

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Návrh a ověření badatelsky orientované úlohy na téma kyselin a zásad pro  
žáky základních škol

Proposal and verification of an inquiry based task on the topic of acids and  
bases for primary school pupils

Jana Tomešová

Vedoucí práce: RNDr. Kateřina Chroustová, Ph.D.  
Studijní program: Specializace v pedagogice  
Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání — Matematika se zaměřením  
na vzdělávání  
Rok odevzdání: 2022

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Návrh a ověření badatelsky orientované úlohy na téma kyselin a zásad pro žáky základních škol potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucí práce samostatně a za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 3.12.2022

Ráda bych touto cestou poděkovala paní RNDr. Kateřině Chroustové, Ph.D. za odborné vedení, cenné komentáře a trpělivou spolupráci. Mé poděkování patří také žákům osmé třídy Základní školy Vitae, kteří se podíleli na realizaci a zhodnocení navržené úlohy.

## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá tématem badatelské výuky v souvislosti se vzděláváním v oblasti chemie na základních školách. Cílem této práce je navržení badatelsky orientované úlohy na téma *kyseliny a zásady*, která bude sledovat cíle badatelské výuky a současně bude směřovat k povinným výstupům tématu daným Rámcovým vzdělávacím programem. Teoretická část práce je zaměřena na charakteristiku výuky chemie na základních školách a vymezení specifik badatelsky orientované výuky. V rámci praktické části je popsán plánovaný průběh navržené badatelské úlohy a následně jsou zhodnoceny výsledky získané v průběhu její realizace ve spolupráci s žáky osmé třídy základní školy.

Pro zhodnocení úlohy byly použity výstupy vytvořené žáky v průběhu aktivit, úvodní a závěrečný test znalostí a IMI (Intrinsic Motivation Inventory) dotazníky, zaměřené na vnímání úlohy z pohledu žáků. Na základě získaných dat byla úloha zhodnocena z několika hledisek. Realizace úlohy úspěšně vedla žáky k osvojení pojmů souvisejících s tématem a zvládnutí praktického měření hodnoty pH různými metodami. Pozitivní byl také vliv na dovednosti žáků týkající se plánování a provedení chemického pokusu. K nedostatkům úlohy, zaznamenaným v průběhu realizace, patřil především omezený prostor pro diskusi žáků a prezentaci výsledků jejich bádání. Minimální byl také posun žáků v oblasti nově získaných teoretických znalostí. Navržená úloha tedy naplňuje činnostně zaměřené výstupy tématu kyselin a zásad dle Rámcového vzdělávacího programu, z pohledu požadovaných teoretických znalostí je však nedostatečná.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

výuka chemie, badatelsky orientovaná výuka, kyseliny a zásady, základní škola, návrh a ověření úlohy, cíle výuky chemie

## **ABSTRACT**

This thesis looks into inquiry-based learning in chemistry classes at elementary schools. The objective was to design an inquiry-oriented task on the topic of *acids and bases* which would comply with the goals of inquiry-based science education while at the same time achieving the compulsory outputs of this topic, as defined by The National Curriculum. The theoretical part of the thesis focuses on the characteristics of teaching chemistry in primary schools and the definition of inquiry-based learning specifics. The practical part firstly describes the exact course of the proposed task. Subsequently, the results obtained in cooperation with eighth-grade students are verified and assessed.

To evaluate the task, several materials were used: the outputs created by the pupils during the activities, the initial and final knowledge tests, and IMI (Intrinsic Motivation Inventory) questionnaires which focus on the students' perception of the task. Based on the obtained data, the task was evaluated from several points of view. The implementation of the task successfully led students to learn about concepts related to the topic, as well as various methods of pH measurement. The effect on their skills for planning and carrying out a chemical experiment was also positive. The shortcomings of the task, as observed during the implementation, mostly amounted to a too limited space for students' discussion and presentation of the results of their research. The pupils' progress in the newly acquired theoretical knowledge was also only slight. The proposed task thus fulfills the activity-oriented outputs of the topic as defined by The National Curriculum; however, regarding the required theoretical knowledge, it is insufficient.

## **KEYWORDS**

chemistry teaching, inquiry-based education, acids and bases, elementary school, design and verification of a task, chemistry teaching goals

## Obsah

Úvod .....	7
Teoretická část .....	8
1 Cíle chemického vzdělávání na základní škole .....	8
1.1 Z pohledu Rámcového vzdělávacího programu .....	8
1.1.1 Rozvoj klíčových kompetencí .....	8
1.1.2 Vzdělávací obsah oboru chemie .....	9
1.1.3 Aktuální změny v RVP v rámci vzdělávacího obsahu oboru chemie .....	11
1.2 Z pohledu žáka a učitele .....	12
2 Badatelsky orientovaná výuka .....	14
2.1 Vymezení badatelsky orientované výuky .....	14
2.2 Struktura badatelské činnosti .....	16
2.3 Dovednosti žáka a kroky badatelského postupu .....	17
2.4 Kompetence učitele jako předpoklady pro úspěšnou badatelsky orientovanou výuku .....	20
3 Vybrané publikované experimentální náměty na téma kyselin a zásad a jejich zhodnocení z pohledu BOV .....	23
Praktická část .....	32
1 Návrh badatelsky orientované úlohy na téma kyselin a zásad pro 8. ročník ZŠ .....	32
1.1 Cíle, příprava a plánovaný průběh úlohy .....	32
1.2 Lekce 1. Motivace a seznámení s tématem .....	32
1.3 Lekce 2. Zkoumání pH a co jej ovlivňuje .....	34
1.4 Podklady pro zhodnocení úlohy .....	37
2 Zhodnocení navržené badatelské úlohy na základě její realizace .....	38
2.1 Prekoncepty a vstupní znalosti .....	38

2.2	Zhodnocení úlohy ve vztahu k výukovým cílům.....	39
2.3	Zhodnocení nově osvojených znalostí a dovedností.....	45
2.4	Zhodnocení úlohy z pohledu žáků .....	46
3	Vyhodnocení a návrh na doplnění úlohy .....	48
	Závěr.....	49
	Seznam použitých informačních zdrojů .....	51
	Seznam zkratk.....	55
	Seznam příloh.....	55

## Úvod

V souvislosti s vývojem společnosti se postupně mění také požadavky na dovednosti a znalosti jednotlivce. Vzdělávací systém na tyto změny reaguje postupným zaváděním pedagogických přístupů, které by lépe odpovídaly nárokům a možnostem moderní doby. Větší důraz je kladen zejména na využívání technologií, práci s informačními zdroji a integraci aktivizačních metod výuky, založených na činnosti žáků. V rámci přírodovědně zaměřených oborů mohou být tyto principy integrovány prostřednictvím badatelsky orientované výuky, která si získává stále větší podporu u nás i v mezinárodním kontextu.

Problematika badatelského vyučování je stále poměrně nová a při zavádění do praxe naráží na četné překážky. Má se za to, že čeští učitelé vnímají badatelský přístup většinou pozitivně a souhlasí s principy na kterých je postaven, přesto jej však ve své praxi využívají jen minimálně. Jedním z důvodů může být skutečnost, že mnoho českých učitelů se s badatelskou výukou nesešlo v roli žáka ani v rámci odborné pedagogické přípravy. V důsledku toho je pro učitele obtížné vytvořit si konkrétní představu o integraci badatelských přístupů do vlastní výuky.

Cílem této práce je přiblížit badatelské metody začínajícím i zkušenějším učitelům, kteří s tímto stylem výuky nemají žádné zkušenosti, nebo necítí dostatečnou jistotu pro jeho zapojení do své praxe. V rámci teoretické části práce bude popsán koncept badatelsky orientované výuky a nastíněna jeho souvislost s cíli základního vzdělávání. V praktické části bude sestaven návrh úlohy na téma kyselin a zásad, vycházející z badatelských principů a zároveň směřující k požadovaným výstupům základního vzdělávání v oblasti chemie. Následně bude navržená úloha realizována ve spolupráci s žáky osmého ročníku na základní škole. Na základě výstupů realizace bude úloha zhodnocena z pohledu výukových cílů badatelsky orientované výuky a v souvislosti s požadovanými výstupy daného tématu. Na modelu konkrétní úlohy tak bude možné sledovat aplikaci badatelských metod a jejich případná úskalí.

Pro porozumění této práci se nevyžaduje specifická oborová znalost čtenáře. Klíčové informace jsou vysvětleny v rámci teoretické části práce. Text proto může být využit jako studijní materiál pro učitele, studenty pedagogiky i neobornou veřejnost.



## **Teoretická část**

### **1 Cíle chemického vzdělávání na základní škole**

#### **1.1 Z pohledu Rámcového vzdělávacího programu**

Počáteční vzdělávání v oblasti chemie je dle RVP<sup>1</sup> řazeno na druhý stupeň základní školy. Žáci se s některými tématy setkávají již dříve, ale systematická výuka probíhá obvykle v osmém a devátém ročníku.

##### **1.1.1 Rozvoj klíčových kompetencí**

Klíčovými kompetencemi jsou definované schopnosti a dovednosti žáka, které by měl získávat prostřednictvím výuky ve všech předmětech. Jsou to: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanské, kompetence pracovní a (nově) kompetence digitální.

Prostřednictvím vzdělávacího obsahu předmětu by výuka měla dosahovat tzv. cílového zaměření dané vzdělávací oblasti, jež propojuje vzdělávací obsah s klíčovými kompetencemi, tedy vymezuje dovednosti, ke kterým by žák měl být veden. Dle cílového zaměření oblasti Člověk a příroda (tedy v předmětech Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis) by vzdělávání mělo zahrnovat jak teoretickou, tak praktickou složku, jelikož činnostní a výzkumný charakter výuky vytváří prostředí pro utváření a rozvoj mnoha klíčových kompetencí.

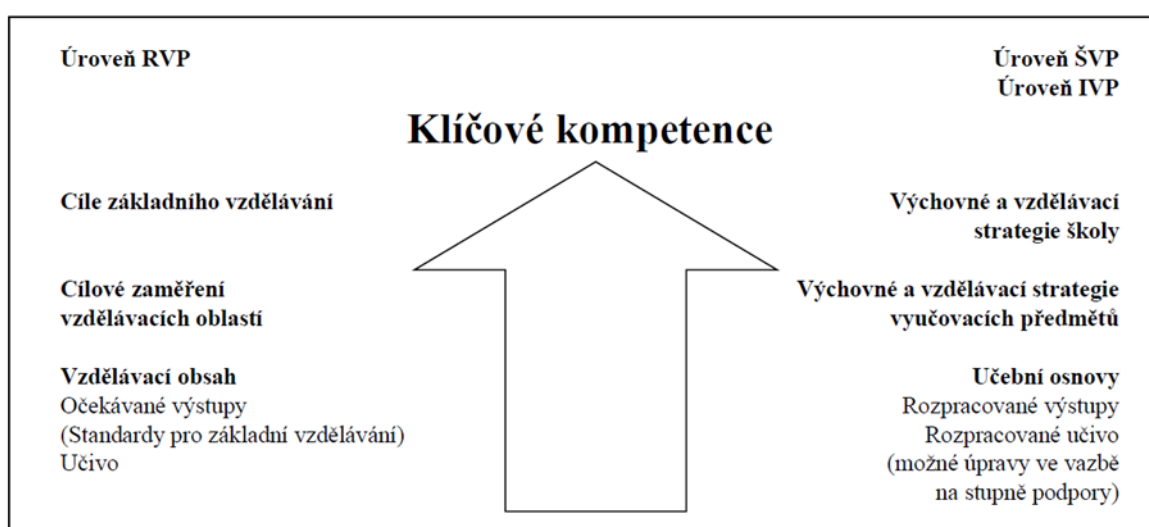
V rámci praktické výuky chemie jsou rozvíjeny především dovednosti pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy, zaznamenávat a analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry, tedy cílové schopnosti v kompetenci k učení. Praktická výuka by měla vést žáky k posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz. Významně podporuje vytváření otevřeného myšlení, kritického myšlení a logického uvažování, tedy kompetence k řešení problémů. Výuka chemie zahrnuje také otázky ekologické, nabádá k zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním

---

<sup>1</sup> RVP (Rámcové vzdělávací programy) je souhrnné označení pro národní kurikulární dokumenty, které definují rámce vzdělávání žáků od 3 do 19 let v České republice

systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí, tedy kompetence občanské. Během laboratorních prací se žák učí bezpečně zacházet s potenciálně ohrožujícími látkami, zodpovědně pracovat s nástroji a vybavením a dodržovat vymezená pravidla (kompetence pracovní).

Badatelská forma výuky navíc podporuje také kompetenci komunikativní. Žáky vede ke srozumitelné a strukturované prezentaci výsledků jejich práce, produktivní diskusi a obhajování vlastních závěrů. Velmi často také využívá skupinovou práci a rozvíjí tak schopnost kvalitní spolupráce. (Votápková, 2014)



Obrázek 1: Směřování k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí žáků (RVP ZV 2021)

### 1.1.2 Vzdělávací obsah oboru chemie

Vzdělávací obsah předmětu je rozdělen do sedmi tematických oblastí. V rámci každé oblasti jsou uvedeny očekávané výstupy a učivo dané oblasti. Očekávané výstupy vymezují dovednosti, které by měl žák ovládat na konci vzdělávacího období. Učivo shrnuje konkrétní témata, jejichž prostřednictvím by mělo být dosaženo očekávaných výstupů.

Konkrétněji zde uvádím pouze obsah tematických oblastí, které nejbližší souvisejí s tématem úlohy v praktické části této práce.

#### Pozorování, pokus a bezpečnost práce

„Očekávanými výstupy je schopnost žáka určit společné a rozdílné vlastnosti látek, pracovat bezpečně s běžně používanými látkami a posoudit nebezpečnost dostupných látek, se kterými zatím pracovat nesmí.“ (RVP ZV, 2021, s. 72)

Učivo této oblasti zahrnuje vlastnosti látek jako hustota, rozpustnost, vodivost a skupenství. Součástí jsou také obecné zásady bezpečné práce s chemickými látkami a jejich dokumentace, včetně používaných piktogramů, H-vět a P-vět.

#### **Komentář k dané oblasti**

Oblast je zaměřena na praktické poznávání chemických jevů a je doporučován činností charakter výuky. „Na tomto tematickém okruhu je založen rozvoj přírodovědné gramotnosti, zejména na základě vlastní zkušenosti. V rámci výuky je vhodné uplatňovat badatelsky-orientované aktivity založené zejména na pozorování chemických jevů prostřednictvím demonstračních experimentů, jejichž podstata je snadno vysvětlitelná.“ (Průvodce upraveným RVP ZV)

#### **Anorganické sloučeniny**

„Žák porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky využitelných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv těchto látek na životní prostředí. Orientuje se na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatňování neutralizace v praxi. Žák poskytne první pomoc při zasažení pokožky kyselinou nebo hydroxidem.“ (RVP ZV, 2021, s. 74).

Učivo oblasti anorganických sloučenin zahrnuje oxidační číslo a názvosloví oxidů, kyselin, hydroxidů a solí, zabývá se vlastnostmi a použitím vybraných sloučenin a tématem kyselosti, resp. zásaditosti roztoků.

#### **Komentář k dané oblasti**

Také výstupy oblasti anorganických sloučenin jsou do značné míry orientovány na praktickou výuku. Žáci by měli umět změřit pH roztoku pomocí indikátorového papírku a důraz je kladen zejména na dovednost poskytnout první pomoc při zasažení kyselinou nebo hydroxidem. Podle Průvodce dostupného na Metodickém portálu RVP by „cílem výuky nemělo být samotné názvosloví, ale spíše představení vlastností a významu vybraných látek z hlediska jejich praktického využití. Teoretický výklad by měl být co nejvíce upozaděn, výuka by měla probíhat zejména experimentálně.“ (Průvodce upraveným RVP ZV)

### 1.1.3 Aktuální změny v RVP v rámci vzdělávacího obsahu oboru chemie

Aktuálně platná verze Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání vychází z verze dokumentu zveřejněné v roce 2017. V roce 2021 vydalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy jeho revizi, jejímž cílem je modernizace vzdělávacího obsahu. Úpravy se týkají především přístupu ke vzdělávání v informačních technologiích a digitální gramotnosti žáků. Několik změn však proběhlo také v oblasti chemie.

Z důvodu snížení časové dotace pro vzdělávací oblast Člověk a příroda ve prospěch Informatiky byly vyřazeny či upraveny některé očekávané výstupy. „Škrty ve vzdělávacím obsahu proběhly na základě stanovených kritérií. Došlo k odstranění duplicit, vyřazení obsahu založeného na encyklopedických znalostech, obsahu považovaného za příliš obtížný či nepřiměřený věku a životním zkušenostem žáků, obsahu nárokovajícího si pouze dílčí znalosti a zjednodušení obsahu k podpoře hledání souvislostí.“ (NPI, 2021)

K vyřazeným patří například téma havárie chemického provozu a úniku nebezpečných látek, chemická výroba elektrického proudu, nebo výchozí látky a produkty fotosyntézy.

Některé výstupy byly upraveny či přeformulovány (Tabulka 1).

Tabulka 1: Ukázka některých úprav v RVP ZV v roce 2021

<b>Původní znění výstupů:</b>	<b>Nové výstupy v dané oblasti:</b>
„Žák vysvětlí základní faktory ovlivňující rozpouštění pevných látek.“	„Žák navrhne postupy a prakticky provede oddělování složek směsí o známém složení; uvede příklady oddělování složek v praxi.“
„Žák přečte chemické rovnice a s užitím zákona zachování hmotnosti vypočítá hmotnost výchozí látky nebo produktu.“	„Žák aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi a při předcházení jejich nebezpečnému průběhu.“
„Žák vysvětlí vznik kyselých dešťů, uvede jejich vliv na životní prostředí a uvede opatření, kterými jim lze předcházet.“	„Žák se orientuje na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatňování neutralizace v praxi.“

Lze usuzovat, že postupné úpravy požadavků chemického vzdělávání směřují ke zjednodušení vzdělávacího obsahu, aby byl pro žáky přístupnější a snadněji uchopitelný. Cíle přírodovědného vzdělávání se také čím dál více posouvají k činnosti výuce, rozvoji kompetencí a vědeckého uvažování žáků a k praktickému využití poznatků podporujícímu pochopení učiva. Díky tomu také vzniká širší prostor pro využití badatelsky orientované výuky, která směřuje právě k těmto cílům.

## 1.2 Z pohledu žáka a učitele

Zdá se, že pozitivní postoj ke zjednodušení výukového obsahu ve prospěch praktického využívání znalostí v souvislostech zastávají také čeští učitelé. Z výzkumného šetření TALIS 2013 (Kašparová, Boudová, Ševců, Soukup, 2014) bylo zjištěno, že značný podíl dotázaných učitelů v České republice vyjadřuje konstruktivistický postoj k výuce. Přes devadesát procent dotázaných vyjádřilo souhlas s výrokem, že *úlohou učitele je usnadnit žákům jejich vlastní hledání odpovědi na otázky*. U dalších tvrzení, tedy že *procesy myšlení a uvažování jsou důležitější než konkrétní obsah kurikula*, dále že *žáci by měli mít možnost sami hledat řešení praktických problémů dříve, než jim učitel ukáže řešení* a přesvědčení, že *žáci se nejlépe učí tím, že sami hledají řešení problémů*, jsou podíly souhlasu českých učitelů v mezinárodním kontextu nadprůměrné.

Tyto výsledky se však zdají být v rozporu se skutečně realizovanými výukovými metodami v českých školách. Z šetření TALIS 2018 například vyplývá zjištění, že „čeští učitelé jen málo využívají strategie aktivující u žáků náročnější kognitivní procesy, tedy strategie často spojené se skupinovou prací či řešením problémů“ (Boudová, Šťastný, Basl, 2018, s. 26). Tyto závěry jsou založeny na vyjádření českých učitelů k následujícím výroky:

- Zadávám úlohy, které od žáků vyžadují kritické myšlení.
- Rozdělují žáky do skupin, aby měli možnost přijít se společným řešením problému.
- Zadávám úlohy, které nemají jasné řešení.
- Vybízím žáky, aby se sami rozhodli pro postup řešení.

Četnost využívání všech výše zmíněných přístupů českými učiteli je pod průměrem zemí Evropské unie, zapojených do šetření. U prvních tří je dokonce rozdíl velmi výrazný a hodnoty patří k nejnižším v rámci celého šetření TALIS 2018.

Také ze studie K. Čihákové realizované v roce 2021 (Čiháková, 2021) vyplývá, že se situace v tomto ohledu příliš nemění, tedy že i učitelé, kteří mají znalosti o principech BOV, ji zařazují do výuky jen obtížně a sporadicky.

To může mít mnoho důvodů, od omezených časových dispozic, přes nejistotu či nedostatečnou kompetenci učitelů, po velký počet žáků ve třídě a nízkou vybavenost škol. Příčiny a možnosti zlepšení nastíněné situace nejsou v rozsahu této práce podrobněji obsaženy, je to však téma velmi aktuální a palčivé.

V současné době, tedy době snadno dostupných informačních zdrojů, se role učitele, coby nositele informací, částečně posouvá do role průvodce dostupnými informacemi. Je žádoucí rozvíjet u žáků jejich schopnost kritického myšlení, zacházení s informačními zdroji a používání obecně aplikovatelných přístupů k řešení problémů. Toho z principu nelze dosáhnout prostřednictvím akceptačních forem výuky<sup>2</sup> a tedy můžeme v současné době tyto formy výuky hodnotit jako nedostatečné (Dostál, 2015a, s. 15). Z hlediska míry získaných vědomostí je však tento styl výuky méně časově náročný a neklade tak vysoké nároky na výkon žáků, který je pro úspěch badatelského učení klíčový. Ideálním přístupem by tedy mohla být vhodná kombinace a propojení transmisivního a konstruktivistického vedení výuky.

---

<sup>2</sup> Akceptačními formami výuky označuje J. Dostál všechny formy výuky, kde úkolem žáka je vnímat a přijmout informace poskytované učitelem. Úkolem učitele je informace vhodně předkládat a zároveň motivovat k jejich poznávání. (Dostál, 2015a, s. 64)

## 2 Badatelsky orientovaná výuka<sup>3</sup>

### 2.1 Vymezení badatelsky orientované výuky

Problematika badatelsky orientované výuky je v české pedagogice relativně nová a nemá zde zatím vytvořeny stabilní základy. Samotné vymezení pojmu je nejednoznačné a často se prolíná s označením problémové či projektové výuky. Obecně je badatelská výuka chápána jako aktivizující forma výuky, kdy učitel nepředává znalosti výkladem, ale skrze vlastní činnost žáků. Dále se šíře i konkrétní vymezení pojmu u různých autorů více či méně liší.

Tento základní předpoklad ovšem splňuje také pojetí problémové i projektové výuky. Rozdíl mezi těmito přístupy spočívá v principu, na němž je založena aktivita žáků. „Badatelská výuka spočívá v získávání vědomostí prostřednictvím pozorování skutečnosti a formulaci deduktivních výzkumných otázek, na něž žák hledá odpovědi. Problémová výuka pracuje s reálným a smysluplným problémem, při jehož zkoumání, objasnění a hledání jeho řešení žák rozvíjí své znalosti a dovednosti.“ (Oğuz Ünver, Arabacioğlu, 2011) Badatelský přístup je využíván především ve výuce přírodovědných předmětů, zatímco problémová výuka nachází uplatnění napříč všemi obory (a je také součástí badatelských úloh).

Projektová výuka má rovněž činnostní charakter, jejím předmětem je samostatná, obvykle dlouhodobější činnost žáka, jejímž výsledkem je konkrétní produkt. Projekt vychází ze zájmů žáka a zahrnuje stanovení cíle, plánování, realizaci a zhodnocení konečného výstupu. (Zormanová, 2012)

J. Dostál charakterizuje badatelsky orientovanou výuku jako „...*činnost učitele a žáka zaměřenou na rozvoj vědomostí, dovedností a postojů žáka na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti, kterou se sám učí objevovat a objevuje.*“ (Dostál, 2015a, s. 54) Jde tedy opět o poměrně obecně vymezenou činnost, která směřuje k hledání pravdy na základě aktivního objevování. V pojetí J. Dostála může badatelská výuka zahrnovat různé vyučovací metody především problémového charakteru, ale také heuristické, výzkumné, inscenační, projektové a také informačně-receptivní a reproduktivní metody (Dostál, 2015a, s. 44). Takto pojatá badatelská výuka tedy zahrnuje i část, která žáky

---

<sup>3</sup> Badatelsky orientovaná výuka, zkráceně BOV, je český ekvivalent anglického Inquiry Based Science Education se zavedenou zkratkou IBSE (někdy také IBL = Inquiry Based Learning)

připravuje pro úspěšné zvládnutí badatelské aktivity a nezbytné znalosti jim mohou být předkládány transmisivními metodami.

V rámci badatelské lekce mohou žáci provádět bádání na různé úrovni. Badatelské učení můžeme rozčlenit do čtyř úrovní<sup>4</sup> podle rozdělení rolí mezi žáka a učitele (Tabulka 2). S úrovněmi postupně ustupuje vedení činnosti učitelem a zodpovědnost za bádání je předávána žákům.

Tabulka 2: Úrovně badatelského učení

	Výzkumná otázka	Postup zkoumání	Provedení pokusu	Výsledky a vysvětlení
Potvrzující bádání ( <i>confirmation inquiry</i> )	učitel	učitel	žák	učitel
Strukturované bádání ( <i>structured inquiry</i> )	učitel	učitel	žák	žák
Nasměrované bádání ( <i>guided inquiry</i> )	učitel	žák	žák	žák
Otevřené bádání ( <i>open inquiry</i> )	žák	žák	žák	žák

S úrovněmi zároveň rostou také nároky na schopnosti žáků. Je potřeba nastavovat badatelské činnosti s ohledem na dosavadní zkušenosti žáků a postupně potřebné schopnosti rozvíjet. Příliš náročná úloha bude pro většinu žáků demotivující a nebudou ochotni se problémem vůbec zabývat. Naopak podcenění schopností zbytečně omezuje rozvoj žáků a motivace opět může být snížena.

---

<sup>4</sup> Členění je obecně přijato a zmiňováno v mnoha zdrojích, např. (Banchi, Bell, 2008) (Eastwell, Mackenzie, 2009) (Votápková /ed./, 2014) (Trna, Trnová, Sibor, 2012)



## 2.2 Struktura badatelské činnosti

Osvědčené postupy ve výuce přírodních věd dobře charakterizuje model „5E“ (5E instructional model)<sup>5</sup>, založený na kognitivní psychologii a konstruktivistické teorii učení. Jeho cílem je vyvážit přístup otevřeného bádání žáků a přístup řízeného zkoumání pod vedením pedagoga. Model 5E je předmětem četných studií a objevuje se v mnoha interpretacích (např. Duran, Duran, 2004; Kong, Song, 2014; Sen, Oskay, 2017).

Model 5E rozlišuje pět etap badatelské činnosti:

- *zapojit* (engage) do badatelských témat a otázek;
- *prozkoumat* (explore) pomocí badatelských metod a procesů;
- *vysvětlit* (explain) porozumění výsledkům bádání;
- *rozpracovat* (elaborate) uplatnění nových znalostí;
- *zhodnotit* (evaluate) proces bádání a výsledky;

Tento proces je cyklický a progresivní, nemá lineární vývoj.

Vedle modelu 5E existuje také jeho rozšířená verze 7E. Model 7E navrhl Arthur Eisenkraft (Eisenkraft, 2003) na základě potřeby více specifikovat fázi *zapojení* (engage) a fáze *rozpracování* a *zhodnocení* (elaborate, evaluate) badatelské činnosti. Nejde o rozšíření 5E modelu, ale spíše o podrobnější vymezení obsahu těchto fází, který autor považuje za významný a zároveň nedostatečně zdůrazněný.

Součástí *zapojení* žáků do tématu je kromě motivace a vyvolání zájmu také zkoumání prekonceptů a dosavadních znalostí žáků v dané oblasti. Eisenkraft tuto součást vyčleňuje jako samostatnou fázi *vyvolání* (elicit) dříve získaných informací a domněnek. Proces učení nových poznatků navazuje na již osvojené znalosti a pokud jsou základní myšlenky nesprávné, může docházet k novým miskonceptům. Proto by neměla být tato fáze vynechána.

V rámci fáze *rozpracování* (elaborate) se žáci zamýšlejí nad možnostmi, jak nové znalosti dále uplatnit. Fáze *hodnocení* (evaluate) pracuje s využitím osvojených znalostí v širším kontextu

---

<sup>5</sup> Model 5E představil Rodger W. Baybee ve své publikaci *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices* v roce 1997

a jejich přenesení do dalších oblastí. Tento proces zobecnění principů může být pro žáky náročný, zároveň je však klíčový pro efektivní využití znalostí a dovedností získaných bádáním. Model 7E proto navíc zahrnuje samostatnou fázi *rozšíření* (extend), tedy přenesení získaných znalostí na další podobné situace. Model 7E tedy pracuje s fázemi:

- *vyvolat* (elicit) dříve získané informace a domněnky;
- *zapojit* (engage) do badatelských témat a otázek;
- *prozkoumat* (explore) pomocí badatelských metod a procesů;
- *vysvětlit* (explain) porozumění výsledkům bádání a následně je porovnat s vědeckými fakty;
- *rozpracovat* (elaborate) uplatnění nových znalostí;
- *zhodnotit* (evaluate) proces bádání a osvojené znalosti;
- *rozšířit* (extend) a přenést získané znalosti.

### **2.3 Dovednosti žáka a kroky badatelského postupu**

(zpracováno podle publikace Votápková, 2014)

Pro úspěšný rozvoj badatelských dovedností je potřeba zajistit vhodné podmínky, a to nejen ty materiální. Učitel by měl pracovat s nastavením třídního klimatu, rozvíjet u žáků pozitivní přístup k práci (zvědavost, konstruktivní práci s chybou) a zároveň vytvářet ve třídě bezpečné prostředí. Tedy zajistit podporující podmínky, kde každý žák bude moci otevřeně komunikovat a prezentovat své úvahy a výsledky bez obav z reakce třídy či učitele. To je dlouhodobý a dynamický proces, lze jej však podpořit například společným sestavením třídních pravidel pro komunikaci a efektivní spolupráci.

Vhodné je také postupně učit žáky pracovat s technikou a médii. K dokumentaci a vyhodnocení výsledků pak mohou využívat například fotografie, tabulky či grafy. Média mohou pomoci v přehledné prezentaci průběhu a závěrů bádání a jejich praktické využívání také rozvíjí žáky v souvislosti s digitální kompetencí.

Postup bádání můžeme rozdělit do čtyř kroků (Tabulka 3). Každý krok u žáků rozvíjí konkrétní dovednosti, jejichž postupným osvojením se žák stává samostatným a zběhlým

badatelem. Podle úrovně badatelské výuky, na které se žáci pohybují, provádí učitel jednotlivé úkony ve větší či menší míře.

Tabulka 3: Kroky badatelského postupu

Krok 1: Zájem o téma, informace a výzkumná otázka	
<p>Role učitele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zvolí vhodné téma, podnítí zájem žáků;</li> <li>- Nabídne různé vhodné zdroje informací a vede žáky při práci s nimi;</li> <li>- Doporučí různé možnosti zaznamenávání informací;</li> <li>- Otevírá diskusi o věrohodnosti zdrojů, upozorňuje na význam citací;</li> <li>- Motivuje žáky k vymyšlení otázek, pomáhá s výběrem vhodné výzkumné otázky.</li> </ul>	<p>Dovednosti, které žák rozvíjí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Přemýšlí o tématu;</li> <li>- Získává další informace z různých zdrojů a třídí je;</li> <li>- Rozlišuje věrohodnost zdrojů;</li> <li>- Klade si otázky a hledá odpovědi ve svých dosavadních zkušenostech, porovnává je s názory spolužáků a dalšími zdroji;</li> <li>- Vybírá výzkumnou otázku.</li> </ul>
Krok 2: Hypotéza	
<p>Role učitele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Navádí žáky k sestavení hypotézy, která je jednoznačná, ověřitelná, zobecnitelná, měřitelná a specifická;</li> <li>- Dohlíží, aby se hypotéza tematicky vázala k vybrané otázce.</li> </ul>	<p>Dovednosti, které žák rozvíjí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Odhaduje výsledek pokusu na základě toho, co už ví;</li> <li>- Formuluje hypotézu, která se váže k výzkumné otázce, dbá na kritéria hypotézy.</li> </ul>
Krok 3: Plánování a provedení pokusu, záznam pokusu, vyhodnocení dat	
<p>Role učitele:</p> <p>Dohlíží na vhodnost vybraného pokusu z hlediska</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- cesty k úspěšnému potvrzení/vyvrácení hypotézy;</li> <li>- časových a materiálních podmínek.</li> </ul>	<p>Dovednosti, které žák rozvíjí:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vybírá a plánuje postup ověření hypotézy;</li> <li>- Spolupracuje ve skupině, podílí se na rozdělení úkolů;</li> <li>- Provádí pokus a rozvíjí analytické schopnosti;</li> <li>- Systematicky zaznamenává data;</li> <li>- Zpracovává, interpretuje a graficky znázorňuje data.</li> </ul>

Krok 4: Formulace závěrů, návrat k hypotéze, prezentace, kladení nových otázek	
Role učitele:	Dovednosti, které žák rozvíjí:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivně ověřuje, zda žáci rozumí svým výsledkům;</li> <li>- Vrací žáky k ověřované hypotéze;</li> <li>- Vede žáky k formulování srozumitelného a jednoznačného závěru;</li> <li>- Vyvolává diskusi o nových otázkách či problémech;</li> <li>- Upozorňuje na význam výzkumu/závěrů a propojení se situacemi z běžného života;</li> <li>- Dokumentuje a vizualizuje celý průběh bádání.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vyvozuje závěry z výsledků, shrnuje podstatná fakta;</li> <li>- Zobecňuje, uvádí téma do souvislostí;</li> <li>- Vybírá podstatné informace a prezentuje je;</li> <li>- Uvádí zdroje informací;</li> <li>- Odpovídá na otázky.</li> </ul>

Úkolem učitele je provázet žáky těmito kroky a s rostoucími dovednostmi žáků na ně postupně přenášet zodpovědnost za úspěch a přínos jejich badatelské činnosti. Podle možností a úrovně žáků by tedy role učitele měla postupně ustupovat a přenechávat vedení činnosti žákům. Dovednosti, ke kterým směřujeme, je vhodné žákům vizualizovat. Díky tomu mohou sami sledovat svůj postup a určit cíle, ke kterým chtějí dojít.

Autorky textu zdůrazňují důležitost toho, aby si žáci v průběhu bádání zaznamenávali veškerou svou aktivitu, otázky, myšlenky a objevy. Způsobem, jak mohou žáci zaznamenávat svou práci a zhodnotit svůj posun, může být portfolio nebo badatelský deník. Pomocí badatelského deníku může žák, potažmo učitel, sledovat vývoj bádání a také pokroky z hlediska badatelských dovedností žáka.

Kroky badatelského postupu v tomto zpracování do značné míry korespondují s modely 5E a 7E. Můžeme však pozorovat dva významné rozdíly. Jedním z nich je důraz kladený na sestavení hypotézy a kritéria, která má splňovat. V rámci čtyř kroků badatelského postupu provází hypotéza žáky v celém průběhu bádání. Druhým rozdílem je zhodnocení či ověření nových znalostí, které je obsaženo v modelu 5E, není však uvedeno jako součást žádného ze čtyř kroků badatelského postupu.

## 2.4 Kompetence učitele jako předpoklady pro úspěšnou badatelsky orientovanou výuku

Cílená a smysluplná badatelsky orientovaná výuka vyžaduje ze strany učitele poměrně široké portfolio dovedností. „*Inquiry* klade na učitele vysoké nároky – na jeho erudici, přehled v oboru, učitelské kompetence, flexibilitu, pohotovost, vynalézavost a kreativitu.“ „Proces přizpůsobování učitele tématu, situaci a třídě je kruciólním momentem funkčního zavádění *inquiry*.“ (Papáček, 2010, s 42) Kromě znalosti svého oboru a pedagogických principů by tedy měl být učitel vybaven také řadou vlastností a osobnostních kvalit.

Vedle dalších důvodů omezeného zařazování badatelské výuky českými učiteli může být významným aspektem právě obava z „nedostatečných schopností“ pro její realizaci. Pro učitele, kteří badatelskou výuku nikdy nezažili v roli žáků, je její realizace spojena se značnou nejistotou. Na to částečně ukazuje také zjištění autorek Radvanové, Čížkové a Martinkové: „V našem výzkumu se dále ukázalo častější využívání BOV absolventy učitelského studia na přírodovědecké fakultě či odborného studia s následným doplňujícím pedagogickým studiem biologie na přírodovědecké fakultě, což si lze do jisté míry vysvětlit charakterem, popř. obsahem studia, při kterém jsou studenti možná více zapojováni do konkrétních biologických výzkumů (projektů).“ (Radvanová, Čížková, Martinková, 2018, s. 95)

Komplexním vymezením kompetencí učitele pro realizaci badatelské výuky se zabýval J. Dostál (2015b) a navrhl zpracování v podobě kompetenčního modelu. Model pracuje s kompetencemi ve třech rovinách: kompetence *klíčové* (hodnoceny jako nejdůležitější a zároveň vázané na badatelský styl výuky), *základní* (úzce související s BOV, ale aplikovatelné také v akceptačním stylu výuky) a *prahové* (primární učitelské kompetence, které jsou předpokladem pro realizaci BOV).

Mezi deset *klíčových* kompetencí patří:

- Motivovat žáky k učení prostřednictvím badatelských aktivit;
- Propojit badatelské aktivity s praktickým životem;
- Demonstrovat žákům badatelské aktivity;
- Interpretovat průběh a výsledky badatelských aktivit;

- Zajistit bezpečnost při realizaci badatelských aktivit;
- Rozvíjet samostatné objevování poznatků žáky prostřednictvím badatelských aktivit;
- Rozvíjet prostřednictvím badatelských aktivit myšlení žáků;
- Realizovat badatelské aktivity v návaznosti na dosavadní znalosti a představy žáků;
- Rozvíjet představivost prostřednictvím badatelských aktivit žáků;
- Propojit badatelské aktivity s teorií.

Tyto kompetence jsou základem pro realizaci badatelské výuky, která bude naplňovat výukové cíle jak z pohledu učiva daného oboru, tak v souvislosti s rozvíjením klíčových kompetencí žáků.

*Základní* kompetence souvisejí především s praktickou stránkou realizace úloh a zahrnují například reflektování přípravy a realizace úloh, předchozí ověření plánovaných pokusů, posouzení vhodnosti aktivit, plánování s ohledem na dostupné zdroje, navození pozitivního klimatu v rámci výuky, rozvíjení zájmů žáků a jejich schopnosti prezentovat své výsledky.

*Prahové* kompetence souvisejí s učitelským působením ve vztahu k žákům a spadá do nich například rozvíjení kooperace žáků, individualizace úloh, formování profesní orientace žáků, integrování mezioborových poznatků, zohlednění rozdílných stylů učení, plánování aktivit v souladu s kurikulárními dokumenty či dodržování etických norem.

Na základě tohoto modelu je tedy možné určit, jaké kvality by měl učitel naplňovat, aby jím realizovaná badatelská výuka měla požadované výsledky. Otázkou však zůstává, zda jsou učitelé v tomto ohledu dostatečně připraveni a jak učitele v realizaci badatelské výuky podpořit. Objevují se snahy o zprostředkování návodných kroků a principů, které by učitelům měly nabídnout vhled do badatelské problematiky a usnadnit její zařazení do běžné výuky.

Autoři S. Ch. Kong a Y. Song (Kong, Song, 2014) pracují s upravenou verzí modelu 5E a dále jej doplňují pěti principy, kterými by se měl pedagog řídit při vedení badatelské výuky:

- Zaměřit se na skutečné problémy ze života (namísto abstraktních vědeckých konceptů);
- Podporovat žáky k sebevědomému vyjádření vlastních nápadů a přístupů;

- Vytvářet příležitosti pro skupinovou práci, klást důraz na kolektivní odpovědnost za proces učení;
- Pracovat s ověřenými vědeckými zdroji informací a rozvíjet tak vědecké myšlení žáků;
- Začleňovat vzájemné vrstevnické hodnocení souběžně se zpětnou vazbou od pedagoga.

Tyto principy by dle autorů mohly podpořit kompetence vyučujících pro vytváření a vedení badatelských lekcí tak, aby měly co největší efekt na rozšiřování vědomostí žáků v dané oblasti, rozvíjení jejich badatelských dovedností a zvyšování jejich kontroly nad svým vlastním učením. Výsledky studie (Kong, Song, 2014) zaznamenaly úspěch ve zlepšení badatelských a metakognitivních dovedností žáků a také pozitivní efekt na přijetí kolektivní odpovědnosti za učení skupiny, zároveň však naznačují, že zlepšení pedagogické kompetence pro badatelské učení vyžaduje hlubší porozumění základním teoretickým principům badatelské pedagogiky a především tomu, jak je aplikovat v praxi.

U nás se podporou učitelů k využívání badatelských úloh aktivně zabývá například sdružení Tereza a jeho projekt [badatelé.cz](http://badatelé.cz), který nabízí nejen metodická doporučení, ale také databázi volně dostupných ověřených badatelských úloh připravených k realizaci. Inspiraci a metodickou podporu nabízí také například Muzeum Říčany nebo portál [Učíme se venku \(ucimesevenku.cz\)](http://ucimesevenku.cz).

### 3 Vybrané publikované experimentální náměty na téma kyselin a zásad a jejich zhodnocení z pohledu BOV

Součástí učebnic chemie často bývají náměty pro praktické úlohy k danému tématu. Obvyklá struktura úlohy zahrnuje úkol a postup práce, někdy také otázky směřující k pozorování a vysvětlení chemických dějů. Z pohledu badatelské výuky se tedy nejčastěji pohybují na úrovni potvrzujícího bádání, kdy žák prakticky provede pokus podle zadání a na základě teoretických znalostí vysvětlí pozorované výsledky. Způsob a úroveň bádání se však může výrazně lišit v závislosti na přístupu učitele k zadání, průběhu a zhodnocení dané činnosti.

#### Chemie 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia

(Doulík, Škoda, 2006, s.125, 128)

Téma: kyseliny a zásady
Úkol: Sledujte zbarvení přírodních indikátorů v závislosti na pH a porovnejte je se zbarvením běžně používaných indikátorů.
Chemické látky: 10% roztok HCl, 2% roztok NaOH, voda, ocet, citronová šťáva, roztok jedlé sody, mýdla a pracího prášku, lakmus, univerzální indikátorový papírek, fenolftalein, výluhy z červeného zelí, červené řepy a borůvek
Popis experimentu: Experiment má dvě části. V první fázi je úkolem žáků zkoumat zbarvení různých indikátorů v jednotlivých roztocích a zaznamenávat svá pozorování do tabulky. V druhé fázi provádějí podle návodu neutralizaci roztoku HCl roztokem NaOH a sledují změnu zbarvení fenolftaleinu.

Zhodnocení z pohledu BOV: Úloha je postavena tak, že žák provádí pokus podle návodu a zaznamenává svá pozorování. Není stanovena výzkumná otázka, ani způsob zhodnocení pokusu. Badatelská úroveň pokusu záleží na způsobu jeho začlenění do výuky. Možnou variantou by mohlo být představení žákům, jaké látky mají k dispozici a co je předmětem zkoumání, na základě toho pak žák může formulovat svou hypotézu, k jejímuž vyhodnocení se vrátí v závěru. Vzhledem k tomu, že v rámci pokusu žáci pracují se šesti různými



indikátory a osmi zkoumanými látkami, je práce značně rozsáhlá. Pro badatelsky orientovanou aktivitu by bylo vhodnější zaměřit zkoumání konkrétněji.

Téma: kyseliny a zásady
Úkol: Připravte výluh přírodního indikátoru z červeného zelí a řepy a pozorujte jeho zbarvení v octu a v mýdlovém roztoku.
Chemické látky: list červeného hlávkového zelí, červená řepa, vodný roztok mýdla, ocet
Popis experimentu: Tento pokus je alternativou k pokusu předchozímu. Úkolem žáků je vlastní příprava přírodních indikátorů z řepy a červeného zelí a následné ověření jejich barevných změn v roztocích mýdla a octa.

Zhodnocení z pohledu BOV: V rámci této úlohy se pohybujeme na úrovni *strukturovaného bádání*. Bylo by vhodné v úvodu stanovit konkrétní výzkumnou otázku, buď učitelem, nebo ve spolupráci s žáky. Pokud žáci zatím nemají s kyselostí a zásaditostí zkušenosti, mohla by být úloha doplněna o praktickou ukázkou rozdílné reakce chemického indikátoru v roztoku mýdla a octa. Navazujícím úkolem by mohlo být zkoumání zbarvení výluhu při smíchání s látkami, o nichž se žáci domnívají, že jsou kyselé, resp. zásadité.

Téma: karboxylové kyseliny
Úkol: Zkoumejte zdroje elektrického napětí
Chemické látky: Citron, jablko, grep, ocet, kyselina citronová, destilovaná voda Pomůcky: Souprava pro elektrolýzu, vodiče, digitální voltmetr, dvě kádinky, tužková baterie
Popis experimentu: Úkolem žáků je postupné měření elektrického napětí mezi elektrodami ponořenými do citronu, jablka, grepu, octa, krystalické kyseliny citronové a jejího roztoku. Kontrolní a porovnávací měření je provedeno na pólech tužkové baterie.

Zhodnocení z pohledu BOV: Pro porozumění výsledkům pokusu je nezbytná znalost reakce kyseliny v roztoku a základního principu elektrického napětí. I bez těchto znalostí však může být úloha pro žáky užitečná, například zjištěním, že krystalická kyselina a její roztok nemají stejné vlastnosti. Cílem úlohy tak může být právě objevení vlastností kyselého roztoku.

Pro srovnání by žáci mohli změřit napětí v destilované vodě. Úlohu by opět bylo možné doplnit badatelskou otázkou a vedením žáků k formulování hypotézy. V závěru by měla být vedena diskuse, nebo jiná forma zhodnocení výsledků, odpovídající zkušenostem žáků s daným tématem.

## Základy chemie I

(Beneš, Pumpr, Banýr, 2000, s. 120)

Úkol: Proved'te sérii reakcí vápníku a jeho sloučenin
Chemické látky: granulka vápníku, roztok fenolftaleinu, 5% kyselina chlorovodíková - žíravina (asi 10 cm <sup>3</sup> )
Popis experimentu: Žáci nejprve zahřejí granulku vápníku, poté ji rozpustí ve vodě s několika kapkami fenolftaleinu a pozorují zbarvení. Ke směsi postupně přidávají kyselinu chlorovodíkovou až do změny zbarvení.  Úkolem žáků je vysvětlit zbarvení fenolftaleinu a jeho změnu při reakci s kyselinou. V závěru vyjádří reakce chemickými rovnicemi.

Zhodnocení z pohledu BOV: Žáci pracují podle stanoveného postupu a na základě předchozích znalostí vysvětlují pozorované jevy. Bez znalosti souvislostí by žák nebyl schopen samostatně popsat dané chemické reakce a vysvětlit zbarvení lakmusu. Cílem pokusu je tedy pouze *potvrzení* teoretických předpokladů, se kterými se žák již seznámil.

Úkol: Vznik a vlastnosti kyseliny uhličitě
Chemické látky: 5% roztok kyseliny sírové, roztok kyseliny uhličitě, roztok lakmusu, destilovaná voda v otevřené nádobě
Popis experimentu: Žáci k roztokům obou kyselin přidají roztok lakmusu a určí zbarvení. Následně oba roztoky zahřívají a opět sledují zbarvení lakmusu. Indikátorovým papírkem pak ověří pH destilované vody v otevřené nádobě na pracovní ploše.  Úkolem žáků je nejdříve předpovědět výsledky, potom jejich správnost ověřit pokusem a případnou neshodu zdůvodnit.

Zhodnocení z pohledu BOV: Žáci porovnávají chování dvou různých kyselin za stejných podmínek. Výsledek experimentu nejdříve odhadnou a následně jej ověří praktickým pokusem. V případě, že třída nemá mnoho badatelských zkušeností, by učitel měl žáky k formulaci hypotézy vhodně nasměrovat. Pokud již žáci znají termín pH a rozumí použití indikátoru, mohou na základě svých pozorování usoudit na různé vlastnosti obou kyselin a vliv zahřívání roztoku na jeho pH. Žáci tedy pracují s vlastní hypotézou a samostatně analyzují výsledky pokusu. Pokud jsou teoreticky seznámeni také s vlastnostmi kyseliny uhličitě, pak je pokus pouze důkazem předpokládaných pozorování.

### Chemie 8 - Úvod do obecné a anorganické chemie

(Plucková, Mach, Šibor, 2021, s. 80, 92)

Úkol: Zjistěte kyselost nebo zásaditost látek.
Chemické látky: Univerzální indikátorové papírky, odvar z červeného zelí, a zkoumané látky (rozpuštěný vitamin C, rozpuštěné tuhé mýdlo, sladký nápoj, ocet, mléko, šampon, citronová šťáva, rozpuštěná jedlá soda, destilovaná voda, tekutý písek na nádobí)
Popis experimentu: Podle pracovního postupu žáci odměří do zkumavek po 10 ml zkoumaných látek. U každé látky zjistí pH indikátorovým papírkem a následně přidají k látce roztok červeného zelí a sledují jeho zbarvení. Oba údaje zaznamenávají do tabulky. Součástí pokusu jsou také závěrečné navodné otázky reflektující barevné změny zelného roztoku v přítomnosti látek o různém pH.

Zhodnocení z pohledu BOV: Tento pokus směřuje především k dovednosti žáků, určit pH látek pomocí indikátorových papírků. Jeho součástí je také porovnání pH se zbarvením přírodního indikátoru. Tato aktivita může být vhodná k motivaci žáků a úvodnímu seznámení s tématem kyselin a zásad.

Při badatelském způsobu vedení lekce by měli žáci nejprve zaměřit své zkoumání stanovením jednoznačné hypotézy. Bádání žáků může směřovat buď ke zkoumání jim dobře známých látek z pohledu kyselosti a zásaditosti, nebo ke zbarvení odvaru z červeného zelí v přítomnosti různých látek. Za podpory učitele pak analyzují své výsledky a formulují závěr.

Úkol: Zjištění míry kyselosti nebo zásaditosti vody
Chemické látky a pomůcky: vzorky zkoumané vody, univerzální indikátorové papírky, zkumavky, podložní sklíčka, skleněná tyčinka
Popis experimentu: Podle postupu žáci odebírají skleněnou tyčinkou kapky jednotlivých vzorků na indikátorový papírek a sledují jeho zbarvení, podle stupnice pak odečítají přibližnou hodnotu pH.  Součástí pokynů je tabulka s uvedenými charakteristikami roztoku pro jednotlivé hodnoty pH. V závěru je uveden vhodný rozsah pH hodnot pro pitnou vodu a rozsah pH hodnot pro vodu nezávadnou pro životní prostředí.

Zhodnocení z pohledu BOV: Postup zkoumání je postaven tak, že žáci pouze provádí měření podle stanoveného postupu a zaznamenávají výsledky. V závěru porovnají své hodnoty s rozsahem pH pro pitnou a přírodní vodu. Není jasné, s jakými vzorky vod se v experimentu pracuje.

Pro účel badatelského zkoumání by bylo vhodné úlohu doplnit. Na základě předchozích zkušeností a vyhledávání informací by žáci měli formulovat vlastní hypotézu, zaměřenou např. na porovnání různých zdrojů pitné vody, přírodní vodní zdroje a případně rozdíl mezi nimi. Součástí žákovského bádání by mohl být také vlastní sběr vzorků. Takto postavená badatelská úloha je velmi komplexní, rozvíjí znalosti z chemie a ekologie, badatelské dovednosti a částečně také občanskou kompetenci.

## **Chemie 8 - Úvod do obecné a anorganické chemie**

(Morbacherová, 2020)

Úkol: Určení kyselosti a zásaditosti vybraných látek
Chemické látky: Fenolftalein, pH indikátorové papírky, voda, šampon, ocet, tekuté mýdlo, jedlá soda, kypřící prášek do pečiva, minerálka, jar
Popis experimentu: Žáci postupují podle pokynů, do zkumavek odměří 2 ml roztoků vybraných látek, skleněnou tyčinkou nanášejí kapky vzorků na indikátorový papírek a odečítají hodnotu pH podle stupnice. Do roztoků následně přidají několik kapek

fenolftaleinu a pozorují zbarvení. Do přiložené tabulky žáci zaznamenají barvu papírku, hodnotu pH, zbarvení roztoku s fenolftaleinem a rozhodnutí, zda je roztok kyselý, zásaditý nebo neutrální.

V závěru vyberou ze zkoumaných roztoků nejvíce kyselý, nejvíce zásaditý a neutrální, pokud takový je.

Zhodnocení z pohledu BOV: Žáci opět pracují podle návodu a zaznamenávají pozorování v průběhu pokusu. Ke zjištění pH látek používají dvě metody, v závěru práce by mohli tyto metody porovnat a zhodnotit. Úloha je primárně zaměřena na praktickou dovednost měření pH látek.

Úkol: Neutralizace hydroxidu sodného kyselinou chlorovodíkovou

Chemické látky: fenolftalein, hydroxid sodný NaOH, kyselina chlorovodíková HCl, (pipeta, zkumavka, skleněná tyčinka)

Popis experimentu: Žáci podle pokynů odměří 2 ml roztoku hydroxidu sodného a přidají několik kapek fenolftaleinu. Zbarvení roztoku zaznamenají do protokolu. K roztoku přidají 2 ml kyseliny chlorovodíkové, sledují změnu zbarvení a opět zaznamenají. Součástí práce je zapsat rovnici neutralizace a zhodnotit svou práci, úspěšnost experimentu a případné chyby.

Zhodnocení z pohledu BOV: V rámci pokusu se žáci snaží provést neutralizaci roztoku hydroxidu sodného kyselinou chlorovodíkovou tak, že smíchají stejné množství obou roztoků. Pro úspěšnou neutralizaci by učitel musel připravit roztoky o velmi přesné koncentraci. Zhodnocení vlastní práce nemá pro žáky velký význam, protože jediná činnost, kterou mohou hodnotit, je odměření správného množství roztoků.

Pro badatelsky orientovanou úlohu by bylo vhodnější, aby žáci přidávali roztok kyseliny postupně v určitém množství a zaznamenávali změny zbarvení. V úvodu žáci mohou stanovit hypotézu ohledně množství roztoku kyseliny, potřebného k neutralizaci hydroxidu. Na základě měření pak určí poměr roztoků, při kterém nastala rovnováha. Takto realizovaná úloha přirozeně přivádí žáky k tématu koncentrace, látkového množství atd.

## Hravá chemie 8

(Budínská, Štikovcová, Jelínková, Jandová, 2019, s. 123)

Úkol: Měření pH čistících prostředků používaných v domácnosti. Porovnej nebezpečí poleptání u různých druhů čistících prostředků, zjisti, které reagují kyselě a které zásaditě.
Chemické látky: univerzální indikátorové pH papírky, různé čistící prostředky pro čištění toalety, kuchyně a koupelny, (sada zkumavek)
Popis experimentu: Vyučující připraví do zkumavek vzorky čistících prostředků (nebo jejich roztoků). Žáci si roztřídí vzorky čistících prostředků podle účelu, ke kterému jsou určené. Podle zbarvení indikátorových papírků vložených do jednotlivých vzorků určí přibližnou hodnotu pH. Žáci mají za úkol vytvořit přehlednou tabulku, kam zaznamenají naměřené údaje a následně vyhodnotit, jak se liší čistící prostředky v jednotlivých skupinách. Součástí vypracovaného protokolu mají být vyhledané informace o nebezpečnosti látek a úvaha, zda je možné zaměnit prostředky určené k různým účelům.

Zhodnocení z pohledu BOV: Žákům je zadána výzkumná otázka a postup měření. Na základě svého měření žáci zpracují výsledky a vypracují protokol. Úloha je zaměřena na systematickost při měření a zaznamenávání dat. Součástí úlohy je také vyhledání souvisejících informací a interpretace zjištěných závěrů. Žáci pracují na úrovni strukturovaného bádání.

## Chemie I

(Karger, Pečová, Peč, 1999, s. 86-88)

Úkol: Ověřte složení konzumního octa. Ocet je 6–12% roztok kyseliny octové.
Chemické látky: Roztok hydroxidu sodného (33,3 g NaOH rozpuštěný v 1 dm <sup>3</sup> destilované vody), konzumní ocet, fenolftalein
Popis experimentu: Úkolem žáků je provést titraci roztoku hydroxidu sodného o známé koncentraci roztokem octa. Z experimentálně zjištěného objemu octa žáci zjistí jeho

skutečnou koncentraci a porovnájí ji s předpokládanou hodnotou. Při titraci i výpočtu žáci postupují podle podrobného návodu.

Zhodnocení z pohledu BOV: Žáci provádí pokus na úrovni potvrzujícího bádání, kdy je zadané téma a konkrétní postup experimentu. Praktickým měřením žáci potvrzují předpokládaný výsledek. Praktické provedení pokusu vyžaduje určitou dovednost při manipulaci s chemickou aparaturou, u žáků rozvíjí především pracovní kompetenci.

### **Chemie s nadhledem**

(Šmídl, Pelikánová, 2019, s. 52)

Úkol: Vytvoř si vlastní indikátorové papírky z přírodních látek.

Chemické látky: výluh z červeného zelí, rozstříhané proužky filtračního papírku, pět běžně používaných látek o různém pH

Popis experimentu: Namočením proužků papíru do výluhu z červeného zelí a následným vysušením si žáci připraví vlastní papírky pro indikaci pH. Funkčnost papírků ověří na různých látkách, které mají k dispozici. Úloha je v publikaci zmíněna jako dobrovolný pokus do domácího prostředí.

Zhodnocení z pohledu BOV: Cílem úlohy je prakticky ověřit různé zbarvení přírodního indikátoru při reakci s kyselými a zásaditými látkami. Zadaní úlohy u žáka již počítá se znalostí kyselých a zásaditých látek v domácnosti. Jde tedy pouze o vytvoření výluhu a ověření změny jeho zbarvení při reakci s nimi.

### **Metodická příručka PASCO Sensorium**

(Jenčík, Staněk, Gřešek, Satková, 2017, s. 57-67)

Změní něco cukr v čaji?

Chemické látky: hořký černý čaj, cukr, sůl

Popis experimentu: Před začátkem experimentu žáci vysloví svou hypotézu. Na základě experimentů určují (pomocí pH sondy) pH hořkého, sladkého a slaného čaje. Výsledky konfrontují se svými očekávanými výstupy zapsanými v hypotéze.
---

Zhodnocení z pohledu BOV: Zadání úlohy je připraveno pro badatelskou výuku na úrovni strukturovaného bádání. Žáci formulují svou hypotézu, kterou následně ověřují danou metodou. Na základě zájmů a otázek žáků by mohla být úloha rozšířena například na různé druhy čaje, popř. další nápoje.

pH nápojů: víme, co vlastně pijeme?
-------------------------------------

Chemické látky: voda, ocet, jablečný džus, kola
---

Popis experimentu: Před začátkem měření žáci vysloví svoji hypotézu. Na základě pokusu určují pH vody, jablečného džusu, octa a koly. Výsledky porovnají se svou hypotézou.
---

Zhodnocení z pohledu BOV: Tuto úlohu by bylo možné využít pro rozšíření úlohy předchozí. Obě mají velmi podobné zadání, liší se pouze výběrem zkoumaných látek.

Neutralizace: Co dělat, když nás pálí žába?
---

Chemické látky: citronáda, zaživací soda
--

Popis experimentu: Žáci postupují podle návodu. Nejdříve změří pH citronády a pomocí zaživací sody se pokusí dosáhnout $\text{pH} = 7$ .
--

Zhodnocení z pohledu BOV: V rámci pokusu je stanoveno téma, postup i očekávaný výsledek. Cílem je praktické provedení pokusu a zhodnocení jeho úspěšnosti žáky. Díky využití sady PASCO mají žáci možnost v rámci zhodnocení výsledků pracovat s grafem neutralizace. Ten může být motivací pro další zkoumání, zaměřené na provedení neutralizace s jinými látkami, případně koncentraci a množství použitých roztoků.



## **Praktická část**

### **1 Návrh badatelsky orientované úlohy na téma kyselin a zásad pro 8. ročník ZŠ**

Na základě poznatků získaných v průběhu psaní teoretické části této práce v kombinaci se zkušenostmi z výuky matematiky na základní škole jsem sestavila návrh badatelsky orientované úlohy, určené pro žáky osmého ročníku základní školy. Při plánování úlohy jsem vycházela z předpokladu, že se žáci zatím tématu kyselin a zásad ve výuce nevěnovali a jejich znalosti v této oblasti tedy vycházejí pouze z vlastní životní zkušenosti.

#### **1.1 Cíle, příprava a plánovaný průběh úlohy**

Úloha je rozdělena do dvou navazujících lekcí s předpokládanou časovou dotací 90 a 120 minut. Lekce by mohly být provedeny v jednom bloku, například v rámci projektového dne, ale mohou být realizovány také s časovým odstupem. Obě lekce začínají teoretickou úvodní částí, která by měla žáky dostatečně připravit na provedení praktické úlohy v části navazující. Lekce jsou v několika ohledech rozdílné a vzájemně se doplňují. Odlišnost obou lekcí je plánována záměrně tak, aby bylo možné při jejich realizaci porovnat různé formy a úrovně badatelské činnosti.

Před realizací první lekce vyplní žáci úvodní dotazník (Příloha 1), zaměřený na zkoumání vstupních znalostí a prekonceptů v oblasti kyselin a zásad, s nimiž vstupují do aktivity. Zjištěné odpovědi budou využity jednak pro případné doplnění teoretického úvodu, jednak pro závěrečné srovnání a zhodnocení získaných vědomostí.

#### **1.2 Lekce 1. Motivace a seznámení s tématem**

##### **Výukové cíle:**

Žáci znají a používají pojmy chemická látka, kyselina, zásada a pH. Žáci se řídí zásadami bezpečné práce s chemickými látkami. Žáci umí změřit pH roztoku pomocí univerzálního indikátorového papírku a na základě jeho hodnoty rozhodnout o kyselosti, resp. zásaditosti roztoku. Žáci formulují a zhodnotí výsledky své práce.

##### **Úvodní teoretická část:**

Žáci budou na základě připravené prezentace a společné diskuse seznámeni s obecnými pravidly bezpečné práce s chemickými látkami a se způsoby poskytnutí první pomoci při zasažení pokožky a očí. Představím také piktogramy, kterými jsou značeny dráždivé a žíravé látky, včetně jejich ukázky na obalech látek, běžně užívaných v domácnosti (WC čistič, čistič odpadu, dezinfekce na ruce).

V rámci společné diskuse zavedeme pojem a hodnotu pH jako ukazatel míry kyselosti, resp. zásaditosti roztoků. Nastíním žákům různé způsoby, jak lze hodnotu pH změřit, podrobněji se budeme věnovat použití univerzálních indikátorových papírků, se kterými budou žáci pracovat v navazující části.

### **Praktická část:**

Žáci budou pracovat s připraveným pracovním listem (příloha 2). V rámci pracovního listu je stanovena výzkumná otázka (Které látky jsou kyselé a které zásadité?), úkol (U vybraných látek odhadni, zda jsou kyselé, zásadité nebo neutrální. Pomocí indikátorového papírku urči jejich pH a zhodnoť.) i postup měření (Na indikátorový papírek nanas kapku roztoku pomocí kapátka, podle barvy urči hodnotu pH a zapiš.).

Žáci budou pracovat s chemickými látkami, které jsou jim známe z běžného života (potravin, uklízací prostředky, léky a další). Pro své zkoumání si budou moci vybírat z nabízených vzorků látek, ale zároveň jim bude ponechána volnost pro vlastní zkoumání a otázky.

Naměřené hodnoty pH u stejných látek žáci porovnájí se spolužáky. Následně vyhodnotí naměřená data a zhodnotí svá pozorování. Měli by se zaměřit především na přesnost svých hypotéz, shodu v měření se spolužáky a vlastní postřehy z průběhu zkoumání.

V závěru lekce vyvolám diskusi na téma „co by mohlo mít vliv na pH roztoku“ a vybídnu k zaznamenání všech nápadů do pracovního listu. Tento výstup nám pak bude sloužit jako podklad pro zkoumání v rámci druhé lekce.

### **Kategorizace úlohy z pohledu badatelské úrovně, struktury bádání a povinných výstupů chemického vzdělávání:**

Z hlediska úrovně badatelské činnosti spadá lekce do kategorie strukturovaného bádání (structured inquiry). Žákům je předložena výzkumná otázka i postup zkoumání. Žáci tedy

známým postupem samostatně provádějí pokus, zaznamenávají data, následně data hodnotí a formulují výsledky a odpovědi.

Z pohledu strukturování úlohy na základě modelu 5E směřuje první lekce především k *zapojení* žáků do tématu (vyvoláváme v paměti žáků dříve získané znalosti o tématu, zavádíme pojmy, vedeme žáky k základní orientaci v tématu a probouzíme zájem o zkoumání skrze odhadování skutečnosti). Dále jsou žáci zapojeni do *prozkoumání* situace pomocí výzkumných metod (žáci zkoumají známé látky z neznámého pohledu hodnoty pH, kladou si další otázky související s tématem a zvažují možnosti navazujícího bádání).

V rámci čtyř kroků badatelského postupu (Votápková, 2014) lekce naplňuje první krok bádání: žáci se seznamují s tématem a přemýšlejí o něm, získávají nové informace a kladou si otázky související se zkoumáním.

Z povinných výstupů chemického vzdělávání daných rámcovým vzdělávacím programem cílí lekce na tyto výstupy:

- Žák bezpečně pracuje s běžně používanými látkami a posoudí nebezpečnost dostupných látek, se kterými pracovat nesmí;
- orientuje se na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem;
- poskytne první pomoc při zasažení pokožky kyselinou nebo hydroxidem.

Lekce také přispívá k rozvoji pracovní kompetence žáků.

### **1.3 Lekce 2. Zkoumání pH a co jej ovlivňuje**

#### **Výukové cíle:**

Žáci sestaví hypotézu splňující kritéria jednoznačnosti a ověřitelnosti. Žáci naplánují postup praktického ověření hypotézy splňující obecné zásady vědeckého pokusu (potřebné prostředky, způsob měření, opakované měření). Žáci provedou měření podle naplánovaného postupu, vyhodnotí data a formulují zjištěné závěry. Žáci zhodnotí vlastní postup bádání a prezentují jeho výsledky. Žáci se aktivně podílejí na skupinovém řešení úkolu.

#### **Úvodní teoretická část:**

Lekce bude realizována s týdenním odstupem od lekce první. V úvodu proto proběhne krátká diskuse pro připomenutí tematického obsahu první lekce, zavedených pojmů a zásad bezpečné práce s chemickými látkami.

S cílem připravit žáky pro zvládnutí následné praktické úlohy bude zařazen teoretický blok (opět podpořen prezentací), zaměřený především na kritéria, která by měla splňovat vyhovující hypotéza, a na základní předpoklady kvalitního vědeckého pokusu.

Součástí úvodního bloku jsou také praktická doporučení pro práci v laboratoři, resp. chemické učebně, a pokyny pro práci s přístroji, které budou žáci používat (digitální pH metr a PASCO pH sonda).

### **Praktická část:**

Praktická část lekce se zabývá výzkumnou otázkou, *jak můžeme ovlivnit pH roztoku*, nad kterou se žáci zamýšleli již v závěru první lekce. Z těchto sdílených myšlenek si každý žák pro svou práci zvolí tu, která v něm podněcuje největší zvědavost, nebo je mu jiným způsobem blízká. Zamýšleným cílem je, aby se na základě výběru jednotlivců utvořily pracovní skupinky zaměřené na dané oblasti zájmu.

Úkolem každé pracovní skupinky bude společně formulovat hypotézu splňující požadovaná kritéria a navrhnout postup, kterým bude možné hypotézu ověřit. Navržený postup budou žáci konzultovat s učitelem. Při plánování i v průběhu pokusu budou žáci pracovat s protokolem (příloha 3), kam budou zaznamenávat všechny kroky své badatelské činnosti.

Podle navrženého a schváleného postupu žáci provedou praktické měření, zaznamenají data a následně je společně vyhodnotí. V závěru pak rozhodnou o potvrzení či vyvrácení své hypotézy a zhodnotí svoji práci. V průběhu pokusu budou pracovat s kyselinou citronovou a pětiprocentním roztokem hydroxidu sodného. Pro měření pH mohou využít digitální pH metr, nebo PASCO pH sondu, podle svých preferencí.

Jednotlivé skupiny budou prezentovat třídě průběh a výsledky svého bádání.

V závěru badatelské úlohy se žáci vrátí k úvodnímu dotazníku, který vypracovali před zahájením obou lekcí. Budou mít možnost své původní odpovědi doplnit či okomentovat.

### **Kategorizace úlohy z pohledu badatelské úrovně, struktury bádání a povinných výstupů chemického vzdělávání:**

Z hlediska úrovně badatelské činnosti spadá lekce do kategorie nasměrovaného bádání (guided inquiry). Žáci vycházejí z tématu a výzkumné otázky předložených učitelem, samostatně však formulují hypotézu a plánují praktické provedení pokusu, směřujícího k jejímu ověření. Následně žáci pokus realizují, vyhodnocují získaná data a na jejich základě formulují svá zjištění.

Z pohledu strukturování úlohy na základě modelu 5E je lekce zacílena na *prozkoumání* (explore) vybrané situace badatelskými metodami (sestavení hypotézy, provedení pokusu, vyhodnocení dat) a *vysvětlení* (explain), jak žáci rozumí výsledkům svého bádání. Součástí úlohy je *zhodnocení* (evaluate) skupinové práce, jejího procesu a získaných výsledků.

V rámci čtyř kroků badatelského postupu (Votápková, 2014) zahrnuje tato lekce druhý, třetí a částečně také čtvrtý krok:

Krok 2 (Hypotéza): Žáci odhadují výsledek pokusu a formulují hypotézu podle zadaných kritérií.

Krok 3 (Plánování a provedení pokusu, záznam pokusu, vyhodnocení dat): Žáci spolupracují, rozdělují si úkoly, plánují postup ověření hypotézy, provádí pokus, zaznamenávají data a zpracovávají je.

Krok 4 (Formulace závěrů, návrat k hypotéze, prezentace, kladení nových otázek): Žáci z výsledků pokusu vyvozují závěry a prezentují je. Dalšími dovednostmi, které v rámci této úlohy nejsou zahrnuty, je zobecnění vyvozených závěrů a jejich uvedení do souvislostí, práce se zdroji informací a jejich citace.

Žáci by tedy v rámci celé badatelské úlohy měli na různé úrovni postupně projít všemi čtyřmi kroky badatelského postupu.

Z povinných výstupů chemického vzdělávání daných rámcovým vzdělávacím programem je úloha zacílena především na rozvoj dovedností, charakterizujících kompetenci žáků k učení, kompetenci k řešení problémů a částečně přispívá také k rozvoji kompetence komunikativní.

## 1.4 Podklady pro zhodnocení úlohy

Na základě realizace bude úloha zhodnocena v několika rovinách.

Jednotlivé lekce budou zhodnoceny ve vztahu ke stanoveným výukovým cílům a jejich naplnění. K tomu budou využity výstupy žáků v podobě pracovních listů z první lekce a skupinových protokolů z lekce druhé.

K analýze nově osvojených znalostí bude použito jednak porovnání odpovědí v úvodním dotazníku s doplněnými odpověďmi a komentáři po absolvování úlohy a jednak test výstupních znalostí (Příloha 4), který budou žáci vyplňovat s časovým odstupem po skončení úlohy.

Dalším aspektem bude subjektivní vnímání úlohy z perspektivy žáků. Bezprostředně po skončení každé z lekcí vyplní žáci zkrácenou verzi IMI<sup>6</sup> dotazníku (Příloha 5), zahrnující 18 otázek z šesti oblastí: zájem, vlastní kompetence, úsilí, vnímaný tlak, vlastní volba a přínos (zpracováno podle Center for self-determination theory). Kromě zhodnocení, jak žáci vnímali danou lekci, bude také možné porovnat, zda a jak se liší hodnocení první a druhé lekce.

---

<sup>6</sup> Intrinsic motivation inventory (IMI) vytvořili Richard M. Ryan a Edward L. Deci jako nástroj pro měření vnitřní motivace a subjektivních zkušeností žáků, kteří se zúčastnili experimentálně zaměřené úlohy.

## 2 Zhodnocení navržené badatelské úlohy na základě její realizace

Obě lekce proběhly s týdenním časovým odstupem v průběhu listopadu 2022. Ověření úlohy bylo provedeno ve spolupráci s žáky osmé třídy na Základní škole Vitae v Praze. Třidu navštěvuje čtrnáct žáků, šest chlapců a osm dívek. První lekce se účastnili všichni, druhé lekce se po celou dobu účastnilo deset žáků, dvě dívky se kvůli jiným školním povinnostem účastnily pouze části lekce.

Žáci se již dříve setkali s badatelskou výukou, není však v rámci vyučování využívána systematicky a opakovaně.

### 2.1 Prekoncepty a vstupní znalosti

Z úvodního dotazníku vyplynulo, že celkové povědomí žáků o kyselých a zásaditých látkách je založeno víceméně na náhodně zaslechnutých pojmech či souvislostech. Mezi látkami, které žáci jmenovali jako kyselé, se pětkrát objevil citron, třikrát kyselina citronová, čtyřikrát kyselina sírová, dále byly třikrát zmíněny žaludeční šťávy, kyselina sirovodíková, ocet, ovocná šťáva, prací prášek a síra. Mezi jmenovanými zásadami byla třikrát zmíněna soda, dále „Mentoska“, Coca-Cola, voda a „hydracid“ draselný. Jako vlastnosti, které odlišují kyselinu a zásadu, bylo pouze dvakrát zmíněno pH (přes to, že byl již tento pojem v rámci výuky dříve zmíněn jiným vyučujícím).

Povědomí žáků o použití kyselin a zásad je o něco širší, žáci několikrát uvedli použití ve spojení s potravinami, drogerií, čistícími prostředky a lidským tělem, dále úpravu bazénu a laboratorní experimenty. Nebezpečnost látek vnímají žáci výrazněji ve spojitosti s kyselinami. Čtyři žáci odpověděli, že pouze některé kyseliny jsou nebezpečné, dále se objevily názory, že záleží na síle, množství a způsobu použití látky.

Mezi otázkami, které žáky v souvislosti s kyselinami a zásadami napadaly, se několikrát objevil dotaz „co to vlastně je“ případně „co je zásaditá látka“, dále „rozdíl mezi kyselinami a zásadami“, „nebezpečnost různých kyselin“, „jaké mají využití“ a „co se stane, když spolu reagují“.

## 2.2 Zhodnocení úlohy ve vztahu k výukovým cílům

V rámci obou lekcí žáci pracovali s ohledem na pravidla bezpečnosti. Během první úlohy sledovali značení na obalech zkoumaných látek, v průběhu obou lekcí pečlivě popisovali chemické sklo se vzorky a vyhýbali se přímému kontaktu s látkami. Před zahříváním kyseliny citronové si žáci zajistili ochranné brýle, aniž by čekali na pokyn učitele. Žáci se řídili zásadami bezpečné práce s chemickými látkami, a zároveň se práce s nimi neobávali.

Žáci se seznámili s pojmy chemická látka, kyselina, zásada a pH, přičemž aktivně používají pojmy kyselina, zásada a pH pro komunikaci v průběhu laboratorních úloh. Žáci rozumí označení chemická látka, zatím jej ale nepoužívají v běžné komunikaci. Hlubší porozumění pojmům kyselina, zásada a pH by vyžadovalo podrobnější bádání či výklad, proto nebylo stanoveno jako výukový cíl této úlohy.

Z pozorování v průběhu aktivity i z vyplněných pracovních listů je patrné, že žáci umí změřit pH roztoku pomocí univerzálního indikátorového papírku a na základě hodnoty rozhodnout o kyselosti, resp. zásaditosti roztoku. Ve stanovení číselné hodnoty pH většiny látek se žáci lišili o jeden nebo dva stupně (např. pro WC čistič byly různými žáky stanoveny hodnoty 2, 3 a 4), u neutrálních látek se obecně objevovaly větší odchylky. Nejzásadnější rozdíly v měření byly zaznamenány u Coca-Coly, kde se objevily hodnoty 2, 3, 4, 5, 6 a 7, přičemž nejčastěji uvedená hodnota byla 5. Možným vysvětlením je tmavé zbarvení Coca-Coly, které značně zkresluje barevnou reakci indikátorového papírku. Stejný problém sami žáci reflektovali při měření rozpustné kávy. Zajímavé byly také hodnoty 6, 7 a 8 naměřené pro minerálku, kde nejvíce žáků uvedlo hodnotu 8.

V rámci pracovního listu nebyly zadány konkrétní otázky pro zhodnocení výsledků pokusu a žákům byl ponechán volný prostor. Na základě toho se projevila nejistota žáků v tom, co vlastně měli zjistit. Nabídla jsem tedy návodné otázky „Jak odpovídaly tvé hypotézy výsledkům měření?“, „Shodují se tvé výsledky s měřením spolužáků?“, „Měl/a jsi v průběhu pokusu nějaké poznatky?“. Tyto otázky při vyhodnocení žákům částečně pomohly, většinou ale odpovídali pouze na jednu nebo dvě z nich (Tabulka 4). Žákům se vcelku dařilo zhodnotit úspěšnost svých hypotéz a shodu se spolužáky. Pouze pět žáků uvedlo vlastní poznatky založené na provedeném pokusu: „Každý vidí barvy trochu jinak.“, „Všechny měřené látky



byly blízko neutrálu.“, dva žáci uvedli, že „více látek bylo kyselých“ a v jednom případě byl zhodnocen vlastní rozvoj „Naučila jsem se používat indikátorový papírek.“

Dovednost *formulovat a zhodnotit výsledky své práce* je potřeba u žáků dále rozvíjet a tento cíl se tedy nepodařilo zcela naplnit. K lepšímu výsledku v tomto ohledu by mohla pomoci úvodní diskuse k dané výzkumné otázce, v rámci které by si žáci uvědomili, na jaké poznatky se chtějí zaměřit. Druhou možností, jak podpořit žáky s menší badatelskou zkušeností, je nabídka otázek k výsledkům pokusu, ze kterých by žáci při vyhodnocení mohli vycházet.

*Tabulka 4 Odpovědi žáků k vyhodnocení výsledků pokusu*

Vyhodnocení naměřených dat (co jsi zjistil/a?):
<ul style="list-style-type: none"><li>- Každý vidí barvy trochu jinak. Při odhadu jsem většinou byla docela blízko.</li><li>- S Deny nám měření vycházelo hodně podobně, občas jsme se o jedna lišily.</li><li>- Že všechny látky jsou blízko neutrálu (nejméně 3 a nejvíce 9).</li><li>- Většinou jsme se v měření shodli.</li><li>- U octu jsem se víceméně trefil, ale u jedlé sody to bylo úplně mimo.</li><li>- Hypotéza mi většinou vyšla. Výsledky jsem měla stejné s ostatními.</li><li>- Tři jsem trefil, devět jsem netrefil.</li><li>- S Adamem jsme měli trochu různé výsledky.</li><li>- Naučila jsem se používat indikátorový papírek.</li><li>- Docela jsem se třefoval. Zjistil jsem, že to byly většinou spíš kyselé látky.</li><li>- Jsou to častěji kyselé látky.</li><li>- Všechno mi vycházelo podobně jako ostatním.</li><li>- Hypotézy celkem odpovídaly realitě.</li><li>- Moje hypotézy byly často blízko pravdě. S Hankou jsme se většinou shodovaly, jen u Coca-coly mi vyšlo 2 a jí 7.</li></ul>

V úvodu druhé lekce žáci spolupracovali na formulování hypotézy, ze které bude vycházet jejich následné bádání. Zadaná *kritéria jednoznačnosti a ověřitelnosti u sestavených hypotéz* se podařilo dodržet jen částečně. Kritérium ověřitelnosti splňovaly hypotézy všech tří skupin (což bylo do jisté míry dáno již výběrem výzkumné otázky). Formulování jednoznačného znění hypotézy bylo pro žáky obtížnější, ne však z hlediska logického, ale spíše formálního. Jinými slovy, žáci měli jednoznačnou představu o svém záměru, neměli však dostatečné zkušenosti k jeho jednoznačnému písemnému vyjádření. (Tabulka 5)

Tabulka 5 Zhodnocení žákovských hypotéz na základě zadaných kritérií

<b>Žákovská hypotéza</b>	<b>Jednoznačná</b>	<b>Ověřitelná</b>
<b>Skupina 1:</b> Když smícháme dva roztoky s různým pH, jejich pH se zprůměruje.	Ano. (Mohla by být doplněna o poměr a koncentraci obou roztoků.)	Ano
<b>Skupina 2:</b> Čím více vody přidáme k roztoku, tím menší bude jeho kyselost nebo zásaditost.	Ne. Chybí informace, s jakým roztokem pracujeme (kyselý nebo zásaditý) a který předpoklad se k němu vztahuje.	Ano
Návrh na úpravu: Čím více vody přidáme ke kyselému, resp. zásaditému roztoku, tím více se bude jeho pH blížit neutrální hodnotě.		
<b>Skupina 3:</b> Při změně teploty bude pH stejné, nebo mírně rozdílné (<0,5)	Ne. Není uvedeno, jaká teplota se mění (tedy k čemu se vztahuje teplota a pH)	Ano
Návrh na úpravu: Při změně teploty roztoku bude hodnota jeho pH zůstat stejná, nebo se změní jen mírně (o méně než 0,5)		

Při *plánování postupu praktického ověření hypotézy* byla opět největší výzvou formální podoba zápisu, který by *splňoval obecné zásady vědeckého pokusu*. Pouze skupina 3 uvedla v postupu jak výčet pomůcek a konkrétní látky, které budou pro pokus používat, tak způsob a průběh měření. Skupiny 1 a 2 zvládly velmi dobře popsat způsob provedení měření, neuvedly však seznam pomůcek ani typ měřidla, který pro pokus použijí. (Tabulka 6)

Tabulka 6 Plán postupu praktického ověření hypotézy

<b>Skupina 1:</b> Budeme pracovat se dvěma roztoky (kyselina citronová a hydroxid sodný) s přibližně stejnou koncentrací. Budeme postupně přidávat roztok kyseliny k roztoku hydroxidu a měřit pH až do poměru 1 ku 1.			
Chemické látky: ano	Pomůcky: ne	Způsob měření: ne	Opakování měření: ano
<b>Skupina 2:</b> Měření uděláme pro kyselinu i pro zásadu. K 10 ml roztoku látky budeme postupně přidávat vždy 10 ml vody a pokaždé změříme pH, měřit budeme pětkrát.			
Chemické látky: ne	Pomůcky: ne	Způsob měření: ne	Opakování měření: ano
<b>Skupina 3:</b> Změříme pH, pak postupně budeme ohřívat a po každých 5 °C změříme znovu pH (do max 60 °C). Měření uděláme dvakrát, s vodou a s roztokem kyseliny citronové. Kádinka, pH metr, teploměr, plotýnkový vařič			
Chemické látky: ano	Pomůcky: ano	Způsob měření: ano	Opakování měření: ano

Žáci ve všech třech skupinách *provedli měření podle naplánovaného postupu i následné vyhodnocení dat* v poměrně vysoké kvalitě. Skupiny dobře spolupracovaly, všichni žáci se *aktivně podíleli na skupinovém řešení úkolu* a orientovali se v problematice svého zkoumání. Velmi nízkou úroveň měl opět formální zápis a *formulování zjištěných závěrů*. Žáci jednoznačně zhodnotili pravdivost původní hypotézy, dále však své rozhodnutí neobjasnili. Některé hypotézy byly například pokusem částečně ověřeny, v závěru to však není uvedeno, nebo naopak byla v závěru zmíněna jen ověřená část hypotézy. (Tabulka 7)

Tabulka 7 Záznam měření, vyhodnocení dat a závěr

<p><b>Skupina 1</b> záznam měření:</p> <p>1) 3,1 pH – kyselina citronová 5%</p> <p>2) 8,8 pH – hydroxid sodný 5%</p> <p>Hydroxid 200 ml a kyselina citronová 50 ml      9, 5 pH</p>
---

100 ml	9,7 pH
150 ml	9,8 pH
200 ml	9,6 pH
250 ml	7,0 pH
300 ml	6,2 pH
350 ml	5,7 pH
400 ml	5,4 pH

vyhodnocení dat: Nejdřív měl roztok čím dál vyšší zásaditost. Když to bylo v poměru 1 ku 1, začalo pH klesat o hodně.

závěr: Hypotézu jsme vyvrátili.

### Skupina 2

záznam měření:

Kyselina citronová původní	Hydroxid 5% původní
10 ml* vody 0,28 pH	10 ml vody 11,90 pH
20 ml* vody 0,78 pH	20 ml vody 11,58 pH
30 ml vody 0,6 pH	30 ml vody 11,89 pH
40 ml vody 0,97 pH	40 ml vody 11,50 pH
50 ml vody 1,08 pH	50 ml vody 11,90 pH
	60 ml vody 11,90 pH

Voda: 7,3 (neutrální)

\*měřeno s jiným roztokem než další měření

vyhodnocení dat: Čím více vody u kyselé látky, tím méně kyselý ten roztok byl. Čím více vody u zásadité látky, pH se moc nezměnilo.

závěr: Hypotézu jsme vyvrátili.

### Skupina 3

záznam měření:

Voda:	Kyselina citronová:
7,50 pH 26 °C	1,35 12 °C
7,26 30 °C	1,32 20 °C

7,12	35 °C	1,27	25 °C
7,06	40 °C	1,24	30 °C
	45 °C	1,24	35 °C
7,21	50 °C	1,26	40 °C
7,12	55 °C	1,04	45 °C
7,10	60 °C	0,93	50 °C
		0,76	55 °C
		0,73	57 °C

vyhodnocení dat: U kyseliny citronové čím větší byla teplota, tím menší bylo pH. U vody zůstávalo pH kolem 7.

závěr: Hypotézu jsme ověřili pro vodu.

Na základě návodných otázek každá skupina *zhodnotila svůj postup bádání*. Všechna hodnocení se shodovala v tom, že lekce nebyla obtížná a že se žáci v tématu dobře orientovali. Dále byla zmíněna nespolehlivost pH metru, pozitivní hodnocení spolupráce, označení pokusu za povedený a hodnocení lekce jako nebezpečné a zábavné. (Tabulka 8)

*Tabulka 8 Zhodnocení práce v jednotlivých skupinách*

**Skupina 1:** Nebylo pro nás náročné formulovat hypotézu a postup, pokus se povedl. Práce pro nás nebyla obtížná, orientovali jsme se v tématu a spolupráce byla kvalitní.

**Skupina 2:** Nebylo to obtížné, v tématu jsme se orientovali. Pokus občas nevycházel (špatně měřil pH metr). Bylo to nebezpečné, bylo to zábavné.

**Skupina 3:** Práce nebyla obtížná, v tématu jsme se orientovali. Plánování a hypotéza byla lehká. Pokus se povedl. Skupina fungovala v pohodě.

Jedním z výukových cílů druhé lekce bylo závěrečné sdílení a *prezentace výsledků* skupinového bádání. Tento cíl nebyl naplněn částečně z časových důvodů a zároveň kvůli mé chybě ve vedení lekce. Kladla jsem důraz na vypracování protokolů a neúmyslně jsem zcela pominula závěrečnou fázi prezentací výstupů. Tento nedostatek se pravděpodobně projevil na úrovni znalostí, které si žáci z lekce odnášejí.

### 2.3 Zhodnocení nově osvojených znalostí a dovedností

Z vyhodnocení závěrečného testu, zadaného s týdenním odstupem po realizaci úlohy, je patrné, že žáci správně používají pojem pH a na základě jeho hodnoty rozlišují kyselé, neutrální a zásadité látky. Žáci umí hodnotu pH experimentálně zjistit pomocí indikátorového papírku nebo pH metru. Tuto dovednost také čtyři žáci uvedli jako odpověď na otázku „co dalšího ses naučil/a“. Mezi nově získanými znalostmi bylo dále zmíněno výstražné značení na obalech látek a nebezpečí reakce kyseliny s pokožkou. Pět žáků neuvedlo žádnou odpověď.

Dále však výsledky naznačují, že převážná většina žáků má jen minimální znalosti konkrétních kyselin a zásad, a látky často zařazuje chybně. V rámci druhé úlohy žáci pracovali s kyselinou citronovou a dvě skupiny také s hydroxidem sodným. Alespoň jednu z látek si při vyplňování závěrečného testu vybavili všichni žáci, hydroxid sodný byl však několikrát uveden mezi kyselinami, nebo byl zaměněn za chlorid sodný. Dále se mezi miskoncepty žáků objevuje domněnka, že minerálka, voda a káva jsou zásadité látky.

K podobným závěrům vede také porovnání původních žákovských odpovědí v úvodním dotazníku s odpověďmi, doplněnými po skončení úlohy. K viditelnému posunu došlo jen u otázky „podle čeho poznáš, že jde o kyselinu, nebo zásadu“, kde šest žáků zpětně doplnilo změření pH hodnot. Odpovědi u ostatních otázek byly doplněny jen velmi málo a nepřesně. Je tedy potřeba klást větší důraz na zhodnocení experimentálních výsledků žáků, jejich porovnání s vědeckými daty a diskusi o přesnosti měřících metod. Podpořit teoretické znalosti jednotlivých žáků by mohl také jejich vlastní zápis průběhu pokusu, zjištěných informací a jejich zhodnocení, např. formou badatelského deníku.

K ověření výstupních znalostí z druhé lekce směřovala také otázka „Co například ovlivňuje pH roztoku“. (Tato otázka nebyla zřejmě vhodně formulována, dvakrát se objevila odpověď „kyselost nebo zásaditost“, otázka ovšem směřovala k vlivu opačnému.) V odpovědích žáků byla sedmkrát zmíněna koncentrace roztoku, šestkrát teplota roztoku (dvakrát i s upřesněním, že tento vliv je mírný) a čtyřikrát smíchání s jiným roztokem. To ukazuje na poměrně široké poznání, založené na praktickém měření. Bylo by však potřeba ověřit, zda je toto poznání skutečně založeno na výsledcích měření, nebo spíše na úvodním výběru hypotéz ke zkoumání. Této nejistotě by bylo možné předejít závěrečnými prezentacemi

získaných experimentálních výsledků jednotlivými skupinami, díky níž by byli všichni žáci zapojeni do závěrečného zhodnocení všech zkoumaných hypotéz.

Úloha tedy úspěšně naplňuje povinné výstupy (podle RVP), které jsou stanoveny jako výukové cíle úlohy. Z pohledu celkových požadovaných znalostí v tématu kyselin a zásad je však pro výuku nedostatečná.

Z pohledu výukových cílů badatelské výuky úloha jednoznačně podpořila rozvoj žáků v plánování a realizaci praktického pokusu. Všem skupinám se podařilo sestavit experiment tak, aby vedl k ověření nebo vyvrácení stanovené hypotézy, systematicky zaznamenat data, analyzovat výsledky měření a vyvodit z nich závěry. V praktické části si žáci počínali zodpovědně, dodržovali pravidla bezpečnosti a logicky uvažovali nad postupem měření. Z výstupů obou lekcí i odpovědí žáků v závěrečném dotazníku vyplývá, že si zatím dostatečně neosvojili práci s hypotézou a kritéria pro její sestavení. Nedostatečné bylo také vedení žáků k odbornosti jejich práce, ověřování získaných dat a posouzení jejich spolehlivosti.

Úloha tedy přispívá k rozvoji kompetence k učení a pracovní kompetence žáků. S vhodnými úpravami by také mohla výrazněji podpořit rozvoj kompetence k řešení problémů.

## **2.4 Zhodnocení úlohy z pohledu žáků**

Bezprostředně po skončení obou lekcí byli žáci požádáni o vyplnění IMI dotazníku. Dotazník zahrnuje otázky cílené na šest kategorií: zájem a vnitřní motivace žáků, vnímání vlastní kompetentnosti (dovednosti) v souvislosti s lekcí, vynaložené úsilí, vnímaný tlak na svůj výkon, volitelnost účasti na lekci a osobní přínos pro žáka. Průměr může vždy nabývat hodnot od jedné do sedmi, stupeň čtyři tedy charakterizuje střední hodnotu. Výsledné hodnoty v kategorii vnímaného tlaku mají negativní charakter (vyšší hodnota vyjadřuje negativní vnímání žákem), hodnoty v ostatních kategoriích mají charakter pozitivní (vyšší hodnota ukazuje na kladné hodnocení).

Celkově žáci obě úlohy hodnotili jako zajímavé a zábavné, druhou lekci významně ocenili také z hlediska osobního přínosu.

Ze získaných dat dále vyplývá jednoznačný závěr, že druhá lekce byla žáky celkově vnímána pozitivněji. S výjimkou kategorie vynaloženého úsilí, která má v obou lekcích shodné

hodnocení 4,8, jsou všechny kategorie hodnoceny lépe pro druhou lekci. Nejvýraznější rozdíl byl zaznamenán v oblastech osobního přínosu a vnímané volitelnosti v zapojení do aktivity. Významně lépe hodnoceno bylo také subjektivní vnímání vlastních dovedností v rámci druhé lekce.

Srovnání výsledků bylo provedeno na základě hodnocení všech zapojených žáků. Pro objektivitu výsledků bylo provedeno druhé srovnání, kde byla posuzována pouze hodnocení žáků zapojených v první i druhé lekci. (Tento průměr je v Tabulce 9 uveden za lomítkem, v Tabulce 10 jsou průměry shodné.) Na základě tohoto srovnání můžeme konstatovat podobné tendence jako ve srovnání prvním, výsledky v hodnocení první a druhé lekce jsou však ve většině kategorií méně rozdílné (v kategorii pocíťovaného tlaku je rozdíl naopak větší).

Tabulka 9 Souhrnné výsledky IMI dotazníku po 1. lekci

Kategorie	Průměr hodnot zvolených žákem v dané kategorii														průměr
Zájem	6,4	5,8	6,2	5,8	6,8	6,6	6,8	6,8	7,0	5,8	6,2	4,8	6,2	6,8	<b>6,3/6,3</b>
Vlastní kompetence	5,0	5,3	4,7	4,2	5,3	6,3	4,7	4,0	5,7	5,0	2,3	5,7	5,0	3,0	<b>4,7/4,8</b>
Úsilí	5,3	5,5	5,0	5,1	5,5	6,0	5,5	4,3	5,8	2,0	4,3	4,5	5,0	4,3	<b>4,8/4,7</b>
Vnímaný tlak	3,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	4,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	<b>4/4,1</b>
Vlastní volba	2,0	5,0	6,0	5,0	4,0	3,0	4,0	6,5	4,5	3,0	2,5	5,0	4,0	3,5	<b>4,1/4,4</b>
Přínos	7,0	5,5	7,0	6,0	6,5	6,0	6,5	6,0	5,5	1,5	1,0	4,5	7,0	6,0	<b>5,4/5,7</b>

Tabulka 10 Souhrnné výsledky IMI dotazníku po 2. lekci

Kategorie	Průměr hodnot zvolených žákem v dané kategorii											průměr
Zájem	5,6	6,2	7,0	6,6	6,2	5,7	6,4	6,8	6,8	7,0	<b>6,4</b>	
Vlastní kompetence	2,7	4,7	5,0	6,0	4,0	5,3	7,0	6,0	5,0	5,3	<b>5,1</b>	
Úsilí	3,5	5,8	5,0	4,8	5,0	4,0	4,0	4,8	4,5	6,5	<b>4,8</b>	
Vnímaný tlak	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	<b>3,9</b>	
Vlastní volba	5,5	6,0	4,0	7,0	2,0	6,0	1,0	7,0	5,0	5,0	<b>4,9</b>	
Přínos	7,0	6,5	7,0	5,5	6,0	6,5	4,3	7,0	7,0	7,0	<b>6,4</b>	



### 3 Vyhodnocení a návrh na doplnění úlohy

Realizace navržené badatelské úlohy ukázala, že obě její části byly žáky přijaty velmi kladně. Žáci se obou aktivit účastnili se zájmem, a především do praktického provádění pokusů se zapojili zodpovědně a se zřetelnou zvědavostí.

Z testu výstupních znalostí vyplynulo, že si v průběhu úlohy všichni žáci velmi dobře osvojili pojem pH i způsoby jeho měření. Posun byl patrný také v dovednostech žáků pro plánování a praktické provedení pokusu, směřujícího k ověření předem stanovené hypotézy. V souvislosti s teoretickými znalostmi konkrétních kyselin a zásad měla však úloha jen minimální přínos a bylo by potřeba ji v tomto ohledu rozšířit. K tomuto účelu by mohla být využita například práce žáků s informačními zdroji: vyhledání a prezentace informací o vybrané kyselině či zásadě.

Žáci prokázali zdatnost ve spolupráci, organizaci práce a logickém uvažování nad zkoumanými jevy. Značným prostorem pro zlepšení je ovšem podoba výstupů, které jsou dokladem badatelské činnosti žáků. Zejména dovednost formulovat své domněnky, pozorování a závěry je zatím u většiny žáků na poměrně nízké úrovni. Rozvoj těchto dovedností vyžaduje systematický nácvik, nebo dlouhodobější zkušenost s badatelskými aktivitami. K vyšší kvalitě výstupů by přispěla také jejich lepší úprava a přehlednost.

Významnou součástí badatelského výzkumu je prezentace jeho výsledků. Žáci tak mají možnost sdílet své poznatky a podpořit kolektivní učení třídy. Kromě toho také významně rozvíjejí svou komunikativní kompetenci: srozumitelné a strukturované shrnutí výsledků, argumentace v diskusi a obhajování vlastních závěrů. V rámci realizace úlohy byla tato součást vynechána, nebyl tedy plně využit potenciál badatelské aktivity žáků.

## Závěr

Cílem této práce bylo obsáhnout základní prvky, na kterých je založen badatelský přístup k výuce přírodovědných předmětů a pokusit se tyto prvky implementovat v rámci praktické úlohy do výuky chemie.

Teoretická část práce popisuje vymezení badatelsky orientované výuky a její charakteristiku. Během rozboru základních prvků jednotlivých přístupů k výuce byl vyvozen závěr, že mezi různými metodami výuky není vždy zcela jasná hranice a jejich charakteristiky se částečně prolínají. V rámci badatelsky vedených lekcí mohou být využity prvky výuky problémové a výzkumné, ale také demonstrační, výkladové, projektové a další. Spíše, než na zvolené metodě tedy záleží na způsobu, jakým učitel vede a zapojuje žáky do výuky. Základním předpokladem je motivace žáků k aktivnímu přemýšlení, zkoumání, ověřování, kladení otázek a hledání odpovědí.

Praktická část popisuje návrh badatelsky orientované úlohy pro výuku chemie a její praktické ověření. Na základě výstupů získaných realizací úlohy bylo formulováno několik závěrů. Z pohledu žáků byla úloha hodnocena pozitivně, zejména ve vztahu k atraktivitě činnosti a osobnímu přínosu. Žáci si velmi dobře osvojili pojmy *pH*, *kyselina* a *zásada* a souvislost mezi nimi. Taktéž byl naplněn cíl vést žáky k *dodržování zásad bezpečné práce s chemickými látkami* a každý ze zapojených žáků umí s jistotou *změřit pH roztoku* různými metodami. V oblasti badatelských kompetencí žáci rozvinuli především své dovednosti související s plánováním a provedením pokusu, záznamem dat, jejich analýzou a vyvozením závěrů.

V průběhu úlohy se u žáků nepodařilo ve větší míře rozšířit teoretické znalosti konkrétních kyselin a zásad. S týdenním odstupem po skončení úlohy si žáci vybavili jen minimum názvů konkrétních látek a do skupin kyselin a zásad je zařazovali chybně. V oblasti badatelských dovedností by bylo vhodné dále rozvíjet porozumění vědeckým přístupům a schopnost kvalitně formulovat hypotézu a závěry. To však vyžaduje opakovanou zkušenost s tímto typem činnosti a postupné formalizování kritérií.

V průběhu realizace se nepodařilo zcela dodržet plánovaný postup. Z důvodu vyčerpání časové dotace byla vynechána závěrečná část prezentace výsledků bádání a sdílení

zkušeností. Tento nedostatek se mohl negativně projevit na výstupních znalostech žáků a nebyl tak zcela využit potenciál jejich badatelské činnosti.

Pro objektivní zhodnocení navržené úlohy by byla velkým přínosem její realizace ve spolupráci s více různými třídami osmého ročníku základních škol. Míra badatelských zkušeností třídy by mohla mít výrazný vliv na průběh a výsledky úlohy. Vhodným rozšířením bylo také porovnat výstupy úlohy pod vedením učitelů, kteří mají různou úroveň zkušeností s vedením badatelské výuky.

Výsledky této práce mohou posloužit začínajícím pedagogům přírodovědných oborů pro orientaci v cílech chemického vzdělávání a také pro srovnání klasického a badatelského přístupu k výuce. Nový pohled ale může přinést také učitelům, kteří již mají v oboru praxi a zajímají se o zařazení badatelských aktivit do výuky svých předmětů. Dále nabízí k využití zpracovanou a ověřenou praktickou úlohu na téma kyselin a zásad, která směřuje k očekávaným výstupům tohoto tématu na úrovni základní školy.

## Seznam použitých informačních zdrojů

*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2021 (Dostupné z: <https://revize.edu.cz/files/rvp-zv-2021.pdf>)

*Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s vyznačenými změnami* [online]. Praha: MŠMT, 2021 (Dostupné z: <https://archiv-nuv.npi.cz/e403-3.html>)

NPI [Národní pedagogický institut České republiky]. *Průvodce upraveným RVP ZV* [online], 2016 (Dostupné z: <https://digifolio.rvp.cz/view/view.php?id=6433>)

NPI [Národní pedagogický institut České republiky]. *Vyjádření k redukcím v RVP ZV* [online], 2021 (dostupné z <https://revize.edu.cz/files/npi-vyjadreni-k-redukcim-v-rvp-zv.pdf>)

ČIHÁKOVÁ, Kateřina. *IBSE and Outdoor Education Activates Both Children and Teachers*. Project-based Education and Other Educating Strategies in Science Education XVIII (pp. 26-35). Charles University, Faculty of Education, 2021, ISSN 2695-0626

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015a. ISBN 978-80-244-4393-5.

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: Kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015b. ISBN 978-80-244-4515-1

DOSTÁL, Jiří. *Inquiry-based instruction and teacher's competences for its realization*. Journal of Technology & Information Education, 2015c, 7(1).

EASTWELL, Peter; Ann Haley, MACKENZIE. *Inquiry learning: Elements of confusion and frustration*. The American biology teacher, 2009, 71.5: 263-266. (Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/27669426>)

BANCHI, Heather; Randy, BELL. *The many levels of inquiry*. Science and children, 2008, 46.2: 26. (Dostupné z: <https://cursa.ihmc.us/rid=1Q3XD400Z-LYNSBR-F1TR/Levels%20of%20Inquiry.pdf>)

VOTÁPKOVÁ, Dana, ed. *Badatelé.cz: Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza, 2014. ISBN 978-80-87905-02-9.

OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development]. *TALIS 2013 Results: An International Perspective on Teaching and Learning*. OECD Publishing, Paris 2014 (s. 391)

KONG, Siu Cheung; Yanjie, SONG. *The impact of a principle-based pedagogical design on inquiry-based learning in a seamless learning environment in Hong Kong*. Journal of Educational Technology & Society, 2014, 17.2: 127-141.

KAŠPAROVÁ, Vendula; Simona, BOUDOVOVÁ; Martina, ŠEVCŮ a Petr, SOUKUP. *Národní zpráva šetření TALIS 2013* [online]. Česká školní inspekce, Praha, 2014.

BOUDOVOVÁ, Simona; Vít, ŠŤASTNÝ; Josef, BASL. *Mezinárodní šetření TALIS 2018: Národní zpráva* [online]. Česká školní inspekce, Praha, 2018.

EISENKRAFT, Arthur. *Expanding the 5E model*. The science teacher, 2003, 70.6: 56.

GYAMPON, O. A., et al. *Investigating the effect of 7E Learning Cycle Model of Inquiry-Based Instruction on Students' Achievement in Science*. Journal of Research and Method in Education, 2020, 10.5: 39-44.

ŠMEJKAL, Petr, Marek SKORŠEPA a Pavel TEPLÝ. *Chemické úlohy se školními měřicími systémy: motivační orientace žáků v badatelsky orientovaných úlohách*. Scientia in educatione [online]. Karolinum Press, 2016, 7.1: 29-48.

RADVANOVÁ, Sabina; Věra, ČÍŽKOVÁ a Patrícia, MARTINKOVÁ. *Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku?* Scientia in Educatione, 2018, 9(1). <https://doi.org/10.14712/18047106.1054>

ROKOS, Lukáš; Jana, LIŠKOVÁ. *Badatelsky orientovaná výuka ve výuce přírodopisu a biologie pohledem učitelů z praxe a budoucích učitelů*. Arnica, 2020, 10.1: 18–25. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.

DURAN, Lena Ballone; Emilio, DURAN. *The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching*. Science Education Review, 2004, 3.2: 49-58.

SEN, Senol; OSKAY, Ozge Ozyalcin. *The Effects of 5E Inquiry Learning Activities on Achievement and Attitude toward Chemistry*. Journal of Education and Learning, 2017, 6.1: 1-9.

OĞUZ ÜNVER, Ayşe, ARABACIOĞLU, Sertaç. *Overviews on inquiry based and problem based learning methods*. Western Anatolia Journal of Educational Sciences, Izmir, 2011, 303–310. ISSN 1308–8971

ZORMANOVÁ, Lucie. *Projektová výuka* [online]. Metodický portál: Články, 2012. (Dostupné z: <<https://clanky.rvp.cz/clanek/14983/PROJEKTOVA-VYUKA.html>>. ISSN 1802-4785)

TRNA, Josef; Eva, TRNOVA a Jiri SIBOR. *Implementation of inquiry-based science education in science teacher training*. Journal of educational and instructional studies in the world, 2012, 2.4: 199-209.

CSDT [Center for self-determination theory]. *Intrinsic Motivation Inventory (IMI)*. (dostupné z <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>)

DOULÍK, P.; ŠKODA, J. *Chemie 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Fraus, 2006. 136 s. ISBN 80-7238-422-2

BENEŠ, Pavel; PUMPR, Václav; BANÝR, Jiří. *Základy chemie 1 pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 3. vyd. Praha: Nakladatelství Fortuna, 2000

PLUCKOVÁ, Irena, Josef MACH a Jiří ŠIBOR. *Chemie 8: úvod do obecné a anorganické chemie: učebnice vytvořená v souladu s RVP ZV*. 7. aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2021. Duhová řada. ISBN 978-80-7600-230-2.

MORBACHEROVÁ, Jana. *Chemie 8: úvod do obecné a anorganické chemie: učebnice pro 8. ročník základní školy*. Brno: Nová škola - Duha, 2020. Čtení s porozuměním. ISBN 978-80-88285-15-1.

BUDÍNSKÁ, Gabriela, Květoslava ŠTIKOVCOVÁ, Lucie JELÍNKOVÁ a Jana JANDOVÁ. *Hravá chemie 8: učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik, 2019. ISBN 978-80-7563-208-1

KARGER, Ivo, Danuše PEČOVÁ a Pavel PEČ. *Chemie I pro 8. ročník základní školy a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Olomouc: Prodos, 1999. ISBN 80-7230-027-x

ŠMÍDL, Milan a Ivana PELIKÁNOVÁ. *Chemie s nadhledem 8: pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2019. Škola s nadhledem. ISBN 978-80-7489-556-2

JENČÍK, Miloš, Miroslav, STANĚK, Jan GŘEŠEK a Naďa SATKOVÁ. *Metodická příručka: kompletní průvodce učitele úlohami*. Opava: Profimedia s.r.o., 2017.

## **Seznam zkratek**

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

ŠVP – Školní vzdělávací program

IVP – Individuální vzdělávací plán

BOV – Badatelsky orientovaná výuka

IBSE – Inquiry-based science education

IBL – Inquiry-based learning

IMI – Intrinsic motivation inventory

TALIS – Teaching And Learning International Survey

ZŠ – základní škola

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Úvodní dotazník

Příloha 2: Pracovní list k první lekci

Příloha 3: Protokol k druhé lekci

Příloha 4: Závěrečný test výstupních znalostí

Příloha 5: IMI dotazník



## Příloha 1: Úvodní dotazník

Kyseliny a zásady

Jméno:

Úvodní dotazník k tématu

---

*Napiš prosím vše, co Tě k jednotlivým otázkám napadne. Pokud Tě nenapadne vůbec nic, napiš třeba "nevím".*

Znáš nějaké kyseliny, nebo kyselé látky?

Znáš nějaké zásady, nebo zásadité látky?

Podle čeho poznáš, že jde o kyselinu, nebo zásadu?

Kde můžeš najít kyseliny a zásady? K čemu se například používají?

Dokážeš odhadnout, zda jde o kyselou nebo zásaditou látku?

ocet

prací prášek (ve vodě)

minerálka

prášek do pečiva (rozpuštěný ve vodě)

coca cola

Podle čeho ses rozhodoval/a?

Jsou kyseliny a zásady nebezpečné? Proč si to myslíš?

Je něco, co by ses chtěl/a o kyselinách a zásadách dovědět?

## Příloha 2: Pracovní list k první lekci

Jméno:

Téma: Kyseliny a zásady (1)

Výzkumná otázka: Které látky jsou kyselé a které zásadité?

Úkol: U vybraných látek odhadni, zda jsou kyselé, zásadité nebo neutrální. Pomocí indikátorového papírku urči jejich pH a zhadnoť.

Postup měření: Na indikátorový papírek nanese kapku roztoku pomocí kapátka, podle barvy urči hodnotu pH a zapiš.



Záznam měření:

Zkoumaná látka	hypotéza	pH	kyselá/zásaditá/neutrální

Porovnej své výsledky s ostatními.

Vyhodnocení naměřených dat (co jsi zjistil/a?):

Překvapilo tě něco?

Co by mohlo mít vliv na pH roztoku? Zkus napsat různé nápady...

## Příloha 3: Protokol k druhé lekci

téma: Kyseliny a zásady (2)  
výzkumná otázka: Jak můžeme ovlivnit pH roztoků?

---

**Jména členů skupiny:**

**Sestavte hypotézu (ověřitelná, jednoznačná):**

**Navrhněte postup, jak hypotézu ověříte:**

(S jakými látkami a nástroji budete pracovat, jak budete postupovat, co a kolikrát budete měřit, jak hodnoty zpracujete...?)

**Záznam měření:**

**Vyhodnocení naměřených dat (co jste zjistili?):**

**Závěr:**

hypotézu jsme ověřili / hypotézu jsme vyvrátili / nepodařilo se rozhodnout o správnosti hypotézy

**Jak byste zhodnotili svoji práci?** (Byla pro vás práce obtížná? Orientovali jste se v tématu? Bylo náročné formulovat hypotézu a naplánovat postup ověření? Jak se podařilo provedení pokusu? Jak fungovala práce ve skupině?)

## Příloha 4: Závěrečný test výstupních znalostí

Kyseliny a zásady	Jméno:
Závěrečný dotazník	
Co je to kyselina?	Co je to zásada?
S jakými kyselinami jsi pracoval/a?	S jakými zásadami jsi pracoval/a?
Znáš nějaké další kyseliny nebo zásady? Pokud ano, jaké?	
Jak bys dokázal/a, že jde o kyselinu, nebo zásadu?	
Co například ovlivňuje pH roztoku?	
Co by měla splňovat správně formulovaná hypotéza?	
Co dalšího ses naučil/a?	

## Příloha 5: IMI dotazník pro obě lekce

Závěrečný dotazník k úloze 2		Jméno:						
Zakroužkuj hodnotu, která nejlépe odpovídá Tvému názoru.								
1	2	3	4	5	6	7		
vůbec nesouhlasím		částečně souhlasím			naprosto souhlasím			
1) Tato aktivita byla zábavná.	1	2	3	4	5	6	7	
2) Při práci jsem se cítil/a uvolněně.	1	2	3	4	5	6	7	
3) Tato hodina mě vůbec nezaujala.	1	2	3	4	5	6	7	
4) Při aktivitě jsem se příliš nesnažil/a.	1	2	3	4	5	6	7	
5) Aktivity jsem se účastnil/a, protože jsem musel/a.	1	2	3	4	5	6	7	
6) Myslím, že v tomto tématu jsem dobrý/á.	1	2	3	4	5	6	7	
7) Aktivita mi připadala nudná.	1	2	3	4	5	6	7	
8) Myslím, že jsem odvedl/a dobrou práci.	1	2	3	4	5	6	7	
9) Aktivita pro mě byla zajímavá.	1	2	3	4	5	6	7	
10) Myslím, že tato úloha by pro mě mohla být užitečná.	1	2	3	4	5	6	7	
11) Bylo pro mě důležité, abych úlohu vypracoval/a co nejlépe.	1	2	3	4	5	6	7	
12) Tuto hodinu jsem si užil/a.	1	2	3	4	5	6	7	
13) Při práci jsem byl/a velmi nervózní.	1	2	3	4	5	6	7	
14) V práci se mi nedařilo.	1	2	3	4	5	6	7	
15) Přišlo mi, že jsem měl/a na výběr, jestli budu na úkolu pracovat.	1	2	3	4	5	6	7	
16) Na úloze jsem si dal/a hodně záležet.	1	2	3	4	5	6	7	
17) Myslím, tato aktivita pro mě neměla žádný přínos.	1	2	3	4	5	6	7	
18) Tomuto úkolu jsem nevěnoval/a moc energie.	1	2	3	4	5	6	7	