

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání



Anna Batoušková

**Zařazení témat environmentálního vzdělávání do výuky chemie – téma
voda**

Integration of environmental education topics into chemistry education - water

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 20. 5. 2024

.....

Anna Batoušková

Poděkování

Poděkování patří všem, kteří mě podpořili, anebo mi pomohli při tvorbě úloh a psaní této bakalářské práce. Velké díky patří RNDr. Radce Gurecké a Mgr. Jiřímu Šimkovi, díky kterým jsem mohla úlohy otestovat v praxi na žácích jejich tříd.

Největší poděkování však patří vedoucí bakalářské práce paní doc. RNDr. Svatavě Janouškové, PhD., která mě po celý čas ochotně a trpělivě vedla, pomáhala mi a byla mi oporou.

Abstrakt

V rámci bakalářské práce byly vytvořeny učební úlohy pro žáky středních škol, které mohou sloužit jako výukový materiál využitelný v hodinách chemie. Úlohy propojují chemická témata souvisejícím s vodou a jejím znečištěním s průřezovým tématem Environmentální výchova. Učební úlohy mají za cíl rozvíjet přírodovědnou gramotnost žáků. Inspirací pro tvorbu učebních úloh byly komplexní úlohy mezinárodního šetření PISA (Programme for International Students Assessment). Úlohy byly ověřeny na žácích gymnázia, kteří jednak poskytly zpětnou vazbu s ohledem na náročnost jednotlivých úloh, resp. dílčích úloh, a také s ohledem na obeznámenost s tématem a jeho atraktivitou. Nejobtížnější pro žáky byly úlohy, které pracovaly s výpočty. Nejméně náročné úlohy, které byly postaveny na vyhledávání informací v textu nebo grafech a tabulkách. Žáci hodnotili témata úloh jako zajímavá a potřebná.

Klíčová slova

přírodovědná gramotnost, učební úlohy, environmentální výchova, voda, chemie

Abstract

This bachelor's thesis brings teaching tasks for secondary school students that could serve as teaching material for chemistry classes. The tasks link chemical topics related to water and its pollution with the cross-cutting topic of Environmental Education. The teaching tasks aim to develop students' scientific literacy. The inspiration for the development of the teaching tasks was the comprehensive tasks of the international survey PISA (Programme for International Students Assessment). The tasks were tested on grammar school students, who provided feedback concerning the difficulty of individual tasks or subtasks and also with regard to familiarity with the topic and its attractiveness. The most difficult tasks for the students were those working with calculations. The least challenging tasks were those based on searching for information in text or graphs and tables. Students rated the topics of the tasks as exciting and necessary.

Key Words

scientific literacy, teaching tasks, environmental education, water, chemistry

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	8
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	9
1. ÚVOD A CÍLE PRÁCE	10
1.1 ÚVOD.....	10
1.2 CÍLE PRÁCE	12
2. TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1 PŘÍRODOVĚDNÁ GRAMOTNOST.....	13
2.1.1 <i>Definice přírodovědné gramotnosti</i>	13
2.1.2 <i>Měření přírodovědné gramotnosti</i>	15
2.2 PROJEKT PISA.....	16
2.2.1 <i>Využití PISA úloh ve výuce</i>	20
2.3 PŘÍRODOVĚDNÁ GRAMOTNOST A PRŮŘEZOVÁ TÉMATA V RVP	21
2.3.1 <i>Průřezová témata v RVP</i>	23
2.3.2 <i>Průřezové téma Environmentální výchova</i>	24
2.4 CHEMIE A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	25
2.4.1 <i>Zařazení environmentální výchovy do výuky chemie</i>	25
2.5 UČEBNÍ ÚLOHY	27
3. PRAKTICKÁ ČÁST	32
3.1 METODY VÝZKUMU	32
3.1.1 <i>Výběr témat a struktury úloh</i>	32
3.1.2 <i>Úlohy na téma Acidifikace vod</i>	33
3.1.3 <i>Úlohy na téma Eutrofizace vod</i>	34
3.1.4 <i>Úlohy na téma Léčiva ve vodách</i>	35
3.2 VZOREK TESTOVANÝCH ŽÁKŮ A PRŮBĚH TESTOVÁNÍ ÚLOH	37
3.3 DOPLŇUJÍCÍ DOTAZNÍK	37
3.4 VYHODNOCENÍ ÚLOH A DOTAZNÍKŮ	39
3.4.1 <i>Výstupy v daných úlohách</i>	40
4. VÝSLEDKY.....	43
4.1 VYHODNOCENÍ ÚLOH A DOTAZNÍKŮ	43
4.1.1 <i>Úspěšnost při řešení úloh</i>	45

4.2	STANOVENÍ OBTÍŽNOSTI ÚLOH	47
4.2.1	<i>Vypočtené hodnoty obtížnosti Q dle Chrásky</i>	47
5.	DISKUZE	49
6.	LIMITY	50
7.	ZÁVĚR	51
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52

Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: Testované oblasti a kontext úloh PISA.....	19
Obrázek 2: Environmentální témata ve výuce chemie.....	26
Obrázek 3: Dotazník k úlohám na téma Acidifikace	38
Obrázek 4: Graf – výsledky dotazníku (1)	43
Obrázek 5: Graf – výsledky dotazníku (2)	43
Obrázek 6: Graf – výsledky dotazníku - Acidifikace.....	44
Obrázek 7: Graf - výsledky dotazníku - Eutrofizace.....	45
Obrázek 8: Graf - výsledky dotazníku - Léčiva ve vodách.....	45
Obrázek 9: Graf – Acidifikace – úspěšnost řešitelů.....	46
Obrázek 10: Graf - Eutrofizace - úspěšnost řešitelů	46
Obrázek 11: Graf - Léčiva ve vodách - úspěšnost řešitelů.....	47
Tabulka 1: Srovnání původní a revidované Bloomovy taxonomie.....	28
Tabulka 2: Výstupy v úlohách – Environmentální výchova	40
Tabulka 3: Výstupy v úlohách – Chemie	41
Tabulka 4: Výstupy v úlohách - Biologie	42
Tabulka 5: Výstupy v úlohách - Geologie	42
Tabulka 6: Acidifikace - hodnoty Q.....	48
Tabulka 7: Eutrofizace - hodnoty Q.....	48
Tabulka 8: Léčiva ve vodách - hodnoty Q	48

Seznam použitých zkratk a symbolů

PISA	Programme for International Student Assessment
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZŠ	základní škola
ČOV	čistírna odpadních vod

1. Úvod a cíle práce

1.1 Úvod

Přírodovědná gramotnost je pojem, který mnozí možná vnímají jako velmi abstraktní či si pod ním vlastně nedovedou představit jeho obsah. Navzdory tomu by se určitě většina shodla na tom, že být přírodovědně gramotný je důležité. Protože žijeme ve světě, který je velmi komplexní, je i pro běžného člověka klíčové být schopný porozumět přírodním a vědeckým pojmům, některým principům, zákonům, chápat propojení mezi přírodovědným poznáním a běžným životem člověka, včetně dopadů jeho činnosti na životní prostředí. Důležité je rovněž v základu chápat jak empirické, tak racionální metody, kterými zkoumáme v oblasti přírodních věd a řešíme přírodovědné problémy. To vše se zpravidla skrývá pod pojmem přírodovědná gramotnost.

Přírodovědná gramotnost však, jak by si někteří mohli myslet, neznamená, že bychom měli být odborníky ve všech oblastech přírodních věd. Mít určitou úroveň přírodovědné gramotnosti neznamená mít naučenou určitou sumu vědomostí. Naopak, za přírodovědně gramotného člověka se považuje takový člověk, který je právě schopen si vyhledat to, co neví, a sám usoudit, jaké zdroje považovat za důvěryhodné. Je to člověk, který je schopen orientovat se v různých oblastech vědy, i když jim zcela nerozumí do detailu. Jednoduše není to člověk, který všechno ví, ale je to člověk, který má osvojené jisté kompetence, díky kterým dokáže na základě předložených informací posuzovat jejich správnost, relevantnost, analyzovat je a vyvodit závěry, dovede řešit problémy, se kterými se potká a svá řešení odůvodnit a zpětně o nich reflektovat.

Od 50. let minulého století se různé skupiny vědců, pedagogů a dalších odborníků zabývají problematikou přírodovědné gramotnosti. Během této doby vzniklo mnoho definicí, více či méně se shodujících, a také mnoho studií zkoumajících různé aspekty přírodovědné gramotnosti. Zabývají se také metodami pro zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti ve společnosti a její hodnocení, případně hledají způsoby, jak tuto úroveň ve společnosti zvyšovat.

Jedním z programů, který aktivně sleduje vývoj přírodovědné gramotnosti ve společnosti a klade si za cíl zjišťovat úroveň přírodovědné gramotnosti, je PISA neboli Programme for International Student Assessment (Program pro mezinárodní hodnocení studentů). Tento program se zabývá mimo jiné i jinými typy gramotností, jako je

matematická či čtenářská, a poskytuje komplexní pohled na vzdělávací výsledky 15letých žáků napříč celým světem. K tomuto testování se využívá soubor úloh, které míří na vyšší kognitivní schopnosti žáků a nemají za cíl ověřovat jejich znalosti, které si zapamatovali, ale ověřují, jak si žáci dovedou poradit s úlohami, na které nejsou přímo připraveni. Zkoumá to tedy primárně schopnost žáků analyzovat a aplikovat již získané znalosti a dovednosti na řešení úloh, které se podobají reálným situacím.

Úlohy, které jsou součástí programu PISA a podobných testování však nemusí sloužit pouze k hodnocení a srovnávání, ale také mohou sloužit k aktivnímu rozvoji přírodovědné gramotnosti. Řešení takových úloh pomáhá potřebné kompetence u žáků rozvíjet, což mimo jiné ověřovali Distler et al. (2022) ve svém šetření. Zjistili, že využívání těchto úloh mělo pozitivní vliv na rozvoj přírodovědné gramotnosti a žáci, kteří úlohy během jednoho školního roku řešili v hodinách, se posunuli na vyšší gramotnostní úroveň. V rámci tohoto šetření využíval učitel uvolněných úloh z dřívějších PISA testování, nicméně mohlo být využito i jiných, třeba nově vytvořených, úloh tohoto typu.

Zdá se tedy, že využívání úloh ze šetření PISA, nebo tvorba takových úloh a jejich využití ve výuce, má potenciál pro kýžený rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků. Ve své práci se proto zaměřuji na tvorbu takových úloh.

Zaměřuji se v úlohách na témata zabývající se problematikou čistoty vod, dopady na zdraví člověka a ekosystémy. Konkrétně jsem se zaměřila na téma acidifikace vod, eutrofizace vod a problematiku spojenou s přítomností léčiv a jejich metabolitů v odpadních vodách. Tyto problémy jsem vybrala z důvodu jejich významu a aktuálnosti, a také proto, že jsou důležité pro životní prostředí a souvisí s chemickými aspekty, které lze vysvětlit v rámci výuky chemie.

Vytvořené učební úlohy by měly žáky informovat o daném problému na úrovni odpovídající jejich věku a dosavadním znalostem a také by se při jejich řešení žáci měli dovědět něco zajímavého, co by zaujalo jejich pozornost. K řešení těchto úloh by žáci měli využít znalosti a dovednosti získané z hodin chemie. Cílem těchto úloh by tedy mělo být nejen předat informace o tom, že dané problémy existují a jaké jsou jejich příčiny a dopady, ale měly by žáky také podnítit k aktivnímu myšlení a reflektování důsledků těchto problémů pro životní prostředí a pro společnost. Úlohy také směřují k motivaci žáků k chování, které by přispělo k ochraně ekosystémů a obecně environmentálně odpovědnému chování.

Po vytvoření úloh jsem si stanovila další cíl, a to otestovat tyto úlohy v praxi. Pro tento účel jsem vybrala střední školu, konkrétně gymnázium, kde by se žákům prvních a druhých ročníků střední školy a tomu odpovídajícím ročníkům víceletého gymnázia tyto vytvořené úlohy zadaly a od žáků bych získala zpětnou vazbu formou dotazníku, kde bych chtěla zjistit především jestli o daných problémech žáci slyšeli, jestli podobné úlohy ve škole dělají a jak moc či málo obtížné jim takové úlohy připadaly, případně jestli rozuměli bez problému zadání. Na základě tohoto dotazníku bych pak mohla úlohy případně upravit dle požadavků či připomínek žáků tak, aby řešení úloh mělo pro žáky co největší přínos a mohly se stát vhodným výukovým materiálem.

1.2 Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vytvořit soubor komplexních učebních úloh, které by mohly být využity pro efektivní propojení výuky chemie a průřezového tématu Environmentální výchova. Konkrétně se jedná o téma znečištění vod a cílovou skupinou jsou žáci 1. ročníků všeobecného gymnázia.

Dalším cílem bylo provést pilotáž na gymnáziu na třídách odpovídající cílové skupině a pomocí dotazníku získat zpětnou vazbu od žáků. Na základě výsledků žáků a dotazníkového šetření by poté úlohy mohly být upraveny a stanoví se obtížnost daných úloh.

2. Teoretická část

2.1 Přírodovědná gramotnost

K pojmu přírodovědná gramotnost (science, scientific literacy), existuje řada přístupů k možné definici. Proto může v různých kontextech či různých zemích nabývat různých významů. Ačkoliv obecně se pod pojmem „gramotnost“ rozumí schopnost číst a psát, rozšířením na např. přírodovědnou, počítačovou, politickou apod. má tento pojem význam spíše zvládnutí souboru daných znalostí (Borba, 2000).

Je-li někdo v jisté oblasti označován za gramotného, znamená to nejen to, že zná pojmy z dané oblasti, ale především to, že jim rozumí, chápe souvislosti mezi nimi a umí je využívat, řešit na jejich základě různé problémy a také dovede získané informace analyzovat a posuzovat jejich pravdivost (Faltýn et al., 2010).

2.1.1 Definice přírodovědné gramotnosti

V anglosaské literatuře jsou první zmínky pojmu přírodovědná gramotnost datovány do období 50. let 20. století, nicméně myšlenky tohoto konceptu sahají přinejmenším na počátek 20. století. Pro tzv. „univerzální přírodovědnou gramotnost“ byla dříve užívána definice uvádějící, že se jedná o soubor potřebných znalostí, dovedností a postojů (Borba, 2000; Janoušková et al., 2019).

Podle J. Duranta jsou tři přístupy, jak nahlížet a chápat přírodovědnou gramotnost jako pojem. Všechny tři se shodují na tom, že „nevědci“ žijící ve vědecky a technologicky složitém světě, by měli znát něco z oblasti přírodních věd a techniky. Přístupy se však liší v tom, co který přístup považuje za důležitý aspekt znalostí o vědě, resp. přírodovědných oborech. Jeden z přístupů klade důraz na obsahovou stránku, druhý na znalost vědeckých metod, tj. postupů, které produkují vědecké poznání, a ten třetí klade důraz na vědeckou kulturu (vědní instituce, atd.) (Durant, 1994).

Přestože je definic přírodovědné gramotnosti mnoho, v některých parametrech se shodují. K tomu dospívá ve své studii např. Archer-Bradshaw (2014) a v českém kontextu např. Faltýn et al. (2010) či Janoušková et al. (2019). Z jejich analýzy vyplývá, že ačkoli jsou definice a vymezení pojmu přírodovědné gramotnosti občas odlišné, nakonec vždy reflektují tyto čtyři klíčové aspekty (též někde uváděny jako dimenze): pojmový systém,

metody a postupy, metodologii a etiku a interakci s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti (Faltýn et al., 2010).

Pojmovým systémem se rozumí pojmy, jež slouží k popisování a vysvětlování přírodních objektů, jejich vlastností, zákonů, procesů a dějů, které v přírodě probíhají, a schopnost jejich osvojení, které je nezbytné pro zvládnutí dalších klíčových kompetencí (Pumpr et al., 2011).

Pod dimenzí metody a postupy lze zařadit takové metody a postupy, pomocí kterých lze hledat a posléze řešit problémy spjaté s přírodou a vším, co se v ní na jakékoli úrovni děje, a také metody zisku a testování přírodovědných poznatků, jako jsou například různé hypotézy, teorie, data, modely, apod. Dále se dělí na metody a postupy empirické, kam spadají experimenty, měření, pozorování a další, a na metody a postupy racionální, které slouží k vyvození závěrů z našich hypotéz a teorií na základě vyhodnocených analyticky zpracovaných dat (Pumpr et al., 2011).

Metodologií a etikou se rozumí logické či matematické zpracování a kritické vyhodnocení tvrzení o přírodovědných jevech a vlastnosti přírodovědných pojmů, a jejich reference k realitě, například indikátory objektivnosti a pravdivosti, a způsoby, jimiž lze tyto hypotézy dokázat či vyvrátit (Pumpr et al., 2011).

Etikou se rozumí omezení podvodů během přírodovědných bádání a výzkumů a také formy testování (Pumpr et al., 2011).

Interakcí s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti se zkoumají vzájemné vztahy mezi přírodními vědami, matematikou, moderními technologiemi a aplikace přírodních věd do oborů jako je lékařství či ekologie. Stejně tak jako přírodní vědy využívají ostatní obory, tak i ostatní obory využívají poznatků z přírodních věd k řešení svých problémů, například kulturních či ekonomických, a i těch každodenních, se kterými se setkáváme v běžném životě (Pumpr et al., 2011).

K dosažení těchto aspektů je potřeba osvojit si vybrané klíčové kompetence, zejména pak

- kompetence k učení
- kompetence k řešení problémů
- kompetence komunikativní

Ke kompetenci k učení patří činnosti jako vyhledávání, třídění, systematizování a propojování informací, používání obecně užívaných přírodovědných termínů, znaků

a symbolů a uvádět získané poznatky do souvislostí a propojovat je, i v rámci jiných oblastí. Dále sem spadá dovednost pozorovat, experimentovat, výsledky porovnávat a vyvozovat z nich závěry.

V rámci kompetence k řešení problémů by měl být žák schopen rozpoznat problémové situace a umět je na základě získaných vědomostí, dovedností a zkušeností vyřešit.

Komunikativní kompetence je podstatná stejně jako ty dvě předchozí, v rámci ní žák musí zvládnout formulovat své myšlenky a názory a předávat je dál, ať už ústně nebo písemně, a také umět pochopit cizí sdělení (Faltýn et al., 2010).

Získávání gramotnosti, nejen té přírodovědné, je celoživotní proces. Neprobíhá jen ve škole nebo při jakémkoliv jiném formálním učení, ale probíhá i v naprosto běžných situacích – interakcí s rodinou, přáteli, vrstevníky, kolegy a ostatními (OECD, 2007).

2.1.2 Měření přírodovědné gramotnosti

Stejně tak jako je více pohledů a více definic využívaných pro vymezení pojmu přírodovědná gramotnost, je i více metod či způsobů, jak ji měřit.

Podle sociologického přístupu, nazývaného také „kontextový model“ nebo „interaktivní model“, záleží na tom, zda jde o sdílený vědecký pohled na svět „zasvěcených“ jednotlivců, nebo zda je metoda založena na tom, co „obyčejný“ občan potřebuje vědět, aby mohl fungovat ve světě založeném z velké míry na vědě a technologii. Mezi hlavní metody sociologického přístupu k měření přírodovědné gramotnosti patří zúčastněné pozorování, panelové a strukturované hloubkové rozhovory a dotazníky týkající se konkrétních přírodovědných a technických problémů. V podstatě by se dalo říct, že tento přístup se zaměřuje na srovnávání a popis trendů, které určují, jaké jsou ve studovaném vzorku společnosti postoje k vědě, znalosti konkrétních informací z přírodovědného prostředí a jaká je u studovaného vzorku podpora vědy (Borba, 2000).

Oproti tomu výzkumníci veřejného mínění využívají reprezentativní vzorky populace a metoda měření přírodovědné gramotnosti je prováděna formou standardizovaných dotazníků, což je z pohledu sociologického přístupu tzv. deficitní přístup (Borba, 2000).

Učitelé přírodovědných oborů a výzkumníci, kteří zkoumají přírodovědné vzdělávání, používají pro hodnocení přírodovědné gramotnosti měřítko individuálních

dimenzí (např. znalosti přírodovědného obsahu, dopad vědy a techniky na společnost,...) a zjišťují tedy názory a znalosti zvláště v každé z dimenzí přírodovědné gramotnosti (Borba, 2000).

Typické pro hodnocení přírodovědného vzdělávání, resp. přírodovědné gramotnosti je testování znalostí a dovedností žáků. Příkladem takového mezinárodně uznávaného šetření je projekt PISA (Programme for International Student Assessment) a TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). Tato dvě šetření jsou v něčem podobná, v jistých věcech se však liší. Liší se mj. v cílech hodnocení vzdělávacích výsledků žáků. V šetření TIMSS se přímo pojem přírodovědná gramotnost nevyskytuje a hodnocení výsledků žáků vychází především z obsahů kurikulárních dokumentů, resp. jejich průniků. Šetření TIMSS se tedy zaměřuje především na to, zda žáci ovládají učivo, které se měli naučit v rámci svého kurikula (vychází přitom z průniku kurikul více zemí) (*Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2019*, 2020). Naproti tomu se šetření PISA zaměřuje spíše na zjišťování kompetencí souvisejících s přírodovědným obsahem, které žáci mají a budou je potřebovat ve svém budoucím životě (Pumpř et al., 2011).

2.2 Projekt PISA

Projekt PISA (Programme for International Student Assessment, nebo-li Program pro mezinárodní hodnocení studentů) je projektem organizace OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj), který se zabývá hodnocením 15letých žáků v mezinárodním měřítku (*PISA - PISA*, b.r.).

Šetření PISA měří schopnost těchto žáků využívat znalosti a dovednosti v oblasti čtení, matematiky a přírodních věd, tedy měří jejich čtenářskou, matematickou a přírodovědnou gramotnost, ale i jiné, například gramotnost finanční apod. Cílí tedy především na schopnost a dovednost těchto žáků orientovat se v daných oblastech, umět pracovat s pojmy, se získanými informacemi, vyvozovat z nich závěry a zvládnout posoudit jejich relevantnost a umět interpretovat výsledky či data (Blažek et al., 2019).

V 15 letech žáci ve většině testovaných zemí dokončují povinnou školní docházku, tudíž z výsledků PISA testu lze usoudit, do jaké míry si žáci osvojili znalosti a dovednosti z dané oblasti, které jsou nezbytné nebo alespoň důležité pro zapojení se do občanského i pracovního života. Cílem šetření je přitom zhodnotit, zda žáci dokáží reprodukovat, co se

naučili, zkoumat a využít své znalosti a dovednosti a aplikovat je na nové problémy, se kterými se mohou setkat v mimoškolním prostředí (OECD, 2007).

Šetření PISA probíhá jednou za tři roky a vždy je jedna z daných gramotností hlavní zjišťovanou. Přírodovědná gramotnost byla hlavní zjišťovanou oblastí v PISA testování v roce 2003, 2006, 2009, 2012 a 2015. V roce 2015 také probíhalo testování poprvé v elektronické podobě, oproti předcházejícím papírovým testům. Díky možnosti využití počítače bylo možné vytvořit nové typy úloh, které by v papírové formě nebyly možné provést. Do úloh mohly být vloženy tabulky, data, simulace, animace a jiné interaktivní prvky (Blažek et al., 2019).

Otázky, ze kterých se skládala úloha, vychází z koncepce přírodovědné gramotnosti. Mezi žákovské dovednosti dle koncepce přírodovědné gramotnosti patří:

1. dovednost vysvětlovat jevy vědecky
2. dovednost vyhodnocovat a navrhopat přírodovědný výzkum
3. dovednost vědecky interpretovat data a důkazy

(Blažek et al., 2019)

Tyto dovednosti jsou popsateľné pomocí činností, které jsou při nich prováděny. Například dovednost vysvětlovat jevy vědecky zahrnuje činnosti jako využití odpovídajících znalostí či modelů znázornění, umět na otázku odpovědět a tuto odpověď také zdůvodnit, případně pracovat s hypotézami (Blažek et al., 2019).

Dovednost vyhodnocovat a navrhopat přírodovědný výzkum zahrnuje činnosti jako označení problému či otázky, kterou chceme zkoumat, navrhnout způsob vědeckého výzkumu a vyhodnocovat tyto způsoby (Blažek et al., 2019).

Dovednost vědecky interpretovat data a důkazy zahrnuje činnosti jako analýza a vyvozování závěrů ze získaných dat, posouzení vědecké správnosti důkazů či zdrojů či rozlišování mezi domněnkami, důkazy a úvahami (Blažek et al., 2019).

V novém aktuálním rámci pro PISA testování na rok 2025 jsou tyto výstupy vědeckého vzdělávání definovány, stejně jako v předchozích letech, jako tři okruhy znalostí a dovedností, nicméně v tomto rámci jsou ještě upraveny. Nový rámec přináší detailnější specifikace a jasnější definice, aby odpovídal současným výzvám a potřebám ve přírodovědném vzdělávání (Thomas, 2023).

Definice přírodovědné gramotnosti dle rámce PISA 2025 se skládá ze tří dimenzí. Prvním je znalost pojmů a faktů o přírodě a světě ve kterém žijeme, založených

na vědeckém poznávání, jde o tzv. znalost obsahu vědy. Tato dimenze poskytuje žákům základ pro osvojení si dalších dovedností. Další dimenzí je znalost postupů vědeckého poznávání, tzv. procedurální znalost. K tomu všemu je potřeba vědu ještě pochopit a toho se týká třetí dimenze – tzv. epistemická znalost. Ta zahrnuje pochopení a schopnost hodnocení, vyvozování závěrů a kritického myšlení (Thomas, 2023).

PISA 2025 se zaměřuje na to, jak patnáctiletí žáci dovedou tyto znalosti a dovednosti ovládat a klade důraz na aplikaci těchto vědeckých poznatků především v každodenních životních situacích. Hodnocení se tedy nebude omezovat na ovládnutí znalostí a zejména dovedností pouze v kontextu toho, co se učí žáci ve škole, ale především na ovládnutí těchto znalostí a dovedností v kontextu osobního života na úrovni místního a globálního kontextu (Thomas, 2023).

Znalosti žáků, které jsou potřebné pro využívání již zmíněných dovedností, se dají dělit na znalost obsahovou, procedurální a epistemickou (Blažek et al., 2019).

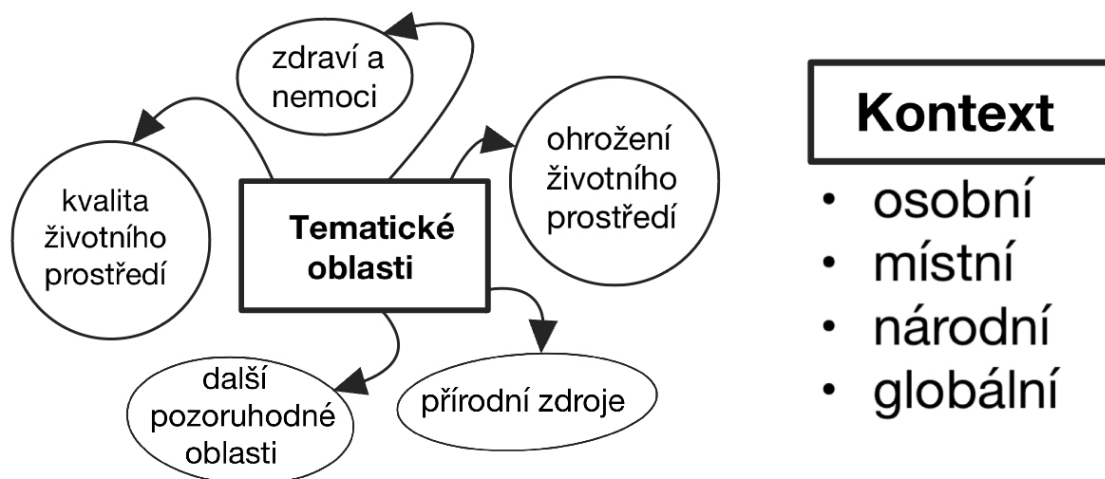
Obsahová znalost zahrnuje znalost pojmů, principů a teorií z přírodovědných předmětů či oblastí (Blažek et al., 2019).

Procedurální znalost zahrnuje znalost postupů, strategií, metod a toho, jak probíhají a fungují vědecké experimenty, pokusy, zkoumání a šetření (Blažek et al., 2019).

Epistemická znalost zahrnuje porozumění tomu, jak fungují teorie, hypotézy a pozorování, a také to zahrnuje schopnost posoudit, zda byly teorie a hypotézy vhodně použity (Blažek et al., 2019).

Úlohy v testech PISA předkládají žákům k řešení reálné situace, k jejichž vyřešení žáci musejí využít získané znalosti a dovednosti. Často jsou úlohy založeny na úryvcích textu, které představují reálnou situaci a na základě těchto úryvků žáci řeší daný problém. Tím je svým způsobem každým testem testována čtenářská gramotnost, i když test je primárně zaměřen na jinou z hlavních gramotností (Sjøberg & Jenkins, 2022).

Testované oblasti se mezi jednotlivými cykly do určité míry proměňují, ale velmi často zahrnují témata ochrany životního prostředí, zdraví a nemoci nebo novinek v oblasti vědy a technologií (další pozoruhodné oblasti) (viz např. Blažek et al., 2019; Boudová et al., 2023). Úlohy také rozlišují různá hlediska „měřítek“ tématu – od osobního, přes místní a národní, až po globální (viz Obrázek 1).



Obrázek 1: Testované oblasti a kontext úloh PISA, upraveno dle (Blažek et al., 2019)

Formátem se otázky úloh PISA mohou různě lišit, některé otázky vyžadují po žácích vytvořit svou vlastní odpověď, a to buď stručnou (otázky s krátkou odpovědí), nebo delší odpovědí (otázky s otevřenou odpovědí). Další otázky vyžadují po žácích vytvoření své vlastní odpovědi na základě předem definovaného souboru možných odpovědí (uzavřené otázky s odpovědí). Jiné otázky zase mohou obsahovat více možných odpovědí, z nichž žák vybírá buď jednu nebo více správných odpovědí (OECD, 2007). Zajímavé na úlohách je jejich komplexnost, kterou následuje řada dalších autorů při tvorbě učebních úloh, jež mohou být využity ve výuce (viz např. Havlová et al., 2010).

V posledním šetření v roce 2022 byla přírodovědná gramotnost zahrnuta pouze jako vedlejší testovaná oblast, hlavní testovanou oblastí byla ten rok matematická gramotnost. Česká republika se v tomto šetření v oblasti matematické gramotnosti zařadila mezi země s nadprůměrným výsledkem (průměrný výsledek ČR činil 487 bodů, průměr OECD i EU činil 472 bodů) (Boudová et al., 2023).

Protože přírodovědná gramotnost byla vedlejší testovanou oblastí, zastoupení přírodovědných úloh bylo oproti úlohám na matematickou gramotnost méně. Aby se mohly výsledky porovnávat s minulými lety, byly výsledky přepočteny na identickou škálu. V přírodovědné gramotnosti dosáhli čeští žáci výsledků, díky nimž se zařadili opět mezi žáky s nadprůměrným výsledkem, společně s žáky dalších 17 zemí (např. Polsko, Lotyšsko, USA). Průměrný výsledek českých žáků byl 498 bodů, což je nadprůměrné jak v rámci průměru zemí OECD (485 bodů), tak v rámci průměru zemí EU (481 bodů). Tento výsledek je také srovnatelný s výsledkem přírodovědné gramotnosti žáků v předešlém

testování, tedy v roce 2018. I když nedošlo k výraznému zlepšení, také nedošlo ani k žádnému zhoršení, jako například mezi lety 2006 a 2015. V tomto období došlo k takovému poklesu, že se v roce 2015 ČR zařadila svým výkonem mezi země s průměrným výsledkem (vůči průměru OECD) (Boudová et al., 2023).

Hodnotí se také podíl žáků, kteří dosáhli určitých dovednostních úrovní. Těchto úrovní je v rámci přírodovědné gramotnosti šest. U nejvyšších dovednostních úrovní (páté a šesté) došlo sice k nárůstu oproti roku 2015 (7 %) na 9 %, nicméně stále nedosahujeme hodnoty 12 % žáků v této úrovni, jako tomu bylo v roce 2006. Oproti průměru zemí OECD a EU je však zastoupení českých žáků v nejvyšších dovednostních úrovních nadprůměrné (průměr OECD 8 %, průměr EU 6 %) (Boudová et al., 2023).

Tak jako se hodnotí žáci, kteří dosáhli nejvyšších úrovní, je hodnoceno také procento žáků, kteří dosáhli alespoň druhé nejnižší úrovně. V roce 2022 dosáhlo nejnižší druhé úrovně 80 % českých žáků, což je srovnatelné s rokem 2018 a 2015, nicméně je to méně než v roce 2006, kdy této úrovně dosáhlo 85 % českých žáků. Opět je to však nadprůměrné oproti průměru zemí OECD (76 %) a EU (75 %) (Boudová et al., 2023).

2.2.1 Využití PISA úloh ve výuce

Jak bylo uvedeno výše, úlohy PISA se mohou využívat ve výuce. Buď lze využít úlohy, které se vyskytly v zadáních PISA testů (viz např. Distler et al., 2022), nebo lze vytvářet úlohy vlastní, které mají obdobnou strukturu, jako je tomu u úloh PISA (viz např. Havlová et al., 2010). Výhodou těchto úloh může být, že jejich cílem je mj. testovat schopnost žáků pracovat s informacemi, které jsou jim poskytnuty a mají je přímo v zadání. Jdou tak nad rámec běžných školních úloh, které se často zaměřují spíše na ověřování žákovy získané znalosti. Výhodou těchto úloh je, že často propojují informace z více přírodovědných oborů (viz Havlová et al., 2010; Šilhánová, 2013). To žákovi umožňuje náhled na komplexnost většiny reálných přírodovědných problémů (Palečková & Frýzková, 2007). Výhodou úloh také je, že je lze využít jako úlohy učební, nejen jako testové. Využití pro testování je totiž problematické, soubor uvolněných úloh není tak velký, aby se dal sestavit test na jedno konkrétní téma, jak bývá ve škole běžné (Blažek et al., 2019).

2.3 Přírodovědná gramotnost a průřezová témata v RVP

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G), který určuje vzdělávací program pro čtyřletá gymnázia a vyšší stupně víceletých gymnázií, si klade za cíl, aby žáci byli po absolvování tohoto studia vybaveni klíčovými kompetencemi a všeobecným rozhledem odpovídajícím jejich úrovni středoškolského vzdělání. Zároveň také, aby byli připraveni na další stupeň vzdělávání či budoucí profesní dráhu. V souladu s RVP G by výuka na gymnáziu měla vytvářet stimulující a motivující prostředí a příležitosti pro rozvoj klíčových kompetencí. Nicméně, důraz není kladen pouze na nesmyslné nahromadění informací na žáky, ale na schopnost žáků s těmito informacemi pracovat, uvažovat nad nimi v různých kontextech a umět je aplikovat. Tím by měl být žák schopen se flexibilně adaptovat v různých oblastech života. Proto by měla výuka na gymnáziu podněcovat zvědavost, kritické myšlení a schopnost řešit problémy. Měla by žáky povzbuzovat k aktivní účasti v procesu vzdělávání a také i k procesu samostatného bádání (RVP G* - *Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia* - edu.cz, 2007). RVP G specificky přírodovědnou gramotnost jako cíl vzdělávání nezmiňuje, řada v něm uvedených kompetencí, cílů oblasti Člověk a příroda, konkrétních očekávaných výstupů i průřezových témat k rozvoji přírodovědné gramotnosti však přispívá (viz např. Faltýn et al., 2010).

V oddíle 2.1 bylo uvedeno, že zásadní jsou pro rozvoj přírodovědné gramotnosti na úrovni základního vzdělávání kompetence k učení, řešení problémů a kompetence komunikativní (Faltýn et al., 2010). Všechny tyto kompetence se objevují také v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia.

V rámci klíčové kompetence k učení si žák dovede sám organizovat svůj proces učení a poznávání tak, že si k němu dovede stanovit vhodné podmínky a priority, svým způsobem by se dalo říci, že dovede přijmout zodpovědnost za to, co a jak se naučí. Žák ví, jaké strategie učení jsou pro něj efektivní a dovede sám vyhledávat informace a postupy, nad kterými dovede kriticky přemýšlet a vhodně je využít (Slejšková, 2008).

Při řešení problémů si žák osvojí způsoby, jak rozpoznat problém a jeho podstatu a dovede pomocí postupných kroků za využití vhodných postupů a metod problémy řešit. Umí vytvořit hypotézy, které poté dovede ověřovat či vyvracet (Slejšková, 2008).

Během získávání kompetence ke komunikaci se žák naučí komunikovat verbálně či neverbálně, s ohledem na situaci a účastníky, a to srozumitelně a věcně. Naučí se ke komunikaci využívat i moderní informační technologie, porozumí a dovede pracovat

i s odborným jazykem a také dovede správně interpretovat sdělení jiných osob (Slejšková, 2008).

Lze usoudit, že vzhledem k tomu, že součástí přírodovědné gramotnosti je také přesah do dalších oborů, je jednou ze souvisejících kompetencí také kompetence občanská (viz např. McNew-Birren & Gaul-Stout, 2022). V rámci této kompetence má žák být schopen identifikovat a prioritizovat zájmy své či veřejné. Zná svá práva, ale také si uvědomuje a respektuje práva jiných a je schopen respektovat cizí názory a postoje, ačkoliv s nimi nesouhlasí. Zároveň má přehled a zájem o to, co se děje ve světě kolem něj (Slejšková, 2008).

V RVP G je obsah vzdělávání strukturován do osmi vzdělávacích oblastí, které mohou být tvořeny buď jedním konkrétním vzdělávacím oborem (předmětem), nebo kombinací více vzdělávacích oborů. Například chemie spadá do vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“, společně s biologií, fyzikou, geologií a (částečně) geografii (Jeřábek et al., 2007).

Oblast „Člověk a příroda“ tedy zahrnuje širokou škálu oborů, tudíž poskytuje žákům komplexní pohled na vztahy mezi člověkem a přírodou a umožňuje jim lépe porozumět světu, v němž žijí. Poskytuje žákům základ pro pochopení přírodních jevů, zákonitostí, procesů, zahrnuje seznámení se s metodami vědeckého výzkumu a podporuje hledání souvislostí mezi přírodními jevy a jejich využití pro prospěch lidstva a přírody. Součástí studia přírodovědných oborů je nejen získání faktů o přírodovědných objektech, jevech a procesech, ale spadá sem také diskuze o problémech a morálních aspektech interakce člověka s přírodou. Žáci zkoumají také otázky týkající se etiky, životního prostředí, udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí. I díky takovým aktivitám se rozvíjí kritické myšlení a schopnost aplikovat získané znalosti na reálné situace (Jeřábek et al., 2007). Je tedy zřejmé, že přírodovědné vzdělávání, jak je koncipováno v RVP G, naplňuje všechny dimenze přírodovědné gramotnosti, jak je vytyčuje Faltýn et al. (2010) a další.

Mezi hlavní cíle vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ patří vedení žáků k umění formulovat přírodovědné problémy a nalézat pro ně řešení. To zahrnuje systematické a objektivní pozorování, měření a experimentování jak individuálně, tak ve skupinách či týmech. Dále sem patří tvorba modelů a využívání matematických, technologických a jiných prostředků k hlubšímu porozumění této oblasti, předvídání dopadů lidských aktivit

na životní prostředí a aktivní podílení se na ochraně životního prostředí využitím všech těchto nabytých dovedností (Jeřábek et al., 2007).

2.3.1 Průřezová témata v RVP

Přírodovědná gramotnost žáků se však nerozvíjí pouze v rovině vzdělávání v oblasti Člověk a příroda, ale rozvíjí ji také průřezová témata. Ta představují takový vzdělávací obsah, který není omezen pouze na jednotlivé vzdělávací obory, ale propojují více disciplín a vyučují se prostřednictvím integrací témat z různých vzdělávacích oblastí. Z hlediska vzdělávacího obsahu se žáci ve výuce setkají s aktuálními problémy ve světě, důraz je kladen na multikulturní, demokratický, globální a proevropský aspekt vzdělávání. Funkce průřezových témat je především formativní, ovlivňuje hlavně postoje, které žáci zaujímají vůči různým tématům či problémům. V rámci výuky těchto průřezových témat dochází k rozšíření obsahu znalostí a dovedností z různých oborů a jejich doplnění a propojení napříč různými obory. Rovněž dochází k osobnostnímu a sociálnímu rozvoji žáka (Jeřábek et al., 2007; Pastorová, 2008).

Průřezová témata v RVP G navazují na průřezová témata v RVP Základního Vzdělávání a všechna jsou povinná, tudíž je škola musí zařadit do svých Školních vzdělávacích plánů (ŠVP). V RVP jsou průřezová témata zpracována jednotně, součástí je vždy charakteristika průřezového tématu, vztah průřezového tématu vůči ostatním vzdělávacím oblastem a přínos průřezového tématu pro žáka, a to jak vědomostní, tak přínos pro rozvoj jeho postojů a hodnot (Jeřábek et al., 2007).

Způsob zařazení průřezových témat do výuky může být pro učitele výzvou. Jednak je třeba sledovat aktuální dění ve společnosti (aktuálně akcentovaná témata) a dále je v rámci výuky potřeba vytvořit vhodný prostor pro diskusi, která však není založena jen na subjektivních názorech, ale je podložena i objektivními fakty z důvěryhodných zdrojů (Pastorová, 2008).

Průřezová témata mohou být realizována prostřednictvím různých metod a přístupů, aby co nejlépe odpovídala potřebám a možnostem vzdělávacího prostředí. Můžeme je integrovat do předmětů, kde mohou být diskutována a propojena s obsahem jednotlivých hodin běžně vyučovaných předmětů, například i s využitím přímo úloh PISA nebo úloh typu PISA. Dále je možné zvolit formu projektů či seminářů, kde se žáci podílejí na více praktických či výzkumných aktivitách spojených s daným tématem. Výuka průřezových

témat může probíhat také prostřednictvím projektových dnů nebo exkurzí. Někdy je také možné zařadit průřezová témata jakožto samostatný předmět vyučován dle rozvrhu. Nicméně forma, jakou je průřezové téma vyučováno, je v kompetenci školy a může být jakákoliv (Janoušková, 2005; Jeřábek et al., 2007).

Při hodnocení žáků je ovšem nutno přistupovat citlivě a možná i trochu jiným způsobem než v běžné výuce. Cílem totiž není jen získání nových vědomostí a dovedností, ale také, a to především, rozvoj hodnot a postojů žáka k daným tématům. Proto je důležité zvolit vhodné metody a formy hodnocení žáků, které mohou být odlišné od jejich běžného hodnocení, například by měl být hodnocen spíše způsob, jakým své názory dokáží žáci sdělovat, než samotné názory a postoje, protože ty jsou individuální a učitel by k tomuto měl přistupovat tolerantně a s citem. Žáci by měli být spíše motivováni k aktivitě, než aby byli odrazováni tím, že by mohli dostat špatnou známku či jinou formu hodnocení za něco, co nevědí, nebo na co mají jiný názor (Pastorová, 2008).

Těchto průřezových témat je v RVP G pět, jedním z nich je také environmentální výchova. Témata tohoto průřezového tématu také vhodně přispívají k rozvoji přírodovědné gramotnosti (Faltýn et al., 2010).

2.3.2 Průřezové téma Environmentální výchova

Environmentální výchova umožňuje žákům zkoumat environmentální problémy, zapojit se do jejich řešení a podnikat kroky ke zlepšení životního prostředí. Výsledkem tohoto vzdělávacího a výchovného procesu je rozvoj hlubšího porozumění environmentálním problémům a dovednost činit odpovědná rozhodnutí. Environmentální výchova se snaží v jednotlivcích vzbudit zájem o dané problémy a snahu je řešit co nejlepším možným způsobem (US EPA, 2012).

V rámci tohoto průřezového tématu se řeší problémy životního prostředí, ve kterém žijeme, a které z velké části způsobil člověk svou činností. Mezi problémy spadající k tomuto tématu mohou patřit problémy spojené s přírodou, například znečištění životního prostředí, klimatické změny, vyčerpání či destrukce přírodních zdrojů, ale řada z nich se týká také nepřirodních částí prostředí, ve kterém žijeme, například růst lidské populace, rozvoj nemocí či epidemií nebo chudoba v některých částech světa (Jeřábek et al., 2007).

S rostoucím počtem environmentálních problémů ve světě se ukazuje, že vysvětlení jejich příčin a návrh jejich řešení vyžadují komplexní znalosti z různých oborů, a to jak přírodovědných, tak společenských. To je také důvod, proč je environmentální výchova vyučována jako průřezové téma, ve kterém se prolínají poznatky z přírodních věd, například z předmětů jako je biologie, chemie, geologie, fyzika, ale také ze společenských předmětů, jako je například občanská výchova (někdy též společenské vědy), dějepis a další. Dále se do této problematiky mohou zapojovat aspekty ekonomické a geografické (Jeřábek et al., 2007).

2.4 Chemie a životní prostředí

Pochopení a aplikace poznatků a dovedností z oboru chemie je zásadní pro každého občana. "Chemie" tvoří nedílnou součást světa, v němž žijeme. S pokrokem ve všech oblastech narůstá její důležitost a nelze přehlédnout její vliv na životní prostředí. Řada celosvětových aktivit, jako je doprava, průmysl, zemědělství a jiné, má inherentně chemický charakter a významně ovlivňuje naše prostředí, ve kterém žijeme (Herranen et al., 2021).

Pro zachování udržitelnosti životního prostředí je klíčové porozumět souvisejícím problémům a principům, což vyžaduje rovněž znalost jejich chemické podstaty, ale také celkové zasazení do kontextu. Zásadní je přenést vědecká témata mezi laickou veřejnost a to prostřednictvím povinného vzdělávání, i v rámci celoživotního vzdělávání (Cullingford & Blewitt, 2004). K vytvoření udržitelné budoucnosti je tudíž nutno přistupovat k řešení problémů multidiscplinárním přístupem (Gude, 2017).

2.4.1 Zařazení environmentální výchovy do výuky chemie

Chemie je bezesporu velkou součástí environmentální vědy. Nejrůznější chemické látky či přeměny těchto látek v prostředí mají různé typy dopadů na životní prostředí i zdraví člověka a ekosystémů. Z tohoto hlediska se jeví jako důležité zařadit do výuky chemie témata, která mají souvislost s narušováním, ale také ochranou životního prostředí.

Ze vzdělávacího hlediska se může jednat například o získání vědomostí či dovedností, díky kterým žák pochopí souvislosti v biosféře, vliv antropogenní činnosti na životní prostředí, uvědomí si rozsah poškození životního prostředí, pochopí principy

a postupy vedoucí ke zlepšení těchto poškození a také dovede o těchto problémech komunikovat, objektivně je hodnotit a utvořit si na ně svůj názor (Janoušková, 2007).

Z výchovného hlediska jde především o vedení žáků k odpovědnosti ve vztahu k biosféře, ochraně životního prostředí a přírodním zdrojům a vede žáka k řešení problémů a ochraně životního prostředí a ke zdravému a udržitelnému životnímu stylu (Janoušková, 2007).

Dle Janouškové (2008), která zkoumala zapojení environmentálních témat do výuky chemie na vzorku základních škol a nižších stupních víceletých gymnázií, tyto školy environmentální výchovu integrují do výuky chemie z 90 % pro základní školy a z 85 % na nižších stupních víceletých gymnázií z daného vzorku. To také představovalo přesvědčivě nejčtenější zařazení oproti ostatním průřezovým tématům dle RVP, pro srovnání další nejvyšší hodnotu dosahovalo zařazení osobnostní a sociální výchovy na ZŠ a to 54 %.

Tato analýza se zabývala také tématy, která jsou v rámci propojení environmentální výchovy a výuky chemie zařazena. Tato témata se v rámci základních škol i nižších stupňů víceletých gymnázií víceméně shodovala. Z více než 60 % se vyskytovala v rámci zařazení environmentálních témat do chemie témata, která shrnuje Obrázek 2 (Janoušková, 2008).

VODA

- druhy vody - pitná, užitková, odpadní
- druhy vody z hlediska obsahu iontů (destilovaná, minerální, slaná, měkká, tvrdá)
- typy a zdroje znečištění vody

SUROVINOVÁ ZÁKLADNA

- paliva přírodní - význam a využití
- paliva průmyslová - význam a využití

OVZDUŠÍ

- zdroje znečištění ovzduší (obecně a v nejbližším okolí)
- kyselá deště
- skleníkový efekt - vznik a vliv na ŽP

CHEMICKÉ LÁTKY KOLEM NÁS

- polymery - plasty a syntetická vlákna (význam a vliv na ŽP)
- průmyslová hnojiva - význam a vliv na ŽP
- detergenty - čistící schopnosti

Obrázek 2: Environmentální témata ve výuce chemie, upraveno dle (Janoušková, 2008)

2.5 Učební úlohy

Učební úlohy představují klíčový prvek v procesu vzdělávání. Učební úlohy aktivně zapojují žáky do procesu učení a rozvoje jejich poznávacích schopností. Tyto úlohy jsou navrženy tak, aby žáci řešili určité problémy, které vyžadují aplikaci jejich znalostí, dovedností a zkušeností. Podle Skalkové (2007) jde o schopnost žáků překonat obtíže při řešení problému (úlohy) pomocí své vlastní poznávací činnosti.

Tento proces podněcuje u žáků kritické myšlení, analytické schopnosti a schopnost samostatného řešení problémů. Žáci se učí odhalit informace a nebo data, které potřebují k vyřešení problému (úlohy), a vyvíjejí strategie pro jejich získání (Skalková, 2007).

Dalším aspektem učebních úloh je, že motivují žáky k aktivnímu zapojení do učení a k samostatnému myšlení. Řešením úloh žáci nejen získávají konkrétní znalosti a dovednosti spojené s daným problémem, ale také se učí obecné metody a strategie, které jim pomáhají řešit různé typy problémů, aby mohli v budoucnosti řešit i takové problémy, na které nebyli přímo připraveni (Skalková, 2007).

2.5.1.1 Taxonomie učebních úloh

V pedagogickém prostředí je možné klasifikovat a hodnotit učební úlohy podle různých hledisek. Jedním z nejuznávanějších přístupů je klasifikace podle náročnosti poznávacích operací potřebných k jejich řešení, známý jako tzv. taxonomie učebních úloh dle Tollingerové. Tollingerová uspořádala učební úlohy podle stupňů náročnosti a kognitivního zapojení, na základě Bloomovy taxonomie kognitivních cílů (Kalhous, 2002).

Bloomova taxonomie rozděluje kognitivní cíle do hierarchie ve vztahu k myšlenkovým procesům. Často je zobrazena ve formě pyramidy, čímž je naznačeno, že úrovně na sebe postupně navazují a že k postupu do dalších úrovní je nejdříve potřeba zvládnout nižší stupně pyramidy. Původní Bloomova taxonomie, kterou Benjamin Bloom se svými spolupracovníky sestavovali od 40. let minulého století po dobu 16 let, byla roku 1956 publikována pod názvem „Taxonomie vzdělávacích cílů“ a zahrnovala šest úrovní: znalosti, porozumění/chápání, aplikaci, analýzu, syntézu a hodnocení (Bloom et al., 1956; Persaud, 2023).

V roce 2001 byla tato původní Bloomova Taxonomie vzdělávacích cílů upravena a byla vytvořena tzv. revidovaná Bloomova taxonomie, kde byly původní koncepty pojaty dynamičtěji – místo podstatných jmen byla použita slovesa, což daleko jasněji říká žákům i vyučujícím, jaké konkrétní myšlenkové operace jsou vyžadovány. Také v revidované Bloomově taxonomii došlo k vzájemné záměně posledních dvou úrovní, kdy je v pyramidě revidované taxonomie níže „vyhodnotit“ a na posledním nejvyšším stupni je „vytvořit“ (Bloom et al., 1956; Persaud, 2023).

Porovnání původní a revidované Bloomovy taxonomie shrnuje Tabulka 1:

Tabulka 1: Srovnání původní a revidované Bloomovy taxonomie, vytvořeno dle (Persaud, 2023)

Původní verze	Revidovaná verze
znalost	pamatovat
porozumění	rozumět
aplikace	aplikovat
analýza	analyzovat
syntéza	vyhodnotit
hodnocení	vytvořit

D. Tollingerová aplikovala Bloomovu taxonomii na učební úlohy a seskupila úlohy podle toho, jaký stupeň kognitivního úsilí vyžadují po řešitelích. Tento přístup pomáhá pedagogům vhodně vybírat a navrhovat či vytvářet úlohy, které odpovídají požadované kognitivní úrovni a podporují rozvoj žáků v souladu s jejich učebními cíli. Takový systematický přístup k vytváření učebních materiálů může podpořit efektivní vzdělávání a poskytnout žákům vhodné výzvy pro jejich kognitivní rozvoj (Kalhous, 2002).

Taxonomie učebních úloh dle D. Tollingerové:

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace a poznatky
3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky
4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků
5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení

(Kalhous, 2002)

V nejnižší úrovni taxonomie učebních úloh dle Tollingerové se nachází pamětní reprodukce poznatků, což zahrnuje úlohy zaměřené na zapamatování faktů, definic, pojmů,

případně také vybavení si obrazů, tabulek, grafů a dalších (Boudová et al., 2023). Tato fáze je pouze prvním krokem v procesu učení, nicméně je klíčová, protože na základě těchto základních informací žáci mohou dále rozvíjet vyšší kognitivní dovednosti.

Na stupni nad pamětní reprodukcí se nacházejí úlohy, které vyžadují jednoduché myšlenkové operace. Sem spadají úlohy vyžadující popis postupů a procesů, jednodušší příklady, hledání společných znaků nebo rozdílů, rozdělování či vysvětlování určitých jevů (Kalhous, 2002). Vyzývají žáky k aktivnímu zpracování informací, zapojení jednoduchých myšlenkových schopností a uvědomění si vztahů mezi různými informacemi.

Mezi úlohy vyžadující náročné myšlenkové operace se řadí úlohy, kde se po žácích vyžaduje například zdůvodnění tvrzení, vyvozování závěrů (indukce), odvozování na základě dostupných či získaných poznatků (dedukce), dokazování a ověřování (verifikace) a hodnocení, případně překlady (translace a transformace) (Kalhous, 2002). Žáci jsou těmito úlohami nuceni ještě více aktivně uvažovat nad problémem. Tyto úlohy již mohou testovat také kritické myšlení žáků.

Na předposlední úrovni taxonomie se nachází úlohy vyžadující interpretaci či vlastní prezentaci poznatků. Mohou sem patřit úlohy vyžadující vypracování referátu, projektu, výkresu, písemné práce, které by zahrnovaly nejen výsledek, ale také princip, průběh, shrnutí. Tyto úlohy umožní žákům projevit svou schopnost vyjadřování se a organizace (Kalhous, 2002).

Na vrcholu taxonomie jsou úlohy k jejichž vyřešení je nutné tvořivé myšlení a kreativita. Spadají sem úlohy na řešení problémových situací, na uvedení získaných poznatků do praxe a objevování nových poznatků na základě pozorování či experimentů (Kalhous, 2002).

2.5.1.2 Tvorba učební úlohy

Pro tvorbu učební úlohy je nezbytné projít několik klíčových kroků, mezi něž patří:

- analýza učiva (zamýšleného kurikula)
- určení cíle
- výběr základních pojmů učiva a jejich vzájemných vztahů
- stanovení stupně osvojení
- stanovení struktury činnosti

(Čtrnáctová, 2009)

Analýza učiva spočívá v porozumění a vymezení obsahu učiva, ke kterému jsou učební úlohy určeny. Je tedy nutno analyzovat obsah učiva z hlediska jeho rozsahu, důležitosti a náročnosti (Čtrnáctová, 2009).

Dále je nutné stanovit jasný cíl, který má být dosažen prostřednictvím učební úlohy. Cíl by měl být ideálně specifický, dobře měřitelný, pro žáky či cílovou skupinu dosažitelný, relevantní a časově ohraničený (tzv. metoda SMART) (*Fistro - SMART metoda*, 2017).

Výběrem základních pojmů učiva a jejich vzájemných vztahů se vymezí klíčové pojmy a koncepty, které jsou nezbytné pro pochopení daného učiva a případné vzájemné vztahy.

Stanovením stupně osvojení se rozumí rozlišování různých úrovní osvojení učiva a stanovení, na jaké kognitivní úrovni se má žák či cílová skupina po vyřešení úlohy nacházet, a případné přizpůsobení obtížnosti úlohy dle potřeby žáku či jiných cílových skupin.

Stanovením struktury činnosti se vytvoří struktura a postup, jakým se žáci budou učivo pomocí učební úlohy učit. Tato struktura by nejlépe měla podporovat aktivní zapojení žáků, rozvoj jejich dovedností a schopností a co nejefektivnější osvojení učiva (Čtrnáctová, 2009).

Tyto kroky jsou pro tvorbu učebních úloh klíčové, aby učební úlohy byly kvalitní a podporovaly učení a rozvoj žáků.

2.5.1.3 Multikomponentní úlohy

Multikomponentní, někdy také komplexní, úlohy jsou takové úlohy, které jsou často zaměřeny na nějaké vybrané komplexní téma (viz např. Distler, 2018). Zadání úlohy obsahují úvodní text, dlouhý podle potřeby, poté mohou obsahovat obrázek, graf, tabulku či jiný soubor dat a dále je většinou více dílčích otázek či úloh, vztahujících se k danému tématu. Také obsahují více forem řešení (otevřené odpovědi s krátkou či dlouhou odpovědí, uzavřené odpovědi), což žáky naučí řešit úlohy různého typu.

Tyto úlohy mohou žákům poskytnout větší motivaci, jelikož předkládají k řešení díky své komplexnosti témata z reálného života. Mohou obsahovat také část, která zjišťuje postoj žáka k danému tématu a která nemá správná či špatná řešení a není nijak hodnocena, ale její výsledky poté mohou být využity pro diskusi ve skupinách či v celé třídě. (Pumpr et al., 2011).

Tyto úlohy lze využít nejen k testování žákových znalostí, ale také jeho dovedností. Lze je také využít i jako úlohy učební, kdy se žák v rámci řešení těchto úloh nové poznatky a dovednosti učí, či si je upevňuje nebo rozšiřuje (Pumpr et al., 2011).

Tyto úlohy pro snazší orientaci pro učitele obsahují tabulku, která shrnuje, k jakému výstupu z RVP a ke kterým aspektům přírodovědné gramotnosti se úloha vztahuje, specifika úlohy, obtížnost úlohy, přibližný čas potřebný k jejímu vyřešení a jak úlohu hodnotit. (Pumpr et al., 2011).

3. Praktická část

3.1 Metody výzkumu

3.1.1 Výběr témat a struktury úloh

Nejdříve bylo potřeba si určit, na jaké téma úlohy vytvořit. Univerzálním tématem, které má vztah k výuce chemie, ale zároveň se jedná o téma každodenního života, je „voda“. Zaměřila jsem se na ta témata související s vodou, která mají přesah do environmentálního vzdělávání, konkrétně témata týkající se znečištění vod. Kritéria, která jsem uvažovala při tomto výběru, byla následovná:

- 1) Téma by mělo být globální a poměrně známé, aby si to žáci dovedli spojit s reálnými situacemi.
- 2) Téma by mělo mít příčiny či vysvětlení zahrnující chemické procesy, nebo jinak souviset co nejvíce s chemií.
- 3) Téma by mělo mít možnost zjednodušeného vysvětlení tak, aby odpovídalo úrovni přibližně 15letých žáků.

Témata úloh:

- Acidifikace vod
- Eutrofizace vod
- Léčiva ve vodách

Co se týče podoby úloh, vyhodnotila jsem jako nejvhodnější formu komplexní úlohy, zadané v papírové podobě. PISA úlohy, kterými jsem se nejvíce inspirovala, jsou poslední roky v elektronické podobě. To umožňuje zařadit interaktivní úlohy, pokud je to účelné. Mnou vytvořené úlohy odpovídají úlohám PISA bez interaktivních prvků a lze je řešit jak v elektronické, tak papírové podobě.

Dle struktury úloh PISA ke každému tématu bylo vytvořeno 4–6 úloh. Úlohy byly koncipovány tak, aby bylo možné je vyřešit během vyučovací hodiny, tj. přibližný čas na vypracování souboru úloh k jednomu tématu by měl být přibližně 15 minut. Nebylo

tedy cílem udělat velké množství dlouhých úloh, proto maximální rozsah jednoho souboru úloh by měl mít maximálně 4 normostrany.

Po výběru témat a stanovení kritérií došlo na tvorbu samotných úloh, kdy jsem vycházela z různých zdrojů a prací zabývajících se danými tématy, a z nich jsem se snažila vybrat, co mi přišlo zajímavé či důležité do úloh zakomponovat. V úvahu jsem brala obsahovou validitu úloh, tedy skutečnost, aby úlohy vycházely dílčí částí z kurikula a vázaly se na témata související s přírodovědnou gramotností, jak ji chápe šetření PISA (*Obsahová validita*, 2008).

3.1.2 Úlohy na téma Acidifikace vod

Při tvorbě úloh na téma Acidifikace vod jsem vycházela z informací bakalářských prací „Acidifikace povrchových vod – problém stále trvá“ (Beneš, 2010), „Dlouhodobé změny fyzikálně-chemických parametrů rybníků v závislosti na způsobu hospodaření“ (Mrkvica, 2015) a „Geochemické aspekty acidifikace způsobené vlivem kyselých emisí v České republice“ (Chovancová, 2012). Dále jsem také čerpala informace z článku „Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin“ (Hruška & Kopáček, 2009) a z webové stránky Ekolist (Svobodová, 2009).

Cílem Úlohy 1 bylo, aby si žáci uvědomili dopad acidifikace na životní prostředí a míru znečištění okyselujícími látkami. To v úloze dokazuje číslo udávající kolikrát vzrostla kyselost vody při dané změně pH – je v řádu vyšších desítek. V rámci úlohy si žáci také mohou procvičit, nebo se naučit pracovat s jednoduchým výpočtem pH. Vzhledem k tomu, že se na většině středních škol (gymnázií) v prvním ročníku vyučuje v rámci obecné chemie acidobazické rovnováhy, je vhodné tuto úlohu zařadit. Pro případ, že by žáci nedělali výpočty pH, je vzorec pro jeho výpočet uveden v zadání úlohy. Tak je umožněno i žákům, kteří vzorec neznají nebo jej nemají v aktivní paměti, úlohu vyřešit.

Druhá úloha je zaměřena na zamyšlení se nad tím, jaké jsou zdroje emisí oxidů síry, které byly jednou z hlavních příčin acidifikace v minulosti. Žáci mají rovněž rozlišit mezi přirozenými a antropogenními zdroji těchto oxidů.

Třetí úloha je zaměřena na ekologickou valenci, aby si žáci mohli uvědomit a přiblížit jeden z dopadů kyselých dešťů na ostatní organismy. Zde jsem vycházela z blogu, kde byly uvedeny vhodné rozsahy pH pro některé rostliny, a vybrala jsem tedy do této úlohy některé z nich (Kudrna, 2013).

Čtvrtá úloha se může zdát být nejdříve obtížná a cílicí na vědomosti, jelikož žáci mají za úkol vybrat takové sloučeniny síry, které mohou být za acidifikaci zodpovědné. Nicméně využijí-li žáci znalosti o sloučeninách síry z hodin chemie a z názvosloví, bez problému poznají, že některé z těchto sloučenin jsou zcela vymyšlené, a tudíž vůbec neexistují.

Úloha 5 prověřuje schopnost žáků číst a interpretovat graficky zobrazené informace a vyvozovat z nich závěry.

V rámci úlohy 6 se po žácích chce vymyslet způsoby, jak emise oxidů síry, a tedy i jejich důsledek – acidifikaci vod – omezit. K tomu mohou využít mj. znalosti získané během řešení předchozích úloh.

Po vyřešení těchto úloh by žák měl být schopen především vysvětlit, co to acidifikace je, znát její příčiny (tj. zdroje okyselujících látek) a dokázat navrhnout činnosti, které by tyto příčiny odstranily nebo je alespoň omezily. V rámci znalostí z chemie by se měli žáci naučit princip určování kyselosti pomocí pH, měli by zvládnout provádět jednoduché výpočty a orientovat se na stupnici pH. Také by si měli rozšířit přehled o sloučeninách síry.

3.1.3 Úlohy na téma Eutrofizace vod

Při tvorbě souboru úloh na téma eutrofizace vod jsem vycházela a čerpala inspiraci především z bakalářské práce „Eutrofizace povrchových vod“ (Kunze, 2017), z diplomové práce „Vliv eutrofizace životního prostředí na přeměny a vyplavování dusíku z půdy do vod“ (Kofronová, 2014) a z certifikované metodiky „Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy“ (Krása et al., 2013).

První úloha má funkci seznámení žáků s pojmem eutrofizace a uvede je do celé problematiky tohoto jevu.

Druhá úloha již předkládá žákům jednu z metod, jak je možné vědecky zkoumat některé jevy pomocí experimentů, konkrétně pomocí popisu jednoho konkrétního experimentu. Z něj žáci vyvodí, který chemický prvek je odpovědný nejvíce za rozvoj fytoplanktonu. Žáci při řešení této úlohy musí jednak zvládnout pracovat s poměry a také musejí vyvodit závěry z výsledků experimentu.

Třetí úloha předkládá žákům formou krátkého textu jeden z dopadů eutrofizace – vznik vodního květu a jeho důsledek pro další organismy, konkrétně fotosyntetizující

rostliny. V této úloze žáci zapojí také své znalosti z hodin biologie, jelikož na základě informací o fotosyntéze a podmínkách jejího průběhu jsou schopni na otázku odpovědět.

V rámci čtvrté úlohy jsou uvedeny antropogenní příčiny zvýšené koncentrace živin ve vodách. Žáci mají za úkol přiřadit, jaké odvětví či jaká činnost je za tuto příčinu zodpovědná, a tudíž si uvědomit, co všechno eutrofizaci vod způsobuje.

Pátá úloha je zaměřena již na jedno řešení problému eutrofizace, a to konkrétně odstraňování dusíku. K této úloze je potřeba mít již osvojené pojmy jako redukční či oxidační reakce z hodin chemie. Také je potřebná znalost o dusíku a jeho vlastnostech, konkrétně že se jedná o plyn lehčí než vzduch. Poslední dílčí úloha této úlohy se zaměřuje na přemýšlení žáků o důsledcích změn kyslíkového poměru ve vodách. Žáci by měli být schopni odvodit správnou odpověď na základě reakčního schématu, textu a znalostí základních reakčních principů.

Poslední, tedy šestá úloha, se zaměřuje na jeden z dopadů zvýšení obsahu dusíku (ve formě dusitanů a dusičnanů) ve vodách. V textu je popsán vliv vysokého obsahu dusičnanů a dusitanů na lidský organismus. Součástí úlohy je také tabulka s normou limitů obsahu dusitanů a dusičnanů v pitné a v kojenecké vodě a výsledky testu vybraných minerálních vod, které byly převzaty z analýzy z webové stránky („Laboratorní test balených vod - Minerální, kojenecké a další | Arecenze.cz", 2019). Žáci měli zaprvé za úkol porovnat na základě předložené tabulky výsledků analýzy, která voda obsahuje nejvíce dusičnanů a dusitanů. Zadruhé měli žáci provést jednoduchý výpočet, pro který je však nutné vyčíst z tabulky správné hodnoty. V rámci třetí dílčí úlohy měli žáci na základě dostupných údajů porovnat, zda je voda o zadané koncentraci dusičnanů vhodná pro užití jako voda pitná a jako voda kojenecká.

Tyto úlohy tedy mají opět žáky zejména seznámit s pojmem eutrofizace tak, aby pochopili, co eutrofizaci způsobuje, jak se na ní podílí lidská činnost a také jak je možné problému předcházet, případně jakým způsobem odstraňovat důsledky eutrofizace na člověka a přírodu. Žáci v úloze aplikují znalosti z hodin chemie, jako např. redoxní reakce nebo jednoduché chemické výpočty.

3.1.4 Úlohy na téma Léčiva ve vodách

Inspiraci pro úlohy a základní informace jsem čerpala z bakalářských prací „Vliv hormonů a léčiv na životní prostředí“ (Pospíšilová, 2015) a „Antidepressiva – výskyt v přírodních

vodách, účinky na organismy, možnosti jejich fototransformace v přírodním prostředí“ (Černá, 2018), a to zejména proto, že jsou zde informace uvedeny jednodušeji než ve vědeckých studiích. To je pro účel tvorby úloh pro střední školy výhodnější. Dále tyto zdroje obsahovaly informace obecné povahy, nezabývali se detailními dílčími problémy, jako je tomu u vědeckých článků.

V rámci první úlohy je opět formou úvodního textu zprostředkován obsah, který se bude detailněji řešit v dílčích úlohách. První dílčí úloha nezkoumá přímo chemické vědomosti či dovednosti, ani přímo přírodovědné, ale spíše sociální aspekt tohoto taktéž environmentálního problému, konkrétně jeho příčiny.

Druhá úloha představuje výsledky výzkumu účinných složek antidepresiv, které jsou jedním z nejčastějších kontaminantů v povrchových vodách, konkrétně měření stupně inhibice určitých složek antidepresiv na růst řas (Minguez et al., 2018). Výsledky jsou shrnuty v tabulce, která sice uvádí řadu cizích a pro žáky neznámých slov a znaků, nicméně vše potřebné je v textu vysvětleno. Pro žáky je úkolem vyvodit z tabulky správné tvrzení z nabízených čtyř možností.

Třetí úloha představuje žákům poměrně rozsáhlý text, který je převzat a upraven na základě studie zabývající se analýzou odpadních vod za účelem zjišťování užívání drog ve vybraných pražských školách (Očenášková et al., 2023). Tento text byl upraven, především zkrácen, a zjednodušen, a průběžně jsou k textu kladeny otázky. Otázky se zaměřují především na žakovu schopnost vyvozovat závěry z přírodovědného výzkumu a interpretovat či kriticky uvažovat nad takovými výzkumy.

Čtvrtá a v tomto souboru úloh již poslední úloha uvádí jedno možné řešení – čištění odpadních vod v čistírnách odpadních vod (ČOV). Text informující o ČOV byl napsán na základě informací získaných v bakalářské práci „Vliv hormonů a léčiv na životní prostředí“ (kapitola 3.10 Odpadní vody) (Pospíšilová, 2015). V rámci textu k této úloze jsou popsány základní fáze čištění. Úkol pro žáka je v této úloze zaměřen na chemickou fázi čištění, kdy jsou uvedeny některé z možných reakcí, které mohou během čištění probíhat. Žák má uvést, o jaký typ reakce se jedná.

Tyto úlohy narozdíl od úloh na acidifikaci a eutrofizaci vod obsahují více textu, na základě kterého žáci mají vyřešit úlohy. Tyto úlohy tedy netestují jen přírodovědnou gramotnost, ale také do jisté míry čtenářskou gramotnost, tedy schopnost interpretovat psaný projev a vyvozovat z něj závěry. Primárně je však testována přírodovědná

gramotnost, konkrétně se jedná o schopnost hodnotit přírodovědný výzkum či zpracovávat a analyzovat data z vědeckého výzkumu.

3.2 Vzorek testovaných žáků a průběh testování úloh

Jedním z cílů bylo také otestovat vytvořené úlohy v praxi. Pro otestování úloh v praxi jsem si vybrala Gymnázium v Uherském Hradišti, kam jsem sama chodila, a oslovila svou bývalou třídní paní učitelku a zároveň vyučující chemie. Vyučující zprostředkovala ještě spolupráci se třídou, ve které vyučoval jiný vyučující.

K testování byly vybrány tři třídy – první ročníky či tomu odpovídající ročníky víceletého gymnázia – tedy žáci ve věku 15–16 let. To byla cílová skupina při tvorbě komplexních úloh. Tito žáci měli probrané základy obecné chemie a v době testování právě probírali anorganickou chemii.

V každé třídě se testovalo jedno téma. Důvodem byla možnost probrat pak s žáky správné odpovědi a stihnout to během jedné vyučovací hodiny.

Pracovní list byl zadán v rámci výuky chemie jako samostatná práce. Žáci však mohli využít i rad od spolužáka či využít dostupných zdrojů (sešit, učebnici, internetové zdroje). Žáci vypracovávali úlohy 20 minut. Zpracované úlohy byly odevzdány zpracovateli této práce a neobsahovaly žádná data o žácích (tj. např. jméno a pohlaví).

3.3 Doplnující dotazník

Zpětná vazba z testování úloh na vzorku žáků byla zjišťována formou dotazníku. Dotazník byl zadáván v papírové podobě a byl přiložen k zadání úloh. Úvodní otázky byly stejné pro všechna témata – šlo o zjišťování, jaký má žák vztah k přírodovědně zaměřeným předmětům, jaký má prospěch v chemii a v biologii a jak sám žák hodnotí svoje znalosti a dovednosti v přírodovědných předmětech.

Další otázky se týkaly již zadaných úloh – zjišťovalo se, zda žáci danou problematiku znají, jestli podobný typ úloh dělají ve škole. Dotazník zahrnoval rovněž otázky, které se týkaly toho, jak se zadané úlohy žákům líbily či nelíbily a co jim dělalo obtíže.

Níže uvádím dotazník, který doprovázel úlohu Acidifikace vod (viz Obrázek 3):

Dotazník

Ohodnotte na škále od 1 do 10, jak máte rádi přírodovědně zaměřené předměty (biologie, chemie, zeměpis, fyzika):

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Vůbec nemám rád/a Velmi moc mám rád/a

Ohodnotte na škále od 1 do 5 (jako ve škole), jak si Vy sami myslíte, že Vám přírodovědně zaměřené předměty (biologie, chemie, zeměpis, fyzika) jdou: (zkuste se ohodnotit sami, nemusí to souviset s Vaší známkou či tím, jak Vás hodnotí ostatní či učitelé)

1 2 3 4 5
Jdou mi výborně. Vůbec mi nejdou.

Jaká byla Vaše známka z biologie na poslední pololetní vysvědčení (leden, 2024)?

1 2 3 4 5

Jaká byla Vaše známka z chemie na poslední pololetní vysvědčení (leden, 2024)?

1 2 3 4 5

Pojem „ACIDIFIKACE“ jsem předtím:

- Již znal/a a věděl/a, oč se jedná.
 Slyšel/a jsem o něm, ale nedovedl/a bych popsat, oč jde.
 Do té doby jsem neznal/a.

Znalosti k tomuto problému mi přijde:

- důležité znát.
 nepodstatné znát.
 Nemám názor.

Úlohy mi celkově připadaly:

- Velmi náročné.
 Náročné.
 Průměrně obtížné.
 Spíše lehké.
 Snadné.

Úlohy se mi podařilo vyřešit:

- bez obtíží sám/sama.
 sám/sama pomocí různých zdrojů (učebnice, internet...)
 s pomocí kamarádů/spolužáků
 Nepovedlo se mi samotné/mu úlohy vyřešit.

Dotazník

Podobné úlohy řešíme ve škole:

- často.
 někdy.
 vůbec.

Při řešení těchto úloh jsem se naučil/a něco nového:

- ano.
 trochu.
 spíše ne.
 vůbec.

Nejvíce se mi líbila úloha:

- Úloha 1 Úloha 2 Úloha 3 Úloha 4
 Úloha 5 Úloha 6 Žádná.

Co se Vám na Vámi vybraných úlohách líbilo? Případně, proč se Vám nelíbila žádná úloha?

Nejvíce mi dělalo problém vyřešit úlohu:

- Úloha 1 Úloha 2 Úloha 3 Úloha 4
 Úloha 5 Úloha 6 Žádná.

Co Vám na Vámi vybrané úloze (či úlohách) dělalo problémy s vyřešením?

Prostor pro Vaše připomínky, komentáře, návrhy na úpravy a jakoukoliv jinou zpětnou vazbu:

Obrázek 3: Dotazník k úlohám na téma Acidifikace

Pro úlohy na téma Eutrofizace a Léčiva ve vodách jsou otázky velmi podobné, jen zaměřené na uvedená témata.

Dotazník byl distribuován společně s úlohami. Výhodou tak bylo, že konkrétní dotazník bylo možné propojit s konkrétními úlohami, resp. jejich řešením. Žáci byli vyzváni, aby odpověděli na všechny otázky, nicméně pokud si nepřáli či nevěděli, jak odpovědět, mohli otázku vynechat.

3.4 Vyhodnocení úloh a dotazníků

Již při přípravě úloh bylo vypracováno řešení, včetně možných řešení pro otázky s otevřenou odpovědí. Vycházela jsem z přístupů šetření TIMSS a PISA, tj. pokud se objevily u otázek další alternativy odpovědí, které byly správné, ale do řešení jsem je původně nezahrnula, byla tato řešení doplněna.

Následně byly úlohy vyhodnocovány přiřazením bodu za správnou a nesprávnou odpověď. Výsledky každé úlohy byly dále převedeny na četnosti správných odpovědí v dané úloze, resp. dílčí úloze. Podle rozmezí četnosti správného řešení byly úlohy rozčleněny podle stupně náročnosti.

Pro určení obtížnosti úloh byla zvolena metoda dle Chrásky (Chráska, 2016). Byla stanovena hodnota obtížnosti Q , která udává procento testovaných ve vzorku, kteří danou úlohu nezodpověděli správně, nebo ji vynechali. Q je hodnota obtížnosti, n_n je počet testovaných ve skupině, kteří odpověděli nesprávně a n je celkový počet testovaných ve vzorku.

$$Q = 100 \cdot \frac{n_n}{n}$$

Za velmi obtížné jsou považovány úlohy s hodnotou Q vyšší než 80. Naopak hodnoty Q pod 20 indikují lehkou úlohu. Tyto parametry platí pro úlohy testové, nikoli učební. I u učebních úloh ale dává smysl stanovit náročnost s ohledem na to, kde budou žáci potřebovat větší pomoc a kde naopak nikoli.

3.4.1 Výstupy v daných úlohách

Protože úlohy byly vytvořeny na základě výstupů, které jsou uvedeny v RVP G (Jeřábek et al., 2007), vytvořila jsem tabulky, které shrnují, jaké výstupy vzdělávací oblasti Člověk a příroda a Průřezových témat jsou ve vytvořených úlohách. V rámci průřezového tématu Environmentální výchova shrnuje výstupy jednotlivých úloh Tabulka 2, v rámci vzdělávacího oboru chemie Tabulka 3, biologie Tabulka 4 a geologie Tabulka 5.

Tabulka 2: Výstupy v úlohách – Environmentální výchova

Environmentální výchova	Acidifikace	Eutrofizace	Léčiva ve vodách
PROBLEMATIKA VZTAHŮ ORGANISMŮ A PROSTŘEDÍ			
Jak ovlivňuje prostředí organismy, které v něm žijí, a které abiotické/biotické vlivy na organismus působí	3	5	
ČLOVĚK A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ			
Jak ovlivňuje člověk životní prostředí od počátku své existence po současnost a jaké je srovnání těchto forem ovlivňování z hlediska udržitelnosti	3	1, 4	1
Čím jsou významné organismy pro člověka, jaké jsou příčiny vzniku a zániku některých rostlinných a živočišných druhů a jaké jsou formy jejich ochrany		3	
Jaké zdroje energie a suroviny člověk na Zemi využívá a jaké klady a zápory se s jejich využíváním a získáváním pojí	6		
Jakým způsobem člověk využívá vodu, jaké jsou nejčastější příčiny jejího znečištění, čím je způsoben nedostatek pitné vody a jaký má dopad na společnost	2,4		1,2,3
Které vlivy prostředí ohrožují zdraví člověka		6	
Jaké jsou příčiny a důsledky globálních ekologických problémů a jaký postoj k tomu zaujímají zainteresované skupiny	2	1, 2, 4	
Jaké jsou nástroje a možnosti řešení globálních ekologických problémů (např. legislativní, dobrovolné/občanské, institucionální, technologické) a jaké jsou možnosti zapojení jednotlivce do jejich řešení	6		
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ REGIONU A ČESKÉ REPUBLIKY			
Jaká jsou nejvýznamnější legislativní opatření v oblasti životního prostředí a jak tato opatření ovlivňuje Evropská unie	5	6	

Tabulka 3: Výstupy v úlohách – Chemie

Chemie			Acidifikace	Eutrofizace	Léčiva ve vodách
OBECNÁ CHEMIE	provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů	veličiny a výpočty v chemii	1	6	
	využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích			5	
ANORGANICKÁ CHEMIE	využívá názvosloví anorganické chemie při popisu sloučenin	p-prvky a jejich sloučeniny	4		
	charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí		2, 6	2, 5	
BIOCHEMIE	charakterizuje základní metabolické procesy a jejich význam			3	

Tabulka 4: Výstupy v úlohách - Biologie

Biologie			Acidifikace	Eutrofizace	Léčiva ve vodách
BIOLOGIE ROSTLIN	zhodnotí rostliny jako primární producenty biomasy a možnosti využití rostlin v různých odvětvích lidské činnosti	rostliny a prostředí		2,3	
	zhodnotí problematiku ohrožených rostlinných druhů a možnosti jejich ochrany		4		
EKOLOGIE	používá správně základní ekologické pojmy	základní ekologické pojmy	vše	vše	vše
	objasňuje základní ekologické vztahy	podmínky života	vše	vše	vše
		biosféra a její členění	3		

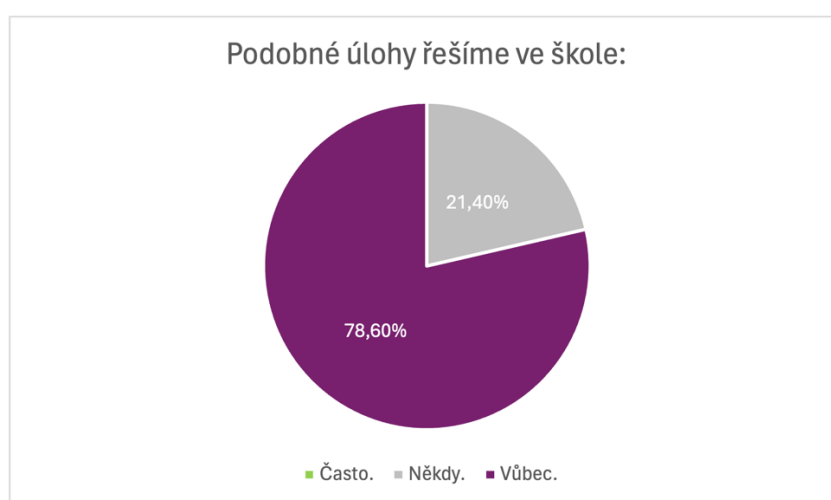
Tabulka 5: Výstupy v úlohách - Geologie

Geologie			Acidifikace	Eutrofizace	Léčiva ve vodách
VODA	zhodnotí využitelnost různých druhů vod a posoudí možné způsoby efektivního hospodaření s vodou v příslušném regionu	povrchové vody – jejich rozložení na Zemi; chemické složení, pH; hydrogeologický cyklus, geologické působení vody	1, 2, 3	1, 2, 3, 4, 5	3
		podzemní vody – propustnost hornin; hydrogeologické systémy; chemické složení podzemních vod; ochrana podzemních vod	2		

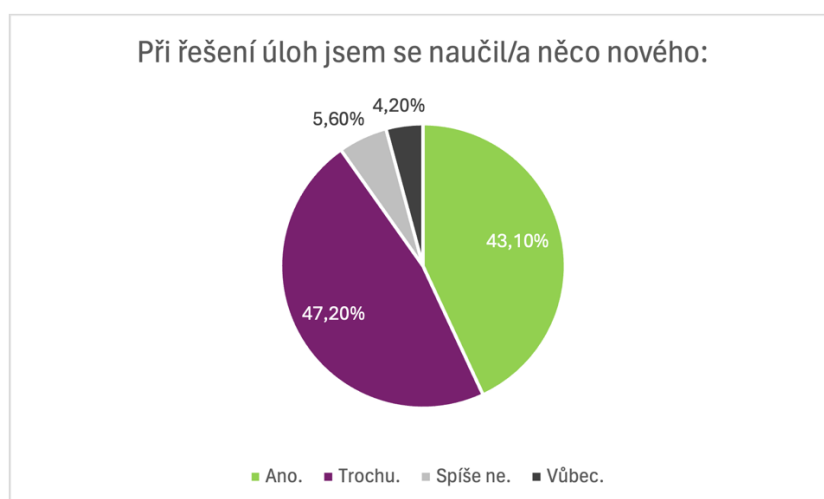
4. Výsledky

4.1 Vyhodnocení úloh a dotazníků

Dle odpovědí v dotazníkovém šetření bylo zjištěno, že úlohy tohoto typu téměř vůbec ve škole neřeší, 21,4 % žáků uvedlo, že takové úlohy řeší někdy, nikdo však neuvedl, že by takové úlohy řešili často (viz Obrázek 4). Většina žáků také uvedla, že se při řešení úloh tohoto typu zároveň i něco nového naučila; 47,2 % žáků uvedlo, že se trochu něco naučili, 43,1 % odpovědělo, že se opravdu něco nového naučili (viz Obrázek 5). Z toho lze usoudit, že tyto úlohy slouží i jako učební, což byl jejich primární účel.



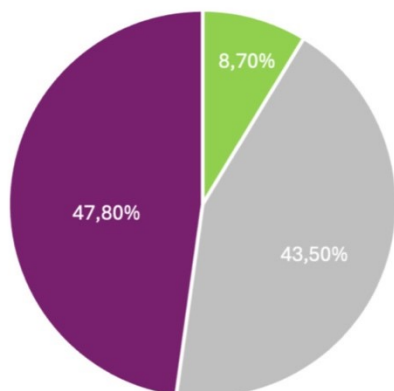
Obrázek 4: Graf – výsledky dotazniku (1)



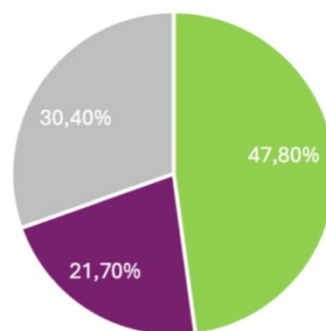
Obrázek 5: Graf – výsledky dotazniku (2)

Otázky se týkaly také skutečnosti, zda žáci o daných environmentálních problémech věděli již před tím, než jim byl zadán pracovní list. Žáci byli dotazováni také na to, jak důležité jim připadá dané problémy probírat v rámci jejich vzdělávání. Odpovědi žáků shrnují grafy na Obrázek 6, Obrázek 7 a Obrázek 8, ze kterých vyplývá, že vyložené zájem o tyto problémy projevilo přibližně 3–9 % žáků. O těchto problémech slyšelo v případě acidifikace necelá polovina žáků, v případě eutrofizace čtvrtina žáků a o problému léčiv ve vodách již slyšelo 70 % žáků. Zároveň však přijde většinou více než polovině žáků (v případě acidifikace necelé polovině) důležité se o tyto problémy zajímat, s tím, že za přímo nepodstatné považuje tyto znalosti ani ne čtvrtina dotazovaných žáků.

Pojem ACIDIFIKACE jsem předtím:



Znalosti k problému ACIDIFIKACE mi přijde:



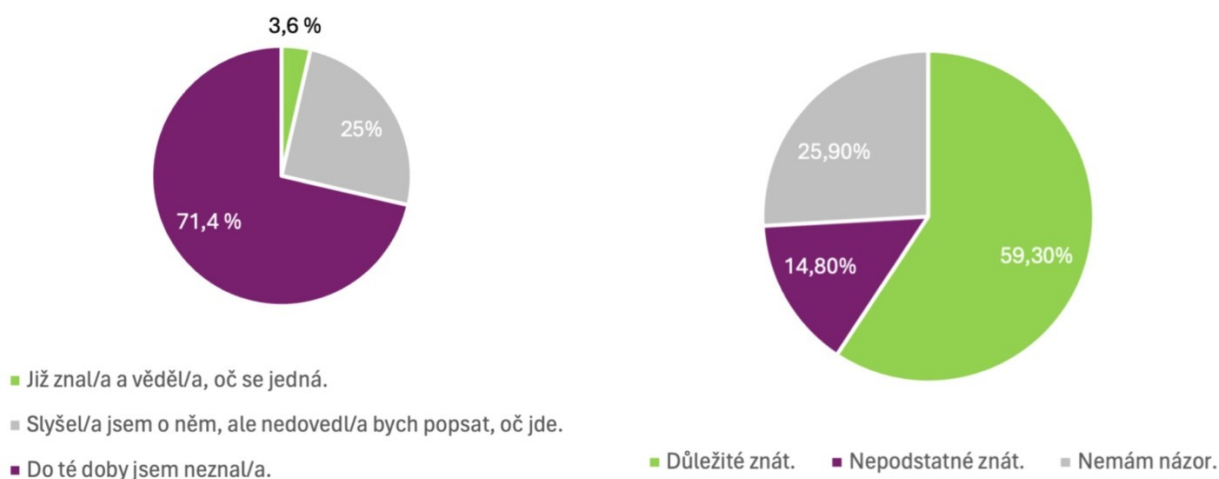
- Již znal/a a věděl/a, oč se jedná.
- Slyšel/a jsem o něm, ale nedovedl/a bych popsát, oč jde.
- Do té doby jsem neznal/a.

- Důležité znát.
- Nepodstatné znát.
- Nemám názor.

Obrázek 6: Graf – výsledky dotazníku – Acidifikace

Pojem EUTROFIZACE jsem předtím:

Znalosti k problému EUTROFIZACE mi přijde:



Obrázek 7: Graf - výsledky dotazníku - Eutrofizace

O problému LÉČIVA VE VODÁCH jsem předtím:

Znalosti k problému LÉČIVA VE VODÁCH mi přijde:

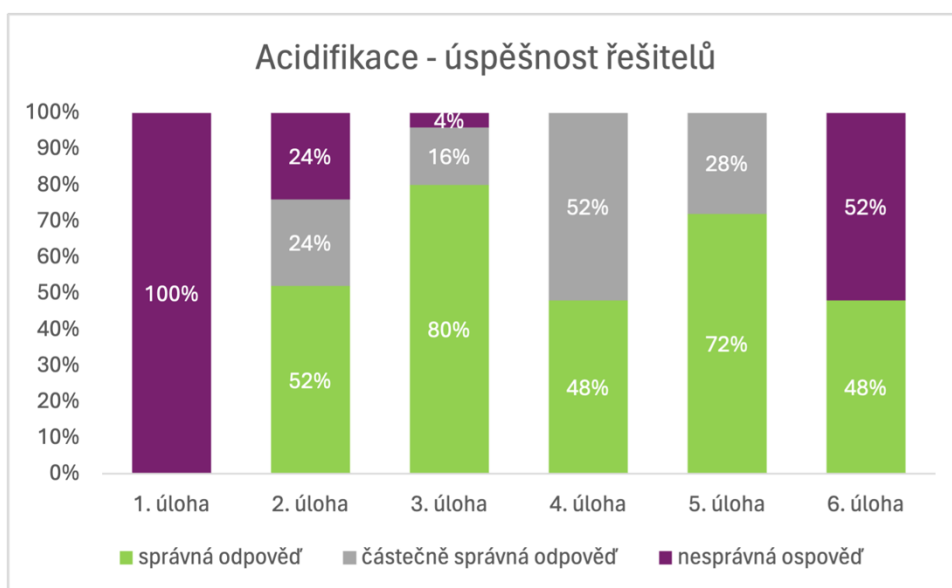


Obrázek 8: Graf - výsledky dotazníku - Léčiva ve vodách

4.1.1 Úspěšnost při řešení úloh

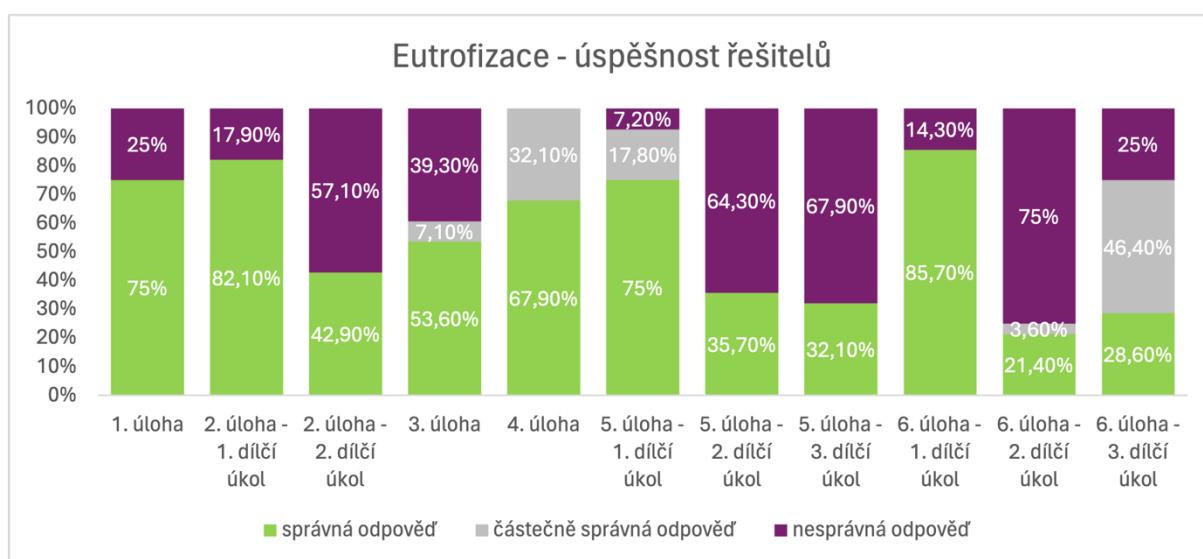
Úspěšnost při řešení souboru úloh na téma Acidifikace, Eutrofizace a Léčiva ve vodách shrnuje Obrázek 9, Obrázek 10, Obrázek 11.

V případě tématu acidifikace žáci nejlépe řešili třetí dílčí úlohu vztahující se k emisím oxidů síry. Rovněž v úloze, kde žáci pracovali s grafem byla úspěšnost vysoká. Žádný ze žáků naopak neuspěl u úlohy týkající se výpočtu pH.



Obrázek 9: Graf – Acidifikace – úspěšnost řešitelů

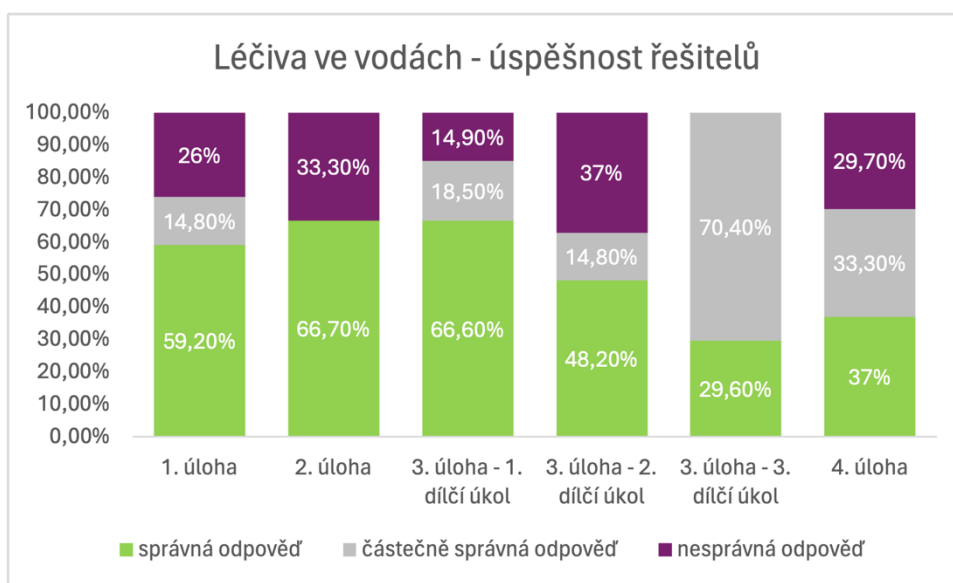
V případě tématu eutrofizace si žáci vedli dobře u první dílčí úlohy, kde k řešení stačilo správně přečíst a pochopit úvodní text. Dále dobře řešili první dílčí úkol druhé dílčí úlohy, kde projevili schopnost pochopení poměrů prvků; v páté úloze dílčí úloze (prvním dílčím úkolu), kde určovali oxidační děje a redukční děje a v šesté dílčí úloze (prvním dílčím úkolu), kde projevili žáci dobrou schopnost práce s tabulkou. Nejméně se jim naopak dařilo v úloze, kde měli provést výpočet a uvést správné jednotky.



Obrázek 10: Graf - Eutrofizace - úspěšnost řešitelů

V poslední komplexní úloze žáci dosáhli nejlepších výsledků ve druhé dílčí úloze, kde uplatňovali schopnost čtení z tabulek, a ve třetí dílčí úloze (prvním dílčím úkolu), kde měli žáci prokázat pochopení užitečnosti testování omamných látek ve vodách. V žádné z těchto dílčích úloh však nedosáhli tak dobrých výsledků jako předchozí nejlépe řešených dílčích úlohách (acidifikace a eutrofizace). Největší problémy měli žáci při řešení třetího dílčího úkolu třetí úlohy, kde měli odvozovat informace z textu. Tento výsledek je dán tím, že uznána bylo zcela správné řešení, tj. všechna tvrzení musela být označena jako správná/nesprávná bezchybně.

Na základě výsledků žáků mohla být následně stanovena obtížnost úloh.



Obrázek 11: Graf - Léčiva ve vodách - úspěšnost řešitelů

4.2 Stanovení obtížnosti úloh

4.2.1 Vypočtené hodnoty obtížnosti Q dle Chrásky

Pro jednotlivé úlohy byly vypočteny hodnoty Q určující obtížnost dílčích úloh, resp. dílčích úkolů. Postupováno bylo na základě metodiky stanovení obtížnosti úloh dle Chráska (viz 3.4). Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v Tabulka 6, Tabulka 7, Tabulka 8.

Tabulka 6: Acidifikace - hodnoty Q

Acidifikace	1. úloha	2. úloha	3. úloha	4. úloha	5. úloha	6. úloha
Q	100	24,0	4,0	52,0	28,0	44,0

Tabulka 7: Eutrofizace - hodnoty Q

Eutrofizace	1. úloha	2. úloha	3. úloha	4. úloha	5. úloha	6. úloha
Q	25,0	1. dílčí úkol	39,3	32,1	1. dílčí úkol	1. dílčí úkol
		17,9			25,0	14,3
		2. dílčí úkol			64,3	78,6
		57,1			3. dílčí úkol	3. dílčí úkol
					67,9	28,6

Tabulka 8: Léčiva ve vodách - hodnoty Q

Léčiva ve vodách	1. úloha	2. úloha	3. úloha	4. úloha
Q	40,7	33,3	1. dílčí úkol	63,0
			33,3	
			2. dílčí úkol	
			66,7	
			3. dílčí úkol	
	70,4			

S výjimkou dílčí úlohy na výpočet pH (acidifikace, 1. dílčí úloha) všechny úlohy spadají do intervalu 0–80, kde lze úlohy z hlediska obtížnosti považovat za akceptovatelné, jelikož nejsou příliš obtížné (hodnoty Q vyšší než 80). Dílčí úloha na výpočet pH s hodnotou $Q=100$ je pro žáky příliš náročná a z úloh by musela být vyřazena.

Některé úlohy spadají do intervalu 0–20, tj. jsou příliš jednoduché (hodnoty Q menší než 20), nicméně vzhledem k tomu, že úlohy jsou určeny jako učební, nikoliv testové, tato skutečnost nevádí a úlohy by byly ponechány.

5. Diskuze

Nejen z výsledků dotazníku, ale také z celkového dojmu při komunikaci se studenty vyšlo najevo, že zařazení těchto témat do výuky pro ně bylo zajímavým zpestřením. Žáci často uváděli, že se jim líbilo, že při řešení úloh nešlo ani tak o znalosti konkrétních informací, ale že dokázali řešení vyvodit ať už na základě textu, nebo zkušeností ze života. Takové vnímání žáků tohoto typu úloh a zařazení těchto témat je v souladu s tím, co zjistila Janoušková (2008) při analýze školních kurikul.

Výsledky úloh, a i dotazníkového šetření, byly poměrně očekávatelné. V případě úloh na acidifikaci se objevila 100 % neúspěšnost při řešení první úlohy, kterou žáci také označili v dotazníku za nejobtížnější. Jako důvod uváděli problém s chemickými výpočty a problém s matematikou měli také v šesté úloze tématu Eutrofizace. To je v souladu s identifikací kritických míst ve výuce chemie, jak je ve své práci uvádí Rychtera et al. (2018). Nejsnáze naopak žáci řešili úlohy, kde bylo možno odvodit informaci z textu, bylo možno ji odečíst z grafu či tabulky. To svědčí o skutečnosti, že žáci gymnázia, kde byly komplexní úlohy testovány, mají dobrou úroveň čtenářské gramotnosti. To rovněž odpovídá zjištěním výzkumu PISA, kde jsou to právě žáci gymnázií, kteří dosahují nejvyšších bodových zisků v testování čtenářské gramotnosti (Boudová et al., 2023).

6. Limity

Vytváření úloh a především jejich testování v praxi mělo však své limity, které je potřeba brát v úvahu při interpretaci a vyvozování závěrů z výsledků.

Při tvorbě úloh bylo limitem to, že se nevycházelo z kurikula dané školy, ale pouze z RVP G, tudíž při některých úlohách žáci mohli narazit na nedostatečné znalosti z toho důvodu, že učivo ještě nebylo probráno, či do výuky nebylo vůbec zařazeno. Cílem práce bylo vytvořit učební úlohy, tudíž žáci nebyli testováni, spíše mohli projevit schopnost čtení v textu, dohledávání informací a přírodovědné gramotnosti získané mimo školu (např. v médiích). Řešením úloh se mohli rovněž něco nového naučit.

Větším limitem bylo pak při testování úloh a interpretaci dotazníku to, že testování úloh proběhlo pouze na jednom gymnáziu, kde byly vybrány pro testování tři třídy. Jedná se tedy o malý vzorek. Pro objektivnější výsledky by bylo vhodné otestovat úlohy na větším množství žáků, a také napříč různými gymnázii.

7. Závěr

V rámci této bakalářské práce byly naplněny předem stanovené cíle. Byly vytvořeny tři komplexní úlohy vycházející ze tří různých témat propojující průřezové téma Environmentální výchova s předmětem chemie, s konkrétním zaměřením na environmentální problémy spojené s vodou. Tyto úlohy měly za cíl především rozvíjet přírodovědnou gramotnost a sloužit jako učební úlohy.

Úlohy byly otestovány na vzorku žáků prvních ročníků gymnázií, kteří byli cílovou skupinou pro využívání úloh do budoucna. Bylo provedeno také dotazníkové šetření, v rámci kterého bylo zjišťováno, jak a v čem se zdály úlohy žákům obtížné nebo zajímavé, a zda se s podobnými úlohami již někdy setkali.

Na základě výsledků dotazníků bylo vyhodnoceno, že ačkoliv některé úlohy byly pro většinu žáků spíše náročné, tak je jejich řešení bavilo a líbilo se jim propojení předmětu chemie s problematikou životního prostředí. Z toho lze usuzovat, že tyto úlohy jsou vhodné jako učební pomůcka do výuky.

Seznam použité literatury

- Archer-Bradshaw, R. (2014). Demystifying Scientific Literacy: Charting the Path for the 21st Century. *Journal of Education and Social Research*, 4, 165–172. <https://doi.org/10.5901/jesr.2014.v4n3p165>
- Beneš, F. (2010). *Acidifikace povrchových vod – problém stále trvá*. Univerzita Karlova.
- Blažek, R., Hanušová, J., Olšáková, M., Chrobák, T., & Pražáková, D. (2019). *Publikace s uvolněnými úlohami z mezinárodního šetření PISA*.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. David McKay. https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PPP242/Benjamin%20S.%20Bloom%20-%20Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives%2C%20Handbook%201_%20Cognitive%20Domain-Addison%20Wesley%20Publishing%20Company%20%281956%29.pdf
- Borba, T. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*. https://www.academia.edu/1183536/Scientific_literacy_A_conceptual_overview
- Boudová, S., Tomášek, V., & Halbová, B. (2023). *Národní zpráva PISA 2022 (1.)*. Česká školní inspekce. https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2023_přilohy/Mezinárodní%20šetření/PISA_2022_e-verze-9.pdf
- Cullingford, C., & Blewitt, J. (2004). *The Sustainability Curriculum: The Challenge for Higher Education*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849773287>

- Černá, P. (2018). *Antidepresiva – výskyt v přírodních vodách, účinky na organismy, možnosti jejich fototransformace v přírodním prostředí*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Čtrnáctová, H. (2009). *Učební úlohy v chemii 1 díl*. Univerzita Karlova.
- Distler, P. (2018). *Přírodovědná gramotnost a její rozvoj s využitím učebních úloh v chemii pro oblast ISCED 2* [Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/102576/140066915.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Distler, P., Teplá, M., Teplý, P., & Škoda, J. (2022). Efektivní využití uvolněných úloh z PISA testování na rozvoj vyšších kognitivních úrovní a přírodovědné gramotnosti žáků ve výuce chemie. *Chemické listy*, 116(11), Article 11. <https://doi.org/10.54779/chl20220700>
- Durant, J. (1994). What is scientific literacy? *European Review*, 2(1), 83–89. <https://doi.org/10.1017/S1062798700000922>
- Faltýn, J., Nemčíková, K., & Zelendová, E. (2010). *Gramotnosti ve vzdělávání* (1.). Výzkumný ústav pedagogický v Praze. <http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2010/02/Gramotnosti-ve-vzdelavani1.pdf>
- Fistro - SMART metoda: Jak správně definovat cíle*. (2017, únor 22). <https://fistro.cz/aktuality/smart-metoda-jak-spravne-definovat-cile/>
- Gude, V. G. (2017). Sustainable chemistry and chemical processes for a sustainable future. *Resource-Efficient Technologies*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.reffit.2017.08.006>
- Havlová, M., Janoušková, S., & Pumpr, V. (2010, březen 3). *Odborný článek: Využití komplexních úloh ve výuce chemie*. <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/7893/VYUZITI-KOMPLEXNICH-ULOH-VE-VYUCE-CHEMIE.htm>

- Herranen, J., Yavuzkaya, M., & Sjöström, J. (2021). Embedding Chemistry Education into Environmental and Sustainability Education: Development of a Didaktik Model Based on an Eco-Reflexive Approach. *Sustainability*, 13(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su13041746>
- Hruška, J., & Kopáček, J. (2009). *Účinky kyselého deště na lesní a vodní ekosystémy I. Emise a depozice okyselujících sloučenin.*
- Chovancová, S. (2012). *GEOCHEMICKÉ ASPEKTY ACIDIFIKACE ZPŮSOBENÉ Vlivem kyselých emisí v České republice.* Univerzita Palackého v Olomouci.
- Chráška, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu (2.).* Grada Publishing, a. s.
- Janoušková, S. (2005, srpen 11). *Odborný článek: Environmentální výchova v RVP ZV.* <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/ZK/275/ENVIRONMENTALNI-VYCHOVA-V-RVP-ZV.html>
- Janoušková, S. (2007, listopad 29). *Odborný článek: Environmentální a mediální výchova ve výuce chemie.* <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/GVND/1739/ENVIRONMENTALNI-A-MEDIALNI-VYCHOVA-VE-VYUCE-CHEMIE.html>
- Janoušková, S. (2008, březen 21). *Odborný článek: Začlenění environmentální problematiky do vyučovacího předmětu chemie pilotních škol.* <https://clanky.rvp.cz/clanek/2132/ZACLENENI-ENVIRONMENTALNI-PROBLEMATIKY-DO-VYUCOVACIHO-PREDMETU-CHEMIE-PILOTNICH-SKOL.html>
- Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). *Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: Analýza a porovnání | Studia paedagogica.* <https://journals.phil.muni.cz/studia-paedagogica/article/view/19147/15198>

- Jeřábek, J., Krčková, S., & Hučínová, L. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Výzkumný ústav pedagogický v Praze.
- Kalhous, Z. (2002). *Školní didaktika* (1.). Praha Portál.
<https://dokumen.tips/documents/zdenek-kalhous-skolni-didaktika.html>
- Kofronová, I. (2014). *Vliv eutrofizace životního prostředí na přeměny a vyplavování dusíku z půdy do vod*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2019*. (2020). Česká školní inspekce.
https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2020_přilohy/Mezinarodni_setreni/ID_101_koncepce_TIMSS_2019.pdf
- Kráska, J., Rosendorf, P., Hejzlar, J., Borovec, J., Dostál, T., David, V., Ansorge, L., Duras, J., Janotová, B., Bauer, M., Devátý, J., Strouhal, L., Vrána, K., & Fiala, D. (2013). *Hodnocení ohroženosti vodních nádrží sedimentem a eutrofizací podmíněnou erozí zemědělské půdy*. ČVUT.
- Kudrna, M. (2013, říjen 20). *Jaká je optimální půdní reakce – pH půdy* | rosmarinus.cz.
<https://www.rosmarinus.cz/jaka-je-optimalni-pudni-reakce-ph-pudy/>
- Kunze, D. (2017). *Eutrofizace povrchových vod*. Mendelova univerzita.
- Laboratorní test balených vod—Minerální, kojenecké a další | Arecenze.cz. (2019).
Arecenze. <https://www.arecenze.cz/balene-vody/>
- McNew-Birren, J., & Gaul-Stout, J. (2022). Understanding scientific literacy through personal and civic engagement: A citizen science case study. *International Journal of Science Education, Part B*, 12(2), 126–142.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2022.2047241>
- Minguez, L., Bureau, R., & Halm-Lemeille, M.-P. (2018). Joint effects of nine antidepressants on *Raphidocelis subcapitata* and *Skeletonema marinoi*: A matter of

- amine functional groups. *Aquatic Toxicology*, 196, 117–123.
<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.01.015>
- Mrkvica, A. (2015). *Dlouhodobé změny fyzikálně-chemických parametrů rybníků v závislosti na způsobu hospodaření*. Mendelova univerzita.
- Obsahová validita*. (2008, červen 18). Psychologie, pedagogika. <https://psychologie-pedagogika.studentske.cz/2008/06/obsahov-validita.html>
- Očenášková, V., Pospíchalová, D., Bohadlová, E., & Marešová, D. (2023). Analýza odpadních vod jako prostředek pro zjištění zneužívání drog ve vzdělávacích zařízeních. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 65(6), 8–12.
- OECD. (2007). *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264040014-en>
- Palečková, J., & Frýzková, M. (2007). *PŘÍRODOVĚDNÉ ÚLOHY VÝZKUMU PISA* (1.). Ústav pro informace ve vzdělávání. https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2007_přilohy/Mezinárodní%20šetření/Prirodov-ulohy-vyzkumu-PISA-publikace.pdf
- Pastorová, M. (2008, leden 31). *Odborný článek: Hodnocení průřezových témat*. <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1950/hodnoceni-prurezovych-temat.html>
- Persaud, C. (2023, únor 25). *How to Implement Bloom's Taxonomy in Your Course*. Top Hat. <https://tophat.com/blog/blooms-taxonomy/>
- PISA - PISA*. (b.r.). Získáno 2. únor 2024, z <https://www.oecd.org/pisa/>
- Pospíšilová, E. (2015). *Vliv hormonů a léčiv na životní prostředí* [Mendelova Univerzita]. <https://theses.cz/id/w6av42/15264529>
- Pumpr, V., Hedbávná, H., Herink, J., Janoušková, S., Kubištová, I., Maršák, J., Svobodová, J., & Černocký, B. (2011). *Přírodovědná gramotnost ve výuce* (1.). Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další

- vzdělávání pedagogických pracovníků (NÚV), divize VÚP.
http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf
- RVP G**—*Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia*—*Edu.cz*. (2007).
<https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Sloup, R., Machková, V., Štrofová, J., Kolář, K., & Řádková, O. K. (2018). *Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice?*
https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/33905/1/Arnika_2018_1-5_Rychtera-Bilek--web.pdf
- Sjøberg, S., & Jenkins, E. (2022). PISA: A political project and a research agenda. *Studies in Science Education*, 58(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1824473>
- Skalková, J. (2007). *Obecná didaktika* (1. vyd.). Grada Publishing, a. s.
- Slejškova, L. (2008). *Klíčové kompetence na gymnáziu*.
- Svobodová, J. S., Jindřiška. (2009, leden 10). *Jiří Svoboda, Jindřiška Svobodová: Jak snižovat emise oxidu uhličitého a přitom nevykrvácet*. Ekolist.cz.
https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/jak-snizovat-emise-oxidu-uhliciteho-a-pritom-nevykrvacet?utm_source=google.com
- Šilhánová, M. (2013). *KOMPLEXNÍ GEOGRAFICKÉ ÚLOHY INSPIROVANÉ VÝZKUMEM PISA* [Univerzita Karlova].
https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/54336/DPTX_2010_1_11310_0_327082_0_100407.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Thomas, M. (2023). *PISA 2025 SCIENCE FRAMEWORK (DRAFT)*. [https://pisa-](https://pisa-framework.oecd.org/science-)
[framework.oecd.org/science-](https://pisa-framework.oecd.org/science-)

[2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf](https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf)

US EPA, O. (2012, prosinec 13). *What is Environmental Education?* [Overviews and
Factsheets]. <https://www.epa.gov/education/what-environmental-education>

Přílohy

- PŘÍLOHA A ACIDIFIKACE VOD**
- PŘÍLOHA B EUTROFIZACE VOD**
- PŘÍLOHA C LÉČIVA VE VODÁCH**

Příloha A Acidifikace vod

Úloha 1

Rybáři a přírodovědci pozorují již od poloviny 20. století úbytek ryb a planktonu ve skandinávských jezerech. To je zapříčiněno jevem, který se nazývá acidifikace vod – česky by se dalo říci „okyselení“ vod. Tento jev, který je pozorován v dnešní době ve všech povrchových vodách severní polokoule, je zapříčiněn především kyselou atmosférickou depozicí oxidů síry a dusíků. Kyselá depozice znamená, že se tyto látky v kombinaci se srážkami (déšť, sníh, námraza) dostávají do půdy a vody.

V případě vzniku kyselých dešťů řadou chemických reakcí vznikají z oxidů síry sírany (SO_4^{2-}) a z oxidů dusíku dusičnany (NO_3^-). Ty potom reagují se srážkovou vodou na kyselinu sírovou (H_2SO_4) a kyselinu dusičnou (HNO_3), které se pak dostávají do půdy a vody.

V některých jezerech byl od 30. let 20. století zaznamenán pokles pH o celých 1,8 jednotek. Kolikrát se tedy zvětšila (zaokrouhlete na dvě platné číslice) kyselost vod v těchto jezerech za dané období (zaokrouhlete na dvě platné číslice)?

Pozn.: Výpočet pH vychází ze zjednodušeného vztahu $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+]$, kde $[\text{H}_3\text{O}^+]$ je koncentrace oxoniových kationtů, jejichž množství udává kyselost vody.

Kyselost se zvětšila tolikrát, kolikrát vzrostla aktivita, resp. koncentrace H_3O^+ iontů. Vycházíme ze základního vztahu pro závislost pH a aktivity (koncentrace) H_3O^+ iontů:

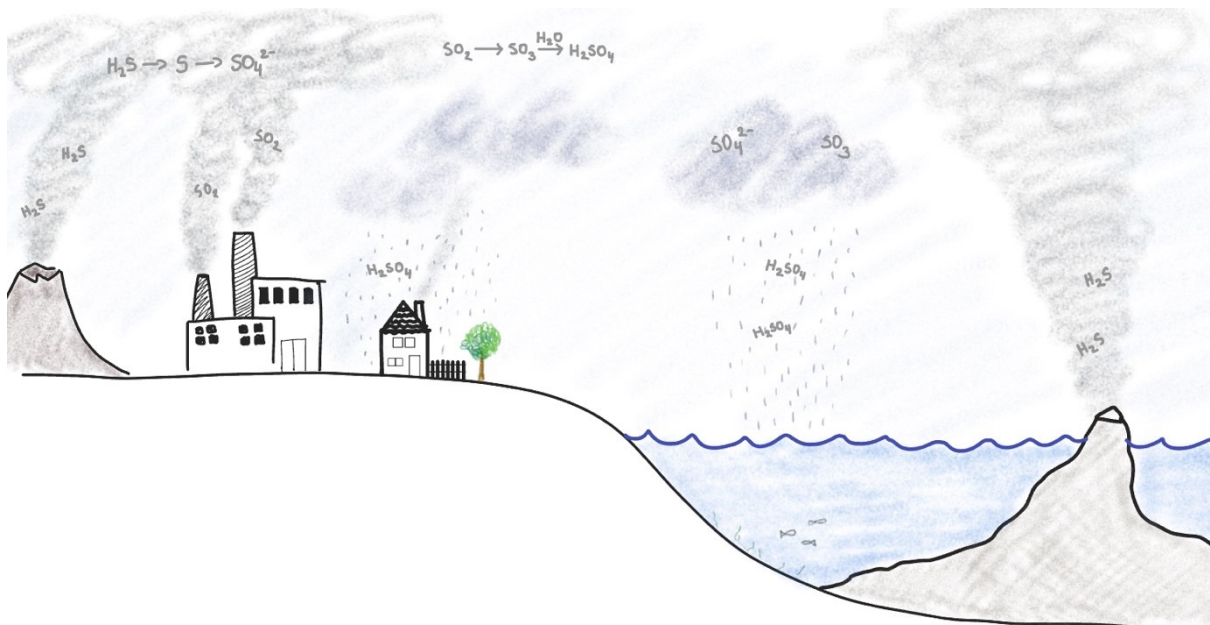
$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

Jestliže pH pokleslo o 1,8 jednotky (dosadíme za pH změnu $\text{pH} - \Delta\text{pH} = -1,8$), dosadíme toto číslo za pH a tím získáme v absolutní hodnotě relativní změnu koncentrace H_3O^+ iontů v tomto intervalu pH:

$$\begin{aligned} -1,8 &= -\log \Delta[\text{H}_3\text{O}^+] \\ \Delta[\text{H}_3\text{O}^+] &= 10^{1,8} \end{aligned}$$

To znamená, že koncentrace H_3O^+ iontů se změní $10^{1,8} \cong 63 \times$ (tj. $63 \times$ se zvýší kyselost).

Úloha 2



Emise oxidů síry, tedy látek uvolňovaných do ovzduší, mohou být i přirozeného původu, ale také původu antropogenního. Antropogenní původ znamená, že za vznik těchto látek je zodpovědný pouze člověk a jeho činnosti.

Do tabulky níže zapište jeden přirozený a jeden antropogenní zdroj oxidů síry.

Přirozený zdroj oxidů síry	Antropogenní zdroj oxidů síry
<p>např. sopečná (vulkanická) činnost</p> <p>geotermální činnost</p> <p>lesní požáry</p> <p>biologické procesy – bakterie v půdě,</p> <p>mikroorganismy v moři</p> <p>chov dobytka</p> <p>eroze hornin</p> <p>výpary z horkých pramenů</p>	<p>např. průmyslová činnost (výroba kyseliny sírové),</p> <p>těžba</p> <p>spalování fosilních paliv</p> <p>spalování odpadů</p> <p>spalování uhlí (tepelné elektrárny)</p> <p>železniční provoz</p> <p>zpracování ropy</p> <p>tavení nerostných surovin obsahujících síru</p> <p>metalurgie</p> <p>výroba koksu</p>

Úloha 3

Dopady kyselých dešťů

Kyselé deště mohou mít negativní vliv na ekosystémy. Dochází ke snížení pH vodních toků a také k okyselení půdy. To může způsobit vymizení některých druhů živočichů a rostlin, které nejsou vůči změně pH příliš odolné.

V tabulce vidíte rostliny a rozsahy pH, které jsou pro jejich život vhodné. Dále byly vybrány tři stanoviště, kde bylo měřeno pH. Přiřaďte ke každému stanovišti, jaké rostliny by se na něm mohly vyskytovat.

Rostlina	Rozsah pH
thuje	5,0 – 6,0
smrk	4,5 – 6,0
skalník	6,0 – 8,0
vřes	4,0 – 5,0

Stanoviště 1: pH = 7,3 **skalník**

.....

Stanoviště 2: pH = 4,2 **vřes**

.....

Stanoviště 3: pH = 5,5 **smrk, thuje**

.....

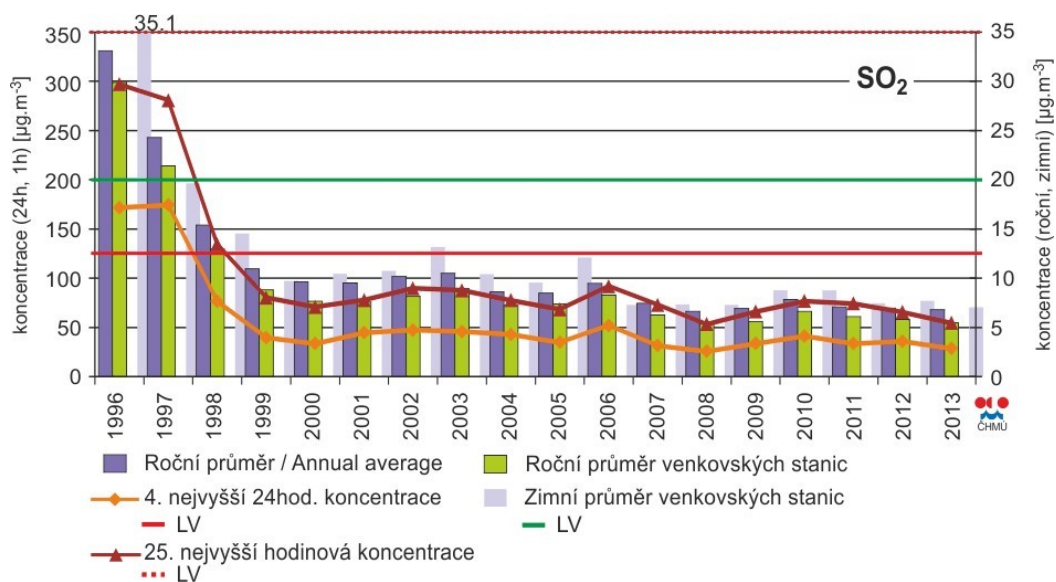
Úloha 4

Na rozdíl od oxidů dusíku nejsou chemismy sloučenin síry v ovzduší tak složité, jak jsme uvedli v úvodním textu. Využijte své chemické znalosti a určete, které z následujících látek mohou být v ovzduší přítomny, a které tam naopak nenajdeme. V každém řádku zaškrtněte správné odpovědi.

	ANO	NE
SO ₃	X	
S ₂ O ₇		X
SO ₂	X	
SO ₄ ²⁻	X	
S ₂ O ₅		X
S ₄		X

Úloha 5

Na obrázku vidíte graf, který ukazuje vývoj koncentrací oxidu siřičitého mezi lety 1996 a 2013. Která z následujících tvrzení odpovídají údajům v grafu? V každém řádku zaškrtněte správné tvrzení.



Obr. IV.7.9 Trendy ročních charakteristik SO₂ v České republice, 1996–2013

	ANO	NE
V zimním období jsou obecně koncentrace SO ₂ v ovzduší vyšší.	X	
Mezi lety 1996 a 1999 se povedlo výrazně snížit koncentrace SO ₂ v ovzduší.	X	
Od roku 1996 koncentrace SO ₂ v ovzduší jen postupně klesaly.		X
Hodinové koncentrace SO ₂ v ovzduší jsou obecně vyšší než 24-hodinové koncentrace SO ₂ v ovzduší.	X	
Od roku 1998 nebyl překročen limit imisí SO ₂ pro venkovské lokality.	X	

*po roce 1998 nabyl účinnosti zákon, který stanovil imisní limit pro venkovské lokality na 20 µg · m⁻³

Úloha 6

Zkuste navrhnout, jakým způsobem by se daly snížit emise oxidů síry antropogenního původu:

Používání čistších paliv

Odsiřovací zařízení

Energetická úspora, omezení tepelných elektráren

Alternativní zemědělství – hnojiva s nižším (nebo žádným) obsahem síry

Omezení průmyslové činnosti, která vede k vypouštění oxidů síry do ovzduší

Příloha B Eutrofizace vod

Úloha 1:

Eutrofizace vod je proces obohacování vod o živiny. Konkrétně se jedná o sloučeniny dusíku a fosforu, které se přirozeně uvolňují z půdy, usazenin, odumřelých a rozkládajících se vodních organismů. V současnosti však vlivem antropogenní činnosti dosáhlo obohacování vod o živiny takové úrovně, že to začalo mít velmi negativní dopad na životní prostředí. Zdrojem těchto živin jsou komunální a průmyslové odpadní vody, a také hnojiva využívaná v zemědělství.

Eutrofizace vod je jev:

- a) zcela přirozený
- b) vyvolaný činností lidí
- c) přirozený i vyvolaný činností člověka
- d) přirozený, ale antropogenní činnost jej potlačuje

Úloha 2:

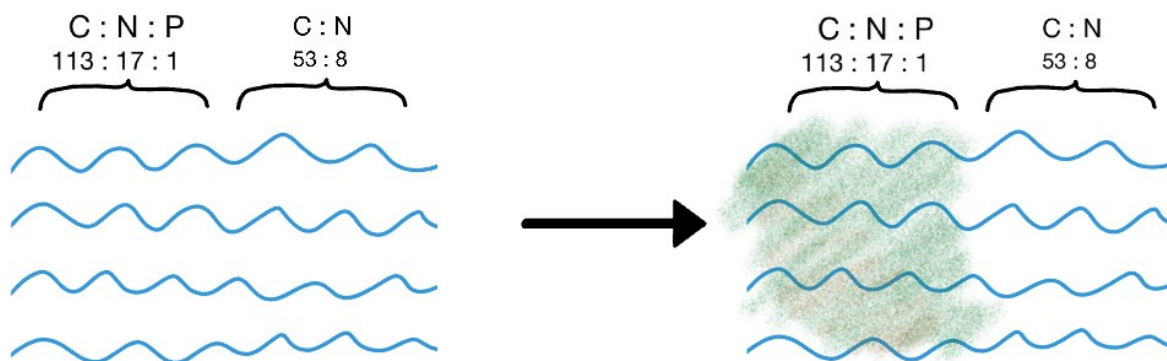
Pokus na jezeře Ontario

Na křišťálově čistém jezeře Ontario v Kanadě byl proveden vědci pokus. Jezero pomyslně rozdělili na dvě poloviny – do první poloviny uměle aplikovali uhlík, dusík, fosfor. Do druhé půlky uměle aplikovali uhlík a dusík. Poté sledovali nárůst fytoplanktonu, který obsahoval zelené řasy a sinice.

Pro optimální rozvoj biomasy musí být splněn stechiometrický poměr uhlíku, dusíku a fosforu:

$$C : N : P = 106 : 16 : 1$$

Když se nedosáhne minimální požadované koncentrace, rozvoj fytoplanktonu se omezí. Takže například, když je poměr dusíku a fosforu (N : P) menší než 16, je limitujícím prvkem dusík. Když je tento poměr větší než 16, pak je limitujícím prvkem fosfor.



1. Jaký chemický prvek nebo sloučenina má největší vliv na rozvoj fytoplanktonu?

- a) fosfor
- b) voda
- c) uhlík
- d) sinice

2. Na základě textu a obrázku určete, která z následujících tvrzení jsou pravdivá/nepravdivá, V každém řádku označte správnou odpověď křížkem:

	Pravdivé	Nepravdivé
Limitujícím prvkem byl fosfor, jelikož při jeho přidání byl pozorován rozvoj fytoplankton. Poměr dusíku ku fosforu N : P je tedy větší než 16.	X	
Limitujícím prvkem byl fosfor, protože po jeho přidání byl pozorován rozvoj fytoplanktonu. Poměr dusíku ku fosforu N : P je menší než 16.		X
Limitujícím prvkem byl dusík, jelikož byl přidán do obou částí jezera a v jedné došlo k rozvoji fytoplanktonu a v druhé za jiných podmínek ne.		X
Limitujícím prvkem byl v první části jezera fosfor a v druhé části jezera dusík.		X

Úloha 3

Vodní květ

Jedním z dopadů eutrofizace na vodní ekosystém je tvorba tzv. vodního květu. Ten vzniká tak, že fytoplankton, zejména sinice a řasy, se při vodní hladině shlukují a vytváří rozměrný „povlak“. Řasy se navíc mohou rovnoměrně rozprostřít v celém vodním sloupci a vytvořit tzv. vegetační zákal.

Nadměrný obsah fytoplanktonu má za následek odčerpávání oxidu uhličitého z vody v průběhu dne, a také kyslíkový deficit v nočních a brzkých ranních hodinách.

Jaký vliv může mít tvorba vodního květu a vegetačního zákalu na proces fotosyntézy rostlin na dně rybníků a jezer?

Negativní vliv – nedostatek slunečního světla, nedostatek oxidu uhličitého

Úloha 4:

Jak bylo uvedeno v úvodním textu, zvýšenou eutrofizaci vod způsobuje lidská činnost. V pravém sloupci tabulky jsou uvedeny lidské činnosti, v levém sloupci je uvedeno, jak tyto činnosti souvisí s vnášením látek obsahujících dusík a fosfor do vod. Přiřaďte je tak, jak k sobě patří.

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1) Využívání v dnešní době již nelegitimní jímky (žumpy) s přepadem. | a) zemědělská činnost |
| 2) Používání hnojiv obsahujících dusík a fosfor. | b) průmyslová činnost |
| 3) Vypouštění odpadních vod obsahujících chemické látky. | c) činnost v domácnosti |
| 4) Eroze půdy a splavování živin do vodních toků jako důsledek nedostatečného vegetačního krytu. | d) lesnická činnost - odlesňování |

(1c, 2a, 3b, 4d)

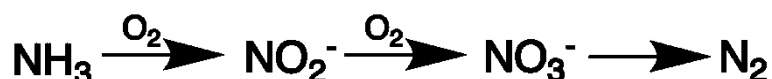
Úloha 5

Biologické odstranění dusíku

K odstranění dusíku zcela přirozeným způsobem dochází řadou chemických reakcí – jedná se o tzv. nitrifikaci a denitrifikaci.

Při nitrifikaci se dusík ve formě amoniaku oxiduje na dusík ve formě dusitanu a ten se oxiduje na dusík ve formě dusičnanu.

Denitrifikace je proces, kdy se dusík ve formě dusičnanu redukuje za působení bakterií na dusík ve formě dvouatomové molekuly N_2 .



1) Vyznačte, ve kterých dílčích krocích nitrifikace a denitrifikace probíhá oxidace a ve kterých redukce dusíku. Vyznačte vhodné pole:

Reakce	Oxidace	Redukce
$NH_3 \xrightarrow{O_2} NO_2^-$	X	
$NO_2^- \xrightarrow{O_2} NO_3^-$	X	
$NO_3^- \longrightarrow N_2$		X

2) Proč se dusík odstraní z vod tím, že jej převedeme na plynný dusík?

Protože plynný dusík uniká z vody do atmosféry.

3) Jaký mohou mít tyto reakce důsledek na kyslíkový poměr ve vodě?

- Při těchto reakcích se uvolňuje kyslík, tudíž dochází ke zvýšení obsahu kyslíku ve vodě.
- Při těchto reakcích se kyslík spotřebovává, tudíž dochází ke snížení obsahu kyslíku ve vodě.
- Při těchto reakcích se uvolňuje kyslík, tudíž dochází ke snížení obsahu kyslíku ve vodě.
- Při těchto reakcích se kyslík spotřebovává, tudíž dochází ke zvýšení obsahu kyslíku ve vodě.

Úloha 6:

Vysoký obsah dusičnanů a dusitanů má negativní vliv na zdraví člověka. Proto jsou obsahy těchto dusíkatých látek v pitných vodách sledovány. Jedním z negativních důsledků je tzv. dusičnanová methemoglobinémie, což je poškození, které omezuje přenos kyslíku v krvi. Projevuje se zmodráním okrajových částí těla, například rtů, rukou, chodidel v důsledku nedostatku kyslíku a může vést až k udušení. To je zvláště nebezpečné pro kojence, kteří nejsou schopni rozkládat methemoglobin tak dobře, jako dospělí. Proto jsou limity pro obsah dusičnanů a dusitanů přísnější pro kojenecké vody.

V Tabulce 1 níže vidíte tyto limity pro vodovodní vodu a kojeneckou vodu. V některých státech jsou tyto limity ještě přísnější, aby bylo zajištěno větší bezpečí.

Tabulka 9: Limity obsahu dusitanů a dusičnanů v pitné vodě

	limit pro kojeneckou vodu	limit pro vodovodní vodu
$\text{NO}_3^-/\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	10	50
$\text{NO}_2^-/\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,1	0,5

Minerální vody proto podléhají testům na obsah dusitanů a dusičnanů. Výsledky některých testovaných vod z roku 2017 vidíte v Tabulce 2.

Tabulka 10: Výsledků testů vybraných minerálních vod na obsah dusitanů a dusičnanů

Minerální voda	obsah $\text{NO}_2^-/\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	obsah $\text{NO}_3^-/\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$
Magnesia	< 0,01	< 0,5
Voss	< 0,01	0,8
Dobrá voda	< 0,01	< 0,5
Evian	< 0,01	9,96
Aquila Aqualinea	< 0,01	2,88
Nartes	< 0,01	1,71

1) Která ze testovaných minerálních vod je na tom co do obsahu dusitanů a dusičnanů nejhůře?

Evian.

2) Kolikrát více dusičnanů za den do těla dostane osoba, která bude pít pouze Aquilu Aqualineu, oproti tomu, kdyby pila pouze Voss? Počítejme s tím, že daná osoba bude přijímat dusičnany pouze z těchto minerálních vod a že vypije přesně 2 litry této minerální vody denně. Uveďte i postup výpočtu.

$$(2 \text{ l} \cdot 0,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} = 1,6 \text{ mg})$$

$$2 \text{ l} \cdot 2,88 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} = 5,76 \text{ mg}$$

$$\frac{5,76 \text{ mg}}{1,6 \text{ mg}} = 3,6 \times \text{více}$$

3) Vědci dělali rozbor vody ze studny a při analýze bylo zjištěno, že obsahuje 0,00043 hmotnostních % dusičnanů.

a) Splňuje tato voda normu pro vodovodní vodu?

Ano – 0,00043 % znamená koncentraci 43 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

b) Je možné tuto vodu prodávat jako vodu pro kojence?

Ne.

Příloha C Léčiva ve vodách

Zbytky léčiv (např. analgetik, antidepresiv, hormonální antikoncepce, antibiotik) v odpadních vodách jsou stále větší problém. V dnešní době patří k nejčastěji detekovaným kontaminantům v povrchových vodách. Výskyt těchto kontaminantů může představovat riziko pro zdraví člověka i vodní ekosystémy.

Úloha 1:

Čím může být způsoben nárůst spotřeby antidepresiv v České republice?

(větší počet nemocí léčených antidepresivy, zvyšování dávek, prodlužující se terapie, situace ve společnosti a s tím spojená nervozita a nejistota, ...)

Úloha 2:

Vědci zkoumali společné účinky složek antidepresiv, které jsou často detekovány v odpadních vodách, na růst sladkovodní zelené řasy *Raphidocelis subcapitata*. Určité složky antidepresiv totiž růst této sladkovodní řasy inhibují, to znamená, že proces růstu zpomalují či zastavují. Stupeň inhibice růstu řasy je vyjádřený v procentech a označuje se IC_x . Index určuje, kolik dané látky musíme přidat, aby byl růst pozastaven z určité části, která je vyjádřena v procentech (x %). Například IC_{10} tedy znamená, že růst řasy je omezen z 10 %. Konkrétní hodnoty IC_x jsou zaznamenány v tabulce níže.

složky antidepresiv	koncentrace ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) antidepresiv pro inhibici vedoucí k x % inhibici (IC_x)				
	IC_5	IC_{10}	IC_{20}	IC_{50}	IC_{80}
Fluvoxamin	237,3	340,9	505,0	988,7	1935,7
Fluoxetin	68,6	90,4	121,8	202,9	338,2
Sertralin	58,4	74,3	96,4	150,7	235,6
Paroxetin	227,1	293,9	388,9	627,6	1012,8
Duloxetin	68,8	105,8	168,7	374,7	832,0
Venlafaxin	$5,7 \cdot 10^3$	$9,8 \cdot 10^3$	$17,4 \cdot 10^3$	$47,6 \cdot 10^3$	$132,4 \cdot 10^3$
Clomipramin	95,4	141,8	218,1	455,5	951,1
Amitriptylin	211,6	288,3	403,7	714,9	1268,0
Citalopram	405,9	727,2	1369,4	4039,8	11918,4

Z naměřených hodnot v tabulce vyvod'te, které z tvrzení platí:

- a) S rostoucí koncentrací složek antidperesiv klesá stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.
- b) **S rostoucí koncentrací složek antidperesiv roste stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.**
- c) S klesající koncentrací složek antidperesiv klesá stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.
- d) S klesající koncentrací složek antidperesiv roste stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.

Úloha 3:

Analýza odpadních vod ve vzorku škol

„Epidemiologický přístup k odpadním vodám (WBE, wastewater based epidemiology) je dlouhodobě využíván pro monitoring spotřeby drog především v městských oblastech. V Praze byl uskutečněn projekt na zjištění užívání drog ve čtyřech vybraných pražských školách (dvě základní školy a dvě gymnázia).

V projektu byly monitorovány nelegální drogy (marihuana, metamfetamin, amfetamin, kokain, a extáze), a také legálních drogy (nikotin a jeho metabolity). Sledován byl i výskyt efedrinu.“

1)K čemu nám toto testování může být užitečné?

(zjišťování informace o zdravotním stavu populace, výskytu chorob, spotřebě léčiv, užívání drog či jiných omamných látek, zjišťování expozice kontaminantů ve vodách, ...)

„V rámci projekty byly odebírány bodové vzorky v době před začátkem vyučování od 7:30 do 8:05 a v době tzv. velké přestávky, tj. od 9:30 do 10:00, ev. 10:30 – 11:00. Pozitivní nálezy byly zjištěny u tetrahydrokanabinolu (THC), efedrinu, metamfetaminu a metabolitů nikotinu.

Extáze (MDMA) se nevyskytovala v žádném vzorku, stejně jako kokain a jeho hlavní humánní metabolit.

Metamfetamin (pervitin) byl nalezen celkem ve čtyřech vzorcích, a to v jednotkách až desítkách ng/l. Amfetamin se také nevyskytoval v žádném z analyzovaných vzorků, což zcela odpovídá tomu, že amfetamin je v České republice (z pohledu analýzy odpadních vod) uvažován jako metabolit metamfetaminu a při nalezených koncentracích

metamfetaminu je jeho organismem vyloučené množství pod mezí hodnoty, kterou lze použitou metodou zjistit.

Metabolity legální drogy nikotinu byly nalezeny téměř ve všech sledovaných vzorcích.

Celkem v pěti vzorcích odpadní vody byl stanoven efedrin. Efedrin je prekurzorem pro výrobu pervitinu, ale je také součástí přípravků proti chřipce a kašli, neboť uvolňuje dýchací cesty a ulevuje příznakům chřipky. Používá se také pro zlepšení fyzických schopností sportovců.“

2)Dá se z výsledků tohoto testování obecně popsat, jaké je užívání drog v mladé populaci mezi 6-15 lety? Vyberte správná tvrzení.

Pozn.: může být více správných odpovědí.

- a) Ano, v testovaném vzorku byly jak základní, tak gymnázia.
- b) Ano, protože proběhlo více odběrů.
- c) Ne, protože 4 školy jsou poměrně malý vzorek.
- d) Ne, protože vzorek testovaných škol je pouze z Prahy.
- e) Ne, protože nebyl prokázán výskyt všech testovaných látek.

3) Na základě textů rozhodněte, zda jsou tvrzení pravdivá, nebo ne. V každém řádku zaškrtněte jedno správné tvrzení.

	Ano	Ne
Na nálezy metabolitů nikotinu může mít vliv jeho užívání zaměstnanci školy.	X	
V některých vzorcích se našel metabolit Extáze (MDMA).		X
Přestože součástí školy, kde byly naměřeny nejvyšší koncentrace efedrinu, je i veřejné fitness centrum, tak lze vliv návštěvníku na tuto vysokou koncentraci efedrinu vyloučit.		X
Efedrin je v kombinaci s kofeinem vysoce toxický.		X
Jedinci, kteří zapříčinili vysoké koncentrace efedrinu ve vzorcích, jsou jen ti, kteří jsou závislí na pervitinu.		X
Amfetamin se ve skutečnosti v jisté velmi malé koncentraci ve vzorcích vyskytoval, nicméně jej nebylo možné použitím dané měřicí metody stanovit.	X	
Pervitin lze využít v lékařem stanovené dávce jako lék proti chřipce a kašli.		X

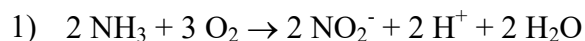
Úloha 4

Čistírny odpadních vod (ČOV)

Odpadními vodami se mohou léčiva či jejich metabolity (produkty metabolismu těchto léčiv) a i jiné potenciálně škodlivé látky dostávat do vodního ekosystému. Proto se odpadní vody čistí v čističkách odpadních vod – ČOV. Při tomto procesu čištění je odpadní voda zbavena i léčiv či jejich metabolitů. Efektivita čištění však není dokonalá, takže ne vše lze z odpadní vody odstranit. Proto se i tak do vodních ekosystémů dostávají zbytky různých léčiv a jiných toxických látek.

Během čištění odpadních vod probíhají tři fáze – fyzikální, chemická a biologická. Při fyzikálním čištění dochází k čištění v nádržích mechanicky nebo usazováním. Chemická fáze čištění využívá k odstranění nečistot chemických látek. Dochází při něm k řadě reakcí, mezi které patří například neutralizace, oxidace, redukce a srážení, které vede k odstraňování vodního kalu. Biologické čištění se provádí pomocí mikroorganismů (např. bakterií či hub), a to buď za přístupu kyslíku nebo bez přístupu kyslíku.

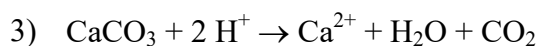
Při chemickém čištění se mohou využívat následující reakce. Přiřaďte k těmto konkrétním reakcím jejich typ uvedený v textu.



a) neutralizace



b) oxidačně-redukční reakce



c) srážení

(1b, 2c, 3a)