



Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Teze disertační práce

Akceptace a používání didaktického softwaru učiteli vzhledem k metodám a organizačním formám výuky chemie

Acceptance and usage of educational software by teachers with regard to methods and organizational forms of chemistry education

▶ **Studijní program:**

P1407 Chemie

▶ **Obor:**

Didaktika chemie

▶ **Disertant:**

RNDr. Kateřina Chroustová

Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

▶ **Školitel:**

prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

▶ ▶ ▶

rok: 2017

► **Konzultanti:**

izr. prof. dr. Andrej Šorgo, dipl. biol.

Katedra biologie, Fakulta přírodních věd a matematiky, Univerzita Maribor
Ústav informatiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Univerzita Maribor

PhDr. Michal Musílek, Ph.D

Katedra kybernetiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Hradec Králové

Abstrakt

Didaktický software představuje nástroj pro výuku, který má usnadnit práci učiteli a žákovi poskytnout potřebné informace k získání znalostí včetně zajištění individuální a bezprostřední zpětné vazby. Disertační projekt se zaměřil na zkoumání akceptace a používání didaktického softwaru učiteli ve vazbách na volbu příslušných metod a organizačních forem výuky chemie. Předmětem výzkumu je identifikace faktorů ovlivňujících akceptaci a využití didaktického softwaru ve výuce chemie jako všeobecně-vzdělávacího předmětu na základních a středních školách. Výzkum byl realizován prostřednictvím exploračních výzkumných metod aplikovaných na reprezentativní vzorek ($n = 556$) učitelů chemie z České republiky. Na základě poznatků ze studií aplikující teorie o akceptaci a používání technologií ve vzdělávání byl navržen model faktorů ovlivňujících používání didaktického softwaru ve výuce chemie a ověřen SEM analýzou dat z dotazníkového šetření. Navržený model byl příslušně modifikován a byly vytvořeny modely pro jednotlivé typy učitelů, definované v souvislosti s využíváním didaktického softwaru. Kvalitativní analýza dat z polostrukturovaných rozhovorů dokreslila pohled na postoje a názory učitelů na používání didaktického softwaru ve výuce chemie. Jako hlavní faktory ovlivňující učitelovu akceptaci a používání didaktického softwaru ve výuce byly identifikovány a potvrzeny zejména postoje k jeho používání, přesvědčení učitele, že používání didaktického softwaru přispěje ke zvýšení jeho pedagogického výkonu, zabezpečení vhodných podmínek a přesvědčení o vyšší efektivitě výuky, tedy odpovídajícím pedagogickým dopadu.

Abstract

Educational software is a learning tool which is meant to facilitate the work of the teacher and to provide the pupil with the necessary information to gain knowledge, including ensuring of individual and immediate feedback. The dissertation project focused on examining of the acceptance and usage of educational software by teachers relating to the choice of corresponding methods and organizational forms of chemistry teaching. The subject of the research is the identification of factors influencing the acceptance and usage of educational software in the teaching of chemistry as a general-educational subject at primary and secondary schools. The research was conducted through exploratory research methods applied to the representative sample ($n = 556$) of chemistry teachers from the Czech Republic. Based on the findings of studies on the theory of the acceptance and usage of technology in education, a model of factors influencing the usage of educational software in chemistry teaching was designed and verified by SEM analysis of data from the questionnaire survey. The proposed model was modified accordingly, and models were developed for individual types of teachers defined based on the usage of educational software. A qualitative analysis of semi-structured interviews has highlighted the attitudes and opinions of teachers on the usage of educational software in chemistry teaching. The main factors influencing the teacher's acceptance and usage of educational software in teaching were identified and confirmed especially as attitudes to its usage, the teacher's belief that usage of educational software will contribute to increase of his/her teaching performance, ensuring appropriate conditions and belief in higher educational effectiveness, and thus corresponding pedagogical impact.

Obsah

1	Úvod	7
2	Teoretická východiska	9
	2.1 Vymezení základních pojmů	9
	2.2 Současný stav řešené problematiky	10
3	Cíle a metody disertační práce	15
4	Realizace a výsledky výzkumu	17
	4.1 Zmapování vybraného dostupného didaktického softwaru	17
	4.2 Zjišťování faktorů ovlivňujících akceptaci a používání didaktického softwaru ve výuce chemie	17
	4.3 Doplnující a ověřující zjišťování názorů a postojů učitelů chemie k využití didaktického softwaru pomocí rozhovoru	27
	4.4 Porovnání výsledků kvantitativního a kvalitativního šetření	29
	4.5 Limity výzkumného šetření	31
5	Závěr	32
6	Použitá literatura v tezích disertační práce	35
7	Publikační činnost doktoranda	41

1 Úvod

V současné době patří využívání aplikací na bázi informačních a komunikačních technologií k stále více frekventovaným učebním pomůckám podporujícím názornost, interaktivitu a atraktivitu výuky. V České republice je pořízení novějšího hardwarového vybavení do škol podporováno řadou vládních programů, v poslední době to byl např. Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost (OP VK). Díky takovým možnostem se na školách stále častěji objevují nové technologie, a to už nejen jako klasické desktopy a notebooky, ale stále více v podobě interaktivních tabulí, tabletů či hlasovacích zařízení.

Palčivou otázkou ovšem zůstává, jaký software na pořízeném hardwaru budeme využívat, aby zejména tablety nefigurovaly v očích rodičů, žáků a učitelů jen jako moderní „hračka“. Jednou z možností jak naplnit nový hardware vzdělávacím obsahem, je využití didaktického softwaru, ať už komerčního od specializovaných firem, volně dostupného na internetu či vytvoření vlastního výukového programu. Využití didaktického softwaru ve výuce má své nesporné výhody, kterými jsou například podpoření názornosti výuky, individualizace výuky, tedy vedení konkrétního žáka učivem krok po kroku, a i vyšší interaktivita výuky. Každá inovace má pochopitelně i svá úskalí, a tak by měl mít učitel přehled o dostupném didaktickém softwaru, znát jeho možnosti a využití a dokázat jej do výuky správně zařadit [1]. Didaktický software sám o sobě nemá zastávat všechny role učitele, je především nástrojem na obohacení a usnadnění výuky, který umožňuje využít možností nových technologií a dává jim didaktický obsah.

V České republice je dostupná řada kvalitního didaktického softwaru určeného pro výuku chemie zaměřeného na její různé tematické oblasti, přesto se v hodinách chemie příliš často nesetkáváme s jeho využitím. A to nejen z nedostatku povědomí o jeho nabídce a možnostech, ale také z nedůvěry v jeho pozitivní vliv na efektivitu výuky. Nedůvěra vůči didaktickému softwaru pramení často právě z toho, že to je médium, se kterým řada vyučujících není zvyklá pracovat a neví tedy jak jej správně do výuky implementovat. Způsobů, jak zařadit didaktický software do výuky chemie, je řada a jejich efektivita závisí nejen na samotném vzdělávacím obsahu zpracovaném v příslušném softwaru, ale i na jeho zaměření z hlediska didaktické funkce akcentované ve způsobu jeho konkrétního

využití. Před vlastním zařazením didaktického softwaru do výuky je potřeba se nejprve seznámit nejen s jeho kvalitou a způsobem ovládnání, ale především s výukovým cílem a výukovými metodami, které bude podporovat, a které budou akcentovány na základě podmínek příslušné školy.

Rozhodnutí zařadit didaktický software do výuky chemie včetně jeho akceptace učiteli chemie může ovlivňovat řada proměnných, na jejichž identifikaci a určení míry jejich vlivu jsme se zaměřili v průběhu řešení disertačního projektu. K tomuto účelu jsme připravili dotazníkové šetření, které jsme podpořili polostrukturovanými rozhovory s vybranými učiteli. Získaná data jsme využili pro zpracování modelů zachycujících faktory, které ovlivňují akceptaci a používání didaktického softwaru učiteli chemie, a míru jejich vlivu. Na základě našich zjištění jsme formulovali doporučení jak tyto faktory využít ve prospěch častějšího využívání didaktického softwaru jako smysluplného nástroje pro zkvalitnění výuky.

2 Teoretická východiska

2.1 Vymezení základních pojmů

Didaktický software (DS) je vzdělávací technologie předurčená pro vzdělávání a sebevzdělávání, jejímž výsledným produktem je učení se [2, s. 15]. Tímto způsobem se didaktický software odlišuje od mnoha jiných způsobů využití technologie ve vzdělávání, které v první řadě nemají vzdělávací funkci, např. kancelářský software, prezentační nástroje, systémy pro získávání dat apod. Podobné vymezení nalezneme rovněž u Dostála [1], který za DS považuje jakékoliv programové vybavení počítače, které je předurčeno pro výuku, a které plní alespoň jednu z didaktických funkcí: motivaci, expozici učiva, upevňování osvojených vědomostí a dovedností a kontrolu jejich získané úrovně, případně žáka vede k aplikaci získaných znalostí. V našem disertačním projektu budeme za didaktický software považovat takový počítačový program, resp. software, který dovede alespoň částečně nahradit učitele a odpovídá pojetí Dostála [1]. Takový typ počítačového programu můžeme nazvat přeneseně z klasifikace Taylora [3] o využití počítačů ve výuce jako „*tutor*“ nebo „*tutoriální software*“. Termín „*tutoriální software*“ v našem pojetí vnímáme jako další synonymum pro pojem didaktický software. V českém prostředí se dále vedle didaktického softwaru také používá termín „*výukový software*“ či „*výukový program*“.

Metodami výuky rozumíme činnost učitele, která vede žáky k dosažení stanovených cílů [4, s. 356]. Existuje celá řada různých metod výuky a jejich klasifikací. U Pachmanna a Hofmanna [5, s. 188] se setkáváme s tradiční klasifikací výukových metod výuky chemie: *podle bezprostředního zdroje učiva* rozlišuje slovní metody (mluvený projev, psaný nebo tištěný projev, grafický projev), názorné metody a praktické metody výuky; *podle fáze výuky* dělí metody na motivační, expoziční, fixační a diagnostické a *z hlediska stupně jejich zaměření na aktivní, samostatnou a tvořivou práci* na metody předkládající, navádějící a podněcující.

Organizační formy výuky chápeme jako systémové pojetí řízení procesu výuky a jeho uspořádání za využití konkrétní výukové metody. Organizační formy se stejně jako výukové metody klasifikují podle několika kritérií, např. *podle prostředí* rozlišujeme výuku ve třídě, ve specializovaných prostorech školy a v přirozeném prostředí; *podle typu výuky* na frontální, skupinové a

individuální formy výuky; *podle role žáků* na kooperativní a individualizované formy výuky atd. [4, s. 183]. Pachmann a Hofmann [5] svoji klasifikaci organizačních forem vztahují přímo k výuce chemie, proto mezi *formy povinné výuky* řadí vyučovací hodinu, laboratorní cvičení a chemickou exkurzi. Vyučovací hodiny dále člení dle zařazení pokusů na výuku s demonstračním pokusem učitele, výuku s demonstračním pokusem žáka, výuku s frontálními pokusy žáků, výuku se simultánními pokusy žáků a výuku s dílčími pokusy žáků. Dále jsou zde uvedeny *volitelné* (např. chemická technologie, praktika chemicko-biologická, seminář chemie) a *nepovinné formy výuky* (chemický zájmový kroužek, chemický doučovací kroužek, chemická besídka, chemická olympiáda apod.).

Akceptace (či přijetí) technologie je definována jako prokazatelná ochota v rámci skupiny uživatelů využívat danou technologii pro úkoly, pro jejichž podporu je vytvořena [6]. Koncept akceptace je chápán jako výstupní proměnná v psychologickém procesu, kterým uživatelé procházejí při rozhodování v souvislosti s přijetím nebo nepřijetím technologie. Je využíván v teoriích akceptace technologie, podle kterých lze proces přijímání jakékoliv informační technologie uživatelem pro zamýšlené účely modelovat a předvídat [6]. Náš disertační projekt vychází především z teorie UTAUT, tj. „*The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*“ (Jednotná teorie akceptace a užívání technologií), která byla vystavěna na základě kombinace dřívějších osmi teorií zabývajících se akceptací a motivací k využívání technologií s cílem vytvořit jednotnou teorii [7].

2.2 Současný stav řešení problematiky

Didaktický software ve výuce chemie – analýza výzkumných studií

V současné době je možné zaznamenat různé studie zabývající se využitím didaktického softwaru ve výuce chemie, jeho vlivu na vyučovací proces či jeho hodnocení žáky a učiteli. Pro získání přehledu o zaměření výzkumu v naší oblasti jsme se zaměřili na studie indexované v databázích Web of Science a Scopus. Výsledky jsme získali po postupném zadávání následujících dvojic klíčových slov: „*educational software*“ a „*chemistry*“, „*instructional software*“ a „*chemistry*“, „*educational application*“ a „*chemistry*“, „*mobile application*“ a „*chemistry education*“ a doby vydání v novém tisíciletí, tj. 2000–2016. Po prvotním hledání jsme získali soubor čítající 113 publikací. Po vyřazení duplicitních výskytů studií ve více databázích jsme získali 99 originálních

prací. Po prostudování jejich titulů a abstraktů jsme vyřadili 49 studií. K analýze tedy zůstalo 50 relevantních publikací. Po kritickém čtení, kdy jsme vyřadili dalších 16 studií, které neobsahovaly přesný popis použité metodologie či se problematikou využití didaktického softwaru ve výuce chemie zabývaly jen okrajově. K tomuto souboru jsme doplnili 6 relevantních studií dostupných ve vědeckých databázích Web of Science (N = 3), Scopus (N = 1) a Ebsco (N = 2), se kterými jsme pracovali v našich předchozích publikacích. Podrobně jsme se nakonec zabývali 40 studiemi, které byly publikovány v odborných časopisech či sbornících z konferencí. Od roku 2008 se objevují relevantní studie každý rok, přičemž nejvíce relevantních studií bylo vydáno v roce 2010. Tyto publikace byly vydány v 28 různých zdrojích, které představovaly odborné časopisy (N = 21) a sborníky z konferencí (N = 7) a které byly zařazeny do databáze Web of Science (N = 19), Scopus (N = 7) a Ebsco (N = 2).

Studie zabývající se využíváním didaktického softwaru ve výuce chemie obvykle používají kvantitativní, popř. smíšený design výzkumu, vzácně se setkáváme s čistě kvalitativním designem. Námi vybrané studie byly nejčastěji zaměřené na vývoj didaktického softwaru pro výuku chemie (N = 21), které často využívaly dotazník s Likertovým škálováním pro zjištění postojů žáků a učitelů k využívání jimi vytvořeného didaktického softwaru (N = 16). Pedagogický experiment se objevil pouze v pěti případech (N = 5) a kvaziexperiment ve dvou případech (N = 2). Ve studiích zaměřených především na vliv didaktického softwaru na chování a motivaci žáků bylo využito i pozorování (N = 5), rozhovoru (N = 2) a případové studie (N = 1).

Většina analyzovaných výzkumů zaměřených na didaktický software ve výuce chemie se zabývá softwarem, který nějakým způsobem nahrazuje či doplňuje laboratorní, resp. experimentální činnost. Z analýzy výsledků předmětných výzkumných studií vyplývá, že je didaktický software jako prostředek provedení chemického experimentu přinejmenším stejně efektivní jako reálný experiment [8; 9; 10]. Didaktický software je využíván nejen u pokusů časově náročných, či nerealizovatelných kvůli nedostatečnému laboratornímu vybavení [11], ale především z důvodu zobrazení nejen makroskopické roviny chemického experimentu, ale současnému zobrazení mikroskopické či semimikroskopické roviny, která umožňuje lepší pochopení chemického děje a zdůrazňuje více souvislostí [8; 9; 10; 12]. Díky tomu didaktický software

podporuje pochopení abstraktních pojmů, které je pro žáky velmi náročné [13; 14]. Při využití virtuálních laboratoří mohou žáci samostatně experimentovat, což vede k hlubšímu porozumění [15]. Řada výzkumů se zabývá využíváním didaktického softwaru obecně z didaktického hlediska, zdůrazňují nejen jeho výhody, jako je např. spojení výuky s praxí [16], zkrácení doby studia a umožnění individuální výuky [17], ale zaměřují se i na obtíže zařazování didaktického softwaru do výuky. Mezi ně zařazují např. nedostatečnou připravenost učitelů či špatné zařazení didaktického softwaru v rozporu s jeho zaměřením [13; 16; 18], případně nesnáze při tvorbě kvalitního didaktického softwaru z důvodů komplexnosti takového procesu [19; 20]. Proto je část výzkumů zaměřena na hodnocení konkrétního didaktického softwaru vyvinutého zpravidla autory a zaměřeného na určité téma výuky chemie jako jsou např. chemické reakce [12], interakce [21], chemická kinetika [22], chemické roztoky [23], fluorescence [24; 25] a mnoho dalších. S ohledem na rozmach mobilních technologií se autoři věnují i vývoji didaktického softwaru v podobě mobilních aplikací, např. pro výuku anorganické chemie, přesněji pro názvosloví [26], organické chemie [27; 28] či analytické chemie [29]. Jednou z posledních novinek ve využívání informačních a komunikačních technologií ve výuce je rozšířená realita, někteří autoři se již zabývají vývojem didaktického softwaru pro výuku v rozšířené realitě, a to i pro výuku chemie [30; 31].

Ze srovnání závěrů z provedené analýzy výzkumných studií vyplývá, že v případě využívání didaktického softwaru ve výuce chemie se jednalo ve většině případů o didaktický software blízký k experimentální činnosti než o výkladový didaktický software. Důvodů, proč se nejvíce ve výuce chemie využívá didaktický software nahrazující či doplňující experimentální činnost, může být několik. V první řadě je chemický experiment zásadní, nedílnou a nezbytnou složkou výuky chemie. Didaktický software může být sice často využíván z důvodů nedostatečného laboratorního vybavení školy, ale jeho hlavní přínos je v možnosti dalšího pohledu na experiment, který reálně bez didaktického softwaru není možný. Proto je didaktický software užitečnou pomůckou a doplňkem experimentální činnosti a v případě nutnosti může posloužit i jako stejně účinná náhrada reálné laboratorní činnosti. Tento přidaný pohled do další roviny chemického experimentu žákům napomáhá k pochopení všech souvislostí a porozumění abstraktním pojmům, kvůli kterým je chemie žáky vnímána jako obtížný předmět, a opravování vlastních

miskoncepce. Překvapující byla skutečnost, že je řada didaktického softwaru v zahraničí připravována pro výuku na univerzitě. V České republice bývá didaktický software častěji vyvíjen pro žáky základní školy, a to především pro první stupeň, kde je kladen důraz na herní složku výuky, s tvorbou či zařazováním na vyšších stupních se setkáváme spíše výjimečně [32].

Akceptace a používání technologií učiteli ve vzdělávacím procesu – analýza přístupů a modelů

Výzkumné studie zabývající se akceptací (resp. přijetím), používáním a zaváděním technologií ve vzdělávání vycházejí z teorií zaměřených na akceptaci technologií v každodenním životě, kterými jsme se zabývali v souvislosti se zavedením UTAUT. Výsledky analýzy výzkumných studií zaměřených na akceptaci e-learningu ukázaly, že je v této oblasti nejčastěji používanou teorií TAM neboli *Model přijetí technologie* [33]. Tento závěr byl potvrzen jiným výzkumem [34] zaměřeným na vývoj tzv. *Všeobecného rozšířeného modelu přijetí technologie pro e-learning* (General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning, GETAMEL). Stejně jako Abdullah a Ward [34] i jiný výzkum rozšířil model TAM o další faktory, které mohou ovlivnit chování uživatelů směrem k využívání technologií ve vzdělávání (např. [35; 36]), nebo použil kombinaci s jinými teoriemi (např. [37; 38]). Vzhledem k nedostatku studií zaměřených přímo na akceptaci didaktického softwaru jsme se zabývali také studii zaměřenými na e-learningové technologie. Jejich akceptace a použití jsou ovlivněny faktory, které by měly být blízké faktorům ovlivňujícím podobnou vzdělávací technologii, tj. v našem případě didaktický software.

Přehledové studie ([33; 34]) zaměřené na e-learning také ukázaly, že se většina předchozích studií týkala akceptace, postojů a použití e-learningových systémů žáka nebo studenta, jakožto koncových uživatelů této technologie. Prvním krokem k zavádění nových technologií do vzdělávání je však učitel, bez kterého by žáci či studenti používali tuto technologii pouze v několika ojedinělých případech z vlastního zájmu. Jak potvrzuje Yuen a Ma [39], úspěšné zavádění technologie do vzdělávání závisí na postojích učitelů a jejich akceptaci této technologie. To samozřejmě platí i v případě, že mluvíme o didaktickém softwaru, jeho implementace ve výuce je velmi závislá na učitelích, protože musí být obeznámeni s didaktickým softwarem tak dobře, aby dokázali určit, který didaktický software zařadit do dané výuky či jej

doporučit žákům či studentům a poskytnout jim všechny potřebné informace nezbytné k bezproblémovému a náležitému používání [40]. Na druhou stranu učitelé, kteří neakceptují didaktický software a jeho využití ve výuce, samozřejmě nechtějí věnovat svůj čas hledání vhodného didaktického softwaru, osvojení si jeho fungování a ovládání a procházet vlastní obsah softwaru [40]. Z těchto důvodů je nutné zkoumat faktory, které ovlivňují implementaci didaktického softwaru nejprve z pohledu učitelů.

Co se týká konkrétních faktorů ovlivňujících akceptaci technologie převzatých z dříve uváděných teorií, studie zaměřená na využití ICT učiteli ve vzdělávání obecně [38] potvrzuje, že *vnímaná užitečnost systému* (PU), *postoje k užívání* (ATU) a *usnadňující podmínky* (FC) mají bezprostřední vliv na *behaviorální záměr* (BI) použít technologii, zatímco *vnímaná snadnost používání systému* (PEU) a *subjektivní normy* (SN) ovlivňují BI nepřímo (PEU prostřednictvím ATU, SN prostřednictvím PU), tedy *vnímaná užitečnost systému* (PU) má silnější účinek než *subjektivní normy* (SN). Jinými slovy, když učitelé považují technologii za užitečnou a účinnější ve srovnání s jinými prostředky nebo k ní mají pozitivní postoj, jejich záměr využít takovou technologii se výrazně zvýší, rovněž podpora vedení školy a podpůrné prostředí mají větší vliv na behaviorální záměr využít tuto technologii ve vzdělání, než má přesvědčení učitele, že si pro něj důležité osoby myslí, že by měl tuto technologii používat [38]. V metaanalýzách předchozích studií [33] byly také zjištěny významné velikosti účinku faktorů *vnímaná snadnost používání systému* (PEU) a *vnímané užitečnosti* (PU) použití technologie, přesněji e-learningu, a ukázalo se, že ATU a PU má největší vliv na BI v případě e-learningu z pohledu učitelů.

Celková různorodost modelů a zkoumaných faktorů v dříve provedených studiích včetně různorodosti dosažených výsledků týkajících se signifikantnosti předpokládaných vztahů (viz [33; 41]), nás vedly k vytvoření jednoho komplexního výzkumného modelu, který by v podobném duchu jako UTAUT spojil všechny tyto možné faktory dohromady a umožnil tak zkoumání jejich vlivu na akceptaci a používání didaktického softwaru učiteli chemie.

3 Cíle a metody disertační práce

Cílem disertačního projektu je zjištění faktorů, které ovlivňují učitele při využívání didaktického softwaru ve výuce chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu, a na jejich základě formulovat doporučení pro zařazování didaktického softwaru do výuky chemie.

Hlavní cíle výzkumu jsme vymezili následovně:

- zjistit faktory, které u učitelů v ČR ovlivňují akceptaci a používání didaktického softwaru pro výuku chemie, a míru jejich vlivu,
- zjistit, ve kterých výukových metodách a organizačních formách učitelé chemie využívají nebo doporučují využít didaktický software,
- sestavit model faktorů ovlivňujících používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro jednotlivé typy učitelů, definované v souvislosti s jeho využíváním.

K naplnění těchto hlavních cílů jsme formulovali tyto **dílčí cíle**:

- provést rešerši a analýzu odborné literatury a elektronických zdrojů z oblasti analýzy postojů aktérů počítačem podporované výuky chemie (přírodovědných předmětů) se zaměřením na využití didaktického softwaru,
- zmapovat dostupný didaktický software pro výuku chemie v České republice,
- zjistit názory a postoje učitelů chemie k využití didaktického softwaru ve výuce chemie,
- vytvořit a ověřit model faktorů ovlivňujících akceptaci a využívání didaktického softwaru učiteli chemie,
- formulovat doporučení pro zařazování didaktického softwaru do výuky chemie jako všeobecně-vzdělávacího předmětu.

V rámci řešení disertačního projektu jsme si položili tyto **výzkumné otázky**, které zastupují příslušné výzkumné problémy:

- O₁: Jaké jsou postoje učitelů chemie k využívání didaktického softwaru ve vyučovací hodině? (Deskriptivní)
- O₂: Jaké faktory ovlivňují učitele při používání didaktického softwaru ve výuce chemie? (Deskriptivní)

- O₃: Jaký je vztah mezi jednotlivými faktory ovlivňujícími využití didaktického softwaru ve výuce chemie? (Relační)
- O₄: Jaké výukové metody a organizační formy výuky preferují učitelé chemie pro aplikaci didaktického softwaru? (Deskriptivní)
- O₅: Jaké jsou důvody učitelů k nepoužívání didaktického softwaru ve výuce chemie? (Deskriptivní)
- O₆: Existují rozdíly mezi různými skupinami učitelů v otázce akceptace a používání DS ve výuce chemie? (Deskriptivní)

V rámci dosažení vytyčených cílů výzkumného šetření jsme použili následující **výzkumné metody**:

- rešerše a analýza odborné literatury a elektronických informačních zdrojů,
- zmapování didaktického softwaru pro výuku chemie v ČR,
- vytvoření modelu zachycující vliv proměnných na využívání didaktického softwaru ve všeobecném chemickém vzdělávání,
- dotazníkové šetření u učitelů chemie zaměřené na předpokládané faktory ovlivňující akceptaci a využívání didaktického softwaru ve výuce chemie,
- rozhovory s učiteli chemie k prohloubení získaných dat z dotazníkového šetření,
- ověření a úpravy modelu zachycující vliv proměnných na využívání didaktického softwaru ve všeobecném chemickém vzdělávání.

4 Realizace a výsledky výzkumu

Výzkum byl realizován jako smíšený [42]. K ověření hypotéz vedoucí k sestrojení modelu jsme využili kvantitativní metody výzkumu v podobě internetového anonymního dotazníkového šetření, které bylo administrováno učitelům chemie v České republice. Kvalitativní data byla získána prostřednictvím polostrukturovaných rozhovorů s vybranými učiteli chemie z ČR.

4.1 Zmapování vybraného dostupného didaktického softwaru

Pro účely výzkumného šetření jsme nejprve provedli zmapování dostupného didaktického softwaru v České republice. V současné době je pro výuku chemie připraven didaktický software od komerčních firem a rovněž v podobě volně dostupných programů z produkce univerzit a dalších autorů [32].

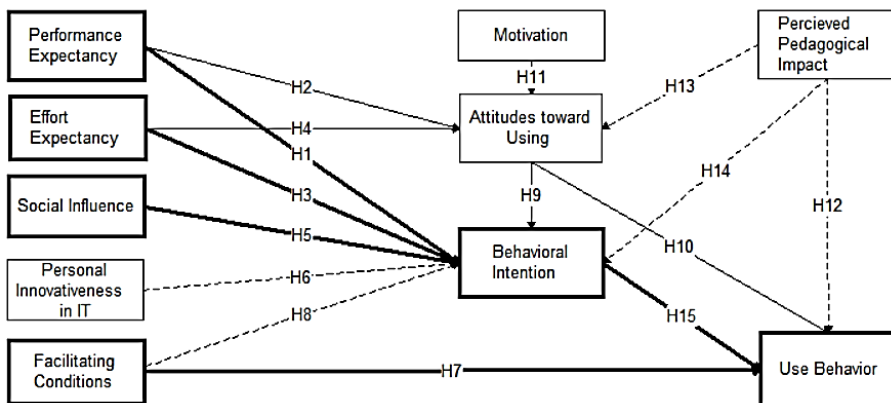
Tvorbě komerčního didaktického softwaru určeného do výuky chemie se v České republice věnuje pouze pár firem zpravidla s dlouholetou tradicí v produkci materiálů pro výuku pro řadu školních předmětů. Obvykle se firmy zaměřují na základní školy, především vytváří didaktický software pro první stupeň základní školy, což je jeden z důvodů, proč u komerčních firem nenajdeme tolik zástupců DS pro výuku chemie.

Nekomerční software představuje všechny bezplatné softwary, tedy licence typu freeware, shareware apod. umožňující bezplatné stažení a následně, alespoň dočasné, využívání programu spolu se softwarem spustitelným prostřednictvím internetových stránek. Bezplatnost s sebou ale nese riziko nekvalitních didaktických softwarů, proto je nutné, aby se s nimi nejprve učitel důkladně seznámil. Mezi časté tvůrce volně dostupných didaktických softwarů řadíme univerzity a střední školy, v případě České republiky můžeme jmenovat například Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze nebo Gymnázium F. X. Šaldy v Liberci.

4.2 Zjišťování faktorů ovlivňujících akceptaci a používání didaktického softwaru ve výuce chemie

Výzkumný model vychází především z teorie UTAUT [7] v podobě, v které byla zpracována pro přijetí interaktivních tabulí [41]. Šumak a Šorgo [41] rozšířili UTAUT model o konstrukt nazvaný *Postoj k používání technologie* (Attitude towards using technology, dále Postoj/Attitude) a vztahy mezi

Očekávaným výkonem (Performance expectancy) a Postojem, Očekávaným úsilím (Effort expectancy) a Postojem a také mezi Postojem a Používáním (Use) s ohledem na výsledky dalších studií zabývajících se postoji a používáním technologie. Odlišně od revidovaných studií v našem modelu nezařazujeme obvyklé moderátory (tj. pohlaví, věk, zkušenosti, dobrovolnost používání) na základě výzkumu, který ukazuje, že pohlaví, věk a zkušenost, v tomto případě pedagogická zkušenost, jsou irelevantní ve vztahu k používání ICT [43], a rovněž s ohledem na skutečnost, že používání didaktického softwaru není v České republice povinné, vynecháváme i tento moderátor. Na druhou stranu jsme do modelu zařadili konstrukty převzaté z dalších teorií zabývajících se přijetím a používáním technologie a spolu s nimi jsme přidali vztahy mezi původními a nově přidanými konstrukty. Tučné souvislé linie na obrázku 1 znázorňují a zdůrazňují původní konstrukty a vztahy z UTAUT modelu [7], tenčí souvislé linie představují přidané konstrukty převzaté ze studie zabývajících se akceptací interaktivních tabulí učitelů [41] a přerušované linie reprezentují nové vztahy a nově přidané konstrukty.



Obrázek 1: Výzkumný model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie (pozn.: v následujícím textu jsou konstrukty vysvětleny včetně českých ekvivalentů)

Očekávaný výkon / *Performance expectancy* (PE) představuje přesvědčení učitele, že používání didaktického softwaru (DS) přispěje k jeho učitelskému výkonu [41].

Očekávané úsilí / *Effort expectancy* (EE) představuje přesvědčení učitele, že pro něj bude používání DS snadné a srozumitelné [7].

Sociální vliv / Social influence (SI) představuje přesvědčení učitele, že pro něj důležité osoby (tj. rodina, přátelé, kolegové, žáci, rodiče žáků) věří, že by měl DS ve výuce používat [7]. Původně zahrnoval i vedení školy a klima školy, které jsme na základě analýzy hlavních komponent oddělili do samostatného faktoru tzv. *Sociálního vlivu školy* (Slb).

Osobní inovativnost v IT / Personal Innovativeness in IT (PIIT) představuje učitelovu ochotu vyzkoušet a implementovat nové ICT do své výuky [44].

Uspadňující podmínky / Facilitating conditions (FC) představují učitelovo přesvědčení, že má jeho škola dostatečné podmínky pro používání DS ve výuce chemie [7].

Postoje k používání / The attitude towards using (ATU) je individuální celková afektivní reakce na používání DS ve výuce chemie, která zahrnuje pocity libosti či nelibosti k tomuto chování [45].

Vnímaný pedagogický dopad / Percieved Pedagogical impact (PPI) reprezentuje v této studii učitelovo přesvědčení, že používání DS ve výuce chemie bude mít na výuku pedagogický dopad [46].

Behaviorální záměr / Behaviour intention (BI) ukazuje, jak moc jsou lidé ochotni se snažit chovat se daným způsobem [45], ukazuje učitelovo přesvědčení, že bude používat DS ve výuce chemie.

Podoba a realizace dotazníkového šetření

Dotazník byl vytvořen na základě vytvořeného teoretického modelu akceptace a používání didaktického softwaru učiteli ve výuce chemie. Jeho struktura obsahovala větvení podle odpovědí respondentů, pro uživatele obsahoval 83 položek, pro neuživatele 64 položek, pro bývalé uživatele 89 položek. Tyto položky byly rozděleny do 3 kategorií: (1) demografie; (2) položky s měřením pro konstrukty modelu a (3) dodatečné otázky v závislosti na užívání. Dotazník byl administrován v elektronické formě prostřednictvím volně dostupné aplikace 1KA (<https://www.1ka.si/>). Konstrukty modelu (2) byly zpracovány prostřednictvím položek již dříve použitých pro odhad akceptace technologie [7; 41; 44; 47] a adaptovány pro didaktický software. Položky pro konstrukty modelu byly zavedeny v podobě sedmibodové Likertovy škály s možností volby na škále mezi definovanými extrémy, tj. mezi „*rozhodně nesouhlasím*“ (1) a „*rozhodně souhlasím*“ (7).

Výběr vzorku učitelů byl proveden prostřednictvím prvotního výběru základních a středních škol v každém kraji České republiky. Seznam škol byl převzat z Rejstříku škol Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy [48]. Z vybraných škol byli přímo osloveni všichni vyučující chemie, resp. všichni vyučující s aprobací chemie, jejichž kontakt byl dostupný na internetových stránkách školy. V případech, kdy nebylo možné získat přímý kontakt či zjistit vyučované předměty, byli osloveni ředitelé školy či jejich zástupci s prosbou o přeposlání dotazníku učitelům chemie. Dotazník byl rozeslán 1 390 učitelům chemie ze ZŠ a 1 159 učitelům chemie ze SŠ, dále 1 116 ředitelům či zástupcům ZŠ a 135 ředitelům či zástupcům SŠ, tzn., že byli osloveni učitelé chemie z 2 266 základních škol a ze 423 středních škol (a to s naprostou převahou gymnázií). Sběr dat byl ukončen po čtyřech měsících. Po analyzování kompletně vyplněných dotazníků jsme vyloučili 8 dotazníků, především pro neserióznost dat, pro finální analýzu dat jsme získali 556 kompletně vyplněných dotazníků.

Data z dotazníkového šetření distribuovaného prostřednictvím online aplikace 1KA byly z této aplikace exportovány jako excelový soubor, který jsme po vyčištění dat převedli do statistického programu IBM SPSS Statistics 24. Pro statistické zpracování modelů byl využit program AMOS 24.0. Deskriptivní analýza dat byla nejprve provedena podle standardních statistických procedur doporučených pro typ explorativní studie [49] včetně velikosti účinku interpretované podle Cohena [50] pro identifikaci rozdílů mezi skupinami. Pro testování navrhovaného modelu akceptace a používání didaktického softwaru učiteli ve výuce chemie a pro verifikaci formulovaných hypotéz bylo zvoleno modelování pomocí strukturálních rovnic, tj. SEM (Structural equation modelling) [51]. Před vlastním modelováním byla provedena analýza hlavních komponent (PCA).

Výsledky

Rozdělení učitelů mezi uživatele (UT1) a neuživatele (UT2, UT3, UT4) je zřejmé, zatímco rozdíly v rámci skupiny neuživatelů mohou být na první pohled skryté a obtížně určitelné. Neživitele můžeme rozdělit do tří podskupin na základě jejich odpovědi na otázku: „*Používáte didaktický software ve výuce chemie?*“ Tyto podskupiny jsou následující: a) bývalí uživatelé, tj. UT2 (s odpovědí „*Vyzkoušel(a) jsem, ale upustil(a) jsem od toho.*“); b) ti, kteří nejsou ani neplánují být uživateli, tj. UT3, dále budeme

označovat jako „neplánující neuživatelé“ (s odpovědí „*Ne a neplánuji to.*“); c) ti, kteří nejsou uživateli, ale plánují jimi být, tj. UT4, dále jako „plánující neuživatelé“ (s odpovědí „*Ne, ale mám to v plánu.*“).

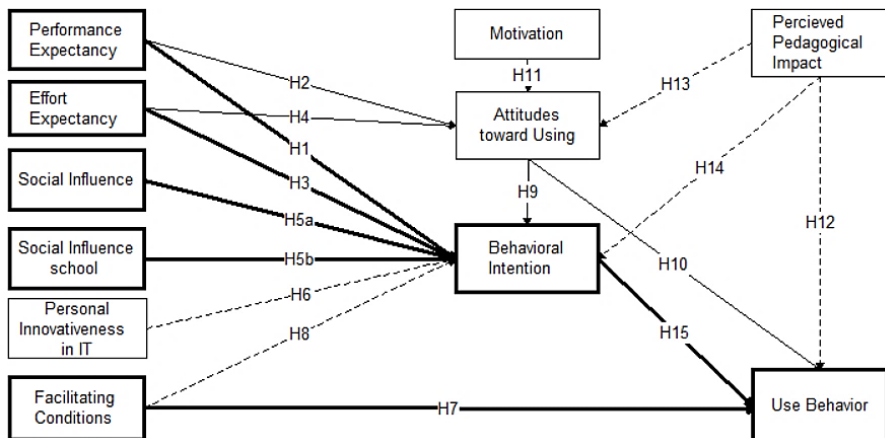
Cronbachovo alfa vypočítané společně pro všechny zvolené konstrukty je rovno 0,96; jednotlivé konstrukty v případě všech učitelů dohromady přesáhly hodnotu 0,7; pro jednotlivé typy jsou některé konstrukty v intervalu mezi 0,6 a 0,7, což je některými autory považováno stále za akceptovatelné alfa pro explorativní studii [49]. Na základě těchto skutečností mohou být zvolené konstrukty, ať už společně, nebo jednotlivě, použité v této studii.

Na základě hodnot velikostí účinků lze usoudit, že neuživatelé nejsou homogenní skupinou. Obecně platí, že největší rozdíl mezi typy neuživatelů je mezi těmi, kteří neplánují použití DS (UT3), a těmi, kteří jej plánují (UT4). Rozdíly u těchto skupin v některých případech dokonce dosahují i velkého efektu, většinou v Behaviorálním záměru (BI) a u prohlášení, zda mají pocit, že musí používat DS. Střední efekt se objevuje v konstruktech Očekávaný výkon (PE), Sociální vliv (SI), Postoje k používání (ATU), Používání (USE), Motivace (M) a Vnímaný pedagogický dopad (PPI). Rozdíly mezi ostatními skupinami neuživatelů, tj. UT2 a UT3 a UT2 a UT4, jsou většinou malé nebo žádné. S výjimkou středního efektu v konstruktu USE ve srovnání UT2 a UT4, což není velkým překvapením s ohledem na skutečnost, že UT2 zanechal používání DS a UT4 se DS chystá využít v budoucnu. Pokud srovnáváme jednotlivé typy neuživatelů se současnými uživateli, největší rozdíly jsou mezi současnými uživateli a neplánujícími neuživateli UT3, velkého efektu dosahuje v konstruktech PE, ATU, BI, USE a M, středního efektu v ostatních konstruktech pouze s výjimečnými odchylkami.

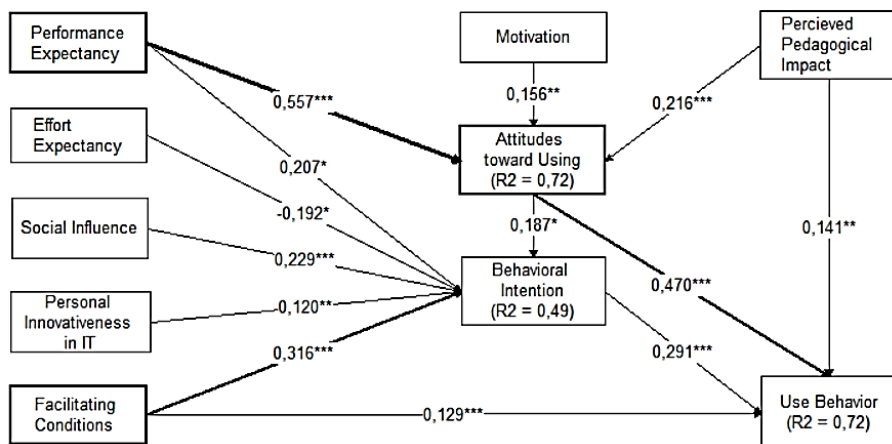
SEM analýza výzkumného modelu pro všechny uživatele

Analýza hlavních komponent (PCA) ukázala na rozpad konstruktu Sociální vliv (SI) na dva, a to Sociální vliv (SIa) a Sociální vliv školy (SIb), nejdříve bylo nutné model upravit v souladu s tímto zjištěním (viz obrázek 2). Po provedení počáteční SEM analýzy model vykazoval určité nedostatky v diskriminační validitě a rovněž v indexech dobré shody. Proto bylo nutné model dále upravovat. Nejprve jsme pro zlepšení indexů dobré shody přidali několik kovariancí na základě doporučení programu AMOS mezi chybami u položek. Protože to nevedlo k dostatečnému zlepšení, vrátili jsme se k předešlému modelu a nejprve jsme odstranili některé položky z konstruktů na základě

zvýšení Cronbachova alfa, případně nízkých faktorových zátěží, a následně jsme přistoupili k přidání kovariancí mezi chybami u nového modelu. Posledním krokem bylo odstranění vztahů (a pokud by to bylo nutné, tak i celých konstruktů), které nemají signifikantní vliv. Výsledný model (viz obrázek 3) vykazuje lehce horší diskriminační validitu u FC, ale to u takto komplexního modelu v této míře považujeme za akceptovatelné.



Obrázek 2: Upravený výzkumný model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie

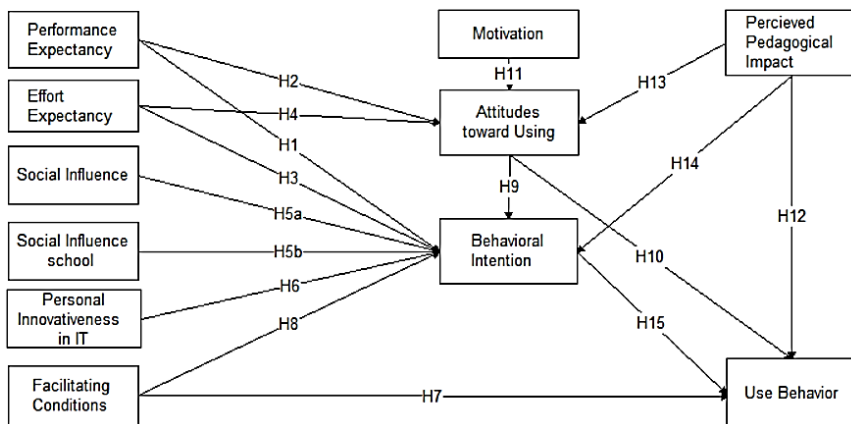


Obrázek 3: Nový model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie se standardizovanými regresemi β a koeficienty determinace R^2 (pozn.: v obr. R^2 je R^2 ; *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$)

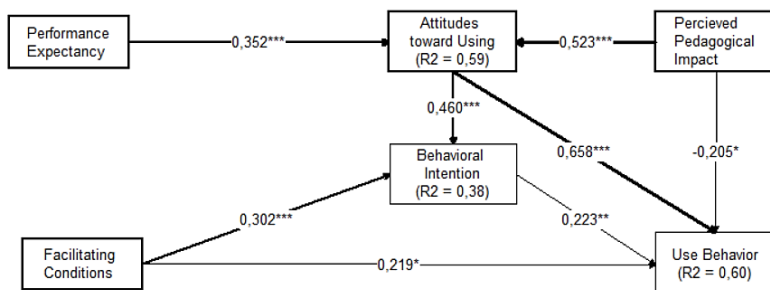
Výsledky ukazují, že je Behaviorální záměr (BI) ovlivňován prostřednictvím všech očekávaných konstruktů (i když v upravené podobě) přímo, s výjimkou Vnímaného pedagogického dopadu (PPI), který ovlivňuje BI nepřímo prostřednictvím Postojů k používání (ATU), a Sociálního vlivu školy (Slb), který z modelu vypadl úplně. Největší vliv vykazují Usnadňující podmínky (FC), následované Sociálním vlivem (SlA), Očekávaným výkonem (PE), Osobní inovativností v IT (PIIT) a Postoji k používání (ATU). Překvapivý výsledek přináší Očekávané úsilí (EE), které má záporný standardizovaný koeficient β , který naznačuje, že čím snadněji získají učitelé dovednosti a snáze ovládají DS, tím méně mají tendence jej používat. Naše konstrukty vysvětlují 49 % variability BI, vysvětlení zbylých 51 % je třeba hledat v jiných konstruktech, které nebyly v modelu. Pokud se zaměříme přímo na Používání (USE), největší vliv na něj nemá Behaviorální záměr, ale Postoje k používání (ATU), dále je ovlivňován Vnímaným pedagogickým dopadem (PPI) a Usnadňujícími podmínkami (FC). Přičemž náš model předpovídá 72 % Používání DS na základě našich konstruktů. Postoje k používání (ATU) jsou nejvíce ovlivňovány Očekávaným výkonem (PE), dále Vnímaným pedagogickým dopadem (PPI) a Motivací (M).

SEM analýza výzkumného modelu pro současné uživatele

Počáteční model pro současné uživatele rovněž vykazuje rozdělení Sociálního vlivu (SI) na dva konstrukty (viz obrázek 4), příslušnost položek k jednotlivým částem je ovšem odlišná. Podobně jako společný model vykazuje prvotní zkoumaný model nedostatky, proto jsme přistoupili ke stejnému procesu jako u předchozího modelu. Výsledný model (viz obrázek 5) byl vytvořen opět pouze z konstruktů se signifikantními vztahy. Tento model, pravděpodobně i díky výraznému zjednodušení, vykazuje dobré indexy shody i konvergenční a diskriminační variabilitu.



Obrázek 4: Upravený výzkumný model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro současné uživatele

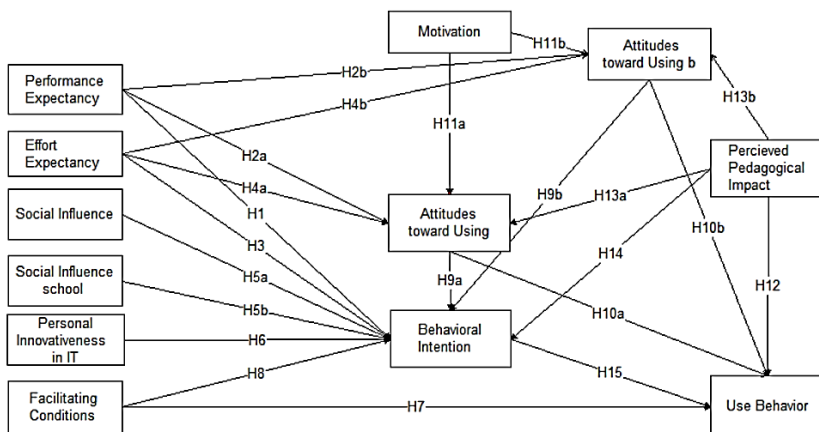


Obrázek 5: Nový model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro současné uživatele se standardizovanými regresemi β a koeficienty determinace R^2

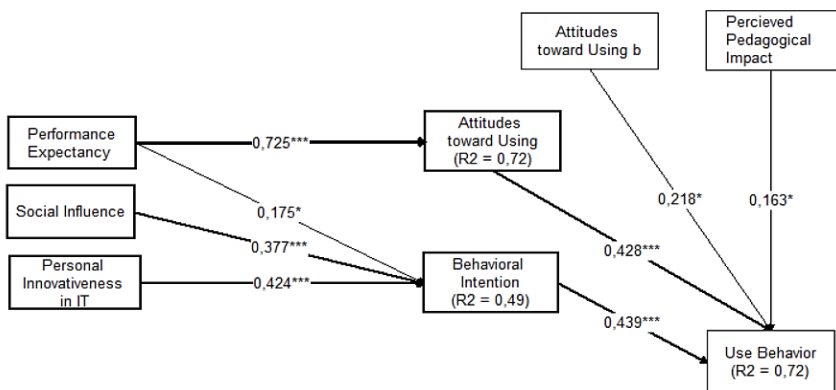
Výsledky ukazují, že je Behaviorální záměr (BI) u současných uživatelů ovlivňován pouze Usnadňujícími podmínkami (FC) a Postoji k používání (ATU), které jej ovlivňují nejsilněji. Nepřímo jej rovněž ovlivňuje Vnímaný pedagogický dopad (PPI) prostřednictvím ATU. Postoje k používání (ATU) jsou rovněž ovlivňovány Očekávaným výkonem (PE), tedy tento konstrukt může jejich prostřednictvím ovlivňovat BI pouze nepřímo. Na Používání (USE) opět BI nemá největší vliv, tuto roli mají ve shodě s jednotným modelem Postoje k používání. Používání je ovlivněno Usnadňujícími podmínkami a Vnímaným pedagogickým dopadem. V případě behaviorálního záměru vysvětluje náš model pouze 38 % variability, pro používání je to 60 %.

SEM analýza výzkumného modelu pro neplánující neuživatelé

V případě neplánujících uživatelů analýza hlavních komponent ukázala na stejný rozpad konstruktů Sociální vliv (SI) jako v případě jednotného modelu, tedy na Sociální vliv (SIa) a Sociální vliv školy (SIb). Ovšem v této skupině se také rozpadl konstrukt Postoje k používání (ATU), od kterého se oddělily položky negativního postoje a vytvořily konstrukt ATUb (viz obrázek 6). Tento model měl také nedostatky, tedy jsme také přistoupili k dalším úpravám spočívající v odstraňování položek na základě Cronbachova alfa a současnému odstranění všech vztahů a konstruktů s nimi spojených, které nevykazovaly signifikantní vliv. Výsledný model (viz obrázek 7) dosahuje doporučených hodnot ve všech kritériích, proto nebylo nutné přidávat kovariance mezi chybami položek.



Obrázek 6: Upravený výzkumný model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro neplánující neuživatelé



Obrázek 7: Nový model akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro neplánující ne uživatele se standardizovanými regresemi β a koeficienty determinace R^2

Výsledky ukazují, že je Behaviorální záměr (BI) u neplánujících uživatelů ovlivňován pouze Očekávaným výkonem (PE), Sociálním vlivem (SI) a Osobní inovativností v IT (PIIT), která jej ovlivňuje nejsilněji. Postoje k používání (ATU), které u ostatních skupin BI ovlivňovaly, zde působí přímo na Používání (USE) a jsou po Behaviorálním záměru (BI) nejlivnější konstruktem. Používání dále ovlivňují negativní postoje (ATUb) a Vnímaný pedagogický dopad (PPI). Zajímavostí je, že negativní postoje (tedy ATUb) nejsou ovlivňovány žádným jiným konstruktem, zatímco původní konstrukt Postoje k používání (ATU) je velmi silně determinován Očekávaným výkonem (PE). Tento model vysvětluje 49 % variability behaviorálního záměru, 72 % variability Postojů k používání (ATU) a 72 % variability Používání (USE).

Diskuze

Pokud porovnáme všechny modely pro jednotlivé skupiny, zjistíme, že model pro plánující uživatele je podobnější modelu pro současné uživatele, což koresponduje s podobností, kterou jsme identifikovali v deskriptivní analýze odpovědí dotazníkového šetření. Dále se ve všech modelech vyskytuje střední až velký vliv Postoje k používání (ATU) na Použití (USE), vliv Vnímaného pedagogického dopadu (PPI) na USE, i když v různých mírách, a vliv Behaviorálního záměru (BI) na Použití (USE). Přičemž vliv Postoje k používání (ATU) na Použití (USE) je dokonce silnější než vliv Behaviorálního záměru (BI) na Použití (USE), tj. Postoje k používání hrají

v modelech větší roli než Behaviorální záměr. Tedy pokud budeme chtít podpořit používání DS u učitelů chemie, je potřeba se zaměřit na posílení pozitivního postoje k používání DS ve výuce chemie, tj. jejich přesvědčení, že je výuka chemie s DS zajímavější, zábavná a že se jim líbí. Tyto postoje jsou ovlivňovány, buď očekávaným výkonem (tj. přesvědčením, že je DS užitečný pro výuku, umožňuje dosažení výukových cílů rychleji, popř. zvyšuje účinnost vyučování) nebo motivací (tj. osobními důvody pro zařazení DS, vnímáním využití DS jako zajímavé aktivity apod.), popř. vnímaným pedagogickým dopadem (tj. vlivem zařazení DS na zvědavost, soustředěnost, tvořivost, motivaci, učební výsledky žáků apod.). Pro současné uživatele a plánující neuživatele jsou také důležitým faktorem Usnadňující podmínky, které zahrnují znalosti a prostředky nezbytné pro používání didaktického softwaru, případně možnost pomoci s obtížemi s didaktickým softwarem. U neplánujících neuživatelů můžeme podpořit využívání DS ve výuce chemie, kromě zlepšením postojů k používání, prostřednictvím Sociálního vlivu (tj. přesvědčením, že lidé pro ně důležití, mající vliv na jejich chování, veřejnost, ostatní učitelé či rodiče žáků si myslí, že DS mají ve výuce používat) a Osobní inovativností v IT (tj. mírou ochoty zkoušet nové informační technologie).

4.3 Doplnující a ověřující zjišťování názorů a postojů učitelů chemie k využití didaktického softwaru pomocí rozhovoru

Pro dokreslení dat získaných z dotazníkového šetření a hlubší porozumění názorům a postojům učitelů chemie k využití didaktického softwaru ve výuce chemie bylo provedeno také kvalitativní šetření pomocí rozhovoru s vybranými zástupci jednotlivých typů učitelů [52].

Výzkumný vzorek pro kvalitativní analýzu byl sestaven pomocí záměrného výběru [53]. Tvoří jej 12 učitelů chemie, které jsme vybrali s ohledem na určená kritéria na základě našich informací či doporučení vybraných učitelů. Chtěli jsme získat zástupce nejen všech námi detekovaných skupin uživatelů/neuživatelů didaktického softwaru, ale i všech vývojových stupňů učitele podle Průchy [54], tj. začínajícího učitele (1–5 let pedagogické praxe), zkušeného učitele (6–25 let pedagogické praxe) a konzervativního učitele (více než 25 let pedagogické praxe). Od začínajícího učitele jsme navíc vyčlenili úplného začátečníka s praxí do jednoho roku, který bývá charakterizován obdobím tzv. šoku z reality, utvářením profesních dovedností

a adaptací na podmínky k provádění profese [54; 55]. Dalším kritériem výběru byl také typ školy. U škol jsme zařadili více učitelů gymnázií oproti základním školám, protože v dotazníkovém šetření tvoří menšinu, pro srovnání jsme zapojili i jednoho zástupce ze střední odborné školy.

Realizace polostrukturovaných rozhovorů probíhala v květnu a v červnu roku 2017, zpravidla v místě pracoviště respondenta. Rozhovory dosahují délky 15–35 minut, přičemž nejkratší délku (15 min) mají pouze první dva rozhovory. S přibývajícimi rozhovory se stopáž prodloužila na 19 a více minut, což přisuzujeme získávání zkušeností s vedením rozhovoru a související modifikaci otázek po prvotních zkušenostech a vyhodnocení přepisu rozhovoru.

K provedení analýzy polostrukturovaných rozhovorů jsme nejprve audiozáznamy rozhovorů převedli do podoby písemných záznamů prostřednictvím doslovné transkripce [42]. Následná analýza vycházela z otevřeného kódování provedeného metodou „*papír a tužka*“ zakončeného kategorizací kódů, dále byla použita technika „*vyložení karet*“ [52].

Výsledky ukazují na rozdílnost ve vybavenosti škol ICT zejména v chemických učebnách, která ovlivňuje zařazování do výuky chemie. V některých případech si dokonce učitelé musí vybrat mezi využitím ICT a prováděním chemických experimentů. Vybavení má samozřejmě také vliv na zařazení didaktického softwaru. Učitelé zařazující didaktický software poukazují na jeho pozitivní vliv ve výuce: DS zpestří výuku chemie, žáky motivuje, neboť přenáší učivo do technologií, které jsou jim blízké, v individuálním procvičování předčí v efektivitě procvičování bez DS, podporuje samostatnost žáků, rovněž DS učitelé vnímají jako nástroj pro rozšíření portfolia možných výukových metod a organizačních forem a jejich střídání. Jako negativní vliv DS je učiteli zmiňována absence komunikace a interakce na úrovni učitel – žák, která může vést k nepochopení u žáků a která nedostatečně podporuje ústní projev žáka, dále mají obavu z projevů laxního přístupu žáků při práci s DS v podobě bezmyšlenkovitého proklikávání obsahem, případně strach z přehlčení žáků technikou. Mezi překážky pro používání didaktického softwaru ve výuce chemie patří nedostatečné vybavení na školách ICT, příp. kvalitním komerčním didaktickým softwarem, nedostatečná vnější podpora nejen od vedení školy, ale i ze strany kolegů, decizní sféry a vývojářů didaktického softwaru zahrnující nedostatečnou nabídku školení pro učitele a s ní související neznalost didaktického softwaru učiteli, dále osobní faktory,

nedostatečná časová dotace na výuku chemie a nevhodnost dostupného didaktického softwaru.

4.4 Porovnání výsledků kvantitativního a kvalitativního šetření

Pokud srovnáme odpovědi učitelů v dotazníkovém šetření a výpovědi v polostrukturovaných rozhovorech, zjistíme, že všichni učitelé, bez ohledu na to, zda didaktický software aktivně používají či nikoliv, se shodují, že má didaktický software ve výuce chemie roli doplňující, ne hlavní, už jen proto, že nedokáže zcela nahradit učitele. Což je skutečnost, s kterou lze naprosto souhlasit. Učitelé na didaktický software nahlíží jako na pomůcku, která jim rozšiřuje, případně by jim rozšířila, portfolio možností jak vést výuku a činnosti žáků ve výuce.

S ohledem na možnosti, které didaktický software do výuky chemie přináší, jej učitelé v rozhovorech hodnotí jako nástroj pro zpestření výuky – tento názor se odrazil i v dotazníkovém šetření, kde položka „*Didaktický software činí výuku chemie zajímavější.*“ patří do nejvýznamnějšího faktoru ovlivňujícího akceptaci a používání didaktického softwaru v našem modelu, tj. Postoje k používání. Společně s položkami „*Výuka chemie s didaktickým softwarem je zábavná.*“ a „*Výuka chemie s použitím didaktického softwaru se mi líbí.*“ tvoří faktor, který spolehlivě předpovídá používání didaktického softwaru ve výuce chemie. Z toho vyplývá, že pokud si učitel myslí, že didaktický software zprostředkovává zábavnou a zajímavější výuku, a jemu samému se tato výuka líbí, bude použití didaktického softwaru nakloněn. Problémem u řady učitelů je pak skutečnost, že možnost se o tomto přesvědčit či si na základě vlastní zkušenosti na to udělat názor neměli. To souvisí především s tím, zda mají nezbytné znalosti a prostředky pro používání didaktického softwaru, tedy tzv. Usnadňující podmínky. Z našich respondentů rozhovorů až na výjimky neměli učitelé ucelený přehled o dostupném didaktickém softwaru, jednak pro to, že v době jejich vysokoškolského studia tyto možnosti ještě nebyly, jednak se s takovýmto školením nesetkali v nabídce dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků a samostatně nemají příliš čas si všechny nejnovější možnosti vyhledávat. Ačkoliv na některých školách nejsou ani dostatečné podmínky pro častější aplikaci didaktického softwaru do výuky chemie, jako závažnější a významnější vidíme nedostatek povědomí o didaktickém softwaru. V této situaci by se měly odpovědné instituce za další vzdělávání učitelů zaměřit na rozšíření nabídky

konkretizované na jednotlivé vyučovací předměty s konkrétními ukázkami použití didaktického softwaru v daném předmětu. Svoji roli by samozřejmě mohli sehrát i zástupci firem produkujících komerční software, a to s prezentací svého softwaru v rámci seminářů či workshopů pro učitele. Další podporou by byl udržovaný a aktualizovaný seznam didaktického softwaru pro učitele chemie, s popisem a hodnocením konkrétních zástupců, který by jim velmi usnadnil práci a přístup k těmto softwarům.

Z polostrukturovaných rozhovorů navíc vyplynula skutečnost, že učitelé jsou omezováni nutností projít velké množství učiva v krátkém časovém úseku, a to jim zabraňuje více experimentovat s metodami, které nepřinášejí rychlé probrání učební látky. Jak vyjádřila jedna vyučující, upřednostňuje se kvantita nad kvalitou. Řešení by mohlo přinést navýšení časové dotace pro výuku chemie anebo pravděpodobněji revize kurikula, která by vedla k zúžení povinného vzdělávacího obsahu pro výuku chemie.

V našich modelech akceptace a používání didaktického softwaru jsou postoje k používání ovlivňovány očekávaným výkonem, tedy zda je didaktický software považován za nástroj užitečný pro výuku, umožňující dosáhnout výukových cílů rychleji, popř. zvyšující účinnost vyučování, nebo vnitřní motivací či vnímaným pedagogický dopadem zařazení didaktického softwaru. I z rozhovorů je patrné, že se učitelé zamýšlí nad výkonností didaktického softwaru, kalkulují s množstvím času potřebným pro jeho zapojení a s výsledky, které přináší. Zpravidla v souvislosti s možnostmi zapojení dostatečného ICT vybavení se rozhodují, zda didaktický software do výuky zařadí či nikoliv. Stejně tak pro učitele hraje významnou roli vliv didaktického softwaru na žáka, a to nejen z pohledu dosažených vědomostí či dovedností, ale i z pohledu motivace či jeho dalšího osobního rozvoje. Pokud porovnáme výsledky rozhovorů s jednotným modelem pro všechny učitele, zjistíme, že potvrzují nejsilnější vliv postojů k používání, očekávaného výkonu, usnadňujících podmínek a vnímaného pedagogického dopadu na akceptaci a používání didaktického softwaru učiteli ve vyuce chemie.

4.5 Limity výzkumného šetření

Provedená výzkumná šetření mají některá omezení, která by měla být brána v úvahu. I když díky distribuci výzkumného nástroje (dotazníku) na všechny základní školy a gymnázia v České republice měli mít všichni učitelé příležitost se podílet na výzkumu, nemůžeme zaručit, že informace o tomto výzkumu adresované ředitelům nebo jejich zástupcům byly učitelům předány. Stejně tak v případě přímého adresování učitele byla účast na výzkumu založena na jejich dobrovolném rozhodnutí. Dotazník byl určen pouze českým učitelům, kteří mohou mít odlišné zkušenosti a podmínky ve výuce souvisejícím s kulturními a geografickými rozdíly. Další omezení spočívalo v nemožnosti ověření modelu akceptace a používání didaktického softwaru ve výuce chemie pro bývalé uživatele. Do této skupiny se i přes rozsáhlý vzorek zařadilo pouze 23 respondentů, což je pro provedení SEM analýzy nedostačující. S ohledem na výsledky analýzy zaměřené na rozdíly mezi konstrukty, můžeme říci, že skupina bývalých uživatelů je nejpodobnější neplánujícím neuživatelům, tedy se dá očekávat, že výsledný model pro bývalé uživatele by byl podobný modelu pro neplánující neuživatele. Validaci tohoto tvrzení je ovšem nutné provést v dalším výzkumném šetření zaměřeném na sběr dat od bývalých uživatelů didaktického softwaru.

5 Závěr

Didaktický software je nástrojem, který informačním a komunikačním technologiím na školách přináší vzdělávací obsah, ovšem pouze za předpokladu, že je učiteli ve výuce využíván. Ačkoliv pro výuku chemie existuje v České republice několik zástupců kvalitního didaktického softwaru dostupného pod placenou i neplacenou licenci, většina učitelů je ve výuce nepoužívá. Důvodem je skutečnost, že tyto aplikace jsou zpravidla zaměřeny jen na jednotlivé tematické oblasti, případně se profilují do jedné didaktické funkce.

Cílem našeho disertačního projektu bylo zjištění faktorů ovlivňujících akceptaci a používání didaktického softwaru ve výuce učiteli chemie a spolu s mírou jejich vlivu je znázornit prostřednictvím modelu. Prvotní model zpracovaný na základě teorií a výsledků studií zaměřených na akceptaci a používání technologií ve výuce jsme modifikovali na základě SEM analýzy dat z dotazníkového šetření. S ohledem na prokázané rozdíly mezi skupinami učitelů definovanými v souvislosti s využíváním didaktického softwaru ve výuce chemie jsme vedle jednotného modelu pro všechny učitele verifikovali také modely pro jednotlivé skupiny učitelů. Z řady faktorů ovlivňujících akceptaci a používání didaktického softwaru se jako nejsilnější projeví Postoje k používání, Očekávaný výkon (přesvědčení učitele, že používání didaktického softwaru přispěje k jeho učitelskému výkonu), Uspodňující podmínky (učitelovo přesvědčení, že má dostatečné podmínky pro používání DS ve výuce chemie) a Vnímání pedagogický dopad (učitelovo přesvědčení, že používání DS ve výuce chemie bude mít na výuku pedagogický dopad), přičemž Postoje k používání hrají zásadní roli také v modelech pro jednotlivé typy učitelů. Klíčovou roli těchto faktorů potvrzují rovněž data získaná z polostrukturovaných rozhovorů.

Učitelé používající didaktický software pro výuku chemie jej nejčastěji zařazují při procvičování či opakování učiva a pro doplnění výkladu. Procvičování učiva učitelé preferují hlavně individuálně, výklad zpravidla volí frontálně, kdy didaktický software sami doplňují. Učitelé jej využívají jak při názorně demonstračních, ať s pomocí videí, 3D ukázek a animací zařazených v didaktickém softwaru, tak při slovních metodách výuky. Z rozhovorů jsme se dozvěděli o dalším zajímavém zařazení didaktického softwaru, kdy jej využívají jako přípravu před laboratorním cvičením, kde se žáci předem

seznámí s praktickými ukázkami souvisejícími s jejich následující laboratorní prací.

Nejčastějšími překážkami znemožňujícími učitelům chemie zařazení didaktického softwaru je stále ještě i nedostatečné ICT vybavení na školách, které učitelům brání didaktický software zařazovat úplně nebo pro využití v individuální či skupinové práci žáků, která by zejména v procvičování byla přínosnější než v případě výkladu. S nedostatečným vybavením souvisí nedostatečná vnější podpora, ať už ze strany vedení školy, ze strany kolegů nebo dokonce ze strany decizní sféry. To vede k nedostatečnému proškolení učitelů, kteří pak neznají zástupce didaktického softwaru a nemají představu o možnostech jeho zařazení do výuky chemie. Případně nejsou spokojeni s podobou či kvalitou dostupného didaktického softwaru, nutností přijímat jeho obsah v dané podobě a nemožností si jej upravit ke svému obrazu. Dalším důvodem je také nedostatečná časová dotace, která učitele chemie tlačí do nepříjemné pozice, kdy nemají příliš vůle sami experimentovat s inovací, kterou neznají, a riskovat tak nesplnění povinných cílů. V dotazníkovém šetření se jako jeden z důvodů nepoužívání didaktického softwaru objevila preference klasických výukových metod učitelem, tzn., že upřednostňují laboratorní či praktickou výuku, práci s reálnými experimenty, což je další doklad toho, že učitelé mají pocit, že si musí vybrat jedno, nebo druhé.

Pro podporu smysluplného využívání didaktického softwaru je nutné dovybavit školy, které nemají dostatek ICT vybavení ani pro frontální, natož pro individuální zařazení didaktického softwaru do výuky chemie. Dále zvýšit nabídku školení v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků zaměřeného na praktické ukázky zařazení didaktického softwaru do výuky chemie, případně podporovat komerční firmy ve vedení seminářů pro učitele. Další výraznou podporou by byl průběžně aktualizovaný přehled dostupného didaktického softwaru s recenzemi a případné navýšení časové dotace pro výuku chemie nebo revize kurikula. Při zaměření na konkrétní podobu didaktického softwaru, učitelé preferují software zahrnující celé učivo chemie podávané různorodými metodami, umožňující jeho zařazení do všech fází výuky, souhrnně řečeno kompletní portfolio, z kterého by si mohli vybírat. Dále by uvítali možnost částečného zásahu do obsahu didaktického softwaru. Vydavatelé softwaru by tak měli uvažovat o částečně otevřených programech, což by mohlo vést ke zvýšení poptávky mezi učiteli.

Další výzkum by se měl zaměřit jednak na identifikaci větší skupiny bývalých uživatelů didaktického softwaru a vytvoření modelu akceptace a používání didaktického softwaru pro tuto skupinu, podrobněji prozkoumat důvody této skupiny, které vedly k zavržení didaktického softwaru a zda jsou všechny již identifikovány v tomto výzkumu prostřednictvím jiných skupin neuserů, či se objeví nové nečekané motivy. Výzkum by se dal rozšířit o pozorování učitele a jeho práce s didaktickým softwarem v hodině, případně o provedení výzkumu mezi učiteli z dalších států, možná nejprve ze slovanských zemí. Dalším krokem ve výzkumu by mohlo být navazující zkoumání akceptace a používání didaktického softwaru z pohledu žáků.

6 Použitá literatura v tezích disertační práce

- [1] DOSTÁL, J. *Výukové programy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2782-9.
- [2] JANUSZEWSKI, A. a MOLENDÁ, M. (Eds.). *Educational Technology: A Definition with Commentary*. Routledge, 2007. ISBN 978-0-8058-5861-7.
- [3] TAYLOR, R. P. Introduction. In: TAYLOR, R. P. (Ed.). *The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee*. New York: Teachers College Press, 1980, s. 1–10. Dostupné také z: <http://www.citejournal.org/articles/v3i2seminar1.pdf>.
- [4] PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E. a MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0403-9.
- [5] PACHMANN, E. a HOFMANN, V. *Obecná didaktika chemie*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1981.
- [6] DILLON, A. a MORRIS, M. User Acceptance of New Information Technology: Theories and Models. In: WILLIAMS, M. (Ed.) *Annual Review of Information Science and Technology*. 1996, **31**, s. 3–32. Medford NJ: Information Today. ISSN 0066-4200. Dostupné také z: <https://www.ischool.utexas.edu/~adillon/BookChapters/User%20acceptance.htm>
- [7] VENKATESH, V. et al. User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*. 2003, **27**(3), s. 425–478. ISSN 2162-9730.
- [8] SOLOMONIDOU, Ch. a STAVRIDOU, H. Design and Development of a Computer Learning Environment on the Basis of Students' Initial Conceptions and Learning Difficulties about Chemical Equilibrium. *Education and Information Technologies*. 2001, **6**(1), s. 5–27. ISSN 1573-7608.
- [9] MARSON, G. A. a TORRES, B. B. Fostering Multirepresentational Levels of Chemical Concepts: A Framework to Develop Educational Software. *Journal of Chemical Education*. 2011, **88**(12), s. 1616–1622. ISSN 1938-1328.
- [10] TATLI, Z. a AYAS, A.. Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. *Journal Of Educational Technology & Society*. 2013, **16**(1), s. 159–170. ISSN 1436-4522.

- [11] KUPATADZE, K. How to Make Lessons of Chemistry More Understanding and Easy (On an Example of Concrete Program). *Periódico Tchê Química*. 2013, **10**(19), s. 24–29. ISSN 2179-0302.
- [12] DÍAZ, C. B.; GÓMEZ, J. R. a MICHELENA, R. P.,. Diseño y Evaluación de un Software Educativo para el Aprendizaje de las Reacciones Químicas con el Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista de investigación*. 2008, (64), s. 85–102. ISSN 0798-0329.
- [13] GONZÁLEZ, D. M. a DE CÁRDENAS, B. Z. Química Virtual en la Enseñanza de las Ingenierías de Perfil no Químico. *Pedagogía Universitaria*. 2009, **9**(1), s. 9–17. ISSN 1609-4808.
- [14] STOICA, I.; MORARU, S. a MIRON, C. An Argument for a Paradigm Shift in the Science Teaching Process by Means of Educational Software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2010, **2**(2), s. 4407–4411. ISSN 1877-0428.
- [15] BAKER, R. S.J.d. et al. The Dynamics between Student Affect and Behavior Occurring Outside of Educational Software. In: D'MELLO, S.; GRAESSER, A.; SCHULLER, B.; MARTIN, J. (Eds.). *Affective Computing and Intelligent Interaction*. Springer: Berlin Heidelberg, 2011, s. 14–24. ISBN 978-3-642-24599-2.
- [16] FIALHO, N. N. a MATOS, E. L. M. The Art of Involving Students in Sciences' Learning Using Educational Software Programs. *Educar em Revista*. 2010, **SPE2**, s. 121–136. ISSN 0104-406.
- [17] ŞERBAN, S. a SAVII, G. About an Educational Software Used in the Chemistry for Determining the Chemical Composition and Molecular Weight Chemicals. *Annals Of The Faculty Of Engineering Hunedoara – International Journal Of Engineering*. 2011, **9**(4), s. 191–194. ISSN 1584-2673.
- [18] EICHLER, M. a DEL PINO, J. C. Computers and Chemical Education: Atomic Structure and Periodic Table. *Química Nova*. 2000, **23**(6), s. 835–840. ISSN 1678-7064.
- [19] PERRY, G. T. a SCHNAID, F. A Case Study on the Design of Learning Interfaces. *Computers & Education*. 2012, **59**(2), s. 722–731. ISSN 0360-1315.
- [20] ALTUN, E. et al. Preservice Computer Teachers' Views on Developing Chemistry Software Based on Constructivist 7E Model. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2010, **2**(2), s. 2282–2286. ISSN 1877-0428.

- [21] BARBOSA, F. G. et al. Interactions: Design, Implementation and Evaluation of a Computational Tool for Teaching Intermolecular Forces in Higher Education. *Química Nova*. 2015, **38**(10), s. 1351–1356. ISSN 1678-7064.
- [22] DA SILVA JÚNIOR, J. N. et al. KinChem: A Computational Resource for Teaching and Learning Chemical Kinetics. *Journal of Chemical Education*. 2014, **91**(12), s. 2203–2205. ISSN 1938-1328.
- [23] DA SILVA JÚNIOR, J. N. et al. Soluções Químicas: Desenvolvimento, Utilização e Avaliação de um Software Educacional. *Revista Virtual de Química*. 2014, **6**(4), s. 955–967. ISSN 1984-6835.
- [24] BIGGER, S. W. a BIGGER, A. S. FluAnisot: A Simulated Experiment in Fluorescence Anisotropy Measurement. *Journal of Chemical Education*. 2013, **90**(3), s. 386–387. ISSN 1938-1328.
- [25] BIGGER, S. W.; BIGGER, A. S. a GHIGGINO, K. P. FluSpec: A Simulated Experiment in Fluorescence Spectroscopy. *Journal of Chemical Education*. 2014, **91**(7), s. 1081–1083. ISSN 1938-1328.
- [26] SANTOS, J.; GRUESO, E. a TRUJILLO-CAYADO, L. A. Use of a Mobile Application in Order to Enhance Motivation of the Students in Chemical Nomenclature and Formulation. *AFINIDAD*. 2016, **73**(576), s. 278–284. ISSN 2339-9686.
- [27] TSOI, M. Y. a DEKHANE, S. TsoiChem: A Mobile Application to Facilitate Student Learning in Organic Chemistry. In: *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. IEEE Computer Society, 2011, s. 543–547. ISBN 978-0-7695-4346-8.
- [28] DEKHANE, S. a TSOI, M. Y. Designing a Mobile Application for Conceptual Understanding: Integrating Learning Theory with Organic Chemistry Learning Needs. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*. 2012, **4**(3), s. 34–52. ISSN 1941-8647.
- [29] GUERRERO, G. E.; JARAMILLO, C. A. a MENESES, C. A. Mmacutp: Mobile Application for Teaching Analytical Chemistry for Students on Qualitative Analysis. In: *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning (IMCL), 2016 International Conference on*. IEEE Computer Society, 2016, s. 50–54. ISBN 9781509030644.

- [30] FJELD, M. a VOEGTLI, B. M. Augmented Chemistry: An Interactive Educational Workbench. In: *International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR 2002 Proceedings*. IEEE Computer Society, 2002, s. 259–321. ISBN 978-0-7695-1781-1.
- [31] PRIBEANU, C. a IORDACHE, D. Evaluating the Motivational Value of an Augmented Reality System for Learning Chemistry. *HCI and Usability for Education and Work*. Springer: Berlin Heidelberg, 2008, s. 31–42. ISBN 978-3-540-89350-9.
- [32] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. Didaktický software pro výuku chemie – současná situace v České republice. *Biologie, ekologie, chemie* [online]. 2014, **18**(4), s. 29–34. ISSN 1338-1024.
- [33] ŠUMAK, B., HERIČKO, M. a PUŠNIK, M. A meta-analysis of e-learning technology acceptance: The role of user types and e-learning technology types. *Computers in Human Behavior*. 2011, **27**(6), s. 2067–2077. ISSN 0747-5632.
- [34] ABDULLAH, F. a WARD, R. Developing a General Extended Technology Acceptance Model for E-Learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*. 2016, **56**, s. 238–256. ISSN 0747-5632.
- [35] ARENAS-GAITÁN, J., RAMÍREZ-CORREA, P. E. a RONDÁN-CATALUÑA, F. J. Cross cultural analysis of the use and perceptions of web based learning systems. *Computers & Education*. 2011, **57**(2), s. 1762–1774. ISSN 0360-1315.
- [36] PERSICO, D., MANCA, S. a POZZI, F. Adapting the Technology Acceptance Model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior*. 2014, **30**, s. 614–622. ISSN 0747-5632.
- [37] LEE, M. C. Explaining and predicting users' continuance intention toward e-learning: An extension of the expectation–confirmation model. *Computers & Education*. 2010, **54**(2), s. 506–516. ISSN 0360-1315.
- [38] TEO, T. Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*. 2011, **57**(4), s. 2432–2440. ISSN 0360-1315.
- [39] YUEN, A. H. a MA, W. W. Exploring teacher acceptance of e-learning technology. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*. 2008, **36**(3), 229–243. ISSN 1469-2945.

- [40] LAMBIC, D. Factors influencing future teachers' adoption of educational software use in classroom. *Croatian Journal of Education*. 2014, **16**(3), 815-846. ISSN 1848-5197.
- [41] ŠUMAK, B. a ŠORGO, A. The Acceptance and Use of Interactive Whiteboards among Teachers: Differences in UTAUT Determinants between Pre- and Post-Adopters. *Computers in Human Behavior*. 2016, **64**, s. 602–620. ISSN 0747-5632.
- [42] HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-040-2.
- [43] GIL-FLORES, J.; RODRÍGUEZ-SANTERO, J. a TORRES-GORDILLO, J. J. Factors that Explain the Use of ICT in Secondary-Education Classrooms: The Role of Teacher Characteristics and School Infrastructure. *Computers in Human Behavior*. 2017, **68**, s. 441–449. ISSN 0747-5632.
- [44] AGARWAL, R. a PRASAD, J. A Conceptual and Operational Definition of Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology. *Information Systems Research*. 1998, **9**(2), s. 204–215. ISSN 1526-5536.
- [45] AJZEN, I. The Theory of Planned Behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*. 1991, **50**(2), s. 179–211. ISSN 0749-5978.
- [46] ERTMER, P. A. Teacher Pedagogical Beliefs: The Final Frontier in Our Quest for Technology Integration? *Educational Technology Research and Development*. 2005, **53**(4), s. 25–39. ISSN 1556-6501.
- [47] ŠUMAK, B. et al. Differences between prospective, existing, and former users of interactive whiteboards on external factors affecting their adoption, usage and abandonment. *Computers in Human Behavior*. 2017, **72**, s. 733–756. ISSN 0747-5632.
- [48] MŠMT. Statistická ročenka školství. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy* [online]. © 2017 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://toiler.uiv.cz/rocenka/rocenka.asp>
- [49] FIELD, A. *Discovering statistics using SPSS*. 3rd edition. London: Sage Publications, 2009. ISBN 978-1-84787-906-6.
- [50] COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2. vydání. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988. ISBN 978-0-8058-0283-2.

- [51] HENDL, J. Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat. Praha: Portál, 2004. ISBN 80-7178-820-1.
- [52] ŠVAŘÍČEK, R.; ŠEĐOVÁ, K. a kol. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-313-0.
- [53] GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2000. ISBN 80-85931-79-6.
- [54] PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. 3., upr. a dopl. vyd. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-047-X.
- [55] PRŮCHA, J. *Učitel: současné poznatky o profesi*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-621-7.

7 Publikační činnost doktoranda

- [V1] HANZALOVÁ, P. a CHROUSTOVÁ, K. Instructional Software with Focus on Instructional Games in Mathematics and Chemistry Education. In: GALLOVÁ, M.; GUNČAGA, J.; CHANASOVÁ, Z. a MOLDOVCOVÁ CHOVANCOVÁ, M. (Eds.). *New Challenges in Education*. Ružomberok, Slovakia: VERBUM - vydavateľstvo KU, 2013, s 40–69. ISBN 978-80-561-0065-3.
- [V2] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. Efektivita využívání didaktického softwaru ve výuce chemie se zaměřením na názvosloví anorganických sloučenin. *Media4u Magazine* [online]. 2014, **11**(1), s. 58–64. ISSN 1214-9187.
- [V3] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. On the efficiency of using didactic software in chemistry instruction. In: TURČÁNI, M., DRLÍK, M., KAPUSTA, J. a ŠVEC, P. (Eds.). *DIVAI 2014 – 10th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics: Conference Proceedings*. Prague: Wolters Kluwer, 2014, s. 305–315. ISBN 978-80-7478-497-2.
- [V4] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. Effectiveness of Educational Software in Science Education with Focus on Chemistry – From the Results of Research Projects. In: NODZYŃSKA, M.; CIEŚLA, P.; RÓŻOWICZ, K. (Eds.). *New Technologies in Science Education*. Kraków: Pedagogical University of Kraków, 2014, s. 47–59. ISBN 978-83-7271-879-2.
- [V5] HANZALOVÁ, P. a CHROUSTOVÁ, K. Šifrování jako netradiční způsob aktivizace žáka ve výuce chemie. In: BÍLEK, M. (Ed.). *Výzkum teorie a praxe v didaktice chemie/Přírodovědné a technologické vzdělávání pro XXI. století*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2014, s. 395–403. ISBN 978-80-7435-417-5.
- [V6] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. Didaktický software pro výuku chemie – současná situace v České republice. *Biologie, ekologie, chemie* [online]. 2014, **18**(4), s. 29–34. ISSN 1338-1024.
- [V7] CHROUSTOVÁ, K. a BÍLEK, M. Současné výzvy pro využití didaktického softwaru ve výuce chemie – z výsledků výzkumných studií. *Media4u Magazine* [online]. 2015, **12**(3), s. 24–29. ISSN 1214-9187.

- [V8] CHROUSTOVÁ, K. a KOPEK-PUTAŁA, W. Nauczanie programowane w przedmiotach przyrodniczych. In: NODZYŃSKA, M. a KOPEK-PUTAŁA, W. *Co w dydaktykach nauk przyrodniczych ocalić od zapomnienia?* Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, 2015, s. 113–132. ISBN 978-83-7271-967-6.
- [V9] CHROUSTOVÁ, K.; BÍLEK, M. a ŠORGO, A. Development of the Research Tool to Identify Factors Affecting the Use of Chemistry Educational Software. *Problems of Education in the 21st Century*. 2015, Ročník 2015, č. 68, s. 6-21. ISSN 1822-7864.
- [V10] BÍLEK, M.; MACHKOVÁ, V. a CHROUSTOVÁ, K. Project-oriented Instruction in Chemistry Teachers' Education: Experience and Perspectives. In: RUSEK, M. (Ed.). *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIII*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2016, s. 11–17. ISBN 978-80-7290-864-6.
- [V11] HANZALOVÁ, P. a CHROUSTOVÁ, K. Rozvíjíme algoritmické myšlení pomocí šifer. In: RUSEK, M. (Ed.). *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIII*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2016, s. 159–165. ISBN 978-80-7290-864-6.
- [V12] CHROUSTOVÁ, K.; MACHKOVÁ, V. a HANZALOVÁ, P. Towards the Implementation of Mobile Technology into the Experimental Chemistry Education. In: TURČÁNI, M.; BALOGH, Z.; MUNK, M. a BENKO, L. (Eds.). *DIVAI 2016 – 11th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics: Conference Proceedings*. Prague: Wolters Kluwer. 2016, s. 121–135. ISBN 978-80-7552-249-8.
- [V13] MACHKOVÁ, V.; CHROUSTOVÁ, K. a HANZALOVÁ, P. Towards to Implementation of Mobile Technologies into Laboratory Work at Lower Secondary School Level. In: CIEŚLA, P.; KOPEK-PUTAŁA, W. a BAPROWSKA, A. (Eds.). *Proceedings of the 7th International Conference on Research in Didactics of the Sciences, DidSci 2016, June 29th – July 1st, 2016*. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, 2016, s. 103–106. ISBN 978-83-8084-037-9.
- [V14] CHROUSTOVÁ, K. a ŠMÍDOVÁ, P. Who plays, does not tease and learns more. In: RUSEK, M.; STÁRKOVÁ, D. a METELKOVÁ, I. B. (Eds.). *Projektové vyučování v přírodovědných předmětech XIV*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2017, s. 39–46. ISBN 978-80-7290-929-2.

- [V15] BÍLEK, M.; RYCHTERA, J. a CHROUSTOVÁ, K. Identification of key and critical points in early chemistry curriculum in Czech Republic. In: LAMANAUSKAS, V. (Ed.). *Science and technology education: Engagign the new generation. Proceedings of the 2nd International Baltic Symposium on Science and Technology Education (BalticSTE2017)*. Šiauliai: The Scientia Socialis Press, 2017, s. 25–27. ISBN 978-609-95513-4-0.
- [V16] BÍLEK, M.; MACHKOVÁ, V. a CHROUSTOVÁ, K. Současné trendy inovací všeobecného chemického vzdělávání. In: KRIČFALUŠI, D. a MUCHA, M. *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*. Ostrava: Ostravská Univerzita, 2017, s. 52–57. ISBN 978-80-7464-942-4.
- [V17] CHROUSTOVÁ, K.; BÍLEK, M. a ŠORGO, A. Validation of Theoretical Constructs toward Suitability of Educational Software for Chemistry Education: Differences between Users and Nonusers. *Journal of Baltic Science Education*. 2017. ISSN 1648-3898 (v tisku).