



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



PORTFOLIO STUDENTA

Vzdělávací modul SC5

Zapojení prvků BOV do demonstračních experimentů ve výuce chemie KA05

Odborný tým:

Mgr. Ondřej Solnička, PhDr. Martin Rusek, PhD.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



1) Identifikovaný problém

Rozvíjení didaktických schopností učitele při přípravě a realizaci chemických pokusů ve výuce chemie na ZŠ s prvky badatelské výuky.

2) Návrh řešení

Provedení intervencí s důrazem na zvýšení využití prvků BOV ve výuce chemie vedoucích ke zlepšení efektivity vyučování chemie za použití experimentů.

3) Záznamy intervencí

Přípravy k provedení intervencí:

I. Strukturované bádání

Poměr aktivity učitel – žák

- a) Téma: učitel
- b) Otázka: učitel
- c) Pomůcky: učitel
- d) Návrh experimentu: učitel
- e) Výsledky/rozbory: učitel/žáci
- f) Závěry: žáci

Experimenty – průběh

- I. Amoniaková fontána ($\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$)
- II. Blesky ve zkumavce ($\text{KMnO}_4 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)

Bádání se skládá z dílčích kroků (Dostál, 2014):

- **Pozorování a popis skutečnosti (vjemů a poznatků)**

Žáci aktivně popisují látky (ne pouze názvem), popisují jejich vlastnosti (to, co vidí, cítí):

- I. koncentrovaný NH_3 , indikátor (fenolftalein, případně thymolftalein)
- II. koncentrovaná H_2SO_4 , 96% ethanol, pevný KMnO_4

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



1) Formulace problému, tvorba hypotéz

Učitel nechá žáky, aby vytvářeli vlastní hypotézy. Otázky typu, co předpokládáme? Co si myslíte, že nastane, když... Dojde ke změně barvy/skupenství, případně na jakou/jaké?

2) Ověření experimentem

Zformulovaná hypotéza je experimentálně ověřována. Žáci mohou navrhnout to, jak experiment bude probíhat, jak můžeme hypotézu ověřit.

3) Potvrzení či vyvrácení hypotézy

Žáci po proběhnutí experimentu potvrdí nebo vyvrátí zformulovanou hypotézu. Odůvodňují podstatu průběhu experimentu. V případě vyvrácení diskutovat, proč nefungovala a případně navrhnout její úpravu tak, aby byla funkční (úprava použitých postupů pro hypotézu).

4) Zobecnění experimentu

Na zobecnění se podílí žáci, vyvozují závěry z proběhnutého experimentu tak, aby došli k obecnému principu, který mohou dále aplikovat napříč různými typy pokusů z rozličných odvětví chemie.

- Pozorování a popis skutečnosti

1) Otázka na žáky – co vidíte, co cítíte, jaké má látka skupenství, co nám zápach připomíná? Obejít žáky s látkou (žáci budou typicky odpovídat vodu, po přičichnutí někteří správně určí amoniak). Vyučující vede žáky k popisu látky (pozorování). Mohou mít k dispozici pH papírek či další indikátory.

Např. čirá kapalina, bez zápachu, snaha o porovnání hustoty ve srovnání s vodou...

b) To stejné, jako u prvního experimentu, navíc popis barvy, popis symbolů na obalech chemikálií – co to pro nás znamená, jak s touto chemikálií musíme zacházet? Zda se s chemikálií setkáváme v běžném životě a kde... čím se liší manipulace s nimi...

- Formulace problému, tvorba hypotéz

- Rozpínání plynu při zahřívání mohou žáci předvídat, vzniku podtlaku zřejmě předem neodhalí. Výsledek pronikání amoniaku do vody by žáci mohli předpovědět i v souvislosti s reakcí alkalických kovů a vody. Zbarvení roztoku by tedy již mohli znát z téhož pokusu.

- Pokud již žáci znají manganistan draselný jako oxidační činidlo – předvídaní průběhu oxidací – propojení např. s hořením jako typickým příkladem oxidace – zde žáky může napadnout uvolňování tepla při reakci a jeho světelných projevů (plamen, blesky).

- Ověření experimentem

a) Pozorování žáků, co se děje (rozpínání, podtlak, nasávání vody, rozpouštění plynu), ověření vzniku hydroxidu zbarvením roztoku vody a indikátoru.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



- b) Pozorování žáků průběhu experimentu, ze začátku se nic neděje – pokus nefunguje?!... ale po vytěsnění slabší kyseliny manganisté sírovou a po rozkladu na atomární kyslík se začne „blýskat“ ve zkumavce díky oxidaci ethanolu kyslíkem. Pozorování pokusu všemi smysly, dát opatrně sáhnout žákům, že je zkumavka zahřátá uvolněným teplem.

- **Potvrzení či vyvrácení původní hypotézy**

Zhodnocení předvídání žáků, jeho odůvodnění.

- **Zobecnění experimentu**

- Zobecnění reakce zásaditých látek s vodou za vzniku hydroxidu a pojmu indikátor. Princip fungování indikátoru, uvést další druh, propojit mezipředmětově s biologií (živočišný druh jako indikátor určitého typu prostředí) a vysvětlení podtlaku vzniklého rozpouštěním rozpínajícího se plynu.
- Pojem exotermická reakce jako chemický děj, při kterém se uvolňuje do okolí teplo. Co je opakem této reakce? Vyvození výhod a nevýhod tohoto děje z různých úhlů pohledu a exotermická reakce jako praktický děj, příklady využívaných reakcí v běžném životě – hoření... Pojem oxidační činidlo na příkladu manganistanu draselného.

II. Strukturované bádání

Poměr aktivity učitel – žák

- Téma: učitel
- Otázka: učitel
- Pomůcky: učitel
- Návrh experimentu: učitel
- Výsledky/rozbor: učitel/žáci
- Závěry: žáci

Experimenty – průběh

III. Sloní zubní pasta ($KI + H_2O$)

IV. Dýmavnice ($NH_3 + HCl$)

Bádání se skládá z dílčích kroků (Dostál, 2014):

- g) **Pozorování a popis skutečnosti (vjemů a poznatků)**

Žáci aktivně popisují látky (ne pouze názvem), popisují jejich vlastnosti (to, co vidí, cítí..):

III. nasycený roztok KI, 30% roztok H_2O_2 , saponát

IV. koncentrovaný NH_3 , koncentrovaný HCl

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



- **Formulace problému, tvorba hypotéz**

Učitel nechá žáky, aby vytvářeli vlastní hypotézy. Otázky typu, co předpokládáme? Co si myslíte, že nastane, když...

- **Ověření experimentem**

Zformulovaná hypotéza je experimentálně ověřována. Žáci mohou navrhnout to, jak experiment bude probíhat, jak můžeme hypotézu ověřit.

- **Potvrzení či vyvrácení hypotézy**

Žáci po proběhnutí experimentu potvrdí nebo vyvrátí zformulovanou hypotézu. Odůvodňují podstatu průběhu experimentu.

- **Zobecnění experimentu**

Na zobecnění se podílí žáci, vyvozují závěry z proběhnutého experimentu.

Např. katalyzátor

Rozklad H_2O_2

c) **Pozorování a popis skutečnosti**

1. Otázka na žáky – co vidíte? Obejít žáky s látkou (žáci budou typicky odpovídat vodu, uhlí atd.) Vyučující vede žáky k popisu látky (pozorování). Mohou mít k dispozici pH papírek či další indikátory.

- Např. čirá kapalina, bez zápachu atd.

1. To stejné, jako u prvního experimentu, mohou mít k dispozici pH papírky či ve válcích u ústí je také možné nejprve navlhčeným indikátorovým papírkem zjistit acidobazickou reakci obou látek – a tím dokázat těkání (další vlastnost látek).

d) **Formulace problému, tvorba hypotéz**

- Nechat žáky pozorovat, zda se děje něco s peroxidem vodíku, pokud jej přelijeme do kádinky (nic). Nechat žáky vyvodit, co se stane po přidání MnO_2 . Po přidání uniká plyn – učitel postaví žáky před problém, co by to mohlo být za plyn (možnosti asi H_2 , H_2O , O_2). Žáci navrhnou možnosti, přičemž učitel nechá žáky navrhnout, jak by šlo zjistit, o který plyn se jedná.

(ověření doutnající špejlí – co by se stalo, kdyby byl plyn vodík, kdyby pára, kdyby kyslík).

- Na základě znalosti pH látek mohou žáci předvídat, co by se mohlo stát, o jakou reakci se může jednat. Návrh žáků, jak provést experiment.

e) **Ověření experimentem**

1. Pozorování žáků, co se děje, ověření unikajícího plynu.

1. Pozorování žáků průběhu experimentu (možnost zase využít pH papírky).

f) **Potvrzení či vyvrácení původní hypotézy**

Zhodnocení předvídání žáků, jeho odůvodnění.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



g) **Zobecnění experimentu**

1. Zobecnění pojmu katalyzátor, lze k tomu použít i „zapálení kostky cukru“. Z čehož následuje všeobecné vyvození pojmu katalyzátor.

Propojení s desinfekcí a krví – pokud nalejeme peroxid vodíku na neporaněnou ruku – nic se neděje. Pokud na odřenou – bublá. Proč?

1. Reakce kyselin se zásadou – jaké je výsledné pH. Jak se nazývá tato reakce, její další příklady.

III. Strukturované bádání

Poměr aktivity učitel – žák

- Téma: učitel
- Otázka: učitel
- Pomůcky: učitel
- Návrh experimentu: učitel
- Výsledky/rozbor: učitel/žáci
- Závěry: žáci

Experimenty – průběh

- V. Reakce zinku s kyselinou chlorovodíkovou
- VI. Měření pH při reakci kyselinotvorných a zásadotvorných oxidů

Bádání se skládá z dílčích kroků (Dostál, 2014):

h) **Pozorování a popis skutečnosti (vjemů a poznatků)**

Žáci aktivně popisují látky (ne pouze názvem), popisují jejich vlastnosti (to, co vidí, cítí):

- V. zinkové pecky, roztok kyseliny chlorovodíkové
- VI. síra, vápník, vodný roztok indikátoru pH

- **Formulace problému, tvorba hypotéz**

Učitel nechá žáky, aby vytvářeli vlastní hypotézy. Otázky typu, co předpokládáme? Co si myslíte, že nastane, když...

- **Ověření experimentem**

Zformulovaná hypotéza je experimentálně ověřována. Žáci mohou navrhnout to, jak experiment bude probíhat, jak můžeme hypotézu ověřit.

- **Potvrzení či vyvrácení hypotézy**

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Žáci po proběhnutí experimentu potvrdí nebo vyvrátí zformulovanou hypotézu. Odůvodňují podstatu průběhu experimentu.

- **Zobecnění experimentu**

Na zobecnění se podílí žáci, vyvozují závěry z proběhnutého experimentu.

Např. zvýšení teploty jako faktor rychlosti chemické reakce

Redoxní děj

- h) **Pozorování a popis skutečnosti**

2. Otázka na žáky – co vidíte? Obejít žáky s látkou (žáci budou typicky odpovídat vodu, uhlí, atd.) Vyučující vede žáky k popisu látky (pozorování). Mohou mít k dispozici pH papírek či další indikátory – vyvození kyselého pH HCl.
 - Např. čirá kapalina, bez zápachu, podobající se vodě, ale lišící se pH...
3. To stejné, jako u prvního experimentu.

- i) **Formulace problému, tvorba hypotéz**

- Nechat žáky pozorovat, zda se děje něco se zinkem, pokud do zkumavky s ním přidáme obyčejnou vodu (nic). Nechat žáky vyvodit, co se stane při stejném úkonu s kyselinou chlorovodíkovou. Po přidání uniká plyn – učitel postaví žáky před problém, co by to mohlo být za plyn (možnosti asi H_2 , Cl_2). Žáci navrhnou možnosti, přičemž učitel nechá žáky navrhnout, jak by šlo zjistit, o který plyn se jedná.

(ověření doutnající špejlí – co by se stalo, kdyby byl plyn vodík).

- Na základě znalosti pH látek a vzniku oxidů mohou žáci předvídat, co by se mohlo stát, o jakou reakci se může jednat, pokud vzniklý oxid následně smísí s vodným roztokem indikátoru. Návrh žáků, jak provést experiment.

- j) **Ověření experimentem**

2. Pozorování žáků, co se děje, ověření unikajícího plynu, měření rychlosti reakce při normální teplotě a při zahřátí.
3. Pozorování žáků průběhu experimentu (možnost zase využít pH papírky), pozorování barevné změny indikátoru v roztoku, vyvození toho, co se právě stalo.

- k) **Potvrzení či vyvrácení původní hypotézy**

Zhodnocení předvídání žáků, jeho odůvodnění.

- l) **Zobecnění experimentu**

2. Vyvození účinku teploty jako faktoru ovlivňující průběh chemické reakce. Propojení s efektivitou přípravy a výroby chemických sloučenin.
3. Reakce oxidů – vznik kyselého a zásaditého roztoku při použití různých roztoků – ověření rozdělení oxidů na kyselinotvorné a zásadotvorné.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Hodnotitelský záznamový arch:

I. Formulace problému a plánování	N	--	-	+	++
Výuka vybízí žáky k formulaci otázky či problému.					
Výuka vybízí žáky k formulaci hypotézy, která se dále testuje.					
Výuka vybízí žáky k plánování postupu (identifikaci a definici nezávislé a závislé proměnné veličiny, určení vzájemného vztahu).					
Výuka vybízí žáky k návrhu pozorování/postupu měření (jaké pomůcky použít, jak sestavit experiment).					
Výuka vybízí žáky k předpovídání výsledku experimentu.					
II. Realizace	N	--	-	+	++
Výuka podněcuje k manipulaci s pomůckami nebo softwarem.					
Výuka vybízí žáky k pozorování experimentu či jeho měření.					
Výuka vybízí žáky k zaznamenávání výsledků pozorování a měření.					
Výuka vybízí žáky k realizaci výpočtů v průběhu experimentu.					
Výuka vybízí žáky k vysvětlování či upravování postupů.					
III. Analýza a interpretace	N	--	-	+	++
Výuka vybízí k transformaci výsledků do standardních forem (např. tabulky nebo grafy).					
Výuka vybízí k určování vztahů mezi proměnnými veličinami (např. na základě grafů, tabulek, dat v textu).					
Výuka vybízí žáky k určování přesnosti experimentálních dat (identifikaci možných zdrojů chyb).					
Výuka vybízí žáky k porovnání dat s hypotézou/předpověďmi.					
Výuka vybízí žáky k diskusi o omezení (předpokladech) realizovaného postupu.					
Výuka vybízí žáky ke zobecnění výsledků.					
Výuka vybízí žáky k formulaci nových otázek a problémů.					
Výuka vybízí žáky k formulaci závěrů.					
IV. Sdílení a prezentace	N	--	-	+	++
Výuka vybízí žáky ke sdílení a prezentaci výsledků před spolužáky.					

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Výuka vybízí žáky k diskuzi/obhajování výsledků a argumentaci.					
Výuka vybízí žáky k vypracování formální zprávy či protokolu o výsledcích.					
V. Aplikace a další využití	N	--	-	+	++
Výuka vybízí žáky k předpovědi na základě výsledků zkoumání.					
Výuka vybízí žáky k formulaci hypotézy na další zkoumání.					
Výuka vybízí žáky k aplikaci experimentálních postupů na nové problémy.					

4) Závěrečná zpráva

1. Uvedení do problematiky

Zájem žáků o přírodovědné předměty je dle řady výzkumů (Čtrnáctová & Zajíček, 2010; Kubiátko, Švandová, Šibor, & Škoda, 2012; Rusek, 2013) nízký. Zájem žáků však u jednotlivých témat kolísá, přičemž největší motivační potenciál vykazuje experimentování ve výuce (Rusek, 2011, 2013; Rusek, Chytrý, Honskusová, 2019). Při využívání laboratorních pomůcek a provádění experimentů zájem žáků o vyučovací předmět chemie dokonce roste (Švandová, 2012). V této souvislosti se objevují negativní argumenty stran nedostatečného pomůckového vybavení k realizaci školních experimentů. Reakcí na ně je ale jednak promyšlené zařazování virtuálních experimentů (viz např. Škoda & Doulík, 2009), nebo využití některé z dostupných sad sloužících jako alternativa chemické laboratoře (Beneš, Rusek & Kudrna, 2015).

Někteří autoři (např. Rusek, Slavík & Najvar, 2016; van den Berg, 2013) rozporují efektivitu experimentu, zvláště kvůli nedostatečnému důrazu na přemýšlení žáků při probíhajícím pokusu. Jako efektivní pojetí experimentu se proto jeví badatelsky orientovaná výuka (BOV) (Janštová & Rusek, 2014), která svým pojetím přímo vyžaduje aktivní zapojení žáků. Jak dokazují výzkumy z Číny, samotní učitelé mají k badatelskému pojetí výuky přírodovědných předmětů kladný vztah. Přesto jim v častějšímu využívání brání podmínky jejího uskutečňování, a to například vysoký počet žáků ve třídě, nedostatek vybavení nebo nevyhovující předepsané učivo

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



(Zhang a kol., 2005). Přitom právě pro žáky základní školy, a to převážně osmých ročníků a odpovídajících ročníků víceletých gymnázií, kteří se s chemií setkávají většinou poprvé, je experiment a nové objevování nejdůležitějšími prvky jejich další motivace (Škoda & Doulík, 2009). Některé výzkumy ukazují lepší výsledky žáků, kteří prošli BOV (McKinnon & Renner, 1971; Renner, 1980; Taylor & Bilbrey, 2012) oproti jejich vrstevníkům, kteří prošli klasicky vedenou výukou.

1.1 Cíl akčního výzkumu

Tento akční výzkum si klade za cíl zapojit prvky BOV do výuky vzdělávání na základní škole, a pomoci tak učitelům k aktivizaci žáků při hodinách a vyšší efektivitě využívaných experimentů.

Vzhledem k důležitosti experimentální složky výuky chemie a z ní plynoucích požadavků učitele byl akční výzkum veden těmito výzkumnými otázkami:

Jakým způsobem lze zařadit prvky BOV do demonstračního experimentu?

V souvislosti se sledováním aktivit žáků pomocí záznamového archu může být položena také otázka:

Jak se změní schopnost žáků popisovat chemické experimenty po zařazení prvků BOV do výuky chemie?

2. Metodologie

2.1 Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek tvořili žáci osmého a devátého ročníku ZŠ Mníšek pod Brdy, spolu s jejich vyučujícím chemie. Časová dotace předmětu pro oba ročníky činí dvě hodiny týdně. Akční výzkum probíhal v následujících krocích.

2.2. Metody

Pro hodnocení učitelova pojetí experimentu a zjišťování přenosu aktivity na žáky byl vytvořen nástroj, který vychází z klasifikace badatelských zručností pro experimentální aktivity Van den van den Berga (2013), kterou Balogová a Ješková (2016) doplnily o část „sdílení a prezentace“

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



po vzoru Fradda (2001). Tato klasifikace se stala podkladem pro výzkum dosažených badatelských schopností (viz Ješková a kol., 2016).

V akčním výzkumu bylo zapotřebí využít klasifikaci pro hodnocení průběhu vyučovací hodiny, proto byla zasazena do nástroje Žáka (2019). Ten vytvořil nástroj pro hodnocení vyučovacích hodin metodou pozorování, přičemž výzkumník zaznamenává pozorované jevy do archu s posuzovací škálou, viz tabulku 2.

Tabulka 1 Posuzovací škála záznamového archu (dle Žáka, 2019)

N	--	-	+	++
Nevyskytlo se, neproběhlo, nebylo pozorováno.	Vyskytlo se, ale nevydařené, neefektivní.	Vyskytlo se, ale zcela vydařené, efektivní.	Vyskytlo se a poměrně vydařené, poměrně efektivní.	Vyskytlo se a mimořádně vydařené, mimořádně efektivní.

Vzhledem k výzkumům prokazujícím vysokou efektivitu badatelsky orientovaného vyučování (McKinnon & Renner, 1971; Renner, 1980; Taylor & Bilbrey, 2012) byl i dosavadní stav experimentů využívaných při výuce hodnocen na základě klasifikace schopností bádát. Počáteční stav byl zjišťován dvěma metodami, které vyžadovaly přítomnost výzkumníků přímo ve výuce.

První z nich bylo využití záznamového archu (viz Tvorba hodnotícího nástroje), který byl hodnocen dvěma hospitujícími výzkumníky a vyučujícími. Dále byl analyzován žákovský popis sledovaných experimentů.

Na základě sledované hodiny směřoval intervenční plán k přenosu aktivity z učitele na žáky a přetvořením demonstračního experimentu v experiment se zapojením prvků BOV. Intervenční plán zahrnoval metodické návody pro realizaci učitelem plánovaných experimentů. Tyto experimenty byly upraveny tak, aby vybízely žáky k jednotlivým krokům bádání:

- Pozorování a popis skutečnosti,
- formulace problému, tvorba hypotéz,

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



- ověření experimentem,
- potvrzení či vyvrácení hypotézy,
- zobecnění experimentu (Dostál, 2015).

Veškerá bádání byla navržena pro první dvě úrovně (potvrzující a strukturované), viz tabulku 1.

2.3 Průběh výzkumu

Intervence probíhala v rozsahu 6 vyučovacích hodin, ve kterých vyučující experimentoval s ohledem na prvky a dílčí kroky BOV.

Záznamové archy byly v průběhu výzkumu vyplňovány třemi osobami, přičemž k výsledné hodnotě bylo třeba shody dvou hodnotitelů.

Volné reflexe žáků byly hodnoceny podle dvou kritérií. Prvním z nich byla faktická správnost popisu. Druhým kritériem bylo zapojení principu experimentu do svého popisu. Tyto byly hodnoceny jako povrchní, např.: „*Změnila barvu, pak začala bublat a zahřívala se, potom to vyprsklo a doutnalo.*“ nebo objasňující princip pozorovaného děje, např.: „*Zkumavka s peroxidem vodíku a oxidem manganičitým reagovala tak, že zvyšovala teplotu, až se látka začala vařit. Při reakci vznikala kyselina.*“

Každý žákovský popis experimentu byl posuzován třemi nezávislými hodnotiteli. Výsledná hodnota byla získána po shodě dvou osob. Pokud nedošlo ke shodě alespoň dvou hodnotitelů, posuzoval popis experimentu čtvrtý nezávislý hodnotitel. Do hodnocení byli zařazeni pouze žáci, kteří se účastnili obou vyučovacích hodin, ve kterých docházelo k zjišťování stavu. Výzkumný vzorek tedy tvořilo 18 žáků osmého ročníku a 18 žáků devátého ročníku.

Na prvním setkání byla učitelem nastíněna oblast, ve které by chtěl výuku dále rozvíjet. Tématem, které vyučujícího zajímalo bylo zařazení experimentů do výuky chemie.

V lednu proběhlo setkání akademického pracovníka, studentů a učitele. Setkání směřovalo k tvorbě výzkumné otázky. Ta byla ve svém nejširším pojetí položena učitelem následovně:

**Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností**

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



"Jak zlepšit efektivitu, dopad a postoj ke studiu chemie prostřednictvím žákovských experimentů?" Cílem učitele bylo vytvoření metodiky, které by obsahovaly všechny možné jevy, které daný experiment pokrývá. Dále učitele zajímalo, jaký dopad má zpracování experimentu na porozumění žáků. Výzkumná otázka byla v průběhu setkání zkonkretizována a zaměřena na efektivitu experimentů při přesunu aktivity na žáky. Otázka byla položena takto: *„Jak zlepšit efektivitu demonstračních experimentů ve výuce chemie?“*

Setkání studentů, akademických pracovníků a učitele

Na prvním setkání byla učitelem nastíněna oblast, ve které by chtěl výuku dále rozvíjet. Tématem, které vyučujícího zajímalo bylo zařazení experimentů do výuky chemie.

Setkání s akademickým pracovníkem

V lednu proběhlo setkání akademického pracovníka, studentů a učitele. Setkání směřovalo k tvorbě výzkumné otázky. Ta byla ve svém nejširším pojetí položena učitelem následovně: *"Jak zlepšit efektivitu, dopad a postoj ke studiu chemie prostřednictvím žákovských experimentů?"* Cílem učitele bylo vytvoření metodiky, které by obsahovaly všechny možné jevy, které daný experiment pokrývá. Dále učitele zajímalo, jaký dopad má zpracování experimentu na porozumění žáků. Výzkumná otázka byla v průběhu setkání zkonkretizována a zaměřena na efektivitu experimentů při přesunu aktivity na žáky. Otázka byla položena takto: *„Jak zlepšit efektivitu demonstračních experimentů ve výuce chemie?“*

Tvorba nástroje pro vyhodnocení počátečního stavu

V průběhu ledna pracovaly studentky na hledání informací k dané problematice. Pro analýzu počátečního stavu byl po konzultaci s akademickým pracovníkem použit nástroj sestavený k hodnocení výuky, který byl připraven Žákem (2007), jednotlivé položky byly upraveny pro zjišťování aktivity žáků v průběhu experimentu dle Ješkové a kol. (2016).

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Tento nástroj slouží jako záznamový arch, který byl použit k hodnocení vyučovacích hodin, v nichž byl klíčovou aktivitou demonstrační experiment.

Jako další nástroj pro zjišťování počátečního stavu sloužilo pozorování hodin studenty a popis průběhu experimentu samotnými žáky. K jejich popisu nebyl sestaven žádný nástroj, žáci volně popisovali průběh a princip provedeného experimentu.

Komunikace s učitelem

Komunikace se týkala organizace a možností termínů návštěv školy. Zároveň byl stanoven časový harmonogram pro akční výzkum.

Návštěva školy

První návštěva školy sloužila k zmapování výchozího stavu, a to jak v pojetí experimentu, tak v žákovském porozumění. Studentky pozorovaly dvě vyučovací hodiny, ve třídách 8.A a 9.B. Průběh hodiny studentky volně popsaly, zároveň byl vyplněn záznamový arch (Tab. 7). Záznamový arch byl po vyučovací hodině předán i učiteli, který jej také vyplnil. Po proběhnutí experimentu učitel vyzval žáky, aby popsali pozorovaný pokus a jeho princip.

Pozorovaná vyučovací hodina v osmé třídě se věnovala faktorům ovlivňujícím rychlost chemické reakce.

Využit byl experiment rozkladu peroxidu vodíku za působení oxidu manganického jako demonstrace použití katalyzátoru.

V deváté třídě probíhal demonstrační experiment – hoření hořčíku, tematicky se týkající redoxních dějů.

Přepis získaných údajů do elektronické formy

Veškerá získaná data byla přepisována do elektronické podoby, pro možnost jejich sdílení s učitelem a akademickým pracovníkem.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Vyhodnocování výchozího stavu

Ze záznamových archů a přímého pozorování vyplynulo, že vyučující v průběhu experimentu žáky do výuky zapojuje minimálně nebo vůbec. Žáci neměli prostor na vytvoření hypotézy ani popis používaných látek a jejich vlastností. Popisy experimentů byly ve většině případů pouze povrchové. Žáci v mnoha případech nevysvětlovali děje, pouze popisovali vizuální stránku děje, např.: „*Po vhození zinku se začalo ze zkumavky kouřit.*“

Setkání studentek

Pro návrh intervenčního plánu probíhala řešerše. Studentky se zaměřovaly převážně na možnosti aktivizace žáků.

Setkání s akademickým pracovníkem

Cílem konzultace studentek s akademickým pracovníkem bylo navrhnout intervenční plán. Tento plán zahrnoval zapojení prvků badatelsky orientované výuky do průběhu demonstračních experimentů. Výsledkem byl intervenční plán, který byl dále konzultován s učitelem a zahrnoval celkový průběh experimentu s akcentem na popis látek žáky, tvorbu hypotéz a závěrů i jejich hodnocení dle Dostála (2013).

Po zjištění výchozího stavu a návrhu intervence mohla být výzkumná otázka položena konkrétněji: „*Jak se u žáků změní porozumění experimentům při aplikaci prvků badatelsky orientované výuky do demonstračního edukačního experimentu?*“ Druhým sledovaným jevem, který se první otázky týká byla aktivita žáků, proti aktivitě učitele. „*Jak se změní aktivita žáků po zavedení prvků badatelsky orientovaného vyučování?*“



Komunikace s učitelem

Vyučující poskytl studentkám harmonogram plánovaných experimentů ve výuce. Tyto návrhy studentky zpracovaly jako návod pro učitele, spolu s možnostmi aplikace prvků badatelsky orientované výuky.

Zpracování pojetí experimentů

Zpracovávání experimentů tak, aby jednotlivé fáze pokusu byly rozděleny podle Dostála (2013). Každý učitelem plánovaný experiment byl tak rozdělen do kroků:

- Pozorování a popis skutečnosti,
- formulace problému, tvorba hypotéz,
- ověření experimentem,
- potvrzení či vyvrácení hypotézy,
- zobecnění experimentu.

Návod vychází ze strukturovaného bádání. Experimenty byly sestavovány tak, aby téma experimentu zadával učitel, který vymýšlí také otázky a zajišťuje pomůcky, vybavení.

Konkrétní experimenty pak byly použity tak, aby mohly být provedeny co nejjednodušším a nejvíce transparentním způsobem, což je pro efektivitu experimentu velmi důležité (Trna, 2012). Návrh experimentu je z části na učiteli, z části na žácích. Výsledky a rozbor experimentu jsou na žácích, závěry také.

Návštěva školy

Druhá návštěva školy probíhala s cílem pozorování aplikace intervenčního plánu. A osobní schůzky směřující k objasnění intervenčního plánu a návrhů dalších experimentů. Výsledkem osobní schůzky byl společný návrh dalších experimentů. Jako stěžejní byly použity následující experimenty – „blesky ve zkumavce“, které učitel využil v tématu anorganické chemie,

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



konkrétně redoxních dějů a „amoniakovou fontánu“, která měla demonstrovat způsob vzniku některých sloučenin, v tomto případě hydroxidů.

Poslední návštěva školy se probíhala s cílem vyhodnocení úspěšnosti intervence. Pro vyhodnocení úspěšnosti intervence slouží porovnání výchozího stavu a stavu po intervenci. Kromě experimentů, které byly zvoleny pro výsledné porovnání, probíhaly v mezidobí i experimenty, které sloužily k určitému tréninku používané metody. Mezi tyto experimenty patřily například reakce zinku s kyselinou chlorovodíkovou při různých teplotách a v různém skupenství; vznik chloridu amonného s cílem demonstrace reakce kyseliny a hydroxidu (neutralizace). Pro 9. třídu pak sloní zubní pastu, s cílem zopakovat a poukázat na katalyzovanou reakci rozkladu peroxidu vodíku; či měření pH roztoků, které vznikly reakcí kyselinotvorných či zásadotvorných oxidů podle struktury níže. Proto byly k vyhodnocení použity stejné nástroje jako při vyhodnocování počátečního stavu.

Přepis získaných údajů do elektronické formy

Veškerá získaná data byla přepisována do elektronické podoby, pro možnost jejich sdílení s učitelem a akademickým pracovníkem.

Konzultace s akademickým pracovníkem

Konzultace se týkala návrhu vyhodnocování získaných výsledků. Jelikož byl akční výzkum kombinací kvantitativního a kvalitativního výzkumu, byl po poradě zvolen kombinovaný přístup – sběr dat pomocí záznamového archu, který byl vytvořen dle Žáka (2007) a upraven dle Ješkové a kol. (2016).

Vyhodnocování výsledků, získané informace

Data nasbíraná pomocí záznamových archů byla vyhodnocována statisticky. Byly porovnány hodnoty výchozí a hodnoty po intervenci. Porovnání proběhlo na základě číselných rozdílů v množství v různé míře se objevujících zdařilých či méně zdařile využitých faktorů badatelsky

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



orientovaného vyučování. Popisy provedených experimentů ze strany žáků byly vyhodnocovány učitelem a studentkami dle dohody na červnovém setkání. Sledovali jsme, zda se jedná o popisy fakticky správné, povrchní, nebo o popisy, které se snaží zachytit pravou chemickou podstatu experimentu. Výsledky převedené do dat byly opět porovnány.

3. Výsledky

Počáteční stav byl hodnocen v osmém ročníku na základě pozorované vyučovací hodiny, jejíž součástí byl demonstrační experiment *hašení hořčíku*. Data po proběhnutí intervence byly získány z vyučovací hodiny s experimentem – *amoniakální fontánou*. V devátém ročníku byla data sbírána z hodiny, která byla zaměřena na experiment *rozklad peroxidu vodíku*. Hodnocení výsledků intervence probíhalo při experimentu *blesky ve zkumavce*.

Aktivita učitele

Výsledky záznamového archu shrnují pro obě třídy, ve kterých akční výzkum probíhal shrnují tabulky 3 a 4. Z výsledků vyplývá, že se podařilo prvky BOV do výuky chemie zapojit. Z 24 kritérií BOV dle Balogové a Ješkové (2016) se ve výuce objevily pouze čtyři v osmé třídě, pět v ročníku devátém.

V osmém ročníku se ve výuce vyskytlo *zobecnování výsledků a formulace závěrů*, které bylo hodnoceno jako zcela nevydařené, stejně tak byla hodnocena položka *tvorba předpovědi na základě výsledků zkoumání*. Jako poměrně vydařená byla hodnocena pouze položka *pozorování experimentu*.

Výsledky pozorování hodiny po provedení intervence se v osmém ročníku projeví v počtu zapojených prvků, přičemž se ve výuce objevilo 21 kritérií. Jako zcela nevydařené nebyla hodnocena ani jedna položka archu. Tři položky (*předpovídání výsledku experimentu*,

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



vysvětlování či úprava postupů a zaznamenávání výsledků pozorování) byly hodnoceny jako málo vydařené, zbylé položky hodnotitelé posoudili jako poměrně či mimořádně vydařené.

Tabulka 2

Ročník	Nevyskytlo se	Vyskytlo se		
		Zcela nevydařené	Málo vydařené	Poměrně vydařené
8.				
Výchozí stav	20	2	1	1
Po intervenci	3	0	3	15

V devátém ročníku byly do výuky v počátečním stavu akčního výzkumu zapojeny prvky BOV, a to konkrétně *předpovídání výsledku experimentu, zobecňování výsledků experimentu a předpověď na základě výsledků zkoumání*. Všechny tyto kategorie byly hodnoceny jako zcela nevydařené. Jako málo vydařené byla hodnocena formulace závěrů. Poměrně vydařené bylo před zahájením intervence pozorování experimentu.

Po intervenci učitel v devátém ročníku zapojil do výuky 17 prvků BOV. Z nich nebyl ani jeden hodnocen jako zcela nevydařený, dva (*formulace hypotézy, vysvětlování či úprava postupů*) byly hodnoceny jako málo vydařené. Patnáct zapojených položek se jeví jako poměrně či mimořádně vydařené.

Tabulka 3

Ročník	Nevyskytlo se	Vyskytlo se		
		Zcela nevydařené	Málo vydařené	Poměrně vydařené
9.				
Výchozí stav	19	3	1	1
Po intervenci	7	0	2	10

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Schopnost interpretace experimentů žáky

Schopnosti žáků popisovat tyto experimenty shrnují tabulky 5 a 6.

Žáci osmého ročníku volili při popisu pozorovaných experimentů častěji povrchní popis, který byl z větší části (v 8 z 15 případů) posouzen jako chybný. Všichni žáci (3), kteří volili popis principu experimentu jej vystihli správně. Po intervenčním zásahu popisovala experiment povrchně polovina žáků, přičemž fakticky správných popisů principů experimentů se ve třídě vyskytlo 7.

Tabulka 4

Ročník 8.	Povrchní popis		Popis principu reakce
	<i>Fakticky chybný</i>	<i>Fakticky správný</i>	<i>Fakticky chybný</i>
Výchozí stav	8	7	0
Po intervenci	7	2	2

V devátém ročníku popisovalo experiment povrchně 8 žáků. Přičemž jako správný, ale povrchní popis bylo hodnoceno 6 popisů. Princip reakce popisovalo 10 žáků, polovina těchto popisů bylo fakticky správných.

Po intervenci se počet povrchních popisů zvýšil na 12, 6 jich bylo zhodnoceno jako správné. Princip reakce po provedení intervence popsalo 6 žáků, přičemž 5 popisů bylo fakticky správných.

Tabulka 5

Ročník 9.	Povrchní popis		Popis principu reakce
	<i>Fakticky chybný</i>	<i>Fakticky správný</i>	<i>Fakticky chybný</i>
Výchozí stav	6	2	5
Po intervenci	6	6	1

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



4. Diskuze a závěr

Výuka v počátečním stavu sice zahrnovala experimentování ve výuce, tyto však neodpovídaly zásadám správného provedení. Žáci nad experimenty neuvažovali (Beneš 1999). Experiment se při jeho nesprávném zařazení stává pouhou demonstrací některých jevů (Rusek et al., 2016). Návody, které byly učiteli předloženy se jeví jako dostatečné pro jeho schopnost zařazení prvků BOV a všech dílčích kroků bádání do výuky. V obou ročnících se projevil znatelný rozdíl v množství zapojených prvků BOV, přičemž se většina z nich vydařila poměrně nebo mimořádně.

V osmém ročníku se jeví intervence v podobě zaktivizování žáků prostřednictvím BOV jako úspěšné, přičemž se zvýšil počet popisů principů experimentů, zároveň se zvýšil počet správných popisů. V devátém ročníku výsledky tento trend nevykazují. Zdá se zde, že intervence v otázce týkající se porozumění žáků experimentům nebyla úspěšná.

Důvodem neúspěšnosti intervence v devátém ročníku může být volba experimentů. V tomto případě byl zvolen experiment „blesky ve zkumavce“ (reakce konc. H_2SO_4 , ethanol a $KMnO_4$). Používané experimenty by měly splňovat některé charakteristiky, k nimž patří také transparentnost experimentu,

Vzhledem k rozdílům výsledků tříd po aplikování stejného přístupu učitele k experimentům vyplývá, že samotné zapojení prvků BOV k lepšímu pochopení experimentů žáky nestačí a roli v jejich porozumění a schopnosti popisu hraje i volba používaného experimentu.

Otázkou zůstává, jak zhodnotit vhodnost experimentu. Ten by měl demonstrovat pouze prezentovaný jev a potlačovat doprovodné, které by mohly komplikovat porozumění (Trna, 2013).

Akční výzkum se zabýval problematikou zapojení edukačních experimentů do výuky chemie. Do výuky s využitím demonstračních experimentů a minimální aktivizací žáků se akční výzkum snažil zapojit prvky BOV a zvýšit tím efektivitu experimentů a schopnosti žáků interpretovat je.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



Výsledky ukazují, že návrh zpracování experimentu pro učitele může fungovat a učitel je schopen prvky BOV úspěšně zapojovat do výuky. Schopnost interpretace experimentů však pouhé zaktivizování žáků a forma provedení experimentu neovlivňuje. Dopad na tyto schopnosti může mít také zvolený experiment. Ten by měl splňovat určité zásady. Jednou z nich je transparentnost.

Výběr experimentů s vhodnými parametry pro porozumění žáků může být námětem pro další výzkum.

5. Seznam literatury

Beneš, P. (1999). *Reálné modelové experimenty ve výuce chemie*. Praha: UK PedF.

Čtrnáctová, H., & Zajíček, J. (2010). Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*, 104.

Dostál, J. (2013). Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*, 1(1), 9-19.

Janštová, V., & Rusek, M. (2014). Ways of Student Motivation towards Interest in Science. In M. Rusek, D. Stárková, & I. Metelková (Eds.), *Project-based Education in Science Education XII*. (pp. 28-33). Praha: Charles University in Prague, Faculty of Education.

Ješková, Z., Lukáš, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016). Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnázia. *Scientia in educatione*, 7(2), 48-70.

Kubiatko, M., Švandová, K., Šibor, J., & Škoda, J. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82-96.

Mckinnon, J. W., & Renner, J. W. (1971). Are colleges concerned with intellectual development?. *American Journal of Physics*, 39(9), 1047-1052.

Zvýšení kvality vzdělávání žáků, rozvoje klíčových kompetencí, oblastí
vzdělávání a gramotností

reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_011/0000664



MŠMT. (2008). Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Dostupné z http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku-_o_PTO.pdf

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., et al. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brusel: European Commission.

Rusek, M. (2013). Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in educatione*, 4(1).

Schneider, I. S., & Renner, J. W. (1980). Concrete and formal teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(6), 503-17.

Starý, K., & Chvál, M. (2009). Kvalita a efektivita výuky: metodologické přístupy. *Výzkum výuky: Tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody*, 63-81.

Taylor, J., & Billbrey, J. (2012). Effectiveness of Inquiry Based and Teacher Directed Instruction in an Alabama Elementary School. *Journal of Instructional Pedagogies*, 8.

Trna, J. (2013). Fyzika: Záhadná setrvačnost těles v jednoduchých experimentech. T. Janík, J. Slavík, V. Mužík, J. Trna, T. Janko, V. Lokajíčková, J. Lukavský, E. Minaříková, Z. Šalamounová, E. Šebestová, N. Vondrová & P. Zlatníček (Eds.).

Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, 19(3), 45-64.

Žák, V. (2007). Zjišťování parametrů kvality výuky fyziky.