

Zavádění badatelských úloh do výuky laboratorního cvičení pro magisterské studenty učitelství chemie

Vznik tohoto studijního materiálu byl financován Programem na podporu strategického řízení (PPSŘ) pro rok 2023 – označení projektu: MUNI/IVV/0816/2023

Úvodní slovo a poděkování

Tento metodický materiál popisuje přípravu, realizaci a vyhodnocení inovace předmětu C7650 Školní pokusy 1 na PŘF MUNI v Brně v jarním semestru 2024. Inovace spočívala v začlenění principů badatelsky orientované výuky (BOV) do tohoto laboratorního cvičení.

Čtenář se v tomto dokumentu může dozvědět, jaká jsou specifika inovovaného předmětu, a proč jsme se rozhodli inovovat výuku právě tohoto praktika. Dále je zde popsán průběh činností spojených s přípravou zaváděné inovace v průběhu podzimního semestru a konečně i popis samotné realizace během semestru jarního. Důraz je kladen na to, abychom zmínili vše, co z provedených úprav považujeme za zdařilé (co je vhodné zachovat), co by ještě zasloužilo v příštích letech další optimalizaci (co změnit) a případně i to, co se se nám neosvědčilo (co v budoucnu raději zrušit).

Členy řešitelského týmu byli vyučující předmětu, jeho garanti a v neposlední řadě také nepostradatelná administrativní podpora.

Projekt vznikl na základě vyhlášení interní výzvy nazvané Podpora inovací ve výuce klíčových vyučovacích předmětů Masarykovy univerzity. Tato výzva zahrnovala inovace ve třech možných oblastech, kterými bylo začlenění Simulační výuky, Projektová výuky nebo Badatelsky orientované výuky (tj. oblast, na kterou byl zaměřen i náš projekt). Realizace projektu probíhala od začátku července 2023 do konce června 2024.

Poskytnuté finanční podpory pro náš projekt si skutečně vážíme a velice za ní děkujeme. Přidělené prostředky jsme se snažily využít smysluplně, efektivně a v zájmu studujících.

Za vyučující praktika

Patrik Pospíšil & Erik Kalla

Obsah

Úvodní slovo a poděkování	1
Obsah	2
Popis předmětu C7650 Školní pokusy 1	3
Motivace pro začlenění principů BOV do výuky Školních pokusů	3
Cíle zavedené inovace.....	4
Plán inovace	4
Náš postup při zavádění inovace	5
Podzimní semestr.....	5
Jarní semestr.....	6
Evaluace zavedené inovace	7
Úvodní souhrnný popis realizované výuky	7
Evaluace	8
Z pohledu studujících	8

Popis předmětu C7650 Školní pokusy 1

Jedná se o povinný předmět v rámci magisterského studijního programu Učitelství chemie pro střední školy, který je organizován formou čtyřhodinových laboratorních cvičení každý týden semestru. Studenti se v průběhu tohoto kurzu prakticky seznamují s širokou škálou demonstračních experimentů a laboratorních úloh využitelných při výuce žáků na střední škole.

Primárním cílem praktika je, aby studenti učitelství po jeho absolvování dovedli k tématu své výuky zvolit vhodný experiment a dodržovat při jeho provádění správné didaktické postupy. Studenti si například musí být vědomi toho, jak organizovat laboratorní práci pro své žáky bezpečně. Další důležitou dovedností je sestavit pro laboratorní úlohu smysluplný a srozumitelný návod. Nedílnou součástí je také osvojení dovedností spojené se samotnou přípravou a vedením výuky v prostředí laboratoře atd.

Z uvedeného vyplývá, že se jedná o jeden ze stěžejních předmětů studijního programu, neboť rozvíjí některé znalosti a dovednosti, které jsou pro budoucí učitele chemie klíčové. Z tohoto důvodu jsme pokládali za přínosné se věnovat dalšímu rozvoji právě tohoto předmětu.

Motivace pro začlenění principů BOV do výuky Školních pokusů

Zavádění teorie i praxe BOV do přípravy budoucích učitelů (a tím nepřímo i do výuky na středních školách) považujeme za žádoucí z více hledisek. BOV totiž nabízí pro žáky možnost rozvoje v oblasti různých klíčových kompetencí definovaných v RVP G (Rámcový vzdělávací program pro gymnázia). Na prvním místě je třeba zmínit kompetenci k řešení problémů. Dále dochází k rozvoji kompetence k učení a kompetence komunikativní. Pokud je badatelsky orientovaná úloha organizována formou skupinové výuky, můžeme rovněž mluvit i o rozvoji kompetence sociální a personální.

Vysvětlení toho, proč je možné dosáhnout rozvoje dovedností žáku ve zmíněných oblastech, vyplývá z podstaty BOV jako takové. BOV je totiž vyučovací metoda, která je založená na přirozené lidské zvědavosti po poznání. Rovněž je to vyučovací forma, která nenechává žáky pouze v pasivní roli, ale naopak se je snaží přimět k aktivnímu zapojení. Lze proto říci, že BOV podporuje konstruktivistický přístup ve výuce. Badatelské úlohy využívají konfrontaci žáků s problémovými situacemi. Žáci řeší otázky či úkoly, které jsou zatím mimo limity jejich dosavadního poznání a porozumění o fungování světa. Právě takové situace mají žáky motivovat a podněcovat jejich touhu po bádání.

Při organizování BOV bychom měli docílit toho, že žáci přemýšlí nad daným problémem, sami si kladou otázky, formulují hypotézy a následně i plánují jejich (experimentální)

ověření. Nedílnou součástí je i reflexe získaných poznatků. Proto toto ověřování (pomocí pokusů) realizují, a následně vyhodnocují získané výsledky. Ideálně pak i na základě takto setříděných informací formulují své závěry a ty pak prezentují ostatním.

Z výše uvedeného je evidentní, že skrze realizaci BOV se učitel snaží u svých žáků podporovat schopnost samostatně se rozhodovat a také kriticky myslet. Nedílnou součástí BOV je také práce s chybou. Žáci zpravidla neformulují jen správné hypotézy, všechny jejich experimenty totiž nemusí hned vést k vytyčenému cíli. Badatelské úlohy je tak mohou naučit, že chyba je přirozená součást procesu učení. Závěrečná reflexe zase žáky učí, jak zpětně přemýšlet nad svým jednáním a především, jak se z něj poučit.

Příprava badatelsky orientovaných úloh však mnohdy klade na učitele nemalé nároky. Ani samotná realizace nemusí být snadná v případech, kdy ještě učitel nemá s touto formou výuky větší zkušenosti. Proto pokládáme za přínosné, aby byli budoucí učitelé chemie seznamováni s teorií, a především i s praxí BOV již během své pregraduální přípravy v rámci povinných laboratorních cvičení.

Cíle zavedené inovace

Cílem navržené inovace bylo trvalé začlenění BOV do osnov předmětu Školní pokusy 1. Synergické propojení teorie s praktickou zkušeností by totiž mělo vést ke dvěma zásadním přínosům. Prvním je samotné seznámení studentů s touto formou výuky. Druhým je, aby byli studenti zároveň schopni sami BOV aplikovat ve své učitelské praxi a ideálně i dokázali navrhovat nové badatelsky orientované úlohy.

V rámci zhodnocení zavedené inovace bylo naplánováno (a později i prakticky zrealizováno) dotazníkové šetření mezi studenty předmětu za účelem evaluace efektivity a získání zpětné vazby k použité výukové metodě. Do jaké míry se podařilo vytyčených cílů dosáhnout se můžete dočíst níže v kapitole *Evaluace*.

Plán inovace

Příprava a realizace chystané inovace Školních pokusů 1 sestávala z následujících kroků (podrobněji je každý bod rozepsán v navazujících oddílech dokumentu):

- 1) Vyhledávání a shromažďování inspirativních návodů, metodik a literatury, které se k tématu BOV v chemii vztahují
- 2) Příprava studijních materiálů pro studenty předmětu
- 3) Sestavení prezentace k teoretickým základům BOV v chemii

- 4) Příprava vlastní ilustrativní badatelské úlohy – příprava návodu, sepsání metodiky, praktické ověření úlohy a její následná optimalizace
- 5) Naplánování a přichystání samotné výuky – sestavení časového plánu, nákup potřebného materiálu, příprava roztoků, zajištění promítací techniky
- 6) Realizace a evaluace inovované výuky – vedení výuky inovovaného praktika, reflexe výuky se studenty na místě, sběr zpětné vazby v dotazníkovém šetření, zpětná reflexe a zhodnocení vyučujících praktika
- 7) Plán výuky praktika v navazujícím akademickém roce – co ze zavedených změn zachovat, co ještě dále upravit, od čeho raději upustit
- 8) Sdílení dobré praxe – sepsání a sdílení našich zkušeností s kolegy formou metodického materiálu

Náš postup při zavádění inovace

Podzimní semestr

Začlenění BOV do výuky praktika Školní pokusy 1 probíhalo až v jarním semestru 2024. Podzimní semestr 2023 byl proto věnován přípravám na plánovanou inovaci. Na začátku semestru startoval sběr podkladů a inspirativních materiálů, které poté byly využity pro přípravu inovace. V rámci zmíněného hledání zajímavých zdrojů byly nalezeny některé materiály, které nám sloužily jako inspirace (obecné metodiky i konkrétní badatelské úlohy zaměřené na chemii). Praktická badatelská výuka studentů v rámci praktika byla již v obrysech naplánována, avšak kompletní návody na jarní semestr doposud vypracovány nebyly. Na konci semestru byly shromážděny již veškeré potřebné materiály k tvorbě úvodní prezentace představující teorii BOV pro výuku praktik, jako podklad pro sepsání badatelských návodů a doprovodných metodik. S využitím nasbíraných podkladů byl sestaven návod vlastní laboratorní badatelské úlohy pro výuku jarních praktik. Jako téma badatelské úlohy bylo zvoleno Důkazové reakce kationů kovů (metoda kvalitativní chemické analýzy). Tento návod bylo ovšem potřeba ještě prakticky ověřit a případně na základě získaných poznatků dále optimalizovat.

Co se tedy v podzimním semestr zvládlo realizovat?

- studium problematiky badatelsky orientované výuky (BOV) v chemii
- vyhledávání a shromažďování materiálů (návodů a metodik) pro možnou inspiraci
- rozpracování aktualizace doprovodných studijních materiálů k předmětu – příprava studijních materiálů k teorii a praxi BOV
- navržení a sepsání ilustrativního návodu a metodiky k badatelsky orientované úloze na téma Důkazové reakce kationů

Zpětně hodnotíme, že práce v průběhu podzimního semestru byla dostatečná, neboť v průběhu jarního semestru jsme zvládli realizovat zbytek plánované inovace, což zahrnovalo:

- ověřování vytvořených návodů k BOV
- reflexe získaných zkušeností při ověřování sestavených návodů a metodik
- dokončení a optimalizace studijních materiálů a návodů k BOV
- teoretická příprava studentů na absolvování a případné navrhování badatelsky orientovaných úloh
- praktická zkušenost studentů s BOV skrze zažití průběhu badatelských úloh v roli žáků řešících zadaný problém
- vyhodnocování a reflexe realizované výuky cvičícími praktika – hledání prostoru pro možné zlepšení v příštích letech
- reflexe a zpětná vazba od studentů – zda spatřují přínos v začlenění teorie a praxe BOV do výuky praktika a jejich náhled na využití BOV v jejich vlastní budoucí praxi

Jarní semestr

Výuka praktika Školní pokusy 1 odstartovala dle vytyčeného plánu. Inovované hodiny s praktickým začlenění badatelských úloh byly stran termínového rozložení zařazeny až v závěrečné fázi semestru. V první části semestru proto probíhalo zamýšlené ověření připravené vzorové laboratorní badatelské úlohy s možností závěrečné optimalizace. Zároveň byla finalizována doprovodná prezentace zahrnující základní principy a koncepty BOV, která byla při inovované výuce využita. V průběhu semestru tedy byly nachystány studijní materiály pro studenty předmětu Školní pokusy 1 a my jsme byli připraveni odstartovat praktické zařazení BOV do výuky. Veškeré návody, které byly součástí inovace, byly reflektovány a optimalizovány. Proběhlo sestavení konkrétního časového plánu inovované laboratorní výuky, který vypadal následovně: 30 min úvodní teorie, 1h Důkazové reakce kationů, 15 min reflexe, 1,5 h Stanovení vitamínu C, 20 min reflexe a shrnutí, 25 minut zpětná vazba. Zpětně ale již víme, že reálné rozložení neodpovídalo tomuto plánu (podrobněji níže v oddílu *Evaluate*). Na konci semestru (druhý týden v květnu) proběhla vlastní realizace BOV v rámci praktika.

V průběhu jarního semestru se nám tedy podařilo zvládnout:

- reflexe získaných zkušeností při ověřování sestavených návodů a metodik
- dokončení a optimalizace studijních materiálů, návodů a metodik k BOV

- teoretická příprava studentů na absolvování a případné navrhování badatelsky orientovaných úloh
- praktická zkušenost studentů s BOV skrze zažití průběhu badatelských úloh v roli žáků řešících zadaný problém
- vyhodnocování a reflexe realizované výuky cvičícími praktika – hledání prostoru pro optimalizace v příštích letech
- reflexe a zpětná vazba od studentů – zda spatřují přínos v začlenění teorie a praxe BOV do výuky praktika a jejich náhled na využití BOV v jejich vlastní budoucí praxi (dotazníkové šetření)
- a v neposlední řadě také sepsání a publikování metodických materiálů k výuce praktické laboratorní výuky BOV pro budoucí učitele chemie, tedy tento materiál. :-)

Evaluace zavedené inovace

Z pohledu vyučujících

Úvodní souhrnný popis realizované výuky

Hodinu před začátkem inovovaného praktika jsme nachystali veškeré vybavení, materiál a chemikálie, které nebylo možné připravit dříve předem, jako byly např. vzorky pro stanovení či škrobový maz (zásobní roztoky hledaných kationů a anionických důkazových činidel byly připraveny s týdenním předstihem). Současně bylo třeba vypůjčit a přichystat plátno s dataprojektorem, aby bylo možné v laboratoři provést na začátku praktika krátké seznámení (v délce cca 15 min) s BOV po teoretické stránce (narozdíl od běžných učeben totiž laboratoř projekčním zařízením vybavená není).

Během úvodní prezentace se studenti aktivně zapojovali a odpovídali na dotazy. Následně proběhla samotná laboratorní výuka. Jako první úlohu jsme zvolili Stanovení vitamínu C v přírodním materiálu, kterou jsme zamýšleli realizovat jako úlohu s náročností 1,5 h čistého času a pouze s vybavením, které studenti měli uvedeno v pracovním listě (tj. bez kompletního laboratorního vybavení, jako jsou např. zkumavky či pipety).

Ve druhé části cvičení pak studenti realizovali další badatelskou úlohu zaměřenou na zjišťování obsahu iontů v neznámých vzorcích. Tuto úlohu jsme koncipovali jako kratší, na cca 1 h, s využitím základního laboratorního vybavení (stojan na zkumavky, zkumavky, kapátka, kapkovací destičky apod.). Stejně jako v předchozí úloze, i zde byla BOV vedena jako bádání organizované žákem. Po ukončení obou úloh proběhla vždy diskuze v

rozsahu cca 10 min, v posledních 5 minutách krátké informace k dotazníku (forma zpětné vazby od studentů) a finální shrnutí.

Evaluace

V prvé řadě je nutné podotknout, že nám hodina čistého času na přípravu inovované lekce před samotným začátkem nestačila, je tedy třeba v příštích letech připravovat výuku před samotným praktikem alespoň v délce 2 h čistého času.

Z hlediska teoretického úvodu k vedení badatelské výuky (cca 15 min) se ukázalo (z pohledu vyučujících i studentů), že byl rozsah této teoretické přípravy dostatečný a není proto potřeba jej v budoucnu rozšiřovat. Využití plátna s dataprojektorem hodnotíme kladně, pro skupinu cca 10 až 12 studentů je tato forma prezentace zcela dostačující (tj. není třeba se například přesouvat do seminární místnosti).

V rámci první úlohy (stanovení vitamínu C v přírodním materiálu) se časová dotace 1,5 h osvědčila, nepodařilo se nám však zcela zabránit tomu, aby studenti vůbec nepoužívali laboratorní sklo. Například často využívali stojan na zkumavky a zkumavky místo toho, aby využili nachystané plastové kelímky. Do budoucna je tedy naprosto nezbytné, abychom explicitně zdůraznili, že se jedná opravdu o úlohu, kde nemají využívat laboratorní vybavení. Krátkou reflexi po úloze (cca 15 min) zpětně oceňujeme, bylo vhodné ji zařadit ihned, a ne až po skončení celého praktika (ve vymezené době bylo o čem diskutovat). Ve druhé části cvičení by bylo dobré do budoucna lépe optimalizovat věnovanou časovou dotaci – někteří žáci totiž úlohu dokončili za 30 min, někteří by uvítali i více než 1 h. Tento problém by současně mohla vyřešit jiná forma BOV – bádání organizované učitelem.

Celkové časové rozvržení praktika se zdá být v pořádku – čas strávený v laboratoři je delší (3,5 hod čistého času), než je součet jednotlivých popsaných aktivit (není uveden čas na mytí skla a pomůcek, krátká pauza mezi oběma úlohami apod.).

Z pohledu studujících

Jako nástroj sběru dat pro závěrečnou evaluaci ze strany studujících jsme využili elektronické dotazník v aplikaci MS Forms. Pro možnost inspirace nabízíme zájemcům nahlédnutí na [sestavený formulář](#) (po otevření si můžete vyzkoušet vyplňování dotazníku z pohledu studenta předmětu).

Na základě zpětné vazby, kterou nám studenti poskytli skrze realizované dotazníkové šetření, můžeme říct, že studenti začlenění BOV do výuky praktika hodnotili pozitivně.

Studenti v dotazníku odpověděli, že podle jejich názoru byl teoretický výklad zařazený před samotnou praktickou laboratorní výukou dostatečně rozsáhlý. Přibližně polovina ze studentů uvedla, že úvodní teoretické seznámení s BOV (prezentace) pro ně byla přínosná a bylo třeba ji před praktickým prováděním badatelských úloh zařadit. Druhá polovina studentů naopak odpověděla, že vzhledem k tomu, že se s teoretickými základy BOV setkali již během studia, tak jejich připomenutí ve Školních pokusech 1 již nebylo nutné. Současně všichni studenti odpověděli, že teoretický koncept BOV již z dřívějšíka znali, nejedná se tedy o metodu, která by pro ně byla zcela nová nebo překvapivá. Naopak na dotaz, zda měli s BOV praktickou zkušenost odpověděla většina studentů (více jak dvě třetiny), že doposud nikoliv. Dále studenti uvedli, že množství souvisejících studijních materiálů, které k tématu laboratorní BOV chemie obdrželi, považují za dostatečné. Z výše uvedeného tedy vyplývá, že pro příští ročníky nemusíme úvodní teorii nijak rozšiřovat a primárně se soustředit na praktické provádění badatelských úloh.

Důležitou informací v rámci zpětné vazby pro nás představovalo vyjádření studentů o tom, že množství prakticky realizovaných badatelských úloh v rámci praktika považují za dostatečné. Velmi motivujícím zjištěním pro nás bylo, že studenti hodnotili začlenění teorie a praxe jako jednoznačně přínosné pro jejich budoucí práci učitele chemie. Potěšující byla i odpověď, že většina studentů by při své budoucí učitelské praxi ráda vyzkoušela konkrétní badatelské úlohy, které jsme jim v rámci inovovaného praktika představili. Stran názorů a postojů studentů praktika k BOV můžeme uvést, že všichni studenti v dotazníku odpověděli, že plánují začlenit BOV do své vlastní budoucí laboratorní výuky chemie. Převážná většina z nich dokonce vyjádřila chuť si vyzkoušet tvorbu vlastních badatelských úloh, což ukazuje (a rovněž nás to těší), že jim praktické vyzkoušení BOV v našem cvičení pravděpodobně mohlo sloužit jako impulz k budoucí realizaci této metody.

Ohledně dopadů realizované výuky na již zmíněný postoj studentů k BOV se v dotazníkovém šetření studenti vyjádřili tak, že jejich postoj se vlivem absolvované výuky ve většině případů výrazně nezměnil. V souvislosti s výše uvedenými fakty lze ale vyvodit, že u těch, u kterých se postoj změnil, to znamenalo posun k pozitivnějšímu vnímání BOV. V otevřené otázce nám studenti psali i konkrétní doporučení k tomu, co bychom ještě v příštích letech mohli (či měli) na výuce tématu BOV v praktiku vylepšit. Opakovaně například zaznělo, že by studenti ocenili to, kdyby si mohli vyzkoušet laboratorní úlohy v celé škále úrovní bádání, tedy od bádání organizovaného učitelem, až po bádání plně organizovaného žáky.