



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



**Internacionalizace, spolupráce, inovace, reflexe a evaluace
v přípravě budoucích učitelů**

CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0015764

Metodika výuky předmětu

Didaktika chemie 3 pro SŠ

KCH/D3SŠ

Autor metodiky

Doc. PaedDr. Jiří Rychtera, Ph.D.



Metodika výuky předmětu KCH/D3SŠ

Název dlouhý:	Didaktika chemie 3 SŠ
Akreditováno / Kredity:	Ano, 2 kred.
Rozsah hodin:	Přednáška 1 [HOD/TYD] Seminář 1 [HOD/TYD]
Akademický rok:	2021/2022
Způsob zakončení:	Zkouška (kombinovaná)
Vyučovaný semestr:	ZS
Profilující předmět:	Ne

Metodika byla zpracována v rozsahu 8 stran v roce 2022 a je určena primárně vyučujícím předmětu KCH/D3SŠ zařazeného do zimního semestru 2. ročníku navazujícího magisterského studia programu Učitelství chemie pro střední školy.

Cíl metodiky a zaměření úprav předmětu

Cílem metodiky je poskytnout vyučujícím předmětu metodickou oporu v realizaci uvedeného kurzu a dát doporučení k práci s nově vytvořenými materiály k tomuto předmětu. Metodika si neklade za cíl stanovit jednotný přístup, kterým by kurz měl být vyučován, naopak umožňuje různé pohledy beroucí v úvahu faktory jako počet vyučovaných studentů, jejich odbornou i didaktickou úroveň, preference vyučujícího z hlediska míry vedení studentů při výuce a podobně. Úpravy předmětu byly zamýšleny s cílem posílit evaluační a autoevaluační aktivity a vést studenty k hlubšímu přemýšlení nad koncepčními otázkami výuky chemie a různými alternativami v této oblasti. Výsledkem série kurzů zaměřených na didaktiku chemie by měl být student, který je obeznámen s různými přístupy k výuce tohoto předmětu, dokáže o dané problematice diskutovat, je si vědom svých silných a slabých stránek a dokáže svoji budoucí výuku přizpůsobit aktuálním potřebám a podmínkám ve specifické třídě. S tímto cílem byly vytvořeny následující materiály. Je třeba vzít do úvahy, že předmět KCH/DI3SŠ je posledním v rámci čtyřsemestrálního kurzu didaktiky chemie, který je kompletně inovován v rámci programu INSPIRE (po řadě kurzy KCH/PVCH, KCH/DI1SŠ, KCH/DI2SŠ, KCH/D3SŠ). Všechny kurzy mají stejný rozsah a jejich inovace vycházela ze stejných principů, ačkoliv konkrétní obsah se samozřejmě liší. Pro úspěšnou realizaci předmětu je tak potřeba navázat na předchozí kurzy a zvláště v případě, že je vedl jiný vyučující, je potřeba s ním podrobně diskutovat a zajistit vhodnou návaznost.

Materiály vytvořené v rámci inovace předmětu

1. Teze přednášek v podobě Power Pointových prezentací v rámci výukového systému Moodle

Teze jsou k dispozici studentům v době studia zapsané disciplíny. Vyjadřují strukturálně obsah přednášek dané disciplíny a jejich tematika beze zbytku koresponduje s obsahem předmětu vyjádřeným v sylabu (celkem 13 tezí).

V nabídnuté studijní opoře, dostávají studenti k dispozici heslovitě zpracovanou analýzu problematiky, se zvláštním zdůrazněním na její specifika, související s charakterem studované disciplíny. Na poskytovaných tezích je třeba zvláště upozornit na skutečnost, že se jedná o teze



k nově zařazenému předmětu, jež představuje nadstavbu k základní disciplíně „Propedeutika výuky chemie“ (PVCH), vyučované v letním semestru posledního ročníku bakalářského studia, kterou je možné považovat za první vhled do teoretického základu didaktiky chemie s orientací na řešení obecných otázek.

Vytvořená a vyučovaná nadstavba byla koncipována se zvláštním zřetelem k eliminaci problémů, souvisejících s přechodem mezi pregraduálním studiem a pedagogickou praxí. Finální tematika studované nadstavby je z uvedeného důvodu mj. specifikována na evaluační postupy související s principiálním vnímáním sebereflexe a reflexe vlastní výuky chemii, jako předpokladu úspěšného vnímání a zdokonalování profesních kompetencí. Sebereflexe nebo reflexe a evaluace (ve studijní skupině) probíhá při porovnávání různých alternativ didaktických postupů navrhovaných pro výuku v reálné školní třídě. Teze jsou proto navíc obohaceny o podpůrnou vizualizaci v podobě doplňkového obrazového materiálu, případně jsou doplněny o motivující historické materiály nebo ukázky možných aplikací analyzovaného učiva, jak je obvyklé pro edukativní texty.

2. Testy k probíranému učivu

Poskytované studijní opory v podobě tezí (<https://phix.zcu.cz/moodle/course/view.php?id=5432>) jsou obohaceny o evaluační materiály. Na každou z popisovaných tezí navazuje test s klíčem, ve kterém si student může ověřit efektivitu vlastního studia. Prostřednictvím koncipovaných testů jsou ověřovány znalosti specifikované v názvech proklamovaného obsahu této nadstavbové disciplíny. V semináři test nejdříve slouží jako základ pro autoevaluaci samotného studenta (řešitele testu) a pak pro společnou analytickou reflexi mezi studenty o procesu řešení testových úloh (s pomocí vyučujícího). Studenti přitom mohou navrhnout a v diskusi obhajovat vlastní didaktická zlepšení testové úlohy. Přitom se do hloubky analyzuje proces učení, rozebírají se překážky, na které lze při učení narážet, a kritická místa ve vzdělávacím obsahu. To znamená, že studenti v roli žáků zkoušejí porozumět jednak vlastnímu procesu učení (metakognice), jednak i samotnému vzdělávacímu obsahu (zjišťují, co může být pro jejich budoucí žáky obtížné). Tento proces je kreativní, komplexní a flexibilní, vyžaduje tedy intenzivní spolupráci studentů jak mezi sebou, tak s vyučujícím oborovým didaktikem. S ohledem na jeho kreativitu a flexibilitu není účelné tvořit pro něj studijní opory. Lze ale při něm využít TASC Wheel – nástroj pro řešení problémových úloh (<https://www.tascwheel.co.uk>), s nímž se studenti seznamují v rámci předmětu Reflexe a hodnocení kvality výuky (KPG/RHV).

Význam zmiňované evaluace je zdůrazněn např. v prezentacích dostupných v LMS Moodle, kde na příkladu učebnice s programovaným textem (viz stránky 7 a 8 v prezentaci Učebnice 3. část v rámci tématu číslo 5), může student pozorovat funkční uplatnění reflektivní složky jednotky učiva („kroku“) ve prospěch řízení učebních činností. Bez této reflexe by nejenom sama učebnice, ale celý edukativní proces ztrácel význam a naplňovala by se tak pravidla o „zániku systémů bez funkčních kontrolních a regulačních prostředků“, platná v technice, kybernetice a bionice. Převáděno do edukativních úrovní, je test jednou z podmínek aktivní účasti studenta na vlastním učení. Hlavním cílem vytvořeného evaluačního materiálu je zdůraznění jeho reflektivního vlivu na výsledky učení a na výsledky sebezdokonalování. Jak je v dalším textu (viz. bod 2) rozvedeno, předpokládá se, že studující použije testů k detekci a identifikaci kvality znalostí získaných, jak v rámci vlastního samostudia tezí, tak v rámci účasti na přímé výuce a je schopen vlastní interpretace i korekce problémového výsledku



poznávání. V případě selhání procesu autointerpretace bude možné celý proces diagnostiky chyby řešit při diskusi v seminární formě přímé výuky.

Z celkové koncepce testů dostupných v LMS Moodle předmětu je možné získat odpovídající představy o naplnění jejich cílů.

1. Předpokladem pro úspěšné využití podpůrných studijních materiálů je systematické studium spočívající v důsledném rozboru předložených tezí s případnou návazností na stěžejní literaturu. Vzhledem k tomu, že studijní opory mají studenti k dispozici již na začátku semestru v plném rozsahu, má student možnost předběžné přípravy, případně spolupráce okamžité, ale i post využití při následném upřesňování poznávaného.
2. Zpětná vazba je nezbytným prostředkem pro „prvotní zabezpečení kontrolních principů za účelem získání informací o průběhu, a tedy i o kvalitě výkonu a ty se stávají následnou podmínkou uplatnění principů regulativních, vedoucích ke změnám této kvality“. Z toho důvodu si následně může student ověřit úroveň získaných poznatků prostřednictvím navazujícího testu, jehož výsledky předurčují další postupy při studiu. Realizací zpětnovazebních procedur, jako jsou procedury spojené s hodnocením průběhů studentských aktivit v rámci výuky, i mimo ni, jako jsou různé osobnostní či písemné prezentace, materiální produkty v podobě písemných zpráv, pojmových map či výrobků získáváme nezbytné prostředky pro uskutečňování již popisovaných činností, které vedou až ke korekci chyb studenta při studiu, učitele při výuce, či korekci kurikula jeho autory. „V tomto pojetí plní chyba funkci prostředku poznávání tehdy, je-li včas odhalena (detekce), blíže určena a klasifikována (identifikace), určena její příčina a poučení z ní (interpretace) a korigována (korekce).“ (Kulič, 1971). Využití testu ke stanovení úspěšnosti studia je krokem k detekci a případné identifikaci chyb. Protože při práci s chybou hraje významnou roli i čas (je experimentálně prokázáno, že nejúčinnější je bezprostřední zpětnovazebná informace o výsledku činnosti) navazující test s klíčem nabízí studentům možnost okamžitého odhalení chyby a následné uplatnění postupů vedoucích k úspěšné korekci. Okamžitá korekce je podpořena poskytnutým klíčem, další možnost pak nabízí následné setkání s vyučujícím při seminární formě výuky.
3. Nepřímo je tak možné spatřovat za evaluačním materiálem paradigma pro reflektivní a sebereflektivní postupy uskutečňované nejen v rámci výuky chemie, ale i v rámci sebereflexe vlastních vyučovacích procedur. Teoretická zdůvodnění záměrně uplatňovaných postupů při vlastní výuce můžeme považovat za úspěšný předpoklad k eliminaci nahodilosti a k eliminaci intuitivních postupů v pedagogické praxi.

Nově zařazené nebo upravené evaluační aktivity a nástroje

Jak bylo řečeno, ke každému z témat v rámci předmětu DI3SŠ byl vytvořen didaktický test. Příslušná zadání a řešení jsou kompletně k dispozici v Moodle předmětu, zde uvedme jako ukázkou část řešeného testu týkajícího se problematiky modelů a modelování v chemii. Na jeho položkách je možné dobře možné demonstrovat skutečnost, že testy neslouží v rámci předmětu primárně k ověření faktografických znalostí studentů-budoucích učitelů, ale jako podklad pro reflexi a autoevaluaci vlastních znalostí a pro hlubší zamyšlení nad podstatou vyučovaného oboru a možnými přístupy k didaktické transformaci obsahu na různých úrovních. Pochopení práce s modely, vždy do určité míry idealizovanými, je přitom klíčové pro učitele chemie, ale i dalších přírodovědných disciplín. Z tohoto pohledu je velice důležitá položka 2 týkající se



formálního zápisu chemické reakce jako ideálního modelu. V této souvislosti je dobré při diskuzi uvážit případy, kdy v chemických vzorcích či rovnicích vystupují i neceločíselné stechiometrické koeficienty (např. hemihydráty jako je hemihydrát síranu vápenatého $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) a zamyslet se nad tím, co v uvedeném zápisu ty neceločíselné hodnoty vlastně znamenají, když existenci jen poloviny molekuly si lze jen těžko představit. Diskuzi o těchto otázkách spojených se světem ideálních modelů je možné stimulovat ukázkou ze známého filmu Jak básníci přicházejí o iluze, konkrétně scénou, kde profesor chemie krátí rovnici krevním barvivem, čemuž se jeden ze studentů velmi diví (“Copak lze krevním barvivem krátit?”) a dostane se mu vysvětlení, že v rovině symbolů (v rámci ideálního modelu) klidně ano. Nácvik schopnosti pracovat s ideálními modely a vysvětlit jejich přínos žákům je velmi důležitý, a to včetně tréninku evaluačních přístupů k této problematice. Důležité je i jasné odlišení myšlenkových modelů od modelů materiálních, které mohou žákům pomoci s pochopením funkce složitějších technických systémů a v rámci výuky může být uvažováno i nad tím, že žáci budou takové modely (např. v rámci dlouhodobějšího projektu) sami tvořit. Důležité je chápání modelování jako procesu podporujícího psychodidaktickou transformaci a také správné vnímání možných limitací a potenciálních nebezpečí spojených s užitím příliš zjednodušených modelů.



Test 21D3SŠ 10uU

řešení

- 1) Co můžeme považovat za **model** nějakého objektu:
 - a) Objekt oproštěný od řady nepodstatných podrobností
 - b) Upravený objekt sloužící snadnějšímu získávání informace o objektu
 - c) **Obraz o objektu nebo představa o objektu, která má alespoň jednu shodnou vlastnost s originálem**
 - d) Objekt jako takový, bez jakýchkoliv úprav a ve skutečné velikosti
- 2) Je možné považovat za model rovnici chemické reakce?
 - a) Ne, jedná se pouze o písemný zápis průběhu skutečného děje
 - b) **Ano, jedná se o model ideální z kategorie znakových systémů**
 - c) Ano, je to model materiální, protože za jeho vyjádřením je skutečná chemická reakce odpovídajících látek
 - d) Ano, ale až když doplníme zápis vyobrazením jednotlivých molekul
- 3) Co můžeme považovat za **modelování** ve školní praxi:
 - a) **Uplatnění metody modelování ve výuce**
 - b) Jedná se o tvorbu textilních návrhů pro módní přehlídky
 - c) **Tvorbu modelů pro vyučovací proces**
 - d) **Proces podporující psychodidaktickou transformaci**
- 4) **Model** se od skutečného objektu liší:
 - a) **Je prost nepodstatných podrobností**
 - b) Má několik vlastností, které u skutečného objektu nepozorujeme
 - c) **Slouží k snadnějšímu získávání informace o podstatě objektu**
 - d) Model se nemůže lišit od skutečného objektu, jednalo by se o poznání nepravdivé
- 5) Ve smyslu modelování se často hovoří o **izomorfismu**. Co tento pojem vyjadřuje:
 - a) Znamená, že model zabezpečuje názornost výuky
 - b) **Vyjadřuje vztah mezi dvěma objekty (systémy) vyjadřující shodu nebo podobnost jejich struktury**
 - c) **Představuje vztah mezi objektem a modelem, které se vyznačují podobnými nebo stejnými vlastnostmi**
 - d) Vyjadřuje proces tvorby modelu, spočívající ve specifikaci podstatných vlastností původního objektu
- 6) Do kategorie **materiálních modelů** pro výuku chemie řadíme:
 - a) Značky prvků
 - b) **Model vodárenského pískového filtru**
 - c) Obrazy molekul (např. ethanolu)
 - d) Schéma výroby syntetického kaučuku

Metodické poznámky k práci s materiály

S vytvořenými materiály je možné pracovat různými způsoby podle preferencí vyučujícího a studijní skupiny. V klasickém pojetí je na začátek dvouhodinovky (předmět zahrnuje na sebe navazující hodinu semináře a přednášky) zadán test na problematiku řešenou na minulé přednášce před týdnem. Je možné test zadat tak, aby jej vypracovával každý sám či alternativně zvolit práci ve dvojicích či menších skupinkách. Na vypracování by standardně mělo postačovat cca 15 minut. Následovat by měla společná oprava testu s rozбором jednotlivých položek ve



smyslu ukázek uvedených výše. Toto by mělo zabrat rovněž cca 15 minut, přičemž je důležité do diskuze maximálně zapojovat studenty a upozorňovat na případné miskoncepce zachycené příslušnými testovými položkami. V závěrečných 15 minutách by měla proběhnout reflexe testu z hlediska využitelnosti příslušných položek ve výuce na SŠ, jejich vhodnosti směrem k uvažované problematice a rovněž diskuze směřující k návrhu případných dalších položek využitelných ve výuce. Závěrem této reflexe by měl být v ideálním případě návrh úprav vybraných položek či navržení nových pokrývajících problematiku, která v původní verzi třeba nebyla zachycena dostatečně explicitně. Následně by byla realizována hodinová přednáška s využitím prezentací vytvořených k předmětu. Přednáška by neměla být monologem vyučujícího, je vhodné zapojovat studenty, k čemuž mohou posloužit doplňující dotazy či podněty, které lze snadno do prezentací implementovat. Na konci přednášky by rozhodně měla být zařazena stručná reflexe (5-10 minut), v níž se studenti vyjádří k tomu, do jaké míry pro ně byla prezentovaná problematika nová, za jak významnou ji pokládají směrem k výuce na SŠ apod. Na vyloženou látku (téma) by následoval příští týden test atd. Je možné rovněž poradit prohodit a jako první hodinu zařadit přednášku, na kterou by bezprostředně navazoval seminář s testem a jeho vyhodnocením, resp. reflexí.

S ohledem na to, jak detailně jsou teze přednášek zpracovány, se však otevírá i možnost uplatnění alternativních postupů založených na konceptu tzv. převrácené třídy (flipped classroom, viz třeba Eichler, 2022) nebo metody Peer Instruction (Schell a Mazur, 2015). Alternativně je možné oba přístupy k výuce vhodně zkombinovat v souladu s doporučeními Dumonta (2014). V uvedených případech by nebyla realizována přednáška v klasickém pojetí, místo toho by studenti v rámci přípravy na hodinu samostatně pracovali s poskytnutými materiály (tezemi přednášek). Je rovněž možné výklad doprovázející prezentace nahrát a poskytnout studentům v LMS Moodle. Během samotné prezenční výuky by pak byl kladen důraz kompletně na aktivity zapojující studenty, tj. na detailní rozbor testových položek, hlubší diskuzi didaktických aspektů problematiky apod. V případě uplatnění metody Peer Instruction by žáci navíc společně diskutovali nad vhodně vybranými testovými položkami z testů, které by sehrály roli tzv. koncept testů (šlo by skutečně o položky ověřující principiální pochopení problematiky, příklad je uveden včetně příslušné diskuze výše). Zásahy vyučujícího by byly založeny na tom, zda studenti ve společné diskuzi dospěli při hlasování ke správnému řešení problému či nikoliv. Výhodou popsaných přístupů by byla pravděpodobně větší kognitivní aktivizace studentů, zároveň však jde o metody, které mohou být obtížné pro studenty, kteří na ně nejsou zvyklí, a vyžadující zodpovědnou domácí přípravu, což může být v některých případech problematické. Výhodou zde však je, že předmět KCH/D3SŠ je posledním v sérii celkem čtyř didakticky zaměřených předmětů inovovaných obdobným stylem v rámci projektu INSPIRE. Díky tomu je možné studenty nechat postupně si na tento styl práce během uvedeného čtyřsemestrálního kurzu zvykat. Volba přístupu k realizaci předmětu by měla zohlednit především počet studentů (např. Peer Instruction lze těžko realizovat s příliš malým počtem, ale i příliš velkým počtem studentů, viz Liao et al., 2017), preferenci vyučujícího a studentů.



Způsob ověření evaluačních aktivit

Evaluační aktivity byly ověřeny ve výuce v zimním semestru akademického roku 2022/2023 (září-prosinec 2022).

Ověření zahrnovalo vedle průběžného získávání neformální zpětné vazby od studentů i závěrečný dotazník uvedený v příloze.

Použitá literatura

DUMONT, A. Implementing the flipped classrooms and Peer Instruction in a Swiss University of Applied Sciences. Western Switzerland: University of Applied Sciences and Arts, 2014. Dostupné na http://www.iced2014.se/proceedings/1134_Dumont.pdf

EICHLER, J. F. Future of the flipped classroom in chemistry education: Recognizing the value of independent preclass learning and promoting deeper understanding of chemical ways of thinking during in-person instruction. *Journal of Chemical Education*, 2022, 99.3: 1503-1508.

KULIČ, V. Chyba a učení. 1.vyd.Praha: SPN, 1971.

LIAO, S. N, GRISWOLD, W. G.; PORTER, L. Impact of class size on student evaluations for traditional and peer instruction classrooms. In: *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. 2017. p. 375-380.

SHELL, J.; MAZUR, E. Flipping the chemistry classroom with peer instruction. *Chemistry education: Best practices, opportunities and trends*, 2015, 319-344.



Příloha

Návrh dotazníku ke stanovení „vlivu“ podpůrných studijních materiálů na kvalitu výuky předmětu D3SŠ

Dotazník „vlivu“ podpůrných studijních materiálů na kvalitu výuky předmětu D3SŠ (vybranou variantu odpovědi označte křížkem, na druhou stranu tohoto dotazníku napište nebo rozved'te případné připomínky, ke kterým se nebylo možné vyjádřit v tabulce)

Číslo	Okruhy hodnocení	1	2	3	4	5	N
1	Využili jste v tomto semestru podpůrné studijní materiály D3SŠ (teze přednášek + evaluační podpora)						
2	Studovali jste v tomto semestru opakovaně z podpůrných studijních materiálů D3SŠ v prostředí Moodle						
3	Jeví se Vám vhodná struktura těchto materiálů						
4	Dle mého názoru by postačovaly pouze teze přednášek, bez evaluačních podpor (testů a klíče k nim)						
5	Vyhovující se mně jevíly hlavně testy, na nichž jsem si ověřoval(a) znalosti z poslechu přednášek						
6	Klíč výsledků k použitým testům byl zbytečný, sváděl k „podvádění vlastní osoby“						
7	Kompletní studijní opora umožňuje volnější a odpovědnější nakládání s časem vyhrazeným pro studium						
8	Studijní opory mně umožňovaly pre-přípravu na výuku, a následně jsem lépe rozuměl(a) přednášenému učivu						
9	Použití opor ihned po přednášce mně umožnilo lepší fixaci poznatků z výuky						
10	Studijní opory jsou beze zbytku náhradou klasické podoby výuky						
11	Studijní opory jsou beze zbytku náhradou distanční podoby výuky						
12	Studijní opory byly užitečné hlavně pro koncipování požadované seminární práce						
13	V předložených tezích chybí podrobnější rozbor obsahu prezentovaného učiva						
14	Je možné efektivně využít tyto studijní opory bez účasti na přednáškách						
15	Využívali jste studijní opory při přípravě na zkoušku						



16	Studijní opory využiji hlavně při přípravě na státní závěrečnou zkoušku								
17	Přinesla realizace výuky se studijními oporami něco nového pro Vaši budoucí praxi								
18	Budete využívat poznatky z koncepce tezí přednášek i v budoucí praxi								
19	Na koncepci evaluačních materiálů (test + klíč) je patrný význam evaluace pro efektivitu výuky								
20	Struktura studijních opor přispěla k uvědomění významu reflexe a sebereflexe ve vyučovací praxi								

Legenda k hodnotící škále: 1 – souhlasím 2 – převážně souhlasím 3 – nevidím rozdíl 4 – převážně nesouhlasím 5 – nesouhlasím N – nedovedu posoudit