



FAKULTA PRÍRODNÝCH
VIED UNIVERZITY
MATEJA BELA

 BELIANUM



DidSci+ DONOVALY 20 25

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV
Z MEDZINÁRODNEJ VEDECKEJ KONFERENCIE

FAKULTA PRÍRODNÝCH VIED | UNIVERZITA MATEJA BELA V BANSKEJ BYSTRICI

ZOSTAVOVATELIA

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., MBA (*Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, SK*)

doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD. (*Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, SK*)

RECENZENTI

prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D. (*Univerzita Karlova, Praha, CZ*)

doc. Ing. Kamil Cejpek, CSc. (*Zväz slovenských vedecko-technických spoločností, SK*)

prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc. (*Univerzita Karlova, Praha, CZ*)

doc. RNDr. Mária Ganajová, CSc. (*Univerzita P. J. Šafárika, Košice, SK*)

doc. PaedDr. Anna Drozdíková, PhD. (*Univerzita Komenského, Bratislava, SK*)

doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., MBA (*Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, SK*)

doc. PaedDr. Dana Kričfaluši, CSc. (*Ostravská univerzita, Ostrava, CZ*)

doc. PaedDr. Katarína Kotuláková, PhD. (*Trnavská univerzita, Trnava, SK*)

doc. Mgr. Małgorzata Nodzyńska, Ph.D. (*Západočeská univerzita, Plzeň, CZ*)

doc. Ing. Viera Peterková, PhD. (*Trnavská univerzita v Trnave, SK*)

doc. PhDr. Martin Rusek, Ph.D. (*Univerzita Karlova, Praha, CZ*)

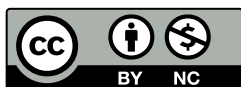
doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD. (*Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, SK*)

doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D. (*Univerzita Karlova, Praha, CZ*)

Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie DidSci+ 2025

13. ročník; 25. – 27. júna 2025 (Donovaly)

Copyright © 2025 autori
ISBN: 978-80-557-2279-5
EAN: 9788055722795
DOI: 10.24040/2025.9788055722795



Táto publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Licence CC BY-NC

BANSKÁ BYSTRICA
2025



OBSAH

VZPOMÍNKA NA PROFESORA OTTO TOMEČKA A JEHO SPOLUPRÁCI S PEDAGOGICKOU FAKULTOU V HRADCI KRÁLOVÉ	
Martin Bílek, Karel Kolář a Jiří Rychtera	5
NEJEN VZORCE A ROVNICE: JAK JSOU STUDENTI PŘIPRAVENI NA STUDIUM VYSOKOŠKOLSKÉ CHEMIE?	
Martin Rusek	11
POČÍTAČOM PODPOROVANÉ EXPERIMENTY AKO INTEGRÁLNA SÚČASŤ PRÍPRAVY BUDÚCICH UČITEĽOV CHÉMIE	
Anna Drozdíková, Dominik Šmida a Miroslav Prokša	14
VISUAL AND COGNITIVE ASPECTS OF CHEMISTRY EXPERIMENTS: EXPLORING THE BENEFITS AND PITFALLS OF VIDEO DEMONSTRATIONS	
Tereza Bryxová and Martin Rusek	17
CHEMIE JAKO SOUČÁST INTEGROVANÉ PŘÍRODOVĚDNÉ VÝUKY VE VŠEOBECNÉM VZDĚLÁVÁNÍ: SOUČASNOST A PERSPEKTIVY	
Martin Bílek	20
OBEČNÁ DIDAKTIKA CHEMIE V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ	
Jiří Rychtera a Vladimír Sirotek	23
ROZVOJ DIGITÁLNYCH KOMPETENCIÍ UČITEĽOV CHÉMIE NA STREDNÝCH ŠKOLÁCH V SÚLADE S RÁMCOM DIGCOMPEDU	
Ivana Sotáková, Petra Letošníková a Mária Ganajová	26
VYUŽITÍ OPEN SOURCE ŠKOLNÍHO MĚŘICÍHO SYSTÉMU MOLEGRAPH	
Petr Šmejkal, Tomáš Feltl a Hana Čtrnáctová	30
ESCAPE GAMES IN THE CHEMISTRY LABORATORY	
Kateřina Trčková	33
CHEMIE JAKO PŘÍRODOVĚDNÝ OBOR NA ÚROVNI ZÁKLADNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ	
Hana Čtrnáctová a Petr Šmejkal	36
GENDER DIFFERENCES IN DEVELOPING PRIMARY SCHOOL PUPILS' SCIENCE PROCESS SKILLS	
Katarína Kotuláková, Mária Orolínová, and Ivana Backulčík	39
VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC VE VÝUCE CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE	
Vladimír Sirotek a Simona Šátavová	42
EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL ACTIVITIES: TRIANGULATION OF TOOLS IN THE CONTEXT OF STE(A)M EXPERIMENTAL ACTIVITY ASSESSMENT	
Dominika Koperová, Tadeáš Matěcha, and Martin Rusek	45
VYUŽÍVANIE UMELEJ INTELIGENCIE VO VZDELÁVANÍ Z POHLADU UČITEL'SKEJ PRAXE NA SLOVENSKU	
Henrieta Mázorová, Kristína Bertová a Soňa Nagyová	48
SKÚMANIE POSTOJOV ŽIAKOV STREDNÝCH ŠKÔL S VYUČOVACÍM JAZYKOM MAĎARSKÝM NA SLOVENSKU K PREDMETU CHÉMIA	
Katarína Szarka, Alexandra Hengerics Szabó, Andrea Vargová a Péter Tóth	51

POSTOJE ŽIAKOV K CHÉMII V SLOVENSKEJ EDUKAČNEJ REALITE Armand Majer a Marek Skoršepa	54
MOTIVAČNÝ POTENCIÁL HISTÓRIE PRÍRODNÝCH VIED VO VÝUČBE CHÉMIE Ester Švienta a Marek Skoršepa	57
ROZVOJ DIGITÁLNYCH KOMPETENCIÍ BUDÚCICH UČITEĽOV CHÉMIE V SÚLADE S POŽIADAVKAMI DIGCOMPEDU Mária Ganajová, Ivana Sotáková a Petra Letošníková	60
USING GENERATIVE AI TO EXPLAIN CHEMICAL PHENOMENA Kristína Huszárová and Štefan Karolčík	63
USING SELECTED TEACHING METHODS TO DEVELOP CRITICAL THINKING IN THE EDUCATIONAL PROCESS Zita Jenisová, Ladislav Simon, and Marcela Nogová	66
FRAMEWORK FOR DEVELOPMENT OF A MEDICINAL SCHOOL-GARDEN EVALUATION TOOL Alexander Kmeť, Patrícia Szegedyová, Zuzana Haláková, and Štefan Karolčík	69
HISTOLOGIE NA SŠ JINAK: VÝUKA S PODPOROU DIGITÁLNIHO ZOBRAZENÍ Milan Koch	72
EXKURZE DO CHEMICKÝCH ZÁVODŮ V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ CHEMIE Jan Hrdlička, Alena Šrámová a Dominik Milka	75
PUPILS' PERCEPTION OF AI AMONG TRADITIONAL SOURCES OF KNOWLEDGE Mária Orolínová, Katarína Kotuláková, and Dominika Golianová	78
VPLYV BÁDATEĽSKY ORIENTOVANÉHO VYUČOVANIA GEOGRAFIE NA VNÚTORNÚ MOTIVÁCIU ŽIAKOV Martina Škodová	81
OPINIONS OF PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS ON THE DIGITAL TECHNOLOGIES AND THEIR IMPLEMENTATION TO EDUCATION PROCESS Dominik Šmida, Anna Drozdíková, and Alexander Kmeť	84
DESIGN THINKING IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION Martin Žáček and Lucie Solková	87
DIFFERENTIATED GRADED CHEMISTRY TASKS FOR THE 7TH GRADE PUPILS IN LOWER-SECONDARY SCHOOLS Dominika Špaková, Zuzana Haláková, and Patrícia Szegedyová	90
DEVELOPMENT AND CZECH VALIDATION OF THE CALIL TOOL IN UNIVERSITY CHEMISTRY LABS Tadeáš Matěcha, Karel Štícha, and Martin Rusek	93
ANALÝZA KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ Z POHLEDU MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VAZEB A JEJÍ VYUŽITÍ Petra Konečná a Dana Kričfaluši	96
INTERPRETING DATA IN CHEMISTRY EDUCATION: FUTURE TEACHERS' ABILITY TO WORK WITH TABLES AND GRAPHS Lucie Hamerská, Dominika Koperová, and Martin Rusek	99

ÚVOD

13. medzinárodná vedecká konferencia o výskume v didaktike **DidSci+ 2025** sa konala v dňoch 25. – 27. júna 2025 na Donovaloch. Konferenciu organizovala Katedra chémie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici, a to už po štvrtý krát. Predchádzajúce ročníky v rokoch 2006, 2009 a 2013 boli organizované s názvom „Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie“.

Konferencia bola venovaná spomienke na *Dr.h.c. prof. RNDr. Otta Tomečka, PhD.*, pri príležitosti jeho nedožitých deväťdesiatich rokov, ako aj spomienke na ďalších kolegov, ktorí sa svojou pedagogickou a vedecko-výskumnou činnosťou výrazne prispeli k rozvoju výskumu v oblasti didaktiky prírodovedného vzdelávania. V roku 2025 tiež uplynulo 70 rokov od založenia *Katedry chémie* a začiatku chemického vzdelávania v Banskej Bystrici.

Konferencia vytvorila priestor pre pokračovanie dlhoročnej spolupráce akademikov, odborníkov a učiteľov, ktorí zdieľajú svoj záujem o prírodovedné a STEM vzdelávanie. Zúčastnili sa jej účastníci z 10 univerzít Slovenska a Čiech. Konferencia bola zameraná na aktuálne otázky výskumu v oblasti prírodovedného vzdelávania, inovácií a digitálnej transformácie STEM vzdelávania. Témami konferencie boli: ciele a výsledky didaktického výskumu; prírodovedné vzdelávanie v základných a stredných školách; príprava a vzdelávanie učiteľov prírodovedných predmetov a umelá inteligencia vo vzdelávaní. Predkladaný zborník z konferencie obsahuje 31 recenzovaných príspevkov, ktoré svojím obsahom prispievajú k riešeniu aktuálnych problémov v oblasti odborových didaktík prírodovedných predmetov.

Organizačný výbor ďakuje nižšie uvedeným inštitúciám a firmám za podporu pri organizovaní medzinárodnej konferencie:

Fakulta prírodných vied UMB Banská Bystrica

Šport Hotel Donovaly

URPINER, Banskobystrický pivovar, a. s.

Organizačný výbor

VZPOMÍNKA NA PROFESORA OTTO TOMEČKA A JEHO SPOLUPRÁCI S PEDAGOGICKOU FAKULTOU V HRADCI KRÁLOVÉ

Martin Bílek^a, Karel Kolář^a a Jiří Rychtera^b

^a Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha, martin.bilek@pedf.cuni.cz, karel.kolar@pedf.cuni.cz

^b Katedra chemie, Pedagogická fakulta, Západočeská univerzita, Plzeň, jaretyhr@gmail.com

ÚVOD

V závěru roku 2024 jsme si připomněli již dvacáté výročí odchodu našeho vzácného kolegy a přítele prof. RNDr. Otto Tomečka, Ph.D., Dr. h. c., emeritního rektora a profesora Katedry chemie Fakulty přírodních věd Univerzity Mateja Bela, hlavního iniciátora vzájemných vztahů mezi vysokými školami v družebních městech Banská Bystrica a Hradec Králové. V této souvislosti si vybavujeme řadu situací, které formovaly a prohlubovaly naši spolupráci.

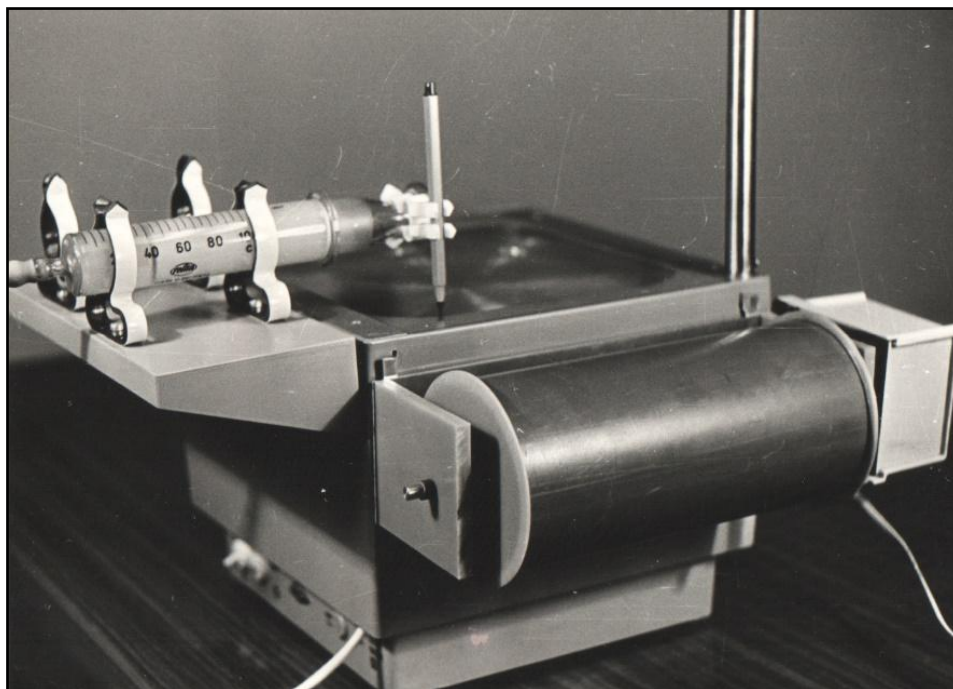
POČÁTKY SPOLUPRÁCE

Počátky spolupráce hradeckých akademických pracovníků s prof. Tomečkem hledíme v souvislosti s nástupem prof. RNDr. Jindřicha Hellberga, DrSc. na Katedru chemie tehdejší Pedagogické fakulty v Hradci Králové na konci šedesátých let dvacátého století. Nastalo období nebývalého rozvoje pracoviště, spojeného s navazováním kontaktů s řadou pracovišť, zaměřených na problematiku chemického vzdělávání. Tak došlo i k setkání s profesorem Tomečkem. Ty, kteří působí v uvedené oblasti zajisté nepřekvapí, že setkání těchto osobností záhy vyústilo ve vzájemnou spolupráci v řadě oblastí. Jak uvádí profesor Hellberg (2009) jednalo se zprvu o recenzní či konzultační činnost, dále pak spolupráci na projektech (např. analýza zahraničních učebnic chemie). Profesor Hellberg též připomíná společné zájmy v oblasti historie chemie, které se v jeho případě vztahovaly k osobnosti profesora Františka Walda, jednoho ze zakladatelů české školy fyzikální chemie na Vysoké škole chemicko-technologického inženýrství ČVUT v Praze (Hellberg, 2002), profesor Tomeček se mimo jiné intenzivně zabýval výukou chemie na Báňské a lesnické akademii v Banské Štiavnici (Tomeček & Herčko, 2001).



Obr. 1 Prof. Otto Tomeček a prof. Jindřich Hellberg na konferenci v Hradci Králové

Další konkrétní oblastí, která se dotkla spolupráce hradeckého akademického pracoviště s prof. Tomečkem byla elementarizace spojená s modelováním grafického zobrazení výsledků experimentální činnosti, rozvíjená v průběhu sedmdesátých, osmdesátých a začátkem devadesátých let minulého století. Tato výzkumná činnost se dostala až do fáze vzniku funkčního modelu „zapisovače upraveného na zpětný projektor Polylux“. První model (viz obr. 2) byl popisován v řadě známých časopisů zabývajících se výukou chemie (např. Hellberg & Rychtera, 1977; 1979), a setkával se s poměrně značným ohlasem učitelské veřejnosti. Na tento model bylo také vydáno „Úřadem pro vynálezy a objevy“ i „Osvědčení na průmyslový vzor č. 8932“. V Československu existovaly v tehdejší době dvě firmy pro výrobu učebních pomůcek. Nejdříve byl funkční prototyp nabídnut k výrobě n. p. Komenium, které sídlilo v Praze a vzhledem ke skutečnosti, že celoskleněné injekční stříkačky (viz obr.2), které byly nezbytné pro využití této sestavy, se do ČR nedovážely, byla výroba zařízení v Praze zamítnuta jako neperspektivní. Učebné pomůcky n. p. Banská Bystrica se tak staly poslední nadějí a protože prof. Otto Tomeček byl jejich významným spolupracovníkem, naplánovali prof. Hellberg a doc. Rychtera cestu do Banské Bystrice za účelem seznámení s funkcí tohoto zařízení nejen profesora Tomečka, ale využít jeho případné doporučení pro prosazení do výroby v tamějším podniku. Prof. Tomeček přijal kolegy z Hradce Králové velmi vřele, byl velmi vstřícný, a tak mu bylo předvedeno popisované a prověřené zařízení a byl požádán o případné zprostředkování kontaktů a možné doporučení do podniku Učebné pomůcky. Z Banské Bystrice se tak odjíždělo nejen s příjemnými pocity přátelského přijetí, ale i s nadějami na konečné vyřešení dlouhodobých snah, které měly skončit výrobou „modelu“ a jeho distribucí do škol. Ale vzhledem ke skutečnosti, že národní podnik Učebné pomůcky začínal v té době bojovat o vlastní existenci a přednost dostávalo vše, co mělo něco společného s počítači, k výrobě samotné nakonec nedošlo. Nám však zůstal krásný pocit z nevšedního přátelského přijetí, jenž se stalo mj. základem i k následné dlouhodobé a plodné spolupráci.



Obr. 2 Zpětný projektor zn. POLYLUX s úpravou na „model zapisovače chemických pokusů s plynnou fází“

ROZVOJ SPOLUPRÁCE NA AKTUÁLNÍCH TÉMATECH CHEMICKÉHO VZDĚLÁVÁNÍ

Další etapa vzájemné spolupráce pak zahrnovala badatelskou činnost, zaměřenou jednak na problematiku fullerenu (jmenovitě fullerenu C_{60}) ve výuce chemie (Kmeťová & Kolář, 2004) a výukové aplikace počítačových modelů organických sloučenin (Kolář, Myška, Doležal, & Marek, 2006). V této souvislosti byla věnována pozornost struktuře fullerenu (Kmeťová, Kolář, & Tomeček, 2002), jejich vlastnostem fyzikálním (např. rozpustnost) (Kolář, Kmeťová, Myška, Holý, Kubík, & Tomeček, 2000) a chemickým (např. reakce s bromem, manganistanem draselným), (Kolář, Kmeťová, & Myška, 1999; Kmeťová, Kolář & Tomeček, 2002; Kolář, Kmeťová, Myška & Tomeček, 2003; Kmeťová, Kolář & Tomeček 2001) i chromatografickému chování fullerenu (Kolář, Kmeťová, Böhm, Myška, Holý & Tomeček, 2001). Není opomenuto ani praktické využití fullerenu (Kmeťová, Tomeček & Kolář, 2004; Kmeťová, Kolář, & Tomeček, 2003). Druhou oblast pak představovalo využití počítačových modelů na bázi kvantové chemie především organických sloučenin pro demonstraci jejich struktury a reaktivity ve výuce (Kolář, Myška, Doležal, Marek, & Tomeček, 2005; Kolář, Myška & Tomeček 2000). Jakýmsi završením a propojením obou oblastí byla tvorba počítačových modelů fullerenu (Kolář, Myška, Kmeťová & Tomeček, 2004).



Obr. 3 Fullereny a počítačové modely – přehledové publikace (Kmeťová & Kolář, 2004; Kolář, Myška, Doležal, & Marek, 2006)

Obě jmenované oblasti byly realizovány ze slovenské strany pod garancí prof. Tomečka a z české strany pod garancí prof. Koláře (obr. 4).



Obr. 4 Prof. Tomeček a prof. Kolář na konferenci v Hradci Králové

ZÁVĚR

Autoři chtěli tímto sdělením připomenout, jak obsáhlé, mnohotvárné a záslužné byly aktivity profesora Tomečka v oblasti spolupráce Katedry chemie Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové a Katedry chemie Fakulty přírodních věd Univerzity Mateja Bela v Banské Bystrici a vytvořily tak do budoucna prostor pro další formy vzájemné spolupráce, která dále úspěšně pokračovala a trvá dodnes (Bílek, 2003, Čtrnáctová a Bílek, 2015).



Obr. 5 Prof. RNDr. Otto Tomeček, Ph.D., Dr. h. c.

REFERENCES

- Bílek, M. (2003). *Didaktika chemie: výzkum a vysokoškolská výuka*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- Čtrnáctová, H., & Bílek, M. (2015). Didaktika chemie: vývoj, současný stav a perspektivy. In Stuchlíková, I Janík T. et al. *Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy*. Brno : MU.
- Hellberg, J. (2009). Přítel Otík Tomeček. In Cejpek, K. (ed). *Kto bol Otto Tomeček?*, Banská Bystrica: FPV, UMB, s. 41.
- Hellberg, J. (ed.) (2002). *František Wald/korespondence*. Praha: Karolinum.
- Hellberg, J., & Rychtera, J. (1977). Pokusy s celoskleněnými injekčními stříkačkami promítané zpětným projektorom. *Přír. vědy šk.*, 29(6), 219-221.
- Hellberg, J., & Rychtera, J. (1979). Eksperimenti sa staklenim špricivima za inekcie demonstrirami povratnim projektorom. *Chimia*, 6 (6), 85-91.
- Hellberg, J., & Rychtera, J. (1984). Uzycie strzykavek szklannych, rzutnika pisma i przyrzadu rejestracyjnego do graficznej demonstracji przebiegu reakcji chemicznych. *Zeszyty naukowe. Seria A, Chemia VI.* (s. 93-99). Opole: WSP.
- Hellberg, J., Holý, I., & Rychtera, J. (1982). Opyty so stekljannymi špricami demonstrirujemymi s pomoščju grafoprojektor. In Poltorak, D. I. (ed.). *Novyje sredstva obučenija i metodika ich ispolzovanija v učebno-vospitatelnom procese* (s. 103-118). APN SSSR.
- Kmeťová, J., & Kolář, K. (2004). *Fullerény – nová modifikácia uhlíka*. Zvolen: Bratia Sabovci.
- Kmeťová, J., Kolář, K., & Tomeček, O. (2001). Chemické vlastnosti fullerenov. In *Acta Universitatis Matthiae Belli, No5 - Séria Chémia* (s. 106). Banská Bystrica: UMB.
- Kmeťová, J., Kolář, K., & Tomeček, O. (2002). Fullereny a výučba chémie. *Biológia-Ekológia-Chémia*, 7, 2.
- Kmeťová, J., Kolář, K., & Tomeček, O. (2002). Chemické vlastnosti fullerenov. *Chemické rozhľady*. 3, 23.
- Kmeťová, J., Kolář, K., & Tomeček, O. (2003). Fullereny a ich využitie In *Technické vzdelanie ako súčasť všeobecného vzdelania* (s. 477-481). Banská Bystrica: FPV UMB.
- Kmeťová, J., Tomeček, O., & Kolář, K. (2004). Možnosti využití fullerenů. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 13, 76.
- Kolář, K., Kmeťová, J., & Myška, K. (1999). Modely fullerenů a jejich výukové aplikace. In *Aktualne problemy edukacji chemicznej* (s. 155). Opole, Uniwersytet Opolski.
- Kolář, K., Kmeťová, J., Böhm, M., Myška, K., Holý, I., & Tomeček, O. (2001). Jednoduché pokusy s fullereny (2) - chromatografie fullerenu C60 na tenké vrstvě silikagelu a oxidu hlinitého. In *Aktuální otázky výuky chemie X* (s. 118). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Kolář, K., Kmeťová, J., Myška, K., & Tomeček, O. (2003). Experimenty s fullereny. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 12(2), 85.
- Kolář, K., Kmeťová, J., Myška, K., Holý, I., Kubík, J., & Tomeček, O. (2000). Jednoduché pokusy s fullereny (1) - příprava roztoků fullerenu C60 v nepolárních organických rozpouštědlech. In *Aktualne problemy edukacji chemicznej* (s. 97). Opole: Uniwersytet Opolski.
-

Kolář, K., Myška, K., & Tomeček, O. (2000). Substituční efekt a deriváty arenů – počítačové modely. In *Acta Universitatis Matthiae Belli, No4 Chémia* (s. 80). Banská Bystrica: UMB.

Kolář, K., Myška, K., Doležal, R., & Marek, M. (2006). *Počítačové modely ve výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus.

Kolář, K., Myška, K., Doležal, R., Marek, M., & Tomeček, O. (2005). Počítačové modely průběhu nukleofilní alifatické substituce. In *Modelování ve výuce chemie* (s. 95). Hradec Králové: Gaudeamus.

Kolář, K., Myška, K., Kmeťová, J., & Tomeček, O. (2004). Počítačové modely fullerenů ve výuce chemie. In *Informační technologie ve výuce chemie* (s. 167). Hradec Králové: Gaudeamus.

Rychtera, J. (1993). Ispolzowanie modeli samopisca dla pierwonaczalnowo wkluczenia kompjutera w obuczenie chemii I. In *Materialy Miedzynarodowego Seminarium Problemów Dydaktyki Chemii II.* (s. 15-18). Opole : WSP.

Rychtera, J. (1994). Graficzny zapis przebiegu reakcji chemicznych. In: *Materialy Miedzynarodowego Seminarium Problemów Dydaktyki Chemii, III.* (s. 22-27). Opole: WSP.

Tomeček, O., & Herčko, I. (2001). *Chémia a mineralógia na Baníckej a lesníckej akadémii v Banskej Štiavnici*. Banská Bystrica: Erland.

NEJEN VZORCE A ROVNICE: JAK JSOU STUDENTI PŘIPRAVENI NA STUDIUM VYSOKOŠKOLSKÉ CHEMIE?

Martin Rusek

Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha, martin.rusek@pedf.cuni.cz

Úvod

Vzdělávání v chemii na základních a středních školách v ČR dlouhodobě čelí řadě výzev. Data z národních i mezinárodních šetření (např. PISA) ukazují, že českým žákům činí potíže nejen komplexní úlohy, ale často i základní dovednosti, zejména v oblasti chemického názvosloví, vyčíslování rovnic a chemických výpočtů (Boudová et al., 2023). Tyto oblasti, označované jako „triáda teroru“ (Rusek & Blaško, 2024), zůstávají kritickým místem chemického vzdělávání (Rusek & Blaško, 2024; Rychtera et al., 2018).

Z šetření České školní inspekce (Novosák et al., 2023) vyplývá, že třetina žáků není schopna vyřešit ani nejjednodušší úlohy z chemie a většina studentů považuje chemii za obtížný a nezáživný předmět. Zásadní problém představuje zejména schopnost provádět výpočty z chemických rovnic (Novosák et al., 2023), která je klíčová pro úspěšné zvládnutí laboratorních prací i vysokoškolských kurzů. Nedostatečné zvládnutí této problematiky může vést k selhání studentů v úvodních kurzech na vysoké škole.

Z dřívějších šetření (Rusek et al., 2022; Rusek et al., 2021) jako jedno z nejlépe problematičtějších témat vycházejí výpočty z chemických rovnic. Z tohoto důvodu byla tato problematika vybrána jako cíl další studie. Tento příspěvek je zaměřen na dílčí část zaměřenou na vyčíslování chemických rovnic, což je základního předpokladu úspěchu v tomto typu výpočtů.

METODY

Pro účely výzkumu byla vyvinuta a validována sada testových úloh zaměřených na tři hlavní oblasti: chemické názvosloví, vyčíslování chemických rovnic a chemické výpočty z chemických rovnic. Úlohy sledovaly jak základní porozumění problematice, tak hlubší konceptuální porozumění pojmů jako je látkové množství (mol), zákon zachování hmotnosti či význam stechiometrických koeficientů (Rusek, under review). Test se skládal z devíti úloh:

T3: Vyčíslení rovnice se zadanými výchozími látkami a produkty – $\text{Fe} + \text{O}_2$

T5: Vyčíslení rovnice se zadanými výchozími látkami a produkty (složitější) – $\text{Cu} + \text{HNO}_3$

T9: Vyčíslení rovnice termického rozkladu CaCO_3 – vlastní přepis výchozí látky a sestavení rovnice

T7: Vyčíslení rovnice termického rozkladu NH_4NO_3 vlastní přepis výchozí látky a sestavení rovnice

T2: $\text{SO}_2 + \text{O}_2$ – přepis rovnice do symbolů a její vyčíslení

T4: Slovní úloha $\text{HCl} + \text{NH}_3$

T8: Slovní úloha $\text{CaCO}_3 + \text{HCl}$

Výzkumný vzorek tvořilo 384 studentů z vybraných českých univerzit (UK PedF, PŘF, UHK, ZČU, OU, UPOL, ČVUT). Získaná data umožnila porovnat výsledky mezi studenty různých oborů i institucí.

Pro účely tohoto příspěvku byla data analyzována s využitím standardních statistických metod. Výsledky Shapiro-Wilkova testu umožnily zamítnout nulovou hypotézu o normálním rozdělení dat. Z tohoto důvodu byly pro analýzu využity neparametrické testy, konkrétně Mann-Whitneyův test s koeficientem r pro vyhodnocení věcné významnosti.

Výzkum byl veden těmito výzkumnými otázkami:

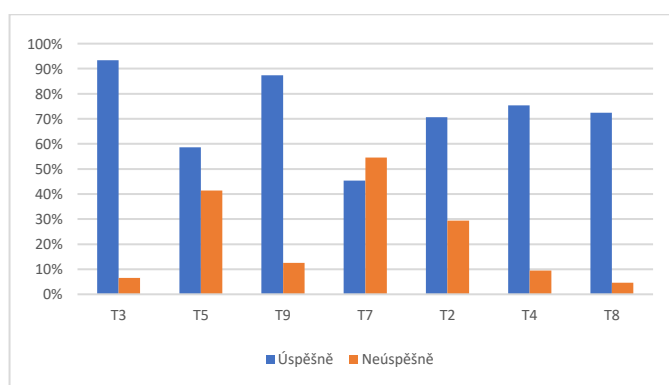
1. Existují rozdíly mezi výsledky studentů podle oboru jejich studia nebo vystudované střední školy?
2. Jaká je úspěšnost studentů ve vyčíslování chemických rovnic?

VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci zodpovězení první výzkumné otázky byly nejprve vyhodnocovány rozdíly výsledků studentů podle univerzit. Statisticky významné rozdíly byly nalezeny pouze u tří úloh. V případě T7 dosáhli lepších výsledků studenti OU oproti studentům UHK ($p < 0,05$) se střední velikostí účinku ($r = 0,2$). V případě T2 dosáhli studenti UK statisticky lepších výsledků než studenti OU ($p < 0,05$) se střední velikostí účinku ($r = 0,27$). U úlohy T8 byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi šesti dvojicemi univerzit se střední až velkou velikostí účinku. Nejvýraznějším byl horší výsledek studentů UHK oproti všem ostatním zařazeným.

Z hlediska rozdílu mezi studenty podle vystudované střední školy výsledky neukázaly mezi absolventy gymnázií a přírodovědně/chemicky zaměřených SOŠ statisticky významné rozdíly s výraznější velikostí účinku. Stran vyčíslování rovnic přicházejí srovnatelně připraveni. Jediným rozdílem bylo, že studenti chemických oborů jsou si jistější při vyčíslování rovnic ($p \leq 0,0001$, $r = 0,22-0,29$), avšak pouze v případě vyčíslení rovnice reakce mědi s kyselinou dusičnou dosahují lepších výsledků než studenti učitelství chemie ($p < 0,0001$, $r = 0,30$). Pro další vyhodnocování výsledků byl soubor považován za homogenní.

Směrem ke druhé výzkumné otázce výsledky ukázaly, že studenti často zvládali mechanické kroky, ale vykazovali závažné nedostatky v konceptuálním porozumění (viz Obr. 1). Srovnání výsledků úloh T3 a T5 ukazuje vyšší obtížnost vyčíslení rovnice T5. Dále je z výsledků patrné, že vyčíslení poskytnutého schématu je pro studenty snazší než vlastní sestavování rovnic. Zadání v podobě slovní úlohy pak přináší další kognitivní zátěž, což se projevuje ve výsledcích i u tak elementárních rovnic, jako jsou reakce kyseliny chlorovodíkové s uhličitánem vápenatým nebo amoniakem.



Obrázek 1 Výsledky student ve vyčíslování chemických rovnic

Tyto poznatky jsou v souladu s mezinárodními i českými studii (Fach et al., 2007; Rusek et al., 2022). Získaná data potvrzují, že většina studentů, přestože se jedná o studenty, kteří z chemie maturovali, uvažuje o chemických rovnicích a výpočtech převážně na symbolické úrovni – tedy jako o matematickém zápisu, bez hlubšího porozumění submikroskopické povaze reakcí či jejich fyzikálnímu významu. Tento trend je popsán i ve studii Hamerské et al. (2024), která dokládá, že studenti často nevnímají rozdíl mezi zápisem rovnice a reálným děním na úrovni částic. Přitom právě propojení symbolické, makroskopické a submikroskopické roviny je pro skutečné porozumění chemii klíčové (Furió et al., 2002).

ZÁVĚR

Výpočty z chemických rovnic zůstávají jednou z největších výzev výuky chemie. Nízká úspěšnost je dána především nedostatkem konceptuálního porozumění a neschopností aplikovat znalosti na problémové úlohy. Pro zlepšení výsledků je nutné akcentovat rozvoj metakognitivních strategií a sebehodnocení v přípravě budoucích učitelů i žáků. Výuka by měla být více propojena s reálnými laboratorními situacemi a důrazem na propojení symbolické, makroskopické i submikroskopické roviny.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří kolegyním a kolegům: Dominice Koperové, Romanu Maršálkovi, Ivetě Bártové, Veronice Machkové, Vladimíru Sirotkovi a Jitce Štrofové za pomoc se sběrem dat a další činnosti spojené se vznikem tohoto příspěvku.

LITERATURA

- Boudová, S., Tomášek, V., & Halbová, B. (2023). *Národní zpráva PISA 2022*. <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Tematicke-zpravy/Narodni-zprava-PISA-2022>
- Fach, M., de Boer, T., & Parchmann, I. (2007). Results of an interview study as basis for the development of stepped supporting tools for stoichiometric problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(1), 13-31. <https://doi.org/10.1039/B6RP90017H>
- Furió, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2002). The learning and teaching of the concepts 'amount of substance' and 'mole': A review of the literature. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(3), 277-292. <https://doi.org/10.1039/B2RP90023H>
- Hamerská, L., Matěcha, T., Tóthová, M., & Rusek, M. (2024). Between Symbols and Particles: Investigating the Complexity of Learning Chemical Equations. *Education Sciences*, 14(6), 570. <https://doi.org/10.3390/educsci14060570>
- Novosák, J., Novosáková, J., Suchomel, P., Zatloukal, T., & Kovář, K. (2023). *Výsledky vzdělávání žáků 9. ročníku základních škol ve vybraných předmětech ve školním roce 2022/2023*. Česká školní inspekce. https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2023_přilohy/Dokumenty/TZ_Vysledky-vzdelavani-zaku-9-rocniku-ZS_FINAL.pdf
- Rusek, M. (under review). Development and Validation of the SPARC – Stoichiometric Problem-solving Assessment for Reasoning and Confidence Test. *Journal of Chemical Education*.
- Rusek, M., & Blaško, M. (2024). The Unyielding Evergreen: A Delphi Study Insights into Chemistry Teachers' Views on Nomenclature, Balancing Equations, and Calculations. *Project-based Education and other activating Strategies in Science Education XXI.*, 142-155.
- Rusek, M., Vojíř, K., Bártová, I., Klečková, M., Sirotek, V., & Štrofová, J. (2022). To what extent do freshmen university chemistry students master 1 chemistry calculations? *Acta Chimica Slovenica*, 69(2), 371-377. <https://doi.org/10.17344/acsi.2021.7250>
- Rusek, M., Vojíř, K., & Chroustová, K. (2021). An Investigation into Freshman Chemistry Teacher Students' Difficulty in Performing Chemistry Calculations. In M. Nodzyska (Ed.), *Scientific Thinking in Chemical Education* (pp. 67-74). Pedagogical University of Kraków.
- Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Sloup, R., Šmídl, M., Machková, V., Štrofová, J., Kolář, K., & Kesnerová Řádková, O. (2018). Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice? [What are the key, critical and dynamic points of early chemistry curriculum in the Czech republic?][*Arnica*, 8(1), 35-44. https://www.arnica.zcu.cz/images/casopis/2018/Arnika_2018_1-5_Rychtera-Bilek--web.pdf

POČÍTAČOM PODPOROVANÉ EXPERIMENTY AKO INTEGRÁLNA SÚČASŤ PRÍPRAVY BUDÚCICH UČITEĽOV CHÉMIE

Anna Drozdíková, Dominik Šmida a Miroslav Prokša

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, anna.drozdikova@uniba.sk, smida8@uniba.sk, miroslav.proksa@uniba.sk

Úvod

V súčasnej dobe sa digitálne technológie stávajú neodmysliteľnou súčasťou našich životov a zastávajú čoraz stabilnejšie miesto aj vo výchovno-vzdelávacom procese. Vo vyučovaní chémie sa do popredia dostáva realizácia počítačom podporovaných experimentov, ktoré umožňujú v reálnom čase prepojiť reálnu experimentálnu činnosť žiakov s využitím počítača (alebo mobilného telefónu či tabletu) a meracích senzorov. Táto kombinácia poskytuje žiakom príležitosť realizovať také aktivity, v rámci ktorých si dokážu vizualizovať jednotlivé premenné, ktoré je zložitejšie merať tradičnými zariadeniami (Tortosa, 2012; Lavonen et al., 2003) a zároveň im umožňujú hlbšiu a detailnejšiu analýzu skúmaných javov (Branisa & Jenisova, 2015). Počítačom podporované experimenty (PPE) tiež zvyšujú motiváciu žiakov (Tortosa, 2012), aktívne ich zapájajú do procesu skúmania (Branisa & Jenisova, 2015), podporujú rozvoj abstraktného myslenia žiakov (Silva et al., 2016), majú pozitívny vplyv na rozvoj zručností žiakov potrebných na skúmanie a riešenie výskumných problémov (Lavonen et al., 2003), poskytujú žiakom pomerne rýchlu spätnú väzbu nevyhnutú na verifikáciu ich predpovedí či hypotéz (Tortosa, 2012) a umožňujú im realizovať experimenty aj na školskom dvore či v teréne (Silva, 2023). Ďalšou výhodou PPE je automatické zaznamenávanie údajov do grafov (Gašparík et al., 2017), avšak práca s PPE je do veľkej miery ovplyvnená práve tým, do akej miery sú žiaci schopní interpretovať údaje z grafov a do akej miery s nimi následne dokážu ďalej pracovať. Na druhej strane však Tortosa (2012) uvádza, že realizácia PPE preukázateľne podporuje u žiakov porozumenie a schopnosť interpretovať graficky zaznamenané údaje. PPE však so sebou prinášajú aj rôzne nevýhody. Jednou z nich je cena meracích zariadení, čas potrebný na prípravu laboratória či vyšší počet žiakov v triede (Tortosa, 2012). Práca s meracími zariadeniami tiež môže byť pre niektorých učiteľov technicky náročnejšia (Lavonen et al., 2003) a vyžaduje si od nich určitú erudovanosť a skúsenosti (Tortosa, 2012). Z toho dôvodu je nevyhnutné pripravovať budúcich učiteľov tak, aby nadobudli zručnosti nevyhnutné na realizáciu PPE v laboratóriu, na školskom dvore či v priamo v teréne. Na základe uvedeného je preto primárnym cieľom príspevku analyzovať praktické aktivity študentov učiteľstva chémie navrhnuté s dôrazom na realizáciu PPE, ktoré pilotne administrovali na výskumnom súbore 21 žiakov druhého ročníka gymnázia a na základe výsledkov implementovať vhodné návrhy a odporúčania do sylabu predmetu Vyučovanie chémie s podporou digitálnych technológií.

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

Predmet Vyučovanie chémie s podporou digitálnych technológií je zaradený do študijného plánu v 1. ročníku magisterského štúdia. Úlohou študentov v rámci záverečnej práce z tohto predmetu bolo navrhnuť krátku praktickú aktivitu vhodnú pre žiakov 2. ročníka gymnázia s použitím digitálnych senzorov. K jednotlivým aktivitám boli vytvorené pracovné listy, ktoré boli po skončení výskumu podrobené kvalitatívnej analýze. V priebehu výskumu bola tiež použitá metóda priameho pozorovania s cieľom zhodnotiť vhodnosť vytvorených aktivít z hľadiska vedomostí a zručností žiakov. Ako doplnkový merný prostriedok bol použitý vytvorený dotazník pre žiakov, v ktorom hodnotili jednotlivé realizované aktivity z hľadiska ich zaujímavosti, náročnosti a poučnosti na

päťstupňovej Likertovej škále (úplne súhlasím, skôr súhlasím, neviem posúdiť, skôr nesúhlasím a úplne nesúhlasím). Praktického overovania sa zúčastnilo 21 žiakov 2. ročníka gymnázia.

V siedmych vytvorených aktivitách boli použité 4 rôzne digitálne senzory. V troch aktivitách bolo zaradené meranie pH senzorom, v dvoch meranie množstva vznikajúceho oxidu uhličitého a jedenkrát bol zaradený senzor na meranie tlaku plynu a teploty.

Navrhnuté aktivity obsahovali 4–7 úloh rôzneho charakteru, od úloh vyžadujúcich formuláciu výskumnej hypotézy alebo aspoň predpokladaného priebehu pokusu cez zápis pozorovania, tvorbu tabuliek a grafov, zápis nameraných údajov do tabuľky, ich interpretáciu a spracovanie s použitím výpočtov, až po vysvetlenie pozorovaných javov, ich formálny zápis vo forme chemickej rovnice a formuláciu záverov. Najviac úloh bolo zameraných na vyhodnotenie predpokladov a tvorbu záverov a tiež vysvetlenie pozorovaných javov. Naopak, najmenej úloh sa venovalo formálnemu zápisu chemickej reakcie, návrhu vlastnej tabuľky a chemickým výpočtom. Percentuálne zastúpenie jednotlivých typov úloh je uvedené v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Zastúpenie jednotlivých typov úloh v pracovných listoch

Typ úlohy	Počet (Percentuálne zastúpenie [%])
Tvorba hypotéz alebo predpokladov	6 (15,0)
Vytvorenie grafickej závislosti	6 (15,0)
Návrh vlastnej tabuľky	1 (2,5)
Zápis nameraných údajov do tabuľky	6 (15,0)
Výpočet	2 (5,0)
Záznam pozorovania	3 (7,5)
Vysvetlenie pozorovania	7 (17,5)
Zápis pomocou chemickej rovnice	1 (2,5)
Tvorba záverov a vyhodnotenie predpokladov	8 (20,0)

Pri analýze pracovných listov sme sa zamerali na úspešnosť riešenia jednotlivých aktivít, ale aj uvedených typov úloh. Úspešnosť riešenia jednotlivých aktivít sme tiež porovnávali s odpoveďami žiakov, ktoré uviedli v dotazníku. Sledovali sme, či aktivity, ktoré žiaci označili ako náročné, majú nižšiu úspešnosť riešenia. Ako najnáročnejšia aktivita sa ukázal pokus s názvom Reakcia sodíka s vodou a etanolom, kde bolo úlohou žiakov zaznamenať závislosť tlaku vznikajúceho vodíka od času pri reakcii sodíka s vodou a porovnať ho s reakciou sodíka s etanolom. V tomto pokuse bolo úlohou žiakov sformulovať predpoklad, pozorovať priebeh reakcií, porovnať jednotlivé krivky, načrtnúť zaznamenané grafy, vysvetliť rozdiely a zapísať prebiehajúce reakcie chemickými rovnicami. Táto aktivita bola vyhodnotená ako najnáročnejšia v žiackom dotazníku a aj pri vyhodnotení pracovných listov dosiahla najnižšiu úspešnosť (70,1 %). Naopak najvyššiu úspešnosť dosiahli aktivity zamerané na meranie pH (Tabuľka 2).

Tabuľka 2 Úspešnosť riešenia úloh v jednotlivých aktivitách

Názov aktivity	Použitý senzor	Priemerná úspešnosť riešenia [%]
Farebná chémia	pH	89,2
Život kvasiniek	plynného CO ₂	74,0
pH Life	pH	84,1
pH roztokov z domácnosti	pH	94,9
Reakcia sodíka s vodou a etanolom	tlaku plynu	70,1
Zisťovanie vzniknutého množstva oxidu uhličitého	plynného CO ₂	80,0
Endo a exotermické reakcie	teplotný	72,7

Pri analýze jednotlivých typov úloh sme zistili, že najnáročnejšie pre žiakov bolo použiť získané údaje o teplote na výpočet reakčného tepla chemickej reakcie a načrtnutie grafických závislostí vo viacerých aktivitách. Úspešnosť riešenia týchto úloh bola okolo 47 %.

Z výsledkov vyplýva, že vytvorené aktivity boli primerané kognitívnym schopnostiam, vedomostiam a zručnostiam žiakov 2. ročníka, o čom svedčí úspešnosť riešenia úloh v jednotlivých aktivitách, ktorá dosiahla minimálne 70 %. Ukázalo sa, že najhoršie riešené úlohy súvisia s ďalším využitím experimentálne získaných údajov, či už so spracovaním v grafickej forme alebo pri ďalších matematických výpočtoch. Tento záver korešponduje s viacerými vedeckými štúdiami (napr. Branisa & Jenisova, 2015; Glazer, 2011), ktoré potvrdzujú, že je potrebné venovať väčšiu pozornosť interpretácii údajov získaných z grafických závislostí a ich ďalšiemu spracovaniu.

ZÁVER

Záverom môžeme konštatovať, že vytvorené aktivity splnili všetky požiadavky, boli vytvorené v súlade s inovovaným štátnym vzdelávacím programom a primerané úrovni vedomostí a zručností žiakov gymnázia. Študenti učiteľstva získali skúsenosti s navrhovaním a realizáciou PPE a je predpoklad, že ich budú častejšie zaraďovať do vyučovania vo svojej budúcej pedagogickej praxi. Rovnako tak sme získali cennú spätnú väzbu, ktorú vieme implementovať do ďalšieho vzdelávania budúcich učiteľov.

POĎAKOVANIE

Výskum bol realizovaný s podporou Národného projektu „Digitálna transformácia vzdelávania a školy (DiTEdu)“ s číslom ITMS2014+:401402DVR6; projektu KEGA s názvom *Kurikulárna transformácia predmetov určených budúcim učiteľom prírodovedných predmetov v súlade s modernými trendmi využívajúcimi digitálne technológie* (021UK-4/2025) a projektu KEGA s názvom *Školský dvor ako priestor pre žiacke prírodovedné bádanie a skúmanie s podporou mobilných technológií* (086UK-4/2024).

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Branisa, J., & Jenisova, Z. (2015). The use of computer aided experiment in enhancing the ability of students to understand the graphical presentation of chemical processes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 197, 2229-2235.

Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183-210.

Lavonen, J., Juuti, K., & Meisalo, V. (2003). Designing a user-friendly microcomputer-based laboratory package through the factor analysis of teacher evaluations. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1471-1487.

Silva, M. J. (2023). Children's practices with electronic sensors to understand and mitigate sound pollution in primary school. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 107-122.

Silva, M. J., Aboim, S., Teixeira, S., Pinto, J.A., Pereira, T. (2016). Using Senses and Sensors in the Environment to Develop Abstract Thinking: Evaluating the Utility and Usability of Electronic Sensors. In M. Marcelino, A. Mendes, & M. Gomes (Eds.). *ICT in Education*. Cham: Springer.

Tortosa, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161-171.

Gašparík, V., Prokša, M., Drozdíková, A. (2017). How can pupils see what is invisible?: Possibilities of inquiry probeware experiment implementation in primary schools. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 22 (1-2), 69-91.

VISUAL AND COGNITIVE ASPECTS OF CHEMISTRY EXPERIMENTS: EXPLORING THE BENEFITS AND PITFALLS OF VIDEO DEMONSTRATIONS

Tereza Bryxová and Martin Rusek

Department of Chemistry and Chemistry Education, Faculty of Education, Charles University, Prague, tereza.bryxova@pedf.cuni.cz, martin.rusek@pedf.cuni.cz

INTRODUCTION

The experimental component of chemistry education represents a key tool for fostering students' deeper understanding. Although laboratory work and demonstrations have traditionally been seen as a way to make lessons more engaging, several authors (e.g., Tóthová & Rusek, 2022) emphasize their potential as an authentic source of knowledge. Despite this, experimental activities remain relatively rare in Czech schools (Rusek et al., 2020), largely due to a lack of equipment, space, and methodological know-how. In this context, video demonstrations emerge as a viable alternative, offering repeatability, safety, and broad accessibility (Schwan & Riempp, 2004; Jordan et al., 2016). This study focuses on how students process these video demonstrations both visually and cognitively, and whether they help them understand the underlying chemical processes. The aim of this work is to identify the key benefits and limitations of this approach and propose ways to optimize it.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

A pilot study was conducted involving the observation of three video demonstrations of chemical reactions. These demonstrations were selected to allow for easy comparison with traditional live demonstrations, as they featured similar equipment and types of reactions. The participants were graduate students enrolled in a master's program at the Department of Chemistry and Chemistry Education, Faculty of Education, Charles University. Each student watched the video demonstrations individually while their eye movements were recorded using eye-tracking technology.

After viewing, participants took part in retrospective think-aloud interviews, during which they reflected on their understanding of the chemical processes, identified distracting elements (such as poor visibility), and suggested improvements to the videos. These suggestions often focused on specific segments of the videos where the chemical reaction was taking place.

The pilot study revealed several key insights into how students interact with and interpret video demonstrations of chemical reactions, both visually and cognitively.

First, students frequently struggled to understand the underlying chemical processes depicted in the videos. Eye-tracking data showed that their gaze was often drawn to visually striking or dynamic elements—such as flashes or colour changes—without fully grasping their chemical significance. This was particularly evident in the thermite reaction, where attention was focused on the visual effects rather than the reaction itself. Retrospective think-aloud interviews confirmed that students had difficulty identifying the reactants and products due to the absence of explicit chemical equations and verbal explanations. This finding supports the importance of Johnstone's (1991) triplet model of chemical representation, which emphasizes the integration of macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels. Without the symbolic layer (i.e., chemical equations), students were unable to connect what they saw to the underlying scientific concepts.

Second, students reported challenges in orienting themselves within the experiment setup. Many stated that it was unclear what substances or equipment were involved, particularly when these were not introduced at the start of the video. Eye-tracking data supported this, showing dispersed visual fixations that suggest cognitive overload and uncertainty. Distracting visual elements—such as poor lighting, background clutter, or unclear camera angles—also interfered with students' ability to focus on the essential parts of the demonstration.

A consistent theme across all interviews was the importance of visual guidance. Students reacted positively when the demonstrator used hand gestures to point at specific apparatus components, which helped them identify where to focus their attention. In contrast, in videos lacking such cues, students' attention was noticeably more scattered. This finding aligns with previous research (e.g., Ouwehand et al., 2015; Zhang et al., 2022), which highlights the role of nonverbal cues in managing attention and supporting comprehension in complex visual content.

Furthermore, students expressed a strong need for signalling elements, such as labels, highlights, or textual overlays, to help them interpret the demonstrations. They indicated that these features would make it easier to follow the sequence of events and understand the relevance of specific actions or reactions. This feedback supports the work of Gritz et al. (2025), who found that well-designed signalling elements reduce extraneous cognitive load and improve learning outcomes in educational videos.

Finally, comparisons among the three observed demonstrations—thermite reaction, acetylene preparation, and hydrogen production—revealed differences in how well students understood them. While the thermite demonstration was visually engaging, it lacked sufficient verbal or symbolic scaffolding. In the acetylene experiment, students were confused about the origin and behaviour of the substances involved. In the hydrogen experiment, safety aspects were unclear, leading to concern and confusion. These differences suggest that visual appeal alone is insufficient; pedagogical structuring, narration, and explicit guidance are critical for effective learning from video-based demonstrations.

These results also highlight a broader didactic challenge: how to purposefully design instructional elements that guide learners from observing macroscopic phenomena to constructing conceptual understanding on the submicroscopic and symbolic levels. Future implementations of video demonstrations should therefore consider not only technical clarity but also the systematic use of instructional strategies such as gestural cues, signalling, and verbal explanations. These strategies can function as mediating tools that help students integrate the different representational levels (macroscopic, submicroscopic, symbolic) and build coherent mental models of the observed phenomena.

Overall, the findings indicate that while video demonstrations have strong potential to support chemistry education, their effectiveness depends heavily on thoughtful design. Key improvements include the use of guiding gestures, clear introductions, signalling elements, and the integration of all three levels of chemical representation. These adjustments can help transform passive viewing into an active learning experience.

CONCLUSIONS

Video demonstrations have considerable potential to enhance chemistry education, especially in contexts where live experiments are not feasible. However, their effectiveness depends largely on careful instructional design. To support students' understanding, it is essential to incorporate visual signalling elements that direct their attention to the most relevant parts of the demonstration. In addition, explicit connections between the observed reactions and their

corresponding chemical equations must be made to bridge the gap between visual perception and conceptual understanding.

Equally important is the inclusion of the submicroscopic level of explanation, accompanied by guided interpretation that helps students make sense of the chemical phenomena they are observing. To further validate and expand upon these findings, future research should involve a broader sample of students, include comparisons with live demonstrations, and employ more advanced eye-tracking technologies. In addition, future research will focus on systematically testing specific instructional design strategies (e.g., the placement of signalling elements, the timing and type of gestures, and different forms of verbal narration) to determine their individual and combined effects on students' attentional patterns and conceptual understanding. This will provide a more robust evidence base for designing effective video demonstrations.

This pilot study has shown that while video demonstrations can be a powerful educational tool, their impact depends on how well they are structured to meet the cognitive needs of learners.

When thoughtfully designed, they can do much more than merely illustrate reactions—they can actively support deep scientific understanding.

REFERENCES

Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické Listy*, 109(2), 159–162.

Hoffmann, R. (2003). Thoughts on aesthetics and visualization in chemistry. *HYLE—International Journal for Philosophy of Chemistry*, 9(1), 7–10.

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Tóthová, M., & Rusek, M. (2022). “Do you just have to know that?” Novice and experts' procedure when solving science problem tasks. *Frontiers in Education*, 7, 1051098. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1051098>

Wahidah, A., Mardiana, A., Iriani, S., Safitri, A., Nihaya, A., & Nafiah, M. (2021). The Effectiveness of Using The Laboratory in Learning Science. *Pedagogik: Jurnal Pendidikan*, 8, 418–440. <https://doi.org/10.33650/pjp.v8i2.2248>

Sroczyński, E. (2023). Science Labs and Their Positive Impacts on Students' Understanding of Science Concepts. *Learning to Teach Language Arts, Mathematics, Science, and Social Studies Through Research and Practice*, 12(1).

CHEMIE JAKO SOUČÁST INTEGROVANÉ PŘÍRODOVĚDNÉ VÝUKY VE VŠEOBECNÉM VZDĚLÁVÁNÍ: SOUČASNOST A PERSPEKTIVY

Martin Bílek

Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, Praha, martin.bilek@pedf.cuni.cz

Úvod

Diskuse o integrované výuce přírodovědných předmětů se objevují v řadě zemí v souvislosti s tvorbou a inovací vzdělávacích obsahů. V některých případech je integrace motivována snahou o propojený pohled na přírodu a podporu zájmu žáků o přírodní vědy, jinde je výsledkem ekonomických tlaků a redukce hodinových dotací. V zemích, kde nemá přírodověda tradici jako samostatný předmět na druhém stupni ZŠ, bývá téma integrace často zjednodušováno a zneužíváno k populistickým návrhům bez hlubší odborné reflexe. Nejasnosti panují zejména v rozlišení mezi integrací – tedy vědomým propojením již vybudovaných poznatků z jednotlivých disciplín – a nediferenciací, tedy odkladem jejich předmětového rozdělení ve výuce.

Zatímco v některých zemích (např. anglosaský prostor) je společná výuka v rámci předmětu „Science“ běžná až do 14–16 let věku, v jiných systémech převládá tradiční časná diferenciacie přírodovědných oborů. Tyto rozdíly mají významný dopad na tvorbu kurikulárních dokumentů a interpretaci pojmu integrace (Bílek, Trnová & Mentlík, 2024).

OBSAHOVÉ VYMEZENÍ INTEGRACE VZDĚLÁVACÍCH OBSAHŮ V PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORECH

Jedním z klíčových problémů současného přírodovědného vzdělávání je napětí mezi rychle narůstajícím objemem vědeckých poznatků a jejich praktických aplikací na jedné straně a omezenou kapacitou školní výuky tyto poznatky adekvátně zprostředkovat na straně druhé. Tento rozpor podněcuje didaktiky přírodovědných oborů i pedagogickou praxi k hledání efektivních strategií, jak jej překlenout. Úsilí se soustředí na promyšlenou volbu vzdělávacích obsahů, jejich strukturaci do funkčních didaktických systémů a výukových projektů, stejně jako na výběr vhodných výukových metod, organizačních forem a materiálně-technických prostředků umožňujících implementaci aktuálních vědeckých poznatků do výuky. Rostoucí zájem je patrný zejména o přístupy, které překračují rámec jednotlivých tradičních předmětů a směřují k širšímu pojetí integrované výuky přírodních věd. V této souvislosti se stále častěji uplatňují i mezioborové vazby, zejména s oblastmi matematiky, techniky, technologií a digitálních nástrojů, které představují nedílnou součást současného vědecko-technického paradigmatu (Koldová & Janík, 2024).

Vymezení pojmu integrace přírodních věd lze stručně vyjádřit např. takto: „Integrace přírodních věd jsou ty přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežilé nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd“ (Nezvalová, 2006, s. 62). Z této definice je pak odvozeno vymezení integrované přírodovědné výuky, která má „podávat přírodní vědy v jednotném pojetí“. Obdobnou formulaci uvádí i Fenclová (in Nezvalová, 2006, s. 62): „Integrované kurikulum přírodních věd je systém informací, které z přírodních věd vyplývají nebo se k nim vztahují. Jsou přetvořeny na základě didaktické koncepce (s různými elementy) a mohou fungovat ve shodě s obecnými principy vzdělání.“

Pro systematické třídění výukových projektů v oblasti přírodovědného vzdělávání doporučuje UNESCO klasifikační škálu, která rozlišuje integrované kurzy a projekty podle stupně integrace a míry zastoupení jednotlivých přírodních věd. Za skutečně integrovaný přírodovědný kurz či projekt je považována taková forma výuky, v níž jsou alespoň dvě přírodní vědy zastoupeny jako rovnocenné

a významově nosné složky, přičemž každá z nich naplňuje své specifické vzdělávací cíle. Naproti tomu kurz chemie, v němž fyzika figuruje pouze jako podpůrný nástroj bez vlastních cílových funkcí, nesplňuje kritéria integrace v užším slova smyslu. Na základě stupně integrace lze integrované přírodovědné kurikulum rozdělit do tří základních typů (Nezvalová, 2006):

1. koordinovaná výuka (coordinated),
2. kombinovaná výuka (combined),
3. sjednocená výuka (amalgamated/united).

Koordinovaná výuka – někdy označovaná též jako interdisciplinární – zachovává jednotlivé přírodní vědy jako samostatné předměty, avšak ty jsou vzájemně propojeny tematicky i metodicky a směřují ke společnému vzdělávacímu cíli. **Kombinovaná** výuka představuje dynamický model, v němž dochází buď k přechodu od sjednocené výuky k diferenciaci (tj. k oddělení předmětů), nebo naopak k integraci dříve oddělených disciplín. **Sjednocená** výuka, představující nejvyšší stupeň integrace, zcela opouští tradiční rámec předmětového členění. Výuka zde vychází z komplexních problémových okruhů (např. stavba hmoty), které jsou nahlíženy prostřednictvím různých přírodovědných perspektiv současně. Tento model, často označovaný zjednodušeně jako „integrace“, vychází zejména z tradice anglosaského vzdělávacího systému.

Různé přístupy k integraci přírodovědných poznatků popsal Lepil již v 90. letech 20. století. Prvním je přístup, který formuloval R. Gagné v roce 1959 a jde o postupné věnování se základním vědeckým poznávacím a pracovním postupům počínaje pozorováním a tříděním a konče experimentováním, projektováním experimentů a analýzou dat získaných experimentálně (**Process Approach**). Při těchto činnostech se žák seznamuje se základními informacemi o přírodě vlastní činností a samostatně získává nové poznatky. Dalším je např. tematický přístup (**Thematic Approach**), který je často aplikovaný v rámci projektové výuky. Ve školních/žakovských projektech akcentujících mezipředmětové vazby je výuka zaměřena na konkrétní ucelená témata a obvykle zasahuje do více přírodovědných, popř. i humanitních disciplín. Jiný je přístup z hlediska užitých věd (**Applied Science Approach**). Ten klade důraz na přírodovědné poznatky a jejich třídění z hlediska výrobních procesů. Další přístup odpovídá hledisku životního prostředí (**Environmental Approach**); třídí poznatky o přírodě z hledisek vztahu člověka k prostředí. Přístup z hlediska pojmové struktury (**Concept Approach**) je jedním z nejzávažnějších, neboť učební programy jsou založeny na hlavních přírodovědných pojmech, které se postupně budují a uvádějí do vzájemné souvislosti. Pozornost si zasluhuje i tzv. systémový přístup (**Patterns Approach**), který je kombinací přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů a z hlediska pojmové struktury (Nezvalová, 2006).

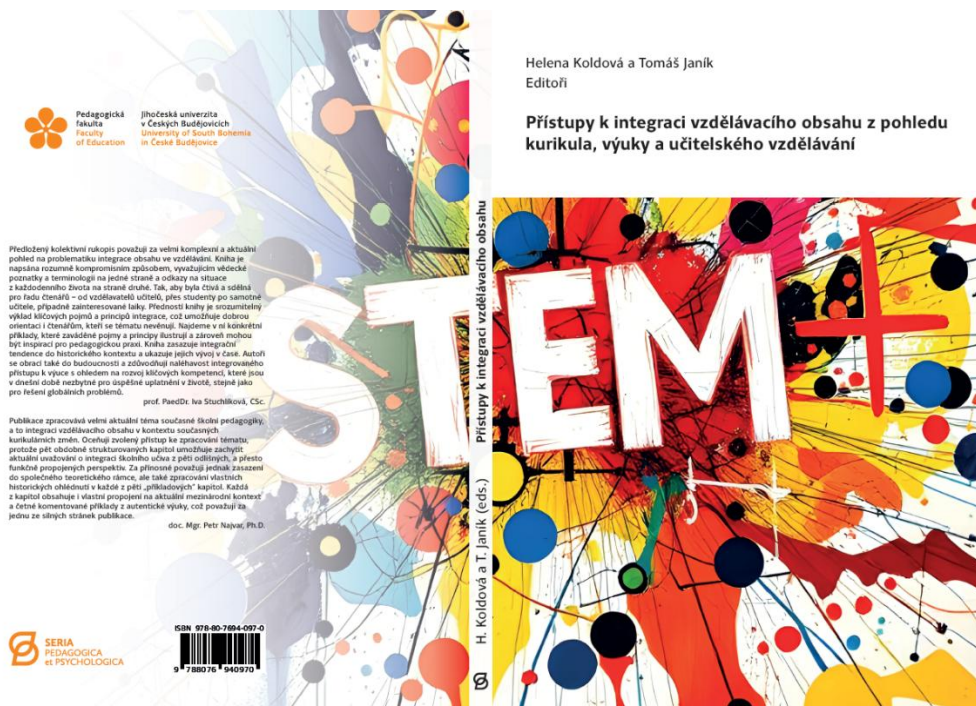
CHEMIE VE VÝUKOVÝCH PROJEKTECH INTEGROVANÉ PŘÍRODOVĚDY

Chemie v integrovaných výukových projektech přírodovědy zastává specifickou roli jako věda, která propojuje mikroskopickou a makroskopickou úroveň reality a přemostňuje poznatky fyziky, biologie a environmentálních věd. V integrovaném kurikulu vystupuje chemie jako prostředek k vysvětlení řady přírodních jevů – od složení a vlastností látek přes metabolické procesy až po chemické aspekty ekologických problémů. Efektivní začlenění chemie do širších tematických celků (např. energie v přírodě, stavba hmoty, koloběh látek v biosféře) vyžaduje promyšlenou koordinaci s ostatními disciplínami a důraz na kontextové učení. Klíčovým přínosem je schopnost chemie konkretizovat abstraktní přírodní zákonitosti a zároveň nabídnout žákům prakticky využitelné poznatky s dopadem na každodenní život. V rámci integrované výuky je proto vhodné akcentovat experimentální složku a propojení s reálnými problémy současného světa.

To, že je téma integrace v současné době tzv. Velké revize Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání v České republice velice aktuální, dokládá i fakt, že byl vytvořen kromě

tradičního „předmětového“ i „integrovaný“ modelový školní vzdělávací program a je připravena jeho pilotáž ve školní praxi (Modelové ŠVP pro ZŠ, 2025).

My jsme se tématu integrace oborů v přírodovědném kurikulu věnovali podrobně v kapitole „**Science/přírodověda jako příklad integrace ve výuce**“ společně s dalšími vybranými přístupy k integraci výukových obsahů v právě vycházející monografii pod redakcí H. Koldové a T. Janíka (2024) – viz obr. 1.



Obr. 1 Obálka monografie „Přístupy k integraci vzdělávacího obsahu z pohledu kurikula, výuky a učitelského vzdělávání“ (Koldová & Janík, 2024)

Monografie je dostupná v e-shopu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích: <https://eshop.icu.cz/simplifyworks/cs/eoc/public/product/674287761-pristupy-k-integraci-vzdelavacihobsahu-z-pohledu-kurikula-vyuky-a-ucitelskeho-vzdelavani>.

LITERATURA

Bílek, M., Trnová, E., & Mentlík, P. (2024). Science/přírodověda jako příklad integrace ve výuce. In Koldová, H., Janík, T. (eds.) (2024). *Přístupy k integraci vzdělávacího obsahu z pohledu kurikula, výuky a učitelského vzdělávání* (s. 55-84). České Budějovice: PedF JČU.

Koldová, H., & Janík, T. (eds.) (2024). *Přístupy k integraci vzdělávacího obsahu z pohledu kurikula, výuky a učitelského vzdělávání*. České Budějovice: PedF JČU.

Lepil, O. (2006). Přírodovědné integrované projekty I. In D. Nezvalová (Ed.) *Integrovaná přírodověda* (s. 7–42). Olomouc: UPOL.

Modelové ŠVP pro ZŠ (2025). Dostupné z <https://revize.rvp.cz/modelove-svp-pro-zs#integrovanymsvp>

Nezvalová, D. (ed.) (2006). *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání – úvodní studie*. Olomouc: UPOL.

OBEČNÁ DIDAKTIKA CHEMIE V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ

Jiří Rychtera a Vladimír Sirotek

Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeské university v Plzni, rychterj@kch.zcu.cz, sirotek@kch.zcu.cz

ÚVOD

Publikace *Obecná didaktika chemie v přípravě učitelů* představuje v současné době jednu z mála publikací, které se věnují komplexně pojatému systému výchovy a vzdělávání v chemii (viz obr. 1). Tím se řadí mezi publikace oborově didaktického charakteru. Nejedná se přímo o didaktickou analýzu chemického učiva, tj. o analýzu konkrétního obsahu, jak je někdy vnímána speciální didaktika chemie, ale o využití poznatků o pedagogickém prostředí na efektivní psychodidaktickou transformaci učiva chemie obecně. V publikaci se řeší zákonitosti poznávacího procesu a jejich uplatnění při zpřístupňování pojmů, otázky forem a metod výuky vhodných pro výuku chemie, ale i otázky ryze specifické pro výuku chemie. Mezi tyto specifické záležitosti patří využití školního chemického experimentu jako prostředku didaktické rekonstrukce obsahu a jako zásadního prostředku efektivní výuky chemie, uplatnění materiálních didaktických prostředků, včetně využití učebnic a zaměření zpětnovazebních prostředků, jako je uplatnění učebních úloh a záležitostí spojovaných s reflexí a sebereflexí výuky.

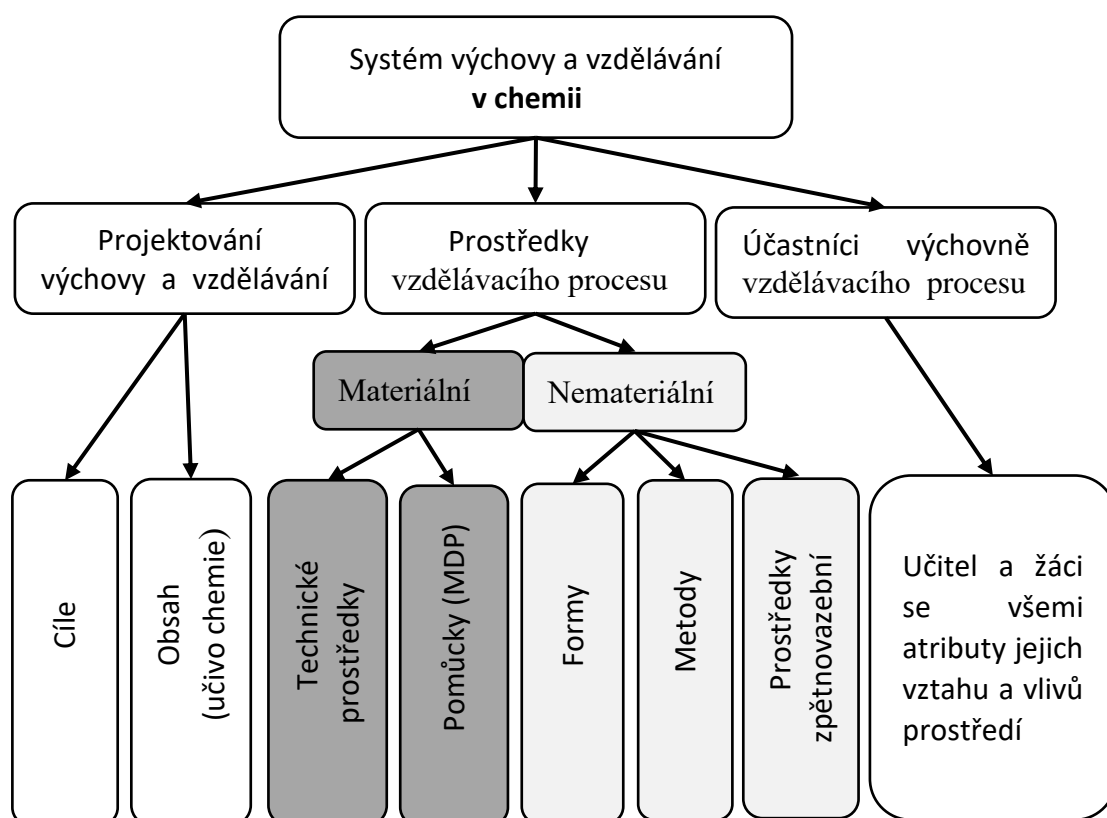
ANALÝZA PEDAGOGICKÉHO PROSTORU JAKO VÝCHODISKO OBSAHU PUBLIKACE

Studenti učitelství jsou nuceni naplňovat v rámci svého pregraduálního studia řadu povinností spojených s poznáváním pro jejich profesi zdánlivě netradičních disciplín, jako jsou antropologie, metodologie věd, sociologie aj. Je to z toho důvodu, že v každé historické etapě společenského vývoje je nezbytné rozlišovat proces **objevování** nových poznatků (poznávací proces) a proces jejich **zachování** pro příští generace (vzdělávací proces), jak to lze potvrdit touto myšlenkou: „Pokud vezmeme v úvahu periodičnost života živých organismů, jejímž důsledkem je neúprosné střídání generací charakterizované fenoménem soustavného vzniku a zániku, pak je logické, že v zájmu kontinuity vývoje celé společnosti a zachování jejího kulturně ekonomického potenciálu, se jeví naprosto nezbytné zachování systému předávání doposud poznaného, tj. zachování a zdokonalování systému vzdělávacího.“ Protože však chemie jako věda se neustále vyvíjí (výše vzpomínané objevování nového), je pochopitelné, že se mění i podmínky pro efektivní přenos poznávaného na příští generace. Uvedené myšlenky zdůvodňují vedle sebe existenci vědních oborů jako takových (v našem případě chemie), a existenci vědních oborů, které se zabývají efektivním výchovně vzdělávacím procesem (pedagogika, psychologie, didaktika chemie apod.) Z těchto úvah je zapotřebí vnímat především **vzájemnou provázanost a spoluexistenci procesu objevování nových poznatků o přírodě a procesu přenosu poznaného na nastupující generaci**, která je vzhledem k délce (lépe řečeno k pomíjivosti) lidského života více než nezbytně nutná.

Z úvodních slov vyplývá jeden velmi důležitý poznatek. V rámci přípravy na povolání „učitele“ je třeba ovládnout nejen poznatky z chemie, které budou předávány nastupující mladé generaci, ale i **systém jejich efektivního předávání**.

V odborné literatuře existuje řada schémat, jejichž snahou je pedagogický prostor, jak netradičně tento systém nazýváme, zmapovat. Vyhovující pro didaktiku chemie se jeví schéma představující strukturu didaktiky chemie nazvané „Systém výchovy a vzdělání v chemii (všeobecně vzdělávací školy)“ (Pachmann & Hofmann, 1981, s. 12). Vzhledem k jeho značnému významu pro pochopení celého systému vzdělávání v chemii a logičnosti uspořádání této publikace jej zde

uvádíme s drobnými úpravami (viz obr. 1). Přes stáří publikovaného schématu (cca 40 let) a vzhledem ke snaze vyjádřit komplexně systémovost celého procesu vzdělávání autoři charakterizovali prostor, ve kterém se musí vzdělavatel orientovat a je nucen jej pochopit a ovládnout. Důležité je, že tento prostor je specifikován pro didaktiku chemie. Protože vzdělávací systém je otevřený a dynamický, řada autorů podobnou problematiku mapuje jiným způsobem. Maňák (1995, s. 69) pedagogický prostor nazývá pedagogickým prostředím, v němž se realizuje výchovně-vzdělávací proces, a uvádí o něm, že „je významným formativním faktorem, s nímž se musí neustále počítat, protože jeho působení je vždy výrazné, ať v pozitivním, nebo v negativním slova smyslu. Jeho optimální ovlivnění výchovně-vzdělávací práce nastává tehdy, stane-li se integrální součástí intencionálního působení učitele“.



Obr. 1 Blokové schéma pedagogického prostoru obecné didaktiky chemie

(převzato s úpravami dle Pachmanna a Hofmanna (1981, s. 12))

Uvedené blokové schéma současně vyjadřuje základní strukturu prezentované publikace. Výuka chemii má však i svá specifika, která nejsou **přímo** vyjádřena v prezentovaném blokovém schématu pedagogického prostoru. Takovými tématy se specifickými rysy jsou např. témata zabývající se otázkami experimentální činnosti, záležitosti spojené s podporou výuky informačně komunikačními technologiemi, specifikované přístupy vyžadují i úlohy s chemickým zaměřením a díky těmto odlišnostem i sama reflexe a sebereflexe výuky chemii vykazuje řadu odlišností od pravidel obecného charakteru. Specifičnost publikace vyjadřující její oborově didaktický charakter lze posoudit z názvů jejich základních kapitol: Učitelská profese, učitel chemie, autorita učitele; Předmět didaktiky chemie, systém pojetí výuky chemie; Projekt výchovy a vzdělávání v chemii, cíle výuky chemii; Obsah výchovy a vzdělávání, učivo chemie; Poznávací a vyučovací proces; Organizační formy výuky chemie; Metody výuky chemie; Experimentální podpora výuky chemie; Materiální

prostředky výuky chemie a metodika manipulace s MDP; Zpětnovazební procesy ve výuce chemie a diagnostika vyučovacího procesu; Úlohy ve výuce chemie; Základy hodnocení kvality výuky chemie. Z popisu obsahu lze usoudit nejen na korespondenci s východiskovým obecným schématem, ale vyzorovat i vyjadřovanou specifičnost k chemii jako oboru.

STŘÍPKY Z DISKUSE NAD PROBLEMATIKOU EXPERIMENTÁLNÍ ČINNOSTI

Experimentální činnost je typická především pro přírodovědně orientované disciplíny. Bylo o ní napsáno nepřehledné množství publikací, ať už se týkaly samotné metodiky efektivní realizace experimentu nebo jeho stránky obsahové. Tuto rozmanitost se snažíme obsáhnout i v proklamované publikaci. Mimořádně výrazný vliv na efektivitu experimentální činnosti má podpora experimentů informačně komunikačními technologiemi. Pro výuku chemie to znamená, že tyto technologie přináší každým okamžikem nové možnosti, ovlivňující i charakter vzdělávání. Jejich komplexní představení a následný rozbor včetně verifikace či falzifikace těchto možností se pro jejich značné množství jeví téměř nemožný. Značnou devízou však je, že mladými lidmi jsou tyto technologie přijímány pozitivně, podporují jejich aktivizaci a napomáhají sice nahodilému a neuspořádanému **objevování** nových poznatků. Pro naše vzdělávací záměry se jeví vhodné nejen podpořit onu bezděčnou motivaci, ale i spontánně vytvořené aktivizační principy, protože jsou v souladu s proklamovaným konstruktivistickým pojetím výuky. Lze je využít pro účely poznávání kontrolovaného a řízeného, které organizujeme ve školních podmínkách v souladu s cíli poznávání. Myšlenka o **přibližování školní výuky badatelské praxi** vychází z vývoje možností, které nám nabízí v současné době řada firem specializujících se právě na vývoj prostředků počítačové podpory experimentální činnosti. Z výčtu nabídky senzorů a softwarového vybavení lze odhadnout šířku spektra možností využití ve školní výuce. Senzor teploty, senzor vodivosti, tlakový senzor, pH senzor, kolorimetr nebo spektrometr, senzor salinity, čidlo koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě, čidlo koncentrace oxidu uhličitého, přesné váhy s citlivostí 0,001 g, apod. Dnes už je řada těchto senzorů bezdrátových, můžeme je tedy využívat k experimentům ve školní laboratoři, ale i mimo ni (např. v přírodě nebo městské aglomeraci) a výsledky měření ihned zaznamenávat a vyhodnocovat. Dva příklady z diskuse nad možnou podporou experimentu v rámci ICT naznačují, že experimentování ve školních podmínkách a tedy i výuka chemie se začíná přibližovat výzkumné praxi.

ZÁVĚRY

Hlavní záměr toho, proč popisovaná publikace vznikla, spočíval v příspěvku k přípravě učitelů chemie takovým způsobem, aby se stali skutečnými profesionály již brzy po ukončení pregraduálního studia. Aby jim teoretické poznatky byly podporou při jejich zdokonalování. Za výrazem skutečný profesionál jsme si představovali především člověka, který beze zbytku naplňuje požadavek vyjádřený v mottu poslední kapitoly „Vždy měj na paměti, že jsi učitel, ale i lidská bytost zároveň“. Každé motto se však dá vyložit několika způsoby. My za ním spatřujeme učitele chemie plně odevzdaného svojí profesi, který svým přístupem k povolání dokáže „zapalovat“ posluchače pro vyučovaný obor (v našem případě pro chemii), ale současně zůstává „člověkem“.

LITERATÚRA

Maňák, J., (1995): Nárys didaktiky; MU Brno, 1995, 104 s. ISBN 80-210-1124-6.

Pachmann, E., Hofmann, V. (1981): Obecná didaktika chemie; SPN Praha, ISBN 14-459-81.

Rychtera, J., Sirotek, V., (2025): Obecná didaktika chemie v přípravě učitelů. ZČU v Plzni, 1. vyd., 326 s., ISBN 978-80-261-1255-6.

ROZVOJ DIGITÁLNYCH KOMPETENCIÍ UČITEĽOV CHÉMIE NA STREDNÝCH ŠKOLÁCH V SÚLADE S RÁMCOM DIGCOMPEDU

Ivana Sotáková, Petra Letošníková a Mária Ganajová

Department of Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Košice, ivana.sotakova@upjs.sk, petra.letosnikova@upjs.sk, maria.ganajova@upjs.sk

Úvod

Digitálna transformácia škôl a vzdelávania je spojená s integráciou digitálnych technológií do vyučovacieho procesu. Súčasne rastie potreba digitálne kompetentných učiteľov, ktorí dokážu efektívne využívať digitálne technológie a nástroje vo vyučovacom procese na zlepšenie výučby a rozvoj digitálnych zručností žiakov (Caena & Redecker, 2019). Digitálne kompetencie učiteľov zahŕňajú nielen technické znalosti, ale aj zručnosti a postoje pre integráciu technológií do vyučovacích postupov (Kiryakova & Kozhuharova, 2024).

DigCompEdu je európsky rámec digitálnych kompetencií pre pedagógov, ktorý zahŕňa šesť oblastí s 22 digitálnymi kompetenciami v šiestich oblastiach: 1. Profesionálne zapojenie, 2. Digitálne zdroje, 3. Vyučovanie a učenie, 4. Hodnotenie, 5. Podpora žiakov a 6. Podpora digitálnej kompetencie žiakov (Redecker, 2017). Rámec zároveň obsahuje 6 úrovni rozvoja digitálnych kompetencií – od začiatočníka (A1) po priekopníka (C2) – čím umožňuje rozvoj digitálnych kompetencií podľa individuálnych potrieb učiteľov (Caena & Redecker, 2019).

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom výskumu bolo zistiť a vyhodnotiť vplyv inovačného vzdelávania „Výučba chémie na SŠ so zameraním na rozvoj digitálnej a vedeckej gramotnosti“ (IV VCH-RDVG) na rozvoj vybraných digitálnych kompetencií učiteľov v súlade s požiadavkami rámca DigCompEdu. Toto vzdelávanie bolo realizované v rámci národného projektu „Digitálna transformácia vzdelávania a škôl“ (DiTEdu, <https://www.ncdtv.sk/>). Rozsah inovačného vzdelávania predstavoval 50 hodín rozdelených do 6 modulov. Použitá bola kombinovaná forma vzdelávania: prezenčná (25 hodín) a online (25 hodín). Prepojenie modulov inovačného vzdelávania s vybranými oblasťami digitálnych kompetencií učiteľov podľa rámca DigCompEdu je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Prepojenie modulov inovačného vzdelávania „Výučba chémie na SŠ so zameraním na rozvoj digitálnej a vedeckej gramotnosti“ s rámcom digitálnych kompetencií učiteľov DigCompEdu

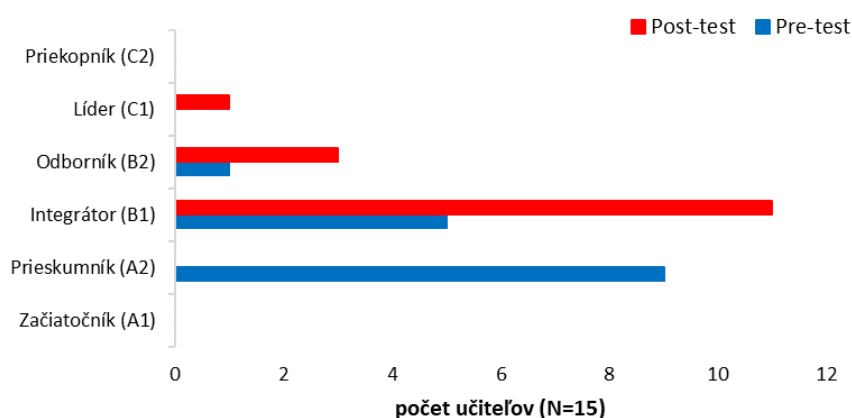
Téma	Obsah témy	Oblasť rozvoja digitálnych kompetencií podľa rámca DigCompEdu
Téma 1: Úvod do vzdelávania pre 21. storočie	- Poskytnutie poznatkov o aktivizujúcich metódach výučby chémie so zameraním na aktívne bádanie a využívanie digitálnych technológií. - Sprístupnenie poznatkov o dokumente Európsky rámec digitálnych kompetencií pre pedagógov (DigCompEdu).	Profesionálne zapojenie Vyučovanie a učenie
Téma 2: Modely a modelovanie vo výučbe chémie	- Využitie chemických modelovacích programov ChemDraw, Chemix, ACD/ChemSketch. - Práca s LaTeX editormi.	Profesionálne zapojenie Digitálne zdroje Vyučovanie a učenie
Téma 3: Bádateľská metóda vo výučbe chémie	- Sprístupnenie poznatkov o bádateľsky orientovanej výučbe a tvorbe bádateľských aktivít.	Profesionálne zapojenie Vyučovanie a učenie Podpora žiakov

Téma 4: Počítačom podporované experimenty	- Rozvoj zručností pri práci s experimentálnymi dátami. - Realizácia meraní s rôznymi senzormi a zariadeniami.	Profesionálne zapojenie Digitálne zdroje Vyučovanie a učenie Podpora žiakov
Téma 5: Hodnotenie v 21. storočí s digitálnymi technológiami	- Sumatívne hodnotenie: Google Forms, Kahoot!. - Formatívne hodnotenie: Kahoot!, Google Forms, Slido, Mentimeter, PollEverywhere. - Didaktické hry vo výučbe chémie.	Profesionálne zapojenie Digitálne zdroje Hodnotenie Podpora žiakov
Téma 6: Umelá inteligencia vo výučbe chémie	- AI v práci učiteľa: využitie pri príprave a tvorbe školských dokumentov. - Námety na zapojenie AI do učebných úloh.	Profesionálne zapojenie Digitálne zdroje Vyučovanie a učenie Podpora žiakov

Výskum s kvázi-experimentálnym dizajnom (pre- a post-test) prebiehal v 1. polroku školského roka 2024/2025. Výskumnú vzorku tvorilo 15 učiteľov chémie na stredných školách z troch krajov Slovenska (Banskobystrický, Prešovský, Košický) a s pedagogickou praxou od 6 do viac ako 21 rokov.

Ako výskumný nástroj bol použitý dotazník DigCompEdu Check-in (Ghomi & Redecker, 2019), ktorý vyplnili učitelia pred a po absolvovaní IV VCH-RDVG.

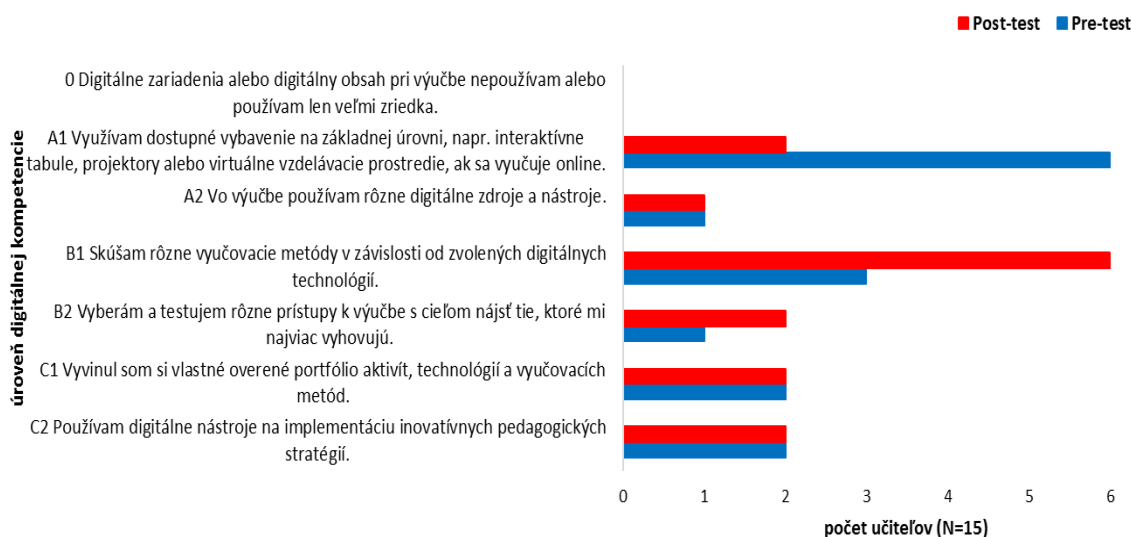
Výsledky vyhodnotenia dotazníka DigCompEdu Check-in poukazujú na pozitívny vplyv IV VCH-RDVG na celkovú úroveň digitálnych kompetencií učiteľov (obr. 1). Po absolvovaní IV VCH-RDVG dochádza k nárastu počtu učiteľov na úrovniach B1 (Integrátor) a B2 (Odborník).



Obrázok 1 Výsledky celkovej úrovne digitálnych kompetencií učiteľov (pre-test vs. post-test)

Pozitívny vplyv IVVCH-RDVG na rozvoj digitálnych kompetencií učiteľov sa preukázal aj v dvoch vybraných oblastiach z rámca DigCompEdu, a to „Vyučovanie a učenie” (tzn. oblasť 3: 3.1 Vyučovanie, 3.2 Vedenie žiakov, 3.3 Kolaboratívne učenie 3.4 Samoregulované vzdelávanie) a „Hodnotenie” (tzn. oblasť 4: 4.1 Stratégie hodnotenia, 4.2 Analýza dôkazov a 4.3 Spätná väzba a plánovanie).

Analýza výsledkov v oblasti „Vyučovanie a učenie” ukázala, že učitelia vo svojej výučbe vo väčšej miere skúšajú rôzne vyučovacie metódy v závislosti od zvolených digitálnych technológií (obr. 2).



Obrázok 2 Výsledky úrovne digitálnych kompetencií učiteľov v oblasti 3.1 Vyučovanie (pre-test vs. post-test)

V rámci IV VCH-RDVG sa učitelia oboznámili s metodikami využívajúcimi aktivizujúce metódy výučby chémie na stredných školách (Ganajová et al., 2021), ako sú bádateľsky orientovaná výučba a výučba s podporou digitálnych technológií (napr. počítačom podporované experimenty, využitie modelovacích programov), a aktívne s nimi pracovali. Tento výsledok zároveň odráža narastajúcu sebadôveru učiteľov pri implementácii digitálnych nástrojov a ich otvorenosť voči inováciám, vrátane nových metód výučby. Hoci učitelia podporujú žiakov v reflexii učenia (3.4 Seberegulované vzdelávanie), digitálne technológie na tento účel využívajú len občas. Dôvodom môže byť nedostatočné technické vybavenie, obmedzená dostupnosť softvéru, technická podpora či digitálne zručnosti žiakov. Analýza v oblasti „Hodnotenie“ ukázala, že učitelia používajú digitálne nástroje (napr. kvízy, blogy, Google Forms, Kahoot!) najmä na sledovanie pokroku žiakov (4.1 Stratégie hodnotenia) a poskytovanie spätnej väzby (4.3 Spätná väzba a plánovanie). V rámci IV VCH-RDVG získali poznatky o formatívnom aj sumatívnom hodnotení a možnostiach ich digitalizácie. Nie všetci však tieto nástroje aplikujú, nedostatok času a vyučovacia záťaž často spôsobujú rozdiel medzi prijatím a reálnym zavedením digitálnych nástrojov do praxe.

ZÁVER

Učitelia potrebujú systematickú podporu pri rozvoji digitálnych kompetencií, ktorá zahŕňa nielen prácu s technológiami, ale aj efektívne vyučovacie metódy a digitálne hodnotenie. Rozvoj je vhodné podporiť samoinštrukčnými materiálmi (videonávody, interaktívne prezentácie, pracovné listy, „step-by-step“ manuály), ktoré umožňujú individuálne tempo a úroveň samoštúdia. Dôležité je aj zdieľanie dobrej praxe – prostredníctvom webinárov, workshopov, klubov učiteľov a peer-learningu ako nástroja dlhodobého profesijného rastu.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s podporou národného projektu „Digitálna transformácia vzdelávania a školy“ (DiTEdu), ktorý je financovaný z Európskeho sociálneho fondu plus cez Program Slovensko 2021 - 2027. Taktiež bol podporený grantami: VEGA č. 1/0051/25, KEGA č. 001UPJŠ-4/2023, IPEL VVGS 2024-3405 a VVGS 2025-3464.

LITERATÚRA

Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European digital competence framework for educators (DIGCOMPEDU). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369.

Ganajová M. et al. (2021). *Zbierka inovatívnych metodík z chémie pre stredné školy* (doplnené vydanie). Bratislava: CVTI SR.

Ghomi, M., & Redecker, C. (2019). Digital competence of educators (DigCompEdu): Development and evaluation of a self-assessment instrument for teachers' digital competence. *CSEdu 2019. Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education* (vol. 1, pp. 541-548). Retrieved from https://www.metared.org/content/dam/metared/pdf/Check_In_DigCompEdu_Self_Reflection_To_ol.pdf

Kiryakova G., & Kozhuharova D. (2024). The digital competences necessary for the successful pedagogical practice of teachers in the digital age. *Education Sciences*, 14(5), 507.

Národný projekt DiTEdu – Digitálna transformácia vzdelávania a školy. Retrieved from <https://www.ncdtv.sk/>

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (JRC107466). Seville, Spain: Joint Research Centre. Retrieved from <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>

VYUŽITÍ OPEN SOURCE ŠKOLNÍHO MĚŘICÍHO SYSTÉMU MOLEGRAPH

Petr Šmejkal, Tomáš Feltl a Hana Čtrnáctová

Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha, psmejkal@natur.cuni.cz

Úvod

Školní měřicí systémy jsou systémy čidel, rozhraní a dataloggerů, které umožňují provádět řadu experimentů ve školním prostředí a jsou pro toto využití ve školním prostředí optimalizovány. Nabízí tak unifikovaný způsob nastavení měření, ovládání a zpracování dat, zároveň jsou dostatečně robustní pro školní užívání a jejich rozměry také odpovídají potřebám využití ve školní laboratoři. Školní měřicí systémy se díky svým vlastnostem pevně zabydlely v laboratořích středních a základních škol, zejména ve výuce přírodních věd. Jejich využívání je pro žáky názorné, přínosné po odborné i didaktické stránce a rovněž i motivační (Aksela, 2005; Šmejkal et al., 2016). V ČR je pro účely výuky nabízeno několik komerčních školních měřicích systémů, z nichž těmi nejčastějšími jsou systémy od firem Vernier a Pasco. Školní měřicí systémy nabízí při využití ve výuce řadu výhod, mezi něž lze zařadit například možnost názorné vizualizace řady dějů, metod a témat, okamžitou odezvu a pokročilé možnosti vizualizace a zpracování dat, optimalizaci ovládání a měření pro školní účely, snadné ovládání atd. (Šmejkal et al., 2016). Nevýhodami jsou ale poměrně vysoká cena čidel a příslušných rozhraní a také skutečnost, že komerční školní měřicí systémy jsou jakýmsi „Black boxy“, tedy černými skříňkami, které sice poskytují kvalitní data, ale žákům zůstává skryta samotná podstata měření, tedy způsob, jak jsou data získávána, a s tím i pojmy důležité pro správné zpracování a interpretaci dat, např. rozlišení, citlivost, měřicí rozsah apod. To je značným omezením pro efektivní využití školních měřicích systémů např. ve STEM (Science, Technology, Engineering, Math) výuce. Uvedené obtíže mohou překonat tzv. DIY (Do It Yourself, v překladu „Udělej si sám“) školní měřicí systémy, které nabízí velmi přijatelnou cenu a zároveň, díky tomu, že si žáci systém sami sestaví, možnost poodhalit, jak daný systém a příslušná čidla fungují a jaké jsou principy a okolnosti příslušných měření, což by mělo vést ke kvalitnějšímu zpracování a interpretaci naměřených dat žáky. Je ovšem otázkou, zda stavba a využívání takového systému není pro běžné žáky příliš náročná a komplikovaná a může přinést odpovídající efekt. V tomto ohledu se tak tento příspěvek zabývá koncepcí semináře, který je zaměřen na sestavení DIY školního měřicího systému s důrazem na podstatu principu funkce vybraných čidel a systému a rovněž na podstatu měření a důležité parametry s tím spojené. Dále se zaměřuje na výsledky žáků, kteří uvedený seminář absolvovali a vhodností nasazení semináře do výuky na SŠ.

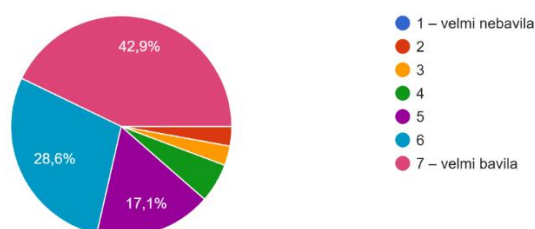
METODY, VÝSLEDKY, DISKUSE

S ohledem na stanovené cíle byl vytvořen nový seminář nazvaný Měření v chemii. Seminář je koncipován na 18 vyučovacích hodin (9krát 2 VH) a je určen žákům 2. až 4. ročníku středních škol. V jeho rámci jsou žáci nejprve seznámeni s principy měření, důležitými parametry pro nastavení a realizaci měření (např. frekvence měření, ...) a interpretaci dat (např. citlivost čidla, rozlišení, ...). Žáci dále realizují několik měření s komerčními školními měřicími systémy. Následně přichází stěžejní část semináře, kdy si žáci s využitím součástek (integrováný obvod – tzv. shield, odpory, spínače, diody, ...) a jejich pájení sestaví vlastní školní měřicí systém včetně několika čidel. Systém „zakrabičkují“, nahrají do něj příslušný firmware a nainstalují ovládací software do počítače. Následně se sestaveným školním měřicím systémem realizují několik úloh a měření, která vyhodnotí. V rámci těchto úloh je po nich vyžadováno zvolit např. vhodné čidlo s ohledem na parametry realizovaného měření. Na závěr semináře žáci píšou test obsahující otázky zaměřené na

důležité parametry pro měření a vyhodnocení dat, orientaci v dokumentaci školního měřicího systému, značení a využití součástek školního měřicího systému či způsob zapojení čidel. Dále žáci v rámci našeho šetření vyplňovali dotazník zaměřený na jejich zkušenosti s elektronikou či např. schopnost pájení (před realizací semináře) a rovněž dotazník zaměřený na uživatelskou zkušenost nabytou v rámci semináře, který vyplňovali na jeho konci. Jako vhodný DIY školní měřicí systém byl pro účely semináře využit systém MoleGraph (Feltl et al., 2025), neboť jde o systém, jehož komponenty jsou snadno dostupné a velmi levné, nabízí značné množství DIY čidel, vlastní, zdarma dostupný, software k jeho ovládání a jeho dokumentace je rovněž snadno dostupná, mj. v českém jazyce. S ohledem na uvedené bylo v rámci tohoto příspěvku sledováno, zda žáci participující v semináři zvládnou stavbu DIY systému MoleGraph a vybraných čidel, tedy kolik sestavených systémů bude plně funkčních a kolik alespoň ve stavu, aby s nimi bylo možné provádět měření, ale s méně významnými nedostatky (např. nefunkční LED)? Dále byla předmětem zájmu uživatelská zkušenost studentů získaná při stavbě a využívání systému. V neposlední řadě bylo sledováno, zda žáci budou chápat některé principy a pojmy spojené se stavbou systému MoleGraph, tedy například, zda se budou orientovat ve schématu zapojení, zda porozumí pojmům jako jsou AD/DA převodník, rozlišení a měřicí rozsah či rozeznají důvody využití jednotlivých součástek v integrovaném obvodu. Semináře (a příslušného šetření) se zúčastnilo celkem 45 žáků ve věku 10–17 let, ze 2 gymnázií, jedné SOŠ a 4 základních škol. Více než polovina (36 žáků) byla z gymnázií a 35 žáků bylo ve věku 15–17 let. Iniciální motivace žáků pro účast v semináři byla ve většině poměrně nízká, pouze 18 % žáků se semináře účastnilo proto, že je seminář zaujal, a proto si jej vybrali. Pouze 16 % žáků deklarovalo nějaké zkušenosti s elektronikou a pájením.

I přes nízkou motivaci žáků k účasti na semináři, ukázalo se, že žáci byli v sestavování systému MoleGraph relativně úspěšní. Plně funkčních bylo cca 67 % sestavených MoleGraphů, s 97 % pak bylo možné realizovat měření, byť tyto systémy vykazovaly drobné funkční nedostatky (např. nefunkčnost některých portů, LED diod apod). Po opravě byly plně funkční všechny sestavené MoleGraphy. Kvalitu pájení kontaktů bylo možno hodnotit jako uspokojivou, byť pro dlouhodobější funkčnost, s ohledem na pevnost spojů, bylo nezbytné ve většině případů doplnit pájku na kontakty spojů (tzv. „propájet“). Délka stavby samotné jednotky MoleGraph fungující jako AD/DA převodník (tzv. MoleGraph U01) trvala žákům cca 5–6 vyučovací hodiny (včetně zakrytí, instalace firmwaru a softwaru do PC), příprava čidel pak trvala zhruba 1 vyučovací hodinu. Data z dotazníku uživatelské zkušenosti naznačují, že žáky práce na sestavení jednotky MoleGraph bavila (obr. 1), přičemž žáci nejvíce oceňovali, že se naučili něco nového, popř. že rádi něco staví a konstruují.

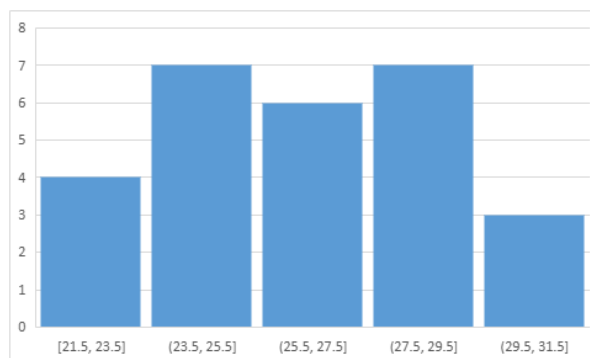
Stavba MoleGraph shieldu mě...
35 odpovědí



Obrázek 1 Zábavnost stavby jednotky školního měřicího systému MoleGraph

I výsledek závěrečného testu, který žáci psali na konci semináře, ukázal, že žáci ve své většině pochopili důležité termíny a pojmy týkající se měření a stejně tak vybrané principy fungování vybraných čidel, fungování některých elektronických součástek i technické podstaty funkce školního

měřicího školního systému MoleGraph. Průměrná úspěšnost v testu byla 78 %, přičemž minimálně žáci získali 63 % bodů, maximálně pak 93 % bodů (obr. 2).



Obrázek 2 Výsledky závěrečného znalostního testu ze semináře Měření v chemii (maximální počet bodů – 34); test vyplnilo celkem 27 žáků

Obtížné byly pro studenty otázky testu týkající se výpočtu rozlišení (63 %) či označení LED diody (67 %). Naopak, všichni prokázali znalost Ohmova zákona či význam funkce AD/DA převodníku (81 %). Zdá se tedy, že sestavení systému DIY systému MoleGraph nemusí být pro žáky tak náročné, jak by se mohlo na první pohled zdát s tím, že žáci tuto technicky zaměřenou práci vnímají vesměs pozitivně.

ZÁVĚR

Výsledky šetření prezentovaného v tomto příspěvku naznačují, že stavba školního měřicího systému MoleGraph a několika čidel nemusí být takový „strašák“, a jen pro Geeky, jak to možná na první pohled vypadá. Žáci byli ve stavbě systému v drtivé většině úspěšní, byť na první pokus značná část sestavených jednotek vykazovala drobné nedostatky, které ale nebránily realizaci měření. Žáci ve své většině také získali potřebné znalosti a dovednosti, díky čemuž lze konstatovat, že stanovené vzdělávací cíle semináře byly naplněny. Žáci rovněž považovali stavbu systému MoleGraph za víceméně užitečnou a zábavnou, pozitivně hodnotili, že se naučili něco nového (např. pájení a něco o elektronice a součástkách). Z časového hlediska lze dobu stavby DIY školního měřicího systému MoleGraph považovat za přijatelnou.

PODĚKOVÁNÍ

Děkujeme za podporu projektu COOPERATIO v oblasti Subject Specific Education Research (SSER), kterou poskytla Univerzita Karlova.

LITERATURA

Aksela, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach. Maija Aksela.

Feltl, T., Šmejkal, P., Veselý, J., & Locker, M. (2025). MoleGraph: A Tool for Developing Scientific and Digital Skills in Schools. *Chemické listy*, 119(4), 208–216. <https://doi.org/10.54779/chl20250208>

Šmejkal, P., Skoršepa, M., Urválková, E. S., & Teplý, P. (2016). Chemické úlohy se školními měřicími systémy: Motivační orientace žáků v badatelsky orientovaných úlohách. *Scientia in educatione*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.14712/18047106.280>

ESCAPE GAMES IN THE CHEMISTRY LABORATORY

Kateřina Trčková

Dpt. of Chemistry, Faculty of Natural Sciences, University of Ostrava, katerina.trckova@osu.cz

INTRODUCTION

Escape rooms have, in recent years, become an established didactic method that effectively integrates game-based principles with educational objectives. They foster active student engagement, development of critical thinking, teamwork, and intrinsic motivation for learning (Lathwesen & Belova, 2023; Fotaris & Mastoras, 2019). Their foundation is rooted in a constructivist approach that emphasizes knowledge acquisition through hands-on activities (Clarke et al., 2017).

Thanks to their versatility, escape rooms can be implemented both in physical and digital formats. Online versions proved especially effective during the COVID-19 pandemic, when they became an integral part of distance education (Avargil, 2022; Lathwesen & Belova, 2021). Among their key benefits are increased student engagement and the connection between theory and practice; however, preparation can be time-consuming, and there is a risk of uneven participation among team members (Veldkamp et al., 2020; Clarke et al., 2017).

In chemistry education, escape rooms are used to address abstract or challenging concepts (e.g., pH, chemical bonding, equilibrium), often embedding them in environmental or interdisciplinary contexts (Ang et al., 2020; Peleg et al., 2019; Trčková et al., 2024; Trčková & Pavlová, 2025; Trčková, 2025). They are applied both in traditional classroom settings (Dietrich, 2018; Yapon et al., 2020) and as digital interactive scenarios (Haimovich et al., 2022; Maršálek et al., 2024; Vergne et al., 2020).

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

This study focuses on the design and validation of three digital escape room games that integrate theoretical chemistry content with hands-on laboratory activities. The tasks emphasized working with commonly available tools and instruments (e.g., pH meter, conductometer, refractometer), handling chemicals, using testing kits, and heating samples. At the same time, the activities aimed to reinforce students' knowledge in the context of the current curriculum.

Game scenarios, ciphers, and visual elements were created using the ChatGPT tool, while theoretical tasks were developed in the LearningApps platform. This platform provides various types of interactive exercises – including gap-filling, sorting, and matching with diagrams. The tasks were implemented either as review tools or as corrective alternatives in cases of incorrect answers during quantitative measurements. Upon correctly completing tasks, players received immediate feedback along with an encrypted message as a reward.

To embed the clues students acquired by solving individual tasks, the Scavenger Hunt tool from the Flippity platform was used. Each game differed in both theme and methodology:

The Mystery of Contaminated Water simulated pollution of an aquarium environment. Students determined water hardness using a soap solution, then analyzed pH, nitrate concentration, and copper(II) ions using standard aquarium test kits. They then interpreted the data to identify a likely source of contamination. If they selected an incorrect result, they were given an alternative task in LearningApps. This game developed the ability to compare experimental results with standards. Students also needed to interpret graphical data outputs correctly.

The Lost Recipe of Master Cuprum focused on the transformation cycle of copper. Students decomposed copper(II) sulfate, prepared copper(II) hydroxide and oxide, and conducted a redox

reaction with iron. Using a coded key, they deciphered the term “vitriol” and finally wrote the reverse reaction converting copper(II) oxide back to copper(II) sulfate. The game required precise procedural adherence and knowledge of chemical nomenclature. Through the diverse transformations, students reinforced principles of chemical reactions.

Detective Mission: Accident or Murder? introduced a forensic scenario in which students compared water from a swimming pool before and after a tragic incident. They analyzed pH, conductivity, iron content, and the composition of a suspicious beverage found near the victim. Based on the data, they reconstructed the sequence of events and identified the perpetrator. Students worked with trace concentrations and assessed toxicological implications. The activity fostered logical deduction and synthesis of information from multiple sources.

The validation process was carried out in two stages. First, the games were evaluated in a teacher professional development course (DVPP), where 12 educators assessed their methodological and pedagogical quality. Teachers especially appreciated the curriculum alignment, differentiation of task difficulty, integration of hands-on activities with digital tools, and gamified elements. Other benefits included promoting independent decision-making and collaborative learning. Escape rooms were viewed as a highly creative and effective way to increase student motivation and enrich chemistry instruction.

A pilot classroom implementation followed, involving six two-member student teams from a grammar school. All participants completed a structured self-evaluation form. Average scores for individual criteria from student feedback are shown in Table 1.

Table 1 Results of the Escape Games Evaluation; Likert rating scale 1–5; 1 – completely agree, 5 – completely disagree

Self-Assessment Card Items	The Mystery of Contaminated Water	The Lost Recipe of Master Cuprum	Detective Mission
The story of the game was interesting and made sense.	1,75	2,17	1,58
The rules of the game were simple and easy to understand.	1,58	2,58	1,67
The task instructions were clear and easy to follow.	1,67	2,58	1,92
The experiments were interesting and I enjoyed performing them.	1,92	1,25	1,83
The game naturally encouraged us to collaborate.	1,42	1,33	1,50
It would be great to include escape games in lessons more often.	1,67	1,42	1,42
I was able to use all the digital tools in the game.	1,50	2,25	2,50
The game made me more eager to participate in the lesson.	1,83	1,92	1,50
The game helped me remember the subject matter better.	1,75	1,92	2,00

The results of the evaluation indicate that *The Mystery of Contaminated Water* and *Detective Mission* were considered the most engaging in terms of story, clarity of rules, and task instructions. The most popular experiments involved traditional procedures in the copper reaction cycle. *The Lost Recipe of Master Cuprum* was rated the most difficult due to its focus on two challenging areas in chemistry education – chemical nomenclature and equations. During testing, it was also found that students struggled with understanding instructions for using aquarium kits and instruments for measuring pH, conductivity, and sugar concentration in solutions.

The discussion with teachers highlighted the need to improve the clarity of presentations, differentiate tasks according to their difficulty level, and provide methodological support. Before implementing the games in regular teaching, it is also recommended to offer teacher training—ideally in the form of a workshop focused on designing their own escape game, including the use of digital tools.

CONCLUSIONS

Overall, the findings confirm the suitability of digital escape games as an effective didactic tool that links laboratory activities with instructional content, supports formative assessment, and contributes to a qualitative shift in chemistry education.

REFERENCES

- Ang, J W J, Ng, Y N A & Liew, R S (2020). Physical and digital educational escape room for teaching chemical bonding. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2849–2856.
- Avargil, S., Shwartz, G. & Zemel, Y. (2021). Educational escape room: Break Dalton's code and escape! *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313–2322.
- Clarke, S., Peel, D., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H. & Wood, O. (2017). EscapED: A framework for creating educational escape rooms and interactive games for higher/further education. *International Journal of Serious Games*, 4.
- Dietrich, N. (2018). Escape classroom: The Leblanc process—An educational “escape game”. *Journal of Chemical Education*, 95(6), 996–999.
- Fotaris, P. & Mastoras, T. (2019). Escape rooms for learning: A systematic review. *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning*. p. 235-243.
- Haimovich, I., Yayon, M., Adler, V., Levy, H., Blonder, R., & Rap, S. (2022). The Masked Scientist: Designing a virtual chemical escape room. *Journal of Chemical Education*, 99(10), 3502–3509.
- Lathwesen, C. & Belova, N. (2021). Escape rooms in STEM teaching and learning—Prospective field or declining trend? A literature review. *Education Sciences*, 11(6), 308.
- Lathwesen, C. & Belova, N. (2023). Acid Base Global – An escape room to teach the chemistry of acids and bases. *Action Research and Innovation in Science Education*, 6(1), 1–8.
- Maršálek, R., Trčková, K., & Václavíková, Z. (2024). Interactive chemistry escape game as a tool of distance education: A case study of a pilot test from the 1.escape room. *Frontiers in Education*, 9.
- Peleg, R., Yayon, M., Katchevich, D., Moria-Shipony, M. & Blonder, R. (2019). A lab-based chemical escape room: Educational, mobile and fun! *Journal of Chemical Education*, 96(5), 955–960.
- Trčková, K., Maršálek, R., & Václavíková, Z. (2024). Saving the Earth: Mini online escape game. *Journal of Chemical Education*, 101(1), 215–222.
- Trčková, K., & Pavlová, E. (2025). Lost in Humus: An Educational Escape Game Focused on Soil Analysis. *Journal of Chemical Education*, 102 (7), 3049-3057.
- Trčková, K. (2025). Tajemství mistra Cupruma: Úniková hra jako nástroj pro výuku chemie. *Chemické listy*, 119 (9), 541-548.
- Veldkamp, A., Van de Grint, L., Knippels, M. C. P. & Van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 100364.
- Vergne, M J, Smith, J D, & Bowen, R S (2020). Escape the (remote) classroom: An online escape room for remote learning. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2845–2848.
- Yayon, M., Rap, S., Adler, V., Haimovich, I., Levy, H., & Blonder, R. (2020). Do-it-yourself: Creating and implementing a periodic table of the elements chemical escape room. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 132–136.

CHEMIE JAKO PŘÍRODOVĚDNÝ OBOR NA ÚROVNI ZÁKLADNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ

Hana Čtrnáctová a Petr Šmejkal

Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha
ctr@natur.cuni.cz a psmejkal@natur.cuni.cz

Úvod

Chemie jako jedna z přírodních věd má v současné společnosti nezastupitelné místo. Její znalost není důležitá pouze pro budoucí chemiky, ale pro celou populaci, neboť se s chemickými jevy setkáváme prakticky každý den. I z tohoto důvodu je chemie již více než 70 let součástí základního vzdělávání (Banýr, Čtrnáctová, 2000).

Obsah a rozsah výuky chemie určovalo od počátku Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) prostřednictvím závazných kurikulárních dokumentů. Až do r. 1989 to byly učební osnovy, které byly v 90. letech nahrazeny tzv. vzdělávacími standardy. Od r. 2000 se znovu používaly podrobnější učební osnovy. Po přijetí nového školského zákona v r. 2004 (Zákon č. 561/2004 Sb.) byly tyto dokumenty nahrazeny rámcovými vzdělávacími programy (RVP), na jejichž základě si jednotlivé školy vytvářejí své školní vzdělávací programy (ŠVP).

Vzhledem k proměnám společnosti a jejím aktuálním potřebám je po dvaceti letech zřejmé, že tyto kurikulární dokumenty vyžadují zásadní aktualizaci. MŠMT ČR proto zahájilo revizi RVP pro základní vzdělávání (RVP ZV), kterou by měla následovat i revize RVP na úrovni středního školství.

SOUČASNÉ RVP ZV Z HLEDISKA CHEMIE A PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ

Proces tvorby prvního RVP ZV byl zahájen v roce 2000. Na jeho přípravě se podílel tým odborníků z Výzkumného ústavu pedagogického (VÚP) při MŠMT ve spolupráci s pedagogy z vysokých, středních a základních škol. Návrh dokumentu prošel pilotním ověřováním na vybraných základních školách a v roce 2005 byl oficiálně vydán jako závazný kurikulární rámec pro základní vzdělávání. Školám byl poskytnut dvouletý prostor pro vytvoření vlastních ŠVP a následné zahájení jejich realizace.

RVP ZV (VÚP, 2005), platný od roku 2005, vymezuje jako hlavní cíl výuky rozvoj tzv. klíčových kompetencí, jež mají být systematicky budovány prostřednictvím výuky jednotlivých vzdělávacích oborů sdružených do širších vzdělávacích oblastí. Vzdělávací obor chemie je začleněn do vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“ spolu s fyzikou, přírodopisem a zeměpisem. Vzdělávací oblast je uvedena obecnou charakteristikou a cílovým zaměřením, které adekvátně uvádějí specifika přírodovědných oborů s důrazem na jejich experimentální charakter. Jednotlivé vzdělávací obory jsou dále uvedeny prostřednictvím očekávaných výstupů a doporučeného učiva. Kurikulum chemie zahrnuje následující tematické celky: Pozorování, pokus a bezpečnost práce; Směsi; Částicové složení látek a chemické prvky; Chemické reakce; Anorganické sloučeniny; Organické sloučeniny; Chemie a společnost.

Realizace tohoto RVP ZV odhalila postupně některé jeho limity. Jedním z hlavních problémů byla absence systematické odborné a finanční podpory školám při tvorbě ŠVP. I když školy měly značnou míru autonomie, relativní kontinuita obsahu učiva předmětu chemie, který se ve své podstatě příliš neodlišoval od předchozích učebních osnov, vedla k tomu, že samotná výuka se od té předchozí příliš nelišila. Další problém spočíval v oblasti ověřitelnosti dosažení klíčových kompetencí, které byly hlavním cílem kurikulární reformy. Systémové nástroje pro validní a spolehlivé hodnocení těchto výstupů nebyly zavedeny, což vedlo k tomu, že zaměření na kompetenční výuku zůstávalo spíše deklarativní než reálně kontrolované.

REVIZE RVP ZV A JEJÍ POJETÍ Z HLEDISKA CHEMIE A PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ

Vzhledem k uvedeným problémům a v návaznosti na nové trendy ve vzdělávání přijetím Strategie vzdělávací politiky ČR 2030+ (MŠMT, 2022), která definuje klíčové pilíře rozvoje vzdělávacího systému v ČR pro nadcházející dekádu, byla zahájena komplexní revize RVP ZV. Původně se předpokládalo, že na přípravě revize se budou podílet odborní pracovníci a expertní skupiny Národního pedagogického institutu (NPI). V praxi však byla revize svěřena samostatně ustaveným několikačlenným týmům při MŠMT, které připravily návrhy úprav jednotlivých vzdělávacích oblastí a oborů.

Předložený návrh RVP ZV (MŠMT, 2024) v obecné rovině zachovává obdobnou strukturu jako předchozí verze, avšak výrazně posiluje důraz na rozvoj a propojení klíčových kompetencí, nově formulovaných průřezových témat a nově definovaných gramotností. Tyto prvky jsou podrobněji rozpracovány a provázány s nově zavedenou kategorií očekávaných výsledků učení, které nahrazují dosavadní očekávané výstupy žáků. Významná pozornost je věnována schopnosti žáků vyhledávat, analyzovat, kriticky posuzovat a prakticky aplikovat získané informace. Zatímco současné RVP ZV postupuje ve vzdělávacím oboru chemie převážně deduktivním způsobem a vede žáky od porozumění obecným základům chemie k jejich konkrétní aplikaci, revidované RVP ZV preferuje induktivní přístup výuky chemie. Převážná část návrhu však vychází z práce s konkrétními informacemi získanými zpravidla z internetu, nikoliv z praktické experimentální činnosti, která je v chemii klíčová. Zásadní změnou oproti předchozí verzi RVP ZV je pak skutečnost, že návrh dle požadavků MŠMT zcela rezignuje na konkretizaci učiva.

Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda návrh RVP ZV nově vymezuje pouze tři vzdělávací obory: Fyzika, Chemie a Přírodopis. Zatímco vzdělávací obory Fyzika a Přírodopis v rámci svých očekávaných výsledků učení poskytují žákům základní fyzikální či přírodopisné poznatky, které jsou následně aplikovány na příklady z praxe, vzdělávací obor Chemie vykazuje zcela odlišný přístup. Je postaven na třech tematických blocích: „Chemie a já“, „Chemie a planeta Země“ a „Chemie a společnost“, kde každý blok vychází z žákům známé praxe a základy chemie výrazně eliminuje.

Vzhledem k tomu, že se u žáků základní školy až do 8. ročníku nepředpokládají žádné chemické poznatky, působí v tomto kontextu problematicky vysoká náročnost učiva, které je žákům na počátku výuky chemie předkládáno. Jsou například očekávány znalosti o složení potravin a jejich metabolickém využití, o chemickém složení vzduchu, vody a litosféry nebo o průmyslových provozech v okolí bydliště – žáci mají tyto informace samostatně vyhledat, analyzovat a aplikovat.

Pokud však žáci nemají v daném oboru žádné vědomosti a pracují-li pouze s vyhledanými informacemi, není možné, aby byli schopni kriticky posoudit jejich správnost. Navíc většina odvození, jak jsme již uvedli, vychází z porovnávání informací a hodnot zjištěných z internetu, nikoliv z vlastní experimentální práce žáků. Výsledkem této výuky může být opakování vyhledaných informací bez schopnosti kriticky posoudit jejich správnost. Bez základních poznatků o elektronovém obalu atomů a významu elektronů je však obtížné pochopit vznik chemické vazby a vysvětlit vlastnosti látek, které jsou dány povahou chemických vazeb mezi atomy nebo ionty, ani změny látek při chemických reakcích.

Je zřejmé, že bez průběžného systematického osvojení základních znalostí nelze od žáků očekávat schopnost kriticky posuzovat správnost vyhledaných informací, zejména s ohledem na dominantní využívání internetu jako primárního zdroje. Výsledkem by mohlo být pouhé reprodukování neověřených údajů bez hlubšího porozumění. Takovýto přístup je v rozporu s deklarovanými cíli návrhu RVP ZV pro chemii (Čtrnáctová, John, 2021).

Využití induktivního přístupu jako východiska ve výuce chemie je bezpochyby adekvátní, nicméně až jeho propojení s deduktivním přístupem k výuce umožní porozumění chemii a naplnění očekávaných výsledků učení (Held, 2011).

OPTIMALIZACE VÝUKY CHEMIE NA ÚROVNI ZÁKLADNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ

Z hlediska oborové didaktiky je použití pouze deduktivního, nebo naopak pouze induktivního přístupu k výuce vždy problematické. Hlavní rozdíl mezi induktivním a deduktivním uspořádáním učiva spočívá ve směru výukového procesu. Zatímco deduktivní přístup začíná abstraktními, obecnými pojmy a měl by směřovat k aplikacím, induktivní přístup vychází z konkrétních a žákům známých poznatků, na jejichž základě by měla být vyvozována obecná pravidla a zákonitosti. Optimální se na úrovni základního vzdělávání jeví propojování obou těchto přístupů. To umožňuje žákům objevovat a formulovat obecné poznatky na základě konkrétních jevů a situací, které jsou jim blízké z každodenního života.

Zásadním aspektem při využití tohoto přístupu je zohlednění možností současných technologií, které umožňují ve výrazně větší míře než dříve využívat různé neverbální formy informací – jako jsou tabulky, schémata, fotografie, grafy, animace či videa. Tyto prostředky mohou často nahradit či podpořit verbální metody výuky, a tím usnadnit žákům porozumění učivu a propojování nových poznatků s jejich předchozími zkušenostmi (Čtrnáctová, Vlčková, 2025).

ZÁVĚR

RVP ZV jsou v České republice základními kurikulárními dokumenty pro výuku chemie a přírodních věd již od r. 2005. Jejich úpravy v průběhu 20 let nebyly nijak zásadní, k výrazné revizi dochází až nyní. Nový návrh RVP ZV výrazně posiluje důraz na klíčové kompetence, průřezová témata a základní gramotnosti. Tyto prvky jsou provázány s očekávanými výsledky učení. Zaměření návrhu RVP ZV na kompetence je adekvátní, musí však zahrnovat také vědomosti a dovednosti, které žákům umožní dospět ke stanoveným cílům, tj. kriticky posuzovat a aplikovat získané informace. Zatímco současné RVP ZV postupuje ve vzdělávacím oboru chemie často převážně deduktivním způsobem, revidované RVP ZV preferuje induktivní přístup výuky chemie.

Vzhledem k tomu, že výhradně deduktivní přístup může být pro žáky příliš abstraktní, a naopak čistě induktivní pojetí může zanedbat systematické využití poznatků z obecné chemie, jeví se jako optimální hybridní model výuky. Tento model propojuje teoretické poznatky s konkrétními příklady z reálného života, zpracovanými formou vizuálně podnětného a induktivně orientovaného výukového materiálu. Tento přístup se ukazuje jako optimální pro podporu porozumění a trvalé osvojení učiva, jelikož reflektuje reálný kontext žákovy zkušenosti a současně rozvíjí jejich schopnost osvojit si a používat obecné chemické poznatky.

Tato práce byla podpořena projektem Univerzity Karlovy COOPERATIO ve vědní oblasti: Subject Specific Education Research.

LITERATURA

Banýr, J., & Čtrnáctová, H. (2000). Vyhovuje současné pojetí anorganické chemie na všeobecně vzdělávací škole? *Chemické listy*, 94 (4), 248–251.

Čtrnáctová, H., & John, J. (2021). Výuka chemie na našich školách není ČSCH lhostejná. *Chemické listy*, 115 (7), 393–394.

Čtrnáctová, H., & Vlčková, T. (2025). Subject matter of inorganic chemistry at the ISCED 2 level. *Journal of Physics: Conference Series*, 3037, 012009.

Held, L. (2011). Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. *Scientia in educatione*, 2 (1), 69–79.

VÚP (2005). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP–Tauris.

MŠMT (2024). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání – Chemie (návrh revize)*. Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání.

GENDER DIFFERENCES IN DEVELOPING PRIMARY SCHOOL PUPILS' SCIENCE PROCESS SKILLS

Katarína Kotuláková, Mária Orolínová, and Ivana Backulčík

Dpt. of Chemistry, Faculty of Education, Trnava University in Trnava, Trnava, katarina.kotulakova@truni.sk

INTRODUCTION

Inquiry-based science education (IBSE) is widely promoted for fostering pupils' science process skills (SPS) (Harlen, 2013; Minner et al., 2010). However, research suggests that its benefits may not be equally distributed across all student groups. While boys often respond positively to open-ended, investigative learning, girls may be less confident or engaged in such environments. This may stem from persistent gender-science stereotypes (Makarova et al., 2019) or cognitive demands when guidance is minimal (Jerrim et al., 2022). This study investigates whether the impact of long-term IBSE on the development of SPS differs by gender in Slovak lower secondary education.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

A quasi-experimental design was implemented over four school years (2019–2024) in six comparable schools. Three schools implementing the *ExpEdícia* inquiry-based program formed the experimental group, while three schools applying traditional, deductive instruction served as the control group. The schools were selected to ensure similar socio-demographic and educational contexts. The experimental group ($N = 81$) was taught using inquiry-based approach inspired by the *ExpEdícia* IBSE teaching material (<https://www.indicia.sk/aktivita/expedicia>), while the control group ($N = 98$) followed traditional, deductive instruction. Traditional instruction was teacher-centred and content-oriented, emphasizing explanation and reproduction of facts rather than pupils' independent exploration or hypothesis testing. Both groups completed identical pre- and post-tests focused on core SPS (e.g., hypothesizing, classifying, planning an experiment). Data distribution was tested using the Shapiro–Wilk test, which confirmed non-normality for both groups (experimental: $W = 0.36, p < .001$; control: $W = 0.38, p < .001$); therefore, non-parametric tests (sign test and Mann–Whitney U-test) were applied. Pre-test scores revealed slightly higher initial performance in the experimental group, indicating partial non-equivalence between groups and must be considered when interpreting the outcomes. The Covid-19 pandemic disrupted consistent implementation and introduced variables related to online instruction.

The intervention led to overall gains in SPS across both groups. A sign test confirmed statistically significant improvements from pre- to post-test in both the experimental ($z = 2.124, p = .034, r = .24$) and control group ($z = 5.686, p = .001, r = .57$), indicating a small-to-medium effect in the experimental and a large effect in the control group (see table 1).

Table 1 Pre-test and post-test results of the whole groups

		Pre-test		Post-test		Sign test		
		mean	median	mean	median	z	p	r
Exp. group		62 %	63 %	68 %	68 %	2.124	.034	.24
Contr. group		53 %	51 %	64 %	66 %	5.686	.001	.57
Mann Whitney test	U	2778		3276				
	z	3.450		2.007				
	p	.001		.045				

Note: Statistical significance was evaluated at $\alpha = .05$.

However, gender differences emerged. Boys in the experimental group achieved significantly higher post-test results than those in the control group ($U = 642.0$, $p = .003$) (Tab. 2).

Table 2 Pre-test and post-test results - boys

	Pre-test		Post-test		Sign test		
	mean	median	mean	median	z	p	r
Exp. group	58 %	57 %	65 %	75 %	3.771	.002	.60
Contr. group	54 %	51 %	65 %	63 %	6.652	.001	.94
Mann Whitney test	U	796	576.500				
	z	1.109	2.998				
	p	.268	.003				.32

Note: Statistical significance was evaluated at $\alpha = .05$.

Among girls, no statistically significant difference was found between the groups ($U = 791.0$, $p = .790$), despite experimental group higher initial performance (Tab. 3). This gender-based divergence suggests that IBSE may not equally benefit all learners.

Table 3 Pre-test and post-test results - girls

	Pre-test		Post-test		Sign test		
	mean	median	mean	median	z	p	r
Exp. group	62 %	65 %	68 %	69 %	2.124	.034	.34
Contr. group	53 %	50 %	64 %	71 %	5.686	.001	.82
Mann Whitney test	U	601	1021				
	z	3.553	-2.266				
	p	.001	.079				

Note: Statistical significance was evaluated at $\alpha = .05$.

Although our findings confirm a significant improvement in science process skills (SPS) among both experimental and control groups, the data disaggregated by gender revealed an important divergence. Boys benefited from the inquiry-based intervention significantly more than girls, as evidenced by the Mann–Whitney U-test ($p = .003$). In contrast, girls did not show statistically significant gains from the intervention compared to their peers in the control group ($p = .790$), despite starting with a higher pre-test average.

These findings suggest that IBSE, while pedagogically valuable, is not automatically gender-inclusive. As Makarova et al. (2019) emphasize, science subjects such as physics, chemistry, and mathematics are often perceived—especially by girls—as "masculine domains". This perception may serve as a subtle but powerful barrier to full engagement. Even when girls participate in inquiry-based activities, internalized stereotypes may lead them to feel like outsiders in the scientific domain, affecting their confidence and willingness to take intellectual risks. Riegler-Crumb et al. (2019) further argue that inquiry-based instruction enhances attitudes but may fail to close gender gaps in confidence and performance unless it directly challenges stereotypes. Inquiry environments that do not explicitly counteract cultural narratives about "who belongs in science" may inadvertently reproduce inequities. Similarly, Jerrim et al. (2022) highlight that inquiry is most effective when it includes strong scaffolding. In our study, the variability caused by the pandemic likely reduced teachers' ability to provide this structured support—particularly for students who needed it most.

Additionally, cultural expectations around "what girls are good at" may lead some students to subconsciously disengage from activities that feel misaligned with their self-concept. While boys

may more readily embrace open-ended problem solving and experimentation, girls—despite equal or greater capability—may hesitate to assert themselves in such settings, especially when guidance is limited. Results should be interpreted with caution, as the intervention was implemented with pupils who initially achieved higher SPS scores.

CONCLUSIONS

Our study, although on a very limited student sample, suggests that while IBSE has the potential to enhance SPS development, its impact is not automatically equitable. The gendered discrepancy observed—where boys in the experimental group made greater gains than girls—indicates that inclusive pedagogical design must go beyond form and address underlying identity dynamics.

To maximize the benefits of IBSE for all learners, future implementations should:

- Include explicit efforts to challenge gender-science stereotypes.
- Provide stronger cognitive scaffolding, especially in moments of uncertainty.
- Represent diverse role models in materials and discussions.
- Foster a classroom climate where all students see themselves as capable scientists.

Without intentional inclusion strategies, even well-structured inquiry environments may not disrupt cultural narratives that shape student engagement and identity. More research is needed to explore how girls experience inquiry-based learning and which modifications—whether in framing, guidance, or content—can make it more empowering and identity-affirming for them.

REFERENCES

Harlen, W. (2013). Inquiry-based learning in science and mathematics. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 7(2), 9–33.

Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. (2022). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement: New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, 80, 101310. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101310>

Makarova, E., Aeschlimann, B., & Herzog, W. (2019). The gender gap in STEM fields: The impact of the gender stereotype of math and science on secondary students' career aspirations. *Frontiers in Education*, 4, 60. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00060>

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>

Riegle-Crumb, C., Morton, K., Nguyen, U., & Dasgupta, N. (2019). Inquiry-Based Instruction in Science and Mathematics in Middle School Classrooms: Examining Its Association With Students' Attitudes by Gender and Race/Ethnicity. *AERA Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2332858419867653>

VÝPOČTY Z CHEMICKÝCH ROVNIC VE VÝUCE CHEMIE NA STŘEDNÍ ŠKOLE

Vladimír Sirotek a Simona Šátavová

Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, sirotek@kch.zcu.cz,
simona.satavova@seznam.cz

Úvod

Problematika výpočtů z chemických rovnic je nedílnou součástí učiva chemie na všech stupních vzdělávání (od primárního k terciárnímu). Dlouhodobě jsou výpočty z chemických rovnic považovány za jeden z kritických, ale i klíčových bodů kurikula (Rychtera et al., 2019). Při řešení výpočtových úloh vycházejících z chemických rovnic se často kumulují obtíže související s nedostatečným osvojením předchozího učiva. Pokud žáci neovládají chemické názvosloví, nejsou schopni správně zapsat chemickou rovnici dané reakce, a tím pádem ani určit stechiometrický poměr mezi reagujícími látkami, který tvoří základ těchto výpočtů. Z toho vyplývá, že zvládnutí výpočtů z chemických rovnic je podmíněno znalostí názvosloví a schopností správně zapisovat a vyčíslovat chemické rovnice. Významným a často problematickým krokem je rovněž tzv. matematizace úlohy, tedy její převedení do formy umožňující kvantitativní řešení. Tuto fázi žáci často vnímají jako obtížnou, neboť pro ně bývá složité spojit matematické operace s reálným chemickým kontextem (Rusek et al., 2022; Tóthová & Rusek, 2022).

TESTOVÁNÍ A DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Cílem testování studentů bylo zjistit úroveň znalostí studentů vybrané střední školy v oblasti výpočtů z chemických rovnic, identifikovat nejčastější chyby, kterých se studenti při řešení dopouštějí a porovnat výsledky u jednotlivých typů úloh mezi testovanými ročníky. Testování se zúčastnilo 123 studentů Gymnázia Luďka Pika v Plzni (GLP). Učivo týkající se výpočtů z chemických rovnic se standardně na GLP probírá v prvním ročníku čtyřletého gymnázia a kvartě osmiletého gymnázia. U současných studentů těchto ročníků by šetření nebylo možné provést, protože učivo dosud neprobírali. Proto byly testy a dotazníky zadány studentům, kteří se tomuto učivu věnovali v minulém školním roce (studenti 2. ročníku čtyřletého gymnázia a studenti kvinty osmiletého studia). Dále bylo šetření provedeno i v rámci chemických seminářů pro 3. a 4. ročníky. Test se skládal ze tří úloh a na vypracování měli studenti 45 minut.

- 1) Rozkladem uhličitanu vápenatého vzniká oxid vápenatý a oxid uhličitý. Vypočítejte, kolik gramů uhličitanu je nutno navážít pro přípravu 50 g oxidu vápenatého.
 - 2) Roztok kyseliny chlorovodíkové o hmotnostním složení 34 % ($\rho = 1,18 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) byl zneutralizován roztokem hydroxidu sodného ($w = 0,2$). Vypočítejte objem roztoku kyseliny chlorovodíkové a hmotnost roztoku hydroxidu sodného potřebných na přípravu 200 g chloridu sodného.
 - 3) Tepelným rozkladem chlorečnanu draselného se uvolnil kyslík a vznikl chlorid draselný. Vypočítejte objem uvolněného kyslíku za s.p. a hmotnost vzniklého chloridu draselného.
- Každá úloha byla hodnocena dle obtížnosti daným počtem bodů (Šátavová, 2025).

Cílem dotazníkového šetření bylo zmapovat postoje studentů a učitelů středních škol k problematice výpočtů z chemických rovnic a jejich výuce. Šetření se zúčastnilo 123 studentů GLP a 20 učitelů z vybraných středních škol (Gymnázium Luďka Pika v Plzni, Gymnázium a SOŠ Plasy, Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola elektrotechnická Plzeň, Gymnázium Písek a Gymnázium Strakonice).

Dotazník pro učitele byl tvořen 10 položkami, které zjišťovaly rozsah výuky výpočtů z chemických rovnic, způsoby ověřování získaných znalostí studentů, největší obtíže a problémy

studentů při řešení úloh, používaná literatura a případné náměty na zlepšení výuky výpočtů z chemických rovnic. Dotazník pro studenty obsahoval 6 položek, které se částečně překrývaly s položkami u dotazníku pro učitele. Cílem bylo zjistit, zda jim přijde učivo o výpočtech z chemických rovnic zajímavé, zda je jim srozumitelně vysvětleno, zda se učivo dostatečně procvičuje a co jim dělá při řešení úloh největší potíže.

VÝSLEDKY A VYHODNOCENÍ TESTU

Celková úspěšnost řešení testu všech studentů byla 41 %. Výsledky ukazují významné rozdíly v úspěšnosti studentů při řešení jednotlivých typů výpočtových úloh i mezi ročníky (viz tab. 1). Úloha 1 byla pro studenty nejjednodušší, což dokládá celková úspěšnost 72 %. S tímto typem úlohy se žáci setkali již na nižším gymnáziu nebo na základní škole, což pravděpodobně přispělo k vyšší úspěšnosti. Naopak úlohy 2 a 3 se ukázaly jako náročnější. V případě úlohy 2 dosáhli žáci pouze 30% úspěšnosti, zatímco u úlohy 3 byla úspěšnost ještě nižší, a to pouze 24 %. Tento výsledek lze pravděpodobně přičíst buď vyšší obtížnosti úloh nebo nedostatečnému časovému prostoru pro jejich řešení.

Tabulka 1 Úspěšnost řešení jednotlivých úloh

úloha	2. ročník	kvinta	seminář 3. ročník	seminář 4. ročník	celková úspěšnost
1	83 %	76 %	62 %	56 %	72 %
2	34 %	25 %	35 %	29 %	30 %
3	5 %	36 %	22 %	26 %	24 %
celkem	40 %	44 %	39 %	36 %	41 %

Nejúspěšnější při řešení zadaného testu byli studenti kvinty, kteří dosáhli úspěšnosti 44 %. Naopak nejnižší úspěšnost měli studenti 4. ročníku chemického semináře. Rozdíly v úspěšnosti jednotlivých skupin nejsou výrazné, což je do určité míry překvapivé, neboť by bylo možné předpokládat, že studenti navštěvující chemický seminář dosáhnou lepších výsledků než studenti běžných tříd. Velkým překvapením je především nízká úspěšnost studentů 4. ročníku chemického semináře. Jelikož se jedná o maturitní ročník, dalo by se očekávat, že studenti budou mít v oblasti výpočtů větší jistotu. Tento výsledek naznačuje, že se studenti pravděpodobně více soustředí na teoretickou část maturitní zkoušky a výpočty z chemických rovnic pro ně nejsou prioritou. Zároveň nelze vyloučit, že část maturantů se testu nezúčastnila s plným nasazením.

Při analýze chyb u jednotlivých úloh bylo zjištěno, že nejčastější chyby se týkaly především neznalosti či nesprávného použití definičních vztahů a nepozornosti při čtení zadání. Studenti často zaměňovali definiční vztahy a využívali nesprávné výpočtové postupy. V některých případech si chybně určovali molární hmotnosti z tabulek. Tyto typy chyb se objevily napříč všemi třemi zadanými úlohami. U části respondentů bylo rovněž patrné, že nepřistoupili k řešení příkladu vůbec, což mohlo být způsobeno buď nedostatkem času, nebo tím, že nevěděli, jak při řešení postupovat.

VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

Z výsledků dotazníkového šetření pro učitele vyplývá, že nejčastěji využívanou metodou výuky je frontální výuka, kterou doplňují skupinová a samostatná práce. To naznačuje, že učitelé usilují o zapojení žáků a variabilitu přístupů. Učitelé čerpají příklady především z různých sbírek úloh a odborných učebnic, což svědčí o jejich snaze vybírat vhodné materiály pro různé úrovně žáků a zajišťovat dostatečně variabilní příklady. Výpočty z chemických rovnic jsou učiteli považovány za náročné učivo. V souvislosti s tím učitelé vyhledávají způsoby, jak výuku zlepšit – např. začleněním

problémových úloh, analogiemi z běžného života nebo interaktivními aktivitami, jako jsou soutěže a hry.

Z dotazovaných studentů více než polovina vnímá výpočty z chemických rovnic jako učivo středně obtížné až náročné. Většina žáků se domnívá, že výklad ve škole je srozumitelný, nicméně značná část studentů by ocenila úpravy ve způsobu výuky. Nejčastěji by pomohlo podrobnější vysvětlení jednotlivých kroků, více praktických příkladů a delší čas na procvičování. Otevřená otázka potvrdila potřebu podrobnějšího procvičování, většího množství praktických příkladů a zábavnějších výukových metod. Někteří studenti by ocenili vizuální schémata, přehledy vzorců či pracovní listy s kontrolou výsledků. Celkově lze konstatovat, že přestože je výuka většinou považována za srozumitelnou, existuje prostor pro její zpestření a větší důraz na praktické aplikace.

ZÁVĚR

Na základě vyhodnocení zadaných testů a dotazníkového šetření vyplývá, že ačkoliv je výuka chemických výpočtů na středních školách považována za srozumitelnou, existuje řada oblastí, kde by bylo možné výuku dále zefektivnit. Klíčové je zaměřit se na hlubší propojení teorie a praxe, posílit praktické aplikace, rozšířit používání názorných pomůcek a přehledných materiálů, a především věnovat se analýze chyb, která by studentům pomohla lépe pochopit složité chemické vztahy a výpočtové postupy. Významným zjištěním je rovněž skutečnost, že při řešení úloh se často kumulují obtíže spojené s nedostatečným osvojením předchozího učiva, zejména v oblasti chemického názvosloví a vyčíslování rovnic, což následně komplikuje určení stechiometrického poměru a samotnou matematizaci problému. Pro efektivnější zvládnutí tohoto tematického celku by bylo vhodné do výuky systematicky zařazovat názorné pomůcky, které studentům usnadní orientaci v učivu – například přehledné tabulky definičních vztahů, myšlenkové mapy či vzorové postupy. Vzhledem k častým obtížím žáků při řešení slovních úloh výsledky rovněž ukazují na potřebu posílit kontextové učení a praktickou aplikaci výpočtů v reálných situacích.

LITERATURA

Rusek, M., Vojíř, K., Bártová, I., Klečková, M., Sirotek, V., & Štrofová, J. (2022). To what extent do freshmen university chemistry students master 1 chemistry calculations? *Acta Chimica Slovenica*, 69(2), 371-377. <https://doi.org/0.17344/acsi.2021.7250>

Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Kolář, K., Machková, V., Sloup, R., Šmídl, M., Štrofová, J., Votrubicová, Š., & Wolfová, R. (2019). *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Západočeská univerzita v Plzni.

Šátavová, S. (2025). *Problematika chemických reakcí a výpočtů z chemických rovnic ve výuce chemie na SŠ*. [Diplomová práce]. Západočeská univerzita v Plzni.

Tóthová, M., & Rusek, M. (2022). "Do you just have to know that?" Novice and experts' procedure when solving science problem tasks. *Frontiers in Education*, 7, 1051098. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1051098>

EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL ACTIVITIES: TRIANGULATION OF TOOLS IN THE CONTEXT OF STE(A)M EXPERIMENTAL ACTIVITY ASSESSMENT

Dominika Koperová, Tadeáš Matěcha, and Martin Rusek

^aDepartment of Chemistry and Chemistry Education, Faculty of Education, Charles University, Prague, dominika.koperova@pedf.cuni.cz, tadeas.matecha@pedf.cuni.cz, martin.rusek@pedf.cuni.cz

INTRODUCTION

Science and technology education should put great emphasis on inquiry-based learning, where students actively construct their knowledge through experimentation and problem-solving (Driver et al., 1994; Vygotsky, 1978; Piaget, 1970). Experimental activities form the core of this approach, aiming to strengthen students' engagement and bridge theoretical knowledge with everyday contexts. However, research shows that practical work alone does not guarantee deeper conceptual understanding (Kirschner et al., 2006; Abrahams & Reiss, 2012). Without appropriate scaffolding, there is a risk of turning experiments into mere procedural exercises where students follow instructions (“cookbook”) without critical reflection (Hofstein & Kind, 2012)— the well-known distinction between “hands-on” and “minds-on”.

The Erasmus+ project STExperiMents, on which this study is based, aimed to address these challenges by designing, implementing, and evaluating STE(A)M experimental activities that integrate both hands-on and virtual formats. These activities were developed to reflect authentic, real-world contexts. The project placed strong emphasis on inquiry-based learning, encouraging students not only to perform experiments but also to actively formulate hypotheses, interpret data, and reflect on their findings.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

Eight educational activities were designed by project partners from the Czech Republic, Austria, Finland, and Turkey. All activities underwent a peer review to ensure scientific accuracy and educational relevance. To validate their applicability across different educational contexts, the activities were also subjected to cross-testing. Assigned four activities were selected for testing, which took place in two stages. First, the activities were trialed with pre-service teachers to refine implementation strategies and scaffolding. Subsequently, they were tested with 365 both lower and upper secondary school students during classroom sessions conducted between April and June 2025. Table 1 provides an overview of these pilot-tested activities, their format and sample sizes.

Table 1 Overview of tested activities

Name / Short name	Type	Number of students
When will the candle stop burning? / Candle	Hands-on	85
How to keep a vaccine cold? / Vaccine	Hands-on	83
pH: acid vs. base / pH	Virtual	121
From walking to falling: Exploring acceleration / Acceleration	Virtual	73

A modified Intrinsic Motivation Inventory (IMI; Ryan & Deci, 2000) was used to capture students' perceptions of activities. Three additional domains were included: metacognition, cooperation, and hypothesis & reflection. Observation rubrics and semi-structured interviews were added to provide additional qualitative data in the same dimensions. Table 2 summarizes the results

obtained from both the Intrinsic Motivation Inventory (IMI) questionnaires and the observation rubrics across the main domains assessed in the study.

Table 2 IMI and observation rubric results (N = 365)

	"Candle"		"pH"		"Vaccine"		"Acceleration"	
	Survey	Rubric	Survey	Rubric	Survey	Rubric	Survey	Rubric
Value and usefulness*	4,98	3,20	5,19	3,00	5,21	2,06	4,40	3,25
Interest and enjoyment*	5,56	3,13	5,31	3,05	5,30	2,83	4,43	2,92
Perceived competence*	5,79	2,95	5,86	3,11	5,35	2,38	5,33	3,38
Effort and importance*	5,25	3,20	5,30	2,81	4,97	2,92	4,61	3,21
Metacognition**	3,02	2,80	2,93	1,29	2,89	1,44	2,95	2,83
Cooperation**	3,21	3,53	3,00	2,95	3,04	2,89	3,25	3,63
Hypothesis & reflection**	3,21	2,87	2,88	2,57	2,74	0,67	2,76	2,79

*7-point Likert scale (1= strongly disagree, 7= strongly agree), **4-point Likert scale (1= absolutely no, 4 = absolutely yes);
Rubric: 5-point scale, N/A indicated behaviours not applicable or not observed, 1= rarely observed, 4 = frequently observed

The IMI questionnaire demonstrated excellent internal consistency (overall $\alpha = 0.91$, IMI $\alpha = 0.89$, additional domains $\alpha = 0.86$). Students reported consistently high levels of interest, enjoyment, and perceived competence across all activities, with mean values typically above 5 on the 7-point scale. Similarly, both hands-on and virtual activities were rated as meaningful (value and usefulness: around 5.0 on average). In contrast, dimensions related to higher-order thinking, while still positive, were rated lower, reflecting a more moderate self-perception in these areas.

The observation data revealed a consistent gap between students' self-reports and observed behaviours. While self-assessments showed high interest and competence, observers typically recorded lower levels of active reflection, hypothesis generation, and analytical engagement. Observers noted frequent engagement and collaboration, especially in hands-on tasks like the candle experiment, which stimulated curiosity and teamwork. However, the formulation of hypotheses and explicit reflection were rare or remained superficial in both hands-on and virtual contexts. Virtual activities, while appreciated for their accessibility and clarity of visualization, often lacked spontaneous peer interaction and inquiry behaviour, compared to hands-on experiments.

Interviews with teachers provided open-ended commentary that offered complementary perspectives on the overall lesson flow, student engagement, and practical suggestions for improving the implementation of the activities. Teachers noted that students enjoyed all formats of experiments, although in the case of the pH activity, they expressed a wish to complement the virtual version with a real-life experiment. Moreover, students often added their own relevant context, connecting the tasks to familiar situations or experiences.

Triangulation revealed that students often overestimated their reflective and analytical abilities compared to external observations. The greatest agreement between self-assessment and observer ratings occurred in domains such as interest and perceived competence. The most significant discrepancies were found in metacognitive aspects — reflection, analysis, and hypothesis formulation.

The findings demonstrate that providing experimental activities, regardless of format, is insufficient for fostering higher-order scientific thinking. Structured scaffolding is critical to guide students through the process of inquiry. This may include the use of checklists to support hypothesis formulation and data interpretation, the incorporation of prompting questions directly into activity instructions, and teacher-facilitated discussions designed to deepen students' reflection and analytical thinking.

The combination of hands-on and virtual formats proved beneficial; virtual experiments offered efficient content delivery, while hands-on tasks encouraged collaboration and sensory engagement. The optimal approach involves integrating both, tailored to learning goals and context. Furthermore, the research highlights the importance of preparing teachers as facilitators who can support students' inquiry skills and data literacy. Schools need to foster a culture of inquiry where students are encouraged to question, hypothesize, and critically analyse data.

CONCLUSIONS

Triangulation of tools in evaluating STE(A)M experimental activities provided a detailed picture of both strengths (interest, engagement, perceived competence) and weaknesses (limited reflection or data analysis). Future designs of experimental activities should emphasize scaffolding strategies that guide students toward deeper inquiry. A blended approach, combining virtual and hands-on experiences, supported by well-prepared teachers, is key to achieving meaningful STE(A)M education outcomes.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Erasmus+ project STExperiMents (2023-1-CZ01-KA220-SCH-000161648).

REFERENCES

- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007005>
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 189–207). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_14
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

VYUŽÍVANIE UMELEJ INTELIGENCIE VO VZDELÁVANÍ Z POHĽADU UČITEĽSKEJ PRAXE NA SLOVENSKU

Henrieta Mázorová, Kristína Bertová a Soňa Nagyová

Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, PriF UK v Bratislave, henrieta.mazorova@uniba.sk

Úvod

Podobne ako inteligencia samotná, aj UI je komplexný koncept, ktorý zahŕňa schopnosť systémov prispôbiť sa, učiť sa zo skúseností a riešiť problémy. Skutočná sila umelej inteligencie spočíva v schopnosti nájsť skryté súvislosti v spleti kúskov informácií – spojenia, ktoré by si nikto nikdy nevšimol. Čím viac informácií sa vloží do umelej inteligencie, tým lepšie funguje (Diamandis & Kotler, 2020). V súčasnosti je UI dynamicky sa rozvíjajúcim odborom s mnohými praktickými aplikáciami a aktívnymi výskumnými oblasťami. Inteligentný softvér sa využíva na automatizáciu rutinných činností, rozpoznávanie reči a obrazov, diagnostiku v medicíne či podporu základného vedeckého výskumu (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016). Tieto aplikácie ilustrujú potenciál UI, ktorý neustále mení spôsob, akým riešime zložité problémy a pracujeme s informáciami. Jedným z prínosov UI vo vzdelávaní je schopnosť zefektívniť a zrýchliť prípravu učiteľov na vyučovacie hodiny. UI dokáže automatizovať rutinné činnosti ako spracovanie dát, prípravu testových otázok či generovanie individualizovaných učebných materiálov, čím učiteľom šetrí množstvo času (Holmes & Tuomi, 2022). Tento ušetrený čas potom učelia môžu využiť na kreatívnejšie pedagogické aktivity či individuálnu prácu so žiakmi (Miao et al., 2021). V reakcii na rýchly vývoj generatívnych nástrojov UI a absenciu komplexnej legislatívy v mnohých krajinách pristúpilo UNESCO k vytvoreniu prvých globálnych rámcov kompetencií v oblasti UI pre učiteľov a žiakov. Cieľom týchto usmernení je zabezpečiť, aby sa UI vo vzdelávaní využívala eticky, pričom zdôrazňuje prístup zameraný na človeka (human-centred approach), ktorý kladie dôraz na kritické myslenie, ochranu súkromia a rešpektovanie ľudských práv. Tento rámec pomáha školám pripraviť sa na zodpovedné využívanie UI a zároveň chrániť základné hodnoty vzdelávania (UNESCO, 2023).

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

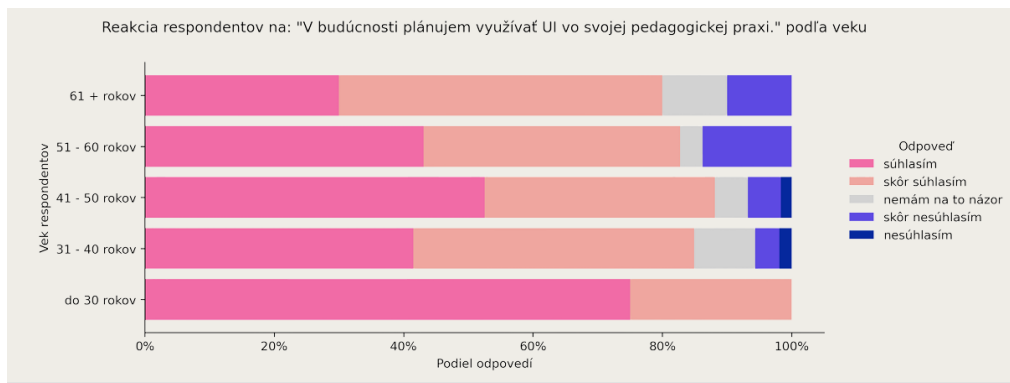
Hlavným cieľom príspevku je preskúmať využívanie UI vo vzdelávaní z pohľadu učiteľskej praxe na Slovensku. Zamerali sme sa predovšetkým na názory učiteľov a implementáciu UI do vyučovacieho procesu a do prípravy vyučovania. Zber a spracovanie dát zároveň umožňujú porovnanie názorových tendencií v závislosti od vekovej kategórie respondentov, typu školy (základná alebo stredná) či regiónu ich pedagogického pôsobenia. Od hlavného cieľa sa odvíjali čiastkové ciele: získať relevantné teoretické poznatky o fungovaní UI a o možnostiach jej implementácie do vyučovacieho procesu a do modelov hodín; navrhnúť výskumný nástroj – dotazník – vychádzajúci z poznatkov odbornej literatúry a predchádzajúcich výskumov; zabezpečiť zber empirických údajov prostredníctvom dotazníka distribuovaného medzi učiteľov na základných a stredných školách na Slovensku; analyzovať získané údaje s cieľom identifikovať najčastejšie názory učiteľov a ich výhrady a preferencie v súvislosti s využívaním UI. V zahraničí je táto téma viac rozšírená, väčšina použitých zdrojov pochádza od zahraničných autorov. Výskum bol realizovaný metódou dotazníka, zvolili sme elektronickú formu dotazníka. Pri vytváraní výskumného dotazníka sme sa inšpirovali *Radou pre digitálne vzdelávanie* (Digital Education Council, 2025), ktorá začiatkom roku 2025 uskutočnila globálny prieskum medzi akademickým personálom s cieľom získať prehľad o využívaní a vnímaní UI vo vysokoškolskom vzdelávaní.

Výskumný nástroj, elektronický dotazník sme vytvorili prostredníctvom nástroja Microsoft Forms. Jadro dotazníka tvorilo 17 otázok, ktoré boli z väčšej časti uzatvorené, pričom dotazník obsahoval aj polouzavreté a otvorené otázky. Dotazník sme zverejnili aj v niekoľkých skupinách na

sociálnej sieti, zameraných na tému školstva na Slovensku. Výskumný súbor tvorilo 200 slovenských učiteľov základných a stredných škôl. Z hľadiska demografického zloženia výrazne prevažovali ženy, zatiaľ čo muži predstavujú len 11 % výskumného súboru. Vekové údaje respondentov sme rozdelili do piatich kategórií. Najpočetnejšie zastúpené boli vekové kategórie 41 – 50 rokov (29,5 %) a 51 – 60 rokov (29,0 %). Kategória 31 – 40 rokov tvorí 26,5% respondentov, zatiaľ čo osoby do 30 rokov predstavujú 10,0% a respondenti vo veku 61 a viac rokov tvorili len 5,0 % zo všetkých zúčastnených. Z 8 krajov Slovenska najvyššie zastúpenie mal Prešovský kraj (18,5 %), nasledovaný Košickým krajom (16,0 %) a Žilinským krajom (15,5 %). Bratislavský a Banskobystrický kraj mali zhodne po 12,5 %, Trenčiansky kraj 10,5 %, Nitriansky kraj 9,0 % a najnižšie zastúpenie mal Trnavský kraj (5,5 %). Zastúpenie respondentov bolo zabezpečené naprieč všetkými kraji Slovenska, čo umožnilo zachytiť široké spektrum názorov z rôznych regiónov krajiny. Zvolili sme dostupný výber respondentov. Zistili sme 10 najčastejšie pravidelne využívaných nástrojov, a to: ChatGPT (52,0%), Canva (Magic Design – funkcie UI) (33,0%), Nevyužívam pravidelne ani jednu z týchto aplikácií/nástrojov (23,0%), Microsoft Copilot (22,0%), Kahoot! (funkcie UI) – 20,5%, Gemini (7,5%), Perplexity AI (5,5%), DeepL Translator (3,5%), Gamma AI (2,5%) a Claude (1,5%).

Kľúčové zistenia, ktoré odhaľujú aktuálny stav, vnímanie a pripravenosť učiteľov na integráciu UI do pedagogickej praxe sú nasledovné: zamerali sme sa na regionálne rozdiely v pravidelnom využívaní UI respondentami. Zistili sme, že v Banskobystrickom kraji využíva nástroje UI viac ako 90% respondentov, za ním nasledujú kraje Žilinský a Bratislavský (80 – 85%), medzi 70 - 75% respondentov využívajúcich UI majú kraje Prešovský, Košický, Trnavský a Nitriansky a najmenej má Trenčiansky kraj (menej ako 70% respondentov). Ďalej sme sa zamerali na podiel respondentov, ktorý sa zúčastnil aspoň jedného školenia zameraného na UI podľa kraja, v ktorom sa nachádza školské zariadenie, na ktorom aktuálne pôsobia. Banskobystrický kraj vyniká ako región s najvyšším podielom učiteľov, ktorí využívajú nástroje UI aj absolvovali školenie, čo naznačuje nadpriemernú mieru angažovanosti v oblasti UI vo vzdelávaní. V Trenčianskom kraji je naopak zaznamenaný nižší podiel učiteľov v oboch sledovaných oblastiach. Porovnávali sme podiel učiteľov v jednotlivých vekových skupinách, ktorí absolvovali školenie zamerané na využívanie UI vo vzdelávaní, s podielom tých, ktorí pravidelne využívajú nástroje UI vo svojej pedagogickej praxi. Najvýraznejší rozdiel je viditeľný vo vekovej skupine do 30 rokov, kde školenie absolvovalo len 45% učiteľov, no až 95% z nich pravidelne využíva nástroje UI. Podobný trend je možné pozorovať aj vo vekovej skupine 31 – 40 rokov. Tento jav naznačuje, že mladší učitelia sú schopní osvojiť si a využívať nové technológie, konkrétne nástroje UI, aj bez formálneho vzdelávania. Môže to súvisieť s ich vyššou digitálnou gramotnosťou a prirodzenou orientáciou v oblasti digitálnych technológií. Vo vyšších vekových skupinách (41 – 50 rokov a 51 – 60 rokov) je podiel učiteľov, ktorí absolvovali školenie, vyšší (50,8% a 60,3%), pričom aj využívanie UI je na relatívne vysokej úrovni (81,4% a 75,9%). V skupine nad 61 rokov je však podiel školených učiteľov aj tých, ktorí využívajú UI, najnižší, čo môže súvisieť s nižšou mierou adaptácie na nové technológie v tejto vekovej skupine. Účasť na školení nie je rozhodujúcim faktorom pre pravidelné využívanie umelej inteligencie najmä u mladších učiteľov. Tento trend je menej výrazný u starších vekových skupín, kde školenie zohráva väčšiu úlohu pri využívaní nových technológií.

Väčšina respondentov všetkých vekových kategórií plánuje v budúcnosti využívať nástroje UI vo svojej pedagogickej prax – Graf 1. Najvyšší súhlas s týmto tvrdením prejavili učitelia do 30 rokov. Najväčšia miera nesúhlasu sa objavuje vo vekovej skupine 51 - 60 rokov. Celkovo ochota využívať UI v budúcnosti klesá s rastúcim vekom učiteľov.



Graf 1 Reakcia respondentov na možnosť využívať nástroje UI na vyučovaní alebo tvorbe príprav

ZÁVER

Záverom môžeme konštatovať, že v rámci výskumu sme zhromaždili poznatky o aktuálnych názoroch slovenských učiteľov k tejto technológii, o ich praktických skúsenostiach, ako aj o obavách a očakávaní spojených s jej integráciou do vzdelávania. Realizovaný výskum naplnil stanovený cieľ, vzhľadom na to, že priniesol reprezentatívne dáta o názoroch učiteľov k využívaniu UI, ktoré vychádzajú z ich učiteľskej praxe a z ich skúseností so vzdelávaním. Ministerstvo už podniklo prvé kroky k usmerneniu pedagógov v oblasti UI, pričom zatiaľ sú k dispozícii predovšetkým všeobecné rámcové odporúčania od Európskej komisie (2022), ktoré môžu v budúcnosti slúžiť ako základ pre vytváranie praktickejších nástrojov pre učiteľov.

POĎAKOVANIE

Výskum bol realizovaný s podporou Národného projektu „Digitálna transformácia vzdelávania a školy (DiTEdu)“ s číslom ITMS2014+:401402DVR6; projektu KEGA s názvom *Kurikulárna transformácia predmetov určených budúcim učiteľom prírodovedných predmetov v súlade s modernými trendmi využívajúcimi digitálne technológie* (021UK-4/2025).

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Diamandis, P. H., & Kotler, S. (2020). *Budúcnosť je rýchlejšia, ako si myslíte*. Bratislava: Tatran, s. 336. ISBN 978-80-222-1102-5.

Digital Education Council (2025). *Global AI Faculty Survey* [online]. [cit. 2025-04-08]. Dostupné na: https://26556596.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/26556596/DEC/Digital%20Education%20Council%20Global%20AI%20Faculty%20Survey%202025.pdf?utm_medium=email&hsenc=p2ANqtz-8qajQJ_x-ZnPzIzMCQI0djQqIffPPSer9xXivRVTrxbuV1pqRBYQOdJkWTHJcJWmNeARix2_wKrqhX6ZM1zq9lrwOCGg&hsmi=102804064&utm_content=102804064&utm_source=hs_automation

Európska komisia (2022). *Etické usmernenia pre pedagógov týkajúce sa používania umelej inteligencie a údajov pri výučbe a vzdelávaní* [online]. Úrad pre vydávanie publikácií Európskej únie. [cit. 2025-04-03]. Dostupné na: <https://data.europa.eu/doi/10.2766/740873>

Goodfellow, I., Bengio, Z., Courville, A. (2016). *Deep Learning* [online]. Cambridge, MA: MIT Press. ISBN 978-0262035613. [cit. 2025-04-01]. Dostupné na: <https://www.deeplearningbook.org/>

Holmes, W., Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education [online]. *European Journal of Education*. 57(4), 542-570. [cit. 2025-04-08]. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ejed.12533>

Miao, F., et al. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-Makers* [online]. Paris: UNESCO, s. 17-20. [cit. 2024-07-24]. Dostupné na: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>

UNESCO (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research* [online]. Paris: *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. [cit. 2025-04-03]. Dostupné na: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>

SKÚMANIE POSTOJOV ŽIAKOV STREDNÝCH ŠKÔL S VYUČOVACÍM JAZYKOM MAĎARSKÝM NA SLOVENSKU K PREDMETU CHÉMIA

Katarína Szarka^a, Alexandra Hengerics Szabó^a, Andrea Vargová^a a Péter Tóth^b

^a Katedra chémie, Pedagogická fakulta, Univerzita J. Selyeho, Komárno, szarkak@uj.sk, hengericsszaboa@uj.sk, vargovaa@uj.sk

^b Katedra pedagogiky, Pedagogická fakulta, Univerzita J. Selyeho, Komárno, tothp@uj.sk

Úvod

Zistenia z analýz postojov žiakov ku chémii je kľúčové pre zvyšovanie ich záujmu a výkonu v tomto predmete. Rôzne štúdie skúmali faktory ovplyvňujúce tieto postoje, vrátane obľúbenosti učiteľa (Obaje & Eje, 2021), vyučovacích metód (Sharpe & Abrahams, 2019; Teplá & Distler, 2025) a socio-demografických premenných (Mahdi, 2014). Pri analýze odbornej literatúry sme za relevantné považovali tie zdroje, ktoré prezentujú výskumy vychádzajúce z reality konkrétnych vzdelávacích systémov, v danom geopolitickom priestore a s podobným kultúrnym kontextom. Viaceré výskumy realizované v Maďarsku (Chrappán & Bencze, 2017; Korom & Purák, 2024), na Slovensku (Veselský & Hrubíšková, 2009) a v Českej republike (Rusek, Chytrý & Honskusová, 2019; Kubiátko et al., 2012; Kubiátko, 2015, 2016; Kubiátko et al., 2017) sa zaoberajú postojmi žiakov k učeniu chémie, pričom v niektorých aspektoch vykazujú podobnosti vzhľadom na historicky spoločné pozadie vzdelávacej politiky

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

V empirickom kvantitatívnom výskume sa používala metóda prieskumná - analýza postojov žiakov, ktorej cieľom bola zistiť postoje žiakov vybraných stredných škôl s vyučovacím jazykom maďarským na Slovensku k predmetu chémie a analyzovať odpovede žiakov v závislosť vybraných aspektov.

V rámci výskumu boli formulované nasledujúce výskumné otázky:

Q1: Aký vzťah majú žiaci k chémii ako vyučovaciemu predmetu?

Q2: Koľko času týždenne venujú žiaci štúdiu chémie?

Q3: Do akej miery sú žiaci spokojní so svojimi študijnými výsledkami z chémie?

Q4: Aké boli priemerné študijné výsledky žiakov z chémie v poslednom hodnotiacom období?

Q5: Aký je vzťah medzi chémiou a ostatnými predmetmi STEM z hľadiska postojov žiakov?

Ako výskumný nástroj bol použitý neštandardizovaný dotazník vlastnej konštrukcie, ktorého položky boli uzavreté, škálované. Prieskum postojov bol realizovaný online. Cieľovou skupinou boli žiaci 1. resp. 2. ročníka štvorročných gymnázií (v prípade príslušných ročníkov osemročných gymnázií) s vyučovacím jazykom maďarským na Slovensku. Pri výbere výskumnej vzorky sme používali metódu dostupnej vzorky. Na prieskume sa zúčastnil 979 respondentov 17-tich gymnázií z 15-tich miest 3 územných celkov SR obývaných maďarskou menšinou, z toho 978 (585 dievčat a 393 chlapcov) vyplnených dotazníkov bolo použiteľných na analýzu. Zber dát sa uskutočnil v druhom polroku školského roka, teda žiaci svojimi postojmi reflektovali už v súvislosti na skúsenosti zo stredoškolského vzdelávania chémie. Pri analýze dát sme použili metódy deskriptívnej štatistiky v programe IBM SPSS Statistics (verzia 27.0). Výsledky testu normality (podľa Kolmogorov-Smirnovovho testu) nepotvrdili normálne rozdelenie dát, preto na analýzu sa použili neparametrické štatistické metódy. Cieľom výskumu bolo preskúmať existenciu vzťahu a súvislosť medzi vybranými premennými, z toho dôvodu sme použili Chí-kvadrát test a Spearmanov korelačný test.

Výsledky ukazujú, že tretina respondentov chémiu nemá rád alebo ju dokonca neznáša. Z odpovedí dievčat vyplýva, že trávajú viac času týždenne štúdiom chémie ako chlapci. Na základe odpovedí žiakov priemerné koncoročné známky z chémie (dievčatá: 1,57 a chlapci: 1,71) v poslednom hodnotiacom období sú veľmi dobré, ako aj výsledky odpovedí ukazujú spokojnosť žiakov so svojimi študijnými výsledkami z chémie.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame výsledky analýzy vzťahu vybraných premenných zodpovedajúce na výskumné otázky.

Tabuľka 1 Výsledky Chí-kvadrát testu vybraných výskumných premenných

Premenné	Výsledky štatistickej významnosti vzťahu skúmaných premenných na základe Chí (χ^2)-kvadrát testu
Obľúbenosť chémie	-
Pohlavie	
Čas venovaný k štúdiu chémie týždenne	**
Pohlavie	
Spokojnosť žiakov so svojimi študijnými výsledkami z chémie	-
Pohlavie	
Spokojnosť žiakov so svojimi študijnými výsledkami z chémie	**
Čas venovaný k štúdiu chémie týždenne	
Študijné výsledky žiakov z chémie v poslednom hodnotiacom období	*
Pohlavie	

(*) štatistická významnosť na úrovni 0,05 (hladina významnosti 95%)

(**) štatistická významnosť na úrovni 0,01 (hladina významnosti 99%)

Pri analýze vybraných premenných bola pozorovaná štatisticky významná korelácia medzi odpoveďami žiakov na ich spokojnosť a ich výslednou známkou ($r_s([N(978)-2]) = -,334, p < ,01$). Podobne sa odhalila slabá ale štatisticky významná negatívna korelácia ($r_s([N(978)-2]) = -,091, p < ,01$) medzi množstvom času, ktorý žiaci venovali štúdiu chémie, a známkou získanou z chémie v poslednom hodnotiacom období.

Analýza párových korelácií odpovedí žiakov na obľúbenosť STEM predmetov odhalila štatisticky významné mierne korelácie medzi obľúbenosťou chémie a matematiky ($r_s([N(978)-2]) = ,258, p < ,001$); chémie a fyziky ($r_s([N(978)-2]) = ,291, p < ,001$); chémie a biológie ($r_s([N(978)-2]) = ,456, p < ,001$). Medzi obľúbenosťou chémie a informatiky sa nepotvrdila štatisticky významná korelácia ($r_s([N(978)-2]) = ,044, p = ,085$).

ZÁVER

V prípade výskumnej vzorky tretina uviedla, že chémiu nemajú radi alebo ju neznášajú, čo je v súlade s výsledkami predošlých štúdií (Kubiátko et al., 2012), (Kubiátko, 2015), (Chrappán & Bencze, 2017), (Korom & Purák, 2024) reflektujúc na obľúbenosť chémie v Strednej Európe. Výsledky nášho výskumu nepotvrdili významný vzťah pohlavia na obľúbenosť chémie, čo je v súlade so zisteniami predchádzajúcich výskumov realizovaných medzi žiakmi základných škôl (Kubiátko et al., 2012), a gymnázií (Švandová & Kubiátko, 2012). Zistil sa významný vzťah medzi časom venovanom učeniu chémie týždenne a pohlavím študentov, čo je v súlade s výsledkami predošlých štúdií, ktoré tento jav vysvetľujú tým, že vyučovanie chémie je stále o požiadavkách na získanie faktov. Keďže dievčatá sú usilovnejšie, sú tiež ochotnejšie učiť sa mechanickejšie (Veselský, 2011), čo však zaberá viac času. V prípade priemerných koncoročných výsledkov výskumnej vzorky pozorujeme veľmi dobré ohodnotenia, čo však nekorešponduje s výsledkami štúdia (Miklovičová & Galádová, 2023), kde sa uvádza priemerné zhoršenie výsledkov prírodovednej gramotnosti stredoškolákov na Slovensku.

Dobré výsledky našej výskumnej vzorky môžeme vysvetľovať s benevolentným prístupom učiteľov chémie, resp. hodnotením vedomostí vyžadujúce fakty a memorovanie, čo je pre učiteľov ľahko hodnotiteľné.

Výsledky nášho výskumu potvrdili štatisticky signifikantné korelácie medzi obľúbenosťou chémie a obľúbenosťou ďalších prírodných vied, vrátane matematiky, čo je v súlade s výsledkami predošlých štúdií, ktoré okrem toho poukazujú aj na nevýhodnú pozíciu chémie v rade obľúbenosti prírodovedných predmetov (Kubiatko et al., 2012), (Korom & Purák, 2024).

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol vďaka finančnej podpory Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR v rámci projektu KEGA 001UPJŠ-4/2023: „Implementácia formatívneho hodnotenia do výučby na základnej škole so zameraním na digitálnu formu“.

LITERATÚRA

Chrappán, M., & Bencze, R. (2017). Secondary School Students' Attitudes Towards Science Subjects. EDULEARN17 Proceedings (pp. 3495-3504). IATED.

Korom, E., & Purák, S. (2024). Általános iskolások és gimnazisták kémia tantárgyi attitűdje, tanulási motivációja és a kémia tanulásával kapcsolatos véleménye. Iskolakultúra, 34(9), 17-38.

Kubiatko, M. (2015). Is chemistry attractive for pupils? Czech pupils' perception of chemistry. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 11(4), 855-863.

Kubiatko, M. (2016). Sémantický diferenciál jako jedna z možností zkoumání postojů k chemii u žáků druhého stupně základních škol. Scientia in educatione, 7(1), 2-15.

Kubiatko, M., Balatova, K., Fancovicova, J., & Prokop, P. (2017). Pupils' attitudes toward chemistry in two types of Czech schools. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13(6), 2539-2552.

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

Mahdi, J. G. (2014). Student Attitudes towards Chemistry: an Examination of Choices and Preferences. American Journal of Educational Research, 2(6), 351-356.

Obaje, G. M., & Eje, J. (2021). Effect of Teachers Likability on Students Attitude towards Chemistry. International Journal of Advanced Research, 9(10), 970-976.

Rusek, M., Chytrý, V., & Honskusová, L. (2019). The Effect of Lower-secondary Chemistry Education: Students' Understanding to the Nature of Chemistry and Their Attitudes. Journal of Baltic Science Education, 18(2), 286-299.

Sharpe, R., & Abrahams, I. (2019). Secondary students' attitudes to practical work in biology, chemistry, and physics in England. Research in Science & Technological Education. 30(1), 84-104.

Teplá, M., & Distler, P. (2025). The impact of long-term inquiry-based science education on students' motivation and knowledge acquisition: the role of gender, subject, and level of inquiry. Humanities and Social Sciences Communications, 12(1), 1-12.

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

POSTOJE ŽIAKOV K CHÉMII V SLOVENSKEJ EDUKAČNEJ REALITE

Armand Majer a Marek Skoršepa

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici,
armand.majer@umb.sk, marek.skorsepa@umb.sk

Úvod

Medzi pedagogické kompetencie učiteľa patrí štruktúrované a strategické riadenie výchovno-vzdelávacieho procesu, ktoré musí byť v súlade s osobnosťami žiakov. Ich poznávanie na rozličných úrovniach osobnosti je nevyhnutným predpokladom pre plánovanie, realizáciu a evalváciu edukácie. Postoje predstavujú veľavravnú pedagogicko-psychologickú kategóriu, ktorej stimulácia môže viesť k priaznivým výsledkom v komplexnom rozvoji žiaka.

Chémia nepatrí medzi obľúbené školské predmety a často sa zisťujú mierne negatívne až negatívne postoje k nej (Rusek, 2011; Al-Najdi, 2013; Obaje & Eje, 2021). Ukazuje sa tiež, že vzrastajúci vek súvisí so znižujúcou sa mierou pozitivity postojov žiakov k chémii (Švandová & Kubiátko, 2012; Adeoye, 2020; Hassan & Murtaza, 2020). Na postoje môžu však vplývať aj ďalšie kategorické premenné, ako napríklad osobnosť učiteľa, typ zamestnania rodičov, geografický charakter bydliska, rovesníci či výchovno-vzdelávacie výsledky.

Cieľom výskumu je analyzovať celkový postoj žiakov k chémii vo vybranej populačnej vzorke a opísať vzťah spomínaných nezávisle premenných s postojmi. Usilujeme sa prichádzať so zisteniami, ktoré majú potenciál byť podkladom pre aplikáciu opatrení s priaznivým efektom na chemické vzdelávanie na Slovensku.

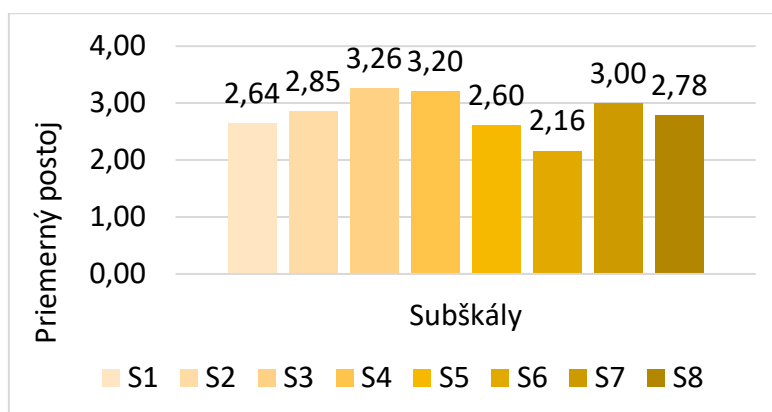
METODIKA, VÝSLEDKY A DISKUSIA

V zahraničnom výskume je predmetná problematika rozsiahle preskúmaná, čo poskytuje inšpiráciu a teoretický podklad pre jej empirické riešenie v slovenskom edukačnom prostredí. Niektoré postupy a princípy pedagogicko-psychosociálnej analýzy postojov žiakov k prírodným vedám je možné aplikovať aj pri skúmaní postojov žiakov k chémii. V predchádzajúcom období sme uskutočnili pilotný výskum (Majer, 2023), pričom bol zostavený merný prostriedok v súlade s 10 vedeckými štúdiami. 90 žiakov vo veku 15 – 17 rokov hodnotilo viac ako 180 položiek na päťstupňovej Likertovej škále (čím vyššia pripísaná hodnota, tým vyššia miera negativity). Zistil sa len mierne pozitívny celkový postoj žiakov ($\bar{x} = 2,77$), s čím môže súvisieť aj vyššia vnímaná náročnosť chémie ($\bar{x} = 3,06$). Predvýskum tiež poukázal na možnú nepriaznivú koreláciu miery pozitivity postojov so vzrastajúcim vekom; medzi dievčatami ($\bar{x} = 2,60$) a chlapcami ($\bar{x} = 2,52$) bol minimálny rozdiel a podobne malá diferenciacia sa ukázala aj medzi podskupinami žiakov z miest ($\bar{x} = 2,53$) a žiakov z dedín ($\bar{x} = 2,63$).

Pôvodný merný prostriedok (Majer, 2023) bol revidovaný tak, aby jeho štruktúra a obsah reflektovali fázu ontogenetického vývinu skupiny skúmaných subjektov. Išlo o škálovaný (Likert, päťstupňový) dotazník s 32 položkami vo 8 subškálach, ktoré predstavovali nasledujúce dimenzie postojov: S1 emócie, S2 vlastný úspech, S3 náročnosť školskej chémie, S4 pracovné príležitosti, S5 význam chémie pre spoločnosť, S6 učiteľ a školské vyučovanie, S7 rovesnícke skupiny a S8 rodinné prostredie. Výskumná vzorka bola vytvorená stratifikovaným výberom ($N = 376$ žiakov) vo vzťahu k regiónom Slovenska (západ, stred, východ) a pohlaviu respondentov vo veku 14 – 19 rokov, ktorí boli žiakmi základnej školy (19) alebo štvorročného gymnázia (23). Dotazník bol administrovaný elektronicky v období november 2024 – január 2025 a bolo oslovených takmer 2000 základných škôl

a 200 gymnázií. Získané dáta boli spracované softvérom IBM SPSS Statistics (IBM corp., 2013) – dátový súbor bol analyzovaný deskriptívne, frekvenčne a špecifickými štatistickými testmi.

Reliabilita merného prostriedku (Majer, 2025) dosiahla veľmi dobrú úroveň $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0,93$ (oproti vnútornej konzistencii pilotného dotazníka $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0,87$). Spomedzi subškál merala vybraný konštrukt najlepšie S1 $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0,92$, kým najmenej spoľahlivo sa skúmalo postavenie učiteľa vo výchovno-vzdelávacom procese $\alpha_{\text{Cronbach}} = 0,57$. Zistili sme, že žiaci majú mierne pozitívny postoj k chémii ($\bar{x} = 2,76$), čo korešponduje s výsledkami získanými z pilotného overovania merného prostriedku. Pokiaľ ide o jednotlivé dimenzie postojov, môžeme tvrdiť, že žiaci v skúmanej populácii pozitívne ($\bar{x} = 2,16$) vnímajú postavenie učiteľa pri učení sa chémie, jeho pedagogické pôsobenie a materiálo-technické vybavenie priestorov určených pre výučbu chémie. Taktiež je potrebné poznamenať, že napriek celkovému, takmer neutrálnemu postojovi žiaci oceňujú význam chémie pre spoločnosť v zmysle jej aplikácií v každodennom živote ($\bar{x} = 2,60$). Naopak, bola preukázaná relatívne vysoká miera vnímanej náročnosti chémie ($\bar{x} = 3,26$), čo v značnej miere prispelo k poklesu celkovej miery pozitivity postojov. Učiaci sa zároveň nedostatočne ($\bar{x} = 3,20$) identifikujú pracovné príležitosti spojené so štúdiom chémie pre svoje budúce profesijné pôsobenie. Obrázok 1 zobrazuje porovnanie priemerných postojov v jednotlivých subškálach.



Obrázok 1 Priemerné postoje žiakov k chémii v jednotlivých dimenziách (subškálach)

So vzrastajúcim vekom ($\bar{x}_{1. \text{roč.}} = 2,67$; $\bar{x}_{2. \text{roč.}} = 2,78$; $\bar{x}_{3. \text{roč.}} = 2,87$) v priemere klesá miera pozitivity postojov žiakov k chémii, čo môže súvisieť s objektívne vyššími vzdelávacími nárokmi či zvyšujúcou sa vyžadovanou mierou abstraktného myslenia. Žiaci 9. ročníka základnej školy mali najmenej priaznivý vzťah k chémii ($\bar{x} = 2,90$). Danú skutočnosť môžeme vysvetliť užšou predmetovou profiláciou žiakov, ich prípravou na Testovanie 9 a určitý príspevok k danému efektu má aj nízka časová dotácia v predmete chémia, čo môže spôsobovať značné diskontinuity v osvojovaní preberaných konceptov, a tak viesť k nízkemu záujmu o učenie sa chémie.

Medzi dievčatami ($\bar{x} = 2,79$) a chlapcami ($\bar{x} = 2,84$) je minimálny, štatisticky nevýznamný rozdiel v zmysle postojov a tiež medzi žiakmi z miest ($\bar{x} = 2,77$) a žiakmi z dedín ($\bar{x} = 2,87$). Dievčatá majú často väčší predpoklad sa sústrediť pri vykonávaní úloh, na identifikáciu s rolou učiteľa či väčšiu zodpovednosť voči povinnostiam a tiež vnímať potrebu zachovať zdravé životné prostredie vo väzbe na každodenné aplikácie chémie. Žiaci z miest môžu mať väčšiu dostupnosť extrakurikulárnych aktivít, vplyvným faktorom môže byť i zvyčajne kvalitnejšia vybavenosť chemických laboratórií či vyššia kvalifikovanosť učiteľov.

Zistili sme tiež, že žiaci, ktorých aspoň 1 z rodičov je zamestnaný v oblasti chémie, majú tendenciu mať mierne lepšie postoje voči chémii ako žiaci, ktorí uviedli, že žiadny z ich rodičov neprichádza do styku s chémiou vo svojom profesijnom živote. Štatistická významnosť sa potvrdila v prípade vzťahu postojov a výchovno-vzdelávacích výsledkov. Ukazuje sa, že žiaci s priaznivejšími

výchovno-vzdelávacími výsledkami majú tendenciu mať pozitívnejšie postoje k chémii ($p_{t\text{-test}} = 0,000$; $d_{\text{Cohen}} = 0,73$). Respondentov sme rozdelili jednak podľa priemernej známky (v intervaloch) za ostatné ročníky z chémie na výborných a dobrých žiakov (postupne) [1; 1,1] a [1,2; 3,0], tiež podľa objemu skúseností so školskou chémiou na 2 podmnožiny – a) žiakov 9. ročníka základnej školy a 1. ročníka štvorročného gymnázia; b) žiakov 2. a 3. ročníka štvorročného gymnázia. V celej vzorke i v ostatných 2 podmnožinách (pre a) $p_{t\text{-test}} = 0,000$; $d_{\text{Cohen}} = 0,67$; pre b) $p_{t\text{-test}} = 0,000$; $d_{\text{Cohen}} = 0,78$) sa potvrdil stredný až veľký efekt evalvácie a vlastnej úspešnosti na postoje.

ZÁVER

Postoje sú významným pedagogicko-psychologickým determinantom, ktorých poznanie predstavuje cenný poznatok o edukovaných subjektoch pre učiteľa aj vedeckú obec súčinnú pri nastavovaní školského systému. Zistili sme, že v stratifikovanej vzorke žiakov prevládajú len mierne pozitívne postoje, čo poukazuje na potrebu revidovania metód uplatňovaných v chemickom vzdelávaní na Slovensku. Vzájomná korelácia kategorických premenných – vek (ročník), pohlavie, geografický charakter bydliska či typ zamestnania rodičov žiakov – a postojov nebola potvrdená v skúmanej populačnej vzorke. Jednoznačné pôsobenie je však medzi charakterom postojov a výchovno-vzdelávacími výsledkami žiakov. Popri analýze usúvzťažnenia rozličných faktorov a postojov má potenciál aj mapovanie problematik, ktoré v najväčšej miere prispievajú k nižšej miere pozitívneho vzťahu k chémii. V pedagogickej praxi odporúčame najmä uplatňovanie princípov učenia (sa) zameraného na žiaka, kladenie dôrazu na vklad žiaka do procesu učenia sa, rozšírenie rozvíjania koncepčného myslenia a vedeckých kompetencií, ale aj poukazovanie na chémiu ako nástroj pre riešenie vlastných problémov i ťažkostí iných, v neustále sa meniacom svete.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

ADEOYE, I. F. (2020). Senior Secondary School Students' Attitude to Inquiry-based learning in Chemistry. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(4). ISSN 2250-3153.

AL-NAJDI, S. D. (2013). Students' Attitude towards Learning Chemistry. *Journal of AlQuds Open University for Educational & Psychological Research & Studies*, 1(1). ISSN 2307-4647.

HASSAN, U. M., MURTAZA, A. (2020). Secondary School Students' Attitudes towards Learning Chemistry: Comparison by Gender, Age and Educational Stream. *Gamtamokslinis ugdymas*, 17(1), 7-23. ISSN 1648-939X.

MAJER, A. (2023). *Analýza postojov žiakov k chémii*. [Bakalárska práca]. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. Fakulta prírodných vied; Katedra chémie. Vedúci práce: doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD. Banská Bystrica: FPV UMB. 56 s.

MAJER, A. (2025). *Postoje žiakov k chémii – analýza v slovenskom vzdelávacom prostredí*. [Diplomová práca]. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici. Fakulta prírodných vied; Katedra chémie. Vedúci práce: doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD. Banská Bystrica: FPV UMB. 96 s.

OBAJE, G. M., EJE, J. (2021). Effect of Teacher's Likability on Student's Attitude towards Chemistry. *International Journal of Advanced Research*, 9(10), 970-976. ISSN 2320-5407.

RUSEK, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione*, 2(2), 33-47. ISSN 1804-7106.

IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp., Armonk, NY, 2013.

ŠVANDOVÁ, K., KUBIATKO, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacím předmětům chemie. *Scientia in educatione*, 3(2), 65-78. ISSN 1804-7106.

MOTIVAČNÝ POTENCIÁL HISTÓRIE PRÍRODNÝCH VIED VO VÝUČBE CHÉMIE

Ester Švienta a Marek Skoršepa

Katedra chémie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica,
esvienta@student.umb.sk, marek.skorsepa@umb.sk

Úvod

Výučba prírodných vied býva často zredukovaná na fakty, zákony a vzorce, čo môže pôsobiť stroho a nezaujímavo. Zaradenie historických súvislostí do výučby však otvára žiakom nový pohľad na vedu – ukazuje im rôzne prekážky či komplikácie, ktoré sprevádzali vedcov počas ich výskumnej činnosti, vykresľuje ich ako skutočných ľudí a nie len ako nedosiahnuteľných hrdinov zo školských učebníc (Clough, 2011; Lederman et al., 2002). Veda totiž nie je nemenná, ale predstavuje nikdy sa nekončiaci proces objavovania a bádania (Blonder & Mamlok-Naaman, 2019; Matthews, 1994). Mnohé krajiny sa už dlhú dobu venujú téme zaradenia historických súvislostí do výučby prírodných vied. Prvé odporúčania na takýto typ výučby môžeme pozorovať už v 30. rokoch 20. storočia v USA (Jaffe, 1938). Výskumy ukazujú, že historický prístup k vyučovaniu nielenže neoslabuje vedomosti žiakov o prírodovednom obsahu, ale podporuje ich hlbšie chápanie vedeckého myslenia (Matthews, 1994; Kim & Irving, 2010). Navyše, pri vyučovaní prírodovedných predmetov je obzvlášť dôležité postupovať v zhode s historickým prístupom pri žiakoch, pre ktorých tento predmet nepredstavuje ich cieľové zameranie, pretože im to pomáha lepšie v pochopení obsahu vzdelávania, ale aj podstaty práce vedcov, historický vývoj a k zlepšenie ich postoja k vede (Mamlok-Naaman et al., 2005).

Cieľom našej štúdie je realizovať podkladový výskum medzi učiteľmi chémie na základných a stredných školách pre lepšie pochopenie ich vnímania významu zaradenia historických súvislostí do výučby prírodných vied, a to najmä z pohľadu motivácie žiakov. Zámerom je identifikovať konkrétne témy, vedcov a vedecké objavy, ktoré sú učiteľmi najčastejšie zaraďované do výučby chémie a zistiť skutočné potreby pedagógov v súvislosti s potenciálnou tvorbou doplnkových výučbových materiálov, ktoré by mali potenciál obohatiť ich výučbu o historický kontext. Je pre nás dôležité zistiť, do akej miery má toto prepojenie s históriou potenciál pomôcť žiakom lepšie pochopiť obsah učiva chémie a rozvíjať ich prírodovedné myslenie. Štúdia bola inšpirovaná výskumom realizovaným v roku 2021 v Srbsku (Milanovic et al., 2021), v ktorom autorka zisťovala postoje učiteľov k zaraďovaniu historických súvislostí do výučby chémie.

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

Prieskum bol realizovaný elektronického dotazníka pozostávajúceho zo 14 položiek, ktorý bol administrovaného učiteľom chémie počas obdobia december 2024 – apríl 2025. Prieskumu sa zúčastnilo 63 respondentov, z toho 58 (92 %) žien a 5 (8 %) mužov, rôznych vekových kategórií a rôznou dĺžkou pedagogickej praxe, pričom 34 z nich vyučuje na základnej škole a 34 na gymnáziu. Tretina respondentov uvádza, že počas svojho VŠ štúdia absolvovali predmet orientovaný na históriu chémie. Okrem chémie vyučuje viac ako polovica (35) z opýtaných učiteľov biológiu, 12 fyziku a 10 matematiku. Štyria učitelia okrem chémie nevyučujú žiaden iný predmet (Švienta, 2025; Švienta & Skoršepa, 2025).

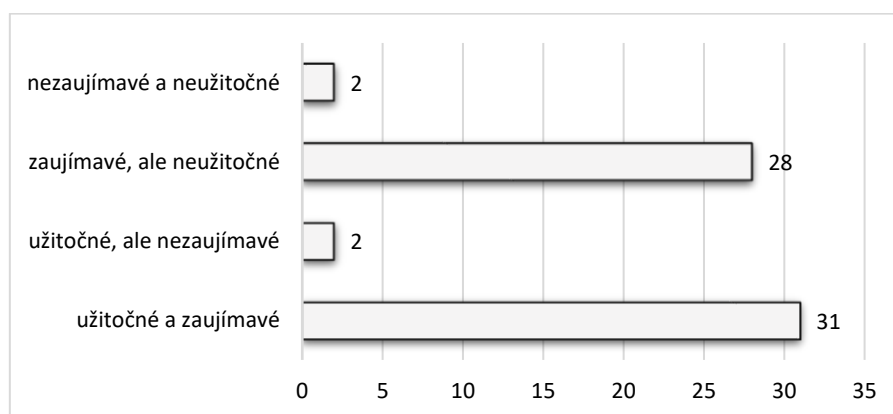
V položke, kde sme sa učiteľov pýtali, aké historické súvislosti zaraďujú do výučby chémie najčastejšie, sme zistili, že najfrekvencovanejšou témou v tomto smere je spôsob, akým boli realizované vedecké objavy, a to až pri 82,5 % učiteľov, ďalej sú to životopisy vedcov (58,7 % učiteľov) a roky, v ktorých boli realizované vedecké objavy (54 % učiteľov). 11 % učiteľov uviedlo inú

odpoveď a žiaden z nich sa nevyjadril, že by historické súvislosti do výučby vôbec nezaradil. Frekvencie najčastejšie uvádzaných vedcov a vedeckých objavov, ktoré respondenti používajú na vyučovacích hodinách uvádzame v Tabuľke 1.

Tabuľka 1 Frekvencia respondentmi najčastejšie uvádzaných vedcov a vedeckých objavov na hodinách chémie

Meno vedca	Frekvencia	Vedecký objav	Frekvencia
Dmitrij I. Mendelejev	54	periodická sústava prvkov + periodický zákon	44
Marie C. Skłodovska	43	atómová štruktúra	40
John Dalton	28	rádioaktivita	19
Antoine L. Lavoisier	27	objavenie chemických prvkov	18
Ernest Rutherford	25	zákon zachovania hmotnosti	15
Michail V. Lomonosov	24	objav štruktúry DNA	15
Niels Bohr	20	alchýmia	5
Francis Crick	14	objavenie penicilínu	5
James Watson	14	organická chémia	5
Joseph John Thomson	13	syntéza močoviny	5

Skúmali sme tiež, ako vnímajú učitelia historický obsah v súčasných učebniciach chémie, a zistili sme, že až 54 učiteľov (86 %) dopĺňa historický obsah v učebniciach chémie aj inými materiálmi. V ďalšej časti sme sa učiteľov pýtali, či si myslia, že je z pohľadu žiakov historický obsah zahrňaný do výučby chémie užitočný a zaujímavý. Pre prehľadnosť na obrázku 1 ponúkame grafické zobrazenie odpovedí respondentov na túto otázku. Je evidentné, že takmer všetci respondenti považujú takýto obsah pre žiaka za zaujímavý, avšak len približne polovica z nich si myslí, že je pre žiaka užitočný.



Obrázok 1 Odpovede respondentov na otázku aký užitočný a zaujímavý môže byť historický obsah zaradovaný do vyučovania chémie pre ich žiakov

V položke, v ktorej sa respondenti vyjadrovali k svojej skúsenosti s tým, či zaradenie historických súvislostí do výučby chémie vedie k zlepšeniu v pochopení učiva samotnými žiakmi, najviac učiteľov (68 %), vidí mierne zlepšenie, 19 % výrazné zlepšenie a 13 % nepozoruje žiadnu zmenu. Zisťovali sme tiež, aký je postoj, resp. požiadavka respondentov vo vzťahu k potrebe vytvorenia nových podporných didaktických materiálov zameraných na historické súvislosti relevantné pre vyučovanie chémie. Tri štvrtiny (74,6 %) opýtaných by existenciu takýchto materiálov uvítali. V nadväznosti na toto na reportované fakty, sme následne zisťovali, ako by si tento materiál respondenti predstavovali. Z formálneho hľadiska boli najčastejšími odpoveďami pracovné listy pre žiakov, prezentácie alebo krátke informačné videá. Po obsahovej stránke boli najčastejšie spomínanými spôsobmi medailóniky vedcov, chronologické prehľady alebo časové osi a vedecké objavy spracované vo forme zaujímavých príbehov.

ZÁVER

Zaradenie historických súvislostí do výučby chémie predstavuje významný didaktický nástroj, ktorý podporuje porozumenie aj motiváciu žiakov. Navyše, prezentovanie vedeckých omylov a kontroverzií rozvíja kritické myslenie a pomáha odlíšiť vedu od pseudovedy (Kipnis, 2011; Clough, 2011). Vďaka naratívne prístupu môžu žiaci lepšie pochopiť, ako sa vedecké poznanie tvorí, ako sa mení a ako súvisí s kultúrnym či spoločenským kontextom (Allchin, 2003).

Učitelia chémie participujúci na našej štúdii vidia prevažne pozitívny prínos zaraďovania historických súvislostí do vyučovania a vyjadrujú záujem o vytvorenie didaktického materiálu obsahujúceho časové osi, životopisy vedcov či prírodovedné objavy spracované vo forme zaujímavých príbehov, ktorý by im zaraďovanie historických súvislostí do výučby chémie zjednodušil.

Výsledky naznačujú, že v slovenskom prostredí môže mať implementácia historických súvislostí do výučby potenciál, ktorý by v budúcnosti mohol byť naplnený vývojom dopĺňujúcich učebných materiálov pomáhajúcich učiteľom s ich zaraďovaním do výučby chémie, čím by prispievali nielen k rozvoju vedomostí žiakov, ale vytvorili most aj k formovaniu ich celkovej prírodovednej gramotnosti a pozitívneho prístupu k vede ako takej.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- Allchin, D. (2003). Scientific myth-conceptions. *Science Education*, 87(3), 329–351.
- Blonder, R., & Mamlok-Naaman, R. (2019). Teaching the nature of science through historical stories. *Science & Education*, 28(3), 299–321.
- Clough, M. P. (2011). The story behind the science. *Science & Education*, 20(7–8), 701–717.
- Jaffe, B. (1938). The history of chemistry and its place in the teaching of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 15, 383–389.
- Kim, M., & Irving, K. E. (2010). History of science as a means to understand nature of science. *International Journal of Science Education*, 32(4), 539–552.
- Kipnis, N. (2011). Errors in science. *Science & Education*, 20(6–7), 713–725.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497–521.
- Mamlok-Naaman, R., Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Menis, J., & Erduran, S.; (2005). Learning Science through a Historical Approach: Does It Affect the Attitudes of Non-science-oriented Students Towards Science? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3 (3): 485–507.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Routledge.
- Milanovic, V. D., Trivic, D. D., & Tomasevic, B. I. (2021). What contents from the history of chemistry are estimated as useful for chemistry lessons: Attitudes of chemistry teachers. *Research in Science & Technological Education*, 41(3), 1101–1116.
- Švienta, E. (2025). *Motivačný potenciál vybraných tém z histórie prírodných vied pre vyučovanie chémie* [bakalárska práca]. Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica.
- Švienta, E., & Skoršepa, M. (2025). Motivačný potenciál vybraných tém z histórie prírodných vied pre vyučovanie chémie. In *Zborník recenzovaných príspevkov zo Študentskej vedeckej konferencie 2025 [09/04/2025]*, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Trnava.

ROZVOJ DIGITÁLNYCH KOMPETENCIÍ BUDÚCICH UČITEĽOV CHÉMIE V SÚLADE S POŽIADAVKAMI DIGCOMPEDU

Mária Ganajová, Ivana Sotáková a Petra Letošníková

Department of Didactics of Chemistry, Faculty of Sciences, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Košice, maria.ganajova@upjs.sk, ivana.sotakova@upjs.sk, petra.letosnikova@upjs.sk

Úvod

S požiadavkou rozvíjať digitálne kompetencie učiteľov sa stretávame v mnohých európskych dokumentoch, ako sú Európska agenda a vzdelávanie do roku 2030 (Redecker, 2017), Budúcnosť vzdelávania a zručností 2030 (OECD, 2018), Akčný plán digitálneho vzdelávania (European Commission, 2020).

Digitálna kompetencia je neodmysliteľná pre vzdelávanie, prácu a aktívnu účasť na dianí v spoločnosti. Celoživotný rozvoj digitálnej kompetencie je z tohto dôvodu veľmi dôležitý. Za účelom lepšie pochopiť charakter tejto kompetencie vypracovala Európska komisia Európsky rámec digitálnych kompetencií pre občanov DigComp a v rámci neho pripravilo v roku 2017 JRC (Joint Research Centre) Európsky rámec digitálnych kompetencií pedagógov (DigCompEdu). Digitálne kompetencie učiteľov sa líšia od digitálnych kompetencií iných jednotlivcov, keďže cieľom je, ako môžu učitelia digitálnu technológiu využiť vo vzdelávaní (Krumsvik, 2011; Røkenes & Krumsvik, 2014). Krumsvik (2011) definuje digitálnu kompetenciu budúcich učiteľov ako odbornosť v používaní digitálnych technológií pre vzdelávacie stratégie.

Digitálne kompetencie, ktoré učitelia v prípravnom vzdelávaní majú vo svojich študijných programoch, ovplyvňujú spôsob, akým využívajú digitálne technológie vo vlastnej výučbe, preto výskumníci obhajujú, že učiteľské vzdelávacie programy by sa mali sústrediť na digitálne kompetencie (Gudmundsdottir & Hatlevik, 2018; Røkenes & Krumsvik, 2014).

Preto je potrebné sa zaoberať týmto problémom už pri príprave budúcich učiteľov na vysokých školách.

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom výskumu bolo vytvoriť e-learningový kurz pre podporu výučby povinného predmetu Aktivizujúce metódy výučby chémie (AMVCH) v prostredí LMS Moodle a implementovať ho do výučby s cieľom rozvíjať digitálne kompetencie študentov 1. ročníka magisterského štúdia učiteľstva chémie v kombinácii v súlade s požiadavkami zakotvenými v Európskom rámci digitálnych kompetencií pedagógov (DigCompEdu).

Výskumnú vzorku tvorili študenti 1. ročníka magisterského štúdia učiteľstva chémie v kombinácii (N=18) na Prírodovedeckej fakulte Univerzity P. J. Šafárika v Košiciach. Výskum prebiehal ako jednoskupinový kváziexperiment počas zimného semestra (september – december) v akademickom roku 2023/2024. Rozsah výučby v rámci e-kurzu bol v 9 moduloch spolu 42 hodín výučby.

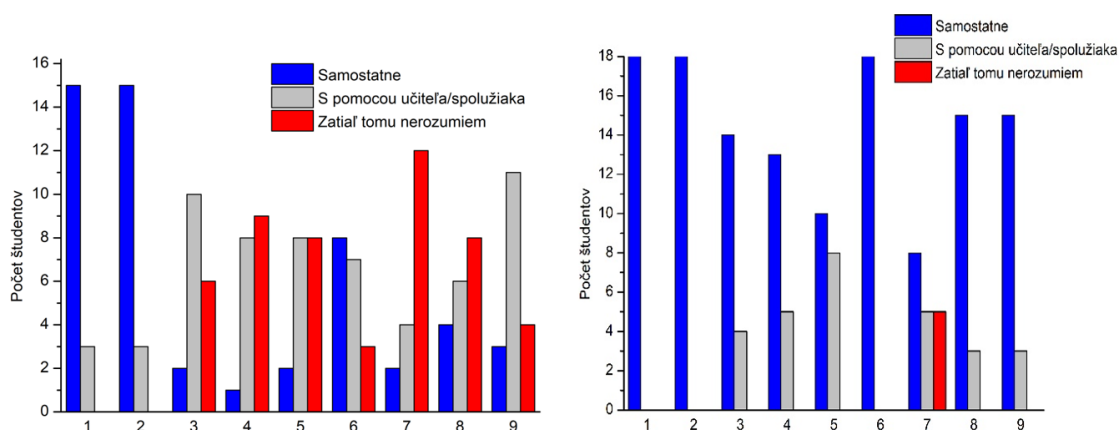
V prípravnej fáze výskumu sme navrhli obsah e-kurzu k predmetu AMVCH v súlade s požiadavkami pre rozvoj digitálnych kompetencií a zručností zakotvených v DigCompEdu (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Súlad tém v e-kurze k predmetu AMVCH zameraných na rozvoj digitálnych kompetencií so štandardom DigCompEdu

Téma v e-kurze k predmetu AMVCH	Oblasť rozvoja digitálnych kompetencií podľa DigCompEdu
1. LMS Moodle a e-learningové nástroje	Profesijné zapojenie
2. Modely a modelovanie vo výučbe chémie	Výučba, Digitálne zdroje
3. Využitie vizualizéra vo výučbe chémie	Výučba, Digitálne zdroje
4. Počítačom podporovaná výučba chémie	Výučba, Podpora žiakov
5. Hodnotenie vo výučbe chémie – Sumatívne hodnotenie	Digitálne hodnotenie
6. Tvorba úloh a interaktívnych testov s využitím digitálnych nástrojov pre sumatívne hodnotenie (Google Forms, Kahoot).	Digitálne hodnotenie
7. Práca so slovenskými, českými i európskymi vzdelávacími portálmi a platformami (VIKI, Metodický portal RVP.cz, Studiumchemie.cz, Khan Academy, e-Twinning).	Profesijné zapojenie Výučba Podpora digitálnych kompetencií žiakov
8. Online aplikácie využiteľné vo výučbe chémie (Wordwall, LearningApps, Flippity, Nearpod, Mentimetr)	Výučba Digitálne hodnotenie Podpora žiakov
9. Didaktické hry vo výučbe chémie	

Pripravené vzdelávacie materiály pre jednotlivé témy boli zamerané aj na samostatné štúdium, študent prostredníctvom nich získa vyššiu samostatnosť a možnosť vzdelávať sa aj mimo výučby.

Výskumnými nástrojmi boli sebahodnotiaci karta, ktorú vyplnili študenti pred a po absolvovaní e-kurzu a dotazník vlastnej konštrukcie. V sebahodnotiacej karte mali študenti zhodnotiť úroveň svojich digitálnych kompetencií a zručností v témach, ktoré tvorili obsah e-kurzu. Sebahodnotenie študentov sa uskutočnilo na trojbodovej škále samostatne, s pomocou učiteľa/spolužiaka a zatiaľ tomu nerozumiem. Výsledky vyhodnotenia sebahodnotiacich kariet študentov pred a po absolvovaní e-kurzu k predmetu AMVCH sú zobrazené na obrázku 1.



Obrázok 1 Porovnanie úrovne rozvoja digitálnych kompetencií a zručností študentov v jednotlivých témach 1 až 9 e-kurzu k predmetu AMVCH (pred a po jeho absolvovaní)

Vyhodnotenie porovnania sebahodnotiacich kariet študentov poukazuje na celkové zlepšenie úrovne digitálnych kompetencií a zručností u študentov v jednotlivých témach, ktoré tvorili obsah e-kurzu.

Významný rozvoj digitálnych zručností sa ukázal v témach Počítačom podporovaná výučba, Online aplikácie, Využitie digitálneho vizualizéra a Didaktické hry vo výučbe chémie.

Zisťovanie postojov a názorov študentov na prínos výučby pre ich pedagogickú prax sme zisťovali na základe dotazníka vlastnej konštrukcie.

Študenti hodnotili jednotlivé témy v dotazníku na päťbodovej škále od „úplne súhlasím“ po „úplne nesúhlasím“.

Z vyhodnotenia dotazníka vyplynulo, že študenti vidia pozitívny prínos obsahu e-kurzu pre ich budúcu pedagogickú prax. Pri optimalizácii obsahu e-kurzu je potrebné zohľadniť časový rozsah výučby niektorých tém a vytvoriť viac príležitosti pre aplikácie digitálnych technológií na konkrétnych témach učiva chémie.

ZÁVER

Z výskumu vyplynulo, že študenti veľmi pozitívne hodnotili absolvovanie e-kurzu Aktivizujúce metódy výučby chémie z hľadiska rozvoja digitálnych kompetencií a zručností potrebných pre ich budúcu učiteľskú profesiu.

Menej času je potrebné venovať práci s programom ChemSketch a naopak viac času venovať práci s vizualizérom, aktivitám na tvorbu úloh, testov, didaktických hier (aj únikových) pomocou rôznych online aplikácií (napr. Wordwall, LearningApps, Flippity, Nearpod).

Keďže rozvoj digitálnych kompetencií nie je možné robiť izolovane ako jeden predmet v rámci prípravy učiteľov, je nevyhnutné zahrnúť takýto obsah do všetkých predmetov, aby sa dal použiť v kontexte kurikula, obsahu, ktorý sa vyučuje a pedagogiky, a teda nielen na hodnotenie integrácie technológií, ale aj na hodnotenie výučby a učenia.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol s podporou grantov: VEGA 1/0051/25 „Model rozvoja digitálnych kompetencií budúcich učiteľov prírodných vied, KEGA 001UPJŠ-4/2023 „Implementácia formatívneho hodnotenia do výučby na základnej škole so zameraním na digitálnu formu“ a IPEL VVGS 2025-3464 „Tvorba nástrojov sumatívneho a formatívneho hodnotenia pre výučbu predmetu Špeciálne praktikum školských pokusov I“.

LITERATÚRA

European Commission. (2020). Digital education action plan 2021–2027. Retrieved from https://education.ec.europa.eu/sites/default/files/document-library-docs/deapcommunication-sept2020_en.pdf

Gudmundsdottir, G. B., & Hatlevik, O. E. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214–231. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1416085>

Krumsvik, R. J. (2011). Digital competence in Norwegian teacher education and schools. *Högre Utbildning*, 1(1), 39–51.

OECD. (2018). The future of education and skills – Education 2030: The future we want (E2030 position paper). Retrieved from [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (Y. Punie, Ed.). Publications Office of the European Union. Retrieved from <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/european-framework-digital-competence-educators-digcompedu>

Røkenes, F. M., & Krumsvik, R. J. (2014). Development of student teachers' digital competence in teacher education: A literature review. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 9(4), 250–280.

USING GENERATIVE AI TO EXPLAIN CHEMICAL PHENOMENA

Kristína Huszárová and Štefan Karolčík

Department of Didactics in Science, Psychology and Pedagogy, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava, huszarova8@uniba.sk

INTRODUCTION

Generative artificial intelligence (GenAI), typified by large language models such as ChatGPT, has swiftly gained traction in educational contexts due to its capacity to generate coherent content, offer real-time explanations, and individualize feedback (Ogunleye et al., 2024). In STEM education – particularly in chemistry – the deployment of GenAI is relatively new, with growing interest in its potential to support student learning and address complex topics like thermochemistry (Feldman-Maggor, Blonder & Alexandron, 2025). Although generative AI holds strong potential for enhancing science education, especially through individualized feedback and on-demand explanations, research on its actual impact on student learning outcomes remains limited. Most existing studies focus on higher education or computer science fields, while its application in secondary chemistry education is still in its early stages (Rivera-Novoa & Duarte Arias, 2025). Thermochemistry, often considered a cognitively demanding topic due to its abstract and quantitative nature, could benefit from AI-driven instructional support. However, studies also emphasize the need for careful pedagogical design and teacher guidance when integrating AI tools into lessons (Hu, 2024; Santos, 2023). This study explores the effectiveness of using generative AI to teach thermochemistry to secondary-school students. Through comparison of two groups – one learning with GenAI support and the other via conventional lessons (teacher-led) – we assess learning outcomes using pretest and posttest scores, applying statistical analyses to determine the impact of GenAI on student understanding.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

This study was carried on with two parallel groups: one group used generative AI as the primary learning tool, while the other received conventional lessons without AI support. Both groups completed a pretest before the lessons and a posttest afterward. The participants were 47 first-year secondary school students (aged 15–16). The AI-supported group consisted of 20 students who learned with the assistance of generative AI tools. The group without AI support included 27 students who took part in traditional classroom lessons. The participants were assigned to groups based on their existing class divisions. Both groups covered the topic of thermochemistry over the course of three consecutive 45-minute lessons. The AI-supported group accessed learning content and explanations through generative AI tool – ChatGPT, while the group without AI support was taught by a teacher using conventional methods such as direct explanation, classroom discussion, and printed materials. The assessment instrument was a teacher-designed test covering key concepts in thermochemistry. The test consisted of 8 questions worth a total of 10 points. The same version was used for both the pretest and the posttest to allow direct comparison. Descriptive statistics were calculated for both groups (mean, median, and standard deviation). The Shapiro-Wilk test was used to assess the normality of distributions. Since the assumption of normality was violated, the Wilcoxon signed-rank test was applied to compare pretest and posttest scores within each group (Table 1).

In the group of students who learned thermochemistry exclusively through generative AI, it was first necessary to assess the normality of the data distribution. The Shapiro-Wilk test indicated a

deviation from normality in the posttest results ($p = 0.016$), while the pretest results did not significantly violate normality ($p = 0.147$). Therefore, instead of a paired samples t-test, the Wilcoxon signed-rank test was used as a non-parametric alternative for dependent samples.

The Wilcoxon signed-rank test revealed no statistically significant difference between the pretest and posttest scores ($p = 0.400$). The mean score slightly decreased from 6.05 to 5.80, with the median changing from 6.0 to 5.5. However, this decline was not statistically significant, suggesting that learning thermochemistry with the support of generative AI did not lead to a measurable improvement in student performance.

The group without AI support was taught thermochemistry using conventional instructional methods, without the involvement of generative AI tools. Prior to further analysis, a normality check was conducted. The Shapiro-Wilk test indicated that pretest scores did not significantly deviate from normality ($p = 0.074$), while the posttest scores showed a significant departure from normality ($p = 0.006$). As a result, non-parametric statistical methods were used for further analysis.

The Wilcoxon signed-rank test revealed a statistically significant improvement in performance between the pretest and posttest ($W = 4.00, p < 0.001$). The mean score increased from 4.70 to 5.81, and the median rose from 5 to 6, indicating that learning without the support of generative AI led to a meaningful improvement in students' understanding of thermochemistry.

To determine whether the two groups differed in their initial knowledge or final performance, a Mann–Whitney U test was conducted for both the pretest and the posttest scores. The results revealed a statistically significant difference in the pretest scores between the AI-supported group and the group without AI support ($U = 120, p < 0.001$), indicating that the students in the AI group initially performed better before the lessons. However, no statistically significant difference was found in the posttest scores between the two groups ($U = 246, p = 0.599$). This suggests that, despite the initial advantage of the AI group, both groups reached comparable levels of performance by the end of the learning phase.

Table 1 Summary of Pretest and Posttest Results in AI-Supported and Non-AI Groups

Group	N	Pretest				Posttest				Wilcoxon Test p	Interpretation
		Mean	SD	Median	M-W U	Mean	SD	Median	M-W U		
AI group	20	6.05	1.15	6.0	$U = 120$ $p < 0.001$	5.8	1.24	5.5	$U = 246$ $p = 0.599$	$W = 4.00$ $p = 0.4$	No significant difference
Group without AI support	27	4.70	1.23	5.0		5.81	1.14	6.0		$W = 50.00$ $p < 0.001$	Significant improvement

These outcomes align with prior research highlighting that generative AI can support conceptual understanding but often fails to translate into measurable learning gains without proper pedagogical scaffolding (Polverini & Gregorcic, 2024; Santos, 2023). Recent studies emphasize that AI tools must complement, rather than supplant, teacher expertise, ensuring responsible usage and mitigation of ethical concerns (Blonder & Feldman-Maggor, 2024; Uçar, Lopez-Gazpio & Lopez-Gazpio, 2025).

CONCLUSIONS

This study investigated the effectiveness of generative AI in teaching thermochemistry to secondary school students. The results suggest that while AI-supported learning offers innovative opportunities, it may not guarantee improved learning outcomes without appropriate guidance and

pedagogical design. Students who learned without AI support showed statistically significant improvement, indicating the continued value of teacher-led lessons. Despite the AI group's initial advantage in the pretest, both groups reached comparable performance levels by the end. These findings highlight the importance of integrating AI as a complementary tool rather than a stand-alone solution in science education.

ACKNOWLEDGEMENT

The research was carried out with the support of the KEGA project no. 086UK-4/2024. We would also like to thank the participating students and teachers for their cooperation during the study.

REFERENCES

- Blonder, R., & Feldman-Maggor, Y. (2024). AI for chemistry teaching: Responsible AI and ethical considerations. *Chemistry Teacher International*, 6(4), 385-395.
- Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., & Alexandron, G. (2025). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. *Journal of Science Education and Technology*, 34(1), 1-12.
- Hu, C. C. (2024). Exploring the impact of CPS-based robot-assisted teaching in STEM education: Enhancing knowledge, skills, and attitudes. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(22), 7193-7213.
- Ogunleye, B., Zakariyyah, K. I., Ajao, O., Olayinka, O., & Sharma, H. (2024). A systematic review of generative AI for teaching and learning practice. *Education Sciences*, 14(6), 636.
- Polverini, G., & Gregorcic, B. (2024). How understanding large language models can inform the use of ChatGPT in physics education. *European Journal of Physics*, 45(2), 025701.
- Rivera-Novoa, A., & Duarte Arias, D. A. (2025). Generative Artificial Intelligence and Extended Cognition in Science Learning Contexts. *Science & Education*, 1-22.
- Santos, R. P. D. (2023). Enhancing chemistry learning with ChatGPT and Bing Chat as agents to think with: a comparative case study. *arXiv preprint arXiv:2305.11890*.
- Uçar, S. Ş., Lopez-Gazpio, I., & Lopez-Gazpio, J. (2025). Evaluating and challenging the reasoning capabilities of generative artificial intelligence for technology-assisted chemistry education. *Education and Information Technologies*, 1-20.

USING SELECTED TEACHING METHODS TO DEVELOP CRITICAL THINKING IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Zita Jenisová, Ladislav Simon, and Marcela Nogová

Dpt. of Chemistry, Faculty of Natural Sciences and Informatics Constantine the Philosopher University in Nitra, zjenisova@ukf.skemail.com, ladislav.simon@ukf.sk, marcela.nogova@ukf.sk

INTRODUCTION

Critical thinking is widely recognized as one of the most vital competencies for individuals in today's complex and rapidly changing world. It encompasses the ability to analyse information deeply, evaluate evidence objectively, and make well-reasoned decisions. This skill set is particularly crucial in the context of pre-service teacher education, where it is expected that graduates not only possess a robust understanding of reasoning and decision-making processes but also demonstrate the capability to foster these skills in their future students (Jenisová, Lednický, Tokárová, 2020; Duchovičová, Tomšík, 2017).

Effective teachers must be equipped to guide learners in developing critical thinking by encouraging inquiry, scepticism, and reflective judgment. Moreover, pre-service teachers should be prepared to approach problem-solving with flexibility and creativity, integrating both critical and logical thinking strategies. This involves not only dissecting problems analytically but also generating innovative solutions and adapting to new challenges. Active argumentation plays a key role in this process, as it cultivates the ability to articulate ideas clearly, defend viewpoints respectfully, and engage constructively with differing perspectives (Čeretková, et al., 2017).

Ultimately, embedding critical thinking within teacher education helps create educators who can inspire their students to become independent thinkers, capable of navigating complex information landscapes and making thoughtful, ethical decisions throughout their lives (Brestenská, et al., 2014).

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

In this paper, we present the results of a questionnaire survey aimed at mapping the situation regarding the use of selected teaching methods for developing critical thinking (the EUR method, the KWL method, the Six Thinking Hats method, the Cube method, Cinquain, and others) by teachers before and during the Covid-19 pandemic.

A total of 974 practicing teachers from various educational institutions were initially approached to participate in the study. However, only 176 questionnaires were deemed valid and fully completed, making up the final dataset for analysis. The questionnaire consisted of 40 items, comprising both mandatory and optional questions, and featured a diverse mix of closed-ended, open-ended, semi-closed, multiple-choice, and matrix-format items. This comprehensive structure was designed to capture both quantitative data and nuanced qualitative insights into the participants' teaching experiences and attitudes.

The analysis of the collected data revealed several important findings. A significant portion of teachers expressed dissatisfaction with the abrupt shift to distance learning during the Covid-19 pandemic. According to the results, 59% of respondents reported difficulties adapting to the sudden change in the educational environment. An even higher percentage, 77%, indicated that they missed direct, in-person interaction with their students, which they considered crucial for effective teaching and classroom dynamics. Furthermore, 63% of participants stated that they lacked adequate

resources—whether technological, material, or methodological—to effectively fulfil their instructional goals in the remote setting. These findings suggest that while educators made notable efforts to cope with the transition, the support systems in place were often insufficient to ensure a smooth and successful adaptation to digital and distance learning models.

Furthermore, the findings revealed that a considerable number of respondents were either unfamiliar with more modern, student-centered teaching methods aimed at fostering critical thinking, or, despite being aware of such strategies, chose not to implement them actively in their teaching practice. This suggests the presence of both knowledge gaps and potential barriers to application, such as lack of training, confidence, or institutional support.

Among the methods most frequently employed by respondents were questioning techniques (66%) and motivational interviewing (65%), both of which are relatively simple to integrate into daily instruction and require minimal preparation or specialized resources. Demonstration (36%), brainstorming (18%), and the EUR method (15%) were reported as being used less often, possibly due to the greater demands they place on lesson planning or the need for deeper methodological understanding.

At the opposite end of the spectrum, certain techniques were rarely implemented or even recognized by the surveyed educators. For instance, the “Cube” method was used by only two respondents, and over half of the participants (54%) admitted they were not familiar with it at all. Similarly, the “Six Thinking Hats” method, a structured approach to examining ideas from multiple perspectives, was unknown to 55% of respondents—indicating a significant disconnect between available pedagogical innovations and their actual application in the classroom.

Despite these gaps in usage and awareness, the overall attitude toward activating instructional strategies for developing critical thinking was overwhelmingly positive, with 82% of respondents expressing support for their value and relevance. These findings support the conclusion that while teachers may currently underutilize some contemporary approaches, they recognize critical thinking as a vital competency for learners in the 21st century. This presents an opportunity for targeted professional development and curriculum reform focused on bridging the gap between theoretical endorsement and practical implementation of innovative teaching methodologies.

CONCLUSIONS

The results of the questionnaire survey highlight a generally low level of awareness or limited willingness among teachers to adopt new and innovative teaching methods. Despite the growing emphasis on the development of critical thinking and student-centered approaches in modern education, many educators continue to rely predominantly on traditional and well-established active learning strategies that are already embedded in everyday classroom practice (Kireš, et al., 2016). In contrast, more modern, creative, and methodologically demanding approaches—often requiring additional preparation, training, or resources—tend to be used less frequently or are even avoided altogether. This suggests a need for targeted professional development and greater institutional support to encourage the implementation of contemporary teaching methods that foster deeper cognitive engagement and higher-order thinking skills.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Cultural and Educational Grant Agency (KEGA) of the Ministry of Education, Research, Development and Youth of the Slovak Republic under project number 015UKF-4/2024.

REFERENCES

Brestenská, B., et al. (2014). Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní. Univerzita Komenského.

Čeretková, S., et al. (2017). Stratégie tvorivého a kritického myslenia v príprave učiteľov prírodovedných predmetov, matematiky a informatiky. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre.

Duchovičová, J., & Tomšík, R. (2017). Stratégie kritického a tvorivého myslenia vo vyučovaní: Vnútoraná konzistencia výskumného nástroja. Slavonic Pedagogical Studies Journal.

Jenisová, Z., Lednický, L., & Tokárová, B. (2020). Stratégie kritického a tvorivého myslenia v príprave učiteľov chémie. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre.

Kireš, M., Ješková, Z., Ganajová, M., & Kimáková, K. (2016). Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. Časť B.

FRAMEWORK FOR DEVELOPMENT OF A MEDICINAL SCHOOL-GARDEN EVALUATION TOOL

Alexander Kmeť, Patrícia Szegedyová, Zuzana Haláková, and Štefan Karolčík

Dpt. of Didactics of Science, Pedagogy and Psychology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava
kmet45@uniba.sk; szegedyova3@uniba.sk; zuzana.halakova@uniba.sk; stefan.karolcik@uniba.sk

INTRODUCTION

Medicinal plants offer rich educational value in school contexts. Their presence in school gardens not only enlivens the learning environment but also enables students to engage with tangible examples of plant anatomy, ecological interactions, and the cultural history of herbal medicine. For many schools, cultivating medicinal herbs can serve as a gateway to interdisciplinary learning and hands-on inquiry (Thiesen et al., 2015; Christopher, 2021).

The term “medicinal plants” refers to those botanical species of medical importance in the prevention or treatment of disease. These include trees, shrubs, annual and biennial plants, and numerous others (Hudak, 2014). An examination of historical evidence reveals that these plants have been used for centuries across diverse cultures (Bauer-Petrovska, 2012).

Despite their potential, the process of selecting suitable medicinal plants for school gardens is far from straightforward. Practical considerations—such as how easily a plant grows (Brabenec, 1981), how safe it is for children, or how it affects the surrounding ecosystem—are just as important as its botanical or therapeutic interest. Without a clear framework, school garden planners may unknowingly introduce species that are difficult to maintain, ecologically disruptive, or dangerous. The selection of plants often lacks in diversity, only a few locally traditional species are often chosen (Thiesen et al., 2015) and weeds are often omitted (Geldenhuys, 2007).

This article responds to this challenge by introducing a method for systematically evaluating medicinal plants in the context of school gardening. Rather than relying solely on traditional ethnobotanical value or availability, the proposed approach considers multiple dimensions of plant suitability. The goal is to support schools in making informed, balanced choices that reflect both educational intentions and the practical realities of school-based horticulture. The process of creating school's own medicinal plant garden may be a valuable community-rooted cooperative activity for the whole school (Theisen et al., 2015; Onat & Yirmibesoglu, 2023).

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

The development of the evaluation tool (Tab. 1.) is result of structured process of four main phases (Fig. 1.).

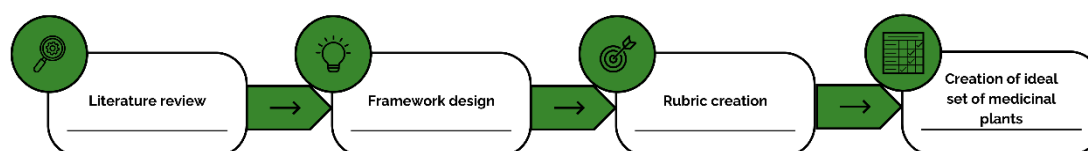


Figure 1. Diagram of the research methodology

Theoretical foundation was based on the literature review with the focus on historical and modern use of medicinal plants, particularly their role in education and implementation in school gardening. With the theoretical knowledge gained from this literature review, our aim was to

develop a framework focusing on suitability of medicinal plants in outdoor educational settings, particularly school gardens. Our primary objective was to expand the existing knowledge of the medical effects to include pedagogical and practical criteria. The creation of a rubric consisting of six criteria for evaluating the suitability of plant species was based on the aforesaid framework. Each criterion of suitability may be assigned a score ranging from 0 to 3 points. With higher scores indicating higher suitability with the intent of educational gardening needs. The scoring rubric has been adapted to reflect real school conditions. Following the finalization of the rubric, a selection of commonly used medicinal plants was subject to its application in order to assess its potential.

Table 1 Rubric for medicinal plant assessment in the context of a school garden

Criterion	3 – Excellent	2 – Good	1 – Fair	0 – Poor
Cultivation requirements	Grows well in common garden soil without amendments (e.g. pH adjustment). Tolerates drought and overwatering. Requires no fertilising or pruning.	Needs slightly modified soil (e.g. alkaline or well-draining). Sensitive to drought or waterlogging. Occasional fertilising or light pruning needed.	Requires specific substrate (peat, clay, precisely adjusted pH). Needs regular watering, fertilising or shading.	Only grows in controlled conditions (greenhouse, specialised soil). Will not thrive without intensive care.
Resistance to pests and diseases	Very resistant; pests and diseases are rare or absent. No or very few interventions needed.	Moderately resistant; occasional pests or diseases easily controlled by hand or organically.	Frequent pest/disease problems; requires regular treatment (herbal sprays, organic pesticides).	Highly susceptible; frequent infestations or infections. Needs chemical protection – unsuitable for school use.
Safety (toxicity, allergens)	Safe to touch and consume (in moderation). Non-toxic, non-allergenic.	Mild risk of allergic reaction (e.g. to fresh leaves/flowers). Non-toxic when used properly.	Contains mildly toxic substances (e.g. if overused). Supervision or caution required.	Toxic or severely irritating. Unsafe for children or without protective handling – not suitable.
Processing difficulty (harvesting, drying, storing)	Easy to harvest. Can be air-dried naturally. No sorting or special storage needed.	Easy to harvest, but drying requires shade, speed, or light sorting. Storage manageable.	Harvesting or processing is time-consuming. Drying needs monitoring.	Harvesting is difficult or unsafe. Drying requires equipment (dryer). Active compounds degrade quickly.
Environmental impact	Supports biodiversity (pollinators, insects). Not invasive. Enhances local ecosystem.	Environmentally neutral. No harm to surroundings, but limited benefit. Not invasive.	Mildly invasive or may suppress local flora. Requires monitoring.	Highly invasive or ecologically harmful. Disrupts local ecosystems – not recommended.
Aesthetic value	Very decorative, fragrant, showy flowers. Suitable for display areas.	Less striking flowers, but attractive foliage or shape. Pleasant overall.	Visually plain but not disruptive. Neutral appearance.	Unpleasant appearance or smell. Looks neglected or out of place. Not decorative.

The proposed rubric (Tab. 1.) is to be used as a tool for assessing individual plants, with each plant getting a score which is a sum of all partial scores in the rubric. Red cells indicate scores, that disqualify a plant from the school garden: poisonous, invasive, or otherwise harmful plants, and plants that require intensive care or chemical protection. The overall score for a plant can be processed using Tab. 2.

A selection of fifteen frequently used medicinal plants was chosen for the purpose of testing the rubric. Following the six criteria, the selection was narrowed down to 10 medicinal plants, that

proved to be particularly suitable for cultivation in school gardens (Brabenec, 1981). These included *Thymus vulgaris*, *Calendula officinalis*, *Mentha piperita*, *Matricaria chamomilla*, *Melissa officinalis*, *Ononis spinosa*, *Tropaeolum majus*, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, and *Urtica dioica*.

Table 2. Score assessment table

Score	Outcome
15-18 points	Excellent choice for the school garden – low maintenance, safe, and ecologically beneficial.
10-14 points	Suitable with minor limitations – generally good but may require some care or supervision.
6-9 points	Use with caution – requires special conditions or may pose risks in certain areas.
0-5 points	Not recommended – unsuitable due to safety, ecological, or cultivation concerns.

CONCLUSIONS

Pupils benefit from cultivating and observing medical plants firsthand by potentially developing deeper understanding of plant biology and pharmacognosy. The proposed tool has a potential to help teachers and pupils develop the medicinal school garden, it aims to solve the problem of choosing plants *ad hoc*, and it aims to popularize the concept among educators. Limits of the proposed tool include the lack of further empirical validation, as well as involvement of subjective judgement. However, with this framework, the tool may be further validated and evaluated, and a more comprehensive tool may be proposed, which allows space for further research in this topic.

ACKNOWLEDGEMENT

The paper was developed within the framework of projects: DitEdu ITMS2014+:401402DVR6; KEPA Project 021UK-4/2025; KEPA Project 086UK-4/2024; and GUK Project UK/1099/2025.

REFERENCES

- Bauer-Petrovska, B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*, 6, 1–5.
- Brabenec, M. (1981). *Pestovanie liečivých rastlín na malých plochách*. SÚV ČSČK Svépomoc.
- Christopher, K. R. (2021). *The school garden curriculum* (2nd ed.). New Society Publishers.
- Geldenhuis, C. J. (2007). Weeds or useful medicinal plants in the rural home garden? *Food and Nutrition Bulletin*, 28(2, Suppl.), S392–S397.
- Hudak, R. (2014). *Liečivé rastliny: Objavte a určte najdôležitejšie druhy*. Svojtka & Co., s.r.o.
- Onat, B. S., & Yirmibesoglu, F. (2023). Evaluation of sustainable schoolyards: “Design your schoolyard” workshops with a practice-based process in Muratpaşa, Antalya. *A/Z ITU Journal of Faculty of Architecture*, 20(1), 117–132.
- Theisen, G. R., Borges, G. M., Vieira, M. F., Konflanz, T. L., Neis, F. A., & Siqueira, A. B. (2015). Implantation of a garden medicinal and condiment for use school community. *Revista Eletrônica em Gestão Educação e Tecnologia Ambiental*, 19(1), 167–171. <https://doi.org/10.5902/2236117015546>

HISTOLOGIE NA SŠ JINAK: VÝUKA S PODPOROU DIGITÁLNÍHO ZOBRAZENÍ

Milan Koch

Katedra biologie a ekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, milan.koch@osu.cz

ÚVOD

Výuka histologie na středních školách představuje didaktickou výzvu. Přestože mikroskopování je žáky často vnímáno pozitivně, oblast zkoumání živočišných tkání je v praxi podstatně méně zastoupena než pozorování rostlinných pletiv. Učitelé se pozorování tkání často vyhýbají z důvodů, které souvisejí s náročností tématu, nedostupností kvalitních preparátů nebo nedostatkem času. Navíc kreslení pozorovaných struktur je vnímáno jako obtížné a časově náročné (Koch, 2023).

Nicméně histologie je důležitou součástí biologie člověka a její zvládnutí je významné pro pochopení fyziologie jednotlivých orgánů i celých soustav. Z tohoto důvodu je nutné hledat nové přístupy, které výuku tohoto tématu zatraktivní a zjednoduší. V tomto kontextu se ukazuje jako velmi užitečné propojení tradiční výuky s digitálními technologiemi.

Cílem příspěvku je představit jednoduchý, přesto účinný způsob, jak lze histologii efektivně začlenit do středoškolské/vysokoškolské výuky pomocí běžně dostupného vybavení a nástrojů, které žáci i učitelé denně používají – školních mikroskopů, mobilních telefonů a online atlasů. Součástí tohoto přístupu je i metodické doporučení týkající se výběru preparátů, načasování výuky a vedení žáků k dokumentaci pozorovaných struktur.

METODY, VÝSLEDKY A DISKUSE

Jedním z klíčových faktorů úspěšné výuky histologie je správné načasování. V rámci doporučené metodiky je mikroskopování živočišných tkání zařazeno po tematickém celku věnovaném tkáním, případně jako praktická aplikace po výkladu anatomie konkrétních orgánových soustav. Zásadní je, aby žáci již měli teoretické znalosti o typech tkání a jejich funkcích.

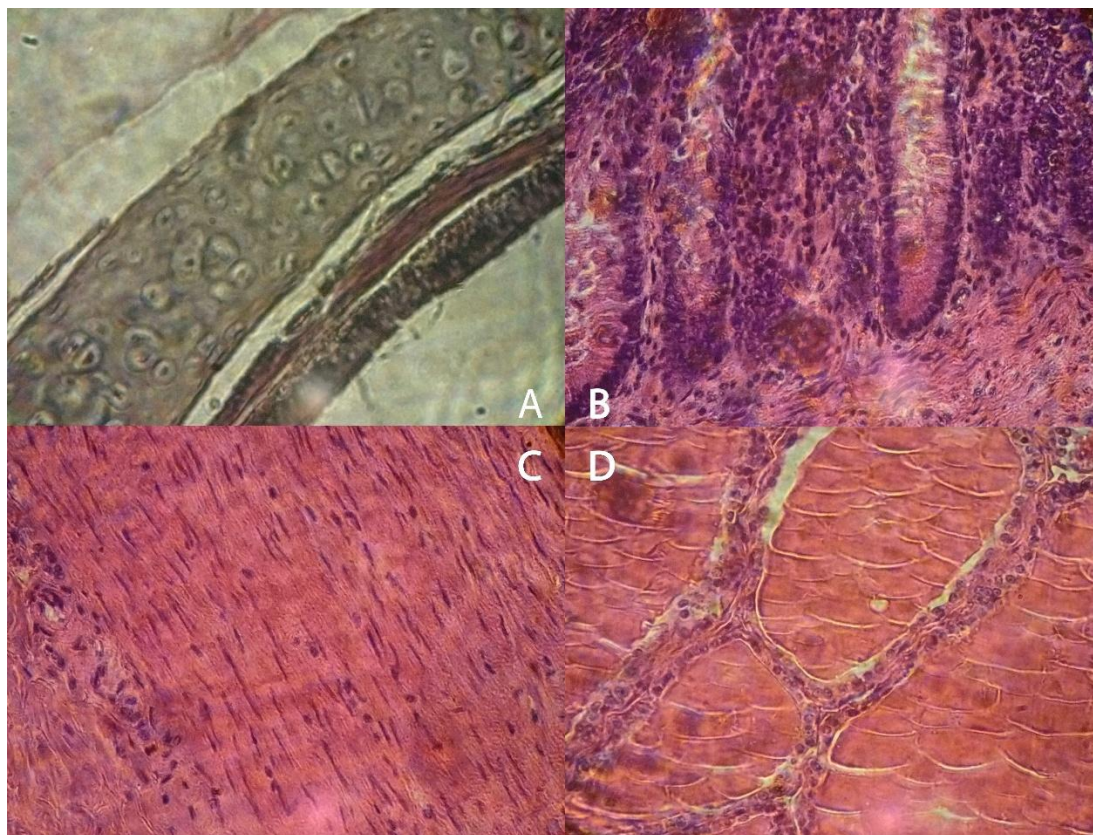
Výběr vhodných preparátů

Ne každá tkáň je pro školní mikroskop vhodná. Je dobré se zaměřit na srozumitelné a přehledné preparáty, které obsahují dobře čitelné struktury. V praxi se osvědčily následující:

- Plíce: víceřadý řasinkový epitel a chrupavka
- Ledvina: glomeruly a epitel kanálků nefronu
- Žaludek/tlusté střevo: cylindrický epitel a hladká svalovina
- Kůže: mnohvrstevný dlaždicový epitel s rohovatěním
- Štítná žláza: jednovrstevný kubický epitel
- Močový měchýř: přechodný epitel

Vzhledem k omezením klasického záznamu pozorování – zejména při nedostatečně rozvinuté kreslířské dovednosti žáků – se jako vhodná alternativa nabízí použití digitální dokumentace. Pomocí mobilního telefonu lze přes okulár mikroskopu pořídit překvapivě kvalitní snímky. Tyto fotografie pak žáci vkládají do elektronického protokolu, doplňují popisky a srovnávají s referenčními obrazy z online atlasu. Jedním z nejlepších nástrojů pro tento účel je Histology Guide (Sorenson & Brelje, 2014), který umožňuje dynamické procházení struktur s interaktivním popisem. Oproti také velmi kvalitnímu atlasu na stránkách Masarykovy university v Brně (Vaňhara et al., 2018), který obsahuje hlavně výřezy z fotografií, poskytuje Histology Guide mnoho komplexních záběrů s odkazy na

jednotlivé struktury, což umožňuje lepší vnímání tkáně orgánu jako celku. Zhotovené snímky je možné srovnat například se zjednodušenými nákresey ve středoškolských učebnicích, např. Jelínek & Zicháček, 2021.



Obrázek 1 Ukázky pozorovaných struktur, zaznamenaných pomocí kamery mobilního telefonu Samsung A12: A Plíce – chrupavka, hladká svalovina, víceřadý řasinkový epitel, B Tlusté střevo – cylindrický epitel, C Žaludek – hladká svalovina, D Štítná žláza – Jenovrstevný kubický epitel

Digitální podoba dokumentace umožňuje studentům snáze reflektovat, co pozorovali. Zvyšuje to nejen přesnost, ale i motivaci. Navíc vzniká prostor pro diskusi a vzájemné porovnávání výsledků. Žáci si uvědomují rozdíly v řezech, barvení i orientaci vzorku. Také se zvyšuje jejich zájem o práci s mikroskopem a schopnost aplikovat poznatky z výkladu.

Z hlediska didaktických přínosů lze konstatovat, že daná metodika posiluje schopnost porovnávat rostlinné a živočišné struktury, rozvíjí digitální gramotnost žáků a přirozeně propojuje teorii s praxí. V dlouhodobém měřítku přispívá k hlubšímu zájmu o biologii a motivuje žáky k volbě biologických nebo medicínských oborů na vysoké škole.

ZÁVĚR

Histologie nemusí být pro středoškolského učitele nepřekonatelným tématem. I s běžným školním vybavením lze vytvořit smysluplné a atraktivní laboratorní cvičení, které studentům umožní nahlédnout do mikrosvěta živočišných tkání. Klíčem k úspěchu je vhodné načasování, pečlivá příprava, srozumitelný výběr preparátů a podpora digitálních nástrojů. Fotografování preparátů pomocí mobilního telefonu představuje efektivní způsob, jak nahradit kreslení a zároveň posílit dokumentační dovednosti studentů. Kombinace reálného pozorování a využívání online atlasů navíc napomáhá k lepší orientaci ve struktuře tkání.

Tato metodika přináší do výuky histologie nový rozměr – propojuje klasickou mikroskopii s digitálními nástroji, podporuje aktivní přístup studentů a otevírá cestu k hlubšímu porozumění biologickým strukturám a fyziologii organismů.

Uvedený přístup přispívá ke zkvalitnění výuky v několika klíčových oblastech:

1. Propojení teorie s praxí: studenti si ověřují teoretické poznatky při reálném pozorování preparátů.
2. Rozvoj komparativního myšlení: žáci porovnávají histologické struktury mezi digitalizovaným a pozorovaným preparátem.
3. Integrované učení: výuka histologie se propojuje s dalšími tematickými celky biologie, např. obecná zoologie.
4. Motivace k poznávání: digitální dokumentace podporuje zájem o mikroskopování a biologii jako celek.

LITERATURA

Koch, M. (2023). Proč se nebát histologie. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 32(3), 58–62.

Sorenson, R. L., & Brelje, T. C. (2014). Atlas of Human Histology: A Guide to Microscopic Structure of Cells, Tissues and Organs. *Histology Guide*. <https://histologyguide.org>

EXKURZE DO CHEMICKÝCH ZÁVODŮ V PŘÍPRAVĚ UČITELŮ CHEMIE

Jan Hrdlička, Alena Šrámová a Dominik Milka

^aDepartment of Chemistry, Faculty of Education, University of West Bohemia in Pilsen, hrdlicka@kch.zcu.cz, krejcika@kch.zcu.cz, milka21@students.zcu.cz

Úvod

Exkurze jako doplněk či součást výuky je obvykle spojována s přírodními vědami. V rámci biologie či geografie se nejčastěji jedná o terénní exkurze, které usnadňují propojení odborných termínů ze školní výuky s realitou přírody (Brehrendt & Franklin, 2014). V chemii se obvykle jedná o návštěvu vybraných podniků se zaměřením na chemickou výrobu. Toto pojetí chemické exkurze má svoji roli ve výuce jak na základních a středních školách, tak především na vysokých školách s technickým či chemickým zaměřením (Kaya & Sierra, 2009).

Toto pojetí chemické exkurze ve výuce je rozpracováno z různých hledisek (Petrželová, Sadílková, & Klečková, 2023). Přináší lepší vnímání reality a komplexnosti takových výrob jednak z hlediska rozměrů, ale také z hlediska využití různých pomocných procesů, jako je například práce s energiemi (chlazení či ohřívání surovin a produktů přenosem tepla mezi jednotlivými proudy s využitím výměníků) (Mohinder & Travis, 1985) nebo recyklace rozpuštědel v procesu výroby MEŘO (Haixian & Zonghong, 2008). Podle našeho názoru má takové pojetí exkurze svoji zásadní roli i pro studenty učitelství chemie.

METODY, VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci třídní exkurze do chemických provozů byly navštíveny podniky různé velikosti a také byly zvoleny podniky s různými přístupy. Dva ze zvolených podniků byly komerčně dostupné exkurze vedené průvodci, tři byly vedeny přímo technologi z daného podniku.

Prvním navštíveným podnikem byla menší sklárna s ruční výrobou skla (Sklárna Jílek v Kamenickém Šenově). Dále byl vybrán menší pivovar ve Velkém Březně. Dalším navštíveným podnikem byl významný výrobce umělých hnojiv Lovochemie a podnik na zpracování řepky Preol v Lovosicích. Posledním navštíveným závodem byla papírna Mondi ve Štětí.

Výzkumnou skupinou bylo 18 studentů navazujícího magisterského studia zaměřeného na učitelství chemie. Pro tyto studenty je v rámci jejich vzdělávání zařazen předmět Chemická exkurze, v jehož rámci výzkum proběhl.

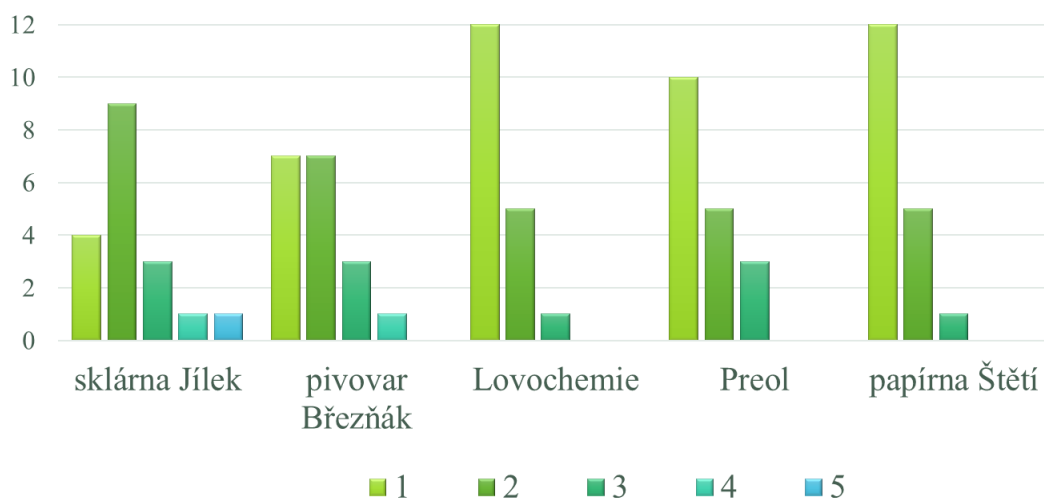
Náš výzkum nebyl zaměřen na získané znalosti studentů, ale na jejich vnímání přínosu exkurze pro rozvoj odborný (chemický) a také pro rozvoj profesní (didaktický, učitelský). Hlavní zaměření provedeného výzkumu lze formulovat několika otázkami.

1. Jak budoucí učitelé chemie vnímají důležitost exkurze pro svůj odborný a profesní rozvoj?
2. Jak hodnotí kvalitu organizace exkurze v daném podniku?
3. Jsou tyto parametry ve vzájemném vztahu?

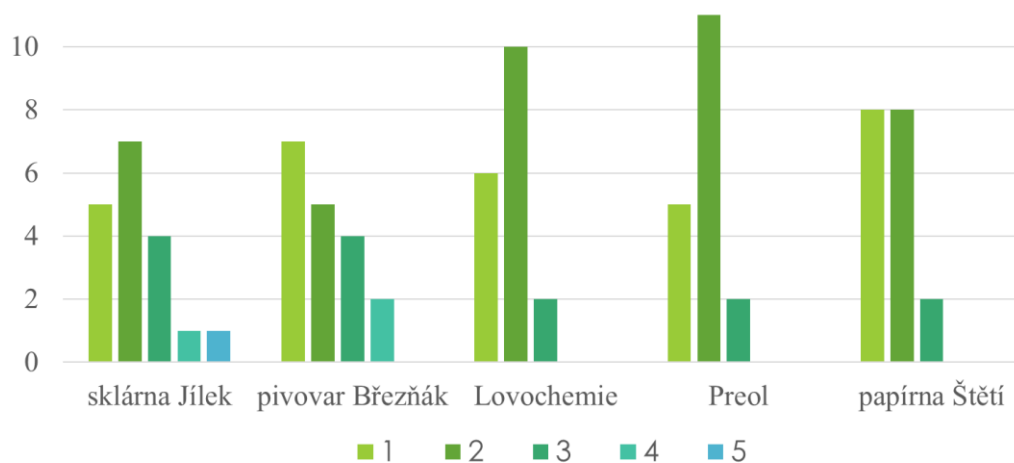
Pro každý z navštívených podniků měli studenti pomocí pětibodové škály ohodnotit, jak vnímají přínos dané exkurze pro odbornou stránku svého vzdělání a jaký je podle nich přínos pro stránku profesní, učitelskou. Zároveň hodnotili stejnou pětibodovou škálou kvalitu průvodce podnikem. Hodnocení probíhalo jako ve škole, tj. známka 1 byla nejlepší, známka 5 nejhorší.

Již ze subjektivního posouzení získaných dat je zřejmé, že obecně bylo hodnocení posunuto poměrně výrazně ve prospěch lepších známek (Graf 1 – Graf 3). Na jednu stranu to ovlivňuje zpracovávaná data, na druhou stranu to ukazuje na vhodný výběr podniků ze strany organizátorů exkurze. Zajímavým jevem je výrazně lepší hodnocení průvodců, kteří jsou primárně chemiky –

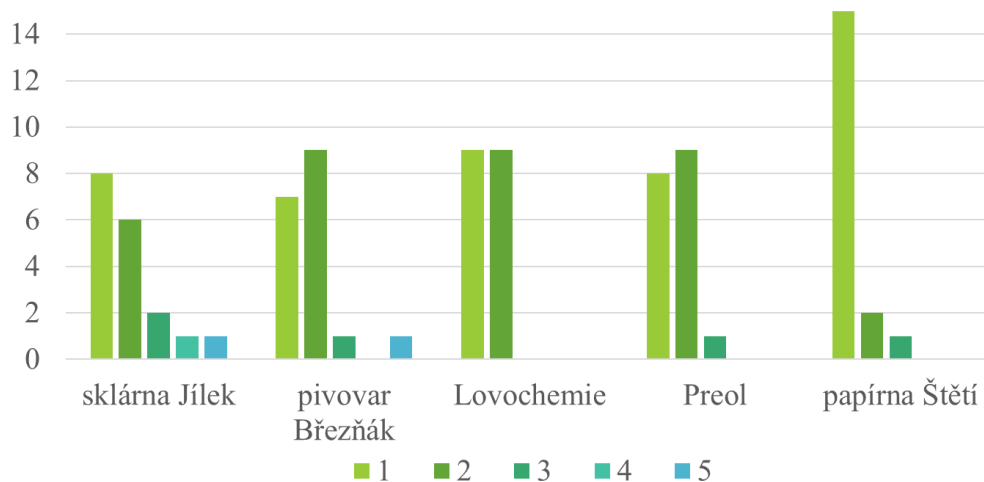
technologie (Lovochemie, Preol, Mondi), oproti průvodcům, kteří jsou “jen” průvodci pro komerčně pořádané exkurze.



Graf 1: Hodnocení odborného přínosu jednotlivých exkurzí



Graf 2: Hodnocení profesního přínosu jednotlivých exkurzí



Graf 3: Hodnocení odborného přínosu jednotlivých exkurzí

Získaná hodnocení byla otestována, zda existuje korelace mezi hodnocením kvality průvodce a obecně celkové organizace exkurze daným podnikem a vnímáním přínosu dané exkurze jednak k odborné stránce, druhak k profesní stránce vzdělání. Získané Pearsonovy korelační koeficienty byly shrnuty do tabulky (Tabulka 1). Z vysokých hodnot korelačních koeficientů usuzujeme, že předpoklad vlivu vnímání kvality průvodce a organizace v rámci podniku celkově na odborný i profesní rozvoj studentů se potvrdil.

Tabulka 1 Pearsonův korelační koeficient pro korelaci odpovědí

Podnik	odborný přínos vs. organizace	profesní přínos vs. organizace
sklárna Jílek	0,69	0,81
pivovar Březňák	0,93	0,75
Lovochemie	0,87	0,93
Preol	0,84	0,92
papírna Štětí	0,96	0,69

ZÁVĚRY

Existuje významná korelace mezi hodnocením kvality organizace exkurze ze strany navštíveného podniku a vnímáním přínosu jak pro odborný – chemický a profesní – učitelský rozvoj studenta. Na základě této korelace usuzujeme na existující vztah mezi těmito jevy.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl podpořen projektem SGS-2025-016

POUŽITÁ LITERATURA

Behrendt, M., & Franklin, T. (2014). Citation: A review of research on school field trips and their value in education. *International Journal of Environmental and Science Education*, 9(3), 235-245. DOI: 10.12973/ijese.2014.213a

Haixian, S., & Zonghong, B., (2008). Citation: Direct preparation of biodiesel from rapeseed oil leached by two-phase solvent extraction, *Bioresource Technology*, 99(18), 9025-9028. DOI: 10.1016/j.biortech.2008.04.025

Kaya, F., & Sierra, R. (2009). Citation: Thinking Outside the Classroom: Integrating Field Trips into a First-Year Undergraduate Chemistry Curriculum. *Journal of Chemical Education*, 86(11), 1290-1294. DOI: 10.1021/ed086p1290

Mohinder, S.M., & Travis, P.H. (1985). Citation: Energy efficiency in nitrogen fertilizer production, *Energy in Agriculture*, 4, Pages 159-177. DOI: 10.1016/0167-5826(85)90014-2

Petrželová, K., Sadílková, K., & Klečková, M. (2023). Citation: Excursions to Chemical Plants – Methodology, Creation of Interactive Map of Chemical Industry and Supporting Materials. *Chemické listy*, 117(3), 177-184. DOI: 10.54779/chl20230177

PUPILS' PERCEPTION OF AI AMONG TRADITIONAL SOURCES OF KNOWLEDGE

Mária Orolínová, Katarína Kotuláková, and Dominika Golianová

Dpt. of Chemistry, Faculty of Education, Trnava University in Trnava, Trnava, maria.orolinova@truni.sk, katarina.kotulakova@truni.sk, dominika.golianova@tvu.sk

INTRODUCTION

Most research treats AI in education in isolation—focusing on smart tutors or chatbots—without comparing it to teachers, textbooks, or the Internet. While semantic-differential scales have measured AI perceptions (Kim & Jung, 2023), they've never placed AI side by side with other learning sources.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

We surveyed 123 pupils (ages 14–16) from Slovak primary and secondary schools using a 22-item semantic-differential instrument to directly compare pupils' perceptions of AI alongside three conventional sources—teachers, textbooks, and the Internet—across four theoretically grounded dimensions: *Comfort* (e.g., pleasant – annoying; comfortable – uncomfortable), *Validity* (e.g., trustworthy – untrustworthy; true – false), *Dynamism* (e.g., modern – old-fashioned; fast – slow), *Consistency* (e.g., effective – ineffective; simple – complex). The scale was highly reliable ($\alpha = 0.96$).

Principal components extraction with Varimax rotation was performed separately for each source to reveal underlying factor structures. Based on eigenvalues > 1 and factor loadings above 0.07, two factors per source were retained, explaining 65–73% of the variance.

We used MANOVA to compare school types and genders, and Mann–Whitney U tests to explore gender differences on each dimension.

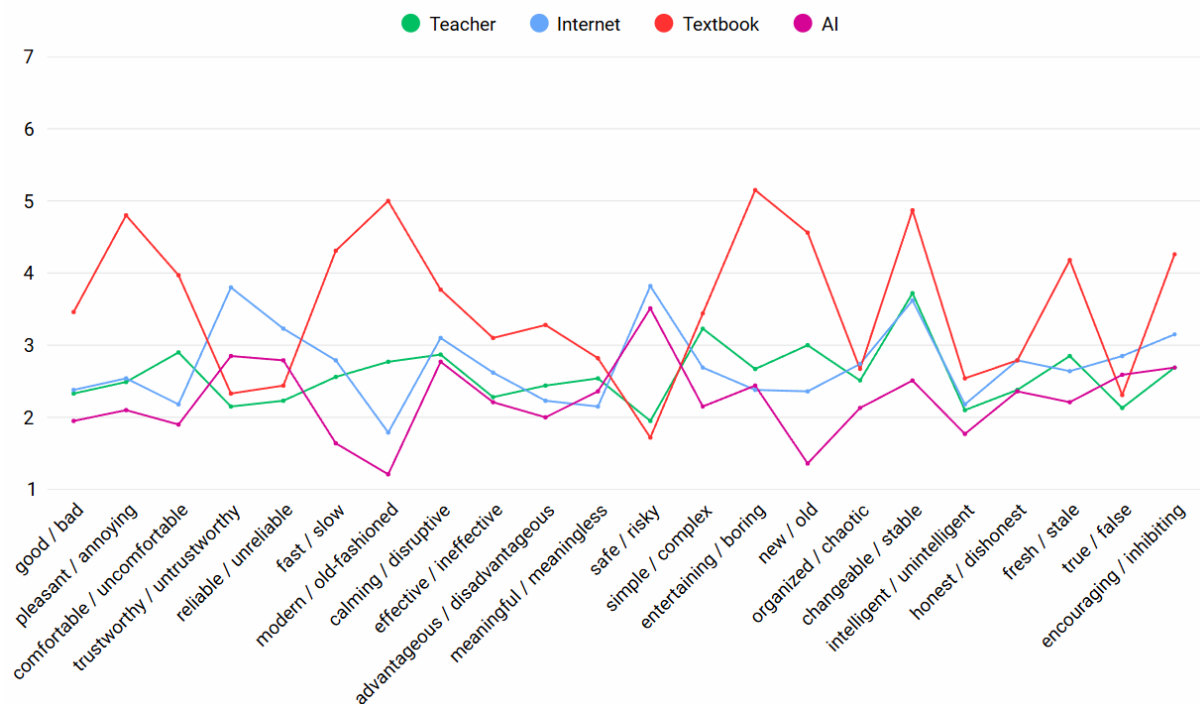


Figure 1 Mean Semantic Differential Ratings by Source Across Adjective Pairs

AI received the most positive affective ratings (e.g., "modern/old-fashioned" = 1.21), but girls trusted it less than boys. Teachers and the Internet ranked in the middle (means \approx 2.1-3.0), with teachers ranking high in safety (1.95) and trustworthiness (2.23). Textbooks ranked lowest overall (down to 5.15 in the "fun/boring" category).

Table 1 Factor analysis

Adjective Pair	Teacher		Internet		Textbook		AI	
	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2	Factor 1	Factor 2
good / bad	0.7921	0.3789	0.7858	0.2615	0.7715	0.4517	0.8104	0.3284
pleasant / annoying	0.8955	0.1476	0.7365	0.4249	0.8156	0.2784	0.7792	0.3757
comfortable / uncomfortable	0.8045	0.1006	0.7846	0.2804	0.7580	0.3817	0.5696	0.3953
entertaining / boring	0.8055	0.0873	0.7380	0.3463	0.8457	0.0386	0.7368	0.3403
trustworthy / untrustworthy	0.7676	0.1956	0.3421	0.8007	0.7861	0.3027	0.8445	0.1687
safe / risky	0.1308	0.8350	0.0159	0.7937	0.9125	0.0434	0.7353	0.1226
intelligent / unintelligent	0.6863	0.3506	0.5818	0.3491	0.7648	0.3200	0.3859	0.7428
true / false	0.6845	0.3776	0.1494	0.8549	0.8910	0.1712	0.8193	0.2707
fast / slow	0.2203	0.7201	0.7927	0.1854	0.7065	0.2235	0.4486	0.7735
modern / old-fashioned	0.6703	0.3473	0.8549	-0.0270	0.8231	0.1474	0.1869	0.9073
new / old	0.7061	0.0757	0.7660	-0.0410	0.7150	0.1946	0.1371	0.9191
effective / ineffective	0.7330	0.3619	0.7516	0.3446	0.5301	0.6541	0.7629	0.4507
Explained Variance	5.8053	1.9599	5.3090	2.7267	4.7523	3.7955	5.0459	3.6743
Proportion of Total	0.4838	0.1633	0.4424	0.2272	0.3960	0.3163	0.4205	0.3062

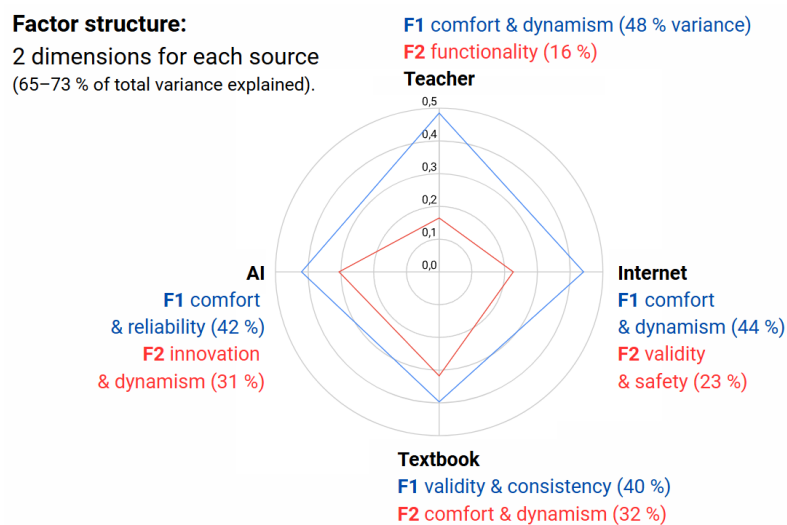


Figure 2 Factor Variance Proportions Across Knowledge Sources

Primary school students rated teachers and textbooks significantly better than middle school students ($p < .01$), and boys rated comfort using the Internet and both AI factors better than girls ($p < .01$), indicating persistent differences in confidence in technical areas.

Gender differences in Internet (comfort and dynamics) and AI (both dimensions): boys rated these technological resources more positively than girls ($p < .01$), indicating differences in trust in technical domains. Textbooks: Girls perceive higher comfort and dynamics and validity/consistency than boys ($p < .01$). Overall, the strongest gender difference appears for AI innovation/dynamics (factor 2) with a medium effect size, while all other significant differences fall in the small to medium range.

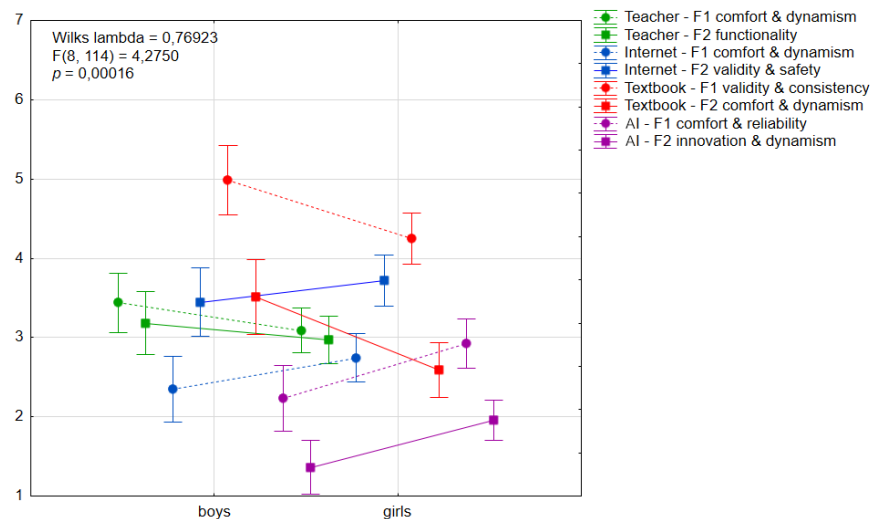


Figure 3 Mean Factor Scores by Gender Across Knowledge Sources

CONCLUSIONS

Comparing AI with teachers, textbooks, and the Internet, we show that AI combines high attractiveness and innovation with significant gender differences in trust. Effect size estimates show that these differences range from small (Internet comfort, $r \approx .19$) to medium (AI innovation/dynamism, $r \approx .37$), highlighting that boys' greater trust in technological resources is both statistically and practically significant. These findings point to a persistent "trust gap" in girls' evaluations of AI and other technological tools. This mirrors public perception patterns (Brauner et al., 2023) and reflects confidence gaps in technical domains (Armutat et al., 2024). To close this gap, we recommend hands-on AI activities in class and girls-focused workshops on transparency and control.

We plan to implement this validated semantic-differentiation tool with a larger, more representative sample of students. A larger dataset will allow us to confirm these patterns across regions and school types, resulting in stronger, generalizable conclusions for educational practice and policy.

ACKNOWLEDGEMENT

Contribution was supported by project VEGA 1/0051/25 *Development of the Digital Competence in Future Science Teachers* (Model rozvoja digitálnych kompetencií budúcich učiteľov prírodných vied).

REFERENCES

- Armutat, S., Wattenberg, M., & Mauritz, N. (2024). Artificial Intelligence – Gender-Specific Differences in Perception, Understanding, and Training Interest. In *Proceedings of the 7th International Conference on Gender Research* (Vol. 7, No. 1, pp. 36–43).
- Brauner, P., Hick, A., Philipsen, R., & Ziefle, M. (2023). What does the public think about artificial intelligence?—A criticality map to understand bias in the public perception of AI. *Frontiers in Computer Science*, 5, 1113903. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2023.1113903>
- Kim, S., & Jung, Y. (2023). Development of semantic differential scales for artificial intelligence agents. *International Journal of Social Robotics*, 15(7), 1155–1167. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-01010-3>

VPLYV BÁDATEĽSKY ORIENTO VANÉHO VYUČOVANIA GEOGRAFIE NA VNÚTORNÚ MOTIVÁCIU ŽIAKOV

Martina Škodová

Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, martina.skodova@umb.sk

Úvod

Požiadavky na vzdelávanie, vychádzajúce z aktuálnych trendov zreteľných v pedagogické teórii i praxi, smerujú okrem iného i k potrebe podpory vnútornej motivácie žiakov. Predložená štúdia preto reaguje na potrebu výskumu vplyvu jednotlivých vyučovacích stratégií na vnútornú motiváciu žiakov. Viaceré výskumy (Karolčík, Laštiková & Čipková, 2020; Karolčík & Csachová, 2021) potvrdzujú, že vyučovanie geografie je na Slovensku stále zamerané najmä na memorovanie vzájomne nesúvisiacich informácií bez prepojenia na empirickú skúsenosť a je vedené prioritne transmisívnym spôsobom. V rámci nového ŠVP je jedným z cieľov 3. cyklu vo vzdelávacej oblasti Človek a spoločnosť „vyberať, navrhnuť a uplatniť metódy a postupy získavania, analýzy a interpretácie informácií vedúce k riešeniu rôznych úloh, výziev a problémov“ (MINEDU, 2024, s. 26). Efektívnou stratégiou na rozvoj týchto požadovaných spôsobilostí u žiakov je bádateľsky orientované vyučovanie (ďalej BOV). Vychádza z konštruktivismu a jeho podstatou je, že žiaci sa k podstatným pojmom, vzťahom medzi nimi a zovšeobecneným tvrdeniam (zákonitostiam), dopracovávajú vlastným skúmaním a objavovaním (Dinisman et al., 2015). Hlavným cieľom štúdie bolo zistiť, či implementácia BOV geografie pozitívne ovplyvnila vnútornú motiváciu žiakov ZŠ.

METÓDY, VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hlavným cieľom štúdie bolo zistiť, či implementácia BOV geografie pozitívne ovplyvnila vnútornú motiváciu žiakov. Zisťovali sme tiež, či existuje vzťah medzi pozorovanými škálami vnútornej motivácie. Použitý bol kvázi experimentálny dizajn, kedy sa žiaci ZŠ (N = 189) zúčastnili tradičnej a bádateľskej vyučovacej hodiny. Výskum prebiehal v troch etapách v rokoch 2021 – 2024 v deviatich piatackých triedach na Slovensku. V každej z tried boli s odstupom niekoľkých dní odučené dve vyučovacie hodiny s rovnakou témou, prvá z nich bola vedená tradičným spôsobom (kontrolná skupina) a druhá bádateľským spôsobom (experimentálna skupina). Bádateľsky orientované hodiny vychádzali z pracovných učebníc ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj 1-3 pre 5. ročník ZŠ (Škodová a kol., 2020). Témy vyučovania boli: Sopečná činnosť, Činnosť ľadovcov, Vznik dažďa, Globálne environmentálne problémy, Typy krajín na zemi a Turistická mapa.

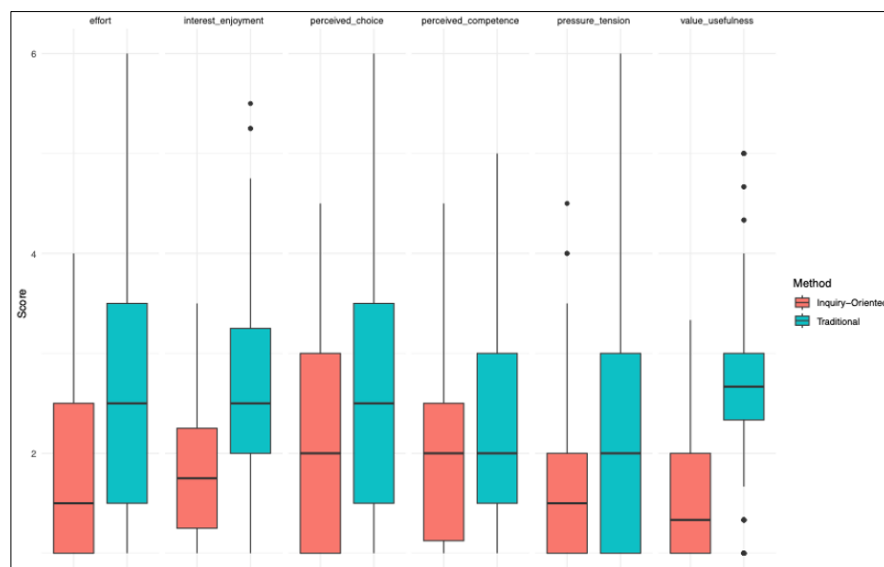
Výskumným nástrojom bol štandardizovaný dotazník vnútornej motivácie IMI (McAuley, Duncan & Tammen, 1989). Získané dáta boli spracované štatistickým programom R. Na vyhodnotenie vnútornej konzistencie v každej subškále vnútornej motivácie sme použili Cronbachovo alfa. Normalita bola posudzovaná pomocou vizuálnych (histogramy, Q-Q grafy) aj štatistických testov (napr. Shapiro-Wilkov test). Výsledky ukázali nenormálne rozdelenie vo všetkých subškálach, preto sme hypotézu „Prostredníctvom BOV geografie dosiahnu žiaci vyššiu vnútornú motiváciu na VH, ako je tomu pri tradičnom spôsobe vyučovania,“ testovali neparametrickým Mann-Whitney U testom (na hladine významnosti $p < 0,05$).

Na základe štatistickej analýzy (Mann-Whitneyho U test) výsledkov merania môžeme konštatovať, že stanovená hypotéza bola potvrdená. Zistené boli štatisticky významné rozdiely v prospech BOV vo všetkých subškálach (Tab. 3).

Tab. 1 Porovnanie hodnôt subškál vnútornej motivácie medzi skupinami s tradičným a bádateľským vyučovaním geografie (Mann-Whitneyho U test, N = 372).

Subškála	Mann-Whitney U	r (Z /√N)	p-hodnota
Záujem/Potešenie	25968	0.43	< 2.2e-16
Vnímaná kompetentnosť	20244	0.15	0.00391
Úsilie	23994	0.33	5.883e-11
Vnímaná možnosť voľby	23197	0.29	8.429e-09
Hodnota/Užitočnosť	30446	0.66	< 2.2e-16
Tlak/Napätie	21974	0.23	3.589e-06

Najväčší efekt bol zaznamenaný pri subškále Hodnota/Užitočnosť ($r = 0,66$) a Záujem/Potešenie ($r = 0,43$). Ostatné efekty mali malú až strednú veľkosť. Pre sledovanú výskumnú vzorku žiakov teda malo BOV pozitívny vplyv v porovnaní s tradičnými vyučovacími koncepciami (obr. 1). Najmenší efekt sme zaznamenali v subškálach Vnímaná kompetentnosť ($r = 0,15$) a Tlak/Napätie ($r = 0,23$). Vysvetľujeme to malými skúsenosťami žiakov s BOV a skupinovými formami práce.

**Obr. 1 Výsledky štatistickej analýzy (Mann-Whitneyho U test, N=372) úrovne vnútornej motivácie žiakov počas BOV a tradičného vyučovania v rámci jednotlivých subškál vnútornej motivácie.**

Zistili sme tiež stredne silné korelácie (0,4 – 0,6) medzi subškálami Hodnota/Užitočnosť vs. Tlak/Napätie a Hodnota/Užitočnosť vs. Vnímaná možnosť voľby.

Na základe pozorovania edukačného procesu je však potrebné dodať, že tak ako ktorákoľvek vyučovacia metóda či stratégia, ani BOV nevyhovuje všetkým žiakom. Stotožňujeme sa s názorom Bureau a kol. (2021), že v motivovanosti žiaka sa môžu prejavovať jeho osobnosť, záujmy, zvyky, ideály, vonkajšie faktory a pod. Žiaci, ktorí preferujú naučiť sa učiteľom podanú porciu hotových poznatkov, nemusia oceniť autonómnosť a otvorenosť bádania. Pre niektorých žiakov bolo ťažšie začať pracovať na zadaných úlohách, pre iných pri nich vydržať (vstupná a priebežná motivácia). Pozorovali sme, že pôvodná vstupná motivácia sa môže u žiakov vytrácať. Odporúčame ju udržiavať napr. stanovením čiastkových cieľov, rozkúskovaním väčších a komplexnejších úloh na menšie a doplnením o spätnú väzbu učiteľa či spolužiakov.

ZÁVERY

Overovanie účinnosti jednotlivých stratégií a metód v procese edukácie je veľmi dôležité. Ešte väčšiu dôležitosť však nadobúda vtedy, keď daný pedagogický výskum pomôže presadiť efektívne

stratégie a metódy vyučovania v praxi. Cieľom štúdie bolo zistiť, či implementácia BOV geografie pozitívne ovplyvnila vnútornú motiváciu žiakov piateho ročníka ZŠ. Výsledky štatistického spracovania dát odhalili, že BOV malo, v porovnaní s tradičnými vyučovacími koncepciami, signifikantne pozitívny vplyv. Najväčší efekt bol zaznamenaný pri subškále Hodnota/Užitočnosť a Záujem/Potešenie. Toto zistenie je dôležitým argumentom pre podporu implementácie prvkov bádania do edukácie, čo je zdôrazňované aj v aktuálne pripravovanom kurikule základného vzdelávania na Slovensku a v správach medzinárodných meraní. Prijatie a realizácia BOV v školskej geografii však predstavuje paradigmatickú zmenu v myslení aj konaní nielen učiteľov, ale aj pracovníkov všetkých zložiek školského systému.

V závere je nutné dodať, že i keď sonda medzi žiakmi piateho ročníka ZŠ na Slovensku priniesla zaujímavý vhľad do problematiky vplyvu BOV na vnútornú motiváciu žiakov, nedá sa, vzhľadom na malý počet respondentov, hovoriť o celkovo objektívnej analýze. Štúdia odкрýva rad otázok, ktorým je potrebné venovať ďalšiu odbornú pozornosť.

POĎAKOVANIE

Štúdia bola spracovaná s podporou projektu KEGA – Copernicus v geografickom vzdelávaní: metodické materiály na popularizáciu využitia satelitných snímok na stredných školách (Grant č. 009UMB-4/2025).

LITERATÚRA

Bureau, J. S., Howard, J. L., Chong, J. X. Y., & Guay, F. (2022). Pathways to student motivation: A meta-analysis of antecedents of autonomous and controlled motivations. *Review of Educational Research, 92*(1).

Dinisman, T., Gidron, A., & Shachar, H. (2015). Inquiry-based learning in geography. *Handbook of Research on Science Education, 345-358*.

Karolčík, Š., & Csachová, S. (2021). Bádanie a bádateľské prístupy vo vyučovaní geografie. *Geografia, 29*(2), 24-39.

Karolčík, Š., Laščíková, B., & Čipková, E. (2020). Uplatňovanie bádania a bádateľských učebných metód v geografickom vzdelávaní. *Biológia, chémia, zemepis, 29*(4), 24-39.

McAuley, E., Duncan, T. & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: a confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 60*(1), 48-58.

MINEDU (2024). *Vzdelávacie štandardy: Vzdelávacia oblasť Človek a spoločnosť*. Prevzaté z https://www.minedu.sk/data/files/12273_clovek-a-spolocnost.pdf

Škodová, M., Chrenková, M., Schubertová, R., & Balážovič, Ľ. (2020). *ExpEdícia – skús, skúmaj, spoznaj 3: Biológia a geografia pre 5. ročník ZŠ* (2nd ed.). Bratislava: Indícia, n.o.

OPINIONS OF PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS ON THE DIGITAL TECHNOLOGIES AND THEIR IMPLEMENTATION TO EDUCATION PROCESS

Dominik Šmida, Anna Drozdíková, and Alexander Kmet'

^a Dpt. of Didactics in Science, Psychology and Pedagogy, Faculty of Natural Sciences, Comenius University Bratislava, smida8@uniba.sk; anna.drozdikova@uniba.sk; kmet45@uniba.sk

INTRODUCTION

In the contemporary digital era, it is essential to adapt the teaching to reflect the ongoing digital trends. According to Haleem et al. (2022), integrating digital technology (DT) into educational practice creates a more attractive, engaging, and dynamic learning environment that actively involves students in the learning process, provides quicker feedback, and fosters students' creative thinking. Furthermore, through DT, students' digital literacy is developed (Reddy et al., 2020), and their problem-solving skills are enhanced which helps them adapt to a rapidly changing technological world (Haleem et al., 2022). For teachers, DT also represents an invaluable tool for creating and using educational or instructional materials, organising lessons, as well as collaborating and communicating with students (Haleem et al., 2022; Reddy et al., 2020).

Nevertheless, the implementation of DT is not always straightforward, and is often associated with various obstacles that may affect teachers' attitudes towards their use (Cavas et al., 2009). The most prevalent barriers include teachers' lack of experience with DT (Haleem et al., 2022; Singh, 2021), concerns that students might spend excessive amounts of time in front of computer screens, fears that DT might disadvantage students with lower socioeconomic status (Haleem et al., 2022), and the possibility that DT could facilitate cheating among students (Haleem et al., 2022; Blau & Eshet-Alkalai, 2017). However, despite these drawbacks, DT plays a crucial role in shaping the future of education (Haleem et al., 2022). Therefore, it is essential to train a generation of teachers capable of effectively implementing DT into practice.

Therefore, our research objective is to investigate the attitudes of pre-service chemistry teachers towards DT and its implementation into the teaching process. This will allow us to better adapt the content of university courses focused on this topic, thereby enhancing the quality of undergraduate teacher training. In alignment with our research aim, we formulated the following two research questions (RQs):

- RQ1: What advantages, disadvantages, limitations, or obstacles associated with the use of DT in chemistry education are perceived by pre-service chemistry teachers?
- RQ2: How do pre-service chemistry teachers perceive the future of using DT in the educational process?

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

The research was conducted on a sample of 20 pre-service chemistry teachers studying at the Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava. The students were asked to write an argumentative essay, appears to be a suitable research instrument for capturing respondents' views and attitudes on specific issues (Holečková, 2017). In their essays, students were required to take a stance on DT in education, describe the advantages, disadvantages, and limitations they perceive in practice, and express their opinions regarding DT usage in their own (future) teaching practice. The length of the essay was optional, and students had 90 minutes to complete it, using only pen and paper. The essays were subsequently evaluated using content analysis (Prokša et al., 2008). For

answering RQ1, three analytical categories were defined: ("*advantages and disadvantages of DT*", "*limitations and barriers associated with DT implementation*", and "*suggestions for overcoming barriers and limitations associated with DT.*") For answering RQ2, two analytical categories were established: ("*future of DT in education*", and "*use of DT in one's own teaching practice*").

In the category "*advantages and disadvantages of DT*", pre-service teachers most frequently mentioned advantages such as facilitating teachers' access to a vast amount of information ($n = 10$), help with lesson planning ($n = 8$), and enabling faster preparation of teaching materials and tests for pupils ($n = 7$). Similar advantages have also been reported by Reddy et al. (2020). However, the analysis of the results suggests that respondents perceive these benefits primarily from the perspective of teachers rather than from the learners' perspective. Consequently, it would be beneficial to emphasize this aspect more prominently during their undergraduate training. On the other hand, a positive outcome of the study is that students are aware of the threats of DT, such as higher financial demands placed on schools and teachers, and the frequent absence of free software or applications ($n = 11$). Another identified threat was disadvantaging pupils from lower socioeconomic backgrounds ($n = 5$), a concern also highlighted in the study by Haleem et al. (2022).

In the category "*limitations and barriers associated with DT implementation in practice*", pre-service teachers most frequently mentioned teachers' age ($n = 11$), as they believe that older teachers typically possess lower levels of skills necessary for mastering and using DT compared to their younger colleagues ($n = 9$). However, this stereotypical perception is challenged by Keržič et al. (2021), who found no significant relationship between teachers' age and their use of DT in teaching practice. Another commonly cited barrier was the insufficient financial resources available to schools, resulting in poorer technical support ($n = 8$), as well as teachers' fear of experimenting with new technologies ($n = 6$). In the category "*suggestions for overcoming barriers and limitations associated with DT*", pre-service teachers usually proposed addressing these barriers by attending courses or training sessions, where they could learn how to effectively use DT ($n = 14$). This idea is also supported by Dagdilelis (2018), who identifies the teacher as a determining factor in successfully implementing DT in school environments, thus highlighting the necessity of providing adequate education in this area. Additionally, pre-service teachers suggested improving funding of education ($n = 7$) as state-funded schools in Slovakia have faced long-term financial underfunding. Therefore, three respondents presented an interesting proposal in their essays, suggesting getting financial support for new DT in schools from projects. Based on these findings, it is evident that undergraduate training of pre-service teachers should not only focus on educating them about using and implementing DT but should also introduce them to various ways of obtaining financial resources for acquiring these technologies.

In the category "*future of DT in education*", pre-service teachers commonly indicated future of DT in its integration with artificial intelligence (AI), which will become an essential part of our everyday lives ($n = 16$). These respondents also view AI as a valuable tool for both teachers and pupils, emphasising the necessity of its thoughtful use and critical evaluation of outputs generated by AI. Additionally, respondents stated that DT such as virtual reality, virtual excursions, and similar would become more integral to the educational process ($n = 4$). In the category "*use of DT in one's own teaching practice*", we found that all surveyed pre-service teachers plan to integrate DT into their future teaching practice, which we consider a positive outcome. This aligns with the findings of Dagdilelis (2018). This perspective is aptly summarised by respondent R8: "Digital technologies represent the future, and as future teachers, we must work with them, as we cannot avoid them. Therefore, digital technologies need to be integrated, not ignored." Additionally, it should be noted that half of the surveyed pre-service teachers plan to use DT in moderation, recognising that DT cannot fully replace all other teaching approaches.

CONCLUSIONS

The research findings suggest that pre-service chemistry teachers are aware not only of the advantages associated with using DT in education but also of various disadvantages and obstacles that may arise during their implementation into practice. Therefore, within undergraduate teacher training, it is essential not only to educate pupils on the practical use of DT but also to highlight the added value of DT for learners and introduce various methods to help pre-service teachers overcome barriers limiting DT usage. Another positive outcome is that surveyed pre-service teachers envision the future of education closely linked to DT, especially in connection with artificial intelligence, which should consequently become a crucial component of university course curricula focusing on DT integration. However, it is important to acknowledge that the research was conducted on a small sample, and thus, the results cannot be generalised to the entire population.

ACKNOWLEDGEMENT

The paper was developed within the framework of projects: National Project Digital Transformation of Education and School DitEdu ITMS2014+:401402DVR6, funded by the EU under the Slovakia Programme; the KEGA Project No. 021UK-4/2025 Curricular transformation of courses for future science teachers in accordance with modern trends using digital technologies; and the KEGA Project No. 086UK-4/2024 The schoolyard as a space for pupil's science inquiry and investigation with the support of mobile technology.

REFERENCES

- Blau, I., & Eshet-Alkalai, Y. (2017). The ethical dissonance in digital and non-digital learning environments: Does technology promotes cheating among middle school students? *Computers in Human Behavior*, 73, 629-637.
- Cavas, B., Cavas, P., Karaoglan, B., & Kislá, T. (2009). A Study on Science Teachers' Attitudes Toward Information and Communications Technologies in Education. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(2), 1-13.
- Dagdilelis, V. (2018). Preparing teachers for the use of digital technologies in their teaching practice. *Research in Social Sciences and Technology*, 3(1), 109-121.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, A. M., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285.
- Holečková, L. (2017). Přínosy písomného zachycení myšlenek studentů pro vlastní reflexi a rozvoj argumentačních dovedností. In P. Krpálek, & K. K. Krelová (Eds.). *Autoevaluační kultura a kvalita vzdělávání* (pp. 47-50). Praha: Extrasystem Praha.
- Keržič, D., Danko, M., Zorko, V., & Dečman, M. (2021). The Effect of Age on Higher Education Teachers' ICT Use. *Knowledge Management & E-Learning*, 13(2), 182-193.
- Prokša, M., Held, L., Haláková, Z., ..., & Žoldošová, K. (2008). *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Bratislava: UK v BA.
- Reddy, P., Sharma, B., & Chaudhary, K. (2020). Digital literacy: A review of literature. *International Journal of Technoethics*, 11(2), 65-94.
- Singh, M. N. (2021). Inroad of digital technology in education: Age of digital classroom. *Higher Education for the Future*, 8(1), 20-30.

DESIGN THINKING IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION

Martin Žáček and Lucie Solková

Dpt. of Informatics and Computers, Faculty of Science, University of Ostrava, Ostrava, Martin.Zacek@osu.cz

INTRODUCTION

Design Thinking (DT) has emerged in recent years as a powerful tool for educational innovation. It is a problem-solving methodology rooted in empathy, creativity, and iteration—originally developed in design and engineering fields (What is Design Thinking & Why Is It Beneficial?, 2025). Its implementation in schools enables students to develop collaboration, critical thinking, and the ability to tackle complex real-world challenges.

Research confirms that DT fosters deeper understanding of content, active student engagement, and the integration of theory and practice (Grau & Rockett, 2022). It also enhances soft skills like empathy and teamwork, which are increasingly essential in modern education (Henriksen et al., 2017). However, effective adoption of DT requires methodological support and commitment from both educators and school leadership (Henriksen et al., 2018).

METHODS

According to (Novakova Nedeltcheva & Shoikova, 2017), Design Thinking (DT) is a human-centred model aimed at creatively and innovatively solving complex problems for a target user. Support teamwork and the search for simple solutions to complex challenges. The concept gained popularity because of the IDEO design company, founded by David Kelley, which continues to play a key role in its development.

IDEO president Tim Brown describes DT as an approach that connects human needs with technological feasibility and business sustainability. For use in education, IDEO created the Toolkit for Educators (Designérské myšlení pro učitele: Soubor nástrojů, 2012), which presents methods and tools applicable in the classroom. Today, a five-phase process is commonly used (Designérské myšlení pro učitele: Soubor nástrojů, 2012):

1. **Discovery:** Lays the groundwork by deeply understanding the needs of students, teachers, parents, and administrators. Stay open to opportunities and draw inspiration for meaningful solutions. Good preparation clarifies the design challenge. Tools: research, interviews, surveys, other exploratory methods.
2. **Interpretation:** Turns observations into actionable insights. Beyond inspiring interviews and fieldwork, this phase uses storytelling, organization, and narrowing to a clear point of view. Tools: constructing situations and guiding inquiry with thoughtful questions.
3. **Ideation:** Generates many ideas. Brainstorming promotes expansive thinking—bold concepts often spark breakthroughs. With clear rules, it yields rich creative options. Tools: imagining altered situations and selecting the most promising ideas for development.
4. **Experimentation:** Brings concepts to life through prototypes. Tangible models enable learning by doing and fast feedback; even rough versions show how to refine. Tools: building and testing physical or digital prototypes.
5. **Evolution:** Develops the concept over time—plan next steps and share with potential supporters. Because change is gradual, monitor progress and build on new skills. Tools: reflecting on prior phases and iterating based on feedback and experience.

EXAMPLE OF IMPLEMENTATION IN AN ICT LESSON: TEACHING PROGRAMMING

- Objective: The student can apply their knowledge to programme a more complex application. The student can use all their knowledge of branching. The student can create a flowchart that corresponds to the given task. The student will practise basic arithmetic operations as well as exponentiation and root extraction.
- Year group: Year 10 (1st year of upper secondary school)
- Materials needed: Computer, task sheet, Code: Blocks development environment, exercise book, writing utensils
- Estimated time: 90 minutes

Methodology according to Design Thinking:

6. Motivation: In this phase, we aim to motivate students and, most importantly, give them a reason to programme their own calculator. Each of them probably owns a calculator and may sometimes forget to bring it to school. But how does a calculator actually work? Someone had to programme it. Let's give it a try ourselves. And at the same time, we'll practise using conditional statements (branching).
7. Defining the Task: At this stage, students have space to step into the user's role and define the task themselves. What do they expect? What should the calculator include? All ideas are then discussed together and potentially refined. Everything should ultimately match the task prepared by the teacher (see Table 1).

Table 1 Defining the Task

Calculator	
Task	Write a calculator programme that can perform the following operations: addition, subtraction, multiplication, division, exponentiation, and root extraction.
Instruction	<ul style="list-style-type: none"> • The programme should ask the user to enter an operation (+, -, *, /, ^, r). • Then, it should ask the user to input two numbers. • Based on the selected operation, the programme should perform the corresponding calculation and display the result. • If the user selects exponentiation (^), the second number must be greater than zero; otherwise, the programme should display an error message. • If the user selects root extraction (r), the first number will be rooted using the second number.

```
Zadejte operaci (+, -, *, /, ^, r): r
Zadejte dve cisla: 225
2
2.00 odmocnina z 225.00 = 15.00
```

Figure 1 Possible output for the 'Calculator' task

8. Designing the Solution: Students then try to create a flowchart to think through possible approaches. Each student is entitled to consult their design with the teacher.
9. Problem-Solving (Implementation): Now the real work begins. Each student should work independently, although they may need help or confirmation of their next steps. In this phase, the teacher acts as a moderator or a helpful guide when needed.
10. Testing: In the final part of the lesson, students test their own programme. If the programme works, they demonstrate their solution to the teacher.

Notes: For more advanced students, the task can be extended to include additional mathematical operations. Student assessment for this activity is entirely at the teacher's discretion.

CONCLUSIONS

Design Thinking (DT), with its five phases—Discovery, Interpretation, Ideation, Experimentation, and Evolution—serves as a flexible framework for innovation and problem-solving. It aligns closely with stages like Empathy, Definition, Ideation, Prototyping, and Testing. Grounded in the principle that students learn best through active, hands-on engagement, DT supports the development of creative thinking, innovation, and problem-solving abilities. It is widely applied across disciplines to tackle real-world challenges.

This approach emphasizes user-centred, innovative solutions by combining creativity with empathy. Students engage in collaborative projects involving empathy, idea generation, prototyping, and real-world testing. They are encouraged to work in teams and design original solutions to authentic, meaningful problems.

ACKNOWLEDGEMENT

This publication is based on the results of a master's thesis (Solková, 2024) supervised by the author. The thesis was conducted at the University of Ostrava and provided the foundational research and data for this paper. The author gratefully acknowledges the contribution of the student whose work significantly informed the development of this study.

REFERENCES

- Designérské myšlení pro učitele: Soubor nástrojů.* (2012). Retrieved 2025-06-26, from https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/6474038/Design%20for%20Learning/IDEO_DTEdu_Czech_v2_toolkit+workbook.pdf
- Grau, S. L., & Rockett, T. (2022). Creating Student-centred Experiences: Using Design Thinking to Create Student Engagement. *The Journal of Entrepreneurship*, 31(2), S135-S159. <https://doi.org/10.1177/09713557221107443>
- Henriksen, D., Gretter, S., & Richardson, C. (2018). Design thinking and the practicing teacher: addressing problems of practice in teacher education. *Teaching Education*, 31(2), 209-229. <https://doi.org/10.1080/10476210.2018.1531841>
- Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140-153. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- Novakova Nedeltcheva, G., & Shoikova, E. (2017). Coupling Design Thinking, User Experience Design and Agile. In *BDIOT '17: Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing* (pp. 225-229). Association for Computing Machinery New York NY United States. <https://doi.org/10.1145/3175684.3175711>
- Solková, L. (2024). *Implementace Design Thinking v hodině Informatiky* [thesis]. University of Ostrava.
- What is Design Thinking & Why Is It Beneficial?* (2025). IDEOU. Retrieved from <https://www.ideo.com/blogs/inspiration/what-is-design-thinking>

DIFFERENTIATED GRADED CHEMISTRY TASKS FOR THE 7TH GRADE PUPILS IN LOWER-SECONDARY SCHOOLS

Dominika Špaková^a, Zuzana Haláková^{b*}, and Patrícia Szegedyová^b

^a Spojená škola, Školská 535/5, Lendak, dominika.koscakova@gmail.com

^b Dpt. of Science Education, Psychology and Pedagogy, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Bratislava, zuzana.halakova@uniba.sk, szegedyova3@uniba.sk

INTRODUCTION

Lower-secondary school classes (not only in Slovakia) are diverse in students' abilities, learning styles, backgrounds, and motivation. To ensure that everyone receives an education that is suited to their needs, it is necessary to consider an approach that is both differentiated and individualized in teaching, raising the question of whether it is feasible for one teacher to address the needs of 25–30 students individually. In most cases, an approach to internal differentiation within a teaching unit can result in beneficial outcomes. Group work, variation of tasks, and different forms of assessment are all effective strategies for ensuring that all students are mastering at a level appropriate to their abilities.

In this paper, one of the tools of learner differentiation, graded tasks, is examined. In the context of primary school mathematics education, these tools have been identified as a valuable resource for the initial stages of instruction (Brincková, 2005; Hejný, 2019; Švrček, 2008). However, there has been a gradual increase in the integration of these tools into lower-secondary education, not only in mathematics but also in language, geography, and science education (e.g. Brincková, 2005; Hejný, 2019; Šimik et al., 2023; Chamot, 2012,...). The graded series of problems represent three levels of the same knowledge, referred to as variants A, B, and C.

Their design is based on key educational theories such as differentiation, Bloom's revised taxonomy (Krathwohl, 2002), the Hejný method, self-regulated learning, Vygotsky's zone of proximal development, etc.

The assessment method is also specific. The goal is not to solve all the problems in the series, but to estimate one's strengths and solve the problem that best matches an individual's level of mastery. Most often, the assessment is paired (two-vector) (e.g., [grade, variant] = [1, 2]), point-based (e.g., correctly solving variant A (3pts), B (4 pts), C (5 pts)), or formative (Brincková, 2005; Hejný, 2019).

Research problem: What is the potential for using differentiated graded chemical tasks (DGCT) with seventh-grade primary school students?

The use of DGCT by 7th-grade students, selected from a collection created by the authors and reviewed by experts, is tested and verified in the present study. In addition, the extent to which the level of representation of chemical concepts (macroscopic, symbolic, submicroscopic) affects success in solving DGCT is examined. Finally, different strategies used when a variant in DGCT is chosen are identified.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

A set of 26 graded chemistry problem series was developed for the 7th grade pupils, focusing on topics: *Substances and their properties* and *Transformations of substances*. After being reviewed by chemistry teachers, six series were selected, tested with pupils, and revised for clarity. Each series contains tasks applying the same core knowledge, with increasing difficulty through varied contexts, representations (macro-, submicro-, symbolic), or required mathematical procedures and

competences. The final version was piloted with 177 pupils from 4 lower-secondary schools in two Slovak regions. Feedback was also obtained from students regarding their choice of options and comments on the tasks, as well as from teachers regarding the testing process. The selected series of tasks tested selected key knowledge at different levels of representation of chemical concepts (Table 1).

Table 1 Key knowledge and levels of representation of chemical concepts in each series of graded tasks

Series	Key knowledge	Forms of representation (via Johnstone)	Mathematical procedures and competencies*	Bloom revised taxonomy
1.	distinguish between the terms chemically pure substance and mixture	M ^{A,B} , SM ^{B,C}	C ^{A,B} , D ^{A,B} , D1 ^C , E2 ^C , F3 ^C	u ^A , a ^B , an ^C
2.	understand quantities occurring in the formula for calculating the mass fraction - mass of solvent, mass of solid	M ^{A,B,C} , S ^{A,B,C**}	D3 ^{A,B,C} , E2 ^A , E3 ^B , G2 ^C	a ^A , an ^B , e ^C
3.	importance of air to life, air pollution	M ^{A,B,C}	A ^A , C ^B , E ^C	an ^A , e ^B , c ^C
4.	distinguishing the concepts of chemical aggregation and chemical decomposition	M ^A , S ^B , SM ^C	A ^A , C ^B , D ^B , D3 ^C , F3 ^C	a ^A , an ^B , e ^C
5.	distinguishing between exothermic and endothermic reactions	M ^{A,B} , SM ^C	B2 ^A , D2 ^B , E3 ^B , D3 ^C , E3 ^C	u ^A , a ^B , an ^C
6.	understanding the effect of the number of reacting particles on the rate of chemical reactions	M ^A , SM ^{B,C}	C3 ^A , E2 ^B , D3 ^C , F3 ^C	a ^A , an ^B , e ^C

* according to PISA, 2013, Špaková, 2023

** the same form of representation but at different levels of knowledge mastery

The superscripts indicate in which variant the relevant form of representation and mathematical procedure occurred: M, SM, S – macroscopic, submicroscopic, symbolic forms of representation (Johnstone, 1982; Talanquer, 2011). Mathematical procedures: A: communicate, B: mathematize, C: create/use representation, D: argue and justify, E: create problem-solving strategies, F: use symbolic, formal, technical language and operations, G: use mathematical tools, 1: mathematical formulation of the situation, 2: use of mathematical concepts, facts, procedures and justifications, 3: interpretation, application and evaluation of results (according to PISA, 2013; Špaková, 2023). Bloom revised taxonomy – remember (r), understand (u), apply (a), analyse (an), evaluate (e), create (c)

RQ: What is the difference in students' success rates of solving variants targeting the macroscopic and submicroscopic levels of representation in each series of problems, taking into account the Bloom's revised taxonomy and the application of mathematical procedures and competences?

We used the following characteristics: descriptive characteristics expressing measures of position, variability, and shape, average success rate of students in DGCT, content validity of the worksheet, the strength of the relationship between students' results in completing the worksheet and their chemistry grades ($R = -0.471$), reliability of the worksheet – Cronbach's $\alpha = 0.702$.

Based on the Shapiro-Wilk test, the data did not show a normal distribution, we proceeded with a non-parametric ANOVA. The Kruskal-Wallis test revealed differences in all series of tasks, but did not specify which ones. Therefore, we used a post hoc DSCF test.

CONCLUSIONS

The obtained dataset and the limited scope of the extended abstract do not allow us to analyze and interpret the research results in more detail. However, we present some conclusions that are also supported by the gradation of the chemical concepts and phenomena representation (Johnstone, 1982; Talanquer, 2011), as well as cognitive difficulty of tasks according to Bloom's revised taxonomy (Kratwohl, 2002). In the first and fourth series of tasks, a statistically significant deviation at a significance level of 0.1% was found in the success rate of variant C (focusing on the submicroscopic level of representation) compared to variant A (focusing on the macroscopic level of representation). The results showed a higher success rate for variant C, indicating a preference

for submicroscopic representation over macroscopic representation and, at the same time, a higher level of cognitive difficulty in terms of Bloom's revised taxonomy. In five series of tasks, the variant with the lowest success rate focused on the macroscopic level; however, greater interest and experience with the submicroscopic level was also evident from the students' choice of variants. In four of the six series, the most frequently solved variant was the one in which students had to apply key knowledge at the submicroscopic level. A study of chemistry textbooks currently used in this grade, in conjunction with the feedback provided by respondents to the six solved DGCTs, suggests that familiarizing students with the submicroscopic level of representation may contribute to their choice of variant in the series and to their belief that they will be successful in it.

The most significant benefit of working with graded problem series is the option to choose a variant, thus allowing pupils to apply knowledge in line with the learning objectives and at a level appropriate to them. Despite the limited research on the application of graded problem series in chemistry teaching, we designed and tested them because they represent one way to ensure each pupil experiences success with respect to their abilities.

ACKNOWLEDGEMENT

The paper was developed within the framework of project: KEGA Project 021UK-4/2025 and Grant UK/1099/2025.

REFERENCES

- Brincková, J. (2005). Differentiated graded tasks and written work in primary school mathematics, in *Mathematics in school today and tomorrow*. Ružomberok: PedF KU, 34-39.
- Chamot, A. U. (2012). Differentiated instruction for language and learning strategies: Classroom applications. *Perspectives on individual characteristics and foreign language education*, 1, 115-129.
- Hejný, M. (2019). *Diagnostic and gradual tests* [online]. Retrieved from <http://blog.h-mat.cz/blog/diagnosticke-gradovane-testy>.
- Johnstone, A.H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41(4), 212-218.
- PISA, 2013. Programme for International Student Assessment. (2013). Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/>
- Šimik, O. et al. (2023). Gradované úlohy v geografickém vzdělávání na základní škole. Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta, katedra preprimární a primární pedagogiky.
- Špaková, D. (2023). *Graded tasks as a means of developing mathematical literacy in the content of chemistry at ISCED 2 level*. [Diploma thesis]. Bratislava: PriF UK. supervisor: doc. Haláková, 94 s.
- Švrček, J. (2008). *Creation and use of graded chains of mathematical problems*. 1st ed. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4018-7.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry „triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.

DEVELOPMENT AND CZECH VALIDATION OF THE CALIL TOOL IN UNIVERSITY CHEMISTRY LABS

Tadeáš Matěcha^a, Karel Štícha^b, and Martin Rusek^a

^aDpt. of Chemistry and Chemistry Education, Faculty of Education, Charles University in Prague, 72795477@cuni.cz

^bDpt. of Mathematics, Informatic and Cybernetics, University of Chemistry and Technology in Prague

INTRODUCTION

Understanding how students experience laboratory work in chemistry extends beyond cognitive outcomes and includes affective and conative dimensions. These aspects, such as motivation, emotion, self-regulation, and volitional strategies, play a critical role in shaping how students engage in inquiry and knowledge-building. While several instruments have explored these non-cognitive dimensions (e.g., MLLI, CAEQ, SAT), few have addressed them specifically within the epistemic practices of laboratory education (Dalgety et al., 2003; Galloway & Bretz, 2015; Yoon et al., 2015).

To address this, Hendra Agustian (University of Copenhagen) developed the Conative and Affective Learning in the Laboratory (CALIL) instrument. CALIL aims to measure how students approach laboratory learning in terms of epistemic affect, epistemic conation, self-efficacy, emotional barriers, and perceived value of laboratory experiences. It builds upon prior validated tools and has undergone testing in four international higher education contexts: Denmark, USA, Indonesia, and the Czech Republic. The current contribution presents the Czech translation, adaptation, and pilot validation of CALIL in the context of undergraduate chemistry education.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

For its Czech implementation, a four-stage translation process was performed. First, the original English version of the questionnaire was translated into Czech using AI-assisted machine translation (ChatGPT). This version was then independently translated back into English by academic researcher members of the Department of Chemistry and Chemistry Education at Charles University. Original and back-translated English versions were compared to identify discrepancies, and these were discussed among three researchers until consensus was reached on each item. The finalized Czech version was subsequently sent to Hendra Agustian for review and approval. The resulting version was used in a pretest–posttest format during a semester including two laboratory courses at a Czech university.

In 2025, a pilot validation was conducted with $N = 55$ undergraduate students enrolled in laboratory-based chemistry instruction, including introductory laboratory and organic chemistry courses. All participants completed the questionnaire at the beginning and end of the course. The CALIL items were grouped into twelve domains; among these, four key epistemic-affective dimensions were emphasized: laboratory self-efficacy (confidence in understanding theory and performing experiments), epistemic engagement (curiosity, problem-solving, use of evidence), perceived value of lab learning (usefulness, interest, relevance), and affective barriers (nervousness, frustration, time pressure). Domain scores were calculated as averages of 1–10 Likert-scale item responses.

Internal consistency was assessed using Cronbach's alpha and McDonald's omega (see Table 1) for each domain at both time points. Epistemic engagement and affective barriers domains showed strong reliability (e.g., alpha > .80). In contrast, domains with only two items, such as laboratory self-efficacy, showed lower coefficients (alpha \approx .49 pretest; .67 posttest). In all cases, omega values

closely mirrored alpha values, supporting consistency. The domain “Perception of time pressure” was excluded from this analysis, as it was represented by a single item and thus lacks both Cronbach’s alpha and McDonald’s omega values. These results are aligned with expectations for an instrument in the early stages of local validation.

To examine responsiveness, Wilcoxon signed-rank tests compared pretest and posttest domain scores. Positive emotions showed a statistically significant increase ($p = .027$), suggesting improved student comfort or enjoyment with lab work by the semester’s end. Other domains showed stability, which may reflect high baseline values or limited intervention duration. Furthermore, Spearman correlations between pretest and posttest scores indicated moderate stability in domains such as positive affect, while others, such as volitional strategies, had weaker associations—potentially due to item variability or situational sensitivity.

Table 1. Internal consistency of selected CALIL domains in the Czech pilot study, measured by Cronbach’s alpha and McDonald’s omega (pretest and posttest).

(Cronbach’s alpha: measure of internal consistency based on average inter-item correlation; Cronbach, 1951.

McDonald’s omega: reliability estimate based on factor loadings from a one-factor model; Dunn et al., 2014.)

Domain	Cronbach’s alpha		McDonald’s omega	
	pretest	posttest	pretest	posttest
Conceptual strategy	0.554	0.697	0.556	0.697
Epistemic affect	0.642	0.604	0.642	0.612
Epistemic goal orientation	0.783	0.803	0.839	0.818
Extrinsic goal orientation	0.670	0.664	0.703	0.669
Task value	0.465	0.571	0.677	0.756
Negative emotion	0.756	0.797	0.779	0.807
Collaborative strategy	0.825	0.739	0.835	0.746
Motivational strategy	0.590	0.414	0.591	0.414
Volitional strategy	-0.461	0.084	0.004	0.338
Positive affect	0.092	0.205	0.093	0.206
Perception of time	–	–	–	–

The present findings also carry practical implications for instructors and curriculum designers. CALIL scores may be interpreted not only descriptively, but as actionable feedback on how laboratory instruction meets — or fails to meet — students’ affective and conative needs. For example, stable or high scores in epistemic engagement may indicate that the current course design promotes inquiry and evidential reasoning effectively and thus can be preserved as a strong feature. In contrast, persistently low values or lack of improvement in barriers-related domains (e.g., nervousness, time pressure, perceived lack of control) may signal the need to modify pacing, embed explicit scaffolding, or redesign feedback practices to reduce avoidable affective load.

Similarly, domains reflecting low self-efficacy or volitional strategies could encourage instructors to insert pre-lab priming activities, micro-checkpoints, or structured reflection to strengthen students’ sense of agency. Because CALIL captures change across time, repeated measurement within a course sequence allows departments to monitor whether instructional adjustments translate into affective or conative gains. In this way, the tool can serve not only as a research instrument, but as a formative diagnostic to guide iterative optimisation of laboratory curricula based on documented student needs rather than intuition.

CONCLUSIONS

This study presents the Czech translation and pilot validation of the CALIL instrument, originally developed by Hendra Agustian to assess non-cognitive learning aspects in laboratory settings. The multi-step translation procedure ensured linguistic and conceptual alignment between the English and Czech versions. Preliminary findings support the instrument's reliability in key domains and its suitability for assessing affective and conative elements of laboratory learning in Czech higher education. While some domains require refinement (especially those with only two items), the tool provides valuable insight into students' lab-related experiences, motivation, and perceived challenges.

Future work will focus on increasing sample size, refining weaker subscales, and conducting factor analyses to validate the assumed domain structure in Czech. Cross-context comparisons with data from other countries will further contribute to the instrument's international robustness.

ACKNOWLEDGEMENT

We are grateful to Hendra Agustian for developing the CALIL instrument and supporting our Czech implementation. We also thank participating students and colleagues Lucie Hamerská and Dominika Koperová for assistance with data collection. This work was supported by internal research funding at Charles University.

REFERENCES

- Agustian, H. (in prep.). Conative and Affective Learning in the Laboratory (CALIL): Instrument development and international validation. University of Copenhagen.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Dalgety, J., Coll, R. K., & Jones, A. (2003). Development of chemistry attitudes and experiences questionnaire (CAEQ). *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 649–668.
- Dunn, T. J., Baguley, T., & Brunsden, V. (2014). From alpha to omega: A practical solution to the pervasive problem of internal consistency estimation. *British Journal of Psychology*, 105(3), 399–412.
- Galloway, K. R., & Bretz, S. L. (2015). Development of an assessment tool to measure students' meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92(7), 1149–1158.
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. J. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics. *School Science and Mathematics*, 114(6), 271–280.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217.
- Yoon, H. G., Joung, Y. J., & Kim, M. (2015). Development of the Scientific Attitudes Test for middle school students. *International Journal of Science Education*, 37(2), 327–345.

ANALÝZA KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTŮ Z POHLEDU MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VAZEB A JEJÍ VYUŽITÍ

Petra Konečná^a a Dana Kričfaluší^b

^a Katedra matematiky, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, petra.konecna@osu.cz

^b Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, kricfalusi.dana@gmail.com

VYMEZENÍ POJMŮ

V oblasti vzdělávání a vědy se pro popis integrace obsahu a přístupů používá řada pojmů, jako např. mezipředmětový, mezioborový, interdisciplinární, transversální nebo transdisciplinární. Tyto pojmy jsou však často zaměňovány nebo nejsou terminologicky jasně vymezeny (Hudecová, 2004).

S ohledem na to, jak s těmito pojmy pracuje RVP pro gymnázia (RVP G, 2007), chápeme v našem příspěvku pojem „mezipředmětový“ jako vztah mezi dvěma či více vyučovacími předměty, který se projevuje v návaznosti učiva a metod ve výuce. Naproti tomu „mezioborový“ vztah vnímáme jako propojení mezi dvěma či více vědeckými obory, tedy spíše v teoretickém a výzkumném rámci. Uvědomujeme si však úzkou souvislost mezi těmito pojmy s ohledem na to, že mezipředmětový je v podstatě mezioborový v případě, že se jedná o transformovaný vědní obor na úroveň vzdělávacího oboru.

Dále rozlišujeme typy mezipředmětových vazeb: obsahové (obsahová shoda učiva), metodické (shodné metody práce) a časové (koordinace výuky v čase) (Janás, 1985). Tyto typy lze využít i při identifikaci vnitropředmětových vazeb, např. v matematice.

MOTIVACE K ŘEŠENÍ PROBLEMATIKY

Na základě reflexí z výuky, rozhovorů se studenty a analýzy studentských řešení jsme opakovaně naráželi na potíže spojené s tzv. didaktickými formalismy, zejména pak s utajeným poznáváním (Janík et al., 2013). Často tyto problémy souvisely s opomíjením či nedostatečnou reflexí mezipředmětových vztahů.

Identifikovali jsme dvě hlavní skupiny potíží. První se týká obsahových vazeb: žáci se v různých předmětech setkávají se stejným typem činností (např. úprava výrazů v matematice i fyzice), ale nevnímají jejich propojení. Rozdílný symbolický jazyk jednotlivých oborů v nich vytváří dojem odlišnosti, což vede k izolovanému učení. Druhý problém je časový: žáci potřebují při výuce v jednom předmětu znalosti z jiného, avšak výuka není časově sladěna. Pokud tedy „instrument“ ještě neznají, učivo pro ně ztrácí srozumitelnost a funkčnost.

Dále jsme si uvědomili, že bez využití mezipředmětových vztahů je obtížné naplňovat některé klíčové cíle vzdělávání, zejména rozvoj širokého poznávacího základu a kompetence k řešení problémů. Vzhledem k tomu, že většina reálných problémů má multidisciplinární charakter, považujeme integraci vzdělávacího obsahu za nezbytnou.

Propojování jádrových činností a integrace témat tedy není pouze didaktickým doporučením, ale nutností. Aktivní role učitele při identifikaci a využívání mezipředmětových vazeb je klíčová pro smysluplnou výuku.

PŘÍSTUPY K ANALÝZE MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VAZEB

Mezipředmětové vazby lze chápat jako vztahy mezi kurikulárními obsahy vyučovacích předmětů. Pro jejich identifikaci vycházíme ze dvou zdrojů: (1) reálných výukových situací a (2) formulací v kurikulárních dokumentech (RVP, ŠVP). Zatímco analýza výuky poskytuje praktické

příklady, práce s kurikulem umožňuje systematické vyhledávání vazeb mezi obory a plánování jejich propojení.

Jedním z jednoduchých přístupů je analýza učiva dle jeho relevance k druhému aprobačnímu oboru. Studenti například třídili výstupy z RVP do tří kategorií: nezbytné, užitečné a nepotřebné pro výuku v druhém aprobačním oboru. V biologii tak z matematiky označili jako nezbytný např. výstup zaměřený na schopnost vytvářet hypotézy a hodnotit jejich platnost, v informatice ocenili dovednost odhadu a zaokrouhlování při posuzování funkčnosti algoritmů. Tento postup však ukázal jistou míru subjektivity – i studenti se stejnou kombinací oborů dospívali k odlišným výsledkům a míře argumentace.

Za metodicky propracovanější přístup považujeme analýzu využívající maticové znázornění vztahů mezi tematickými celky, která byla aplikována v diplomové práci zaměřené na vnitropředmětové vazby v matematice (Bachurová, 2022). Matice má charakter matice sousednosti ohodnoceného orientovaného grafu – řádky i sloupce reprezentují tematické celky, buňky vyjadřují míru závislosti dle sedmistupňové škály od „není nutné“ (N) po „potřebné“ (P), včetně částečných variant. Pro lepší vizualizaci byla úroveň (hodnota) vazeb rozlišena barevně (viz obr. 1).

N	V-částečně	V	VD-částečně	VD	P-částečně	P
---	------------	---	-------------	----	------------	---

Obr. 1 Škála pro vyjádření míry závislosti tematických celků

Výsledkem této analýzy je matice, ve které lze přehledně sledovat vazby mezi jednotlivými tematickými celky. Umožňuje identifikovat klíčová témata, na nichž výuka daného předmětu stojí, a ukazuje, jak jsou další části učiva na tato témata navázány (viz obr. 2). Každá buňka matice byla doplněna slovním zdůvodněním míry závislosti, a v odůvodněných případech i ilustrativním příkladem, což přispívá k větší průkaznosti a využitelnosti výstupů této analýzy při plánování výuky.

Obr. 2 Výsledná matice analýzy vnitropředmětových vazeb ve vzdělávací oblasti matematika a její aplikace

Tato metoda umožňuje identifikovat nejen přítomnost vazby, ale i její charakter a sílu, a je snadno přenositelná i na mezipředmětové vztahy. Například analýza vztahu mezi matematikou a chemií (Halšková, 2021) ukázala, že většina výpočtových úloh v chemii nevyžaduje nové matematické znalosti, ale spíše využití dovedností ze základní školy. Problémy studentů tedy nepramení z nedostatečného matematického vzdělání, ale spíše z nevyužívání dostupných nástrojů a jejich nepropojení mezi obory. Analýza však rovněž odhalila případ nesouladu v časové vazbě – výpočty pH vyžadují znalost logaritmů, které se však v matematice probírají až později. Tato skutečnost může bránit porozumění chemickému učivu v době, kdy je potřeba, a poukazuje na význam časové koordinace výuky mezi obory.

Tento typ analýzy představuje účinný nástroj pro podporu promyšlené integrace obsahu napříč předměty a může být cenným podkladem pro tvorbu učebních plánů i didaktických materiálů.

ZÁVĚR

Představený analytický přístup může sloužit jako inspirace pro systematickou práci s kurikulárními dokumenty při identifikaci mezipředmětových vazeb. Matice s doprovodným slovním zdůvodněním poskytuje přehledný důkaz existence těchto vazeb a umožňuje rychlou vizuální orientaci v tom, která učiva a výstupy jednoho předmětu jsou klíčové jako nástroj (instrument) pro výuku v jiném oboru. Tento nástroj lze využít při plánování výuky v rámci předmětových skupin, při hledání vhodných míst pro spolupráci učitelů či tandemovou výuku, i jako oporu pro výzkum mezipředmětových vztahů. Má rovněž potenciál pro využití ve vysokoškolské přípravě budoucích učitelů, při revizích studijních plánů nebo v rámci návrhů nových studijních programů (např. STEM). V kontextu aktuálních změn v RVP může být tento přístup užitečný i při tvorbě školních kurikulárních dokumentů. Matice také nabízí výchozí rámec pro výběr výukových situací vhodných k empirickému zkoumání.

PROHLÁŠENÍ

Na vybraných částech textu této práce byla využita jazyková, stylistická a rešeršní podpora nástroje ChatGPT (OpenAI), a to pro účely formulace a jazykové úpravy textu, dohledávání a ověřování bibliografických údajů. Veškerý odborný obsah, interpretace a závěry jsou výsledkem autorské práce.

REFERENCES

Bachurová, A. (2022). Analýza RVP GV z pohledu vnitropředmětových vazeb ve vzdělávací oblasti matematika a její aplikace (Diplomová práce). Ostravská univerzita.

Halšková, V. (2021). Matematické minimum pro řešení výpočtových úloh v chemii na gymnáziu (Bakalářská práce). Ostravská univerzita.

Hudecová, D. (2004). Mezipředmětové vztahy – malé zamyšlení nad terminologií. Dostupné z: www.msmt.cz/file/9647_1_1/.

Janás, J. (1985). Didaktické problémy integrace učiva na základní škole. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem.

Janík, T., et al. (2013). Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky. Masarykova univerzita.

MŠMT (2007). Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP G). (2007). Dostupné z <https://msmt.gov.cz/ramcove-vzdelavaci-programy>.

INTERPRETING DATA IN CHEMISTRY EDUCATION: FUTURE TEACHERS' ABILITY TO WORK WITH TABLES AND GRAPHS

Lucie Hamerská, Dominika Koperová, and Martin Rusek

Department of Chemistry and Chemistry Education, Faculty of Education, Charles University, Prague, lucie.hamerska@pedf.cuni.cz, dominika.koperova@pedf.cuni.cz, martin.rusek@pedf.cuni.cz

INTRODUCTION

Developing scientific literacy in chemistry includes fostering the ability to critically interpret scientific data and evidence, including data presented in non-textual forms such as tables and graphs (OECD, 2023). Despite their presence in learning materials, such components are often underused in classroom instruction (Eilam & Gilbert, 2014), and students tend to struggle with interpreting and explaining such information. The ability to “read” data does not necessarily translate into the ability to evaluate or explain it (e.g., Nador et al., 2023; Škrabanková et al., 2020).

This is particularly concerning in the context of teacher education, where pre-service teachers are not only learners themselves but also future facilitators of scientific understanding. Their proficiency in interpreting non-textual components and their awareness of common pitfalls is therefore of double importance: it influences their own academic success and subsequently shapes the way they design and deliver instruction in classrooms.

Given this context, the present study aims to investigate how first-year chemistry education students work with non-textual components found in learning materials. Specifically, we aim to identify the degree to which they can accurately solve problems involving tables and graphs, explain their reasoning, and evaluate their own certainty. The goal is to inform instructional practices in chemistry education by providing evidence on students' current competencies and support needs.

METHODS, RESULTS AND DISCUSSION

A total of 55 first-year pre-service chemistry teachers from four Czech universities participated in the study. A four-tier diagnostic test was administered, designed to capture not only content knowledge but also explanatory reasoning and confidence calibration. Each test item consisted of: (1) a closed-ended content question, (2) a self-reported confidence rating, (3) an open-ended explanation of the answer, and (4) a confidence rating for the explanation. The content of test tasks is presented in Table 1.

Table 1 Overview of test items

Item	Topic	Form of Data	Task
1	Air Pollution	Table	Compare measured values with tabulated limits and determine air quality
2A	Greenhouse effect	Graph	Analyse trends in two graphs and identify data supporting the given conclusion
2B		Graph	Compare trends in two graphs, identify conflicting data, and justify your reasoning
3A	Vitamins	Table	Compare tabulated values and assess if vitamin intake meets recommended values
3B		Table	Determine potential health risks from specific tabulated data
4A	Solubility of Salts	Graph	Interpret a graph and determine the substance with the highest solubility
4B		Graph	Use data from the graph to identify soluble substances at a given temperature
4C		Graph	Identify the most temperature-sensitive substance using the graph
4D		Graph	Predict the appearance of mixed solutions based on data

Scoring followed established models (Caleon & Subramaniam, 2008; Liampa et al., 2019). In addition to content (CS) and explanation scores (ES), a composite total score (TS) and confidence accuracy quotient (CAQ) were calculated (Lundeberg et al., 2000). Table 2 summarizes the results obtained from the multi-tier test.

Quantitative findings show that while students achieved a relatively high CS (66%), the ES was notably lower (51%), and the TS fell to 48%. This discrepancy reveals a frequent inability to justify correct answers, pointing to conceptual gaps and surface-level processing. Some students (around 35%) achieved high performance (TS > 75%), while nearly a third performed poorly (TS < 50%), highlighting substantial inter-individual variation.

Tasks involving basic interpretation (e.g., reading specific values) were more successfully completed, particularly items 3A, 4A, and 4C. In contrast, items requiring synthesis or comparison (3B, 4B, 4D) posed significantly greater challenges, with success rates of TS below 50%. This aligns with prior research suggesting that more complex representational reasoning requires explicit instructional support.

In terms of metacognitive performance, students displayed relatively high confidence levels even in cases where their answers were incorrect. The average CAQ was 0.97 for content and 0.59 for explanations, indicating moderate confidence differentiation. However, in several items, students who answered incorrectly still reported high certainty, suggesting overconfidence and a lack of self-monitoring.

Table 2 Performance and confidence judgments across test items

Item	Success Rate			CF		CFC		CFW		CAQ	
	CS	ES	TS	CS	ES	CS	ES	CS	ES	CS	ES
1	0.53	0.51	0.51	7.03	6.72	8.08	7.86	5.86	5.53	0.90	0.86
2A	0.64	*	*	5.87	—	6.16	—	5.17	—	0.42	—
2B	0.51	*	*	6.32	—	6.91	—	5.60	—	0.51	—
3A	0.73	0.75	0.62	5.88	6.68	6.19	6.65	5.06	6.74	0.37	-0.03
3B	0.78	0.49	0.40	5.43	5.61	5.79	5.76	4.06	5.39	1.51	0.12
4A	0.89	0.62	0.62	6.68	6.82	7.18	7.07	0.60	5.75	2.16	0.46
4B	0.56	0.44	0.44	6.31	6.33	7.76	7.71	4.27	4.83	1.09	0.97
4C	0.98	0.60	0.60	7.22	6.89	7.22	7.69	—	5.44	—	0.84
4D	0.29	0.15	0.15	4.66	5.36	6.61	7.85	3.74	4.59	0.83	0.95

*Items 2A and 2B do not include explanation tier due to the nature of the task

Note: CF – mean confidence (values from the confidence judgement scale), CFC – mean confidence value of successful students, CFW – mean confidence value of unsuccessful students, CAQ – Confidence Accuracy Quotient

Qualitative analysis of students' open-ended responses revealed several recurring issues affecting the accuracy and completeness of their answers. One prominent theme was misinterpretation of data, such as confusing axes, overlooking units, or drawing incorrect conclusions from trends. In multiple cases, students provided explanations that contradicted the data presented, indicating superficial engagement or flawed reasoning.

Another frequent issue was a lack of clarity in task comprehension. Some responses suggested that students misunderstood what was being asked. Finally, many responses were incomplete or vague, lacking reference to specific data points or containing unsubstantiated claims. These insufficient justifications reflected either gaps in conceptual understanding or an inability to translate that understanding into a coherent written explanation. Together, these patterns point to

the need for better scaffolding in teaching students how to interpret data, comprehend complex prompts, and articulate evidence-based reasoning.

CONCLUSIONS

The findings suggest that while students can locate values in tables and graphs, they struggle with more complex analytical or predictive tasks and with justifying their answers. The disparity between content and explanation scores reveals gaps in conceptual understanding. The use of a four-tier test proved useful not only for assessing content knowledge but also for evaluating explanatory depth and metacognitive awareness. These results will guide the selection of participants for a subsequent eye-tracking study focused on how students visually process tasks with graphs and tables. Insights from this analysis will support the development of targeted instructional materials and strategies to foster better data interpretation skills.

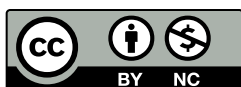
ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Charles University Grant Agency (GA UK No. 608625): Exploring the Impact of Non-Textual Components in Chemistry Learning Materials on Students' Ability to Work with Them.

REFERENCES

- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2008). Three-tier diagnostic instrument for investigating alternative conceptions.
- Eilam, B., & Gilbert, J. K. (2014). The Significance of Visual Representations in the Teaching of Science. In B. Eilam & J. K. Gilbert (Eds.), *Science Teachers' Use of Visual Representations* (pp. 3-28). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06526-7_1
- Liampa, V., Malandrakis, G. N., Papadopoulou, P., & Pnevmatikos, D. (2019). Development and Evaluation of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Undergraduate Primary Teachers' Understanding of Ecological Footprint. *Research in Science Education*, 49(3), 711-736. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9643-1>
- Lundeberg, M. A., Fox, P. W., Brown, A. C., & Elbedour, S. (2000). Cultural influences on confidence: Country and gender. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 152. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.152>
- Nasor, A., Lutfi, A. L., & Prahani, B. K. (2023). Science Literacy Profile of Junior High School Students on Context, Competencies, and Knowledge. *International Journal of Recent Educational Research*, 4(6), 847-861. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v4i6.436>
- OECD. (2023). *PISA 2025 Science Framework* <https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/>
- Škrabanková, J., Popelka, S., & Beitlová, M. (2020). Students' Ability to Work with Graphs in Physics Studies Related to Three Typical Student Groups. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 298-316. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.298>

Názov: **Zborník príspevkov z Medzinárodnej vedeckej konferencie DidSci+ 2025**
Zostavovatelia: doc. RNDr. Jarmila Kmeťová, PhD., MBA; doc. RNDr. Marek Skoršepa, PhD.
Vydavateľ: Belianum. Vydavateľstvo Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Rok: 2025
Počet strán: 102
Formát: elektronický
ISBN: 978-80-557-2279-5
EAN: 9788055722795
DOI: 10.24040/2025.9788055722795



Táto publikácia je šírená pod licenciou Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International Licence CC BY-NC
