročnosti pro žáky. Hodnocení ukázalo, že se většina úloh pohybovala v rozmezí střední kognitivní obtížnosti, s hodnotami převážně mezi 3 a 4 na škále gramotnostních úrovní. Dále úlohy s hodnocením na nižší úrovni kognitivní obtížnosti měly tendenci být více zastoupeny ve srovnání s těmi na vyšší úrovni. Tento výsledek odpovídá očekávání, jelikož úlohy navrhované pro výuky nemohou být příliš náročné, aby byly s přiměřeným úsilím řešitelné pro všechny žáky v rámci třídy a měly tak motivující charakter (Nikl, 1997). I přes to, že některé úlohy byly posouzeny jako méně náročné, stále podle názorů ohniskové skupiny obsahovaly prvky, které stimulovaly kritické myšlení a analytické schopnosti žáků.

Dále bylo ohniskovou skupinou posuzováno, zda žáci mohli mít předchozí znalosti nutné k řešení jednotlivých úloh. Z výsledků vyplývá, že všechny úlohy byly z hlediska obsahu přiměřené, tj. žáci by měli disponovat předchozími vědomostmi nezbytnými k úspěšnému řešení. Tento výsledek naznačuje, že učební úlohy byly sestaveny v souladu s kurikulárními požadavky a respektují výsledky učení žáků. Přítomnost předchozích znalostí je klíčová pro podporu udržitelného učení, posilování žákovské motivace, zapojení do výuky a zajištění pokroku v jejich vzdělávacím procesu (Čáp a Mareš, 2007).

Vyhodnocení atraktivity a motivující složky učebních úloh je zásadní pro zajištění angažovanosti žáků a efektivního vzdělávacího procesu (Čapek, 2010). Výsledek diskuse ohniskové skupiny ukázal na rozmanitost ve vnímání atraktivity jednotlivých úloh. Úloha č. 1 byla hodnocena na skóre 2, což naznačuje, že tato úloha nebyla zcela nezajímavá, ale měla omezený potenciál pro zaujetí. Důvodem může být nedostatečná praktická aplikovatelnost získaných znalostí či neztotožnění se s problémem ze strany žáků a tím

nepřílišné emocionální zapojení (Krejčová, 2011; Jesenská, 1986). Naopak, úloha č. 2 obdržela skóre 4, což napovídá, že bude pravděpodobně při využití ve výuce velmi motivující a atraktivní. Příčina může spočívat v tom, že teoreticky odpovídá většině nároků na úspěšnou úlohu dle podkladů v kapitolách 2.3.3 Tvorba učebních úloh a 2.3.4 Problémové a komplexní úlohy. Úloze č. 3 bylo ohniskovou skupinou přiřazeno skóre 3, což znamená, že byla vnímána jako přiměřeně motivující, avšak ne na úrovni úlohy č. 2. Tento výsledek může naznačovat, že úloha měla určitý potenciál pro zaujetí, ale mohla být ještě více obohacena o prvky zvyšující motivaci žáků, např. pokračování v příběhu z úvodu.

Některé výsledky hodnocení ohniskové skupiny, označené symbolem „\*“, zprvu nevykazovaly úplnou jednotnost. Při jejich sumarizaci bylo zapotřebí přistoupit na názor většiny účastníků, aby bylo možné dospět k určitému závěru. Nicméně, u některých aspektů byly názory členů skupiny značně odlišné. To může být způsobeno různými zkušenostmi, předchozími znalostmi nebo individuálními preferencemi jednotlivých členů ohniskové skupiny. Tyto odlišné názory mohou být však zdrojem obohacení diskuse a podnětem k hlubší úvaze nad konkrétními dílčími úkoly učebních úloh.

V metodice hodnocení vytvořených úloh a v úlohách samotných lze identifikovat několik limitací této práce a díky tomu navrhnout možné budoucí směry vylepšení. Mezi limitace patří nízký počet členů ohniskové skupiny a s tím spojená limitovaná generalizovatelnost výsledků hodnocení, omezená pedagogická praxe účastníků, možné různé úrovně porozumění a interpretace kurikulárních dokumentů a shodný vysokoškolský vzdělávací základ účastníků ohniskové skupiny. Pro více odborně vypovídající hodnocení by bylo vhodné podrobit úlohy analýze většího množství expertů z různých vysokých škol a s různou délkou praxe. Dále se jako účelná zdá být přímá pilotáž úloh mezi žáky třetích ročníků gymnázií a zpracování jejich názorů nebo zkoumat vliv těchto učebních úloh na učební výstupy žáků a jejich schopnost aplikovat získané znalosti a dovednosti. Pro vytěžení maximálního studijního potenciálu těchto úloh by bylo dále příhodné zkonstruovat další obsahově i kognitivně prohlubující a s jinými obory propojující dílčí úlohy, které by byly vhodné pro zaujaté a nadané žáky, a pokračovat v tvorbě podobných učebních úloh na další témata a problematiku týkající se kvality ovzduší a environmentalistiky.

Získané poznatky z hodnocení těchto komplexních učebních úloh mohou mít několik praktických dopadů na práci učitelů a implementaci tohoto typu úloh v praxi. Na základě zpětné vazby ohniskové skupiny mohou učitelé identifikovat slabé stránky stávajících učebních úloh a provést potřebné úpravy k jejich zlepšení. To může zahrnovat upravení kognitivní obtížnosti, přizpůsobení obsahu nebo vylepšení atraktivity úloh. Učitelé mohou využít poznatků z posudku k rozšíření svého metodického repertoáru a osvojení si nových přístupů k tvorbě učebních úloh. Mohou se inspirovat různými formami a typy úloh a začlenit je do své výuky. Různorodost hodnocených úloh může učitelům pomoci diferencovat výuku a lépe reagovat na potřeby jednotlivých žáků. Mohou vytvářet úlohy s různou obtížností a formáty, aby lépe odpovídaly rozmanitosti schopností a preferencí žáků ve třídě. Získané poznatky z hodnocení mohou sloužit jako cenný zdroj pro profesní rozvoj učitelů. Mohou se poučit z úspěchů a chyb při tvorbě a implementaci učebních úloh a toto použít k dalšímu zdokonalení své pedagogické praxe.

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo vytvoření několika komplexních učebních úloh, zabývajících se tématem kvality ovzduší, a jejich následné vyhodnocení obtížnosti s využitím ohniskové skupiny. Tímto přístupem se práce podílí k rozšíření dostupných výukových materiálů pro učitele, které přispívají na posilování přírodovědné gramotnosti žáků vyššího sekundárního vzdělávání. Výsledkem této práce jsou tři komplexní učební úlohy na téma tuhé znečišťující látky, vnitřní znečištění ovzduší a doprava a její emise. Ohnisková skupina stanovila obtížnosti jednotlivých úloh. Většine dílčích úloh byla přiřazena třetí či čtvrtá gramotnostní úroveň přírodovědné gramotnosti. Obsahová náročnost úloh byla posouzena jako přiměřená a pro žáky třetího ročníku gymnázií zvladatelná. Dále ze závěrů ohniskové skupiny vyplynulo, že se učební úlohy jevily jako atraktivní a motivující, s úrovní zájmu žáků o jejich řešení na škále od průměrné po velmi vysokou.

Učební úlohy nebyly obecně nadměru náročné, stále ale stimulovaly kritické myšlení a analytické schopnosti žáků, což odpovídá očekávané přístupnosti úloh pro všechny žáky ve třídě. Všechny úlohy byly hodnoceny jako odpovídající předchozím znalostem žáků, což ukazuje na soulad s kurikulárními požadavky a podporuje udržitelné učení a motivaci žáků. Hodnocení atraktivity odráželo přítomnost motivujících prvků v úlohách, přičemž úloha č. 1 pravděpodobně obsahovala nejméně těchto složek, a stala se tak jedinou hůře hodnocenou úlohou.

Na základě prezentovaných výsledků a diskuse lze usoudit, že práce úspěšně naplnila svůj cíl. Zvládnutím tvorby a hodnocením komplexních učebních úloh zaměřených na kvalitu ovzduší byl splněn záměr přispět k vytvoření učebních materiálů pro učitele a posílit jejich schopnost podporovat přírodovědnou gramotnost žáků.

Na základě identifikovaných limitací této práce jsou navrženy možné směry vylepšení a orientace navazující práce. Bylo by vhodné provést analýzu úloh větším množstvím expertů z různých vysokých škol s různou délkou praxe. Dále by bylo vhodné uskutečnit pilotáž úloh mezi žáky třetích ročníků gymnázií a zkoumat jejich názory a vliv úloh na jejich výsledky učení. Pro optimalizaci studijního potenciálu úloh by bylo také užitečné vytvořit další obsahově i kognitivně prohlubující úlohy propojující různá

přírodovědná, resp. environmentální a společenskovední témata. Potenciál lze stále ještě najít v tématu znečištění ovzduší.

Závěrem by bylo hodno zdůraznit, že podpora přírodovědné gramotnosti s ohledem na problémy kvality ovzduší a klimatickou změnu je klíčová nejen pro zdraví jedinců, ale i budoucí environmentální udržitelnost a úspěšné řešení klimatických problémů. Je naléhavě potřeba, aby se o těchto tématech hovořilo více a věnovala se jim pozornost ve výuce, která motivuje žáky k aktivnímu přístupu a řešení současných i budoucích výzev.

## 7. Seznam použité literatury

- ANDERSON, Lorin W. a David R. KRATHWOHL. *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*. New York: Longman, 2001. ISBN 978-0801319037.
- BERNARD, Claude. *Leçons Sur les Effets des Substances Toxiques et Médicamenteuses*. Paris: Bailliere, 1857.
- BÍLEK, Martin. Úspěšnost žáků základní školy v didaktických testech z chemie s grafickými prvky. In: *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava, 2003, s. 72–77. ISBN 80-7042-960-7.
- BÍLEK, Martin. Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica* 2/2008, s. 1337-1373. ISSN 1337-0073.
- BLAŽEK, Josef a RÁBL, Vratislav. *Základy zpracování a využití ropy*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006. ISBN 80-7080-619-2.
- BLAŽEK, Radek a PŘÍHODOVÁ, Silvie. *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost*. Online. Praha: Česká školní inspekce, 2016. ISBN 978-80-88087-08-3. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/NZ\\_PISA\\_2015.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/NZ_PISA_2015.pdf). [citováno 2024-04-25].
- BLAŽEK, Radek; HANUŠOVÁ, Jana; OLŠÁKOVÁ, Monika; CHROBÁK, Tomáš a PRAŽÁKOVÁ, Dana. *Publikace s uvolněnými úlohami z mezinárodního šetření PISA: úlohy z přírodovědné gramotnosti pro základní školy a víceletá gymnázia*. Online. Druhé rozšířené vydání. Praha: Česká školní inspekce, 2019. ISBN 978-80-88087-25-0. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA\\_2015\\_up\\_2019\\_final\\_web.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA_2015_up_2019_final_web.pdf) [citováno 2024-04-25].
- BLOOM, Benjamin Samuel. *Taxonomy of Educational Objectives*. New York: McKay, 1956.

- BOUDOVÁ, Simona; TOMÁŠEK, Vladislav a HALBOVÁ, Barbora. *Národní zpráva PISA 2022: matematická, čtenářská a přírodovědná gramotnost*. Online. Praha: Česká školní inspekce, 2023. ISBN 978-80-88492-52-8. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2023\\_p%C5%99%C3%ADlohy/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA\\_2022\\_e-verze-9.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2023_p%C5%99%C3%ADlohy/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA_2022_e-verze-9.pdf). [citováno 2024-04-25].
- ČÁP, Jan a MAREŠ, Jiří. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.
- ČAPEK, Robert. *Třídní klima a školní klima*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2742-4.
- ČERNOCKÝ, Bohumil; HEDBÁVNÁ, Hana; HERINK, Josef; JANOUŠKOVÁ, Svatava; KUBIŠTOVÁ, Iva et al. *Přírodovědná gramotnost ve výuce: příručka pro učitele se souborem úloh*. Online. Praha: NÚV, 2011. ISBN 978-80-86856-84-1. Dostupné z: [http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna\\_gramotnost.pdf](http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf). [citováno 2024-04-15].
- ČHMI. *Grafická ročenka 2016*. Online. 2017. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/IV1\\_PM\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/16groc/gr16cz/IV1_PM_CZ.html). [cit. 2024-04-14].
- ČHMI. *Zdroje znečišťování za roky 2021 a 2022*. Online. Aktualizováno 20.4.2024. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web\\_generator/plants/index\\_CZ.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/plants/index_CZ.html). [citováno 2024-04-14].
- ČŠI ČR. *O šetření PISA*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/PISA/O-setreni-PISA>. [citováno 2024-04-16].
- ČŠI ČR. *O šetření TIMSS*. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/TIMSS/O-setreni-TIMSS>. [citováno 2024-04-16].
- ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Učební úlohy ve výuce chemie*. Chémia, 1996.
- ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Učební úlohy v chemii*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-707-0.

ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Učební úlohy v chemii*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1666-7.

DISTLER, Petr; TEPLÁ, Milada; TEPLÝ, Pavel a ŠKODA, Jiří. *Efektivní využití uvolněných úloh z PISA testování na rozvoj vyšších kognitivních úrovní a přírodovědné gramotnosti žáků ve výuce chemie*. Online. Chemické listy, roč. 116 (2022), č. 11, s. 700-704. ISSN 1213-7103. Dostupné z: <https://doi.org/10.54779/chl20220700>. [citováno 2024-04-21].

*Ecopassenger*. Webové dílo. c2024. Dostupné z: <https://ecopassenger.org>. [citováno 2024-04-14].

*Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů*. Obrázek. Online. 2023. In: Fakta o klimatu. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-cr>. [citováno 2024-04-14].

FALTÝN, Jaroslav; NEMČÍKOVÁ, Katarína; ZELENOVÁ, Eva; ALTMANOVÁ, Jitka; BERKI, Jan et al. *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. Online. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2010. ISBN 978-80-87000-41-0. Dostupné z: <http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2010/02/Gramotnosti-ve-vzd%C4%9B%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD.pdf>. [citováno 2024-04-25].

FRYČ, Jindřich; MATUŠKOVÁ, Zuzana; KATZOVÁ, Pavla; KOVÁŘ, Karel; BERAN, Jaromír et al. *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, 2020. ISBN 978-80-87601-47-1. Dostupné z: [https://www.msmt.cz/uploads/Brozura\\_S2030\\_online\\_CZ.pdf](https://www.msmt.cz/uploads/Brozura_S2030_online_CZ.pdf). [citováno 2024-04-25].

FRÝZKOVÁ, Michaela a PALEČKOVÁ, Jana. *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Online. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2007. ISBN 978-80-211-0540-9. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2007\\_p%C5%99%C3%ADlohy/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/Prirodov-ulohy-vyzkumu-PISA-publikace.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2007_p%C5%99%C3%ADlohy/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/Prirodov-ulohy-vyzkumu-PISA-publikace.pdf). [citováno 2024-04-25].

GERŠL, Milan; KRČÁLOVÁ, Eva; MAREČEK, Jan a ŠOTNAR, Martin. *Zjištění hodnot koncentrací znečišťujících látek (TZL) u vybraných zařízení a podklady k návrhu závěrů o BAT FDM BREF*. Online. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2018.



Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/-q338851---4J1IoikT/zjistenihodnotkoncentraci>. [citováno 2024-04-14].

HAVLOVÁ, Michaela. *Využití komplexních úloh ve výuce chemie*. Online. In: RVP.cz, 3. 3. 2010. Dostupné z: <https://clanky.rvp.cz/clanek/7893/VYUZITI-KOMPLEXNICH-ULOH-VE-VYUCE-CHEMIE.html>. ISSN 1802-4785. [cit. 2024-04-16].

HOLOUŠOVÁ, Drahomíra. *Teorie učebních úloh*. In: *Studijní text pro přípravu učitelů pedagogiky na nové pojetí výchovně vzdělávací práce na SPgŠ*. Praha: UÚVPP, 1983.

HONZÍKOVÁ, Jarmila a Jan NOVOTNÝ. *Projektové a problémové metody v praxi*. Online. e-Pedagogium, roč. 6 (2006), č. 2, s. 28-40. Dostupné z: <https://e-pedagogium.upol.cz/pdfs/epd/2006/02/03.pdf>. [cit. 2024-04-16].

HURD, P. D. Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, vol. 16 (1958), no. 1, s. 13-16.

CHRÁSKA, Miroslav. *Didaktické testy: příručka pro učitele a studenty učitelství*. Edice pedagogické literatury. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.

JANOTOVÁ, Zuzana; HANUŠOVÁ, Jana; CHROBÁK, Tomáš, OLŠÁKOVÁ, Monika; FIALA, Václav et al. *Inspirace pro rozvoj gramotností PISA: úlohy ze čtenářské, přírodovědné a matematické gramotnosti*. Online. Praha: Česká školní inspekce, 2020. ISBN 978-80-88087-44-1. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/html/2021/PISA\\_ulohy\\_CG\\_PG\\_MG/resources/\\_pdfs/\\_Inspirace\\_pro\\_rozvoj\\_gram\\_PISA\\_.pdf](https://www.csicr.cz/html/2021/PISA_ulohy_CG_PG_MG/resources/_pdfs/_Inspirace_pro_rozvoj_gram_PISA_.pdf). [citováno 2024-04-25].

JANOŠKOVÁ, Svatava; ŽÁK, Vojtěch a RUSEK, Martin. *Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: analýza a porovnání*. Online. *Studia paedagogica*, roč. 24 (2019), č. 3, s. 93-109. ISSN 2336-4521. Dostupné z: <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>. [cit. 2024-04-16].

JESENSKÁ, Zdena. *Příprava a analýza výuky*. Olomouc: Krajský pedagogický ústav, 1986.

KALHOUS, Zdeněk a OBST, Otto. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.

- KALHOUS, Zdeněk a OBST, Otto. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-571-4.
- KOTVALDOVÁ SEZEMSKÁ, Karolína. *Interdisciplinární přístup a výuka vybraných interdisciplinárních témat v chemii a biologii v prostředí českých středních škol*. Online. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, roč. 28 (2019), č. 1, s. 35-47. ISSN 2533-7556. Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/25337556.2019.1.4>. [cit. 2024-04-22].
- KREJČOVÁ, Lenka. *Psychologické aspekty vzdělávání dospívajících*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3474-3.
- KUHN, Deanna. *Teaching and learning science as argument*. Online. *Science Education*, vol. 94 (2010), no. 5, s. 810-824. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/sce.20395>. [citováno 2024-04-24].
- MACH, Petr. *Aditiva pro paliva moderních spalovacích motorů*. Bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně. 2020. Dostupné z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=212496](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=212496). [citováno 2024-04-14].
- MANDÍKOVÁ, Dana; ČÍŽKOVÁ, Věra; ČTRNÁCTOVÁ, Hana; HOUFKOVÁ, Jitka; ŘEZNÍČKOVÁ, Dana et al. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti: utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009*. Online. Praha: Česká školní inspekce, 2012. ISBN 978-80-905370-1-9. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Publikace/ulohyPG.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Publikace/ulohyPG.pdf). [citováno 2024-04-25].
- MATHAUSEROVÁ, Zuzana. *Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb*. Online. TZBinfo. 25.2.2013. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>. [citováno 2024-04-14].
- MORGAN, David. *Focus Groups as Qualitative Research*. Online. United States of America: Sage Publications, 1997. ISBN 9780761903437. Dostupné z: <https://doi.org/10.4135/9781412984287>. [citováno 2024-04-16].
- MŠMT. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: bílá kniha*. Online. Praha: Tauris, 2001. ISBN 80-211-0372-8. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/reforma-terciarniho-vzdelavani/bila-kniha/narodni-program-rozvoje-vzdelavani-v-ceske-republice-bila-kniha-2001>. [citováno 2024-04-25].

- MULLIS, Ina V. S.; MARTIN, Michael O. a VON DAVIER, Matthias. *TIMSS 2023 Assessment Frameworks*. Online. IEA: TIMSS, 2021. ISBN 978-1-889938-57-8. Dostupné z: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2023/frameworks/index.html>. [citováno 2024-04-25].
- NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-230-5.
- NOVÁČEK, Jiří. *Technologie úpravy uhlí*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2000. ISBN 80-7078-764-3.
- OECD. *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Online. OECD Publishing, 2006. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/9789264026407-en>. [citováno 2024-04-24].
- OECD. *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. Online. OECD Publishing, 2017. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/9789264281820-en>. [citováno 2024-04-16].
- OECD. *Sample Tasks from the PISA 2000 Assessment*. Online. OECD Publishing, 2002. ISBN 9789264197657. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/19963777>. [citováno 2024-04-16].
- OSBORNE, J. F. *Science education for the twentyfirst century*. Online. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, vol. 3 (2007), no. 3, s. 173–184. Dostupné z: <https://doi.org/10.12973/ejmste/75396>. [citováno 2024-04-24].
- OSBORNE, J. F. *Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse*. Online. Science, vol. 328 (2010), no. 5977, s. 463-466. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1183944>. [citováno 2024-04-24].
- PALEČKOVÁ, Jana a MANDÍKOVÁ, Dana. *Netradiční přírodovědné úlohy*. Online. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2003. ISBN 80-211-0460-0. Dostupný z: [https://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/materialy/netradicni\\_prirodovedne\\_ulohy.pdf](https://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/materialy/netradicni_prirodovedne_ulohy.pdf). [citováno 2024-04-25].
- PERNIU, Dana a Ileana MANCIULEA. *Vnitřní znečištění*. Online. TOX-OER, 2016. Dostupné z:

[http://moodle.toxoer.com/pluginfile.php/6106/mod\\_page/content/1/4.1.U3.%20Indoor%20pollution\\_CZECH.pdf](http://moodle.toxoer.com/pluginfile.php/6106/mod_page/content/1/4.1.U3.%20Indoor%20pollution_CZECH.pdf). [citováno 2024-04-14].

*PISA 2015: Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti*. Online. Praha: ČŠI ČR, 2017. Dostupné z:

[https://csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el\\_publicace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA\\_2015\\_koncepcni\\_ramec\\_prgr.pdf](https://csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publicace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA_2015_koncepcni_ramec_prgr.pdf).

[citováno 2024-04-14].

PRŮCHA, Jan; WALTEROVÁ, Eliška a MAREŠ, Jiří. *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0403-9.

RAI, Prabhat Kumar. *Impacts of particulate matter pollution on plants: Implications for environmental biomonitoring*. Online. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 129, July 2016, s. 120-136. ISSN 01476513. Dostupné z:

<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.03.012>. [citováno 2024-04-14].

*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Online. Praha: MŠMT, 2021. Dostupné z: <https://revize-ict-g.rvp.cz/prehled-zmen-v-rvp-g>. [citováno 2024-04-16].

*Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP G*. Online. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>. [citováno 2024-04-25].

ROY, Anamika; MANDAL, Mamun; DAS, Sujit; POPEK, Robert, RAKWAL, Randeep et al. *The cellular consequences of particulate matter pollutants in plants: Safeguarding the harmonious integration of structure and function*. Online. *Science of The Total Environment*, vol. 914, March 2024. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169763>. [citováno 2024-04-14].

*Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2016/2017*. Online. Praha: ČŠI ČR, 2018. Dostupné z:

[https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2018\\_p%5%99%3%adlohy/Dokumenty/Rozvoj-prirodovedne-gramotnosti.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2018_p%5%99%3%adlohy/Dokumenty/Rozvoj-prirodovedne-gramotnosti.pdf). [citováno 2024-04-16].

*Rozvoj přírodovědné gramotnosti na základních a středních školách ve školním roce 2018/2019*. Online. Praha: ČŠI ČR, 2019. Dostupné z:

[https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el\\_publikace/Tematick%C3%A9%20zpr%C3%A1vy/TZ\\_prirodovedna-gramotnost-2018-2019.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publikace/Tematick%C3%A9%20zpr%C3%A1vy/TZ_prirodovedna-gramotnost-2018-2019.pdf). [citováno 2024-04-16].

RUSEK, Martin. *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2013. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/57481>. [citováno 2024-04-16].

RUTHERFORD, F. J. *Science for All Americans: Project 2061*. Online. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 1989. Dostupné z: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/intro.htm>. [citováno 2024-04-25].

RYCHEN, Dominique Simone a SALGANIK, Laura Hersh. *Defining and selecting key competencies*. Online. Hogrefe & Huber Publishers, 2001. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/232511938\\_Defining\\_and\\_Selecting\\_Key\\_Competences](https://www.researchgate.net/publication/232511938_Defining_and_Selecting_Key_Competences). [citováno 2024-04-25].

RYCHEN, Dominique Simone a SALGANIK, Laura Hersh. *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Online. Hogrefe & Huber Publishers, 2003. Dostupné z: [https://pubengine2.s3.eu-central-1.amazonaws.com/preview/99.110005/9781616762728\\_preview.pdf](https://pubengine2.s3.eu-central-1.amazonaws.com/preview/99.110005/9781616762728_preview.pdf). [citováno 2024-04-25].

SCHINDLER, Radek. *Rukověť autora testových úloh*. Praha: Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2006. ISBN 80-239-7111-5.

SIKOROVÁ, Zuzana; BIOLEK, Marek; ČERVENKOVÁ, Iva; SKLENÁŘOVÁ, Nikola a SVĚTLÁK, Miroslav. *Praktické problémy vysokoškolské výuky*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2007. ISBN 978-80-248-1398-1.

SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.

SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. ISBN 8024718219.

ŠLÉGR, Jiří; KISLINGER, František a LANÍKOVÁ, Jana. *Ekologie a ochrana životního prostředí pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 2002. ISBN 80-7168-828-2.

*TIMSS 2019 ASSESSMENT FRAMEWORKS: EXAMPLE RESTRICTED USE ITEMS*. Online. IEA: TIMSS, 2017. Dostupné z:

<https://www.nfer.ac.uk/media/lr4htnlc/timss-science-example-questions.pdf>.

[citováno 2024-04-16].

*TIMSS 2019 ENVIRONMENTAL AWARENESS RESULTS*. Online. IEA: TIMSS, 2021. Dostupné z:

[https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/TIMSS\\_2019\\_Environmental\\_Results.pdf](https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/TIMSS_2019_Environmental_Results.pdf).

[citováno 2024-04-16].

TOLLINGEROVÁ, Dana. *Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku: Teorie programovaného učení*. Středisko pro výzkum učeb. metod a prostředků, 1970.

TOLLINGEROVÁ, Dana. *K teorii učebních činností*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986.

TOMÁŠEK, Vladislav; BOUDOVÁ, Simona; KLEMENT, Libor; BASL, Josef; ZATLOUKAL Tomáš et al. *Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2019*. Online. ČŠI ČR, 2020. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el\\_publicace/Mezin%a1rodn%ad%20%a1et%5%99en%ad/TIMSS\\_2020\\_e-verze.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publicace/Mezin%a1rodn%ad%20%a1et%5%99en%ad/TIMSS_2020_e-verze.pdf). [citováno 2024-04-16].

*Tuhé znečišťující látky (TZL)*. Online. In: Čisté nebe, 2010. Dostupné z: <https://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/27cs-tuhe-znecistujici-latky-tzl>. [citováno 2024-04-14].

VALLERO, Daniel. *Fundamentals of Air Pollution*. 5. edice. Academic Press, 2014. ISBN 978-0-12-401733-7.

*Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2022*. Online. ČHMI, 2023. ISBN 978-80-7653-060-7. Dostupné z: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/22groc/gr22cz/UKO\\_Rocen\\_ka\\_2022\\_v3.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/22groc/gr22cz/UKO_Rocen_ka_2022_v3.pdf). [citováno 2024-04-14].

## 8. Přílohy

Příloha č. 1 Popis gramotnostních úrovní v přírodovědné gramotnosti.

Úroveň	Popis
6	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k důslednému vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých složitých životních situací vyžadujících vysokou úroveň poznání. Umí vyvozovat odpovídající závěry z řady různých složitých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a podat vysvětlení vícenásobných vzájemných vztahů. Umí důsledně rozlišovat vědecké a nevědecké otázky, vysvětlovat účely výzkumu a ovlivňovat významné proměnné veličiny v každém vědeckém pokusu nebo v návrhu pokusu. Umí převádět všechna datová zobrazování, vysvětlovat složitá data a prokazují schopnost správně posoudit spolehlivost a přesnost veškerých vědeckých tvrzení. Žáci důsledně prokazují pokročilé vědecké myšlení a uvažování vyžadující použití modelů a abstraktních myšlenek a mají schopnost používat takový způsob uvažování v neznámých a složitých situacích. Umí hledat důkazy k posouzení a vyhodnocení výkladů, modelů a vysvětlování dat a navrhopvat pokusy na osobní, místní/národní a globální úrovni.</p>
5	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých životních situací vyžadujících v mnoha, ale ne ve všech případech vysokou úroveň poznání. Vyvozují závěry ze složitých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí vysvětlit některé vícenásobné vzájemné vztahy. Umí obecně rozlišovat vědecké a nevědecké otázky, vysvětlovat účely výzkumu a ovlivňovat významné proměnné veličiny v každém vědeckém pokusu nebo v návrhu pokusu. Umí převádět některá datová zobrazování, vysvětlovat složitá data a prokazují schopnost správně posoudit spolehlivost a přesnost veškerých vědeckých tvrzení. Žáci prokazují pokročilé vědecké myšlení a uvažování vyžadující použití modelů i abstraktních myšlenek a mají schopnost používat takový způsob uvažování v neznámých a složitých situacích. Umí hledat důkazy k posouzení a vyhodnocení výkladů, modelů a vysvětlování dat a navrhopvat pokusy na některých, avšak ne všech osobních, místních/národních a globálních úrovních.</p>
4	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých už známých životních situací vyžadujících většinou střední úroveň poznání. Umí vyvozovat závěry z různých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí vysvětlit vzájemné vztahy. Umí rozlišovat vědecké a nevědecké otázky a ovlivňovat proměnné veličiny v některých, ale ne ve všech vědeckých pokusech nebo v návrzích pokusů. Umí převádět a vysvětlovat data a rozumí spolehlivosti vědeckých tvrzení. Žáci prokazují některé důkazy spojené s vědeckým myšlením a uvažováním a umí je použít v neznámých situacích. Umí hledat jednoduché důkazy pro tvrzení a kriticky hodnotit výklady, modely, vysvětlování dat a navrhopvané pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.</p>
3	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje několika známých životních situací vyžadujících nanejvýš prostřední úroveň poznání. Jsou schopni vyvozovat některé závěry z různých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí popsat a částečně vysvětlit jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik vědeckých a nevědeckých otázek a ovlivňovat nějaké proměnné veličiny v některých vědeckých pokusech nebo v návrzích pokusů. Umí převádět a vysvětlovat jednoduchá data a jsou schopni vyjádřit míru spolehlivosti vědeckých tvrzení. Žáci prokazují důkazy spojené s vědeckým myšlením a uvažováním a obvykle je používají ve známých situacích. Umějí hledat částečné důkazy pro tvrzení a kriticky hodnotit výklady, modely, vysvětlování dat a navrhopvané pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.</p>
2	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje několika důkladně známých životních situací vyžadujících většinou nízkou úroveň poznání. Jsou schopni udělat nějaké závěry z různých zdrojů dat v několika souvislostech a umí popsat jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik jednoduchých vědeckých a nevědeckých otázek a rozlišovat závislé a nezávislé proměnné veličiny v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích pokusů. Umí převádět a popisovat</p>

Úroveň	Popis
	jednoduchá data, určit jasné chyby, dělají některé zdůvodněné připomínky ke spolehlivosti vědeckých tvrzení. Umí hledat částečné důkazy pro tvrzení a posoudit výklady, vysvětlení dat a navrhované pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.
1a	Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů v nízké míře. Interpretují údaje několika známých životních situací vyžadujících nízkou úroveň poznání. Jsou schopni využít nějaké z jednoduchých zdrojů dat v málo souvislostech a umí popsat nějaké velmi jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik jednoduchých vědeckých a nevědeckých otázek a určit nezávislou proměnnou veličinu v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích pokusů. Umí částečně převádět a popisovat jednoduchá data a použít je přímo v několika známých situacích. Umí posoudit výklady, vysvětlení a navrhované pokusy pouze v dobře známých případech.
1b	Žáci mají jenom minimální obsahové, procedurální a epistemické znalosti k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje pouze několika známých životních situací vyžadujících nízkou úroveň poznání. Jsou schopni určit přímé vzory v jednoduchých zdrojích dat v několika známých souvislostech a umí nabídnout pokusy o popis jednoduchých vzájemných vztahů. Umí určit nezávislou proměnnou veličinu v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích. Pokouší se převádět a popisovat jednoduchá data a použít je přímo v několika známých situacích.

(ČŠI, 2017)