

Uredila:

**Tatjana Devjak**



# Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo

---

Sodobni didaktični pristopi v visokem šolstvu

# Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo

---

Sodobni didaktični pristopi v  
visokem šolstvu

Uredila:

**Tatjana Devjak**

Ljubljana 2022

Projekt INOVUP (Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu) izboljšuje kakovost visokošolskega izobraževanja z uvedbo inovativnih in prožnih oblik učenja in poučevanja. Z izvajanjem pedagoških usposabljanj, oblikovanjem multiplikatorjev, pripravo didaktičnih gradiv ter izvedbo analiz s področja učenja in poučevanja prispeva k boljši pedagoški usposobljenosti visokošolskih učiteljev in sodelavcev ter boljši sistemski podprtosti visokošolskih institucij. Posledično študentje pridobivajo in izboljšujejo tista znanja, kompetence in spretnosti, ki so pomembne za uspešno vključevanje mladih v družbo in na trg dela, visokošolske institucije pa se bolj dinamično odzivajo na potrebe iz okolja.

Več informacij o projektu: [www.inovup.si](http://www.inovup.si)

Projekt INOVUP sofinancirata Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada in Republika Slovenija. Konzorcijski partnerji v projektu so Univerza v Ljubljani, Univerza v Mariboru, Univerza na Primorskem in Fakulteta za informacijske študije.

### **Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Sodobni didaktični pristopi v visokem šolstvu**

*Urednica:* prof. dr. Tatjana Devjak

*Recenzentki:* doc. dr. Sanja Berčnik in doc. dr. Vesna Podgornik

*Slovenski jezikovni pregled:* Amidas d.o.o. (Irena Hvala)

*Založila:* Založba Univerze v Ljubljani

*Za založnika:* prof. dr. Gregor Majdič, rektor

*Izdala:* Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

*Za izdajatelja:* izr. prof. dr. Janez Vogrinc, dekan

*Oblikovna zasnova:* Studio 8, d. o. o., Maribor

*Priprava:* Igor Cerar

*Dosegljivo na:* <https://knjigarna.uni-lj.si/>

To delo je ponujeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva – Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca (izjema so fotografije). / This work is licensed under a Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International License (except photographs).



Prva e-izdaja.

Publikacija je brezplačna.

DOI: 10.51746/9789617128215

---

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani  
COBISS.SI-ID 100139779  
ISBN 978-961-7128-21-5 (PDF)

---

## VSEBINA

<b>Uvod</b> .....	5
<b>Izobraževanje učiteljev za poučevanje angleščine kot tujega jezika s pomočjo množičnih odprtih spletnih tečajev</b> .....	11
<i>Mateja Dagarin Fojkar in Karmen Pižorn</i>	
<b>Možnosti vpeljevanja Fermijevih problemov v poučevanje pri razvijanju matematične pismenosti</b> .....	33
<i>Tatjana Hodnik in Vida Manfreda Kolar</i>	
<b>Pisno in ustno vrednotenje ter vrednotenje proceduralnega naravoslovnega znanja študentov</b> .....	69
<i>Iztok Devetak</i>	
<b>Inovativna uporaba IKT v kemijskem izobraževanju glede na okvir digitalnih kompetenc za učitelje kemije</b> .....	109
<i>Vesna Ferk Savec in Katarina Mlinarec</i>	
<b>Pogledi prihodnjih učiteljev razrednega pouka na učenje z raziskovanjem</b> .....	151
<i>Jerneja Pavlin</i>	
<b>Pojmovanje učenja z raziskovanjem z gledišča prihodnjih učiteljev naravoslovja</b> .....	173
<i>Jerneja Pavlin</i>	
<b>Možnosti didaktične uporabe IKT pri eksperimentalnem delu v izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije</b> .....	197
<i>Katarina Mlinarec in Vesna Ferk Savec</i>	
<b>Projektno učno delo pri izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije v sodelovanju s šolami</b> .....	217
<i>Katarina Mlinarec, Špela Hrast in Vesna Ferk Savec</i>	
<b>Projektno učno delo v podporo preseganju kemijskih napačnih razumevanj pri prihodnjih učiteljih kemije</b> .....	233
<i>Katarina Mlinarec in Vesna Ferk Savec</i>	



<b>Vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces v visokošolskem prostoru</b> .....	261
<i>Vesna Štemberger in Luka Leitinger</i>	
<b>O avtorjih</b> .....	287
<b>Stvarno in imensko kazalo</b> .....	293

## UVOD

Pred nami je druga monografija Projekta INOVUP (Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu) s področja visokošolskih didaktik. Če smo v prvi monografiji *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Specialne didaktike v visokošolskem prostoru* obravnavali različne vsebine s področja specialnih didaktik, od snovalskega in problemskega razmišljanja, projektne in terenskega dela ter učenja z raziskovanjem, do vrednotenja znanja in vključevanja gibanja v poučevanje, pa v drugi monografiji z naslovom **Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Sodobni didaktični pristopi v visokem šolstvu** sledimo tistim ciljem projekta, ki se osredotočajo na izboljšanje kakovosti visokošolskega izobraževanja z uvedbo inovativnih in prožnih oblik učenja in poučevanja. V desetih znanstvenih prispevkih enajstih različnih avtoric in avtorjev ter z rezultati raziskav želimo prispevati vpogled v nova znanja, kompetence in v spremembe na področju učenja in poučevanja visokošolskih učiteljev in sodelavcev, posledično pa prispevati k boljši sistemski odprtosti visokošolskega sistema, ter nenazadnje omogočiti študentkam in študentom vpogled v tista znanja, kompetence in spretnosti, ki so pomembne za njihovo uspešno vključevanje v družbo in na trg dela.

V prispevku **Izobraževanje učiteljev za poučevanje angleščine kot tujega jezika s pomočjo množičnih odprtih spletnih tečajev**, avtoric Mateje Dagarin Fojkar in Karmen Pižorn, je poudarek na razvoju množičnih spletnih tečajev tujega jezika, ki je pri nas precej neraziskano, s ciljem spodbuditi oblikovanje množičnega odprtega spletnega tečaja v izobraževanju učiteljev tujih jezikov (kot npr. Massive Open Online Course). Avtorici predstavita najnovejša orodja s tega področja, njihove prednosti, kot so demokratizacija, odprtost neomejenemu številu udeležencev, kompetence in različne vloge učiteljev pri poučevanju na daljavo ter hkrati prikažeta načine rabe množičnih spletnih tečajev za namen poučevanja angleščine v visokošolskem prostoru in njegovo vključevanje v obstoječi kurikulum.

Tatjana Hodnik in Vida Manfreda v prispevku **Možnosti vpeljevanja Fermijevih problemov v poučevanje pri razvijanju matematične pismenosti** obravnavata matematično pismenost v relaciji s temeljnim matematičnim znanjem in matematičnimi problemi. Predstavita projekt Naravoslovna in matematična pismenost: spodbujanje kritičnega mišljenja in reševanja problemov (NA-MA POTI), katerega osnovni cilj je razvijati kompetence matematične pismenosti na nacionalni ravni, od vrtca do srednje šole. Sistematično se osredotočata na razvoj matematičnega mišljenja, razumevanja in uporabo matematičnih pojmov, postopkov in strategij ter na reševanje problemov v raznolikih

kontekstih (osebni, družbeni, strokovni, znanstveni). Izpostavita Fermijeve probleme, ki imajo z ustrezno vpeljavo v učni proces potencial, da pri učencih razvijajo matematično pismenost. Še več, avtorici želita z obravnavano tematiko spodbuditi k oblikovanju lastnih Fermijevih problemov in iskanju tudi drugih rešitev pri razvijanju matematične pismenosti.

**Pisno in ustno vrednotenje ter vrednotenje proceduralnega naravoslovnega znanja študentov** je znanstveni prispevek Iztoka Devetaka. Avtor v tem prispevku nadgradi prispevek »Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa« iz prve monografije »Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Specialne didaktike v visokošolskem prostoru«. Pričujoči prispevek je obsežnejši del vrednotenja znanja v naravoslovnem izobraževanju. To so pisno vrednotenje znanja z vprašanji prostih odgovorov, ustno in praktično vrednotenje znanja. Avtor predstavi nove smernice snovanja nalog prostih odgovorov ter načrtovanja ustnega vrednotenja in vrednotenja praktičnega znanja. Opozarja, da z nalogami prostih odgovorov navadno lahko vrednotimo višje kognitivne kategorije znanja študentov, z ustnim vrednotenjem znanja in z vrednotenjem proceduralnega znanja pa tudi druge naravoslovne kompetence študentov, ki jih s pisnim težje. Pri tem je nujno, da tako ustno vrednotenje kot vrednotenje proceduralnega znanja zagotavlja zadostne merske karakteristike, da je dodeljena ocena veljavna, zanesljiva in objektivna.

Avtorici Vesna Ferik Savec in Katarina Mlinarec v prispevku **Inovativna uporaba IKT v kemijskem izobraževanju glede na okvir digitalnih kompetenc za učitelje kemije** opišeta sistematičen premislek v povezavi z digitalnimi kompetencami učiteljev kemije, ki so potrebne za uspešno uporabo posameznih IKT-orodij za specifične namene pri pouku kemije na podlagi raziskav, strokovnih razmislekov o možnostih uporabe IKT v podporo učenju in poučevanju kemije in o uporabi le-teh v pedagoški praksi ter na podlagi izvedene bibliografske študije na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Ljubljani za obdobje od 2010 do 2020 ob uporabi pristopa PRISMA. Ugotovili sta, da razvoj digitalnih kompetenc znotraj posameznih področij naslavljammo z uporabo različnih IKT-orodij in s tem povezanimi dejavnostmi ter da lahko z uporabo specifičnega IKT-orodja razvijamo tudi več digitalnih kompetenc hkrati, kar je izrednega pomena pri načrtovanju razvoja potrebnih digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije.

**Pogledi prihodnjih učiteljev razrednega pouka na učenje z raziskovanjem** je prispevek, ki ga je napisala Jerneja Pavlin. V prispevku avtorica prikaže izsledke raziskave, ki ponujajo vpogled v izkušnje in stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem. Iz rezultatov je razvidno, da so prihodnji učitelji povečini seznanjeni z učenjem z raziskovanjem. Okoli

tretjina jih ocenjuje, da med študijem niso izkusili učenja z raziskovanjem. Večina prihodnjih učiteljev pa navaja, da si želi poglobiti znanje o učenju z raziskovanjem. Prihodnji učitelji se tudi strinjajo s trditvami, da je učenje z raziskovanjem šolska raziskovalna dejavnost, da so v pouk raziskovanja vneseni vidni elementi znanstvenega dela ter da je pri učenju z raziskovanjem pomembnem razvoj spretnosti in veščin. Avtorica pride do zaključka, da je treba prihodnje učitelje še bolj opolnomočiti z znanji o učenju z raziskovanjem.

V naslednjem prispevku z naslovom **Pojmovanje učenja z raziskovanjem z gledišča prihodnjih učiteljev naravoslovja**, ki ga je tudi napisala Jerneja Pavlin, so v ospredje postavljeni izsledki raziskave o učenju z raziskovanjem. Avtorica se osredini na proučevanje seznanjenosti prihodnjih učiteljev naravoslovja v osnovni šoli z učenjem z raziskovanjem, stališč prihodnjih učiteljev naravoslovja do učenja z raziskovanjem pred in po izkušnji z njim pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, identifikacijo prednosti in slabosti strategije raziskovalnega pouka, navedbo lastnih primerov za raziskovalni pouk kot tudi utemeljevanje značilnosti učenja z raziskovanjem na primerih. Iz rezultatov je razvidno, da so bili vsi prihodnji učitelji naravoslovja predhodno seznanjeni z učenjem z raziskovanjem in tretjina jih je ocenila, da so med študijem že izkusili raziskovalni pouk. Avtorica je ugotovila, da si večina prihodnjih učiteljev naravoslovja želi poglobiti znanja o učenju z raziskovanjem. Kot omejitev raziskovalnega pouka pa večina vprašanih izpostavi čas. Hkrati pa opozori, da bi bilo treba prihodnje učitelje naravoslovja še bolj opolnomočiti z znanji o učenju z raziskovanjem in jim predstaviti raznolike teme, da bo implementacija v prakso čim uspešnejša.

**Možnosti didaktične uporabe IKT pri eksperimentalnem delu v izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije** je prispevek, ki sta ga napisali Katarina Mlinarec in Vesna Ferik Savec. Osnovni namen prispevka je opozoriti na priložnosti in izkušnje, ki jih študentje pridobijo med študijem v povezavi z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri eksperimentalnem delu, ker so, kot zapišeta avtorici, zelo pomembne z vidika razvoja njihovih digitalnih kompetenc in uporabo pridobljenih znanj, kompetenc tudi v prihodnje, pri svojem delu v vlogi prihodnjih učiteljev kemije. Svojo tezo preizkusita v pilotni študiji o možnostih uporabe IKT pri eksperimentalnem delu v izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije od 1. do 4. letnika programa prve stopnje Dvopredmetni učitelj, vezave kemija, in 1. letnika programa druge stopnje Poučevanje, vezave kemija, Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskava se je navezovala na vključenost uporabe IKT v podporo eksperimentalnemu delu, od priprave študentov na eksperimentalno delo, njegove izvedbe (npr. zbiranje, analiza in obdelava eksperimentalnih podatkov), do predstavitve rezultatov eksperimentalnega dela in oddaje poročil. Ugotovili

sta, da je IKT pogosto vključena v pripravo pred izvedbo eksperimentalnega dela in aktivnosti po njem, redkeje pa v izvedbo eksperimentalnega dela, kar pomeni možnost izboljšave študijskega procesa.

**Projektno učno delo pri izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije v sodelovanju s šolami** je prispevek avtoric Katarine Mlinarec, Špele Hrast in Vesne Ferk Savec. Po njihovem mnenju projektno učno delo umeščamo v sklop aktivnega pouka, ki ga je možno izvesti tudi v povezavi z eksperimentalnim delom. V prispevku analizirajo študijo spremljave delavnic Centra KemikUm, ki so jih razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije, študentje programa Dvopredmetni učitelj na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani v študijskem letu 2019/2020. Zapišejo, da so učenci kot najpomembnejše vtise z delavnic navedli razumevanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi, razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin ter spoznavanje specifičnih vsebin, ki so bile obravnavane v sklopu delavnice. Rezultati raziskave pokažejo tudi mnenja učencev o miselnih procesih, ki so jih spodbudile aktivnosti na delavnici. Velik delež učencev meni, da so jih aktivnosti v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri spodbudile z vidika vseh učnih procesov, najbolj pa k evalvaciji. Kot pomembne učne izkušnje so navedli razumevanje namena raziskovanja, odločanje o tem, kaj raziskovati, razpravljanje o idejah/vprašanjih, ki so se nanašala na delavnico po njeni izvedbi, naučili pa naj bi se več kot pričakovano pri delu v skupini. Avtorice zaključijo, da bi bilo treba v prihodnje nameniti več pozornosti celostnemu vidiku razumevanja vsebine, ki bo vključevalo vse tri komponente soodvisnosti med zgradbo, lastnostmi in uporabo snovi, vključiti aktivnosti, ki bodo v še večji meri pri učencih spodbujale višje miselne procese in jih soočile s problemi/vprašanji z več možnimi odgovori.

Katarina Mlinarec in Vesna Ferk Savec v prispevku **Projektno učno delo v podporo preseganju kemijskih napačnih razumevanj pri prihodnjih učiteljih kemije** analizirata vlogo učitelja v času hitrega razvoja informacijske družbe, ki je vse zahtevnejša, saj se od učiteljev pričakuje, da bodo uspešno uporabljali številne metode in oblike dela, podprte s sodobno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, ter izvedbo učnega procesa na svojem predmetnem področju uspešno prilagajali potrebam učencev. S pomočjo empirične študije in analize projektnih portfoliov sta raziskovali izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v sklopu dodiplomskega študija pri predmetu Eksperimentalno in projektno delo. Prihodnji učitelji so pri tem spoznali pristop projektnega dela z vidika bistvenih teoretičnih izhodišč, po drugi strani pa so imeli skozi izkušnjo izvajanja lastnega projektnega učnega dela priložnost raziskati možna napačna razumevanja oziroma težave, ki se lahko pojavijo pri učencih pri učenju kemijskih vsebin v osnovni šoli, ter v skupini s sošolci – prihodnjimi učitelji kemije – razviti učilo za preseganje

identificiranih napačnih razumevanj. Ugotovili sta, da bi bilo dobro v prihodnje projektne izdelke (učila) preizkusiti v šolski praksi in ugotoviti, če oziroma v kolikšni meri je uporaba le-teh pripomogla k preseganju napačnih razumevanj pri učencih.

Vesna Štemberger in Luka Leitinger sta avtorja prispevka z naslovom **Vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces v visokošolskem prostoru**. Prepričana sta, da vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces lahko pomembno pripomore k dvigu količine dnevne gibalne/športne aktivnosti, ki je pomembna za ohranjanje zdravja, hkrati pa omogoči tudi boljšo pozornost in s tem bolj učinkovito delo študentov. V prispevku predstavljata rezultate raziskave, izvedene med 427 visokošolskimi učitelji, zaposlenimi na Univerzi v Ljubljani, s katero sta raziskovala, ali visokošolski učitelji in sodelavci vključujejo v pedagoški proces »minuto za zdravje«, kakšni so razlogi za to ter kakšno je njihovo mnenje o tovrstnih odmorih. Rezultati kažejo, da minuto za zdravje študentom omogoča 42,2 % visokošolski učiteljev. Zapišeta, da kot razloge proti uvajanju minute za zdravje učitelji najpogosteje navajajo prenatrpanost učnih načrtov in nepoznavanje koncepta minute za zdravje. Učitelji, ki minuto za zdravje izvajajo, pa kot najpogostejše razloge navajajo lastno potrebo po takšnih odmorih in željo spodbujati zdrav življenjski slog pri študentih. Ugotovila sta tudi, da visokošolski učitelji statistično značilno pogosteje kot drugi sodelavci vključujejo minuto za zdravje v pedagoški proces. Zanimiva je tudi njuna ugotovitev, da visokošolski sodelavci izražajo večjo potrebo po podpori sodelavcev pri vključevanju minute za zdravje v pedagoški proces. Hkrati pa tudi ugotovita, da tisti učitelji, ki so sami telesno bolj aktivni, minuto za zdravje pogosteje vključujejo v študijski proces.

V znanstvenih prispevkih monografije z naslovom **Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Sodobni didaktični pristopi v visokem šolstvu** so prikazani najnovejši empirični rezultati raziskav, predstavljeni najnovejši domači in tuji teoretski koncepti in pristopi, ki so uporabni na vseh ravneh izobraževanja ter hkrati ponujajo (1) spekter najnovejših pedagoških inovativnih pristopov in (2) lahko služijo tudi kot osnova za razmislek in/ali vpeljavo sodobnih didaktičnih pristopov v vzgojno-izobraževalni proces z vidika posameznih specialnih didaktik.

Izvirna monografija je napisana v zbornem slovenskem jeziku, uporabljen je primeren znanstveni aparat, bogata strokovna terminologija in najnovejša bibliografija s posameznega področja. Na koncu so dodani imensko in stvarno kazalo ter predstavitevni zbornik avtorjev prispevkov.

Tatjana Devjak, urednica



# IZOBRAŽEVANJE UČITELJEV ZA POUČEVANJE ANGLEŠČINE KOT TUJEGA JEZIKA S POMOČJO MNOŽIČNIH ODPRTIH SPLETNIH TEČAJEV

Mateja Dagarin Fojkar in Karmen Pižorn  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## Povzetek

Novе tehnologije v poučevanju širijo pedagoška obzorja in nam odpirajo priložnost za razmislek o učinkovitih načinih učenja in poučevanja. Med najnovejša orodja spada MOST oz. množični odprti spletni tečaj, v angleščini MOOC (*Massive Open Online Course*), ki omogoča učenje na daljavo neomejenemu številu udeležencev, lahko pa ga prilagodimo za določeno skupino študentov in njihov kontekst učenja. MOST prispeva k demokratizaciji visokega šolstva, saj omogoča dostop do izobrazbe širši množici ljudi. V prispevku opredelimo razvoj in oblike množičnih odprtih spletnih tečajev, nato pa se osredotočimo na njihovo rabo pri učenju in poučevanju tujih jezikov ter predstavimo raziskave s tega področja in njihove ugotovitve. V osrednjem delu opišemo kompetence in vloge učiteljev pri poučevanju na daljavo ter prikažemo načine rabe množičnih spletnih tečajev za namen poučevanja angleščine v visokošolskem prostoru in njegovo vključevanje v obstoječi kurikulum. MOST omogoča različne učne oblike dela, od individualnega (npr. samoocenjevanje s pomočjo kvizov in nalog), do skupinskega (npr. spletni pogovori, medsebojno ocenjevanje, projektno delo), s katerim lahko posredno razvijamo didaktične spretnosti prihodnjih učiteljev. Gradivo, ki ga študenti prejmejo ali oddajo v MOST, je lahko v pisni, avdio ali video obliki in tako omogoča razvijanje različnih tujejezikovnih spretnosti. MOST pri izobraževanju učiteljev za poučevanje tujih jezikov spodbuja samorefleksijo ter sporazumevanje s prihodnjimi učitelji z vsega sveta. Namen prispevka je izpostaviti to področje, ki je pri nas precej neraziskano in spodbuditi oblikovanje množičnega odprtega spletnega tečaja v izobraževanju učiteljev tujih jezikov.

**Ključne besede:** izobraževanje učiteljev, MOST, učenje in poučevanje tujih jezikov

## Uvod

Izključenost tehnologije iz profesionalnega razvoja učiteljev tujih jezikov je problem, ki postaja vedno bolj pereč. Ključna teoretična besedila o izobraževanju tujejezikovnih učiteljev se redko dotikajo spletnih orodij in možnosti, ki jih le-ta omogočajo učiteljem. Bax (2018) si želi »normalizacijo tehnologije«, kar poimenuje kot tehnologijo, ki je nevidni del poučevanja in je vključena



v vsakdanjo prakso; pravi, da je potrebnih več raziskav, ki bi preučile, kako lahko množični odprti spletni tečajji postanejo del vsakdana. Z njihovo rabo v izobraževanju učiteljev spodbudimo aktivno učenje, avtonomijo učiteljev ter razvijamo njihove digitalne kompetence.

Pomembnost rabe spletnih orodij za učenje in poučevanje jezikov se je še posebej izkazala v času pandemije v letu 2020. Učitelji jezikov so bili naenkrat prisiljeni uporabljati spletna orodja in se naučiti njihove rabe. Če bi bilo več tehnologije vključeno v čas njihovega izobraževanja, bi se že v tem obdobju naučili njene rabe in jo posledično lažje uporabljali tudi v svojem poučevanju ter s tem razvijali digitalne kompetence svojih učencev.

V pričujočem prispevku predstavimo množične odprte spletne tečaje (MOST, ang. MOOC – *Massive Open Online Course*) ter njihovo vlogo v učenju jezikov in v izobraževanju učiteljev angleščine kot tujega jezika. V prvem delu predstavimo vzroke za nastanek množičnih odprtih spletnih tečajev in razloge, zakaj v visokošolskem prostoru njihova raba ni pogosta, v osrednjem delu pa podrobneje prikažemo razvoj množičnih odprtih spletnih tečajev pri učenju in poučevanju tujih jezikov in možnosti njihove rabe pri izobraževanju učiteljev za poučevanje angleščine kot tujega jezika.

## **Vzroki za nastanek množičnih odprtih spletnih tečajev (MOST)**

Prvi »uradni« MOST naj bi izvedli na Univerzi v Manitobi leta 2009 (Daniel, 2012), vendar pa naj bi bila prva resnično množična in odmevna spletna tečaja MOST organizirana na Univerzi Stanford leta 2011, ko je Sebastian Thrun izpeljal spletni tečaj na temo umetne inteligence ter Daphne Koller in Andrew Ng MOST z naslovom strojno učenje. Oba tečaja sta vodila k ustanovitvi danes velikih ustanov, Udacity, Coursera in EDx, ki danes organizirajo na tisoče spletnih tečajev MOST vsako leto. Konec leta 2011 je bilo na svetu izvedenih okrog 10 spletnih tečajev MOST, leta 2018 jih je bilo več kot 10.000 (Kent in Bennett, 2017; Dhawal, 2019), če upoštevamo samo največje ponudnike v anglo-saksonskem svetu. Čeprav so množičnim spletnim tečajem v vmesnem času nekateri raziskovalci na področju visokošolskega izobraževanja napovedovali skorajšnje »izumrtje« (Strauss, 2013; Yang, 2013), pa se kaj takšnega ni zgodilo.

Uporaba spletnih tečajev MOST v visokošolskem izobraževanju se je do sedaj odražala v dveh povsem različnih vidikih oz. posledicah. Prvi se nanaša na navdušenje nad možnostjo bolj avtonomnega dostopa do univerz – MOST naj bi omogočil prav vsakemu, da lahko študira, od kjerkoli po svetu, zastonj in z visokoškolskimi učitelji s svetovno znanih univerz. Takšen način izobraževanja

so nekateri poimenovali »demokratizacija visokega šolstva«, saj se s takšnimi spletnimi tečaji podirajo ovire, ki izhajajo iz različnih socio-ekonomskih statusov študentov, njihove prostorske omejenosti itn. (McKenna, 2013). Na začetku so takšno izobraževanje primerjali s Fordovim avtomobilom, ki je nenkrat povsem spremenil proizvodno industrijo, saj je avto postal dostopen skorajda vsakemu s kolikor toliko visoko plačo. Tudi spletni tečaji naj bi postali dostopni vsem študentom, ne glede na njihov socialni, finančni, rasni, verski itn. status, torej tudi tistim, ki prihajajo iz družin, kjer še nihče ni dosegel univerzitetne izobrazbe, ki živijo v revščini ali izključenosti (Schuetze in Slowey, 2002). Cilj, ki ga je javno zelo glasno izpostavila Daphne Koller (2012), to je ponuditi brezplačno izobraževanje celemu svetu, nikakor ni dosežen. Obsežna študija na Univerzi v Pennsylvaniji, ponudnika Coursera, je pokazala, da so glavni udeleženci, ki so tečaje tudi končali, »mladi, dobro izobraženi moški, ki želijo napredovati na svojem delovnem mestu«, medtem ko so tisti, ki naj bi jim bili spletni tečaji MOST prvenstveno namenjeni, zastopani v izredno majhnem številu (Christensen, Steinmetz, Alcorn, Bennett, Woods in Emanuel, 2013, str. 8). Zato se je altruistični in potencialno revolucionarni cilj spletnih tečajev MOST kmalu po tej študiji bistveno spremenil, kar lahko opazimo v govoru profesorja Ananta Agarwala (Agarwal, 2013) z naslovom »Zakaj spletni tečaji MOST še vedno štejejo« (ang. Why MOOCs (Still) Matter), kjer zagovornik spletnih tečajev MOST izpostavi prednosti le-teh v njihovi tehnologiji za študente, ki pri nastanku spletnih tečajev aktivno sodelujejo. Spletni tečaji MOST po njegovem mnenju ponujajo študentom takšno izobraževanje, ki ga študentje želijo in ki ga trg (ekonomija) potrebuje. Tako se je cilj spletnih tečajev MOST odmaknil od odprtega in brezplačnega izobraževanja k univerzitetnemu izobraževanju, ki se mora spremeniti zaradi ekonomskih (finančnih) in s tem konkurenčnih prednosti univerz (Kent in Bennett, 2017a). Po njegovem mnenju bi lahko univerze uporabljale MOST kot plačljive učbenike za druge univerze.

### **Zakaj spletni tečaji MOST niso dosegli »netipičnih« udeležencev/ študentov?**

Večina spletnih tečajev MOST poteka po ustaljenem in dokaj tradicionalnem vzorcu, in sicer posnetkom predavanj sledijo naloge, ki jih mora udeleženec rešiti, da se lahko premakne na naslednjo temo. Tako ne moremo govoriti, da bi prišlo do bistvenih sprememb pri samem učenju/poučevanju, ki so ga študenti univerzitetnih programov vajeni, ne pa tudi tisti, ki takšnega študija niso izkusili ali imajo posebne učne potrebe, ne znajo angleščine, ki je jezik večine ponujenih spletnih tečajev MOST. Načrtovalci namreč niso upoštevali

različnosti potencialnih udeležencev, njihovih različnih učnih izkušenj, kultur izobraževanja, uveljavljenih visokošolskih diskurzov itn. Medtem ko je Fordov avtomobil izdelan tako, da ga je bilo čim lažje upravljati, to ne velja za spletne tečaje MOST, saj vključujejo dokaj kompleksne univerzitetne tematike. Najverjetneje je ravno kompleksnost vsebin, znanj in zmožnosti, ki jih vsebujejo spletni tečaji MOST najpomembnejši razlog za to, da niso zaživel širom sveta in da vanje niso vključeni udeleženci iz vseh slojev družbe. Drugi razlog je v tem, da dostopnost zamenjujemo z aktivno udeležbo. Če ima nekdo dostop do spleta, še ni rečeno, da bo lahko aktivno sodeloval pri aktivnostih in reševal zastavljene naloge. Konnikova (2014) ugotavlja, da je večina tistih, ki uspešno zaključijo spletne tečaje MOST, izredno motivirana, ima razvite zmožnosti samoregulacije ter so kot osebnosti samostojni in osredotočeni na cilj, ki si ga zastavijo. Zato je predpogoj za uspeh posameznika na spletnem tečaju MOST nujno določena raven znanja in spretnosti s področja akademskega diskurza (kulturnega kapitala) in informacijsko-komunikacijske tehnologije. Udeleženeec z akademsko in digitalno razvito pismenostjo bo torej imel dobro izhodišče, da uspešno zaključi izbrani MOST, medtem ko bo nekdo, ki te kompetence ni razvil, že na začetku v bistvenem, če ne v nenadomestljivem, zaostanku.

Razlogi, da se več udeležencev iz različnih držav, slojev in kulturnega kapitala ne vključi v spletne tečaje MOST, se navezujejo tudi na finančne zmožnosti posameznih univerz. Medtem ko elitne univerze, ki imajo na razpolago veliko večja finančna sredstva, več kadra ter svetovno znanih profesorjev in raziskovalcev, z ne preveč velikim naporom vsako leto ustvarijo številne spletne tečaje MOST, jih na drugi strani manj znane univerze nikakor ne morejo dohitevati oziroma spletni tečaji MOST sploh niso del univerzitetnih aktivnosti. Tako so tudi študenti elitnih univerz že od samega začetka študija izpostavljeni tudi tej obliki študija, medtem ko študentje, še posebej iz revnih držav, takšnih oblik ne poznajo, ker ne znajo angleškega jezika ali pa je akademski diskurz povsem različen od anglo-saksonskega oziroma evropskega (Selingo, 2014). Zanimiva je Thrunova študija, ko je izdelal MOST, ki je bil posebej namenjen prav tistim, ki prihajajo iz nižjega socio-ekonomskega razreda, ki so poleg tega prihajali iz težkih družinskih razmer, živeli v izpostavljenih in nevarnih okrožjih mest in imeli še druge težave v vsakodnevnem življenju. Izkazalo se je, da je večina udeležencev tečaj zaključila, medtem ko je bilo število uspešno opravljenih preizkusov, ki so pogoj za izdajo potrdila in s tem kreditnih točk, izredno nizka. Njegov zaključek je, da MOST enostavno ni primerno orodje za učenje/poučevanje takšnih udeležencev (Chafkin, 2013).

Nekateri avtorji označijo spletne tečaje MOST, ki jih ponujajo ponudniki iz osrednjega anglo-saksonskega sveta, kot kolonizirajoče oziroma kolonialne (Bali in Sharma, 2017). To opravičujejo z naslednjimi dejstvi. Najprej oporekajo množičnosti, ki si jo spletni tečaji MOST pripisujejo, saj je večina udeležencev

v spletlem tečaju MOST, ki je v angleščini, iz angleško govorečih držav. Odprtost se preveč nanaša na to, da učitelj ni potreben, da se torej da učiti brez pomoči («odrenja» oz. *ang scaffolding*), čeprav je še danes norma pouka v šoli in pozneje na univerzi ravno obratna. Odprtost je tudi vprašljiva glede podajanja snovi, saj si je udeleženec ne more prilagajati svojim potrebam. Prav tako je večina videoposnetkov vezanih na delovanje orodja YouTube, ki pa ni dosegljiv v vseh izobraževalnih prostorih. Uporaba družbenih omrežij (Twitter, Facebook in blogov) negativno diskriminira tiste, ki teh omrežij ne uporabljajo oziroma njihovo znanje angleščine ne dosega dovolj visoke ravni, da bi lahko v njej samozavestno pisali javna sporočila. Oliver (2015) omenja še eno prepreko, ki se nanaša na to, da le zreli udeleženci, ki so usvojili samouravnavanje na področju učenja, lahko uspešno sledijo in zaključijo spletne tečaje MOST. Nekateri avtorji kritizirajo tudi to, da nosijo spletni tečaji MOST ime tečaj/predmet (v angleščini beseda «course» sovpada z besedo predmet, ki se uporablja tudi za predmete na univerzi). Czerniewicz, Deacon, Small in Walji (2014) nas opominjajo, da naj bi spletni tečaji MOST prinašali tudi kreditne točke, ki bi jih lahko študentje v okviru svojega študija unovčili, vendar temu ni tako. Udeleženec lahko pridobi potrdilo o opravljanem spletnem tečaju in včasih tudi preizkusu znanja, če ga MOST vključuje, samo tako, da zanj tudi plača.

Bali in Sharma (2017) predlagata, da upoštevajo oblikovalci spletnih tečajev MOST 4 izhodiščne pristope pri oblikovanju kurikularne teorije, in sicer kurikulum glede na vsebino, proces, dosežke in prakso. Vsebina tečaja bi po njenem mnenju morala vsebovati tudi vsebine in predvsem načine podajanja razumevanja snovi, ki vključuje znanja (prakse) zunaj anglo-saksonskih in evrocentričnih območij. Spletni tečaji MOST bi morali biti tudi jezikovno vsevključujoči, tako da bi jih izvajali v različnih jezikih (ne samo v angleščini) oziroma da bi udeleženci imeli možnost uporabe različnih jezikovnih virov in orodij, ki bi jim olajšali razumevanje vsebin. Glede dosežkov predlagajo avtorji, da se določijo z upoštevanjem Nussbaumove »združene zmožnosti«, kjer se pri načrtovanju dosežkov upošteva okolje, saj lahko družbeno-politične okoliščine ovirajo doseganje postavljenih ciljev, kar se odraža v nefleksibilnosti postavljanja rokov za oddajo nalog, pomanjkanju diferenciranih aktivnosti, neprisotnosti učiteljeve fizične (učne) podpore itn. Kurikulum kot proces zahteva oblikovanje takšnih okoliščin, v katerih lahko študenti sooblikujejo znanja, kjer je zaželeno spontana in odprta komunikacija med učiteljem in študenti, kot tudi med študenti (Barnett in Coate, 2005; Kelly, 2009; Stenhouse, 1975). Zato Bali in Sharma (2017) predlagata, da so spletni tečaji MOST procesno naravnani, da torej temeljijo na družbeno-konstruktivističnem modelu učenja, saj je možno uporabljati splet in družbena omrežja tudi tako, da omogočajo interakcijo med učitelji spletnih tečajev in posameznimi udeleženci. Na koncu tečaja naj

udeležence ne čaka preizkus znanja, temveč medsebojno vrednotenje izdelka, ki izkazuje posameznikovo znanje o obravnavani tematiki. Udeležencem so ponujene različne vrste gradiv, od katerih udeleženec izbere tisto, ki mu je glede na njegovo predhodno znanje, izkušnje, akademsko pismenost itn. najbolj ustrezno. Bolj pomembno je ugotoviti, kako udeleženci uporabljajo gradiva in konstruirajo znanja in zmožnosti, kot pa, da bi se omejevali na sama gradiva. Kot zadnji pristop, ki je pomemben pri načrtovanju kurikula, avtorja navajata učne izkušnje posameznika oziroma emancipacijo posameznika. To je posameznik, ki ima možnost odločanja in kritičnega razmišljanja vseskozi v času procesa učenja. Aktivnosti in naloge naj bi bile čim bolj relevantne za učečega se, torej naj bi zanj imele smisel in bile blizu situacijam v realnem življenju.

Dodaten razlog, morda najpomembnejši, zakaj spletni tečaji MOST niso dosegli študentov, je ta, da zajemajo neke vrste moteč element, ki naenkrat vstopi v precej tradicionalen visokošolski prostor. Nekateri so namreč videli v spletnih tečajih MOST veliko nevarnost, ki lahko ogrozi obstoj univerz kot institucij (Groove, 2013; Shirky, 2013), saj bi po njihovem mnenju ponudniki spletnih tečajev MOST lahko nadomestili tradicionalni pouk na univerzah. To bi nadalje lahko ogrozilo finančno stabilnost univerz, saj bi morale tekmovati s ponudniki spletnih tečajev MOST, ki pa bi bili veliko cenejši. Pojavljati so se začela opozorila in zaskrbljenost za kakovost visokošolskega izobraževanja zaradi tega, ker je le malo študentov zaključilo spletne tečaje MOST glede na visoko številčnost ob začetku udeležbe (Pretz, 2014). Nekateri so opozarjali tudi na slabo znanje študentov (Perez-Hernandez, 2014), pa tudi na nevarnost prevlade behaviorističnega pristopa poučevanja z neposrednim prenosom znanja na račun razvoja kritičnega in ustvarjalnega mišljenja (Bates, 2012). Druge slabosti spletnih tečajev MOST, ki jih navajajo avtorji, se nanašajo na visoke finančne stroške izdelave in izvajanja spletnih tečajev ter veliko porabo časa (Parr, 2015). Naslednja dilema oziroma kritika leti na odprtost, ki bi naj bila ena od osnovnih lastnosti teh tečajev. Z leti so spletni tečaji MOST namreč vsaj delno postali plačljivi. Večina jih je danes odprta, kar se tiče izvajanja dejavnosti, nalog, če pa udeleženec želi prejeti potrdilo o opravljenem tečaju, mora plačati določen znesek. Prav tako so tečaji odprti določen čas, potem pa jih ponudniki zaklenejo in dostop do njih je mogoč samo s plačilom (Dhawal, 2015; Future Learn, b.d.).

## **Množični odprti spletni tečaj pri učenju in poučevanju tujih jezikov**

Množične odprte spletne jezikovne tečaje (ang. LMOOCs oz. *MOOLCs* – *Massive open online language courses*) Barcena, Read, Martin-Monje in Castrillo

(2014) opredelijo kot spletne tečaje za učenje drugih jezikov z neomejenim dostopom in potencialno neomejeno udeležbo. Po njihovem mnenju so zahtevnejši za oblikovanje, saj morajo razvijati tako spretnosti kot znanje, tj. razvoj kognitivnih spretnosti (npr. raba miselnih spretnosti višjega nivoja), in družbene interakcije s kompetentnimi govorci tujega jezika (Barcena, Read, Martin-Monje in Castrillo, 2014). Zaradi teh razlogov in zaradi narave učenja jezikov so se pojavili pozneje kot ostala področja spletnega učenja. Prvi ponudniki spletnih tečajev, npr. edX in Coursera, dolgo časa niso vključevali jezikov v spletno poučevanje, ko pa so se pojavili prvi spletni jezikovni tečaji, so se osredotočali na razvijanje pisanja v tujem jeziku ali akademskega jezika (Sokolik, 2014). Medtem ko je bilo leta 2017 več kot 6000 odprtih spletnih tečajev, je bilo jezikovnih le 105 (Martin-Monje, 2017). Sokolik (2014) v poznejšem začetku jezikovnih tečajev vidi priložnost, da pri njihovem načrtovanju sprejmemo metode, ki so se pokazale kot uspešne pri drugih vsebinah spletnih tečajev, opustimo pa tiste, ki se niso izkazale kot učinkovite. Med drugim predlaga večjo vključenost udeležencev, boljšo komunikacijo med udeleženci in več razvijanja njihove ustvarjalnosti. Ochoa Alpala in Roberto Florez (2011) poudarjata, da morata biti pri oblikovanju spletnih jezikovnih tečajev vedno v ospredju učenje jezika in doseganje jezikovnih ciljev, šele na drugem mestu so tehnološki viri in gradiva.

Perifanou in Economides (2014) trdita, da je potreba po spletnih jezikovnih tečajih velika, saj so jezikovne kompetence in medkulturne spretnosti del ključnih kvalifikacij za delo in življenje v današnjem globaliziranem svetu. Evropska komisija že več let poudarja cilj, da bi se vsi prebivalci Evrope poleg maternega jezika znali sporazumevati tudi v vsaj dveh tujih jezikih (European Commission, 2012, str. 386). Prednosti spleta za tujejezikovno učenje vidita Perifanou in Economides (2014) med drugim v avtentičnosti učenja in gradiva, razvijanju resnične komunikacije med udeleženci in vzpostavitvi skupnosti v tujem jeziku. Ochoa Alpala in Roberto Florez (2011) naštejeta nekaj drugih prednosti spletnega jezikovnega učenja: učenci lahko na spletu poiščejo informacije, uporabljajo spletne slovarje, delajo jezikovne vaje, berejo bloge, se sporazumevajo z ljudmi iz drugih držav, oblikujejo sodelovalna učna okolja, vzpostavijo lastno virtualno učno okolje ipd. Chacón-Beltrán (2017) našteje naslednje prednosti rabe spletnih tečajev MOST za jezikovno učenje: obilica avdiovizualnega gradiva, možnosti ustne in pisne interakcije med učenci, sodelovalno učenje, učenje v lastnem tempu, spodbujanje učenčeve avtonomije ter razvijanje empatije in sodelovanja med učenci, ki imajo skupne interese.

Interaktivno učno okolje je pogoj za učinkovito spletno učenje. Pri učenju jezikov potrebujemo razumljiv jezikovni vnos (ang. *comprehensible input*) (Krashen, 1985) kot tudi priložnost za rabo jezika, kar je pri učenju jezika na

daljavo težje doseči. Cook (2016) in mnogi drugi jezikoslovci vztrajajo, da morajo imeti učenci priložnost, da se sporazumevajo v tujem jeziku, se pogajajo o pomenu, dobijo povratno informacijo o uspešnosti svoje komunikacije ter jo na ta način izboljšajo. Godwin-Jones (2014) pravi, da je pri oblikovanju jezikovnega spletnega tečaja najbolje ustvariti prilagodljiv učni sistem znotraj širšega družbenega in ožjega personaliziranega učnega okolja tako, da združimo xMOST (razširjeni tečaj, podoben univerzitetnim tečajem, ki ga vodi učitelj) in cMOST (konektivistični tečaj, v katerem se skupina udeležencev uči skupaj). V ta namen sta Moreira Teixeira in Mota (2014) oblikovala nov pedagoški pristop, ki sta ga poimenovala iMOST – pri tem, i' pomeni individualno odgovornost, interakcijo, medosebne odnose, inovacijo in inkluzijo. Udeleženci uporabljajo svoje osebno učno okolje, da lahko razvijajo svoje učenje in se udeležujejo pogovorov z drugimi udeleženci.

Za vzpostavitev množičnega spletnega tečaja za učenje jezika v interaktivnem okolju (ang. *Interactive Language Learning Environment* oz. *MOOILLE*) Perifanou in Economides (2014) predlagata okvir oz. seznam dejavnikov, ki jih mora tako okolje vsebovati:

- a) vsebina (avtentični jezikovni viri, raba multimedije, raznolike aktivnosti za razvijanje vseh štirih jezikovnih spretnosti, to so branje, pisanje, govor in poslušanje, ter razvijanje kulturnega zavedanja),
- b) pedagoški elementi (komunikacija – med vrstniki, med učiteljem in učenci, odprta skupnost; sodelovanje (skupni projekti, forumi), avtonomija, zavzetost – motivacija, učenje, osnovano na igri, število predavateljev),
- c) vrednotenje (podajanje sprotne povratne informacije),
- č) skupnost (grajenje odprte in množične družbene skupnosti),
- d) tehnična infrastruktura (število udeležencev, varnost, uporabnost),
- e) finančni vidik (cena za akreditacijo ali certifikat).

Ko sta avtorja analizirala obstoječe spletne jezikovne tečaje, sta ugotovila, da jih malo upošteva prve štiri kriterije okvira (Perifanou in Economides, 2014). Tretjina jih ponuja avtentične jezikovne vire, samo trije od 16 pa ponujajo raznolike aktivnosti za razvijanje vseh štirih jezikovnih spretnosti ter razvijanje kulturnega zavedanja. Le pet od 16 jih podpira različne oblike komunikacije in samo eden od 16 spodbuja sodelovanje med udeleženci. Večina jih spodbuja avtonomnost, nihče ne ponuja igrifikacije na višji kognitivni stopnji in samo dva od 16 tečajev zagotavljata dovolj učiteljev na tečaj. Le pet od 16 jih omogoča različne vrste vrednotenja in le šest od 16 daje raznoliko povratno informacijo (npr. komentarji, pregled dela). Zadnja dva kriterija, to sta tehnična infrastruktura in finančni vidik sta bila upoštevana, saj so tečaji zagotavljali spletno varnost in niso imeli previsokih cen za akreditacijo ali pridobljeni certifikat. Avtorja predlagata, da se pri oblikovanju nadaljnjih



jezikovnih spletnih tečajev osredotoči na pedagoški in interaktivni vidik, ki sta v vseh analiziranih jezikovnih spletnih tečajih MOST slabše razvita (Perifanou in Economides, 2014). Tudi Romeo (2012) trdi, da MOST težko omogoči bogato in realistično interakcijo s kompetentnimi govorniki tujega jezika. Martin-Monje, Castrillo in Manana-Rodriguez (2018) so prav tako ugotovili, da je, podobno kot pri ostalih množičnih spletnih tečajih, najpogostejši profil učenca v jezikovnih tečajih »gledalec«, ki si samo ogleda gradivo, toda ne oddaja redno nalog in se ne vključuje v interakcijo z drugimi udeleženci, kar je eden od možnih razlogov za nižjo stopnjo uspešnega zaključka tečajev. Med pozitivnimi metodami dela so na prvo mesto postavili krajše videoposnetke, ki so se izkazali kot zelo učinkoviti pri učenju. Zhang (2018) poudarja pomembnost interakcije pri spletnih tečajih. V tečaju, ki so ga izoblikovali na njeni univerzi na Kitajskem, so poskusili vzpostaviti interakcijo med študenti s klepetalnimi sobami (ang. *chat rooms*), ki so jih uporabljali tako študenti med sabo kot tudi učitelji za komunikacijo s študenti (Zhang, 2018).

Barcena, Read, Martin-Monje in Castrillo (2014) so leta 2013 izvedli enega od prvih množičnih jezikovnih spletnih tečajev s 23.424 udeleženci v vsega sveta. Tečaj je trajal tri mesece, zaključilo pa ga je 5,87 % vseh udeležencev. Metoda dela, ki se je pri njih izkazala kot zelo uspešna, so bili videoposnetki, ki so jih morali udeleženci posneti in s katerimi so razvijali svojo govorno spretnost. Udeleženci so v skupinah morali oceniti govorni nastop drugih članov skupine po vnaprej danih kriterijih, kar se je prav tako izkazalo kot pozitivna metoda dela, ki je spodbujala interakcijo med udeleženci. Udeleženci so med sabo komunicirali tudi v spletnih forumih in v nalogah, ki so od njih zahtevale sodelovanje v skupini. Barcena in drugi (prav tam) so zaključili evalvacijo projekta z ugotovitvami, da je bilo poleg visoke stopnje interakcije uspešno tudi učenje tujega jezika, podajanje ustreznih povratnih informacij in razvijanje avtonomije pri učenju. Chacón-Beltrán (2014) je s sodelavci v istem obdobju izvedel množični spletni tečaj angleščine za začetnike in ugotovil, da je zaradi različnih profilov udeležencev zelo pomembno, da je učenje postopno ter didaktično podprto s strani učiteljev in moderatorjev. Podobno kot pri prejšnji študiji se je tudi tu izkazalo, da ima večina udeležencev visokošolsko izobrazbo, kar pomeni, da tečaji ne dosežejo skupin, ki so jim bili v osnovi namenjeni, to so ljudje z nižjo stopnjo izobrazbe, ki bi si na ta način izboljšali možnosti za zaposlitev. Njegova študija, ki jo je izvedel pozneje z 9356 udeleženci, od katerih jih je 2281 (24,39 %) zaključilo začetni tečaj angleščine, je pokazala napredek v znanju besedišča udeležencev. Kar avtor vidi kot največjo prednost, pa so družbene mreže, ki so se oblikovale že med samim tečajem in za katere sklepa, da so verjetno ostale tudi po koncu tečaja. V teh mrežah so udeleženci delili gradiva na internetu ter si izmenjavali uporabne povezave do spletnih strani za učenje jezika in za osebne interese (Chacón-Beltrán, 2017). To je v



skladu z Vigotskimi didaktičnimi principi učenja, saj so jezikovno boljši udeleženci tečaja pomagali drugim udeležencem, da so dosegli višjo stopnjo znanja. Avtor imenuje udeležence, ki so pomagali drugim »superštudenti«, ker so samoiniciativno odgovarjali na vprašanja drugih udeležencev, jih motivirali za delo in recipročno s tem povečali tudi svojo raven motivacije za udeležbo v tečaju. Chacón-Beltrán (2017) je na podlagi tega tečaja oblikoval dejavnike, ki pripomorejo k uspešnosti jezikovnega spletnega tečaja MOST. Po njegovem mnenju morajo biti učna gradiva:

- a) transparentna: udeleženci brez težav razumejo, kaj morajo narediti, gradiva imajo natančna in jasna navodila ter kratke videoposnetke;
- b) izvedljiva: aktivnosti morajo biti izvedljive, ne da bi zahtevale dodatna gradiva in ne da bi ustvarile napačna pričakovanja;
- c) motivacijska: aktivnosti udeležence privlačijo, da jih izvedejo in se ob tem dobro počutijo;
- č) ovrednotena: udeleženci vidijo prednosti tega, da dokončajo tečaj in se naučijo jezik;
- d) odprta: udeleženci jih lahko uporabljajo tudi po zaključku tečaja.

Chacón-Beltrán (2017)

Motzo in Proudfoot (2017) sta v okviru množičnega ponudnika spletnih tečajev Futurelearn vodili začetni spletni tečaj italijanščine ter povzeli prednosti in slabosti njihovega tečaja. Med prednosti sta uvrstili razvijanje vseh štirih jezikovnih spretnosti, tudi govorno in pisno sporazumevanje ter ozaveščanje kulture, področja, ki so bila pri nekaterih prejšnjih tečajih slabše razvita. Udeleženci so v forumih primerjali svojo kulturo z italijansko, kar je pripeljalo do visokega števila pogovorov (571). Podobno kot pri raziskavi Chacón-Beltrána (2017), se je tudi tu pokazal pozitiven vidik konektivističnega učenja (Downes, 2012), kjer udeleženci podpirajo drug drugega, vidijo prednosti skupnega učenja ter se počutijo kot del skupnosti. Avtorici sta bili sicer zadovoljni z interakcijo, vendar sta predlagali, da bi delo v manjših skupinah še bolj spodbudilo sodelovalno učenje. Za večjo interakcijo med udeleženci prav tako predlagata rabo družbenih omrežij in aplikacij, kot sta Skype ali Facetime (Motzo in Proudfoot, 2017).

Kot zanimivost je Martin-Monje (2017) raziskovala tipične udeležence jezikovnih spletnih tečajev MOST in opazila, da so to običajno ženske z univerzitetno izobrazbo, v poznih tridesetih letih, v primerjavi z nejezikovnimi množičnimi tečaji, kjer so udeleženci običajno moški z univerzitetno izobrazbo in v svojih poznih dvajsetih letih.

## Kompetence in vloga učitelja v množičnem odprtem spletnem tečaju pri poučevanju angleščine

Mnogi avtorji (med drugim Castrillo, 2014; Hampel in Stickler, 2005; Stanley, 2019) so opozorili, da čeprav je spletno poučevanje vedno bolj raziskano, še vedno primanjkuje raziskav s področja znanj, ki jih potrebujejo učitelji za spletno poučevanje tujih jezikov. Chtena (2015) temu pritrjuje in pravi, da je v primerjavi s tehničnim vidikom spletnega tečaja MOST vloga moderatorja in učiteljevega profesionalnega razvoja slabo raziskana in da je temu potrebno v prihodnosti posvetiti več pozornosti, če želimo, da bomo s poučevanjem na daljavo dosegli zastavljene učne cilje. Hubbard (2008), Kessler (2006) ter Abras in Sunshine (2008) poudarjajo, da večina učiteljev jezikov konča svoje izobraževanje z malo ali nič znanja o tem, kako uporabljati tehnologijo za poučevanje jezikov. Kakovost prenosa jezikovnega znanja in s tem povezana usposobljenost učiteljev je eden glavnih dejavnikov za uspešno učenje jezika, najsi bo to v razredu ali na daljavo. Zato so kompetence, ki jih učitelji potrebujejo za uspešno poučevanje na daljavo, izrednega pomena.

Hampel in Stickler sta že leta 2005 izvedla raziskavo, s pomočjo katere sta določila spretnosti, ki jih potrebujejo učitelji jezikov za poučevanje na daljavo.

### Slika 1

*Piramida spretnosti za spletno poučevanje jezikov (Hampel in Stickler, 2005).*



Spretnosti si sledijo od splošnejših, ki jih morajo učitelji najprej usvojiti, do bolj specifičnih, ki vključujejo individualne in osebne stile poučevanja (Hampel in Stickler, 2005). Splošne spretnosti zajemajo uporabo tehnologije in zavedanje o prednostih, ki jih le-ta prinaša, socialne spretnosti oblikovanja in vzdrževanja spletne skupnosti, spretnosti poučevanja jezikov (razvijanje sporazumevalnih zmožnosti pri udeležencih tečaja) ter spretnosti za ustvarjalno poučevanje in ponujanje možnosti udeležencem ter zadnja spretnost, tj. razvoj osebnega stila poučevanja v spletnem mediju (Hampel in Stickler, 2005). Compton (2009) je ugotovila, da kompetence za spletno poučevanje ne usvajamo zaporedno, ampak sočasno in ne vedno v zaporedju, kot prikazuje zgornja piramida, zato je shemo spretnosti preoblikovala in razdelila na tri glavne kategorije: (a) tehnologija spletnega poučevanja jezikov, (b) pedagogika spletnega poučevanja jezikov in (c) vrednotenje spletnega poučevanja jezikov. Prva kategorija se nanaša na znanje in spretnosti za rabo tehnoloških orodij, druga zajema znanje in spretnosti za izvedbo učnih dejavnosti, tretja kategorija pa vključuje analitične zmožnosti za vrednotenje spletnih dejavnosti in tečaja z namenom njihove izboljšave za lažje uresničevanje jezikovnih ciljev. Compton (2009) je določila opisnike za vsako kategorijo in jih razdelila na tri nivoje učiteljevega znanja: začetni, srednji ter profesionalni. Vsak učitelj si lahko na podlagi opisnikov določi, v kateri nivo spada v posamezni kategoriji.

Develotte, Guichon in Vincent (2010) med dejavniki učinkovite moderacije poudarjajo pomen »teleprisotnosti« (ang. telepresence), ki jo opredelijo kot učiteljevo prisotnost pri učenju na daljavo in za katero pravijo, da je pogoj za uspešno učenje, različna tehnološka sredstva pa omogočijo učitelju, da ta pogoj izpolni. Pintos (2019) teleprisotnost ovrednoti kot trenutke, ko učenci pri poučevanju na daljavo zaupajo učitelju, sledijo snovi, se počutijo sproščeni ali celo pozabijo, da učitelj fizično ni ob njih. Pri tem avtorica poudari pomen neverbalne komunikacije ter usklajenost med učiteljevim govorom in telesno govorico, saj mora prenesti sporočilo na daljavo, kar je težje kot v razredni situaciji. Tudi v množičnih spletnih odprtih tečajih je naloga moderatorja oz. učitelja, da vzpostavi in vzdržuje prisotnost v virtualni učilnici, da se učno okolje zazna kot manj oddaljeno (Harms, Niederhauser, Davis, Roblyer in Gilbert, 2006). To lahko naredi s skrbnim načrtovanjem aktivnosti, ki zajemajo spodbujanje komunikacije in sodelovanje med udeleženci tečaja. Prav tako lahko občutek prisotnosti krepimo z aktivnostmi, kjer se udeleženci bolje spoznajo, v klepetalnicah ali z omogočanjem interakcije med udeleženci s pomočjo različnih orodij.

Pintos (2019) je v Južni Ameriki raziskovala mnenja učiteljev o kompetencah, ki jih potrebujejo za poučevanje na daljavo. Zaradi oddaljenosti krajev v tem delu sveta je poučevanje na daljavo stalnica, ki jo vseskozi posodabljajo. Med pomembnejšimi kompetencami so tako učitelji navedli naslednje: vodenje

razreda na daljavo, ki zajema jasna in nedvoumna navodila ter natančno določeno strukturo dela; usklajeno timsko delo, če delo na daljavo vodi več učiteljev; ter poznavanje rabe učne tehnologije, kar pa, v nasprotju s pričakovanji, niso označili kot najpomembnejšo kompetenco. Ker poučevanje v tem primeru poteka v manjših skupinah, se kompetence delno razlikujejo od tistih, ki jih potrebujejo učitelji, ki delujejo kot moderatorji v množičnih odprtih spletnih tečajih za učenje tujih jezikov. Prav zato je Castrillo (2014) izpostavila, da morajo biti vloge učiteljev v spletnih tečajih MOST na novo opredeljene glede na naloge, ki jih imajo pri oblikovanju ali moderiranju.

**Tabela 1**

*Vloga učitelja v množičnem odprtem spletnem tečaju (Castrillo, 2014)*

Stopnja tečaja	Vloga učitelja	Aktivnosti MOST
<b>Pred izvedbo</b>	Oblikovalec/organizator tečaja	Cilji in vrstni red dejavnosti, časovnica
	Vsebinski strokovnjak	Kratki posnetki, kvizi, podporno gradivo
	Oblikovalec komunikacijskih sporočil in nalog	Elektronska sporočila, forumi, blogi, wikiji
	Oblikovalec ocenjevanja	Vrstniško ocenjevanje in samoocenjevanje
<b>Med izvedbo</b>	Moderator	Moderiranje tečaja Dajanje navodil, zagotavljanje pomoči
	Raziskovalec	Analiza učenja

Kot je razvidno iz tabele, ima učitelj največ vlog pred izvedbo množičnega spletnega tečaja, saj mora oblikovati tečaj z jasnimi cilji in navodili, kot vsebinski strokovnjak mora sistematično načrtovati smiselno vsebino, narediti posnetke, ustvariti besedila, kvize in naloge, ki bodo postopoma vodili udeležence tečaja do zastavljenih ciljev. Kot oblikovalec komunikacijskih nalog mora sestaviti sporočila udeležencem, oblikovati besedilo in vprašanja v blogih, forumih in wikijih. Pri tem mora poskrbeti za interakcijo med udeleženci z oblikovanjem vprašanj, ki bodo spodbujala komunikacijo in občutek prisotnosti v spletnem okolju. Zaradi prevelikega števila udeležencev v spletnih tečajih MOST je nemogoče, da bi učitelj posreboval individualno oceno oz. povratno informacijo vsakemu udeležencu posebej in prav zaradi tega se za namene ocenjevanja najpogosteje uporablja samoocenjevanje, kjer udeleženci po končani nalogi dobijo avtomatični odgovor, s katerim preverijo svoje znanje. Druga pogosta oblika preverjanja znanja je vrstniško ocenjevanje, pri kateri pa moramo dati jasna navodila in kriterije, po

katerih udeleženci vrednotijo delo drug drugega. Vrstniško ocenjevanje je uspešnejše, če je predznanje udeležencev na podobnem nivoju, kar pa je pri spletnih tečajih MOST težje zagotoviti (Castrillo, 2014).

Med izvedbo množičnega spletnega tečaja učitelj moderira delo udeležencev, vendar glede na dejstvo, da je število udeležencev veliko, je ta vloga v primerjavi z moderiranjem v zaprtih spletnih skupinah skrčena na spremljanje dela udeležencev, moderiranje debatnih forumov in reševanje težav pri izvajanju dejavnosti (Castrillo, 2014). Ta vloga še vedno ni najbolj določena in med strokovnjaki prihaja do nestrinjanja glede tega, v kolikšni meri je učiteljeva prisotnost potrebna. Glance, Forsey in Riley (2013) predlagajo, da učitelj ne sodeluje v forumih, je pa zaželeno, da naredi tedenski pregled dejavnosti, ki ga pošlje udeležencem po elektronski pošti. Pregled naj bo pozitiven in usmerjen v dejavnosti, ki so jih udeleženci uspešno končali. Raziskave so pokazale, da takšna sporočila zmanjšajo upad udeležbe na tečajih (Glance, Forsey in Riley, 2013).

Po koncu izvedbe tečaja prevzame učitelj vlogo raziskovalca. Williams (2013) trdi, da nam spletni tečaji ne samo omogočijo vpogled v učne stile udeležencev, ampak nam zaradi velikega števila sodelujočih in računalniških navodil omogočajo natančno opazovanje procesa usvajanja znanja, ki ga lahko uporabimo za izboljšanje samega poučevanja.

Kot je razvidno v tem poglavju, kompetence in vloge učitelja v množičnem odprtem spletnem tečaju presegajo kompetence in vloge jezikovnega učitelja v razredu in naloga visokošolskih institucij je, da učitelje že med izobraževanjem pripravi nanje in jim omogoči njihov razvoj.

## **Množični odprti spletni tečaji v izobraževanju učiteljev angleščine kot tujega jezika**

Množični odprti spletni tečaji so zaradi svoje strukture zelo primerni za izobraževanje učiteljev, saj se jih lahko učitelji kadarkoli udeležijo in tako pridobijo (dodatne) kompetence za poučevanje. McClure (2013) pravi, da bi lahko univerze postale konkurenčni ponudnik spletnih storitev ter s tem razširile svoje tržišče in bolj razvile stalno strokovno izpopolnjevanje. S ponudbo množičnih spletnih tečajev bi lahko tudi vzpostavile partnerstvo z drugimi korporacijami in na ta način pokrile razkorak v primanjkljaju spretnosti na trgu (McClure, 2013). Druge prednosti, ki jih prinaša raba spletnih tečajev MOST v visokošolskem prostoru, so internacionalizacija kurikula, razvijanje študentovih medkulturnih digitalnih kompetenc in spodbujanje aktivnega učenja. Prihodnji učitelji se z udeležbo na množičnem spletnem tečaju seznanijo z inovativnimi ter avtonomnimi načini

učenja in poučevanja, ki jih pozneje uporabijo pri svojem poučevanju. Bone in McNichol (2014) sta v svoji študiji ugotovila, da imajo študenti v Veliki Britaniji v večini pozitiven odnos do odprtih izobraževalnih virov in da jih v veliki meri že uporabljajo ter pričakujejo, da bodo igrali pomembno vlogo v njihovem učenju v prihodnosti, si pa želijo več podpore s strani izobraževalnih ustanov pri njihovi rabi. Tudi Wang in Zhu (2019) sta raziskovala učinkovitost spletnih tečajev MOST v tradicionalnem univerzitetnem okolju. Njuna študija je pokazala, da so bili študenti v MOST-u, ki je bil zasnovan na obrnjenem učenju (ang. flipped learning) v povprečju uspešnejši od tistih, ki so se učili v učilnici in da jim je bila izkušnja takšnega učenja všeč, posebej so poudarili interakcijo med študenti in dostop do učnega gradiva. Avtorja sta poudarila, da je potrebnih še več študij, ki bi raziskovale vključevanje množičnih spletnih tečajev v visokošolsko izobraževanje. Gonçalves, Chumbo, Torres in Gonçalves (2016) so s študijo primera na portugalski univerzi Bragança pokazali, kako vključiti MOST v izobraževanje učiteljev. Učitelji so kot zaključni del tečaja ustvarili svoj MOST z avdio in video vsebinami. Po končani študiji so dejali, da je tečaj spodbujal interakcijo med njimi in njihovo ustvarjalnost. Izpostavili so priložnost, da so lahko delili svoje izdelke, ki so jih uporabljali pri pouku.

Množični odprti spletni tečaji za učitelje angleščine imajo več prednosti. Poleg didaktičnih spretnosti za učenje jezika, ki so povezane z vsebino tečaja, učitelji razvijajo in utrjujejo tudi svoje jezikovne zmožnosti. Pomemben del udeležbe v tečaju je tudi mreženje, medsebojna podpora in povezava s širšo skupnostjo učiteljev zunaj delovnega prostora (Manning, Morrison in McIlroy, 2014). Orsini-Jones (2015) je leta 2014 prek spletnega ponudnika *Futurelearn* izvedla enega prvih spletnih tečajev MOST za prihodnje učitelje angleščine kot tujega jezika z naslovom *Razumeti jezik: učenje in poučevanje (ang. Understanding Language: Learning and Teaching)*. Množični spletni tečaj je trajal en mesec, prek njega pa so študentom predstavili naslednje teme: učenje jezika, poučevanje jezika v razredu, tehnologija pri učenju tujega jezika in globalna angleščina. Prve izvedbe tečaja se je udeležilo približno 58.000 ljudi, druge pa okrog 42.000. Orsini-Jonesova je MOST vključila v predmet didaktika poučevanja angleščine kot del obveznosti za študente. Na ta način jih je lažje pripravila na tečaj, saj jim je predstavila delo v tečaju, se z njimi pogovarjala o avtonomiji učenja ipd. Podobno predlaga tudi drugim programom, naj množični spletni tečaj vključijo v kurikulum, saj je pozitivna in brezplačna pridobitev za študij. 42 študentov, ki so bili del tečaja, je dejalo, da jim je udeležba pomagala pri razumevanju koncepta avtonomnega učenja in pomembnosti učiteljeve podpore pri učenju. Študenti so prav tako potrdili, da so zaradi udeležbe v spletnem tečaju MOST morali stopiti iz cone udobja, kar jih je prisililo, da so prevetrili svoja prepričanja o jezikovnem učenju in poučevanju (Orsini-Jones, 2015). 92 % študentov je potrdilo, da je udeležba na tečaju vsebinsko dopolnila njihov

študij na magistrskem programu, 86 % študentov je dejalo, da jim je udeležba na tečaju pomagala pri samorefleksiji o tem, kako poučujejo, vsi študenti pa so se strinjali s tem, da jim je tečaj pomagal pri razumevanju jezikovnega učenja. Prav tako je 92 % študentov dejalo, da so se zaradi pogovorov v forumih počutili del svetovne skupnosti. Zanimiv rezultat je bil v povezavi z rabo spletnega orodja Facebook za povezavo z drugimi študenti – kar nekaj študentov je dejalo, da jim raba tega orodja v sklopu spletnega tečaja MOST ni bila všeč. Eden od študentov je dejal, da Facebook ni omogočal produktivnih diskusij in da se mu raba tega orodja ne zdi primerna za akademske pogovore (Orsini-Jones, 2015). Vsi visokošolski učitelji, ki so bili del množičnega spletnega tečaja (6 učiteljev), bi priporočili tečaj svojim študentom kot del študija.

Orsini-Jones, Conde, Borthwick, Zou in Ma (2018) so leta 2016 ponovile študijo, ki jo je Orsini-Jonesova izvedla leta 2014, tokrat z več udeleženci študije (154) z različnih univerz (Coventry University, tremi univerzami s Kitajske in univerzo Utrecht na Nizozemskem). Vse univerze so MOST *Razumeti jezik: učenje in poučevanje* (ang. *Understanding Language: Learning and Teaching*) vključile v svoj program za izobraževanje učiteljev za poučevanje angleščine kot tujega jezika. S tem so omogočile umestitev množičnega tečaja v lokalni izobraževalni kontekst, hkrati pa so udeleženci tečaja postali del globalne skupnosti, saj je bilo v spletnem tečaju MOST poleg udeležencev, ki so bili del študije, vključenih 4000 udeležencev z vsega sveta. Po končanem tečaju je imelo nekaj študentov priložnost, da se udeleži študijskega srečanja z udeleženci z drugih univerz in tako še utrdi vezi, ki so nastale med tečajem. MOST je vključeval kratke videoposnetke z vprašanji za diskusijo, besedila in interaktivne naloge. Na koncu vsake enote so udeleženci razpravljali o dani temi in o tem, kako bi jo lahko vključili v svoje učenje in poučevanje jezikov (Orsini-Jones, Conde, Borthwick, Zou in Ma, 2018). Več kot polovica udeležencev v študiji je pritrdila, da je tečaj spremenil njihova prepričanja o jezikovnem učenju in poučevanju, večina jih v kombiniranem učenju vidi potencial za osebni razvoj in njihovo poučevanje tujih jezikov v prihodnosti, si pa želijo, da bi dobili več podpore med učenjem (Orsini-Jones, Conde, Borthwick, Zou in Ma, 2018). Avtorice so na podlagi študije naredile seznam priporočil za vključevanje spletnega tečaja MOST v obstoječe programe za izobraževanje učiteljev za poučevanje angleščine kot tujega jezika: (1) struktura tečaja mora biti natančno načrtovana, z jasnimi cilji in navodili; (2) tečaj naj vključuje tudi sinhroni element, kjer se udeleženci srečajo »v živo« (npr. prek Skypa); (3) tečaj naj bo usklajen s časom in vsebino obstoječega kurikula; (4) pred pričetkom tečaja študentom predstavimo tečaj, njegovo vsebino in dejavnosti ter preverimo njihove digitalne spretnosti; (5) o vsebinah tečaja se pogovarjamo s študenti med poukom; (6) uspešno zaključen tečaj naj bo del ocene visokošolskega predmeta, ki se ujema z njegovo vsebino in cilji (Orsini-Jones, Conde, Borthwick, Zou in Ma, 2018).



Na podoben način so Hodges, Lowenthal in Grant (2016) na podlagi svojih izkušenj z oblikovanjem množičnih odprtih spletnih tečajev za učitelje in literature o profesionalnem razvoju učiteljev predstavili smernice za načrtovanje tečajev: (1) učiteljem je treba omogočiti učenje prek avtentičnih nalog, ki jih lahko uporabijo pri svojem poučevanju; (2) vsebina tečaja naj bo povezana s kurikulumom in usklajena z nacionalnimi standardi; (3) tečaj naj ponuja specifične vsebine, ki jih učitelji potrebujejo pri svojem delu; (4) velik poudarek pri tečaju naj bo na medsebojnem sodelovanju med učitelji; (5) učiteljem, ki imajo tehnične ali vsebinske težave pri spletnem tečaju MOST, je treba zagotoviti pomoč; (6) uspešen zaključek tečaja naj prinese učiteljem nagrado oz. priznanje, ki ga lahko uporabijo pri napredovanju; (7) tečaj naj tudi po zaključku ostane odprt za udeležence, da lahko kadarkoli ponovno pogledajo njegovo vsebino, naloge in diskusije.

Tudi Moreno in Traxler (2016) sta oblikovala smernice za jezikovni MOST z uporabo mobilnih naprav (ang. *MALLMOOC – Mobile Assisted Language Learning in Massive Online Open Course*) za učitelje tujih jezikov. Med njimi sta poudarila spremenjene vloge učiteljev, na katere je treba pripraviti učitelje v sklopu njihovega izobraževanja, prevetritev stališč učiteljev o rabi mobilnih naprav, upoštevanje kulturnih dejavnikov, razvijanje medvrstniške pomoči med udeleženci, interakcije ter samostojnih učnih skupnosti. Avtorja prav tako predlagata, da bi jezikovne cilje v spletnih tečajih MOST standardizirali in jih uskladili z referenčnim okvirom SEJO (Skupni evropski jezikovni okvir za učenje, poučevanje, ocenjevanje oz. ang. *CEFR – Common European Framework of Reference, 2011*) in na podlagi jezikovnih ravni ovrednotili jezikovno in didaktično veljavnost IKT-aplikacij za učenje in poučevanje tujih jezikov.

Spletni ponudnik *Futurelearn* ima kar nekaj množičnih spletnih tečajev, ki jih je mogoče vključiti v kurikulum za izobraževanje učiteljev za poučevanje angleščine, npr. Disleksija pri poučevanju tujega jezika (ang. *Dyslexia and Foreign Language Teaching*), Kulturne študije in moderni jeziki (ang. *Cultural Studies and Modern Languages*), Jezikovno ocenjevanje (ang. *Language Assessment in the Classroom*), Angleščina v zgodnjem otroštvu: Učenje in razvijanje jezika (ang. *English in Early Childhood: Language Learning and Development*), Uvod v uporabno jezikoslovje in poučevanje angleščine govorcem drugih jezikov (ang. *Introduction to Applied Linguistics and TESOL*), Strategije za poučevanje tujega jezika: Podpora tujejezičnim učencem v razredu (ang. *TESOL Strategies: Supporting ESL Students in Mainstream Classrooms*). Tečaji so dolgi od treh do šestih tednov in vključujejo teme, ki so primerne za prihodnje učitelje tujih jezikov.



## Zaključek

Glede na zgoraj navedene ugotovitve o značilnostih spletnih tečajev MOST ter smernice in priporočila za vključevanje spletnih tečajev MOST v izobraževanje učiteljev za poučevanje tujega jezika bi bilo smotrno razmisliti o vključitvi tečajev *Futurelearn* ali drugega spletnega ponudnika v visokošolski kurikulum za izobraževanje razrednih učiteljev za poučevanje angleščine. Glede na vsebine in cilje tečaja bi izbrali najprimernejšega oz. tistega, za katerega bi menili, da je najbolj uporaben za študente. V skladu z raziskanimi priporočili bi bilo zaželeno, da bi se o vsebinah in nalogah tečaja pogovarjali med izvajanjem predmeta (npr. Didaktika angleščine na zgodnji stopnji), portfolio tečaja pa bi bil del zaključne ocene predmeta. Tečaj bi hkrati z didaktičnimi spretnostmi razvijal tudi tujejezikovne zmožnosti študentov, njihovo avtonomijo, samoreflektivne zmožnosti ter njihove medkulturne digitalne kompetence. Z udeležbo na tečaju bi spoznali (prihodnje) učitelje tujih jezikov iz drugih delov sveta, s katerimi bi lahko sodelovali tudi pozneje v mednarodnih šolskih projektih. Prepričani smo, da bi bila vključitev množičnega tečaja v izobraževanje učiteljev pozitivno sprejeta tudi s strani študentov, glede na teoretična izhodišča in izkušnje raziskav, predstavljenih v tem prispevku.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOVUP).

## Literatura

- Abras, C. N. in Sunshine, P. M. (2008). Implementing distance learning: Theories, tools, continuing teacher education, and the changing distance-learning environment. V S. Goertler in P. Winke (ur.), *Opening doors through distance language education: Principles, perspectives, and practices* (str. 175–201). CALICO Monograph Series 7, Texas, Computer Assisted Language Instruction Consortium (CALICO).
- Agarwal, A. (2013). *Why massive open online courses (still) matter*. TED Global. [https://www.ted.com/talks/anant\\_agarwal\\_why\\_massive\\_open\\_online\\_courses\\_still\\_matter?language=se](https://www.ted.com/talks/anant_agarwal_why_massive_open_online_courses_still_matter?language=se)
- Bali, M. in Sharma, S. (2017). Envisioning post-colonial MOOCs: Critiques and ways forward. V R. Bennett in M. Kent (ur.), *Massive open online courses and higher education: what went right, what went wrong and where to next?* (str. 26–44). London and New York: Routledge.
- Barcena, E., Read, T., Martin-Monje, E. in Castrillo, M. D. (2014). Analysing student participation in Foreign Language MOOCs: a case study. V U. Cress in C. D. Kloos (ur.), *Proceedings of the European MOOC Stakeholder Summit 2014* (str. 11–18). Open Education Europa & p.a.u. Education.

- Barnett, S. in Coate, K. (2005). *Engaging the curriculum in higher education*. Berkshire, UK and New York, NY: Society for Research into Higher Education and Open University Press.
- Bates, T. (2012). *What's right and wrong about Coursera style MOOCs*. <https://www.tonybates.ca/2012/08/05/whats-right-and-whats-wrong-about-coursera-style-moocs/>
- Bax, S. (2018). MOOCs as a new technology: approaches to normalising the MOOC experience for our learners. V M. Orsini-Jones in S. Smith (ur.), *Flipping the blend through MOOCs, MALL and OIL – new directions in CALL* (str. 9–16.). Dublin: Researchpublishing.net.
- Bone, E. in McNichol, S. (2014). *Students' views on learning methods and Open Educational Resources in Higher Education*. York: Higher Education Academy. <https://www.heacademy.ac.uk/resource/students%E2%80%99-views-learning-methods-and-open-educational-resources-higher-education>
- Castrillo, M. D. (2014). Language Teaching in MOOCs: The Integral Role of the Instructor. V E. Martín-Monje in E. Barcena (ur.), *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending Boundaries* (str. 69–92). De Gruyter Open.
- Chacón-Beltrán, R. (2014). Massive Online Open Courses and Language Learning: The Case for a Beginner's English Course. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 141, 242–246.
- Chacón-Beltrán, R. (2017). The Role of MOOCs in the Learning of Languages: Lessons From a Beginners' English Course. *Porta Linguarum*, 28(1): 23–35.
- Chafkin, M. (2013). *Udacity's Sebastian Thrun, godfather of free online education changes course*. Fast Company. <https://www.fastcompany.com/3021473/udacity-sebastian-thrun-uphill-climb>
- Christensen, G., Steinmetz, A., Alcorn, B., Bennett, A., Woods, D. in Emanuel, E. (2013, 6. november) *The MOOC Phenomenon: Who Takes Massive Open Online Courses and Why?* [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2350964](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2350964)
- Chtena, N. (2015). Massive Open Online Courses: The MOOC Revolution Edited by Paul Kim. *InterActions: UCLA Journal of Education and Information Studies*, 11(2).
- Compton, L. K. (2009). Preparing language teachers to teach language online: a look at skills, roles, and responsibilities. *Computer Assisted Language Learning*, 22(1), 73–99.
- Cook, V. (2016). *Second Language Learning and Language Teaching*. (5. izd.). Oxon: Routledge.
- Czerniewicz, L., Deacon, A., Small, J. in Walji, S. (2014). Developing world MOOCs: A curriculum view of the MOOC landscape. *Journal of Global Literacies, Technologies, and Emerging Pedagogies*, 2(3), 122–139.
- Daniel, J. (2012). Making sense of MOOCs: Musings in a maze of myth, paradox and possibility. *Journal of Interactive Media and Education*, 3(18). <https://jime.open.ac.uk/articles/10.5334/2012-18/>
- Develotte, C., Guichon, N. in Vincent, C. (2010). The use of the webcam for teaching a foreign language in a desktop videoconferencing environment. *ReCALL. Cambridge University Press*, 22(3), 293–312.
- Dhawal, S. (2015). *By the numbers: MOOCs in 2015: Class Central's MOOCs Report*. <https://www.classcentral.com/report/tag/mooc-roundup-2015/>
- Dhawal, S. (2019). *Year of MOOC-based Degrees: A Review of MOOC Stats and Trends in 2018*. Edsurge. <https://www.edsurge.com/news/2019-01-02-year-of-mooc-based-degrees-a-review-of-mooc-stats-and-trends-in-2018>
- Downes, S. (2012). *Connectivism and connective knowledge: Essays on meaning and learning networks*. Stephen Downes Web. [http://www.downes.ca/files/Connective\\_Knowledge-19May2012.pdf](http://www.downes.ca/files/Connective_Knowledge-19May2012.pdf)

- European Commission. (2012). *Eurobarometer, Special. 386. Europeans and their languages. Report.*
- Future Learn Unlimited. *Language Teaching Courses.* (b. d.). <https://www.futurelearn.com/subjects/teaching-courses/language-teaching>
- Future Learn Unlimited. *Endless possibilities.* (b. d.). <https://www.futurelearn.com/unlimited>
- Glance, D. G., Forsey, M. in Riley, M. (2013). The pedagogical foundations of massive open online courses. *First Monday*, 18(5). <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4350/3673>
- Godwin-Jones, R. (2014). Global reach and local practice: The promise of MOOCS. *Language Learning & Technology*, 18(3), 5–15. <http://llt.msu.edu/issues/october2014/emerging.pdf>
- Gonçalves, V., Chumbo, I., Torres, E. in Gonçalves, B. (2016). Teacher Education through MOOC: A case study. V *Proceedings of ICERI2016 Conference, 14th - 16th November 2016* (str. 8350–8358). Seville, Spain.
- Groove, J. (2013, 24. januar). *V-C warns of massive threat posed by MOOCs.* Times Higher Education. <https://www.timeshighereducation.com/v-c-warns-of-massive-threat-posed-by-moocs/2001080.article>
- Hampel, R. in Stickler, U. (2005). New skills for new classrooms: Training tutors to teach languages online. *Computer Assisted Language Learning*, 18(4), 311–326.
- Harms, C., Niederhauser, D., Davis, N., Roblyer, M. D. in Gilbert, S. (2006). Educating educators for virtual schooling: Communicating roles and responsibilities. *Electronic Journal of Communication*, 16(1&2).
- Hodges, C., Lowenthal, P. in Grant, M. (2016). Teacher Professional Development in the Digital Age: Design Considerations for MOOCs for Teachers. V *SITE 2016 Conference proceedings, Savannah, GA, United States, March 21-26, 2016* (str. 2075–2081).
- Hubbard, P. (2008). CALL and the future of language teacher education. *CALICO Journal*, 25(2), 175–188.
- Kelly, A. V. (2009). *The curriculum: Theory and practice* (6. izd.). London: Sage.
- Kent, M. in Bennett, R. (2017). Any colour as long as it's black! MOOCs, (post)-Fordism and inequity. V *Massive Open Online Courses and Higher Education Where to Next?* (str. 11–25). New York and Oxon.
- Kent, M. in Bennett, R. (2017a). What was all that about? Peak MOOC hype and post-MOOC legacies. V R. Bennet in M. Kent (ur.), *Massive Open Online Courses and Higher Education. What went Right, What Went Wrong and Where to Next?* (str. 1–8). London and New York: Routledge.
- Kessler, G. (2006). Assessing CALL teacher training: What are we doing and what we could do better? V P. Hubbard in M. Levy (ur.), *Teacher education in CALL* (str. 23–44). Philadelphia: John Benjamins.
- Koller, D. (2012). *What we're learning from online education.* TED Global. [https://www.ted.com/talks/daphne\\_koller\\_what\\_we\\_re\\_learning\\_from\\_online\\_education/transcript](https://www.ted.com/talks/daphne_koller_what_we_re_learning_from_online_education/transcript)
- Konnikova, M. (2014, 7. november). *Will MOOCs be flukes?* The New Yorker. <https://www.newyorker.com/science/maria-konnikova/moocs-failure-solutions>
- Krashen, S. (1985). *The Input Hypothesis: Issues and Implications.* London: Longman.
- Manning, C., Morrison, B. R. in McIlroy, T. (2014). MOOCs in language education and professional teacher development: Possibilities and potential. *Studies in Self-Access Learning Journal*, 5(3), 294–308.

- Martin-Monje, E. (2017). *Mind the L in LMOOCs: The Importance of language learning in massive courses*. Conference paper, 2–4 February 2017. Universita Ca'Foscari Venezia.
- Martin-Monje, E., Castrillo, M. D. in Manana-Rodriguez, J. (2018). Understanding online interaction in language MOOCs through learning analytics. *Computer Assisted Language Learning*, 31(3), 251–272.
- McClure, W. M. (2013). MOOCs: Hype or Hope: Conflicting Narratives in Higher Education Policy. *Higher Education Reforms: looking back – looking forward: workshop proceedings/ 10th International Workshop on Higher Education Reform (HER)*, University of Ljubljana, Faculty of Education, October 2–4, 2013 (str. 159–172).
- McKenna, L. (2013, 5. november). *The big idea that can revolutionise higher education: 'MOOC'*. The Atlantic. <https://www.theatlantic.com/business/archive/2012/05/the-big-idea-that-can-revolutionize-higher-education-mooc/256926/>
- Moreira Teixeira, A. in Mota, J. (2014). A proposal for the methodological design of collaborative language MOOCs. V E. Martin-Monje in E. Bárcena (ur.), *Language MOOCs: providing learning, transcending boundaries*. De Gruyter Open.
- Moreno, A. I. in Traxler, J. (2016). MALL-based MOOCs for language teachers: Challenges and opportunities. *Porta Linguarum*, 1, 73–85.
- Motzo, A. in Proudfoot, A. (2017). MOOCs for language learning – opportunities and challenges: the case of the Open University Italian Beginners' MOOCs. V Q. Kan in S. Bax (ur.), *Beyond the language classroom: researching MOOCs and other innovations* (str. 85–97). Research-publishing.net. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2017.mooc2016.673>
- Ochoa Alpala, C. A. in Roberto Florez, E. E. (2011). Blended Learning in the Teaching of English as a Foreign Language: An Educational Challenge. *HOW: A Colombian Journal for Teachers of English*, 18, 154–168.
- Oliver, M. (2015). From openness to permeability: reframing open education in terms of positive liberty in the enactment of academic practices. *Learning, Media and Technology*, 40(3), 365–384. <https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1029940>
- Orsini-Jones, M. (2015). *Innovative pedagogies series: Integrating a MOOC into the MA in English Language Teaching at Coventry University*. Higher Education Academy.
- Orsini-Jones, M., Conde, B., Borthwick, K., Zou, B. in Ma, W. (2018). *B-MELTT: Blending MOOCs for English Language Teacher Training*. London: British Council.
- Parr, C. (2015, 23. april). *MOOCs: Fluctuating rates in online investment*. Time Higher Education. <https://www.timeshighereducation.com/news/moocs-fluctuating-rates-in-online-investment/2019816.article>
- Perez-Hernandez, D. (2014, 1. maj). *Passive MOOC students don't retain new knowledge study finds*. The Chronicle of Higher Education. [http://chronicle.com/blogs/wiredcampus/passive-mooc-students-dont-retain-new-knowledge-study-finds/52295#disqus\\_thread](http://chronicle.com/blogs/wiredcampus/passive-mooc-students-dont-retain-new-knowledge-study-finds/52295#disqus_thread)
- Perifanou, M. A. in Economides, A. (2014). MOOCs for foreign language learning: An effort to explore and evaluate the first practices. V *Proceedings of INTED2014Conference. 10th - 12th March 2014* (str. 3561–3570). Valencia, Spain.
- Pintos, V. (2019). What skills do Ceibal en Ingles remote teachers need? V G. Stanley (ur.), *Innovations in education: Remote teaching* (str. 43–47). London: British Council.
- Pretz, K. (2014, 3. februar). *Low completion rates for MOOCs*. The Institute. <http://theinstitute.ieee.org/ieee-roundup/opinions/ieee-roundup-low-completion-rates-for-moocs>
- Romeo, K. (2012). *Language Learning MOOCs?* <https://www.stanford.edu/group/ats/cgi-bin/hivetalkin/?p=3011>

Schuetze, H. G. in Slowey, M. (2002). Participation and exclusion: A comparative analysis of non-traditional students and lifelong learners in higher education. *Higher Education*, 44, 309–327. <https://doi.org/10.1023/A:1019898114335>

SEJO: Skupni evropski jezikovni okvir: učenje, poučevanje, ocenjevanje. (2011). Ministrstvo RS za šolstvo in šport. [http://www.mss.gov.si/si/delovna\\_podrocja/razvoj\\_solstva/jezikovno\\_izobrazevanje/skupni\\_evropski\\_jezikovni\\_okvir\\_sejo/](http://www.mss.gov.si/si/delovna_podrocja/razvoj_solstva/jezikovno_izobrazevanje/skupni_evropski_jezikovni_okvir_sejo/)

Selingo, J. J. (2014). *MOOC U: Who is getting the most out of online education and why*. London, UK: Simon and Schuster.

Shirky, C. (2013, 7. februar). *Your massively open offline college is broken*. The Awl. <https://www.theawl.com/2013/02/your-massively-open-offline-college-is-broken/>

Sokolik, M. (2014). What constitutes an effective language MOOC? V E. Martin-Monje in E. Barcena (ur.), *Language MOOCs* (str. 16–32). De Gruyter. <https://doi.org/10.2478/9783110420067.2>

Stanley, G. (ur.) (2019). *Innovations in education: Remote teaching*. London: British Council.

Stenhouse, L. (1975). *An introduction to curriculum research and development*. London, UK: Heinemann.

Strauss, V. (2013, 12. februar). *Are MOOCs already over?* Washington Post. <https://www.washingtonpost.com/news/answer-sheet/wp/2013/12/12/are-moocs-already-over/>

Wang, K. in Zhu, C. (2019). MOOC-based flipped learning in higher education: students' participation, experience and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(33). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0163-0>

Williams, J. J. (2013). Improving learning in MOOCs with Cognitive Science. *AIED 2013 Workshop Proceedings*, 1(4), 49–54.

Yang, D. (2013, 14. marec). *Are we MOOC'd out?* Huffington Post. [https://www.huffpost.com/entry/post\\_4496\\_b\\_2877799?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2x1LmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAM6EGH1jfo407RofnRfJD6S5EQqRy0F-jBxlu8CWt8Ltid\\_8QICNvpb\\_z63\\_11QDIDvR-Su-jxBRFSklpLD-h3t4FQgTQcPQPgDW4cb-cdiP5DoCmWbndFL1gF-fNLOvv91wKTvZydguWiiwQbD1SsvL3LpJVQ\\_fDJUsPHPqeso](https://www.huffpost.com/entry/post_4496_b_2877799?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2x1LmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAM6EGH1jfo407RofnRfJD6S5EQqRy0F-jBxlu8CWt8Ltid_8QICNvpb_z63_11QDIDvR-Su-jxBRFSklpLD-h3t4FQgTQcPQPgDW4cb-cdiP5DoCmWbndFL1gF-fNLOvv91wKTvZydguWiiwQbD1SsvL3LpJVQ_fDJUsPHPqeso)

Zhang, N. (2018). Development and Application of an English Network Teaching System Based on MOOC. *iJET*, 13(7), 149–160. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i07.8802>

## MOŽNOSTI VPSELJEVANJA FERMIFEVIH PROBLEMOV V POUČEVANJE PRI RAZVIJANJU MATEMATIČNE PISMENOSTI

*Tatjana Hodnik in Vida Manfreda Kolar*  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

V prispevku obravnavamo matematično pismenost v relaciji s temeljnim matematičnim znanjem in matematičnimi problemi. V slovenskem prostoru od leta 2018 poteka projekt Naravoslovna in matematična pismenost: spodbujanje kritičnega mišljenja in reševanja problemov (NA-MA POTI), katerega osnovni cilj je razvijati kompetence matematične pismenosti na nacionalni ravni, od vrtca do srednje šole. Sicer dokaj dobro poznan koncept matematične pismenosti (npr. v okviru mednarodnega preverjanja matematične pismenosti PISA) smo v našem prostoru pomembno dopolnili tako, da smo natančno opredelili dva gradnika te pismenosti: 1) matematično mišljenje, razumevanje in uporaba matematičnih pojmov, postopkov in strategij, sporočanje kot osnova matematične pismenosti ter 2) reševanje problemov v raznolikih kontekstih (osebni, družbeni, strokovni, znanstveni), ki omogočajo matematično obravnavo. V slednjem je izpostavljeno tudi matematično modeliranje, pri katerem gre v splošnem za razlaganje opazovanja realističnega sveta s konceptualnim (matematično strukturiranim) jezikom. Fermijeve problemi, poimenovani po Enricu Fermiju (1901–1954), italijanskem fiziku, predstavljajo posebno zvrst problemov matematičnega modeliranja. V splošnem so opredeljeni kot problemi, ki so na prvi pogled nerešljivi, so avtentični in niso strukturirani na način kot šolski problemi, zahtevajo premislek o potrebnih podatkih za reševanje, njihovo ocenjevanje, poznavanje matematičnih postopkov in omogočajo razvijanje strategij reševanja problemov. Fermijeve problemi imajo z ustrezno vpeljavo v učni proces potencial, da pri učencih razvijajo matematično pismenost na obeh gradnikih. Ključno vlogo pri tem imajo učitelji, ki morajo v procesu izobraževanja pridobiti ustrezne kompetence za načrtovanje učnih situacij na področju matematične pismenosti. Zato prispevek v aplikativnem delu vključuje primere Fermijevih problemov, ki smo jih analizirali po kriterijih, značilnih za procese modeliranja. Prihodnje učitelje razrednega pouka in tudi širše želimo z obravnavano tematiko spodbuditi k oblikovanju lastnih Fermijevih problemov in iskanju tudi drugih rešitev pri razvijanju matematične pismenosti.

**Ključne besede:** matematična pismenost, problemi, Fermijeve problemi, modeliranje, poučevanje matematike, razredni učitelji

## Uvod

V današnjem svetu se vsakodnevno soočamo s sodobnimi tehnologijami ter informacijskimi sistemi, ki od nas zahtevajo sposobnost interpretacije in kritične presoje informacij. Pri obvladovanju kompleksnih sistemov informacij potrebujemo določena znanja in spretnosti, predvsem procesna znanja, kot so iskanje informacij, vrednotenje, pojasnjevanje, utemeljevanje, napovedovanje, predvidevanje in druge, ter na drugi strani reprezentiranje podatkov, vsebin, lastnih razmišljanj ... To z drugimi besedami pomeni, da se ukvarjamo s situacijami, za reševanje katerih so pomembne različne pismenosti, npr. funkcionalna, naravoslovna, matematična, informacijska, računalniška in druge. V našem prispevku se bomo posvetili predvsem matematični pismenosti ter njenemu pomenu za soočanje z izzivi vsakdana in z vprašanjem, kako lahko šolsko okolje, natančneje pouk matematike, prispeva k razvijanju le-te pri učencih na različnih stopnjah šolanja.

V šoli moramo učencem med drugim zagotavljati tudi razvijanje kompetence matematične pismenosti z vključevanjem situacij, ki so blizu realnim izkušnjam oz. so kontekstualne. V preteklosti so bile izkušnje učencev pri reševanju kontekstualnih matematičnih nalog omejene na naloge (praktično jih ne moremo imenovati problem), pri katerih so učenci uporabljali znan postopek ali sledili jasno opredeljenemu postopku. Pri takih nalogah so vhodni podatki, cilj in rešitev običajno interpretirani na en sam način. To pomeni, da je postopek interpretacije naloge za učenca minimalen ali odpravljen. Učenec mora samo ugotoviti, kako priti od začetnega stanja do rešitve naloge. Gre torej za učenje prepoznavanja situacij, pri katerih brez posebnega premišljevanja učenci izvedejo določen računski postopek. Navzlic uporabi primerne računskega postopka pa je pogosto vprašljiva smiselnost in realnost izhodiščnih podatkov ter uporabnost rešitve v kontekstu naloge. Tovrstnim nalogam rečemo besedilne naloge, katerih namen je jasen: uporaba naučenih postopkov računanja v kontekstu, ki je lahko bolj ali manj kompleksen, bolj ali manj realen. Pričakuje pa se, da so vsaj podatki čim bolj realni, da npr. pri cenah izdelkov ne pridemo do absurdnih situacij.

V našem prispevku nas bodo zanimali matematični problemi, posebej Fermijevi problemi, ki imajo velik potencial za pripravo učencev na reševanje kontekstualnih oz. realističnih problemov. Namenoma uporabljamo izraz realistični problemi, saj temeljijo na uresničljivih možnostih, za katere ni nujno, da se zgodijo oz. obstajajo (npr. problem s »špageti«, ki ga bomo predstavljali z različnih vidikov v nadaljevanju, temelji na uresničljivih možnostih, je realističen, ni pa realen v smislu, da bi v realnosti zares obstajal – pri čemer dodajamo, da bi v določenih okoliščinah lahko, kar načeloma velja za vsako



realistično situacijo). Pomembna komponenta reševanja problemov v današnjem svetu je namreč interpretacija problemskih situacij, ki v izhodišču lahko izhajajo iz dvoumnih, nepopolnih informacij, pri katerih je med drugim pomembno tudi prepoznavanje omejitev pri rešitvah, ocenjevanje količin in reflektiranje procesa reševanja. Problem je torej postavljen v realistično situacijo, njegovo reševanje pa bo reševalca privedlo do rešitve (lahko tudi več rešitev), ki bo zanj smiselna, lahko tudi uporabna v dejanski situaciji. Situacijo, ki je realistična, poskušamo pri matematiki interpretirati, razreševati z matematičnim znanjem; proces reševanja, ki zadosti določenim karakteristikam, imenujemo modeliranje, ki zahteva tudi določene spretnosti posploševanja. Z vsem omenjenim se bomo ukvarjali v pričujočem prispevku. Pričeli bomo z matematično pismenostjo v odnosu do matematičnega znanja, ki predstavlja okvir za razumevanje problematike.

## **Matematična pismenost, matematično znanje**

V hitro spreminjajočem se svetu se neprestano postavlja vprašanje, katere ključne kompetence morajo usvojiti učenci v času šolanja. Doseganje kompetenc na področju matematične pismenosti posamezniku omogoča odzivanje na izzive sodobnega sveta, seveda predvsem na področjih, pri katerih je vključena med drugimi tudi matematika oz. je prisotna zahteva po matematični obravnavi situacije. To hkrati pomeni, da šolska matematika dobiva nove razsežnosti oz. se razumevanje matematičnega znanja do določene mere spreminja (lahko celo bolj, kot bi si želeli oz. kot zmoremo to še uravnovati). Goos in Kaya (2019) ugotavljata, da se v velikem številu držav, v okviru prenove šolskih učnih načrtov, ponovno preišlja koncept šolske matematike v smislu sprememb na področju izbire in organiziranosti matematičnih vsebin, pri čemer je večji poudarek namenjen razvijanju matematičnega mišljenja ter posledično novih strategij in načinov delovanja. Te spremembe oz. nove kompetence v učnih načrtih nastajajo kot odgovor na spreminjanje sveta in kot že rečeno, so največkrat opredeljene kot kompetence matematične pismenosti (v povezanosti z reševanjem problemov in modeliranjem, ki ju bomo predstavili v nadaljevanju). Popolnoma jasno je, da zaradi kompleksnosti sprememb, ki smo jim priča, in z njimi povezano hitro rastočo tehnologijo, obstaja veliko opredelitev kompetenc matematične pismenosti. Te kompetence so nedvomno v tesni korelaciji s kompetencami šolske matematike, kar bomo natančneje predstavili v nadaljevanju; ni namreč mogoče razvijati kompetenc matematične pismenosti brez zagotavljanja temeljnega matematičnega znanja. Nedvomno pa natančna opredelitev matematične pismenosti predstavlja izhodišče za razmislek o spremembah učnega načrta



za matematiko in posledično za načrtovanje učnih ur matematike v razredu.

V nadaljevanju predstavljamo nekatere definicije matematične pismenosti, natančneje pa se bomo posvetili matematični pismenosti, ki smo jo opredelili v projektu Naravoslovna in matematična pismenost: spodbujanje kritičnega mišljenja in reševanja problemov (v nadaljevanju NA-MA POTI) za namen raziskovanja in spodbujanja matematične pismenosti pri predšolskih otrocih, osnovnošolcih in dijakih pri nas.

Pričnimo z opredelitvijo matematične pismenosti, kot je predstavljena v dokumentih OECD. Opredelitve matematične pismenosti po OECD v letih od 2003 do 2017 (OECD, 2003; OECD, 2017), po naši oceni, najbolj korelirajo s trenutnim razumevanjem matematične pismenosti, ker definirajo matematično pismenost kot aktivnost posameznika, ki je zmožen formulirati, uporabljati in interpretirati matematične vsebine v različnih kontekstih. V tej definiciji je jasno izraženo, da ne gre le za posameznikovo prepoznavanje in razumevanje vloge matematike v vsakdanjem življenju, ampak gre za njegovo zmožnost interpretiranja in artikuliranja matematičnih vsebin v kompleksnejših kontekstih. Po eni strani je ta definicija razmeroma široka, omogoča različne interpretacije, po drugi pa je jasno, da zgolj konteksti iz vsakdanjega življenja, npr. preproste situacije, denimo povezane z nakupovanjem, ne morejo predstavljati konteksta, ki bi pri učencih razvijal kompetenco matematične pismenosti na način, kot to opredeljuje koncept pismenosti (pri enostavnem nakupovanju gre za situacijo, pri kateri posameznik lahko uporablja matematično znanje, vendar za uspešen nakup to niti ni nujno glede na to, da pri tem opravilu praktično nima opraviti niti z računanjem). Predstavljena opredelitev matematične pismenosti je v bistvu vodilna pri raziskavah matematične pismenosti, katerih določene izsledke predstavljamo v nadaljevanju.

Niss in Hojgaard (2019) definirata matematično pismenost kot posameznikovo pronicljivo matematično delovanje in odzivanje na izzive danih situacij. Pri tem je treba poudariti, da situacije niso nujno matematične; pomembno je le, da izzivajo matematično razmišljanje. Pri tovrstnih situacijah gre za to, da dejansko ali potencialno zahtevajo matematično razmišljanje za reševanje določenih problemov, za odgovarjanje na določena vprašanja itd. (Niss in Hojgaard, 2019). Suciati, Munadi, Sugiman in Febriyanti (2020) opredelijo matematično pismeno osebo kot nekoga, ki je občutljiv za prepoznavanje matematičnih pojmov, ki so situacijam inherentni, čeprav situacije v izhodišču niso matematične. Matematično pismena oseba tako razume, analizira, interpretira, evalvira in sintetizira podatke problemske situacije, oblikuje matematični model (poenostavljeno povedano, preslika realistično situacijo v matematično) in določi rešitev, pri čemer učinkovito upravlja z matematičnimi pojmi. Po Stacey in Turner (2015) je matematična pismenost posameznikova

zmožnost formuliranja, uporabe in interpretacije matematičnih pojmov v različnih kontekstih, vključno z matematičnim sklepanjem, z uporabo matematičnih postopkov, dejstev in orodij za opis, razlago in napovedovanje pojavov, ki posamezniku pomaga, da se konstruktivno odzivajo na izzive sveta in reflektirajo svoje odločitve. Suciati, Munadi, Sugiman in Febriyanti (2020) dodajajo, da matematično pismenost lahko obravnavamo kot posameznikovo obvladovanje sklepanja, pojmov, dejstev in matematičnih orodij ter strategij pri reševanju vsakdanjih problemov. Problemi, ki so predmet preiskovanja znotraj matematične pismenosti, so tako imenovani življenjski problemi, ki zahtevajo obravnavo realnih podatkov in matematično modeliranje (Kula Unver, Hidiroglu, Tekin Dede in Bukova Guzel, 2018). Vse te karakteristike imajo Fermijevi problemi – izhajajo iz realnih življenjskih situacij, za njihovo reševanje je ključno opredeljevanje potrebnih podatkov, za splošno določanje rešitve je treba oblikovati matematični model. Fermijeve probleme in njihov pomen za razvijanje matematične pismenosti pri učencih razredne stopnje ter pomen ustrezne usposobljenosti prihodnjih učiteljev razrednega pouka za njihovo udejanjanje pri pouku matematike bomo predstavili v ločenem razdelku.

V nadaljevanju bomo v okvirjenem tekstu vse ključne pojme, s katerimi se v prispevku ukvarjamo, poskušali pojasniti na primeru Fermijevega problema »špageti« (ker je bil Fermi Italijan, se nam zdi ta izbira njegovega problema za začetek najbolj prikladna). Bralca vabimo, da ga reši, saj bo razumevanje pojmov, ki jih predstavljamo v nadaljevanju, bistveno boljše.

#### **Primer Fermijevega problema »špageti«**

Koliko metrov špagetov pojedjo vsi učenci mestne osnovne šole v Sloveniji za kosilo?

Lahko sklenemo, da se predstavljene opredelitve matematične pismenosti bistveno ne razlikujejo – pri matematični pismenosti gre za zmožnost posameznika, da z matematičnim premislekom zna reševati probleme v matematičnih in nematematičnih kontekstih, v strukturiranih (običajno šolskih) in nestrukturiranih okoljih (običajno zunajšolskih).

V tesni povezavi z matematično pismenostjo je matematično znanje – pravzaprav lahko govorimo, da gre pri pridobivanju kompetenc na področju matematične pismenosti in matematike za soodvisen proces. Namen tega prispevka ni poglobljeno odgovoriti na vprašanje, kaj matematično znanje je, prikazali bomo le nekatere opredelitve, ki so za namen preučevanja naše

problematike najbolj prikladne oz. povezane z reševanjem (matematičnih) problemov. Umbara in Suryadi (2019) opredelita proces pridobivanja matematičnega znanja kot strukturirano zaporedje učenčevega spoznavanja pojmov in procedur, pri čemer se od učenca najprej pričakuje, da rešuje naloge, ki so neposredno povezane s temi pojmi in procedurami, ter se nadalje nadgrajuje v razvoj posameznikove sposobnosti, da prikljiče ponotranjene pojme in procedure pri reševanju nalog in problemov vseh vrst. Do približno leta 1980 je opredelitev matematičnega znanja vključevala razlikovanje med konceptualnim in proceduralnim znanjem (Hiebert, 1986). Pozneje, skupaj z poglobljeno refleksijo o pomenu matematike v vsakdanjem življenju, so se tej opredelitvi znanja priključile tudi druge, na primer kontekstualno znanje, ki se navezuje na reševanje problemov, ki vključujejo kontekst iz vsakdanjega življenja, in je v zadnjem obdobju pomembno vstopilo tudi v šolsko matematiko (Rittle-Johnson in Koedinger, 2005). Kilpatrick (2002) je uveljavljeni delitvi na proceduralno in konceptualno znanje dodal še strateško komponento, situacijam prilagojeno utemeljevanje in odnosno komponento – dojemanje matematike kot smiselne, uporabne in pomembne discipline. Niss in Hojgaard (2019) sta na osnovi analize temeljnih matematičnih kompetenc opredelila dve vrsti matematičnih kompetenc: postavljanje vprašanj, na katere je mogoče odgovoriti na matematičen način ter obvladovanje matematičnega jezika, konceptov in matematičnih orodij. Avtorja še izpostavita, da se kompetence dopolnjujejo in prekrivajo. Posebej zanimiva je njuna definicija kriterijev, ki določajo stopnjo posedovanja določene kompetence, in sicer obseg posedovanja kompetence, radij delovanja in tehnični nivo (Niss in Hojgaard, 2019).

### **Obseg posedovanja kompetence, radij delovanja, tehnični nivo**

Denimo za kompetenco *znati postavljati vprašanja za dano situacijo, ki vodijo v matematična razmišljanja* pri reševanju Fermijevega problema »špageti«, bi posedovanje te kompetence opredelili z vidika poznavanja problematike na način, da je posameznik pri reševanju tovrstnih problemov zmožen prepoznati matematične vsebine v okviru problema in si zastaviti vprašanja, ki zahtevajo matematični premislek. To so lahko na primer vprašanja: koliko učencev je v vseh razredih mestne osnovne šole, koliko špagetov poje učenec posameznega razreda, kako dolgi so špageti ... Ta vprašanja so izhodišče za prehod k matematičnemu reševanju problema, tj. k matematizaciji realnega problema. Tu gre za matematične razmisleke, tudi odgovori so matematični, niso pa natančne vrednosti, so le ocene, kar je pravzaprav bistveno pri reševanju tovrstnih problemov. Radij delovanja bi pri reševanju tega problema lahko pojasnili z razširitvijo

situacije (kaj se zgodi, če vključimo vse mestne osnovne šole v Sloveniji) ali s postavitvijo novega problema, na primer koliko ur smo v življenju do sedanjega trenutka prespali. Radij delovanja pri reševanju izbranih problemov lahko razumemo tudi kot izkazovanje določene kompetence pri reševanju podobnih problemov – lahko se razlikujejo po kontekstu, a so si npr. podobni po pristopu. Tehnični nivo bi pri tem problemu lahko opredelili kot zmožnost posameznika, da spretno ravna s števili; pri problemu »špageti« to pomeni ocenjevanje podatkov, zaokroževanje, množenje, pretvarjanje merskih enot.

Za razlago pomena Fermijevih problemov pri pouku matematike bomo uporabili delitev matematičnega znanja po van den Heuvel-Panhuizen (2003): 1) intuitivno znanje (pogosto identificirano kot neformalno znanje, vključuje znanje posameznika, ki ni strukturirano na način kot šolsko znanje, lahko bi mu rekli zunajšolsko znanje); 2) konkretno znanje (pri tej opredelitvi znanja so za razumevanje pojma ključne različne reprezentacije pojma in prehajanje med njimi); 3) proceduralno znanje (učenceva zmožnost apliciranja procedur pri reševanju problemov, ki vključuje formalni matematični jezik, ustrezno simboliko, algoritme in matematične zakonitosti); in 4) principialno-konceptualno znanje (učenci so zmožni aplicirati matematično ustrezne procedure in pojme v različnih kontekstih, tako matematičnih kot nematematičnih). Pri tej delitvi je treba upoštevati, da ima termin principialno-konceptualno znanje smisel le v tem kontekstu delitve znanj, saj želi razločiti in hkrati povezati vsa druga znanja, ki so del te delitve.

### **Intuitivno, konkretno, proceduralno, principialno-konceptualno znanje**

Pri Fermijevem problemu »špageti« lahko delitev znanja pojasnimo na naslednji način: učenec kontekst pozna, situacija problema mu ni tuja; pričakujemo, da poseduje konkretna znanja oz. si lahko ustvari določene reprezentacije problema s poznavanjem določenih pojmov, ki so za reševanje problema ključni (dolžina, število, množenje ...); npr. apetit učenca, naklonjenost obroku so tudi lahko relevantni pojmi, vendar z vidika matematične obravnave naloge pravzaprav ne. Proceduralno znanje, ki ga problem zahteva, je poznavanje računskih operacij oz. njihovo izvajanje (odvisno sicer od načina reševanja, a prav gotovo se ne moremo izogniti množenju in deljenju, če bomo npr. podatek v centimetrih spremenili v metre), principialno-konceptualno znanje pa reševalec izkaže tako, da reši problem in pri tem uporabi matematično znanje. Še enkrat poudarjamo, da so lahko pristopi k reševanju tudi drugačni, toda prepričani smo,

da je učence treba spodbujati k uporabi strukturiranih matematičnih znanj, to je namreč tudi eden od ciljev razvijanja matematičnega znanja pri učencih.

Ta delitev matematičnega znanja po van den Heuvel-Panhuizen (2003) nam omogoča diferencirati učenčevo matematično pismenost, ker vključuje tako učenčevo neformalno znanje (npr. poznavanje konteksta problema), konkretno znanje (prvenstveno učenčeve lastne reprezentacije, ki jih razvije v določenem kontekstu ali transformira iz drugih kontekstov), proceduralno znanje in principialno-konceptualno znanje. V primeru slednjega gre za to, da učenec pri reševanju problema v nekem kontekstu prepozna in aplicira proceduralno in konceptualno znanje, ki je strukturirano v šolskem okolju (torej je pomembno, da pri reševanju izhaja iz strukturiranega matematičnega znanja). Takšna demonstracija znanja predstavlja stopnjo znanja, ki najbolj učinkovito poveže tako imenovano šolsko matematiko in področje matematične pismenosti. Na določen način lahko rečemo, da ja takšno znanje najbolj zaželeno pri reševanju realističnih problemov. S tem nismo povedali, da so drugi pristopi učencev k reševanju problemov nepomembni ali neustrezni (učenec lahko pristopi k reševanju (realističnih) problemov na različne načine, z uporabo različnega znanja), želimo le poudariti, da je prepoznavanje ustreznih matematičnih pojmov v izbrani situaciji in posledično apliciranje matematičnega znanja, ki je v dani situaciji najbolj optimalno, eden od ciljev razvijanja matematičnega znanja sicer. Zapisano predstavlja pomembno izhodišče za razumevanje matematične pismenosti. Hkrati pa se je treba zavedati, da tudi obrnjeno velja – matematična pismenost vpliva na razvoj matematičnega znanja. Lahko sklenemo, da je matematična pismenost posameznika odvisna od njegovega matematičnega znanja in od konteksta. Po drugi strani pa posameznik pri reševanju realističnih problemov, ki v izhodišču sodijo na področje razvijanja matematične pismenosti, krepí matematično znanje, saj ga specifične situacije spodbujajo, da procesira matematične pojme na poseben/specifičen način (Spangenberg, 2012). Medsebojna odvisnost matematične pismenosti in matematičnega znanja se torej kaže v medsebojnem vplivu: krepitev ene komponente prispeva k razvoju druge. Enostavneje povedano: brez temeljnega matematičnega znanja ni mogoče razvijati matematične pismenosti. Kar samo se ponudi vprašanje, kaj je pri šolski matematiki temeljno znanje. O tem bomo razpravljali na drugem mestu, ne v tem prispevku.

V nadaljevanju bomo predstavili že prej omenjeni projekt NA-MA POTI, katerega osnovni cilj je razvijati kompetence matematične pismenosti na nacionalni ravni, od vrtca do srednje šole.

## Projekt NA-MA POTI

Kot smo že omenili, v slovenskem prostoru od leta 2018 poteka projekt NA-MA POTI, katerega osnovni cilj je razvijati kompetence matematične pismenosti na nacionalni ravni, od vrtca do srednje šole. Naj najprej omenimo, da so projekti, katerih osnovni namen je preučevanje in implementiranje šolskega sistema, dobrodošli, zlasti če predstavljajo temelje za dolgoročne kakovostne premike na področju poučevanja. Projekti, ki poleg raziskovalcev vključujejo tudi razredne učitelje, učitelje matematike in vzgojitelje, predstavljajo pomemben vzvod za spremembe pri poučevanju in učenju matematike. Snovalci edukacijskih politik, praktiki in raziskovalci so na tak način povezani in soodgovorni za oblikovanje ključnih konceptov poučevanja in kompetenc, ki jih je treba razvijati pri učencih, da bodo zmožni delovati na različnih področjih življenja, profesionalnih in osebnih, v domačih in mednarodnih okoljih. Tako smo v projektu NA-MA POTI opredelili matematično pismenost na način oz. v jeziku, ki je učiteljem poznan in ga je zato mogoče učinkovito aplicirati na pouk matematike. Prav zaradi tega so gradniki, podgradniki in specifični cilji posameznega podgradnika za celotno vertikalno, od vrtca do srednje šole, zelo konkretno opredeljeni.

Osnovni cilj projekta NA-MA POTI je pri učencih razviti matematično pismenost in usposobiti učitelje za organiziranje matematičnih izkušenj, ki bodo to omogočale. Prva faza projekta je temeljila na opredelitvi matematične pismenosti. Ni mogoče enostavno prepisati opredelitve in z njo povezanih kompetenc matematične pismenosti iz drugih projektov. Zagovarjamo namreč dejstvo, da so pri oblikovanju tako pomembnih konceptov, ki imajo za slovenski šolski sistem lahko dolgoročne posledice, aktivno vključeni raziskovalci z ustreznega raziskovalnega področja in praktiki, ki imajo reflektirano in zato kakovostno znanje o delovanju slovenskega šolskega sistema, njegovega razvoja in problemih šolstva ter dobro poznajo dokumente, ki opredeljujejo šolski sistem. V največji meri smo pri opredeljevanju matematične pismenosti sledili tej filozofiji v projektu NA-MA POTI in matematično pismenost opredelili kot zmožnost posameznika, da na osnovi matematičnega mišljenja in matematičnega znanja:

1. zmore uporabljati matematične pojme, postopke in orodja v različno strukturiranih okoljih;
2. analizira, utemeljuje in učinkovito sporoča svoje zamisli in rezultate pri oblikovanju, reševanju in interpretaciji matematičnih problemov v različno strukturiranih okoljih;
3. zaznava in se zaveda vloge matematike v vsakdanjem in poklicnem življenju, jo povezuje z drugimi področji in sprejema odgovorne odločitve na

osnovi matematičnega znanja ter je pripravljen sprejemati in soustvarjati zanj nova matematična spoznanja.

Nadalje smo, izhajajoč iz opredelitve matematične pismenosti, določili dva temeljna gradnika in za vsak gradnik še podgradnike matematične pismenosti (izraz gradnik je uporabljen za namen projekta, lahko bi uporabili izraz kompetenca, vendar je izraz gradnik smiselno zato, ker je poimenovanje podgradnik bolj logično kot podkompetenca; se pa zavedamo, da izrazov gradnik in podgradnik ni v SSKJ).

Prvi gradnik matematične pismenosti zaobjema matematično mišljenje, razumevanje ter uporabo matematičnih pojmov, postopkov in strategij, sporočanje kot osnovo matematične pismenosti, drugi gradnik pa reševanje problemov v raznolikih kontekstih (osebni, družbeni, strokovni, znanstveni), ki omogočajo matematično obravnavo.

Podgradniki prvega gradnika so naslednji:

- razumeti sporočila z matematično vsebino;
- poznati in uporabljati strokovno terminologijo in simboliko;
- predstaviti, utemeljiti in vrednotiti lastne miselne procese;
- prepoznati, razumeti in uporabljati matematične pojme v različnih okoliščinah;
- poznati in v različnih okoliščinah uporabljati ustrezne postopke in orodja;
- napovedovati in presojati rezultate, utemeljevati trditve, postopke in odločitve;
- uporabljati različne strategije pri reševanju matematičnih problemov.

Podgradniki drugega gradnika pa so naslednji:

- obravnavati raznolike življenjske probleme (problemi, ki ne zahtevajo matematičnega modeliranja);
- obravnavati situacije z matematičnim modeliranjem (prenesti situacijo v matematični kontekst, oblikovati matematične modele za dano situacijo, uporabljati matematične modele in vrednotiti matematične modele);
- razumeti matematične prakse v različnih kontekstih.

Vsak podgradnik je nato natančno opredeljen z operativnimi cilji za vrtec, za zaključno leto vsakega triletja osnovne šole in srednje šole. Dodatne informacije so dostopne na spletni strani projekta NA-MA POTI (Projekt NA-MA POTI – Zavod RS za šolstvo (zrss.si)).

Iz opredelitve posameznih gradnikov je jasno, da se drugi gradnik nanaša na reševanje matematičnih problemov, ki niso strukturirani na enak način kot

šolski problemi. Zanje bomo v nadaljevanju uporabljali termin realistični problemi. Mednje sodijo tudi Fermijevi problemi. Ker smo pri opredelitvi gradnikov matematične pismenosti izpostavili reševanje problemov in matematično modeliranje, bomo v nadaljevanju ta dva pojma natančneje predstavili.

## Reševanje problemov

Raziskovalci, ki se ukvarjamo z različnimi vidiki reševanja matematičnih problemov pri pouku matematike (Pólya, 1945; Reid, 2002; Cañadas in Castro, 2007; Radford, 2008; Mason, Burton in Stacey, 2010; Schoenfeld, 1985; Manfreda Kolar in Hodnik Čadež, 2013), vedno znova utemeljujemo pomen reševanja matematičnih problemov za učence. Četudi ta prizadevanja trajajo od približno leta 1945, ko je Polya objavil znamenito knjigo *How to solve it*<sup>1</sup> in s katero je spodbudil proces vključevanja matematičnih problemov v pouk matematike na vseh stopnjah šolanja, je mogoče ugotoviti, da reševanje matematičnih problemov ni enako sprejeto med učitelji in snovalci učnih gradiv kot ostala področja v matematiki, npr. obvladovanje pisnih algoritmov, reševanje enačb, če omenimo le dve. Po drugi strani pa tudi drži, da že z bežno analizo učnih načrtov za matematiko v vrsti držav (gotovo praktično vseh evropskih) ugotovimo, da v vseh preberemo cilj »učenec rešuje matematične probleme in posplošuje/sklepa na matematičen način«. Matematični problem je situacija:

- ki jo reševalec prepozna kot izziv,
- za katero nima vnaprej izdelane strategije reševanja oz. je ne more priklicati,
- katere rešitev ima zanj intelektualno in/ali uporabno vrednost.

.....  
 1 Pólya (1945) je za namen vključevanja reševanja problemov pri pouku matematike opredelil 4 faze, ki jih je smiselno vključiti v reševanje problemov, pri čemer je treba vedeti, da niso vedno vse zastopane, prav tako tudi ni nujno, da najprej razumemo problem v celoti – razumevanje problema se lahko vzpostavlja tudi med postopkom reševanja problema. Te faze so:

- *razumeti problem* (kaj je neznano, kakšni so podatki, pogoji ...; je mogoče zadostiti pogojem; nariši skico; označi podatke; loči različne vidike problema; poskušaj jih zapisati...),
- *izdelati načrt* (poišči odnos med podatki in neznanim, poznaš podoben problem; razmisli o vsebini problema (opredeli pojme); kako bi se lotil problema; bi se ga lahko lotil tudi drugače ...),
- *izvesti načrt* (izvedi načrt po korakih; kako se prepričaš, da je vsak korak pravi; lahko to dokažeš),
- *pogledati nazaj* (razmisli o rešitvi; bi do nje lahko prišel tudi kako drugače; je rešitev ali strategija reševanja uporabna/primerna tudi za druge probleme; katere ...).



### Matematični problem

Vsak reševalec lahko zase glede na zgornjo definicijo problema preveri, v kolikšni meri mu Fermijev problem »špageti« dejansko predstavlja problem.

Reševanje problemov je pri pouku matematike smotrno, ker:

- se učenci učijo reševati matematične probleme z namenom, da napredujejo v matematičnem znanju, postanejo spretni reševalci problemov in posledično razumejo proces »nastajanja« matematike;
- učitelji v pristopih poučevanja za pridobivanje matematičnih pojmov organizirajo dejavnosti reševanja problemov, s katerimi učenci odkrivajo zakonitosti pojmov in relacije med njimi;
- učenci z reševanjem problemov med drugim razvijajo tudi t. i. generične kompetence, na primer: fleksibilnost, odprtost za novo, sprejemanje tveganja, prevzemanje odgovornosti za odločitve, predanost, vztrajnost ...

Reševanje problemov je zaporedje v cilj usmerjenih kognitivnih procesov, pri čemer Jonassen (2000) izpostavi:

- reševalec *ustvari miselno konstrukcijo* problema (notranjo reprezentacijo), ki je kompleksna, saj vključuje reševalčeva strukturirana in nestrukturirana znanja, in
- reševalec s to *miselno konstrukcijo* problema *upravlja*, kar običajno izkazuje z rokovanjem/delovanjem z izbrano zunanjo reprezentacijo (konkretno, grafično in/ali simbolno).

Kot že omenjeno, je pri reševanju problemov pomembno posploševanje, ki je prav gotovo ena od temeljnih kompetenc, ki jo razvijamo pri učencih tudi sicer pri pouku matematike (npr. večkratniki števila 2 so soda števila, premica je neskončna ravna črta, kvadrat je pravokotnik, ploščino pravokotnika izračunamo kot zmnožek dolžin obeh stranic, če omenimo le res nekatere posplošitve pri pouku matematike na razredni stopnji).

Oblikovati pojem pomeni izbrati nekatere značilnosti določenih entitet in opustiti nekatere druge. Tako nastane posplošena entiteta, ki ne sovпада z nobeno preučevano entiteto (npr. pri opisu pojma miza se nikdar ne sklicujemo na točno določeno mizo, v posplošitvi »miza« se najde katerakoli miza). Po Davydovu (1990) je posploševanje odkrivanje medsebojnih odnosov med splošnim in posamičnim. Splošno vsebuje celotno raznolikost posamičnosti. Narediti posplošitev pomeni odkriti načelo, nujno povezavo posamičnih fenomenov znotraj določene skupine fenomenov. Razlikovati moramo med

dvema vrstama posplošitve: prepoznati splošno v posameznem in posamezno v splošnem (Krutetskii, 1976). To pomeni, da npr. rdečo mizo prepoznamo kot mizo (prepoznati posamezno v splošnem) in da mizo prepoznamo tudi v mizi za namizni tenis (prepoznati splošno v posameznem). Prepoznavanje splošnega v posameznem drugače poimenujemo induktivno sklepanje, ki je prevladujoč način znanstvenega mišljenja – izpeljevanje resnic na osnovi preučevanja posameznih primerov. Drug vidik posploševanja, prepoznati posamično v splošnem, poznamo kot deduktivno sklepanje. Gre za postopek sklepanja na podlagi premis, ki temeljijo na formalnologičnih pravilih, pri čemer primerov, ki izhajajo iz teh premis, ni treba posebej potrjevati (Ayalon in Even, 2008). Teoretično posploševanje oz. deduktivno sklepanje je Davydov (1990) opredelil kot proces izpeljevanja posebnega iz univerzalnega.

Posvetimo se v nadaljevanju nekoliko bolj induktivnemu sklepanju, ki je v tesni povezavi z reševanjem problemov pri pouku matematike in vodi v posploševanje. Področje induktivnega sklepanja pri reševanju problemov je zelo dobro raziskano, npr. opredeljevanje faz induktivnega sklepanja (npr. Reid, 2002; Canads in Castro, 2007; Polya, 1967), ki se v veliki meri ne razlikujejo, a vendar ne opredeljujejo kreativnega momenta v procesu posploševanja, ko reševalec opazi pravilo. Ta moment je prvi opredelil Peirce (1958, v Rivera in Rossi Becker, 2007) in ga poimenoval abduktivno sklepanje. Abduktivno sklepanje lahko izrazimo prek različnih načinov oblikovanja posplošitev. Oglejmo si za začetek dva, pri pouku matematike najbolj prisotna načina posploševanja: algebraično in aritmetično. O algebraični posplošitvi govorimo takrat, ko je posameznik zmožen zaobjeti logično povezavo posameznih primerov in ga predstaviti kot splošen zapis oz. pravilo, ki velja za katerikoli nadaljnji primer. Če v tej posplošitvi splošen zapis umanjka, govorimo o aritmetični posplošitvi (posameznik za vsak nadaljnji, posamezni primer lahko aritmetično določi njegovo vrednost) (Radford, 2008). Na primeru določanja vsote zaporednih naravnih števil aritmetično posplošitev razložimo na naslednji način: na osnovi preučevanja konkretnih primerov vsot zaporednih števil ( $1, 1 + 2, 1 + 2 + 3, 1 + 2 + 3 + 4 \dots$ ) ugotovimo, da se razlika med posameznimi vsotami ( $1, 3, 6, 10 \dots$ ) povečuje, in sicer se vsaka naslednja razlika med danima zaporednima vsotama poveča za ena v primerjavi z razliko med prejšnjima zaporednima vsotama. Na osnovi tega sklepanja lahko določimo vsoto prvih šest zaporednih naravnih števil (predpostavljamo torej, da bo na osnovi zapisanega vsota prvih pet naravnih števil za 5 večja od vsote prvih štirih in bo torej 15, naslednja bo za 6 večja od prejšnje, iz česar sledi, da je vsota prvih šest zaporednih števil 21). Reševalci problema torej lahko prepoznajo zakonitosti med posameznimi primeri, vendar ostanejo na ravni aritmetične posplošitve. To pomeni, da so bili uspešni pri abduktivnem sklepanju, niso pa zmožni oblikovati pravila v simbolnem matematičnem zapisu. Algebraična posplošitev bi v tem primeru pomenila oblikovanje

splošnega zapisa za vsoto poljubnega števila ( $n$ ) naravnih zaporednih števil:  $n(n+1)/2$ . Drug primer, na osnovi katerega pa lahko sklepamo, da ne gre za pravo algebraično posploševanje, je situacija, pri kateri reševalec do algebraičnega zapisa pride na osnovi ugibanja. Radford (2008) tako posploševanje imenuje naivno posploševanje, ubesedeno pravilo pa narativna posplošitev.

Rossi Becker in Rivera (2006) prav tako poročata o težavah študentov pri oblikovanju smiselne posplošitve. Študenti so uporabljali metodo poskus-napaka pri oblikovanju splošnega zapisa in niso razumeli, kaj predstavljajo posamezni koeficienti pri spremenljivkah, prav tako ne stopenj spremenljivk. Podobne rezultate je pokazala tudi raziskava Hodnik Čadež in Manfreda Kolar (2016), v kateri so nekateri učenci na osnovi naivnega posploševanja bolj ali manj uspešno oblikovali splošen zapis za izračun največjega možnega števila delov, na katere razpade ravninska ploskev z določenim številom črt.

Ne smemo pa obiti problemov, pri katerih posplošitev ne izpeljemo nujno na osnovi preučevanja več primerov (tak je npr. zgoraj opisani problem določanja vsote  $n$  zaporednih naravnih števil), ampak posplošitev lahko izpeljemo praktično na osnovi preučevanja enega primera. Vzemimo npr. bazen pravokotne oblike dimenzije  $n \times m$ , pri čemer sta  $n$  in  $m$  naravni števili, in se vprašamo, koliko tlakovcev potrebujemo, da tlakujemo pot okrog bazena – bralec naj si situacijo predstavlja na kvadratni mreži. Pri oblikovanju splošnega zapisa za katerikoli bazen pravokotne oblike zadostuje že preučevanje enega primera bazena. Splošno pravilo za število tlakovcev okrog bazena bi lahko zapisali:  $2n + 2m + 4$  (obseg bazena plus 4 vogalni tlakovci) ali  $(m+2)(n+2) - m \times n$ , če vidimo tlakovanje okrog bazena kot razliko ploščin ... Skratka, ne potrebujemo preučevati veliko primerov in se ukvarjati z iskanjem zakonitosti med posameznimi primeri, en sam primer praktično zadostuje. Tako posplošitev je Krygowska (1979, v Ciosek, 2012) poimenovala posplošitev na osnovi posploševanja sklepanja. To pomeni, da je posplošitev po eni strani lahko rezultat analize posameznih primerov, kar je tipično za induktivno sklepanje, lahko pa temelji na analizi posameznega objekta oz. preučevanega fenomena, kar predstavlja posplošitev na osnovi oblikovanja zakonitosti na posameznem objektu in bo veljala za vse tovrstne objekte.

Tovrstno posploševanje je še posebej aktualno v povezavi s Fermijevimi problemi in modeliranjem, kar predstavljamo v nadaljevanju.

### **Posploševanje**

Pri Fermijevem problemu »špageti« jasno ne gre (ni pa tudi čisto izključeno) za preučevanje več primerov podobnih situacij, ampak pravilo/posplošitev lahko izpeljemo na osnovi posploševanja sklepanja na enem primeru (podobno pravilo za izračun bi lahko izpeljali za katerokoli mestno osnovno šolo).

## Matematično modeliranje

Matematično modeliranje predstavlja premik od reševanja tradicionalnih besedilnih nalog k realističnim problemskim situacijam, pri katerih za reševalca nepomemben kontekst nadomestimo s pomenljivim kontekstom – avtentičnimi situacijami, ki jih interpretiramo in opišemo na matematičen način (Lesh, 2001). Matematično modeliranje bomo razumeli kot proces prevedbe realističnega problema v matematični model, s pomočjo katerega nato problem rešimo (Greefrath in Vorhölter, 2016). Pri prevedbi realističnega problema v matematični model uporabimo določene matematične postopke in oblikujemo pravila za izpeljavo matematičnih izračunov. Ta postopek pretvorbe v matematični diskurz poimenujemo z izrazom matematizacija.

V primerjavi s tako imenovano uporabno vejo matematike, kjer razmišljanje poteka v smeri, »kje lahko uporabimo matematično znanje«, pride pri matematičnem modeliranju do premika k vprašanju, »katero matematično znanje lahko uporabimo pri reševanju realističnega problema« (Stillman, 2012). Slednje v poenostavljenem zapisu opredeli matematično modeliranje. Lahko rečemo, da pri matematičnem modeliranju problem ni opredeljen s svojo matematično vsebino, pač pa s procesom, ki realistični problem prevede v matematično vsebino. Izraz modeliranje se nanaša na proces razvijanja modela, s čigar pomočjo bomo uspeli rešiti nek realistični problem (Griesel, 2005, v Greefrath in Vorhölter, 2016). Modeliranje je torej aktivnost, ki nas spodbuja k razmišljanju o modelih, s katerimi razložimo, kako stvari, pojavi delujejo, kakšne zakonitosti zanje veljajo. Model razumemo kot reprezentacijo nečesa, in sicer realnega objekta, situacije ali pojma.

Pri matematičnem modeliranju so reprezentacije pojavov, objektov, pojmov matematične oz. temeljijo na matematičnem premisleku. Lahko si zamislimo realen (zunanji) svet in konceptualen (matematično strukturiran) svet, pri čemer velja, da v realnem svetu opazujemo pojave, v konceptualnem svetu pa te pojave želimo razložiti, jih razumeti. Lesh in Harel (2003) v procesu modeliranja dodatno izpostavita tudi pomen procesa reševanja, ki naj spodbuja reševalca k iskanju več rešitev, pri čemer ni pomembno le, da reševalec odkrije pot do rešitve, pač pa tudi, da zna interpretirati tako rešitev kot vhodne podatke problema. Vsak od teh vidikov je lahko nepopolno podan, dvoumen ali nedoločen, poleg tega je lahko podatkov preveč ali premalo. Med procesom reševanja je pomembna tudi reševalčeva socialna izkušnja, saj so dejavnosti modeliranja primerne za delo v majhnih skupinah, znotraj katerih učenci razvijajo matematični model, oblikujejo končne produkte, ki jih delijo z drugimi in pri tem vključujejo procese opisovanja, razlaganja, utemeljevanja in oblikovanja matematičnih reprezentacij. Povzemimo bistvene karakteristike, ki

matematično modeliranje ločijo od reševanja besedilnih nalog: narava problema je vzeta iz konteksta, ki je učencu na nek način (intuitiven oz. neformalen) poznan, izražen je jasen namen, cilj (npr. matematične besedilne naloge imajo šolski cilj, torej želeno rešitev, pri realističnih problemih pa so cilji tudi drugi), prav tako tudi namen, ki ni zgolj matematičen, ampak širši, npr. soočanje z neznanim, s predvidevanjem, iskanjem podatkov, preizkušanjem različnih zamisli ... Izhodiščno stanje pri realističnih problemih običajno ni natančno opredeljeno, reševalec mora opredeliti npr. potrebne podatke, preizkušati različne strategije, proces reševanja je dokaj odprt. Modeliranje ne pomeni enolične preslikave med izborom strategije reševanja in pravilnostjo rešitve, kot je to običajno pri reševanju besedilnih nalog, noben model ni povsem pravilen, govorimo o bolj ali manj ustreznih modelih.

Kot smo videli, je proces matematičnega modeliranja v tesni povezavi z rabo izraza model, zato bomo v nadaljevanju ta termin podrobneje preučili in definirali. Model lahko poenostavljeno opišemo kot posebno vrsto reprezentacije situacije iz enega konteksta (realistično okolje) v drugi kontekst. Kadar je drugi kontekst matematičen, govorimo o matematičnem modelu. Hertz matematičnim modelom pravi »virtualne slike fizičnih objektov« (Hertz, 1894, v Greefrath in Vorhölter, 2016). To bi lahko razumeli kot namišljene slike realnosti, značilnosti teh slik pa niso več vezane na realni svet, pač pa so reprezentirane z matematičnimi objekti. Model opredelujeta dve komponenti, ki se medsebojno prepletata: prva je konceptualni sistem, s katerim opišemo, katere pomembne matematične pojme, relacije, vzorce in druge matematične vidike vidimo v ozadju realističnega problema. Druga komponenta pa se navezuje na postopke, ki jih potrebujemo pri manipuliranju z matematičnimi objekti in ki nas vodijo h končnemu, jasno izraženemu cilju. Matematični modeli se razlikujejo od drugih vrst modelov predvsem v tem, da se osredinjajo na strukturne značilnosti (in ne na primer na fizikalne, biološke, umetniške karakteristike) situacije, ki jo opisujejo. Matematični model je reprezentacija realnega sveta, ki se, čeprav je poenostavljen, bolj ali manj sklada z originalom – realističnim problemom in reševalcu omogoča, da na njem uporabi matematične postopke reševanja. Kljub temu pa je treba poudariti, da je proces transfera realističnega problema v matematični model do neke mere omejen, saj kompleksnosti realnosti ni mogoče v celoti prenesti v matematični model (Zais in Grund, 1991, v Greefrath in Vorhölter, 2016). Prav tako tudi matematičnega modela ni mogoče v celoti prenesti v realnost (nobena realna situacija ni tako »idealna«, da bi natančno odslikovala npr. matematični formalni zapis).

Matematični model mora, kot smo že poudarili, do določene mere oz. čim bolj odražati strukturno podobnost z realnim problemom, ki ga reprezentira. Strukturna podobnost se lahko kaže na fizični ravni: konkretni objekt

izberemo tako, da z njim vizualno poudarimo matematične lastnosti obravnavanega pojma, npr. za model krogle bomo izbrali žogo, za model črte bomo izbrali vrstico ali palčko ..., lahko pa se strukturna podobnost odraža na postopkovni ravni – uporaba matematičnega postopka, ki ima karakteristike realne situacije, ki jo preučujemo. Pri reševanju besedilnih nalog, ki zahtevajo sklepanje z enote na množino tako npr. opazimo, da sta preučevani količini v nekem medsebojnem odnosu, ki ustreza ravno modelu premega sorazmerja. Model torej v tem primeru reprezentira odnos in ne fizične situacije.

Oglejmo si še en primer modela, ki se odraža na postopkovni ravni, tj. reprezentira odnos:

*Andreja je zbolela in zdravnik ji je predpisal zdravila. Eno tableto mora vzeti vsake 4 ure, antibiotik pa na 6 ur. Takoj ko pride domov, obe zdravili vzame naenkrat. Po kolikih urah bo spet vzela obe zdravili naenkrat? Kolikokrat bo pojedla obe zdravili naenkrat v naslednjih 60 urah?*

Če želimo poiskati matematični model za dano nalogo, moramo prepoznati matematično vsebino, ki se »skriva« v danem besedilu. Opazimo torej, da gre za iskanje najmanjšega skupnega večkratnika števil 4 in 6. Iskanje najmanjšega skupnega večkratnika je v tem primeru matematičen postopek, ki predstavlja matematičen model. To pomeni, da smo za dano besedilno nalogo našli ustrezen matematični model.

### **Strukturna podobnost na postopkovni ravni**

Tudi Fermijev problem »špageti« sodi v kategorijo problemov, kjer se strukturna podobnost med izhodiščnim problemom in matematičnim modelom kaže na postopkovni ravni. To pomeni, da problemu »špageti« v procesu matematizacije ne priredimo konkretne, fizične reprezentacije, pač pa matematičen postopek, ki odraža značilnosti izhodiščnega problema.

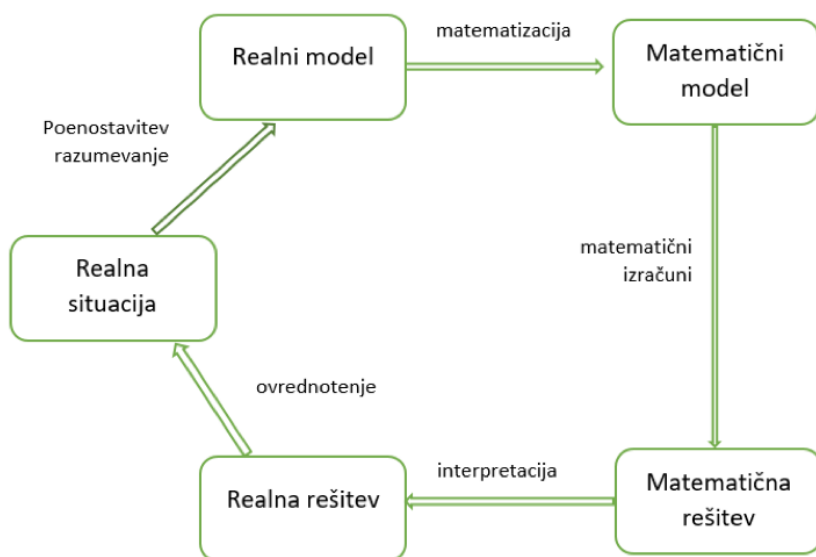
Celoten postopek modeliranja je pogosto predstavljen kot cikel, ki se odvija po določenem zaporedju korakov. V literaturi so poznane različne vrste modelirnih ciklov (Maaß, 2006; Kaiser in Stender, 2013; Blum in Leiß, 2005), ki se razlikujejo v opredelitvi korakov posameznega cikla kot tudi v številu ciklov. Pri enocikličnem modelu imamo opraviti z enim ciklom – za prevedbo realnega problema v matematični model je potreben zgolj en korak, lahko pa se cikli tudi večkrat ponavljajo in imamo ob vsaki ponovitvi opraviti z novim procesom matematizacije realnega problema. Večkratno ponavljanje cikla je

prisotno tudi pri Fermijevih problemih, za katere je običajno značilno zaporedje več realnih delnih problemov, s katerimi se soočamo v procesu reševanja. Ob vsakem delnem realnem problemu v tem zaporedju moramo problemu prirediti matematični model, ki je podan prek matematičnega postopka.

V nadaljevanju predstavljamo poenostavljen cikel modela, ki je primeren tudi za poučevanje na razredni stopnji.

### Slika 1

Cikel modeliranja (prirejeno po Kaiser in Stender, 2013).



Cikel modeliranja je sestavljen iz naslednjega zaporedja korakov:

1. Izhajamo iz realne situacije, ki jo je treba najprej *razumeti*.
2. Razumevanje situacije je nato treba *strukturirati* in *poenostaviti*. Ta faza vključuje ločevanje pomembnih od nepomembnih podatkov, iskanje manjkajočih podatkov in oblikovanje predpostavk.
3. Sledi konstruiranje *realnega modela*, ki predstavlja poenostavljeno in strukturirano realno situacijo problema.
4. Realni model nato pretvorimo v *matematični model*, ta pa je sestavljen iz matematičnih objektov, matematičnega jezika in matematičnih postopkov.
5. Z uporabo matematičnega modela in matematičnih metod reševanja določimo *matematično rešitev* modela.
6. Matematično rešitev je nazadnje treba *interpretirati* v realnem kontekstu.
7. Preden rezultate dokončno predstavimo, jih je treba tudi *ovrednotiti*: preveriti je treba vse poenostavitve modela, predpostavke, kakor tudi verjetnost postavljenega modela.
8. Če rezultati niso zadovoljujoči, lahko cikel ponovimo.

Opazimo lahko, da je podgradnik 2. gradnika matematične pismenosti v okviru projekta NA-MA POTI, ki govori o prenosu situacije v matematični kontekst, oblikovanju matematičnega modela za dano situacijo, njegovi uporabi in vrednotenju, usklajen z opisom enostavnega cikla modeliranja.

Na izbranem primeru pojasnimo posamezne korake modelirnega cikla.

1. Realna situacija: ugotoviti želimo, koliko peska drži kontejner.
2. Poenostavitev: privzamemo, da je pesek enakomerno porazdeljen po kontejnerju s poravnano višino peska. Zanemarimo tudi debelino stene kontejnerja, kar omogoča, da lahko zunanje in notranje dimenzije kontejnerja izenačimo. Nadalje je koristno privzeti, da kontejner nima ukrivljenih površin ali drugih nepravilnosti.
3. Realni model: izračunati moramo prostornina peska za poenostavljeno situacijo.
4. Matematizacija: oblikujemo matematični model: če želimo izračunati prostornino peska, moramo zapolnjeni del kontejnerja pretvoriti v matematični objekt in ga identificirati kot prisekano piramido.
5. Matematični izračuni: za uporabo matematičnega modela piramide izvedemo ustrezne matematične postopke računanja prostornine prisekane piramide in določimo matematično rešitev.
6. Interpretacija: matematično rešitev interpretiramo kot prostornino peska.
7. Ovrednotenje: vprašamo se o tem, kako so naše odločitve vplivale na končni rezultat, npr. ali bi lahko izbrali drugačno obliko matematičnega modela?

### **Cikli modeliranja**

Za Fermijev problem »špageti« lahko ugotovimo, da je zaradi narave problema potrebnih več zaporednih korakov matematizacije realnega modela v matematični model.

Najprej se vprašamo: Kolikšna je dolžina enega špageta? Temu realnemu problemu priredimo matematični model daljice z ocenjeno dolžino. Naslednji korak zaporedja vprašanj zahteva premislek o tem, kolikšna je dolžina špagetov, ki jih poje en prvošolec, en drugošolec, en tretješolec ... Realni situaciji spet priredimo matematični model, ki je izražen v obliki pravila: dolžina špageta  $\times$  število špagetov, ki jih poje prvošolec (enako za drugošolca, tretješolca ...). Sledi novo vprašanje: Koliko špagetov pojedjo vsi učenci mestne osnovne šole skupaj? Ponovno smo se torej vrnili k realističnemu problemu, ki zahteva novo matematizacijo, tj. oblikovanje novega pravila, ki je osnovano na predhodnem izračunu: št. učencev  $\times$  dolžina špageta  $\times$  število špagetov, ki jih poje učenec posameznega



razreda. Izračune za posamezne razrede učencev nato seštejemo, kar je naslednji korak.

Problemu »špageti« smo torej priredili nekoliko drugačen cikel modeliranja kot pri primeru s kontejnerjem. Opazimo lahko, da nas zaporedje vprašanj, ki si jih med reševanjem postavljamo, vedno znova vodi k nekemu delnemu realističnemu problemu, ki mu priredimo matematični model. Ciklični proces matematizacije se torej ponavlja, po vsakem izračunu lahko razmislimo o smiselnosti izvedenega postopka, ga ovrednotimo in nato napredujemo k naslednjemu ciklu. Vendar je treba uvideti, da ne gre za ponavljanje enega cikla, pač pa se cikli nadgrajujejo. Rekli bi lahko, da ima cikel modela za problem »špageti« spiralno obliko.

Skozi celoten prispevek se je kot rdeča nit pojavljala interpretacija teoretičnih vidikov reševanja problemov, matematične pismenosti in modeliranja na primeru Fermijevega problema »špageti«. V nadaljevanju bomo povzeli karakteristike Fermijevih problemov in na novih primerih predstavili vlogo posameznika in njegovih lastnih izborov poti za oblikovanje modela.

## Fermijevi problemi

Fermijev problem je opredeljen kot problem, ki ga lahko rešimo na različne načine, matematično znanje in veščine, ki so potrebni za njegovo rešitev, pa so ocenjevanje in zaokroževanje bistvenih podatkov, poznavanje računskih operacij, različnih izrazov ... Sestavljen je torej iz zaporedja več korakov, na vsakem koraku mora reševalec presoditi o tem, katere podatke potrebuje in o načinu pridobitve le-teh. Izhodiščni problem je vzet iz realnega življenja, le da v nasprotju z drugimi problemi ne ponuja nikakršnih izhodiščnih podatkov, s katerimi bi reševalec razpolagal. Reševalec si mora sam zastaviti vprašanja o tem, katere podatke je smiselno določiti in kako bo do njih prišel. Zatem mora izgraditi pot reševanja, ki bo v izhodišču temeljila na uporabi ocenjevanja in zaokroževanja podatkov, ki so obče znani. Če povzamemo: znan je cilj, pot in izhodiščno stanje pa ne. Ključen za rešitev je proces reševanja, ki bo z ustreznim izborom matematičnega modela privedel do bolj ali manj ustrezne rešitve.

Reševanje Fermijevih problemov izpolnjuje naslednje kriterije matematičnega modeliranja:

- problem je vzet iz realnega življenja;
- izhodiščno stanje je nedefinirano, učenec se sam odloči o izboru vhodnih

- podatkov, med procesom reševanja problema je pristen dvom;
- tudi pot reševanja ni jasno opredeljena. Na poti reševanja je treba večkrat sprejemati odločitve o zaokroževanju in oceni podatkov ter s tem sprejeti določeno mero tveganja;
  - cilj: ne moremo govoriti o pravilni ali napačni rešitvi, kvečjemu o bolj ali manj ustrezni/primerni rešitvi. Gre torej za odprt tip problema;
  - kot smo ugotovili na primeru »špageti«, imamo praviloma opraviti z večcikličnim modelom spiralne oblike. Le-ta sestoji iz zaporedja matematičnih postopkov, vsakemu koraku zaporedja priredimo matematični model;
  - problem lahko rešimo na več različnih načinov, ni ene in edine poti, ki bi bila pravilna;
  - za reševanje Fermijevih problemov je zelo primerno delo v skupinah, ki omogoča razvijanje socialnih veščin, ki so po Leshu (2003) ena od značilnosti matematičnega modeliranja.

Prav tako pa lahko na Fermijeve probleme gledamo tudi v luči oblikovanja matematičnih posplošitev. Za posamezne korake modelirnega cikla je značilno oblikovanje nekega pravila, ki ga reševalec izpelje na osnovi karakteristik realistične situacije. Praviloma gre za oblikovanje pravila na osnovi posploševanja sklepanja po Krygowski (1979, v Ciosek, 2012).

Eden najbolj znanih primerov Fermijevega problema je znameniti problem, ki si ga je zastavil Fermi: Koliko uglaševalcev klavirja premore Chicago? Prevedimo ta problem na situacijo v Sloveniji in si oglejmo, iz katerih korakov je sestavljen proces modeliranja.

**Preglednica 1***Matematično modeliranje za problem uglaševanja klavirjev v Sloveniji*

Vprašanje	Ocena, zaokroževanje	Pravilo	Izračun
Koliko ljudi živi v Sloveniji?	Približno 2.000.000		
Ali je za oceno števila klavirjev uporaben podatek o številu prebivalstva ali o številu gospodinjstev?	Število gospodinjstev		
Koliko gospodinjstev je v Sloveniji?	Zaokrožimo, da ima eno gospodinjstvo približno 4 družinske člane.	Št. gospodinjstev v Slo. = št. prebivalcev Slo. : št. članov enega gospodinjstva	$2.000.000 : 4 = 500.000$
Kolikšen delež gospodinjstev v Sloveniji ima doma klavir?	Ocenimo, da je to vsako deseto gospodinjstvo.		$500.000 : 10 = 50.000$
Koliko uglaševalcev potrebujemo za 50.000 klavirjev?	Privzemimo, da vsak klavir potrebuje uglaševanje enkrat letno. Torej je letno potrebno uglasiti 50.000 klavirjev. Ocenimo, da uglaševalec dnevno uglaši 3 klavirje in da je delovnih dni v enem letu približno 200.	Št. letnih uglaševanj na uglaševalca = št. dnevni uglaševanj x št. del. dni v letu  Št. uglaševalcev = št. gospodinjstev s klavirjem : št. letnih uglasitev na uglaševalca.	$200 \times 3 = 600$  $50.000 : 600 \approx 83$
Koliko uglaševalcev je torej v Sloveniji?			Približno 83.

Analizirajmo primer z vidika matematičnega modeliranja:

1. Razumevanje realnega problema: ugotoviti želimo število uglaševalcev v Sloveniji.
2. Poenostavitev: zaokrožimo število prebivalcev v Sloveniji, v prvem koraku privzamemo, da so v povprečju na gospodinjstvo 4 družinski člani, nato, da ima vsako deseto gospodinjstvo klavir, ter v zadnjem koraku še zaokrožimo število delovnih dni uglaševalca in število uglašanih klavirjev dnevno.
3. Realni model: odločimo se, da bomo problem reševali z upoštevanjem poenostavitev.
4. Matematizacija: oblikujemo model, ki sestoji iz zaporedja matematičnih postopkov. Posamezni koraki v tem zaporedju so opredeljeni z opisom odnosa med spremenljivkami.

5. Matematični izračuni: opravimo matematične postopke, na osnovi katerih izračunamo delne rezultate.
6. Interpretacija: ugotovimo, koliko je približno uglasovalcev v Sloveniji.
7. Ovrednotenje: razmislimo o tem, kako so posamezne odločitve vplivale na končno vrednost: recimo povprečno število družinskih članov na gospodinjstvo ali pa morda ocena o številu gospodinjstev, ki imajo klavir. Razmislimo tudi o tem, ali bi lahko za isto realno situacijo našli drugačen matematičen model, tj. drugačno zaporedje korakov, ki bi nas privedlo do ocene števila uglasovalcev v Sloveniji.

Poskusimo istemu problemu ugotavljanja števila uglasovalcev prirediti drugačen model. Za izhodišče vzemimo število učencev v glasbeni šoli, ki igrajo klavir.

## Preglednica 2

*Drugi način matematičnega modeliranja problema z uglasovalci klavirja v Sloveniji*

Vprašanje	Ocena, zaokroževanje	Izračun
Koliko ljudi živi v Sloveniji?	Približno 2.000.000	
Koliko otrok v Sloveniji se vpiše v prvi razred osnovne šole?	Privzemimo, da je povprečna življenjska doba ljudi v Sloveniji 80 let in da so enakomerno porazdeljeni po vseh starostnih intervalih. Prvi razred torej obiskuje $1/80$ vsega prebivalstva.	$2.000.000 : 80 \approx 25.000$
Koliko oddelkov učencev imamo v osnovnih šolah po Sloveniji?	Privzemimo, da osnovno šolo obiskuje 9-krat toliko učencev, kot je prvošolcev, in da povprečni razred šteje 25 učencev.	$25.000 \times 9 = 225.000$ $225.000 : 25 = 9000$
Koliko učencev v posameznem razredu igra klavir?	Ocenimo, da sta to v povprečju dva učenca.	$9000 \times 2 = 18.000$
Koliko klavirjev je v glasbenih šolah?	Ocenimo, da ima en učitelj klavirja v povprečju 10 učencev.	$18.000 : 10 = 1800$
Koliko klavirjev je torej v Sloveniji?	Privzamemo, da imajo klavir vsa gospodinjstva, katerih otrok igra klavir, ter vsi učitelji klavirja.	$18.000 + 1800 = 19.800$
Koliko uglasovalcev potrebujemo za 19.800 klavirjev?	Privzemimo, da vsak klavir potrebuje uglasovanje enkrat letno. Torej je letno treba uglasiti 19.800 klavirjev. Ocenimo, da uglasovalec dnevno uglaši 3 klavirje in da je delovnih dni v enem letu približno 200.	$200 \times 3 = 600$ $19.800 : 600 \approx 33$
Koliko uglasovalcev je torej v Sloveniji?		Približno 33.

Kot vidimo, sta naša dva modela vodila do precej različnih ocen števila uglaševalcev v Sloveniji, zato se je smiselno vprašati, katere od naših ocen so bile morda neustrezne oz. manj natančne. Pri prvem modelu smo izhajali iz števila gospodinjestev, pri drugem pa iz števila osnovnošolcev, ki v glasbeni šoli igra klavir. Opazimo lahko, da smo v drugem primeru zanemarili dejstvo, da obstajajo gospodinjstva po Sloveniji, ki imajo klavir, nimajo pa otrok, ki bi v sedanjem času obiskovali glasbeno šolo, saj so že zaključili z izobraževanjem. Sklenemo lahko, da ima drugi model pomanjkljivosti, saj ne upošteva raznolikosti situacij, ki vplivajo na to, da bi prebivalec Slovenije imel klavir, ampak se osredotoča le na trenutno stanje. Po drugi strani pa se je smiselno vprašati, kateri so tisti klavirji, ki jih uglaševalci res uglašujejo. Zagotovo so to klavirji, ki so trenutno v uporabi, torej tisti iz glasbene šole in tisti, ki jih uporabljajo učenci, ki sedaj obiskujejo glasbeno šolo, za preostale pa ne moremo vedeti, koliko so še dejansko v uporabi.

Povzamemo lahko, da so naše ocene odvisne od naših izhodišč in naših premislekov, ki smo jih privzeli med postopkom reševanja in ki lahko bolj ali manj odstopajo od realnega stanja. Vendar pa je treba poudariti, da je pri reševanju Fermijevih problemov poleg ovrednotenja dobljenih rešitev bistven proces reševanja: oblikovanje premislekov o tem, kako se je najbolj smiselno lotiti reševanja problema, katere podatke bomo pri tem potrebovali, kako lahko do njih pridemo ...

## **Primeri Fermijevih problemov študentov razrednega pouka**

V okviru predmeta Didaktika matematike 1, študijskega programa Razredni pouk na Univerzi v Ljubljani, Pedagoška fakulteta smo v letu 2020/21 prihodnje razredne učitelje seznanili z reševanjem problemov ter jim predstavili Fermijeve probleme. Študentje so se seznanili s poznanimi Fermijevimi problemi, jih reševali v skupini v okviru predmeta in jih utemeljili z vidika razvijanja matematične pismenosti. Ker nas je zanimalo, kakšne Fermijeve probleme so zmožni oblikovati sami, smo jim zadali nalogo, da si izmislijo Fermijev problem, ki bi bil primeren za petošolca, opredelijo cilje iz učnega načrta za matematiko v 5. razredu, s katerimi je njihov problem povezan, in ga tudi rešijo. Naloge so študentje objavili v spletni učilnici predmeta, v preglednico 3 smo jih zapisali dobesedno, nismo jih oblikovno ali vsebinsko kakorkoli spreminjali. Namen tega prispevka ni analiza njihovih rešitev ali ustreznosti zapisanih ciljev, ki so jih predvideli ob problemih, ampak le prikazati njihove primere problemov ter jih ovrednotiti z vidikov kompleksnosti matematiziranja, določanja podatkov, ki so potrebni za rešitev, števila ciklov pri modeliranju in jezikovne ustreznosti. Za vsak vidik smo izdelali kriterije, po katerih

smo ga presojali. Zavedamo se, da bi bili lahko zaključki pri določenem vidiku, npr. zahtevnost določanja podatkov, tudi drugačni, če bi o njih presojal nekdo drug. Osnovno izhodišče našega presojanja vidikov je znanje petošolca glede na učni načrt za matematiko in predvidevanja o njegovem neformalnem znanju, poznavanje določenih kontekstov problemov. Vidike presojanja Fermijevih problemov študentov smo opredelili na naslednji način:

**Določanje potrebnih podatkov** predstavlja vidik, v okviru katerega smo najprej presojali, ali so podatki reševalcu poznani in če mu niso, kako kompleksen je proces ocenjevanja podatkov. Za nizko (N) kompleksnost določanja podatkov smo se odločili v primerih, ko ni treba upoštevati raznolikosti podatkov, ki vplivajo na izid, oz. so po naši oceni učencem glede na njihove izkušnje poznani (npr. povprečno število družinskih članov), za visoko (V) pa v primeru, ko je treba upoštevati spremenljivost podatkov glede na okoliščine situacije (pri oceni podatkov, koliko vode spije človek v svojem življenju, je npr. treba upoštevati podatke za različne starostne skupine).

**Kompleksnost matematizacije** predstavlja vidik, v okviru katerega smo presojali, v kolikšni meri vprašanje problema neposredno napeljuje na potek reševanja naloge. Za nizko (N) stopnjo matematizacije smo se odločili v primerih, ko je preslikava med realnim svetom in matematičnim izračunom enostavna in je pot reševanja mogoče hitro opaziti. Za visoko (V) stopnjo matematizacije pa smo šteli probleme, pri katerih potek reševanja problema iz vprašanja ni jasno viden in mora reševalec vložiti precej miselnega napora, da načrtuje korake reševanja.

**Jezikovna ustreznost** predstavlja vidik, v okviru katerega smo presojali korektnost uporabljenega jezika, tako z vidika rabe matematične terminologije kot z vidika jasnosti zastavljenega vprašanja oz. besedila. Za jezikovno ustrezen problem smo izbrali oznako 1, za jezikovno neustreznega oz. pomanjkljivega pa 0.

Število ciklov predstavlja vidik, v okviru katerega smo presojali, koliko ciklov modeliranja je potrebnih za reševanje problema. Odločili smo se za dve kategoriji: en cikel (1) ali več ciklov reševanja ( $> 1$ ).

V spodnji preglednici predstavljamo 35 Fermijevih problemov, ki so jih oddali študenti v spletno učilnico predmeta Didaktika matematike 1 do zahtevanega datuma oddaje.

**Preglednica 3***Vrednotenje Fermijevih problemov študentov razrednega pouka*

	<b>Stopnja matematiz.</b>	<b>Kompleksnost neznanih podatkov</b>	<b>Znani podatki</b>	<b>Jezik</b>	<b>Št. ciklov</b>
1. Koliko časa preživi učenec 5.r OŠ na mobilnem telefonu v enem letu?	V	V – ocena časa na mobilnem telefonu v enem dnevu (raznolikost situacij, ki vplivajo na izid)	število dni v letu	1	>1
2. Kolikšna je ploščina vseh vtičnic v eni hiši?	N	N – ocena ploščine ene vtičnice N – ocena števila vseh vtičnic		1	1
3. Koliko kokoši smo potrebovali v Velenju, da so dale dovolj jajc za velikonočne praznike?	V	V – ocena števila gospodinjestev N – ocena števila velikonočnih jajc na gospodinjstvo N – ocena števila dni zbiranja jajc N – ocena števila jajc, ki jih kokoš znese v enem dnevu		1	>1
4. Koliko gob za brisanje table bi potrebovali, da bi z njimi prekrili površine vseh miz od 1. do 5. razreda?	N	N – ocena velikosti ploskve gobe N – ocena števila gob na eno mizo N – ocena števila miz v razredu N – ocena števila vseh razredov		1	>1
5. Kolikšna je vsota ploščin vseh učilnic na osnovni šoli?	N	N – ocena ploščine ene učilnice N – ocena števila učilnic		1	1
6. Kako veliko površino bi dobili, če bi vse liste enega zvezka zložili enega ob drugega?	N	N – ocena ploščine enega lista N – ocena števila listov v zvezku		1	1
7. Koliko semen jabolka, ki jih vidimo, ko jabolko pojemo, potrebujemo, da zapolnimo 10-kilogramsko vrečo? Koliko jabolk bi morali pojesti, da bi dobili toliko semen?	N	N – ocena mase enega semena	masa semen, ki gredo v vrečo	0	1

	Stopnja matematiz.	Kompleksnost neznanih podatkov	Znani podatki	Jezik	Št. ciklov
8. Koliko banan pojejo učenci osnovne šole X v enem letu?	N	N – ocena števila učencev na eni OŠ N – kako pogosto imajo banano za malico v enem tednu	število tednov pouka	1	>1
9. Kolikokrat v eni uri pomežikne razred s tridesetimi učenci?	N	N – število pomežikov v eni minuti	število minut v eni uri število učencev	1	>1
10. Koliko površin Blejskega jezera bi napolnili, če bi se vsi prebivalci Slovenije ulegli tesno eden zraven drugega?	N	V – stična površina enega ležečega prebivalca N – št. prebivalcev Slovenije V – površina Blejskega jezera		1	>1
11. Kolikokrat sem do leta 2021 pomežiknil?	N	N – št. pomežikov v eni minuti	št. minut v uri št. ur v dnevu št. dni v letu starost reševalca	1	>1
12. Koliko minut spijo vsi učenci in učitelji naše osnovne šole skupaj v eni noči?	N	N – ocena časa spanja učenca N – ocena časa spanja učitelja N – ocena števila učencev N – ocena števila učiteljev		1	>1
13. Koliko metrov avtobusnih kart potnikov bi dobili, če bi bili na poti iz šole domov zasedeni vsi sedeži velikega avtobusa?	N	N – ocena števila sedežev v avtobusu N – ocena dolžine/širine karte		0	1
14. Koliko kosov papirja tedensko natisnejo/razdelijo učitelji ene osnovne šole med svoje učence?	V	V – ocena števila listov, ki jih natisne en učitelj (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid) N – ocena števila učiteljev na šoli		1	>1



	Stopnja matematiz.	Kompleksnost neznanih podatkov	Znani podatki	Jezik	Št. ciklov
15. V kolikšnem času bi povedal vsa števila od 1 do 1.000.000?	V	V – ocena časa, ki ga porabimo za izgovorjavo enega števila (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid)	število izgovorjenih števil	1	> 1
16. Kolikšna bi bila višina vseh hiš v tvojem domačem kraju, če bi jih postavili drugo na drugo?	V	V – ocena višine ene hiše (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid) V – ocena števila hiš		1	> 1
17. Koliko jabolk poje povprečna družina v svojem življenju?	V	N – ocena povprečnega števila družinskih članov N – ocena povprečne življenjske dobe družinskega člana N – ocena števila jabolk, ki jih družinski član poje v enem dnevu	število dni v letu	0	> 1
18. Koliko litrov vode spije človek v svojem življenju?	V	V – ocena količine vode, ki jo spijemo v enem dnevu (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid) N – ocena povprečne življenjske dobe	število dni v letu	1	> 1
19. Koliko tehtajo vsi učenci in učenke na šoli od 1. do 9. razreda skupaj?	V	V – ocena teže enega učenca (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid) N – ocena števila učencev na šoli		1	> 1
20. Če bi šolskim torbam vseh učencev upoštevali zgolj hrbtnišče, ki je v obliki pravokotnika in bi jih na eni šoli razporedili v pravokotnik, bi ta imel enak obseg kot je obseg šole, na kateri smo sestavili pravokotnik iz šolskih torb, če bi merili zgolj tla v prvem nadstropju?				0	

	Stopnja matematiz.	Kompleksnost neznanih podatkov	Znani podatki	Jezik	Št. ciklov
21. Če bi vsi učenci ene osnovne šole zložili vsa svoja pisala v eno dolgo kačo, kako dolga bi bila ta kača?	N	N – ocena dolžine enega pisala N – ocena števila pisal enega učenca N – ocena števila učencev ene šole		0	>1
22. Izračunaj, kako visok bi bil stolp iz učencev našega razreda, če je stolp narejen tako, da prvi učenec stoji na tleh, drugi sedi na njegovih ramah, tretji sedi na ramah drugega učenca itd.	V	N – ocena povprečne višine učenca N – ocena višine od učenčevih bokov do ramen N – ocena višine glave	število učencev v razredu	1	>1
23. Koliko toaletnega papirja porabite v vaši družini na leto?	V	V – ocena količine toaletnega papirja dnevno	število družinskih članov število dni v letu	1	>1
24. Koliko las imaš na glavi?	N	V – ocena števila las na lasišču		0	Neustrezen problem
25. Ali bi lahko ovili Zemljo okoli ekvatorja, če si vse lase na glavi postavili kot eno dolgo vrvico?	V	N – ocena dolžine enega lasu V – ocena števila vseh las (težko ocenljiv podatek)	obseg Zemlje	1	>1
26. Koliko kilogramov papirja porabijo učenci 5. razreda v enem letu?	V	N – ocena števila učencev V – ocena količine papirja, ki ga porabi en učenec (raznolikost situacij, ki jih pogoj vključuje)		0	>1
27. Koliko denarja morajo učenci 5. razreda osnovne šole zbrati za nakup flomastrov, če bi jih morali kupiti toliko, da bi lahko oblikovali pot med šolo in igriščem?	N	N – ocena dolžine poti med šolo in igriščem N – ocena dolžine flomastra N – ocena števila flomastrov v enem paketu N – ocena cene enega paketa flomastrov		1	>1

	<b>Stopnja matematiz.</b>	<b>Kompleksnost neznanih podatkov</b>	<b>Znani podatki</b>	<b>Jezik</b>	<b>Št. ciklov</b>
28. Koliko hrane si do sedaj pojedel?	V	V – ocena količine hrane, ki jo pojem v enem dnevu (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid)	število dni življenja	1	>1
29. Kolikšna bi bila ploščina, če bi vse zvezke enega oddelka prvega razreda postavili skupaj?	N	N – ocena ploščine enega zvezka N – ocena števila zvezkov enega učenca N – ocena števila učencev v razredu		1	>1
30. Koliko las ti je do sedaj izpadlo?	V	V – ocena števila izpadlih las na dan (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid)	število dni življenja	1	>1
31. Kako dolgo verigo bi spletli prebivalci treh blokov, če bi skupaj speli vse svoje copate?	V	V – ocena števila prebivalcev enega bloka N – ocena števila copat enega prebivalca V – ocena dolžine enega copata (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid)		1	>1
32. Koliko radirk bi potrebovali, da bi z njimi pokrili tla v učilnici?	N	N – ocena ploščine ene radirke N – ocena ploščine tal v učilnici		1	1
33. Koliko so dolgi vsi prsti na rokah vseh učencev 4. razredov na vseh ljubljanskih šolah?	V	V – ocena št. oddelkov 4. r na ljubljanskih OŠ N – ocena št. učencev v enem oddelku N – ocena povprečne dolžine enega prsta na roki	število prstov na roki enega učenca	1	>1
34. Koliko zaščitnih mask so v enem šolskem letu porabili vsi učenci ene osnovne šole?	V	V – ocena števila porabljenih mask enega učenca na teden (spremenljivost pogoja, ki vpliva na izid) N – ocena števila učencev na šoli		1	>1

	Stopnja matematiz.	Kompleksnost neznanih podatkov	Znani podatki	Jezik	Št. ciklov
35. Koliko olimpijskih bazenov bi napolnili, če bi pomolzli vse krave v Sloveniji?	V	V – ocena števila molznih krav v Sloveniji V – ocena količine namolzenega mleka ene krave N – ocena količine vode v olimpijskem bazenu	dolžina olimpijskega bazena	0	>1

Kot kakovostne smo opredelili tiste Fermijeve probleme, v katerih je mogoče določiti visoko kompleksnost določanja potrebnih podatkov za reševanje, imajo visoko stopnjo matematizacije, so jezikovno ustrezni in imajo več kot en cikel. Ti so v preglednici označeni z zeleno barvo in jih priporočava tudi učiteljem za implementacijo v pouk matematike.

Z rumeno barvo smo označili probleme, pri katerih je določanje podatkov za reševanje praktično nemogoče, ker se ne moremo opreti na noben podatek in posledično rešitve ne moremo vrednotiti oz. presojati njene smiselnosti. Problemi pa so na prvi pogled vsekakor zanimivi, nekateri celo aktualni.

Problem pod zaporedno številko 22 v preglednici 3 želimo posebej izpostaviti zato, ker za reševanje potrebuje induktivno sklepanje, kar je sicer manj značilno za Fermijeve probleme, ki jih bolj povezujemo s tipom posploševanja na osnovi posploševanja sklepanja. Sicer bi ga lahko uvrstili tudi na priporočljiv seznam Fermijevih problemov, vendar ga nismo, ker je kompleksnost določanja potrebnih podatkov nizka. Po našem kriteriju bi ga uvrstili na priporočljiv seznam, če bi npr. namesto učencev našega razreda preučeval učence od 1. do 9. razreda, s čimer bi se povečala zahtevnost ocenjevanja povprečne višine učenca.

Izpostavili smo probleme, ki bi jih priporočili učiteljem za obravnavo pri pouku matematike. Če nekoliko omilimo kriterij za kakovosten nabor Fermijevih problemov, in sicer pri vidiku »določanje potrebnih podatkov«, sprejmemo kot ustrezne tudi tiste, pri katerih je stopnja kompleksnosti nizka, se naš seznam ustreznih Fermijevih problem nekoliko poveča. V reševanje bi tako lahko predlagali tudi probleme pod zaporednimi številkami 4, 8, 9, 11, 12, 22, 27 in 29 v preglednici 3. Morda bi jih izbrali kot uvodne probleme pri prvem soočanju s Fermijevimi problemi in bi jih nadalje stopnjevali tako, da bi uporabili probleme z »zelenega seznama« v preglednici 3.

## Sklep

V prispevku smo poskušali izpostaviti ključne dejavnike pri razvijanju matematične pismenosti pri učencih v procesu poučevanja in učenja matematike ter pomen znanja učitelja razrednega pouka za udejanjanje ciljev s področja razvijanja matematične pismenosti. Pri tem se zavedamo, da ne moremo govoriti o posplošeni kompetenci posameznika za matematično pismenost, ampak je le-ta vezana na situacije, ki jih posameznik obravnava in so mu bolj ali manj poznane. Verjamemo, da smo dobro utemeljili, da se koncept matematične pismenosti nenehno spreminja, odvisen je od časa in prostora, ki ga na nek način naddoločata, brez dvomov pa je, ne glede na čas in prostor, kompetenca matematične pismenosti odvisna od posameznikovega matematičnega znanja. Koncept matematične pismenosti, ki je trenutno aktualen v našem prostoru, je opredeljen v projektu NA-MA POTI. Če želimo zagotoviti, da se bodo učitelji matematike učinkovito soočili z razvijanjem opredeljenih kompetenc pri učencih na vseh stopnjah šolanja, pa tudi v vrtcih, morajo biti za to ustrezno opremljeni s potrebnimi znanji – tako strokovnimi kot didaktičnimi. Zato smo v prispevku natančneje predstavili koncepte, ki so temeljni za razvijanje matematične pismenosti: reševanje problemov, posploševanje in modeliranje.

Razvijanje kompetenc pri omenjenih konceptih pa zahteva od učitelja, da temeljito premisli o učnih situacijah, ki to omogočajo. V prispevku smo ponudili možnost vključevanja Fermijevih problemov v pouk matematike, ker jih glede na njihove karakteristike lahko uvrščamo med matematične probleme, omogočajo modeliranje in posploševanje. Ni pa najbolj enostavno oblikovati tako imenovani Fermijev problem, ki bi zadostil vsem kriterijem modeliranja. Kot je razvidno iz predstavljenih primerov problemov, ki so jih oblikovali študenti razrednega pouka, po tem, ko so bili z vsebino natančno seznanjeni in so imeli priložnost reševati Fermijeve probleme tudi sami, niso vsi enako kakovostni. Predvsem se izkaže, da nekateri problemi ne zahtevajo posebnega matematiziranja, torej preoblikovanja realistične situacije v matematični model. Tak je npr. problem *Kolikšna je ploščina vseh vtičnic v eni hiši?*, pri katerem je vprašanje zastavljeno na način, da v veliki meri narekuje tudi pot reševanja: dovolj je oceniti ploščino ene vtičnice in jo pomnožiti z oceno števila vtičnic. Matematični model je v tem primeru zelo transparenten, česar ne moremo reči npr. za primer problema *V kolikšnem času bi povedal vsa števila od 1 do 1.000.000?*, ki zahteva kompleksnejšo obravnavo (ni enostavno mogoče reči, da število števil pomnožimo s časom, ki ga potrebujemo, da izgovorimo eno število – treba je namreč upoštevati, da za izgovorjavo enomestnega števila potrebujemo manj časa kot za dvomestna števila, zanje pa spet manj časa kot za trimestna itn.).

Pri izbiri Fermijevega problema je treba torej razmisliti, kolikšno stopnjo matematizacije omogoča (preprost matematičen izračun ali oblikovanje splošnega pravila), na kakšen način realistično situacijo prevedemo v matematično ter kateri miselni procesi in katera znanja so za to potrebna. Fermijevi problemi so aktualni tudi ali pa predvsem zato, ker reševalec nima nobenih podanih podatkov, reševanje nujno temelji na predpostavkah, te pa na posameznikovem, največkrat neformalnem znanju (če reševalec ne poseže takoj po potrebnih podatkih v izbranih virih, kar pa pri reševanju Fermijevih problemov ni namen). Fermijeve probleme, v primerjavi z drugimi, odlikuje potreba po presoji o tem, katere podatke je treba vključiti v obravnavo. Kot smo že omenili, je reševanje Fermijevih problemov zaželeno reševati v skupini, pravzaprav ponujajo idealno priložnost za skupinsko delo, v katerem si reševalci izmenjujejo stališča, ocene podatkov, načine reševanja. Posebnih vlog pri skupinskem delu reševalcem praktično ni treba dodeliti, saj situacija sama spodbuja diskusijo. Za konec omenimo še, da učitelj za vključevanje Fermijevih problemov v pouk matematike ne potrebuje nobenih posebnih sredstev, materialov, zadostuje opazovanje sveta ter reflektirano delovanje v njem in že ima lahko idej za Fermijeve probleme v obilju. Katera ideja je bolj ali manj primerna, pa je odvisno od ciljev, ki jih pri pouku razvijamo, in od učencev, ki bodo v našem procesu poučevanja udeleženi, pri čemer izhajamo iz njihovih predznanj, poznavanja kontekstov problemov, komunikacijskih veščin in matematiziranja. Kriteriji za presojanje kakovosti Fermijevih problemov pa so prikazani v našem prispevku in verjamemo, da bodo učitelju lahko v pomoč pri odločanju, kateri so bolj primerni za vključitev v pouk.

Naj za konec bralcu postavimo še en Fermijev problem: Kolikokrat se v pričujoči celotni monografiji pojavi beseda ... ?

Reševalec naj si besedo izbere sam.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP).

## Literatura

- Ayalon, M. in Even, R. (2008). Deductive reasoning: in the eye of the beholder. *Educational Studies in Mathematics*, 69, 235–247.
- Blum, W. in Leib, D. (2007). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? The example sugarloaf and the DISUM project. V C. Haines, P. L. Galbraith, W. Blum in S. Khan (ur.), *Mathematical modelling (ICTMA 12). Education, engineering and economics* (str. 222–231). Horwood.
- Cañadas, M. C. in Castro, E. (2007). A proposal of categorisation for analysing inductive reasoning. *PNA*, 1(2), 67–78.
- Ciosek, M. (2012). Generalization in the process of defining a concept and exploring it by students. V B. Maj-Tatsis in K. Tatsis (ur.), *Generalization in mathematics at all educational levels* (str. 38–56). Rzeszow: University of Rzeszow.
- Davydov, V. V. (1990). *Logical and Psychological Problems in the Structuring of School Curricula*. Reston Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Greefrath, G. in Vorhölter, K. (2016). Teaching and Learning Mathematical Modelling: Approaches and Developments from German Speaking Countries. V *Teaching and Learning Mathematical Modelling. ICME-13 Topical Surveys*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45004-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45004-9_1)
- Goos, M. in Kaya, S. (2019). Understanding and promoting students' mathematical thinking: a review of research published in ESM. *Educational Studies in Mathematics*, 103, 7–25.
- Greefrath, G. in Vorhölter, K. (2016). Teaching and Learning Mathematical Modelling: Approaches and Developments from German Speaking Countries. V *Teaching and Learning Mathematical Modelling. ICME-13 Topical Surveys*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45004-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45004-9_1)
- Hiebert, J. (ur.) (1986). *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics*. Lawrence Erlbaum.
- Hodnik Čadež, T. in Manfreda Kolar, V. (2016). »There are more parts« – learning and teaching through monitoring pupils' problem solving. V B. Maj-Tatsis, M. Pytlak in E. Swoboda (ur.), *Inquiry based mathematical education* (str. 218–231) Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a Design Theory of Problem Solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85.
- Kaiser, G. in Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. V G. Stillman, G. Kaiser, W. Blum in J. Brown (ur.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (str. 277–293). Springer.
- Kilpatrick, J. (2002). Understanding mathematical literacy: The contribution of research. *Educational Studies in Mathematics*, 47, 101–116.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. University of Chicago.
- Kula Unver, S., Hidiröglu, C. N., Tekin Dede, A. in Bukova Guzel, E. (2018). Factors revealed while posing mathematical modelling problems by Mathematics student teachers. *European Journal of Educational Research*, 7(4), 941–952. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.7.4.941>
- Lesh, R. (2001). Beyond constructivism: A new paradigm for identifying mathematical abilities that are most needed for success beyond school in a technology based age of

- information. V M. Mitchelmore (ur.), *Technology in mathematics learning and teaching: Cognitive considerations: A special issue of the Mathematics Education Research Journal*. Mathematics Education Research Group. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1\\_15](https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_15)
- Lesh, R. in Harel, G. (2003). Problem Solving, Modeling, and Local Conceptual Development. *Mathematical Thinking and Learning*, 5(2–3), 157–189. <https://doi.org/10.1080/10986065.2003.9679998>
- Manfreda Kolar, V. in Hodnik Čadež, T. (2013). Dependence of the problem solving strategies on the problem context. V M. Pavleković, M. Kolar-Boegović in R. Kolar-Šuper (ur.), *Mathematics Teaching for the future* (str. 162–172). Zagreb: Element.
- Mason, J., Burton, L. in Stacey, K. (2010). *Thinking Mathematically*. Pearson Education Limited.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38(2), 113–142. <https://doi.org/10.1007/BF02655885>
- Niss, M. in Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational Studies in Mathematics*, 102, 9–28. <https://doi.org/10.1007/s10469-019-09903-9>
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD.
- OECD. (2017). *PISA 2021 mathematics: A broadened perspective*. OECD.
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton NJ: Princeton University.
- Pólya, G. (1967). *La découverte des mathématiques* (Mathematical discovery). Paris: DUNOD.
- Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: a semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZDM Mathematics Education*, 40, 83–96.
- Rittle-Johnson, B. in Koedinger, K. R. (2005). Designing knowledge scaffolds to support mathematical problem solving. *Cognition and Instruction*, 23(3), 313–349. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2303\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2303_1)
- Reid, D. (2002). Conjectures and refutations in grade 5 mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(1), 5–29.
- Rivera, F. D. in Rossi Becker, J. (2007). Abduction-induction (generalisation) process of elementary majors on figural patterns in algebra. *Journal of Mathematical Behaviour*, 26, 140–155.
- Rossi Becker, J. in Rivera, F. (2006). Sixth Graders' figural and numerical strategies for generalizing patterns in algebra. V S. Alatore, J. L. Cortina, M. Saiz in A. Mendez (ur.), *Proceedings of the 28th annual meeting of the North American chapter of the international group for the psychology of mathematics education* (str. 95–101). Merida: Universiad Pedagogica nacional.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press, Inc.
- Spangenberg, E. D. (2012). Thinking styles of mathematics and mathematical literacy learners: Implications for subject choice. *Pythagoras*, 33(3), 1–12. <https://doi.org/10.4102/pythagoras.v33i3.179>
- Stacey, K. in Turner, R. (2015). The evolution and key concepts of the PISA mathematics frameworks. V K. Stacey in R. Turner (ur.), *Assessing mathematical literacy* (str. 5–33). Springer international Publishing.
- Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? V *Preproceedings of ICME 12*. Korea: Seoul.



Suciati, Munadi, S., Sugiman in Febriyanti, R. W. D. (2020). Design and Validation of Mathematical Literacy Instruments for Assessment for Learning in Indonesia. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 865–875. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.865>

Umbara, U. in Suryadi, D. (2019). Re-Interpretation of Mathematical Literacy Based on the Teacher's Perspective. *International Journal of Instruction*, 12(4), 789–806. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12450a>

van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9–35.

## PISNO IN USTNO VREDNOTENJE TER VREDNOTENJE PROCEDURALNEGA NARAVOSLOVNEGA ZNANJA ŠTUDENTOV

Iztok Devetak

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

V tem poglavju, ki je nadaljevane poglavja »Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa« v monografiji »Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Specialne didaktike v visokošolskem prostoru«, je predstavljen drugi obsežnejši del vrednotenja znanja v naravoslovnem izobraževanju. To so pisno vrednotenje znanja z vprašanji prostih odgovorov, ustno in praktično vrednotenje znanja. V poglavju so predstavljene smernice snovanja nalog prostih odgovorov ter načrtovanja ustnega vrednotenja in vrednotenja praktičnega znanja. Z nalogami prostih odgovorov navadno lahko vrednotimo višje kognitivne kategorije znanja študentov, z ustnim vrednotenjem znanja in z vrednotenjem proceduralnega znanja pa tudi druge naravoslovne kompetence študentov, ki jih s pisnim težje. Pri tem je nujno, da tako ustno vrednotenje kot vrednotenje proceduralnega znanja zagotavlja zadostne merske karakteristike, da je do deljena ocena veljavna, zanesljiva in objektivna.

**Ključne besede:** univerzitetno izobraževanje, naravoslovni predmeti, vrednotenje znanja študentov, naloge prostih odgovorov, ustno vrednotenje, vrednotenje proceduralnega znanja

### **Uvod**

Namen tega poglavja je predstavitev vrednotenja znanja pri naravoslovnih predmetih na univerzitetni ravni z nalogami prostih odgovorov, ki so del pisnega vrednotenja znanja, ter ustnega vrednotenja znanja in vrednotenja proceduralnega znanja, ki lahko evalvira druge kompetence študentov, npr. pisno vrednotenje. To poglavje predstavlja vsebinsko nadaljevanje poglavja »Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa« v monografiji »Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Specialne didaktike v visokošolskem prostoru«.

### **Pisno preverjanje znanja z nalogami prostih odgovorov**

Naloge prostih odgovorov ali naloge odprtega tipa so primerne za vrednotenje tako višjih kot tudi nižjih študijskih dosežkov. Te naloge lahko uporabljamo

za vrednotenje tistih študijskih dosežkov, ki jih z nalogami objektivnega tipa težje. Pri nalogah prostih odgovorov morajo študenti sami oblikovati odgovore, ki lahko predstavljajo le eno besedo ali daljši esejistični odgovor.

Nize nalog prostih odgovorov je enostavneje sestaviti kot nize nalog objektivnega tipa, saj obsega niz nalog prostih odgovorov (še posebej, če so te esejističnega tipa) od 5 do 10 nalog v specifičnem pisnem preizkusu znanja. Naloge prostih odgovorov zahtevajo od študentov, da zapišejo svoje odgovore, kar pomeni, da potrebujejo za to več časa. Iz tega sledi, da v določenem času študenti rešijo manj tovrstnih nalog. Čeprav smo mnenja, da je pisanje prostih odgovorov z vidika vrednotenja znanja ustrežnejše, saj morajo študenti sami oblikovati odgovore na osnovi lastnega znanja, ne le presojeti o tem, kateri že ponujeni odgovor je pravilen, pa se je treba zavedati, da je obseg znanja, ki ga dokaj grobo sondiramo s tovrstnimi nalogami, manjši kot pri nalogah objektivnega tipa. To pomeni, da lahko le slučajno naletimo na vrzeli v znanju študentov oz. da znanje študentov zgrešimo, saj študent ni preštudiral vsebine naloge, je pa usvojil neko drugo vsebino, ki je pa z vprašanji na izpitu nismo vrednotili. Na tak način je mogoče pridobiti napačno informacijo o znanju študenta, kar je še posebej izrazito, ko vrednotimo več obsežnih poglavij nekega predmeta, kar pa je za izpite na univerzitetni ravni običajno. V nasprotnem primeru lahko z nalogami objektivnega tipa, ko lahko za specifičen preizkus znanja uporabimo daljše nize nalog (od 50 do 100 nalog), sondiramo študentovo znanje več obsežnejših poglavij bolj natančno, kar poda učitelju natančnejši vpogled v znanje študenta (Zorman, 1974; Sagadin, 1993; Bukovec in Glažar, 2002; Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Gross Davis, 2009; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013; Marentič Požarnik, 2016).

Vrednotenje nalog prostih odgovorov je zahtevnejše od vrednotenja nalog objektivnega tipa. Med vrednotenjem odgovorov nalog prostih odgovorov se hitro zgodi, da nismo objektivni. Zavedati se je treba, da prosti odgovori študentov variirajo od povsem napačnih do popolnoma zadovoljivih, tako zajemajo vse mogoče stopnje pravilnosti. Pred tem pa mora ocenjevalec določiti, kateri odgovor je najboljši glede na študijske dosežke, ki bi jih morali študenti izkazati pri določeni vsebini. Vedno pa obstaja določena raven subjektivnosti pri določanju, ali je nek odgovor ustrezen ali ne ter do katere mere je ustrezen. Subjektivnih dejavnikov pri vrednotenju nalog odprtega tipa ne moremo nikoli povsem odpraviti, vendar jih lahko zmanjšamo (Žagar, 2009; Marentič Požarnik, 2016). Pri tem moramo:

- (1) imeti jasen predmet merjenja (uporaba specifikacijske tabele);
- (2) naloge morajo biti dovolj jasne, kar pomeni, da vsebujejo dovolj informacij, da študenti podajo odgovore, ki jih želimo, če seveda imajo za to ustrezno znanje;
- (3) pripraviti model optimalnega odgovora in možnosti optimalnega odgovora

(t. i. modelni odgovor), v katerega pripišemo točke za vsak možen del odgovora; preden modelni odgovor uporabimo za vrednotenje odgovorov študentov, ga preizkusimo na določenem manjšem številu pisnih odgovorov študentov (npr. izberemo preizkus znanja vsakega tretjega študenta od vseh, ki so pisali pisni izpit) in primerjamo naš modelni odgovor z njihovimi odgovori ter modelni odgovor po potrebi modificiramo oz. moderiramo; tak moderiran odgovor je nato merilo za vrednotenje vseh odgovorov študentov; zavedati pa se je treba, da je tak moderiran modelni odgovor še vedno odvisen od subjektivne presoje ocenjevalca, zato vrednotenje prostih odgovorov nikoli ni popolnoma objektivno;

- (4) pomemba je strategija izvedbe vrednotenja, tako najprej vrednotimo odgovore pri prvi nalogi pri vseh študentih, nato pri drugi nalogi in tako naprej do zadnje naloge prostih odgovorov; na tak način ohranimo za odgovore vseh študentov enotnejši kriterij in se nekoliko izognemo nevarnosti, da bi odgovor pri specifični nalogi vplival na sodbo o odgovoru pri ostalih nalogah istega študenta, hkrati pa pri vseh študentih, kolikor je mogoče, enako ovrednotimo odgovor pri isti nalogi;
- (5) odgovore vrednotiti anonimno, to pomeni, da se ne seznanimo z imeni študentov, ki so pisali določen pisni izpit, najbolje je, da študenti zapišejo le vpisno številko na pisni izdelek, s tem poskušamo zagotoviti večjo objektivnost ne glede na to, kdo je odgovor napisal; in
- (6) upoštevati, da zanesljivejšo oceno odgovora določimo, če odgovor vrednoti več neodvisnih ocenjevalcev, vendar si tega velikokrat ne moremo privoščiti, saj ni veliko kompetentnih ocenjevalcev, ki bi lahko ocenjevali proste odgovore, hkrati pa to zmanjša ekonomičnost vrednotenja, kar predstavlja težavo že pri običajnem vrednotenju nalog prostih odgovorov.

### ***Vrste nalog prostih odgovorov***

V to skupino se uvrščajo naloge: dopolnjevanja, kratkih odgovorov, strukturirane naloge (npr. naloge branja skic, tabel in diagramov ter odgovarjanje na vprašanja), reševanje problemov (npr. kvalitativni in kvantitativni problemi) ter esejistične naloge (npr. strukturirane in nestrukturirane esejistične naloge).

### **Naloge dopolnjevanja**

Naloge dopolnjevanja so naloge, pri katerih morajo študenti pri reševanju dokončati povedi, izjave ali trditve. Z vidika komunikacije navadno take naloge niso najbolj naravne, saj v življenju ne komuniciramo z nedokončanimi stavki (Sagadin, 1993; Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002). Pojem ali besedna zveza, ki jo mora študent dopolniti, mora biti čim bolj enoznačna, saj je drugače

lahko vrednotenje zelo neobjektivno. Tovrstne naloge so primerne za preverjanje pomnjenja podatkov, dejstev, terminologije ... ne da bi s tem zmanjšali objektivnost vrednotenja znanja.

Pri sestavljanju nalog dopolnjevanja moramo biti pozorni, da vedno vprašamo po eni besedi, saj dve ali celo več besed, ki jih mora študent dopolniti, ne omogoča enoznačnih odgovorov, hkrati pa reševalec ne ve, kaj naj napiše kot pravičen odgovor, da bo učitelj ali sodelavec z odgovorom zadovoljen. Ocenjevalec mora take naloge vrednotiti še toliko bolj previdno, da potencialno pravilnega odgovora ne šteje za napačnega. Kadar določamo, katero besedo naj študent med reševanjem vstavi v poved, je bolje, da poved oblikujemo tako, da je izpuščeno besedo treba vstaviti na konec povedi in ne v sredino ali celo na začetek. V takem primeru bi bilo lahko reševanje take naloge manj enoznačno. Če ena nedopolnjena poved zahteva več pojmov, ki jih je treba vstaviti med reševanjem, je zaželeno jasno, s številom črt, označiti, koliko besed je treba napisati. Več kot tri dopolnitve v eni povedi niso priporočljive, ker postane poved in s tem naloga nejasna. Kadar sestavljamo povedi, ne dajemo neposrednih prepisov povedi iz učbenika ali kakšnega drugega pisnega učnega materiala, ker na tak način spodbujamo učenje na pamet in ne razumevanja študijske vsebine. Dobro je, da je naloga sestavljena tako, da manjkajoče besede vpišemo neposredno v povedi. Rešitve naj bi študenti pisali slovnično ustrezno, saj, kjer zahteva poved, je treba besede ustrezno sklanjati ali uporabiti ustrezno število (Sagadin, 1993; Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Gross Davis, 2009; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013; Marentič Požarnik, 2016).

### Slika 1

*Naloga dopolnjevanja – v prvi povedi moramo ugotoviti 3 besede, dve od teh sestavljata isti pojem, v drugi povedi je potrebna le ena beseda, v tretji pa imamo neke vrste naštevanje, kjer sta pojma ločena z veznikom in.*

#### **Ustrezno dopolnite povedi z manjkajočimi besedami.**

Zmes olja in vode ločimo \_\_\_\_\_, ker se olje in voda ne \_\_\_\_\_.

Spojine lahko \_\_\_\_\_ razkrojimo na elemente.

Čiste snovi so \_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_.

Naloge dopolnjevanja je mogoče preoblikovati tako, da študenti med reševanjem manjkajoče besede vpišejo na oštevilčene črte za vpis manjkajočih besed (na desni), ki so s števili označene v povedih na levi. Stolpec za vpis

manjkajočih besed postavimo na desno stran lista, saj je večina ljudi desničarjev in bi s pisanjem na levo stran z desno roko zakrivali stolpec s povedmi, ki jih morajo dopolniti (Sagadin, 1993).

### Slika 2

*Naloga dopolnjevanja, kjer med reševanjem besed ne vpisujemo neposredno v poved, ampak rešitve zapišemo na za to namenjena mesta.*

**Manjkajoče besede v povedih so označene s števkami. V desni stolpec zapišite te besede.**

Zmes olja in vode ločimo z (1), ker se olje in voda ne (2). Spojine lahko z (3) razkrojimo na elemente.	(1) _____
	(2) _____
Čiste snovi so (4) in (5).	(3) _____
	(4) _____
	(5) _____

Naloge dopolnjevanja lahko pripravimo tudi kot naloge izbirnega tipa z enim praviim odgovorom, ko so pojmi, ki jih je treba dopolniti v povedi, podani kot alternative izbire. Na tak način se težavnost naloge zmanjša, hkrati pa enoznačnost rešitve poveča, naloga pa dejansko ni več naloga prostih odgovorov, ampak postane naloga objektivnega tipa (Sagadin, 1993).

### Slika 3

*Naloga dopolnjevanja, podana kot naloga izbirnega tipa, pri čemer je treba paziti, da predloga s/z ne zapišemo v poved, temveč ob pojem, saj bi s predlogom v povedi nakazali odgovor in naloga ne bi bila več izbirnega tipa, temveč postane alternativnega tipa, kar poveča ugibanje pravilne rešitve na 50 % (Haladyna in Rodriguez, 2013).*

**Ustrezno dopolnite poved z manjkajočo besedo, ki jo izberete med ponujenimi.**

Spojine lahko \_\_\_\_\_ razkrojimo na elemente.

- A s sinteza
- B z dekantiranjem
- C z analizo
- Č s kromatografijo

Na univerzitetni ravni, na področju naravoslovnih študijskih smeri, tega tipa nalog ne uporabljamo pogosto, zato na tem mestu takšne naloge ne bodo podrobneje opisane.

## Naloge kratkih odgovorov

Naloge kratkih odgovorov, kot pove že ime, morajo omogočati odgovor s kratko povedjo ali dvema oz. le določenim pojmom, matematično formulo, kemijsko formulo, enačbo kemijske reakcije ... Kratke povedi oz. posamezne elemente odgovora lahko ocenjevalec bolj objektivno vrednotiti.

Naloge kratkih odgovorov lahko gledamo kot preoblikovane naloge dopolnjevanja, saj je bolj naravno in enoznačno postaviti študentu vprašanje, saj v življenju komuniciramo z vprašanji in ne nedokončanimi povedmi (Sagadin, 1993).

### Slika 4

*Preoblikovanje naloge dopolnjevanja v nalogo kratkih odgovorov.*

**Naloga dopolnjevanja:** Spojine lahko \_\_\_\_\_ razkrojimo na elemente.



**Naloga kratkih odgovorov:** S katerim procesom se spojine razkrojijo na elemente? \_\_\_\_\_

Naloge kratkih odgovorov je lahko sestavljati, vendar je treba pri tem biti pozoren na to, da so vprašanja čim bolj enoznačna, saj v nasprotnem primeru študent ne ve natančno, kaj zahtevamo in so odgovori lahko zelo raznoliki. Primer slabše naloge z vidika enoznačnosti in izboljšane naloge kaže slika 5.

### Slika 5

*Nejasno in jasneje postavljeno vprašanje, na katero študent odgovori s kratkim odgovorom.*

#### **Slabša naloga:**

Kaj je značilno za molekulo vode?

*Kaj naj študent odgovori? Naj navede število atomov v molekuli vode, vrsto kemijske vezi, vrsto elektronskih parov v molekuli, obliko molekule, opiše sposobnost tvorbe vodikovih vezi, opiše polarnosti molekule ...*



#### **Boljša naloga:**

Koliko veznih in koliko neveznih elektronskih parov je v molekuli vode?

*Študent natančneje ve, da mora pisati o številu veznih in neveznih elektronskih parov ter ne o drugih stvareh, ki so tudi značilne za molekulo vode.*

Po drugi strani pa je pomembno, da se zavedamo, da so vprašanja, s katerimi preverjamo le poznavanje besednega zapisa za pojem, lahko na zelo nizki kognitivni ravni. Z ustrezno postavljenim vprašanjem pa lahko preverjamo tudi razumevanje pojmov (slika 6).

### Slika 6

Zahtevnost naloge kratkih odgovorov glede na odgovor, ki ga mora na vprašanje podati študent.

<b>Slabša naloga:</b> Kaj je čista snov, ki je sestavljena iz molekul, ki jih sestavljajo različne vrste atomov?	Odgovor študenta je lahko le ena beseda – spojina, ki jo mora poznati, pri vrednotenju tako lahko ugotovimo le, da študent pozna pojem, ne vemo pa ali ga res razume.
↓	
<b>Boljša naloga:</b> Kaj je spojina?	Kot odgovor na to vprašanje pa mora študent zapisati poved, ki poda razumevanje pojma spojina.

Kadar načrtujemo uporabo nalog kratkih odgovorov, v pisnem izpitnem preizkusu znanja navadno pripravimo nalogo, kjer imamo niz vprašanj (navadno od 5 do 10 vprašanj znotraj naloge, ki so vsebinsko podobna), tako da lahko ustrezno preverimo neko vsebinsko področje oz. znanje določenega študijskega dosežka sondiramo dovolj natančno (slika 7).

### Slika 7

Niz vprašanj v nalogi kratkih odgovorov s specifičnega vsebinskega področja pri predmetu Naravoslovje – kemijske vsebine za študente študijske smeri razredni pouk.

<b>Vsebinsko področje:</b> KAJ JE NAJVEČJE ČUDO NA ZEMLJI
↓
<b>NIZ VPRAŠANJ V NALOGI KRATKIH ODGOVOROV:</b>
<b>Odgovorite na vprašanja o elementih in spojinah.</b>
a. Kaj je spojina?
b. Kaj je element?
c. Kako imenujemo kemijsko reakcijo, pri kateri iz elementov nastane spojina
č. Kaj pomeni analiza vode?
d. Zakaj je ogljikov dioksid spojina?
e. Navedite dva primera elementa (z imenom in formulo), ki sta sestavljena iz molekul.
f. Iz koliko atomov je sestavljena molekula didušikovega tetraoksida?



Pri vrednotenju nalog kratkih odgovorov vnaprej predvidimo možne pravilne rešitve, s tem povečamo objektivnost vrednotenja. Zaželeno je, da če med vrednotenjem odgovorov pri določenem študentu odgovori kažejo na nejasno izraženo znanje, se lahko dodatno pogovorimo s študentom o tem, kaj je želel z odgovorom povedati in nato presodimo o ustreznosti oz. pravilnosti odgovora, saj je to avtonomna odločitev in pravica visokošolskega učitelja ali sodelavca, ki vrednoti pisne izpite študentov (Sagadin, 1993; Marentič Požarnik, 2002; Gross Davis, 2009; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013; Marentič Požarnik, 2016).

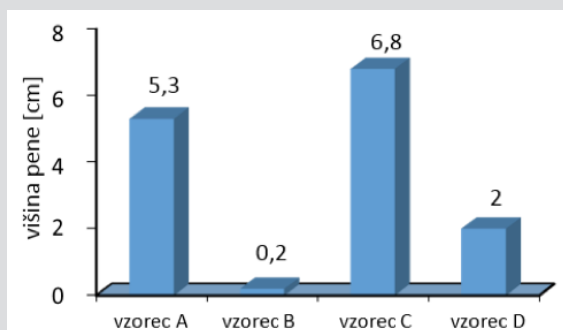
## Strukturirane naloge

Strukturirane naloge so navadno nizi nalog kratkih odgovorov ali nalog izbirnega tipa (podnaloge). Običajno strukturirane naloge vsebujejo neko uvodno informacijo, nato pa sledijo vprašanja, ki se na to informacijo nanašajo in imajo določeno vsebinsko strukturo. Prva vprašanja so navadno na nižjih kognitivnih ravneh, nadaljnja pa na višjih (Bukovec in Glažar, 2002).

### Slika 8

Strukturirana naloga branja diagramov.

Na histogramu so podani rezultati meritev višine pene po stresanju različnih vzorcev vode, v katere je bila dodana milnica. S pomočjo histograma odgovorite na vprašanja tako, da kot odgovor napišete črke, ki označujejo posamezni vzorec vode, oz. zapišite ustrezeni odgovor.



- Kateri vzorec vode predstavlja najbolj trdo vodo? \_\_\_\_\_
- Kateri vzorec vode ne vsebuje veliko kalcijevega hidrogenkarbonata?  
\_\_\_\_\_
- Vode katerega vzorca ni treba mehčati za uporabo v industriji? \_\_\_\_\_
- Lz katerega vzorca vode bi med izhlapevanjem nastalo največ kotlovca?  
\_\_\_\_\_
- Kateri vzorec vode je bil po vsej verjetnosti odvzet na Pohorju? \_\_\_\_\_

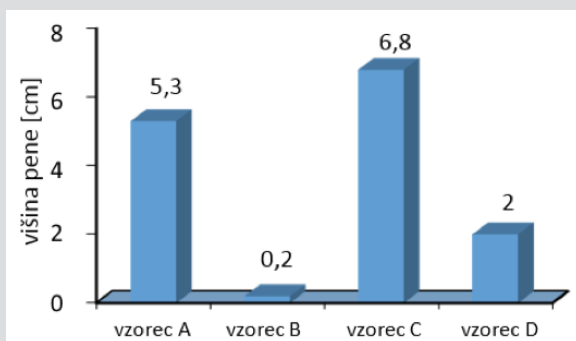
Podobno kot pri nalogah kratkih odgovorov, v niz ene naloge ne damo več kot 10 podnalog. Take naloge so lahko tudi naloge branja skic, tabel, diagramov (slika 8), modelov ... in odgovarjanje na vprašanja, ki so vezana na te vizualizacijske elemente. Za naravoslovno izobraževanje na vseh ravneh so namreč pomembni različni vizualizacijski elementi, ki se uporabljajo v procesu poučevanja, na koncu tega procesa, pa jih morajo znati študenti med vrednotenjem znanja tudi interpretirati in konstruirati. Iz tega sledi, da so različni vizualizacijski elementi dobro orodje za načrtovanje vrednotenja znanja študentov na višjih kognitivnih ravneh.

Vprašanja so lahko znotraj naloge tudi vsebinsko povezana, tako da odgovor na eno vprašanje vodi odgovor na naslednje. To pomeni, da če študent napačno odgovori na eno vprašanje, nato napačno odgovori tudi na naslednje vprašanje, ki je vezano na predhodnega. Takim nalogam pravimo tudi vezane naloge (slika 9).

### Slika 9

Strukturirana naloga branja diagramov, ki se pri vprašanjih e. in f. kaže kot vezana naloga.

Na histogramu so podani rezultati meritev višine pene po stresanju različnih vzorcev vode, v katere je bila dodana milnica. S pomočjo histograma odgovorite na vprašanja tako, da kot odgovor napišete črke, ki označujejo posamezni vzorec vode oz. zapišite ustrezn odgovor.



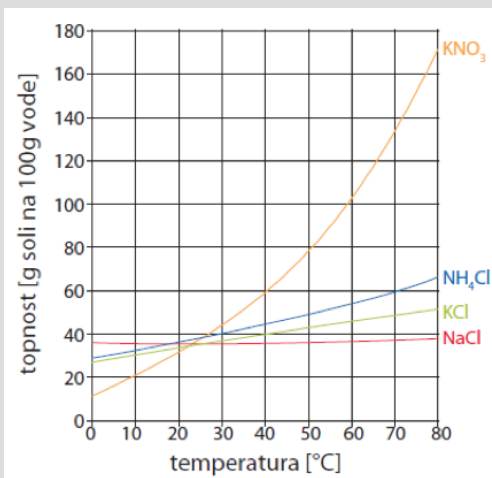
- Kateri vzorec vode predstavlja najbolj trdo vodo? \_\_\_\_\_
- Kateri vzorec vode ne vsebuje veliko kalcijevega hidrogenkarbonata? \_\_\_\_\_
- Vode katerega vzorca ni treba mehčati za uporabo v industriji? \_\_\_\_\_
- č. Iz katerega vzorca vode bi med izhlapevanjem nastalo največ kotlovca? \_\_\_\_\_
- Kateri vzorec vode je bil po vsej verjetnosti odvzet na Pohorju? \_\_\_\_\_
- e. Katera snov se izloči iz vode, ki ste jo izbrali kot odgovor na vprašanje a., če iz ravnotežja odvezemo ogljikov dioksid? \_\_\_\_\_
- f. Katere snovi so raztopljene v vodi, ki ste jo izbrali kot odgovor na vprašanje c.? \_\_\_\_\_

Velikokrat so vezane strukturirane naloge računске po svoji naravi. Zato bi jih lahko uvrstili med kvantitativne probleme (glejte nadaljevanje poglavja), je pa res, da so velikokrat take naloge z vidika računskih operacij manj zahtevne in jih dejansko ne moremo uvrščati med probleme, ampak so to le naloge za vajo. Definiranje razlik med problemsko nalogo (ali problemom) in nalogo za vajo je podano v nadaljevanju poglavja.

### Slika 10

Strukturirana vezana računska naloga; pravilno izračunana množina izločenega kalijevega nitrata pod b) je odvisna od tega, ali je pravilno določena masa izločenega kalijevega nitrata iz nasičene raztopine, prav tako je pravilno izračunan masni delež pod c) odvisen od razlike med maso izločenega kalijevega nitrata in maso te soli, ki je še vedno raztopljena v nasičeni raztopini pri 10 °C, ter izračun števila kalijevih ionov pod č) je odvisen od pravilno izračunane množine kalijevega nitrata pod b).

Graf prikazuje topnost nekaterih snovi v vodi v odvisnosti od temperature.



Odgovorite na vprašanja, ki so povezana z ohlajanjem nasičene raztopine kalijevega nitrata s temperature 40 °C na temperaturo 10 °C.

- Kolikšna masa kalijevega nitrata se izloči iz nasičene raztopine pri ohlajanju? \_\_\_\_\_
- Kolikšna množina kalijevega nitrata se izloči iz raztopine? \_\_\_\_\_
- Kolikšen je masni delež kalijevega nitrata v nastali nasičeni raztopini? \_\_\_\_\_
- Č) Koliko kalijevih ionov se je izločilo iz raztopine? \_\_\_\_\_

## Problemske naloge

Pri vrednotenju znanja imajo poseben pomen problemske naloge ali kar problemi (*ang.* problems). Za probleme ne poznamo enoznačne poti reševanja. Poti do rešitve so različne, rešitev je lahko tudi več ali pa ni mogoče določiti neposrednih rešitev problema. Na drugi strani pa poznamo tudi naloge za vajo (*ang.* exercise), ki imajo omejeno število dobro definiranih poti reševanja in eno samo rešitev. Pri reševanju nalog za vajo je dovolj, če apliciramo algoritem reševanja, ki smo se ga naučili in lahko pridemo do rešitve. Pri reševanju problemskih nalog taka enostavna aplikacija algoritma reševanja ni mogoča. Pri preverjanjih znanja se uporabljajo največkrat naloge za vajo in ne problemi (Kempa in Nicholls, 1983; Herron, 1996).

Problem je mogoče definirati tudi kot situacijo, kjer obstaja vrzel med začetnim stanjem ter ciljem, ki ga želimo doseči. Pri reševanju je treba to vrzel premostiti. Strokovnjaki iste probleme navadno rešujejo drugače kot novinci. Nalogo, ki jo lahko strokovnjak reši z ustreznim algoritmom, zanj je rutina, za začetnika (študenta) pa je lahko problem, ker predvidene poti premostitve vrzeli ne pozna (Bunce, Gabel in Samuel, 1991; Noh in Scharmann, 1997; St Clair-Thompson, Overton in Bugler, 2012). Rutinski problem je tisti, ki ga je reševalec že srečal, nerutinski pa je za reševalca neznan in zahteva nov način razmišljanja (Bransford in Stein, 1993). Teorija metode reševanja problemov deli le-te na zaprte ali formalne in odprte probleme. Formalni problemi so šolski problemi, za katere poznamo eno samo pravilno rešitev. Odprti problemi pa so realni problemi, za katere je možnih več rešitev (Kornhauser, 1980). Johnstone (1993a, b) je klasificiral probleme v naravoslovju v sedem kategorij glede na to, kateri podatki so podani v besedilu naloge, ali so reševalcu metode reševanja znane, ter kakšen je cilj naloge (tabela 1). V šolskem naravoslovju je veliko problemov tipa 1, saj študentu podamo podatke, naučil se je uporabljati metodo ločevanja in določen je cilj reševanja (Bennett, 2008), v življenju pa problemi navadno niso tega osnovnega tipa (Reid, 2019).

**Tabela 1***Tipi problemov v naravoslovju (Johnstone, 1993a, b)*

Tip	Podatki	Metoda	Cilj
1	podani	znana	podan
2	podani	neznana	podan
3	nepopolni	znana	podan
4	nepopolni	neznana	podan
5	podani	znana	odprt
6	podani	neznana	odprt
7	nepopolni	znana	odprt
8	nepopolni	neznana	odprt

Že majhna in nepomembna informacija v besedilu naloge vpliva na uspeh pri reševanju, torej lahko že majhna sprememba števila informacij v nalogi povzroči transformacijo naloge za vajo v problemsko nalogo. Obremenitev delovnega spomina predstavlja veliko težavo pri reševanju zahtevnejših problemov. Teorija o delovanju spomina je obsežna in na tem mestu ne bo podrobneje opisana. Povemo pa lahko, da večina problemskih nalog zahteva več kot sedem delov informacij, ki morajo biti hkrati shranjene v delovnem spominu. To pogosto pomeni, da mora reševalec hkrati procesirati zanj preveliko število informacij. Na preobremenitev delovnega spomina vplivajo tudi odvečne informacije v besedilu problemske naloge (Herron, 1996; Niaz, 1994; Tsaparlis, 1998), zato je treba natančno premisliti, kako zapisati besedilo problemske naloge. Obremenjenost delovnega spomina lahko zmanjšamo z avtomatizacijo reševanja, združevanjem podatkov v sistem podatkov, ki zasede manj delovnega spomina, in uporabo informacijskih virov. Pri avtomatizaciji se mora reševalec naučiti določene vsebine in strategije do tiste stopnje, da opravljanje te dejavnosti predstavlja zelo malo ali nič zavestne pozornosti. Večina matematičnih operacij in kemijskega znanja mora biti pri reševanju kvantitativnih kemijskih problemov avtomatizirana (Herron, 1996; Johnstone, 1997). Predvideva se, da je potrebnih okrog pet let (ali okrog 10.000 ur) učenja nekega področja (npr. kemije, fizike, biologije ...), da pridobiš dovolj znanja, da si sposoben učinkovito združevati informacije (Johnstone, 1997). Število enot združenih informacij je v delovnem spominu posameznika odvisno od njegovega razumevanja pojma oz. vsebine. To pomeni, da razumevanje pojmov omogoča učinkovitejše ter bolj organizirano združevanje informacij. Čim večje je število informacij, združenih v enem pojmu, zahtevnejši je pojem in s tem tudi problem, ki take pojme zajema (Johnstone, 1980). Obremenitve delovnega spomina lahko zmanjšamo tudi z uporabo informacijskih virov, to je zapisov podatkov, diagramov, računov, tabel, shem, skic ali trditev tako, da si jih ni treba zapomniti (Kornhauser, 1980).

**Slika 11**

Prikaz možnega reševanja kvantitativnega problema novince in strokovnjaka, ki je sposoben združevanja podatkov in s tem hitrejšega reševanja problemske naloge, ki je pa zanj rutinski problem ali naloga za vajo (Johnstone, 1997).

**Koliko gramov apnenca z 10 % nečistoč porabimo za nevtralizacijo 25 cm<sup>3</sup> klorovodikove kisline s koncentracijo 0,1 mol/l?**

Reševanje problema - novinec:

Priklic 1: Apnenec vsebuje kalcijev karbonat s formulo  $\rightarrow \text{CaCO}_3$

Priklic 2: Kalcijev karbonat reagira s kisljinami

Enačba reakcije:  $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Urejanje enačbe:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Množinsko razmerje:  $\frac{n(\text{CaCO}_3)}{1} = \frac{n(\text{HCl})}{2}$

Množina HCl:  $n(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,025 \text{ L} = 0,0025 \text{ mol}$

Množina  $\text{CaCO}_3$ :  $\frac{n(\text{CaCO}_3)}{1} = \frac{n(\text{HCl})}{2} \Rightarrow n(\text{CaCO}_3) = \frac{n(\text{HCl})}{2} = \frac{0,0025}{2} = 0,00125 \text{ mol}$

Molska masa  $\text{CaCO}_3$ :  $M_r(\text{CaCO}_3) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$   
 $\Rightarrow M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ g/mol}$

Masa  $\text{CaCO}_3$ :  $m(\text{CaCO}_3) = n(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 0,00125 \text{ mol} \cdot 100 \text{ g/mol} = 0,125 \text{ g}$

Delež  $\text{CaCO}_3$  v apnencu:  $w(\text{CaCO}_3) = 1 - w(\text{nečistoč}) = 1 - 0,1 = 0,9$

Masa apnenca:  $w = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{apnenca})} \Rightarrow m(\text{apnenca}) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{w} = \frac{0,125 \text{ g}}{0,9} = 0,14 \text{ g}$

Reševanje problema - strokovnjak:

Masa:  $\text{CaCO}_3$  v 1 mol = 100 g

Množinsko razmerje:  $\text{CaCO}_3 : \text{HCl} = 1 : 2$

$2 \text{ dm}^3 \cdot 1 \text{ M HCl} \dots 100 \text{ g CaCO}_3$

$25/1000 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ M HCl} \dots x \text{ g CaCO}_3$

$\Rightarrow 0,125 \text{ g} \Rightarrow 90 \% \text{ več} \Rightarrow 0,14 \text{ g}$

Za uspešno reševanje nalog za vajo so potrebne nižje kognitivne sposobnosti (LOCS – Lower Order Cognitive Skills), za reševanje problemov pa višje kognitivne sposobnosti (HOCS – High Order Cognitive Skills). HOCS so potrebne tudi za tvorbo smiselnih vprašanj, sprejemanje odločitev in kritično sistematično mišljenje (Zoller, 1999). Med LOCS lahko uvrščamo, po revidirani Bloomovi taksonomiji kognitivnih sposobnosti (glejte predhodno poglavje Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa Devetak, 2021), pomnjenje, razumevanje, uporabljanje, med HOCS pa analiziranje, vrednotenje in ustvarjanje.

Oblikovani so številni modeli ali strategije reševanja problemov. Noh in Scharmann (1997) navajata, da obstaja čez šestdeset različnih strategij reševanja problemov, vendar vse zajemajo podobne procese, opisane z drugačnimi pojmi. Strategija reševanja problema predstavlja pot od informacije, podane v problemu ali poiskane v drugih virih, do rešitve. Kornhauser (1980) tako navaja, da vselej veljavne poti reševanja ni, je pa najboljša v danih pogojih. Najpogostejše predlagana strategija reševanja problemov je modeliranje (Pestel, 1993). Za računski problem je mogoče zasnovati model, ki lahko vključuje več algoritmov (navodilo, ki določa vrsto in zaporedje operacij v računskem postopku). Učenje algoritmov ne pripravi študenta na reševanje problemov (Pestel, 1993), ker je algoritem lahko samo del postopka do rešitve (Herron, 1996). Poznavanje algoritmov pa zmanjša miselno zahtevnost problema. Uspešni reševalci problemov uporabljajo algoritme šele, ko ugotovijo, kako problem rešiti; tako so algoritmi lahko uporabno orodje pri reševanju problemov (Niaz, 1989). Z algoritmi lahko reševalec uspešno premosti prve težave pri učenju strategij reševanja problemov ter zmanjša obremenitev delovnega spomina. Od vseh strategij reševanja problemov je verjetno najbolj znan splošni model reševanja, ki ga je razvil Polya že leta 1945 (Harron, 1996) in obsega štiri stopnje:

1. razumevanje problema,
2. načrtovanje reševanja,
3. izvedba načrta reševanja in
4. preverjanje poti reševanja in rezultata.

Podobne stopnje obsega model IDEAL, ki sta ga razvila Bransford in Stein (1993). Dodala sta še drugo stopnjo, ki je v Polyovem modelu del razumevanja problema. Model IDEAL obsega pet stopenj.

1. Opredelitev problema (**I**dentify problems and opportunities).
2. Določitev ciljev reševanja (**D**efine goals).
3. Ugotavljanje možnih poti reševanja (**E**xplore possible strategies).
4. Predvidevanje rezultatov in izvedba načrtovanih operacij (**A**nticipate outcomes and Act).

## 5. Preverjanje rezultatov in učenje na osnovi izkušenj, pridobljenih z reševanjem problema (**L**ook back and **L**earn).

Splošno strategijo reševanja kemijskih problemov je razvil Frazer (1982), ki pa se lahko aplicira tudi na druge probleme na področju naravoslovja in inženirstva. Uspešen reševalec naj bi upošteval enajst stopenj v procesu reševanja:

1. Problema se loti od predvidene rešitve nazaj in ne od podanih informacij proti rešitvi.
2. Kompleksni problem razdeli na podprobleme in vsakega posebej reši.
3. Neznani primer poveže z že znanimi postopki reševanja.
4. Rešitev predvidi in poskusi ugotoviti, ali je v skladu z danimi informacijami.
5. Preveri, ali je uporabil vse informacije, podane v nalogi oz. iz svojega spomina, literature, eksperimentov in drugih virov.
6. Preveri, ali je uporabil vse predvidene stopnje pri reševanju problema.
7. Ugotovi, ali pozna kakšen algoritem, ki bi ga lahko uporabil pri reševanju problema.
8. Dani problem si predstavlja kot celoto.
9. S pomočjo podanih podatkov nariše ustrezne diagrame, besedilo problema si smiselno razloži, trditve spremeni v matematične izraze.
10. Vse ideje, ki se porodijo, zapiše, ne glede na to, ali so primerne za dani problem.
11. Vedno ima dovolj časa za inkubacijo problema (čas, potreben, da predvidiš možne strategije, ki te lahko vodijo do uspešne rešitve).

Pomembno je tudi znanje, ki ga uporabimo za reševanje problema. Znanje tako delimo na: (1) vsebinsko (predstavlja pojme in dejstva ter relacije med njimi), (2) logično-operacijsko (predstavlja miselne sheme, ki omogočijo na podlagi predhodnega znanja generirati novo) in (3) strateško (pridobimo ga na osnovi predhodnih izkušenj in usmerja reševanje problema po predvidenem modelu) (Herron, 1996; Heyworth, 1999). Yu, Fan in Lin (2015) potrjujejo, da reševalci z manj znanja in izkušnjami probleme rešujejo z drugačnimi strategijami kot tisti, ki imajo več znanja s področja problema, ki ga morajo rešiti. Z ustreznim reševanjem izbranih problemov pa omogočamo tudi oblikovanje novega znanja (Herron, 1996) in reševanje ni namenjeno le vrednotenju znanja.

Gabel in Sherwood (1983) poudarjata, daje pri reševanju problemov pomembna tudi pozitivna motivacija. Uspešni reševalci so prepričani, da bodo rešili dani problem in vztrajajo pri reševanju do rezultata. Neuspešni reševalci niso prepričani, ali lahko rešijo problem in pogosto obupajo. Vsaka dejavnost, ki omogoča asimilacijo novih pojmov, spodbuja vztrajnost, motiviranost in



spoznavanje novih povezav med idejami, je zaželena v izobraževalni situaciji. Tisti reševalci, ki imajo težave z matematiko in razumevanjem količinskih razmerji, so manj uspešni pri reševanju kvantitativnih problemov in tudi nalog za vajo.

Posebno pozornost je treba posvetiti temu, da opozarjamo študente, čeprav so v šolskem sistemu najmanj 13 let in naj bi to ozavestili veliko prej, kot vstopijo na univerzitetno izobraževanje, da pravilno in natančno preberejo besedilo problemske naloge. Nenatančno branje in s tem napačno razumevanje naloge povzroči napačno razumevanja cilja in s tem napačno reševanje problema (Herron, 1996; Pressley in McCormick, 1995). Slabši reševalci samo enkrat preberejo besedilo problema, za reševanje uporabijo že znani algoritem in napišejo dobljeno rešitev. Boljši reševalci večkrat preberejo besedilo, pretehtajo strategije reševanja, izberejo najustreznejšo, preverijo enote znanih količin, ugotovijo smiselnost velikostnega razreda rešitve, primerjajo odgovor s podatki iz besedila in preverijo pravilnost rezultata tako, da se prepričajo, ali sta strategija reševanja in rešitev smiselni (Herron, 1996).

Uporaba tovrstnih strategij reševanja problemov se v večji meri uporabljajo za procese učenja (npr. učenje z raziskovanjem, ki je za področje naravoslovja zelo zaželena oblika študija nekega področja, vendar se v našem univerzitetnem prostoru zaenkrat še redko uporablja) in manj za vrednotenje znanja. Za namene vrednotenja znanja se lahko uporabljajo kvalitativni in kvantitativni problemi, ki pa so lahko za uspešnejše študente le naloge za vajo. Za manjšo zmedo pri navajanju vrste naloge v nadaljevanju uporabljam le pojem problem.

### ***Kvalitativni problemi***

V kemiji, pa tudi drugje na področju naravoslovnih znanosti, lahko definiramo kvantitativne probleme kot probleme, ki ne zahtevajo uporabe nekih računskih operacij, temveč obsegajo eksperimentalni del naravoslovja (npr. naloge v pisnem preizkusu znanja, ki se nanašajo na nek eksperiment, ki so ga v neki obliki spoznali študenti med laboratorijskimi vajami) oz. iskanje informacij in iskanje rešitev neke problemske situacije (npr. celoletno raziskovalno delo študenta, lahko v sklopu magistrskega dela ali le kot del raziskovalnega projekta, v katerega se je študent vključil med študijem, ker ga problematika raziskave zanima). Naloge iz eksperimentalnega dela, ki jih ožje lahko imenujemo tudi pojmovni problemi, so natančneje predstavljene v delu *Preverjanje praktičnega znanja* tega poglavja.

### ***Kvantitativni problem***

Računske naloge, kjer mora reševalec uporabiti višje kognitivne sposobnosti (HOCS), ne le uporabiti znane računske izraze (formule) na podanih številskih

podatkih, za študente predstavljajo numerične ali številске probleme. Naloga, pri kateri mora reševalec le aplicirati že znan algoritem in uporabiti znane matematične izraze, zanj ni kvalitativni problem. Hkrati pa se je treba zavedati, da je navadno za visokošolskega učitelja ali sodelavca neka naloga, naloga za vajo ali rutinski problem, za študenta, ki pa se je prvič na univerzi srečal s področjem, ki ga nek predmet obravnava, pa dejanski nerutinski problem.

V splošnem lahko, na osnovi zgoraj omenjenih strategij reševanja problemov, razvijemo modele strategij reševanja kvantitativnih problemov.

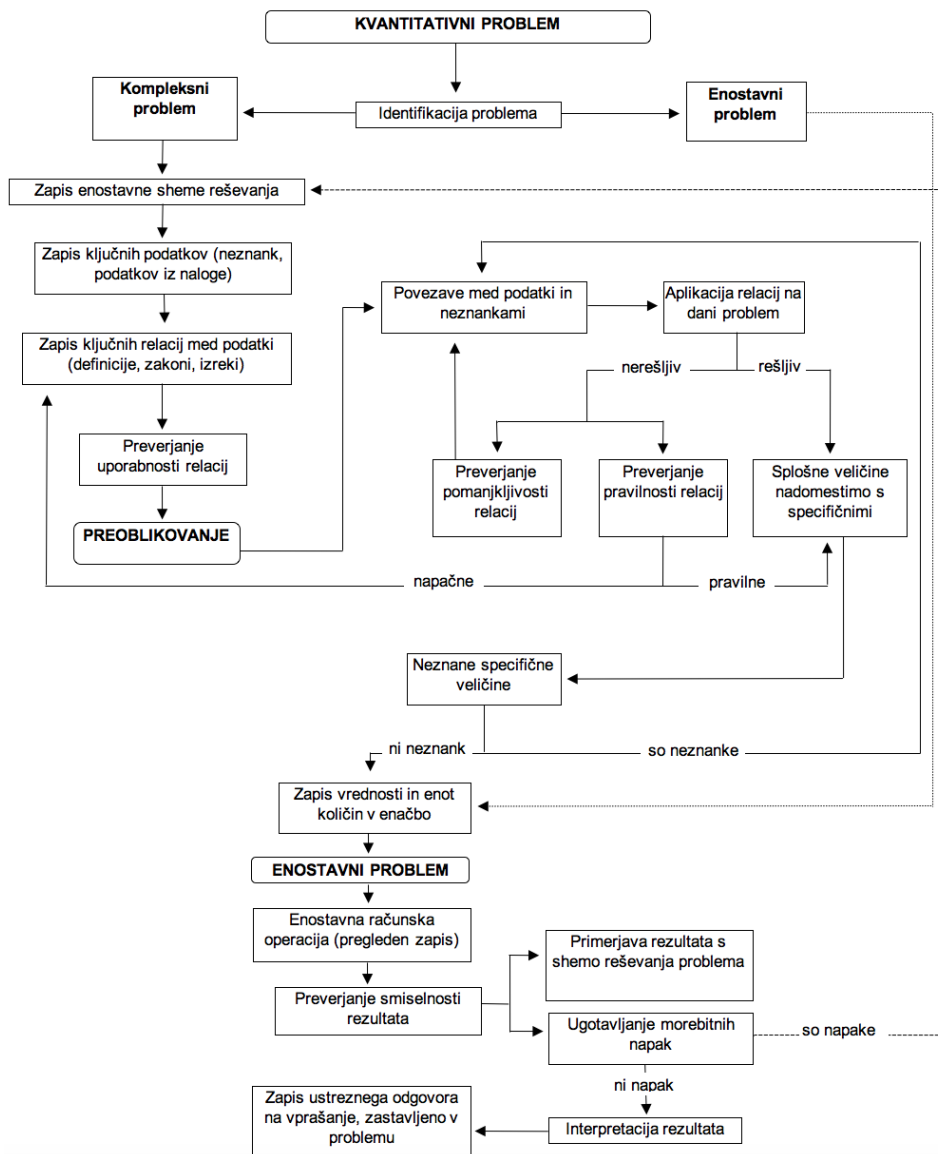
Frazer (1982) je tako podal smernice reševanja numeričnih problemov pri kemiji, ki pa se lahko aplicirajo tudi na druge numerične naravoslovne probleme. Princip je razdelil na pet korakov:

1. Razjasnitev problema.
2. Izbor ključnih matematičnih enačb, ki povezujejo fizikalne količine, podane v problemu.
3. Izpeljava enačbe za izračun.
4. Ugotavljanje danih podatkov, preverjanje enot in izračun.
5. Pregled strategije reševanja in s tem preverjanje rešitve. S pomočjo reševanja usvojimo novo znanje.

Mettes, Pilot, Roossink in Kramers-Pals (1980) so razvili sistem heuristike, imenovan PAM (**P**rogram of **A**ctions and **M**ethods), ki ga omenja tudi Frazer (1982). Temu modelu je podoben model Kramer-Pals in Pilot (1988), imenovan SAP (**S**ystematic **A**pproach to **P**roblem – Solving). Sinteza obeh modelov je podana na sliki 12. V shemi predstavljene poti reševanja problemov lahko vodijo reševalca do ustrezne rešitve.

**Slika 12**

*Splošna shema reševanja kvantitativnih kemijskih problemov (prirejeno po Mettes et al., 1980; Kramer-Pals in Pilot, 1988).*



Reševalec mora izvesti štiri osnovne korake pri reševanju kvantitativnega problema:

1. **Razumevanje problema** omogoča identifikacijo cilja reševanja, oblikovanje sheme oz. načrta reševanja, določitev ključnih pojmov iz besedila in oceno velikostnega razreda ter enote predvidenega rezultata.

2. **Predstavitev in razlaga problema** obsega notranjo predstavo o problemu, ki omogoča povezovanje podatkov v problemu z že obstoječim znanjem, zbranimi dodatnimi informacijami, za katere je bilo v prvi fazi definiranja problema ugotovljeno, da so potrebne in jih v opisu problema ni, pri tem pa imajo novinci in strokovnjaki različni pristop k reševanju istega problema zaradi različnega predznanja in sposobnosti reševanja.
3. **Načrtovanje poti reševanja** obsega uporabo določene strategije reševanja, ki se med posameznimi reševalci razlikuje, saj s pomočjo strateškega znanja reševalec vodi proces, ki ga privede do ustrezne rešitve in temelji na logičnem sklepanju na osnovi podatkov, pridobljenih v prvi in drugi fazi, se pa ta faza stalno prepleta pri iskanju delnih rešitev in sklepanju na končno rešitev problema z drugo fazo.
4. **Zaključek reševanja**, ki zahteva preverjanje rešitve, vključno z enotami, ki morajo ustrezati informacijam v besedilu problema; je zadnja faza reševanja problema, uspešni reševalci spontano preverijo pravilnost rešitve, saj je treba zagotoviti, da so procesi reševanja in zaključki logični in pravilno izvedeni.

Na uspešnost reševanja problemov vpliva tudi odnos reševalca do matematike in sposobnost proporcionalnega mišljenja o količinskih razmerjih (Gabel in Sherwood, 1983). Tisti reševalci, ki imajo težave z matematiko in razumevanjem količinskih razmerji, so manj uspešni pri reševanju kvantitativnih problemov in tudi nalog za vajo.

## Esejistične naloge

Esejistične (ali esejske) naloge niso in ne morejo biti objektivnega tipa, zato je zaželeno, da ne obsegajo celotnega preizkusa znanja, ki se uporablja za pisni izpit. Poleg tega sondiramo znanje s tovrstnimi nalogami dokaj grobo, saj lahko uporabimo v preizkusu znanja manj tovrstnih nalog, poleg tega pa v eni nalogi težko zajamemo več različnih vsebin oz. pojmov, ki bi morali biti na določenem preverjanju znanja ovrednoteni (Sagadin, 1993; Bukovec in Glažar, 2002; Gross Davis, 2009; Marentič Požarnik, 2016).

Formiranje odgovora na esejistično vprašanje zahteva od študenta povezovanje določenih znanj (informacij oz. podatkov, skladiščenih v dolgotrajnem spominu), njihovo primerjanje in integriranje v nov kompleksnejši odgovor, ki ga študent poda pisno. Pri tem pride do izraza njegova sposobnost presojanja, organizacije in izražanja idej oz. usvojenega znanja. Esejistične naloge so idealne za preverjanje višjih kognitivnih sposobnosti (HOCS) (Zoller,

1999), ki jih lahko definiramo na osnovi prenovljene Bloomove taksonomije kot sposobnost analiziranja (primerjanje, organiziranje, opisovanje, iskanje, strukturiranje, vključevanje, razčlenjanje, klasificiranje, izpostavljanje, pojasnjevanje ...), vrednotenja (preverjanje, predpostavljanje, eksperimentiranje, presojanje, testiranje, spremljanje, argumentiranje, povzemanje, ugotavljanje, zaključevanje, ocenjevanje, pripisovanje, potrjevanje ...) in lahko tudi ustvarjanja (izdelovanje, oblikovanje, konstruiranje, načrtovanje ...). Vsi ti glagolniki so nam lahko v pomoč pri snovanju naloge. Zavedati se je treba, da ni enostavno sestaviti tovrstnih nalog, ki ustrezajo zastavljenim ciljem in ustrezno merijo študentovo znanje na višjih kognitivnih ravneh.

Študenti z boljšim znanjem nekega področja lahko na taka vprašanja odgovorijo slabše, saj lahko podajo nepopolne odgovore, ker želijo natančno navesti svoje znanje, za kar pa jim lahko zmanjka časa. V specifičnem znanju šibkejši študenti pa lahko navedejo več informacij, vendar običajno manj poglobljeno in lahko do konca odgovorijo na vprašanje, vendar je zato odgovor skromnejši. Za podajanje odgovora moramo dati študentom dovolj prostora na preizkusu znanja, kamor lahko ne glede na njihovo velikost in tip pisave zapišejo zanje zadovoljiv odgovor (Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Gross Davis, 2009; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013; Marentič Požarnik, 2016).

Sestavljanje dobrih esejističnih vprašanj oz. nalog ni enostavno. Besedilo naloge mora biti oblikovano tako, da ga bodo vsi študenti enako razumeli in da vedo, kaj od njih pričakujemo kot odgovor. Ustrezno veljavnost in zanesljivost nalog esejističnega tipa bi dosegli, če bi nalogo pred uporabo pri ocenjevanju znanja dali v presojo študentom. Z analizo njihovih pisnih odgovorov bi lahko določili, ali naloga meri tisto, kar želimo. Pri tem bi seveda postala naloga javna in za ocenjevanje istih študentov neuporabna. Druga možnost je, da damo nalogo v presojo visokošolskim učiteljem, ki predavajo isti ali vsebinsko podoben predmet oziroma visokošolskim sodelavcem pri tem predmetu. Ko nalogo poskusijo rešiti, lahko naletijo na določene nejasnosti, ki se jih lahko odpravi, preden se naloga uporabi za vrednotenje znanja. Tretja možnost, ki poveča veljavnost in zanesljivost esejističnih nalog, je, da najprej oblikujemo odgovor in nato na ta odgovor formuliramo vprašanje oz. nalogo. Zadnja možnost pa je, da lahko nalogo, ki se je izkazala kot dovolj razumljiva študentom in pri analizi reševanja kaže zadovoljive lastnosti, uporabimo pri ocenjevanju znanja še v naslednjih generacijah. Ker študenti med študijem velikokrat uporabljajo naloge starih izpitov, je možno, da bodo nalogo poznali, vendar, ker je treba formulirati ustrezen daljši odgovor, tudi taka naloga zadostno diferencira med uspešnejšimi in manj uspešnimi študenti, saj oblikujejo med ocenjevanjem znanja različno poglobljene odgovore.

Uporabni sta dve obliki esejističnih nalog, strukturirane in nestrukturirane.

### **Strukturirane esejistična naloga**

Ta vrsta esejističnih nalog študenta usmerja pri razmišljanju med generiranjem najustreznejšega odgovora glede na usvojeno znanje. S podanimi ključnimi besedami ali sklopi ključnih besed nakažemo na tisto, na kar morajo študenti osrediniti pozornost med oblikovanjem odgovora oz. da podane ključne besede v čim bolj poglobljenem odgovoru ustrezno uporabijo (slika 13).

### **Nestrukturirane esejistične naloge**

Študenti imajo pri oblikovanju odgovora pri nestrukturiranih esejističnih nalogah več svobode, saj niso omejeni s podanimi ključnimi besedami. Take naloge dajejo študentu večjo možnost, da pokaže, kako razmišlja in kako uspešen je pri selekcioniranju relevantnih informacij in njihovem povezovanju. Pomembno se je zavedati, da je nestrukturirane esejistične naloge še težje objektivno vrednotiti (slika 13).

### **Slika 13**

*Primer esejistične naloge, kjer je nakazana razlika med strukturirano in nestrukturirano nalogo.*

#### **Strukturirana esejistična naloga**

*Natančno pojasnite, zakaj je v večini Slovenije voda trda, na Pohorju pa je mehkejša (sestava tal; lastnosti padavinske vode; fizikalne in kemijske spremembe, ko padavinska voda pade na tla; opazni pojavi v okolju, ki so posledica teh sprememb ...).*

#### **Nestrukturirana esejistična naloga**

*Natančno pojasnite, zakaj je v večini Slovenije voda trda, na Pohorju pa je mehkejša.*

Esejistične naloge je težko nepristransko vrednotiti. Vrednotenje je najmanj objektivno, ker moramo vedno upoštevati, da ne pride to »halo efekta«, kar pomeni, da slabše ovrednotimo odgovor slabšega študenta in obratno. Pri tem je pomembno, da se držimo modelnega odgovora, ki je pripravljen vnaprej in natančno točkovan po posameznih delih (glejte zgoraj). Za zagotavljanje večje objektivnosti, veljavnosti in nepristranskosti vrednotenja odgovorov lahko uporabimo tudi deskriptorje ali opisnike z ocenjevalno lestvico, te pa točkujemo s točkami (tabela 2), ki jih lahko nadgradimo v vsebinske odgovore, tako da natančno vemo, za katero vsebino dodelimo določeno število točk.

**Tabela 2***Deskriptorji za vrednotenje esejističnih nalog*

	Ocenjevalne stopnje				
	5 T	4 T	3 T	2 T	1 T
<b>Utemeljitev</b>	Prepričljivo so navedeni vsi argumenti.	Navedena je večina argumentov.	Argumenti niso popolni, ne pokrivajo vseh vidikov problema.	Nakazan je poskus argumentacije.	Ni argumentacije.

Deskriptorji ali opisniki so opisni kriteriji znanja, ki jih izpeljemo iz študijskih dosežkov, ki morajo biti opredeljeni procesno. V takem primeru so najbolj racionalno izhodišče za opredeljevanje opisnih kriterijev znanja kar učni načrti. Pri tem je najbolje, kot opredeljuje Rutar Ilc (2008), izhajati tako iz posebnosti predmeta kot iz splošnih teorij znanja, učenja in poučevanja.

V posameznem pisnem preizkusu znanja ovrednotimo vsako nalogo posebej in ji pripišemo točke, nato jih razvrstimo po skupinah in znotraj skupin še enkrat pregledamo, ali so odgovori posamezne skupine primerljivi po kakovosti. S tem zmanjšamo subjektivnost ocenjevanja in pojavnost napak. Če ima pisni preizkus znanja več esejističnih nalog, najprej pregledamo isto nalogo pri vseh študentih. S tem zmanjšamo subjektivni vpliv vsebine odgovora pri enem vprašanju določenega študenta na vrednotenje odgovora pri drugem vprašanju. Ko ovrednotimo eno nalogo, kupček pisnih preizkusov znanja premešamo, da ni isti študent vedno prvi ali zadnji pri pregledovanju specifične naloge. Pri tem poskušamo tudi zagotoviti anonimnost popravljanja, npr. da se učenci podpišejo na zadnjo stran pisnega preizkusa znanja.

### **Sestavljanje pisnega preizkusa znanja za pisni izpit**

Pri sestavljanju pisnega preizkusa znanja iz nalog, ki smo jih sestavili na osnovi specifikacijske tabele (Devetak, 2021), moramo imeti v mislih nekaj napotkov, ki se pojavljajo v literaturi (Zorman, 1974; Sagadin, 1993; Bukovec in Glažar, 2002; Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Gross Davis, 2009; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013; Marentič Požarnik, 2016):

- držimo se specifikacijske tabele za posamezni rok pisnega izpita ali preizkusa znanja iz laboratorijskih vaj, s tem se bomo držali kompetenc in določenih študijskih dosežkov, ki temeljijo na akreditiranem učnem načrtu predmeta, saj s tem zagotovimo vsebinsko veljavnost celotnega pisnega

preizkusa znanja;

- naloge naj bodo v pisnem preizkusu razvrščene po težavnosti od lažjih k težjim<sup>1</sup>, saj tako spodbujamo reševanje pisnega preizkusa znanja in študenti se ne zadržujejo predolgo pri težjih nalogah, ki bodo na koncu;
- naloge naj bodo v pisnem preizkusu razvrščene glede na vrsto naloge skupaj, tako študentom ni treba med reševanjem prepogosto prehajati z enega tipa nalog na drugega, prav tako prevelika različnost nalog ni zaželena, v enem preizkusu znanja naj bo največ pet različnih vrst nalog in
- študenti morajo imeti za reševanje dovolj časa in ustrezne pogoje, to navadno pomeni okoli 2x več časa kot tisti, ki je preizkus znanja sestavil, če je preizkus znanja sestavljen iz nalog izbirnega tipa, potrebujejo študenti za reševanje toliko minut, kolikor je nalog izbirnega tipa, če so naloge esejistične, pa je za pisanje prostih odgovorov potrebno bistveno več časa.

Zaželeno je, da je pri vsaki nalogi zapisano tudi število vseh točk in število točk pri posamezni nalogi. S tem omogočimo, da lahko študent med pisanjem izpita presodi, kako uspešen je bil na izpitu in kakšen dosežek lahko pričakuje. Na točno določeno mesto nato pri vrednotenju izdelkov tudi zapišemo število točk, ki jih je posamezni študent dosegel, in točke preračunamo v odstotke, ki doprinesejo določeno oceno.

Točkovanje posameznih nalog določimo vnaprej v specifikacijski tabeli. Določanje števila točk glede na zahtevnost naloge nima posebnega pomena, saj ne doprinese nobene prednosti, kvečjemu je manj študentov uspešnih na izpitu, saj jih manj uspešno reši bolj zahtevne naloge, kar povzroči, da manj študentov doseže boljšo oceno. Vseh točk naj bi bilo toliko, kolikor je minut, namenjenih pisnemu preizkusu znanja. To zagotavlja še ustrezno občutljivost preizkusa znanja, saj če je točk premalo, je pisni preizkus znanja manj občutljiv.

Ko ovrednotimo vse naloge in pripišemo ustrezno število absolutnih točk posamezne naloge, jih seštejemo, spremenimo v odstotne točke ter na osnovi kriterija določimo skupno oceno posameznega študenta na preizkusu znanja.

Obstajata dve vrsti kriterijev: (1) variabilni (spremenljivi ali relativni) in (2) konstantni (absolutni ali stalni) kriterij.

Variabilni kriterij določa različno raven znanja v posamezni skupini, ki jih določimo glede na normalno porazdelitev ocen, saj naj bi vsaka ocena obsegala

.....  
 1 Pri tem je težavnost določena na osnovi presoje visokošolskega učitelja ali sodelavca, kako zahtevna naj bi bila naloga za študente. V primeru uporabe nalog, katerih rešitve so bile pred tem analizirane, pa se uporabi izračunane indekse težavnosti.



variacijski razmik ene standardne deviacije. Pogoj za uporabo takega kriterija je, da obsega skupina vsaj 100 študentov. Variabilni kriterij temelji na medsebojnem primerjanju študentov, oceno pa določimo glede na pozicijo (rang) posameznega študenta v skupini, ki je reševala določen pisni preizkus znanja. Pri pripisovanju ocene določenega študenta določimo rang vsakemu posebej (od tistega, ki je dosegel najslabši rezultat, do tistega, ki je dosegel najboljšega). Običajno določimo 7 % najboljših študentov, ki prejmejo odlično oceno (ne glede na to, koliko % točk so zbrali na preizkusu znanja), 24 % nekoliko slabših, ki prejmejo prav dobro itd. To pomeni, da vedno 7 % študentov, ne glede na to, kako zahteven je bil preizkus znanja in kako uspešni so bili študenti pri njegovem reševanju (mogoče slabo pripravljene s premalo znanja), doseže odlično oceno in 7 % nezadostno (to so tisti z najmanj točkami). V praksi se tak kriterij redko uporablja, saj velikokrat niso skupine študentov, ki pišejo en izpit, tako velike, zato ne moremo pričakovati normalne porazdelitve dosežkov. Prednost takega kriterija je, da pripisovanje ocen ni odvisno od težavnosti pisnega preizkusa znanja. Slabost pa je, da je vedno enak delež študentov z enakimi ocenami, to pomeni, da je vprašljivo, ali ocene odražajo dejansko stanje znanja skupine študentov, saj je ocena posameznika odvisna od kakovosti znanja cele skupine (npr. nek študent doseže na pisnem preizkusu znanja iz kemije 70 od 100 točk – v dobri skupini bi dosegel oceno zadostno (6), v slabi skupini pa prav dobro (9) ali celo odlično (10)). Pomembno je tudi, da se zavedamo, ali je normalna porazdelitev rezultatov ustrezna, saj je normalnost porazdelitve meritev odraz nekaterih naključnih dejavnikov, pouk na univerzi oz. na kateri koli ravni šolanja pa naj ne bi bil slučajna, ampak zelo načrtovana dejavnost (Marentič Požarnik, 2016).

Prav zato se navadno v realni situaciji uporablja konstantni (absolutni ali stalni) kriterij. Pri tem kriteriju odstotek študentov, ki prejmejo določeno oceno, ni določen vnaprej, izhajamo iz študijskih dosežkov študentov, ki naj bi jih dosegli, ti pa temeljijo na kompetencah, predpisanih v akreditiranem učnem načrtu specifičnega predmeta. Z uporabo konstantnega kriterija moramo vnaprej postaviti meje za določene ocene. Takega kriterija se navadno držimo vedno in ga moramo imeti v mislih tudi pri sestavljanju pisnega preizkusa znanja, saj je odvisen od težavnosti preizkusa znanja. Meje so v literaturi različno postavljene. Subjektivna presoja mej je odvisna od ciljev predmeta in postavljenih standardov ter težavnosti. Zaželeno je, da so podane odstotne točke (preračunamo glede na absolutne točke), kar omogoča uporabnost stalnega kriterija, ki ga tudi študenti poznajo od prvega predavanja naprej, ko se v novem semestru predstavijo predmet ter načini in kriteriji ocenjevanja. Določene komponente načinov in kriterijev ocenjevanja so podane v učnih načrtih predmetov, določene pa so oblikovane posebej v okviru akreditiranega učnega načrta. Teh načinov in kriterijev med semestrom ne spreminjamo,

lahko pa jih spremenimo v naslednji izvedbi predmeta, če presodimo, da niso ustrezni (Sagadin, 1993; Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Žagar, 2009; Haladyna in Rodriguez, 2013). Tabela 3 podaja nekatere možnosti absolutnega kriterija. V primeru 50-odstotne spodnje meje za pozitivno oceno so razponi med ocenami enaki in znašajo 9 točk, v primeru dveh kriterijev, kjer je spodnja meja postavljena na 60 % vseh doseženih točk, pa so točkovni razponi različni. V prvem primeru je razpon enak in znaša 7 točk, v drugem primeru pa je različen ter je najmanjši za najnižjo pozitivno oceno in največji za najvišjo pozitivno oceno. Za vmesne ocene je enak. S takim kriterijem lahko motiviramo manj uspešne študente in jim za nekaj izkazanega znanja lahko dodelimo prej oceno dobro (7) ter za več izkazanega znanja prej oceno odlično (10).

### Tabela 3

*Trije primeri stalnega kriterija; meje so različno postavljene, odvisne so od nosilca predmeta in zahtevnosti oz. pomembnosti predmeta*

% doseženih točk	% doseženih točk*	% doseženih točk#	ocena
100–91	100–93	100–92 (8 točk razpona)	odlično (10)
90–81	92–85	91–84 (7 točk razpona)	prav dobro (9)
80–71	84–77	83–76 (7 točk razpona)	prav dobro (8)
70–61	76–69	75–68 (7 točk razpona)	dobro (7)
60–51	68–61	67–61 (6 točk razpona)	zadostno (6)
< 50	< 60	< 60	nezadostno (5)

\* točkovni razpon med ocenami je enak (7 točk)

# točkovni razpon med ocenami ni enak

Stalni kriterij je primernejši za manjše skupine študentov, ki pišejo določen preizkus znanja. Lahko se zgodi, da polovica študentov doseže zelo dobre ocene ali obratno, da jih več kot polovica doseže zelo slabe. Pri stalnem kriteriju največkrat ne dosežemo normalne porazdelitve ocen, kar pa ni nič narobe, če smo pisni preizkus znanja sestavili tako, da zadošča osnovnih merkim karakteristikam.

Kadar se sprašujemo, kateri kriterij je boljši, se moramo zavedati, da sta to dva različna načina razmišljanja o ocenjevanju znanja. Variabilni kriterij je namenjen razvrščanju študentov glede na znanje skupine, drugi pa v doseganje vnaprej dogovorjenih študijskih dosežkov (Sagadin, 1993; Žagar, 2009).

## Ustno vrednotenje znanja

Ustnega vrednotenja znanja je na vseh stopnjah šolanja precej. Na Univerzi v Bologni naj bi ustno preverjali znanje študentov prava že leta 1200 in šele leta 1800 se je prevesilo težišče vrednotenja znanja na stran pisnega ocenjevanja (DuBois, 1970, navedeno po Haladyna in Rodriguez, 2013).

Ustno vrednotenje je še posebej pomembno pri predmetih, ki vključujejo cilje, povezane s proceduralnim znanjem (zajema poznavanje uporabe postopkov v specifičnih procesih in sposobnost te postopke tudi izvesti; npr. študent zna postaviti ustrezno aparaturo za elektroforezo in učinkovito izvesti elektroforezo DNA ter interpretirati rezultate). Pri predmetih naravoslovja tudi, ali še posebej, na univerzitetni ravni je pomembno, da imajo študenti na koncu specifičnih predmetov razvite določene ročne spretnosti, ki omogočajo izvajanje specifičnega eksperimentalnega dela, ki je lahko laboratorijsko ali terensko. Eksperimentalno delo je temelj napredka naravoslovnih znanosti in razvoja deklarativnega znanja, ki zajema deskriptivne informacije, kot so dejstva, pojmi, sistemi, sheme trditve, mnenja, razlage (npr. študent razume, kaj je elektroforeza in za kaj se uporablja) ... (Butler in Winne, 1995). Podobno lahko z ustnim vrednotenjem znanja učinkovito preverimo ter ocenimo znanje in uporabo ustreznega naravoslovnega izrazoslovja, saj je naravoslovni jezik specifičen in njegova precizna uporaba v opisovanju naravoslovnih procesov zelo pomembna. Podobne kompetence lahko vrednotimo tudi z esejističnimi vprašanji, vendar sta oba načina različna z vidika merskih karakteristik.

S skrbno in vnaprej pripravljenimi vprašanji in podvprašanji ter ustrezno vodenim pogovorom s študentom, brez da bi podajali sami odgovore na lastna vprašanja, lahko vrednotimo tudi višje kognitivne ravni znanja ter višje, zahtevnejše in specialne cilje predmeta, ki jih s pisnim preverjanjem težko. Vrednotimo lahko študentov način razmišljanja, lahko mu podamo neposredno individualno povratno informacijo, ki mora biti formulirana z ustreznim jezikom in na način, da študent pridobi ustrezne informacije o ravni svojega znanja. Izpraševalec mora posebno pozornost nameniti vzdrževanju dobrega in sproščujočega medsebojnega odnosa v neposrednem stiku učitelj-študent, vprašani pa mora podati najboljše odgovore, ki jih glede na znanje in izkušnje lahko komunicira. Le na tak način vodeno ustno vrednotenje znanja študentov lahko štejemo kot prednost pri zbiranju podatkov o znanju študenta (Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Žagar, 2009; Marentič Požarnik, 2016).

Prednosti ustnega vrednotenja znanja so tudi: (1) individualizacija vsebine vprašanj; (2) mogoča je neposredna spodbuda in do določene mere usmerjanje (treba je biti previden, da usmeritve niso preveč natančne, saj bi

pomenile že odgovor na vprašanje) študenta; (3) študent lahko svoj odgovor podrobneje pojasni, saj lahko predstavi pot svojega razmišljanja pri iskanju odgovorov na vprašanje, s tem pa učitelj pridobi bolj natančen vpogled v razmišljanje (Marentič Požarnik, 2016).

Hkrati pa se je treba zavedati tudi določenih pomanjkljivosti ustnega vrednotenja znanja, kot so: (1) vsi študenti ne dobijo enakih vprašanj; (2) močan vpliv subjektivnih dejavnikov pri ocenjevanju; (3) je manj ekonomično z vidika porabe časa, namenjenega določenemu študentu, saj se je treba za pridobitev ustrezno veljavnih in zanesljivih podatkov o študentovem znanju individualno, za določen čas, poglobiti v pogovor s študentom (Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Žagar, 2009).

Prav zaradi teh slabosti je treba še toliko bolj poskrbeti, da je ustno vrednotenje znanja z vidika merskih karakteristik ustrezno. To pomeni, da mora biti:

- (1) veljavno; zajemati mora vrednotenje znanja vsebin, ki so zajete v akreditiranem učnem načrtu predmeta in so podane v ustreznih študijskih dosežkih; vprašanja morajo biti vsebinsko dovolj bogata, da omogočajo odgovarjanje v več povedih oz. da omogočajo ustrezno časovno dolgo in poglobljeno komunikacijo (le ena beseda kot odgovor ni dovolj), saj je pomembno, da vrednotimo tudi komunikacijske sposobnosti študenta v okvirih specifične vsebine predmeta z uporabo ustreznih pojmov in specifičnega jezika področja, pri tem pa smo lahko oz. moramo biti pozorni tudi na uporabo slovnično ustreznega jezika;
- (2) zanesljivo; oblikovane moramo imeti kriterije, na osnovi katerih ocenjujemo znanje študenta, vprašanja pripravimo vnaprej in se pri tem držimo določenih študijskih dosežkov, nikoli si vprašanj sproti ne izmišljujemo, študenti pa podajo odgovore ustno, pri tem si lahko študent pomaga z beleženjem opornih točk, na osnovi katerih poda bolj strukturiran ustni odgovor;
- (3) objektivno; študenti vlečejo vnaprej zapisana vprašanja na listkih, saj s tem zagotovimo, da nismo do določenih študentov pristranski in jim zavedno ali nezavedno dodelimo zahtevna ali manj zahtevna vprašanja, natančno si beležimo odgovore študenta, točkujemo odgovore in določimo odstotke pravih odgovorov, ki lahko na osnovi istih kriterijev kot pri pisnem vrednotenju znanja določajo končno oceno, pripravimo torej zapisnik ustnega vrednotenja znanja (slika 14), ki predstavlja dokument za arhiv ocenjevanja znanja študenta v primeru morebitne pritožbe študenta nad izvajanjem ustnega izpita.

**Slika 14**

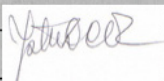
Primer zapisnika ustnega dela izpita za študente študijske smeri Razredni pouk pri predmetu Naravoslovje, kemijske vsebine, kjer je pri vsaki nalogi zabeleženo, kaj je študent na izpitu pravilno (oznaka +), delno pravilno (oznaka o) in napačno (oznaka -) predstavil. Na osnovi vseh odgovorov je bila dodeljena ocena.

ZAPISNIK USTNEGA IZPITA IZ KEMIJE 1	Datum: 12. 2. 2015
Ime in priimek kandidata(-tke): <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 15px;"></span>	Vpisna številka: 010 _____

Periodni sistem elementov.  
 - definicija o  
 - elementi/ atome -  
 - število v PS - vrstno + Masno o  
 - Ar =

Nepolarna kovalentna vez.  
 - definicija osnova +  
 - nastanek → elektronep. vezov el. par -  
 - povezava med kovalentnimi vezmi v molekule =

Redoks reakcija.  
 - redukcija / oksidacija o  
 - uporaba o

OPOMBE: _____	
Podpis izpraševalca: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 30px; vertical-align: middle;"></span>	Ocena ustnega izpita: <u>6</u>

Med izvajanjem ustnega ocenjevanja znanja je treba zagotoviti pogoje, s katerimi se kolikor je mogoče zmanjša nepotrebna napetost študenta pred odgovarjanjem, saj se je treba zavedati, da je ustreznost in pravilnost oblikovanja odgovorov tudi posledica študentskih osebnostnih lastnosti, kot so samozavest, anksioznost, napetost, trema ... in ne le njegovega znanja. Prav tako so sposobnosti besednega izražanja, ne glede na usvojeno znanje nekega predmeta, med študenti različne. Visokošolski učitelj ali sodelavec se ne sme pustiti zavesti zgovornemu študentu, ki pa vsebine preverjanja znanja ne razume najbolje, in obratno, če nekdo ni zgovoren, še ni rečeno, da ne zna vsebine. Vedno se je treba zavedati, da so lahko odgovori študentov slabše formulirani, vendar vsebinsko lahko študent zelo dobro razmišlja. Pri tem mu moramo do določene mere pomagati oblikovati povedi in odgovore, da ustrezno sporoči svoje znanje. Pri tem moramo biti pozorni, da ne posegamo stalno v govorjenje študenta s podvprašanji ali svojimi razlagami, ki odgovarjajo na vprašanje, ker je to lahko zelo moteče. Tudi ni zaželeno popolno brezizrazno spremljanje študenta, vendar pa lahko le prikimavanje že vodi študenta, ki je negotov v

svoje znanje v izbiro pravilnega odgovora na vprašanje. Ni zaželeno, da se enega študenta predolgo sprašuje oz. poteka izpit dolgo časa, saj se veljavnost pridobljene ocene z daljšim časom trajanja ustnega ocenjevanja ne poveča ter pred ustnim izpitom ni dobro pregledovati prejšnjih ocen študenta, ker lahko vodi do »halo učinka« in pristranskosti pridobljene ustne ocene (Marentič Požarnik, 2002; Woolfolk, 2002; Haladyna in Rodriguez, 2013).

## Vrednotenje proceduralnega znanja

Proceduralno znanje je bilo definirano zgoraj. Številne kompetence študentov, ki jih razvijajo različni naravoslovni predmeti, zajemajo tudi razvoj proceduralnega znanja, torej znanja procesov in postopkov, ki jih morajo izvesti praktično. Prav tako morajo pripraviti različne predstavitve projektnega ali raziskovalnega dela ali ustrezno zasnovati in izvesti eksperimente, ki jih znajo tudi uporabiti v razvoju novih spoznanj. Te kompetence so zelo pomembne, še posebej, ker se študenti izobražujejo za poklic. Iz tega sledi, da jih moramo na univerzitetni ravni tudi preverjati in ocenjevati.

Pri naravoslovnih predmetih na univerzitetni ravni lahko študenti izdelajo različne praktične izdelke (modeli molekul, modeli naprav, animacije kemijskih reakcij ...), plakate (kot predstavitve projektnega, raziskovalnega ali seminarkega dela) in pisne izdelke (natančna poročila projektnega, raziskovalnega ali seminarkega dela ...). Vse te izdelke mora visokošolski učitelj ali sodelavec vrednotiti po določenih kriterijih, ki morajo biti študentom predstavljeni pred pričetkom dela, katerega produkt je nek izdelek. Izdelki so lahko predstavljeni tudi ustno in podkrepljeni z demonstracijo.

Seminarsko delo je na univerzitetni ravni definirano kot delo, ki ga študent navadno opravi kot domače delo, pri tem obravnava nek specifičen problem, povezan z razvojem kompetenc, določenih v akreditiranem učnem načrtu predmeta. Pri analizi problema in njegovi rešitvi si pomaga s pomočjo literature ali spleta. Seminarsko delo, kot ga poznamo, navadno ne zajema raziskovalnega dela, lahko pa obsega izvedbo določenega eksperimentalnega dela, ki pa je navadno znano in nima elementov raziskovanja. Seminarsko delo je sestavni del veliko predmetov na univerzitetni ravni, je pa treba seminar, kot končni izdelek in njegovo javno predstavitve, tudi vrednotiti na osnovi vnaprej določenih kriterijev.

Izdelek lahko nastane tudi kot produkt raziskovalnega dela, ki je na področju naravoslovja na univerzitetni ravni pogost način dodatnega izobraževanja študentov. Študenti se lahko vključijo v raziskovalno delo visokošolskih učiteljev in sodelavcev ter študirajo določen raziskovalni problem. Tako delo lahko poteka en semester ali dlje in se konča z raziskovalnim poročilom, predstavitvijo zaključkov drugim študentom v skupini ali s predstavitvijo raziskave na

domačih in mednarodnih znanstvenih konferencah ali v znanstvenem članku. Tak rezultat je največji dosežek raziskovalnega dela študenta, ki se zunaj obveznosti določenega predmeta, predpisanih v akreditiranem učnem načrtu, vključuje v raziskovalno delo na univerzi. Če tovrstno delo (kot tu opisano) ni del učnega načrta predmeta, se tudi dodatno ne ocenjuje. Je pa kot pedagoški pristop pri pouku naravoslovja na vseh ravneh izobraževanja, tudi na univerzitetni ravni, mogoče uporabiti učenje z raziskovanjem, ki temelji na raziskovalnem delu znanstvenikov in je velikokrat del seminarskega ali laboratorijskega dela pri sodobno zasnovanih predmetih naravoslovja. V tem primeru se seveda podobno kot ostali izdelki vrednoti tudi raziskovalno poročilo, ki je bilo predmet učnega procesa. Več o tem pedagoškem pristopu lahko preberete v Pavlin, Gostinčar Blagotinšek in Krnel (2021).

Tretji pedagoški pristop, ki se lahko uporablja pri pouku naravoslovnih predmetov na univerzitetni ravni in kot končni produkt generira specifični izdelek, je projektno delo. Obsežno je ta pedagoški pristop predstavljen v poglavju »Projektno učno delo pri študiju naravoslovja« avtorice V. Ferk Savec (2021). Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial in Palincsar (1991) tako definira projektno učno delo kot učni pristop, pri katerem učeči se usvajajo nove pojme izbranega vsebinskega področja ob uporabi elementov raziskovalnega dela, pri tem pa so usmerjeni na cilj izdelati projektno nalogo ali razviti izdelek. Projektno delo je, z razliko od raziskovalnega dela, povezano s kompetencami akreditiranega učnega načrta. Lahko bi v grobem rekli, da projektno delo vključuje faze oz. pristope seminarskega in raziskovalnega dela, ki so nadgrajeni z določenimi elementi. Ferk Savec (2021) definira deset ključnih meril, ki definirajo projektno učno delo in jih je priredila po Ferk Savec (2010). Zadnje merilo projektne dela je tudi »ocenjevanje ob uporabi projektne portfolio«. Ferk Savec (2021) tako navaja, da je treba smiselno prilagoditi ocenjevanje med projektним delom usvojenega znanja in spretnosti. Vrednotenje znanja naj se torej izvaja na vseh stopnjah projektne dela (npr. določitev ciljev projektne dela, ustrezno poglobljen pregled literature in sinteza ugotovitev, ustrezno voden laboratorijski dnevnik, projektni izdelek itn.), ki mora temeljiti na ustrezno zastavljenih kriterijih.

Kriterije pa lahko predstavimo v ustreznih opisnikih ali deskriptorjih, ki vodijo čim bolj objektivno vrednotenje (tabela 4). Ferk Savec (2021) tudi navaja, da je ena od pogostih oblik za spremljanje izvedbe projektne učnega dela in njegovo vrednotenje tudi mapa z izbranimi izdelki ali portfolio. Vrednotenje mora biti tudi pravično do vseh študentov, ki v projektni skupini sodelujejo, in pri tem si lahko pomagamo s samoevalvacijo, to pomeni, da po določenih kriterijih vsak študent v skupini oceni svoj prispevek h končnemu projektne izdelku. Hkrati pa lahko pridobimo delne ocene tudi s t. i. kolegijskim ocenjevanjem, kjer lahko predstavitev projektne dela in projektne izdelkov ovrednotijo tudi



študenti drugih projektnih skupin. Več o projektnem delu v Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih predmetov avtorice Ferik Savec (2010).

**Tabela 4**

*Nekaj smernic za pripravo bolj specifičnih opisnikov za vrednotenje projektnega dela (PD) študentov*

Ime in priimek študenta: _____ Študijsko leto: _____				
Faze	Kriterij	2	1	0
Iniciativa	Inovativnost idej	Podane inovativne ideje za izvedbo PD.	Podane znane ideje za izvedbo PD.	Ni podanih nobenih idej za izvedbo PD.
Skiciranje PD	Definiranje PD	Jasno podajanje mnenj in stališč.	Podana redka nejasna mnenja in stališča.	Ni izražanja mnenj in stališč.
	Izvedljivost PD	Podani smiselni predlogi izvedbe PD.	Podani redki predlogi izvedbe PD.	Ni podanih oz. so nesmiselni predlogi izvedbe PD.
Načrt PD	Opredelitev stopenj PD	Razume pomen vseh stopenj PD.	Nekaterih stopenj PD ne razume.	Ne razume narta PD.
	Razdelitev nalog PD	Sprejme zahtevne naloge v načrtu PD.	Sprejme le manj zahtevne naloge v načrtu PD.	Ne sprejme zahtevnih nalog v načrtu PD.
	Časovni načrt PD	Razume časovni načrt PD.	Ne ve natančno, kakšen je potek časovnega načrta PD.	Ne razume časovnega načrta PD.
	Poznavanje in razumevanje pojmov	Pozna vse pojme področja, ki jih smiselno in pravilno uporablja. Pozna povezave med pojmi.	Pozna večino pojmov področja, ki jih večinoma pravilno uporablja. Pozna večino povezav med pojmi.	Zelo pomanjkljivo ali napačno poznavanje osnovnih pojmov. Pravilne povezave med njimi niso zaznavne.



<b>Izvedba PD</b>	<i>Analiza literature</i>	Izvede natančno analizo relevantne literature in ugotovitve strne za potrebe PD.	Izvede pomanjkljivo analizo relevantne literature, strnjene ugotovitve pa so površne.	Ne izvede ali izvede zelo slabo analizo relevantne literature in ne poda strnjenih ugotovitev za potrebe PD.
	<i>Izvedba praktičnega dela</i>	V skladu z načrtom pripravi prostor in potrebščine.	Delovni prostor pripravi pomanjkljivo ter površno izbere potrebščine.	Ne ve, kako bi pripravil delovni prostor in katere potrebščine potrebuje.
		Vestno in natančno izvaja praktično delo v skladu z načrtom PD.	Praktično delo izvaja zadovoljivo, večinoma v skladu z načrtom PD.	Praktično delo izvaja površno in ni v skladu s načrtom PD.
		Natančno vodi dnevnik praktičnega dela.	Dnevnik praktičnega dela vodi pomanjkljivo.	Dnevnik praktičnega dela vodi zelo površno ali ga ne vodi.
		Originalna, utemeljena, jasna in dobro premišljena predstavitev rezultatov in njihove analize.	Niso bili uporabljeni vsi podatki, analiza ni popolna ali je delno napačna, predstavitev rezultatov je pomanjkljiva.	Neustrezna, zelo pomanjkljiva ali napačna analiza podatkov in slaba predstavitev rezultatov.
		<i>Usmerjanje PD</i>	Aktivno sodeluje pri razreševanju morebitnih problemov med potekom PD.	Do reševanja morebitnih problemov med potekom PD nima posebnega mnenja.
	<i>Usklajevanje PD</i>	Ustrezno komunicira ugotovitve med svojim delom drugim članom projektne skupine.	Z ostalimi člani projektne skupine komunicira le, če je spodbujen.	Ne komunicira z ostalimi člani projektne skupine.
	<i>Poznavanje in razumevanje pojmov</i>	Pozna vse pojme področja, ki jih smiselno in pravilno uporablja. Pozna povezave med pojmi.	Pozna večino pojmov področja, ki jih večinoma pravilno uporablja. Pozna večino povezav med pojmi.	Zelo pomanjkljivo ali napačno poznavanje osnovnih pojmov. Pravilne povezave med njimi niso zaznavne.

<b>Sklepna faza PD</b>	<i>Pisna predstavitev – projektni izdelek</i>	Jasno, natančno in premišljeno podana analiza literature s cilji/raziskovalnimi vprašanji PD.	Analiza literature je predstavljena površno, brez jasnih povezav s cilji/raziskovalnimi vprašanji PD, ki so lahko tudi slabo predstavljeni.	Analiza literature je podana na kratko, brez jasne rdeče niti in pomena za cilje/raziskovalna vprašanja PD.
		Jasno in natančno podana metoda dela.	Metoda dela je pomanjkljivo podana.	Metoda dela je zelo skromno podana ali manjka.
		Originalna, utemeljena, jasna in dobro premišljena predstavitev rezultatov in njihove analize.	Niso bili uporabljeni vsi podatki, analiza ni popolna ali je delno napačna, predstavitev rezultatov je pomanjkljiva.	Neustrezna, zelo pomanjkljiva ali napačna analiza podatkov in slaba predstavitev rezultatov.
		Zaključki jasno izkazujejo sposobnost kritičnega/analitičnega/kreativnega razmišljanja, sposobnost sinteze, posploševanja in abstraktnega mišljenja.	Zaključki so le deloma oblikovani na osnovi predstavljenih podatkov/informacij. Argumenti so šibki in pomanjkljivi.	Zaključki izkazujejo zelo slabo sposobnost kritičnega/analitičnega/kreativnega razmišljanja in povezovanja.
	<i>Ustno poročanje</i>	Jasno, povezano, nedvoumno. Uporablja različne metode prikaza. Jezikovno ustrezno brez velikih slovničnih napak.	Jasno in povezano, vendar monotono (nezanimivo). Jezikovno večinoma ustrezno z nekaterimi slovničnimi napakami.	Ne pritegne poslušalcev, govori nejasno, nepovezano. Jezikovno neustrezno s številnimi slovničnimi napakami.
	<i>Poznavanje in razumevanje pojmov</i>	Pozna vse pojme področja, ki jih smiselno in pravilno uporablja. Pozna povezave med pojmi.	Pozna večino pojmov področja, ki jih večinoma pravilno uporablja. Pozna večino povezav med pojmi.	Zelo pomanjkljivo ali napačno poznavanje osnovnih pojmov. Pravilne povezave med njimi niso zaznavne.

<b>Samoevalvacija</b>	Študentova lastna ocena	Prepozna dobre strani svojega dela in je konstruktivno kritičen do napak, ki jih je storil med izvajanjem PD.	Prepozna dobre strani svojega dela, vendar nekaterih napak ni prepoznal, ki pa so bolj ali manj negativno vplivale na izid PD.	Prepozna nekatere dobre stvari svojega dela, ni pa samokritičen do napak, ki so bolj ali manj negativno vplivale na izid PD.
	Ocena drugih študentov	Študenti so prepoznali dobro delo študenta, ki se kaže v projektne izdelku in v javni predstavitvi PD.	Študenti niso prepoznali pozitivnih stvari, ki jih je študent med PD izvedel iz projektne izdelka in ne iz javne predstavitve.	Študenti so prepoznali, da je študent za celotno PD zelo malo storil, da v projektne izdelek ni vložil truda in da na javni predstavitvi ni bistveno doprinesel k PD.

Pri vrednotenju vseh izdelkov je treba upoštevati predhodno postavljene kriterije, ki so študentom znani in jih ne smemo spreminjati po zaključku izdelave izdelka. Specifični kriteriji so odvisni od posamezne vrste izdelka, osnova za deskriptorje pa so kategorije v tabeli 4.

Posebna pozornost mora biti pri vrednotenju proceduralnega znanja namenjena tudi vrednotenju eksperimentalnega dela, ki predstavlja večino praktičnega dela študentov na univerzitetni ravni na naravoslovnih študijskih smereh. Čeprav je v deskriptorjih (tabela 4) v razdelku »Izvedba praktičnega dela« podan tudi napotek, kako je možno vrednotiti praktično delo, kamor sodi tudi eksperimentalno delo, bo tu vseeno nakazanih nekaj specifik vrednotenja eksperimentalnega dela. Kadar načrtujemo vrednotenje eksperimentalnega dela, je zaželeno, da se zasnuje nove realne ali simulirane situacije, ki jih mora študent preučiti ali prikazati eksperimentalno, saj je reprodukcija že opravljenih laboratorijskih vaj le vrednotenje nižjih kognitivnih ravni. Tovrstno preverjanje zahteva od študenta, da neposredno prikaže svoje deklarativno in proceduralno znanje na višji ravni. Tisti, ki vrednoti eksperimentalno delo, lahko zasleduje študentove eksperimentalne kompetence, kot so: (1) načrtovanje poskusov, ovrednotenje metod eksperimentalnega dela in podajanje predlogov možnih izboljšav postopkov; (2) spremljanje, opazovanje, beleženje opažanj in merjenja; (3) pojasnjevanje in ovrednotenje eksperimentalnih opazovanj in podatkov ter njihovo interpretiranje; (4) uporabljanje specifičnih tehnik laboratorijskega dela in ravnanje s pripomočki.

Kriteriji za ocenjevanje eksperimentalnega dela, ki jih lahko natančneje razdelamo glede na naše potrebe in jih lahko vnesemo v tabelo deskriptorjev, so: (1) odnos do dela, samostojnost pri delu in zagotavljanje varnosti pri delu; (2) sposobnost za načrtovanje dela; (3) sposobnost za natančno in pravilno izvedbo dela ter opazovanje, merjenje ...; in (4) sposobnost interpretacije rezultatov in podajanja zaključkov.

Nekatere od teh komponent eksperimentalnega dela, ki jih opisujejo zgornji kriteriji, lahko preverjamo pisno, npr. načrtovanje poskusa (opis poskusa, načrtovanje opazovanja, določitev spremenljivk in konstant ...), ali z opazovanjem študenta med izvajanjem t. i. izpitnega eksperimenta, kjer lahko preverjamo: (1) samostojnost (npr. samostojnost pri sledenju navodilom in izvedbi eksperimenta, potrebo po pomoči in nasvetih visokošolskega učitelja ali sodelavca, potrebo po učiteljevem spodbujanju, da ustrezno izvede eksperiment, ustrezno postavlja hipoteze oz. raziskovalna vprašanja ...); (2) varnost pri delu (npr. upoštevanje navodil za varno eksperimentiranje, izvajanje postopkov za doseganje ustreznih standardov varnosti ...); (3) natančnost in spretnost (npr. upoštevanje navodil za izvedbo vaje, spretnost pri ravnanju s potrebščinami, urejenost delovnega prostora, upoštevanje predvidenega časa za izvajanje eksperimentalnega dela, čiščenje pribora in delovnega prostora ...); (4) ustrezno izvaja opažanja in merjenja, ustrezno ureja podatke, na osnovi katerih sklepa na ustrezne zakonitosti iz podatkov, ter ustrezno poveže zaključke s teoretičnim (deklarativnim) znanjem.

Poleg preverjanja eksperimentalnega znanja s pomočjo neposrednega opazovanja s pomočjo opisnikov pa je mogoče določene dele eksperimentalnega dela vrednotiti tudi pisno. Pri tem si pomagamo predvsem s strukturiranimi nalogami ali kvalitativnimi problemi, ki so za študente bolj ali manj zahtevni (slika 15).

**Slika 15**

Primer kvalitativnega problema za vrednotenje znanja, usvojenega z eksperimentalnim delom – primer je za področje Naravoslovja, kemijske vsebine za študijsko smer Razredni pouk.

Izvedli ste poskus gorenja elementa A. Ta v kisiku gori z modrim plamenom. Pri tem nastane spojina B. Spojini B dodamo vodo in v nastalo raztopino indikator barvil iz rdečega zelja. Raztopina se obarva rdeče. Če to raztopino vstavimo v električni tokokrog z žarnico in galvanskim členom, žarnica zasveti. Odgovorite na vprašanja.

1. Poimenujte element A. \_\_\_\_\_
  2. Napišite formulo spojine B. \_\_\_\_\_
  3. Napišite enačbo reakcije, ki poteče po dodatku vode spojini B.  
\_\_\_\_\_
  4. Kolikšen pH ima nastala raztopina?    pH < 7        pH = 7        pH > 7
  5. Ali je raztopina električno prevodna?    DA        NE
  6. Če DA, kateri delci omogočajo električno prevodnost? \_\_\_\_\_
  7. Če NE, pojasnite, zakaj ne. \_\_\_\_\_
  8. Napišite enačbo reakcije v ionski obliki, ki poteče, če nastali vodni raztopini dodamo razredčeno vodno raztopino kalijevega hidroksida?  
\_\_\_\_\_
  9. Kako imenujemo kemijsko reakcijo pod 8? \_\_\_\_\_
  10. Kako se obarva raztopina po dodatku raztopine kalijevega hidroksida?  
\_\_\_\_\_
- Pojasnite odgovor. \_\_\_\_\_

## Zaključek

To poglavje je nadaljevanje poglavja »Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa«, objavljenega v monografiji »Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: Specialne didaktike v visokošolskem prostoru«.

Poleg uporabe nalog objektivnega tipa za preverjanje znanja študentov naravoslovnih študijskih programov je treba vrednotiti tudi znanje s pomočjo nalog odprtega tipa, pri katerih študenti sami oblikujejo bolj ali manj zapletene odgovore. Prav tako je za vrednotenje nekaterih kompetenc, ki so določene v akreditiranih učnih načrtih predmetov, treba uporabiti ustno vrednotenje znanja ali vrednotenje praktičnega znanja. Z nalogami prostih odgovorov je mogoče vrednotiti višje kognitivne kategorije študijskih dosežkov, pri tem pa je treba biti pozoren na snovanje tovrstnih nalog, da so veljavne in zanesljive. Čim bolj objektivno moramo evalvirati odgovore študentov, kar pa lahko brez ustreznih natančnih kriterijev povzroča zelo subjektivno ocenjevanje.

Treba je zagotoviti ustrezno objektivnost, zanesljivost in veljavnost ustnega vrednotenja, za katerega je treba vedno pripraviti zapisnik, ki ga arhiviramo za morebitne potrebe dodatnega pojasnjevanja procesa ocenjevanja. Ustno vrednotenje znanja pa mora biti tudi ustrezno vodeno, da nimajo študenti občutka, da so bili neenako obravnavani in zato nepravilno ocenjeni.

Tretji pogost način vrednotenja znanja pri pouku naravoslovja na vseh stopnjah šolanja pa bi moralo biti tudi vrednotenje proceduralnega znanja. Univerzitetni študijski programi razvijajo kompetence svojih diplomantov za opravljanje poklica, ki velikokrat zajema tudi izvajanje konkretnih praktičnih nalog. Prav zato je treba vrednotiti tudi te kompetence. Zasnova in izvedba praktičnega vrednotenja, ki mora biti podobno kot ustno vrednotenje deklarativnega znanja tudi individualno, pa je precej časovno potratno in s tega vidika neekonomično.

Ko snujemo kakršnokoli vrednotenje znanja (pisno, ustno ali vrednotenje proceduralnega znanja), še zlasti pa ocenjevanje, moramo zagotoviti zadostne merske karakteristike, da je študentu dodeljena ocena veljavna, zanesljiva, objektivna in zadostno občutljiva.

## Zahvala

Poglavje je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP).

## Reference

- Bennett, S. W. (2008). Problem solving: Can anybody do it?. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 60–64.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. in Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting and Learning. *Educational Psychologist*, 26(3&4), 469–398.
- Bramsford, J. D. in Stein, B. S. (1993). *The IDEAL problem solver*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bukovec, N. in Glažar, S. A. (2002). *Naloge iz splošne in anorganske kemije za srednjo šolo*. Ljubljana: DZS.
- Bunce, D. M., Gabel, D. L. in Samuel, J. V. (1991). Enhancing chemistry problem-solving achievement using problem categorisation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(6), 505–521.
- Butler, D. L. in Winne, P. H. (1995). Feedback and Self-Regulated Learning: A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245–281.
- Devetak, I. (2021). Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 87–126). Ljubljana: Založba Univerze.
- Ferk Savec, V. (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin: učbenik*. Maribor: Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Ferk Savec, V. (2021). Projektno učno delo pri študiju naravoslovja. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 55–70). Ljubljana: Založba Univerze.
- Frazer, M. (1982). Nyholm lecture: solving chemical problems. *Chemical Society Reviews*, 11(2), 171–190.
- Gabel, D. L. in Sherwood R. D. (1983). Facilitating problem solving in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(2), 163–177.
- Gross Davis, B. (2009). *Tools for Teaching*. San Francisco: John Wiley & Sons. Inc.
- Haladyna, T. M. in Rodriguez, M. C. (2013). Developing and validating test items. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Herron, J. D. (1996). *The chemistry classroom, formulas for successful teaching*. American Chemical Society, Washington.
- Heyworth, R. M. (1999). Procedural in conceptual knowledge of expert and novice for the solving of basic problem in chemistry. *International Journal of Science Education*, 21(2), 195–211.
- Johnstone, A. H. (1980). Learning difficulties in school science - towards a working hypothesis. *European Journal of Science Education*, 2(2), 175–181.
- Johnstone, A. H. (1997). »... and some fell on good ground«. *University Chemistry Education*, 1(1), 8–13.
- Johnstone, A. H. (1993a). Why is problem solving such a problem? V C. A. Wood (ur.), *Creative problem solving in chemistry*. London: Royal Society of Chemistry.
- Johnstone, A. H. (1993b). *The development of creative problem solving in chemistry*. V C.

- Wood in R. Sleet (ur.) (1. izd., let. 7). London: The Royal Society of Chemistry.
- Kempa, R. F. in Nicholls, C. (1983). Problem solving ability and cognitive structure – An exploratory investigation. *European Journal of Science Education*, 5(2), 171–184
- Kornhauser, A. (1980). Metoda reševanja problemov. *Vzgoja in izobraževanje*, 11(3), 13–17.
- Kramer-Pals, H. in Pilot, A. (1988). Solving quantitative problems: guidelines for teaching derived from research. *International Journal of Science Education*, 10(5), 511–521.
- Marentič Požarnik, B. (2002). *Preverjanje in ocenjevanje za aktiven študij*. Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani.
- Marentič Požarnik, B. (2016). *Psihologija učenja in pouka: temeljna spoznanja in primeri iz prakse*. Ljubljana: DZS.
- Mettes, C. T. C. W., Pilot, A., Roossink, H. J. in Kramers-Pals, H. (1980). Teaching and learning problem solving in science, Part I: A general strategy. *Journal of Chemical Education*, 12(57), 882–885.
- Niaz, M. (1989). The relationship between M-demand, algorithms, and problem solving: a neo-Piagetian analysis. *Journal of Chemical Education*, 66(5), 422–424.
- Niaz, M. (1994). Pascual-Leone's theory of constructive operators as an explanatory construct in cognitive development and science achievement. *Educational Psychology*, 14(1), 23–43.
- Noh, T. in Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199–217.
- Pavlin, J., Gostinčar Blagotinšek, A. in Krnel, D. (2021). Učenje z raziskovanjem in njegovo preučevanje v visokošolskem prostoru. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 29–53). Ljubljana: Založba Univerze.
- Pestel, B. C. (1993). Teaching problem solving modelling through »Thinking aloud pair problem solving«. *Science Education*, 77(1), 83–94.
- Pressley, M. in McCormick, B. B. (1995). *Advanced educational psychology for educators, researchers, and policymakers*. HarperCollins College, New York.
- Reid, N. (2019). A tribute to Professor Alex H Johnstone (1930–2017), His unique contribution to chemistry education research. *Chemistry Teacher International*, 1–13.
- Rutar Ilc, Z. (2008). Opisni kriteriji in opisniki – izhodišče za povratno informacijo o kvalitativnih vidikih znanja. *Sodobna pedagogika*, 59(125), 24–47.
- Sagadin, J. (1993). *Poglavja iz metodologije pedagoškega raziskovanja*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo in šport.
- St Clair-Thompson, H. L., Overton, T. L. in Bugler, M. (2012). Mental capacity and working memory in chemistry: Algorithmic versus open-ended problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 484–489.
- Tsaparlis, G. (1998). Dimensional analysis and predictive models in problem solving. *International Journal of Science Education*, 20(3), 335–350.
- Woolfolk, A. (2002). *Pedagoška psihologija*. Ljubljana: Educy.
- Yu, K. C., Fan, S. C. in Lin, K. Y. (2015). Enhancing students' problem-solving skills through context-based learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1377–1401.



Zoller, U. (1999). Interdisciplinary systemic HOCS development – the key for meaningful STES-oriented chemical education. *5th European Conference on Research in Chemical Education, Book of Abstracts*, 19.

Zorman, L. (1974). *Sestava testov znanja in njihova uporaba v šoli*. Ljubljana: Zavod za šolstvo SR Slovenije.

Žagar, D. (2009). *Psihologija za učitelje*. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete, Center za pedagoško izobraževanje.

# INOVATIVNA UPORABA IKT V KEMIJSKEM IZOBRAŽEVANJU GLEDE NA OKVIR DIGITALNIH KOMPETENC ZA UČITELJE KEMIJE

*Vesna Ferik Savec in Katarina Mlinarec*  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

Na področju kemijskega izobraževanja je bilo opravljenih že precej raziskav in strokovnih razmislekov o možnostih uporabe IKT v podporo učenju in poučevanju kemije ter o uporabi le-teh v pedagoški praksi. V prispevku je bila z namenom sistematičnega premisleka v povezavi z digitalnimi kompetencami učiteljev kemije, ki so potrebne za uspešno uporabo posameznih IKT-orodij za specifične namene pri pouku kemije, izvedena bibliografska študija na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Ljubljani za obdobje od 2010 do 2020 ob uporabi pristopa PRISMA. V povezavi z osrednjim sklopom Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje (DigCompEdu), tj. Pedagoške kompetence učiteljev, so bili na ta način za posamezna področja uporabe IKT v kemijskem izobraževanju identificirani glavni vsebinski poudarki, ki se nanašajo na spodbujanje razvoja kompetenc na področjih Digitalni viri pri pouku kemije, Poučevanje in učenje kemije, Ocenjevanje in vrednotenje pri pouku kemije ter Opolnomočenje učencev pri pouku kemije. Rezultat raziskave je razvoj specifičnega Okvirja digitalnih kompetenc za učitelje kemije (DigCompEduChem), iz katerega je razvidno, v kolikšni meri in ob uporabi katerih IKT-orodij so pretekle raziskave naslavljale posamezna ključna področja digitalnih kompetenc učiteljev kemije. Rezultati pregleda literature nakazujejo, da razvoj digitalnih kompetenc znotraj posameznih področij naslavljamo z uporabo različnih IKT-orodij in s tem povezanimi dejavnostmi ter da lahko z uporabo specifičnega IKT-orodja razvijamo tudi več digitalnih kompetenc hkrati. Izsledki raziskave ponujajo priložnost za razmislek pri načrtovanju razvoja potrebnih digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije in so lahko prenosljivi tudi v program nadaljnega izobraževanja in usposabljanja učiteljev kemije.

**Ključne besede:** Evropski okvir digitalnih kompetenc – DigCompEdu, Okvir digitalnih kompetenc za učitelje kemije – DigCompEduChem, poučevanje in učenje kemije, izobraževanje prihodnjih učiteljev kemije

## **Uvod**

Razvoj informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) prinaša spremembe in nove možnosti na mnoga področja človekovega delovanja, tudi na področje izobraževanja. V zvezi z uporabo IKT v izobraževalnem procesu je pomembno zavedanje učiteljev, da se učni cilji in vsebina zaradi uporabe IKT ne spreminjajo, saj je IKT namenjena podpori študijskega procesa in ne obratno

(Luštek, Rugelj, Droždek in Vogrinc, 2019). Pogosto izpostavljene priložnosti uporabe IKT v podporo študijskemu procesu so npr. dodatne možnosti za aktivno udejstvovanje študentov, možnosti sprotnega podajanja povratnih informacij študentom, možnosti podpore skupinskega dela in razvoja diskusije, uporaba z IKT podprte vizualizacije vsebin ter različne možnosti prilaganja predstavitev vsebin in nalog (Jedrinovič, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019).

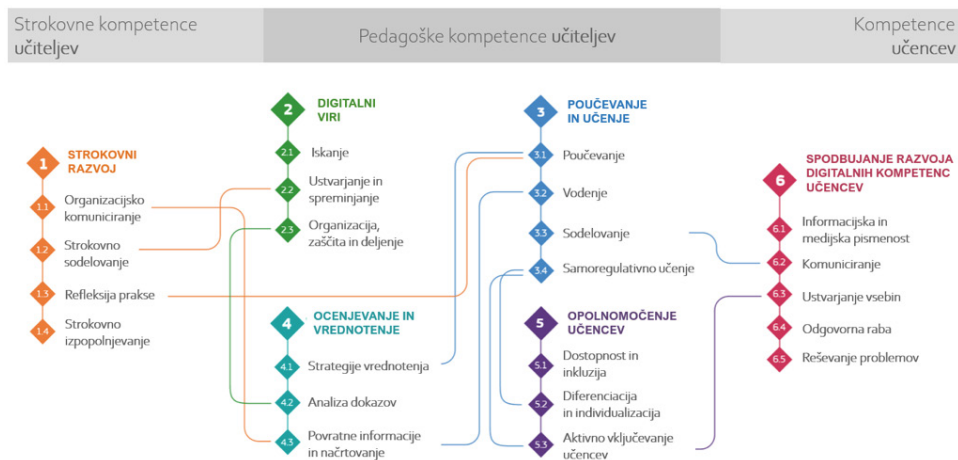
V zadnjem času je vloga učiteljev pri uspešni integraciji IKT v pouk vse bolj prepoznana (Hughes, 2005; Koehler in Mishra, 2005; Niess, 2005). Za uspešno integracijo tehnologije v študijski proces sta Mishra in Koehler (2006) izpostavila pomembnost povezanosti med tremi domenami znanja učiteljev, to je med vsebinskim, pedagoškim in tehnološkim znanjem, ter njihovo povezanost predstavila v obliki modela Tehnološko Pedagoško Vsebinsko Znanje (TPVZ oz. v angl. TPCK – Technological Pedagogical Content Knowledge). Model TPVZ nadgrajuje Shulmanovo idejo Pedagoškega Vsebinskega Znanja (PVZ oz. v angl. PCK – Pedagogical Content Knowledge, Shulman, 1986), ki temelji na povezanosti vsebinske in pedagoške domene znanja učiteljev kot izhodišča za učiteljevo uspešno pedagoško delo.

Digitalne kompetence so ena od osmih skupin ključnih kompetenc, ki jih je definirala skupina strokovnjakov pod okriljem Evropske komisije (Punie in Brecko, 2013). Nanašajo se na ustrezno in varno rabo digitalnih tehnologij, ki povezujejo ljudi s podatki, omogočajo komunikacijo in pomagajo pri reševanju problemov na različnih področjih človekovega delovanja. Digitalne kompetence je mogoče določiti splošno za vse državljane (Punie in Brecko, 2013), za izobraževalne ustanove (Kampylis, Punie in Devine, 2015) ali za učitelje (Punie, 2017).

Strokovni okvir digitalnih kompetenc za učitelje (Punie, 2017) je namenjen učiteljem na vseh ravneh izobraževanja, vključno s splošnim ter poklicnim in strokovnim, pa tudi izobraževanjem učencev s posebnimi potrebami in neformalnim izobraževanjem. Okvir DigCompEdu (shema 1) opredeljuje šest področij kompetenc s skupno dvaindvajsetimi temeljnimi kompetencami. Te morajo učitelji obvladati, da lahko kakovostno opravljajo svoje pedagoško delo z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije in tudi vse s tem delom povezane dejavnosti. Šest področij kompetenc je razdeljeno v tri sklope, to so Strokovne kompetence učiteljev, Kompetence učencev in Pedagoške kompetence učiteljev, ki so v nadaljevanju podrobneje predstavljene.

## Shema 1

Evropski okvir digitalnih kompetenc učiteljev DigCompEdu (prilagojeno po Punie, 2017).



Pedagoške kompetence učiteljev vključujejo štiri področja, povezana z načrtovanjem in izvajanjem pouka ter ocenjevanjem znanja (prilagojeno po Punie, 2017):

1. Prvo področje predstavljajo kompetence za delo z **digitalnimi viri**, torej kompetence, ki so nujne za učinkovito in odgovorno rabo razpoložljivih virov, ustvarjanje novih in izmenjavo sedanjih virov in gradiv za učenje, ob upoštevanju pravil avtorske in programske zaščite gradiv za objavo.
2. Drugo področje vključuje kompetence za uporabo digitalnih tehnologij za izvedbo **poučevanja in učenja**, vključno s podporo učencem za kakovostno učenje, kjer sta poudarjena sodelovalno in samoregulativno učenje.
3. Tretje področje kompetenc je povezano s **preverjanjem in ocenjevanjem znanja**. Te dejavnosti, zlasti sprotno, formativno preverjanje znanja in spremljanje učencev, so lahko podkrepljene z analizo velike količine podatkov, ki jih je mogoče zbrati z IKT.
4. Četrto področje kompetenc je osredotočeno na **opolnomočenje učencev** za učinkovito učenje z zagotavljanjem dostopnosti, z inkluzijo, z upoštevanjem didaktičnega načela, ki vključuje tako učno diferenciacijo kot tudi individualizacijo, ter z drugimi oblikami dejavne podpore učencem.

Uporaba IKT pri učenju kemije ima pomembno vlogo, saj kemija kot ena od naravoslovnih ved temelji na preučevanju snovi, njihove zgradbe, lastnosti in sprememb, pri čemer za predstavitev abstraktnih pojmov pogosto uporabljamo vizualizacijo (Eilks, Witteck in Pietzner, 2012; Taber, 2018). Kemijske pojme in procese predstavljamo na treh ravneh (t. i. makroskopski, delčni in

simbolni ravni), pri čemer je smiselno v podporo predstavitvi vsake od treh ravni, kakor tudi povezav med njimi, uporabiti različna IKT-orodja za njihovo vizualizacijo, saj lahko s tem prispevamo k izboljšanju razumevanja obravnavane vsebine (Ferk Savec in Vrtačnik, 2007; Gilbert, Reiner in Nakhleh, 2007; Vrtačnik, Ferk, Dolničar, Zupančič-Brouwer in Sajovec, 2000; Wang, Han in Chou, 2018).

Pri usvajanju kemijskega znanja je eksperimentalno delo temeljnega pomena (Reid in Shah, 2007), pri čemer lahko IKT-orodja uporabimo v podporo študijskemu procesu na številne načine, med katerimi so zaželeni predvsem tisti, pri katerih imajo študentje aktivno vlogo. Izvedbo eksperimentalnega dela lahko študentje posnamejo in oblikujejo lastne videoposnetke, ki jih bodo uporabili pri študiju (Gallardo-Williams, Morsch, Paye in Seery, 2020), v študijski proces vključimo vnaprej izdelane videoposnetke eksperimentalnega dela (Pekdağ, 2020), predvsem, kadar gre za uporabo nevarnih ali nedostopnih kemikalij, dolgotrajne poskuse ali pa videoposnetke uporabimo pri pripravi na eksperimentalno delo in pri utrjevanju znanja (Agustian in Seery, 2017; Nadelson, Scaggs, Sheffield in McDougal, 2015). Za izboljšanje uporabe videoposnetkov, dostopnih prek YouTubea, je bilo pri poučevanju in učenju kemije zasnovano tudi enoletno izobraževanje za učitelje, s poudarkom na urejanju in uporabi videoposnetkov s kemijskimi vsebinami, ki je rezultiralo v izboljšanju prepoznavanja priložnost za uporabo videoposnetkov iz YouTube v pedagoški praksi učiteljev, ki so se jih po njihovem mnenju naučili tudi učinkovito vključevati v učni proces (Blonder, Jonatan, Bar-Dov, Benny, Rap in Sakhnini, 2013). Ob uporabi IKT lahko študentje dobijo izkušnje z eksperimentalnim delom tudi v virtualnem laboratoriju (Darby-White, Wicker in Diack, 2019; Tatli in Ayas, 2013), kar prinaša prednosti predvsem z vidika možnosti ponavljanja poskusov, cenovne ugodnosti ter izvajanja poskusov brez skrbi za kemijsko varnost, vendar pa takšna izvedba študentom ne omogoča razvoja eksperimentalnih spretnosti, ki jih lahko razvijejo le pri ravnanju s kemikalijami in aparaturami v laboratoriju (Heradio, de la Torre, Galan, Cabrerizo, Herrera-Viedma in Dormido, 2016).

Podpora IKT je bistvenega pomena tudi pri predstavitev kemijskih pojmov in procesov na delčni ravni, npr. pri vizualizaciji zgradbe snovi (Barak, 2007; Dori in Kaberman, 2012; Ferk Savec, Vrtačnik in Gilbert, 2005), ponazoritvi procesov z uporabo animacij (Berg, Orraryd, Pettersson in Hultén, 2019; Gregorius, Santos, Dano in Guitierrez, 2010a, b), simulacij (Moore, Chamberlain, Parson in Perkins, 2014) ipd. Vizualizacija procesov na delčni ravni z računalniško podprtimi animacijami in simulacijami v študijskem procesu podpira razvoj znanja kemije z razumevanjem, v zadnjem času pa je usvajanje znanja kemije vse bolj podprto tudi z možnostmi vizualizacij, ki vključujejo obogateno resničnost (Cai, Wang in Chiang, 2014; Sirakaya in Sirakaya, 2018).

Poleg uporabe različnih načinov vizualizacije pri usvajanju znanja kemije so tudi na tem področju pomembne možnosti uporabe IKT za aktivno udejstvovanje v študijskem procesu ob uporabi glasovalnih sistemov (Bunce, Van den Plas in Havanki, 2006; Díaz-Sainz idr., 2021), možnosti IKT-podpore skupinskega dela (Kawu, 2017; Skagen, McCollum, Morsch in Shokoples, 2018), učenja z raziskovanjem (Dori, Rodrigues in Schanze, 2013; Hrast in Ferk Savec, 2018; Fernandes, Rodrigues in Ferreira, 2019) in projektnega dela (Eilks in Byers, 2010; Nainggolan, Hutabarat, Situmorang in Sitorus, 2020). Prav tako se v povezavi z poučevanjem kemije preučujejo tudi možnosti uporabe socialnih omrežij (Blonder in Rap, 2017; Rap in Blonder, 2017), ki jih prepoznajo kot še eno od možnosti za spodbujanje učenja kemije. Helppolainen in Aksela (2015) ugotavljata, da imajo učitelji kemije na splošno pozitiven odnos do uporabe IKT, kot omejitev pri vključevanju IKT v poučevanje kemije in oviro pri njihovem razvoju TPVZ-ja pa navajajo predvsem pomanjkanje ustrezne opreme in časa za razvoj gradiv. Tudi za področje kemije lahko tako sklenemo, da je kljub številnim možnostim za uporabo IKT v podporo študijskemu procesu uspešno spopadanje z izzivi, ki jih prinaša uporaba IKT, v veliki meri odvisno od interesa učiteljev za izvajanje kakovostnega pouka ob podpori IKT, od ustreznosti učiteljevega TPVZ-ja ter od ustreznosti infrastrukture in opreme, ki je učiteljem na voljo (Ferk Savec, 2017). Na način uporabe IKT v študijskem procesu v zadnjem letu bistveno vplivajo aktualne razmere, povezane z obdobji izvajanja študija na daljavo zaradi pandemije covid-19 (Babinčákova in Bernard, 2020; Rodríguez-Rodríguez, Sanchez-Paniagua, Sanz-Landaluze in Moreno-Guzman, 2020; Tigaa in Sonawane, 2020), kar se bo najbrž tudi po zaključeni pandemiji kazalo v drugačni uporabi IKT v študijskem procesu, kot smo je bili navajeni.

## **Opis konteksta raziskave in opredelitev raziskovalnega problema**

V povezavi z značilnostmi predmetnega področja kemija, ki temelji na preučevanju snovi, njihove zgradbe, lastnosti in sprememb ter za predstavitev abstraktnih pojmov pogosto uporablja vizualizacijo, je uveljavljeno splošno zavedanje pomena uporabe IKT, kar se kaže tudi z umestitvijo priporočil za uporabo IKT v učna načrta za kemijo v osnovni šoli in gimnaziji (*Program gimnazija kemija. Učni načrt*, 2008; *Program osnovna šola kemija. Učni načrt*, 2011) ter z vključitvijo predmetov, ki naslavljajo uporabo IKT pri pouku kemije v študijske programe fakultet, ki izobražujejo prihodnje učitelje kemije (UL Pedagoška fakulteta, b. d.; UL FKKT, b. d.).

Učni načrt za kemijo v osnovni šoli (*Program osnovna šola kemija. Učni načrt*, 2011, str. 25) v didaktičnih priporočilih za uresničevanje ciljev predmeta

navaja: »Učitelj kemije pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa uporablja razne informacijske vire in učence usmerja k njihovi uporabi oziroma k uporabi sodobne IKT. Pri delu z viri učitelj kemije učence navaja na iskanje, razvrščanje, urejanje, analiziranje informacij, ustrezno citiranje virov in razvija kritično mišljenje učencev, na podlagi katerega bodo učenci znali informacije uporabiti, vrednotiti in ustrezno predstaviti. Delo z viri pri pouku kemije povezujemo in integriramo v druge učne metode, posebej v eksperimentalno-raziskovalno delo in projektno učno delo. Učitelj kemije naj v pouk kemije vključuje sodobne izsledke kemijske znanosti, vir informacij pa so lahko tudi obiski raziskovalnih ustanov itd.«

V podporo učiteljem pri uporabi IKT pri naravoslovnih predmetih v OŠ in SŠ so na Zavodu RS za šolstvo oblikovali smernice, katerih namen je spodbujanje inovativnega in ustvarjalnega pouka z uporabo IKT (iEkosistem ZRSS, b. d.). V zvezi s poukom kemije smernice poudarjajo sistematično zbiranje podatkov, ki so osnova za eksperimentalno delo učencev in dijakov. Poudarjen je tudi pomen vizualizacije in povezovanja treh ravni predstavitve kemijskih pojmov in procesov ob uporabi IKT-orodij. Med priporočili je izpostavljeno spodbujanje eksperimentalno-raziskovalnega in problemskega pristopa ob podpori IKT, ki naj se skladno povezuje in dopolnjuje z drugimi metodami učenja in poučevanja. V smernicah so zbrane tudi povezave na i-učbenike za kemijo, izbrane spletne strani in nabor možne programske opreme, ki jo lahko učitelji uporabimo pri izvedbi pouka kemije (Bačnik in Poberžnik, 2016).

Tudi v podporo visokošolskim učiteljem in sodelavcem, še posebno tistim, ki smo vključeni v izobraževanje prihodnjih učiteljev, so bile oblikovane smernice za vključitev IKT v študijski proces, t. i. Strokovne podlage za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje naravoslovja (Urbančič idr., 2018). Za področje kemije strokovne podlage vključujejo teoretična izhodišča s pregledom literature glede uporabe IKT na področju kemijskega izobraževanja ter predstavljajo 10 primerov pilotnih posodobitev študijskih predmetov, ki so del programa izobraževanja prihodnjih učiteljev kemije, z didaktično uporabo IKT. V sklepnem delu strokovnih podlag so zapisane smernice za didaktično uporabo IKT na področju naravoslovja, kjer je izpostavljen pomen usvajanja kompetenc prihodnjih učiteljev naravoslovnih vsebin v povezavi z eksperimentalnim, raziskovalnim, projektnim in sodelovalnim delom ter kompetenc za iskanje in ustvarjanje gradiv, ki upoštevajo zahteve vizualizacije abstraktnih pojmov in procesov. Smernice izpostavljajo, da je pri naprednejši uporabi IKT v študijskem procesu na področju naravoslovja potrebna zahtevna raven tehnološkega znanja, ki vključuje npr. znanje programiranja in učne analitike, zato se razvoj tovrstnih gradiv pogosto izvaja interdisciplinarno (Urbančič idr., 2018).

Iz zapsanega sledi, da je bilo na področju kemijskega izobraževanja opravljenih že precej raziskav in strokovnih razmislekov o možnostih uporabe IKT v podporo učenju in poučevanju kemije ter o uporabi le-teh v pedagoški praksi. Do sedaj pa ni bilo v nacionalnem niti v mednarodnem prostoru opravljenega sistematičnega premisleka v povezavi z digitalnimi kompetencami učiteljev kemije, ki so potrebne za uspešno uporabo posameznih IKT-orodij uporabnih za specifične namene pri pouku kemije. Glede na navedeno, tako splošen Evropski okvir digitalnih kompetenc za učitelje – DigCompEdu (Punie, 2017), ki je namenjen učiteljem na vseh ravneh izobraževanja, prinaša priložnost, da znanstvene članke o uporabi IKT na področju kemijskega izobraževanja kategoriziramo po področjih digitalnih kompetenc. Pri tem je smiselno nameniti poseben poudarek osrednjem sklopu DigCompEdu, t. i. Pedagoškim kompetencam učitelja, ki vključuje štiri področja, tj. Digitalni viri, Poučevanje in učenje, Ocenjevanje in vrednotenje ter Opolnomočenje učencev, ker so povezana z načrtovanjem in izvajanjem pouka ter ocenjevanjem znanja. Rezultat opisanega kategoriziranja znanstvenih člankov bo predmetno specifičen Okvir Digitalnih kompetenc za učitelje kemije – DigComEduChem. Iz njega bo razvidno, v kolikšni meri in ob uporabi katerih IKT-orodij so pretekle raziskave naslavljale posamezna ključna področja digitalnih kompetenc učiteljev kemije. Izsledke bomo lahko uporabili pri načrtovanju razvoja potrebnih digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije, lahko pa bodo prenosljivi tudi v program nadaljnjega izobraževanja in usposabljanja učiteljev kemije, ki že poučujejo.

Za namen raziskave so bila zastavljena naslednja raziskovalna vprašanja:

- RV1:** Katera IKT-orodja lahko uporabimo za spodbujanje razvoja kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Digitalni viri (iskanje, ustvarjanje in spreminjanje, organizacija, zaščita in deljenje) v skladu z modelom DigCompEdu pri pouku kemije?
- RV2:** Katera IKT-orodja lahko uporabimo za spodbujanje razvoja kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Poučevanje in učenje (poučevanje, vodenje, sodelovalno okolje, samoreglativno učenje) v skladu z modelom DigCompEdu pri pouku kemije?
- RV3:** Katera IKT-orodja lahko uporabimo za spodbujanje razvoja kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Ocenjevanje in vrednotenje (strategije vrednotenja, analiza dokazov, povratne informacije in načrtovanje) v skladu z modelom DigCompEdu pri pouku kemije?
- RV4:** Katera IKT-orodja lahko uporabimo za spodbujanje razvoja kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Opolnomočenje učencev (dostopnost in inkluzija, diferenciacija in individualizacija, aktivno vključevanje učencev) v skladu z modelom DigCompEdu pri pouku kemije?



## Metoda

Opravljen je bil sistematični pregled literature s področja uporabe informacijsko-komunikacijske tehnologije v kemijskem izobraževanju v povezavi z referenčnim okvirjem digitalnih kompetenc učiteljev DigCompEdu (Punie, 2017) v zadnjem obdobju (2010–2020) ob uporabi pristopa PRISMA. Pristop PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) zagotavlja minimalne pogoje za izvedbo sistematičnega pregleda literature in določa protokol raziskave (Liberati idr., 2009). V skladu z opredelitvijo sistematičnega pregleda literature smo tako združili dokaze iz več študij, z iskanjem ustreznih raziskav in opravili kvalitativno in kvantitativno sintezo ugotovitev.

### Iskalna strategija

Za namen priprave prispevka je bila izvedena bibliografska študija na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Ljubljani (DiKUL), ki študentom in zaposlenim na Univerzi v Ljubljani omogoča iskanje znanstvene in strokovne literature iz vseh znanstvenih področij v globalnem indeksu orodja za odkrivanje informacij EBSCO Discovery Service, kakor tudi v lokalnih zbirkah (katalogih knjižnic UL, repozitoriju UL, digitalnih zbirkah visokošolskih in drugih del ipd.) ter dostop do celotnih besedil člankov e-revij in poglavij e-knjig.

V prvi stopnji identifikacije literature smo uporabili iskalni profil z (1) letom izida: 2010–2020, (2) vrsto vsebine: znanstveni članek, (3) jezikom: angleški in (4) ključnimi besedami: *ICT, chemistry education, chemical education*. Z uporabo navedenega iskalnega profila smo dobili 23.353 zadetkov.

Da bi dobili ožji izbor člankov, ki bi jih vključili v raziskavo, smo v drugi stopnji identifikacije literature v osnovni iskalni profil vključili še (5) naslov publikacije, pri čemer smo vključili le prve 3, ki so bile v skladu s preučevanim področjem in z največ zadetki: *Education and Information Technologies* (80), *Journal of Science Education and Technology* (78), *Journal of Baltic Science Education* (57). Končno število zadetkov osnovnega iskalnega profila je bilo 215.

Za vsakega od področij evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu, ki se nanašajo na pedagoške kompetence učiteljev, smo nato izvedli tretjo stopnjo identifikacije literature, pri kateri smo kot ključne besede osnovnemu iskalnemu profilu dodali še dodatne ključne besede, ki so se nanašale na posamezno področje DigCompEdu (ime področja, imena posameznih kompetenc, kakor so navedena v DigCompEdu (Punie, 2017)).

**Tabela 1***Področja DigCompEdu in izbrane ključne besede*

<b>Področja DigCompEdu</b>	<b>Izbrane ključne besede</b>
<i>Digitalni viri</i>	digital resources, selecting, creating, modifying, managing, protecting, sharing
<i>Poučevanje in učenje</i>	teaching and learning, guidance, collaborative learning, self-regulated learning, teaching
<i>Ocenjevanje in vrednotenje</i>	assessment, assessment strategies analysing evidence, feedback, planning
<i>Opolnomočenje učencev</i>	empowering learners, accessibility, inclusion, differentiation, personalisation, active engagement

V tretji stopnji identifikacije literature je bilo za področje *Digitalni viri* identificiranih 185 člankov, področje *Poučevanje in učenje* 212 člankov, področje *Ocenjevanje in vrednotenje* 197 člankov in za področje *Opolnomočenje učencev* 27 člankov. Nadalje smo izločili tiste članke, ki so opisovali splošno uporabo IKT oziroma ni bilo omenjene specifične IKT, ki bi se navezovala na izbrano področje. Izločili smo tudi tiste članke, ki niso bili povezani s področjem kemije oziroma naravoslovja. Končni izbor člankov smo opravili ob uporabi diagrama PRISMA (shema 2, shema 3, shema 4 in shema 5).

### **Izbor relevantnih člankov in pridobivanje podatkov**

Avtorici prispevka sta neodvisno izvedli pregled in vsebinsko analizo povzetkov in polnih besedil člankov z upoštevanjem postavljenih kriterijev in pristopa PRISMA. Po identifikaciji člankov, ki bi bili ustrezni za vključitev v raziskavo, in po opravljeni vsebinski analizi – po opredelitvi kod in kategorij – je sledila primerjava rezultatov in razreševanje morebitnih nesoglasij z razpravo med avtoricama prispevka. Dosežena je bila 98-odstotna zanesljivost kategoriziranja.

### **Rezultati z razpravo**

Rezultati so predstavljeni v povezavi z izbranim sklopom DigCompEdu, to je s sklopom Pedagoške kompetence učiteljev, ki vključuje štiri podpodročja: (1) Digitalni viri pri pouku kemije, (2) Poučevanje in učenje kemije, (3) Ocenjevanje in vrednotenje pri pouku kemije, (4) Opolnomočenje učencev pri pouku kemije.

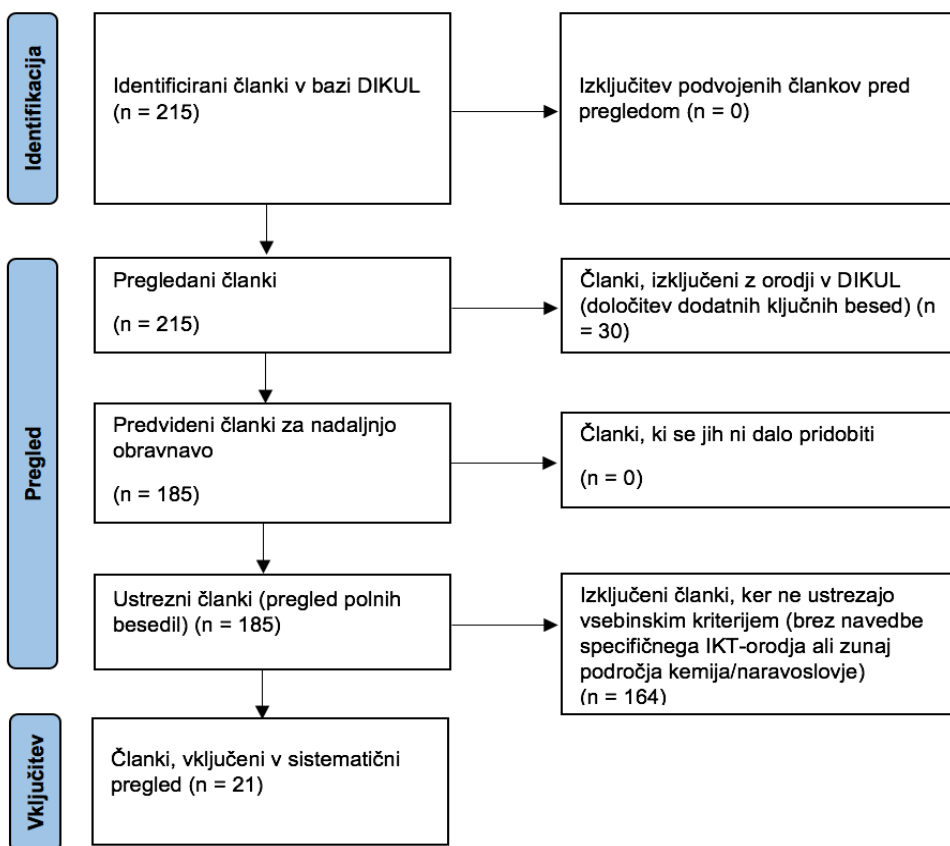
## Področje digitalnih virov

S prvim raziskovalnim vprašanjem smo želeli na podlagi sistematičnega pregleda literature ugotoviti, z uporabo katerih IKT-orodij lahko spodbujamo razvoj digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Digitalnih virov. Področje vključuje tri digitalne kompetence, to so: (1) Iskanje digitalnih virov, (2) Ustvarjanje in spreminjanje digitalnih virov ter (3) Organizacija, zaščita in deljenje digitalnih virov (Punie, 2017).

Kakor je opisano v odseku Metoda, smo končni izbor člankov opravili ob uporabi diagrama PRISMA (Page idr., 2020) ter tako po pregledu povzetkov in polnih besedil 185 člankov izločili tiste, ki so opisovali splošno uporabo IKT oziroma ni bilo omenjene specifične IKT, ki bi se navezovala na izbrano področje, ter članke, ki niso bili povezani s področjem kemije oziroma naravoslovja. Vsem kriterijem je ustrezalo 21 člankov (shema 2).

### Shema 2

Diagram PRISMA izvedene raziskave za področje Digitalni viri (prilagojeno po Page idr., 2020).



V nadaljevanju je predstavljena vsebinska analiza povzetkov in polnih besedil 21 identificiranih člankov s pristopom PRISMA glede na vključena IKT-orodja v posameznih člankih za področje Digitalni viri Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu (tabela 2).

**Tabela 2**

Raziskovalni fokus člankov v povezavi s področjem Digitalni viri

	<b>Raziskovalni fokus</b>	<b>f</b>
ISKANJE	<b>Iskanje ob uporabi svetovnega spleta, spletnih strani s področja kemije</b> (Internet, iskanje videoposnetkov, simulacij, National Center for Biotechnology Information, spletna stran Molecular Workbench simulations, S-Cool, Technology-Embedded Scientific Inquiry (TESI), PhET, OPS Simulation)	9
	<b>Vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija</b> (Gas Laboratory, Virtual Colour Laboratory, Daydream – Google VR, Vive VR, PhET, The Frame)	6
	<b>Iskanje ob uporabi kemijskih baz podatkov</b> (Protein Data Base)	2
	Iskanje ob uporabi podatkovnih zbirk s področja izobraževanja	1
USTVARJANJE IN SPREMINJANJE	<b>Risanje kemijskih struktur in shem</b> (RasMol, ArgusLab 4.0)	3
	Izdelava, obdelava in uporaba videoposnetkov	2
	<b>Izdelava animacij in simulacij</b> (Apple's QuickTime Pro, Windows Movie Maker, MyCreate, iStopMotion, SiMSAM, ChemSense, Chemation, K-Sketch)	2
	<b>Obdelava in predstavitev eksperimentalnih rezultatov</b> (Microsoft Word, Microsoft Excel, statistični programi, programi za kvalitativno analizo, Microsoft PowerPoint)	2
	<b>Zajem eksperimentalnih podatkov</b> (Logger Pro, senzori za merjenje temperature, pH, motnosti, prevodnosti, GPS)	1
	Izdelava pojmovnih mrež in miselnih vzorcev	1
	<b>Spletna izobraževalna orodja</b> (Wiki, Moodle)	2
ORGANIZACIJA, ZAŠČITA IN DELJENJE	<b>Osebnne spletne strani, spletne strani šol</b> (Inquiry Science Environment (WISE), interaktivno učno spletno okolje)	2
	<b>Družbena omrežja</b> (Facebook)	2

Iz tabele 2 lahko v povezavi z digitalno kompetenco **iskanje digitalnih virov** razberemo, da so se po pregledu relevantnih člankov pokazale štiri kategorije uporabe IKT pri pouku kemije, ki naslavljajo razvoj omenjene kompetence. Največ člankov se je nanašalo na kategoriji *Iskanje ob uporabi svetovnega spleta, spletnih strani s področja kemije* (n = 9) in *Vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija* (n = 6). Nekoliko manj člankov je bilo mogoče uvrstiti v kategoriji *Iskanje ob uporabi kemijskih baz podatkov* (n = 2) in *Iskanje ob uporabi podatkovnih zbirk s področja izobraževanja* (n = 1).

Druga kompetenca znotraj področja digitalni viri, **ustvarjanje in spreminjanje digitalnih virov**, je glede na pregledane članke največkrat naslovljena v povezavi z *Risanjem kemijskih struktur in shem* (n = 3), *Izdelavo, obdelavo in uporabo videoposnetkov* (n = 2), *Izdelavo animacij in simulacij* (n = 2) ter *Obdelavo in predstavitevjo eksperimentalnih rezultatov* (n = 2). Nekaj člankov se je v povezavi s kompetenco ustvarjanje in spreminjanje digitalnih virov nanašalo tudi na kategoriji *Zajem eksperimentalnih podatkov* (n = 1) ter *Izdelavo pojmovnih mrež in miselnih vzorcev* (n = 1).

V povezavi z digitalno kompetenco **organizacija, zaščita in deljenje digitalnih virov** je iz tabele 2 razvidno, da je razvoj omenjene kompetence povezan s kategorijami *Spletna izobraževalna okolja* (n = 2), *Osebnne spletne strani, spletne strani šol* (n = 2) in *Družbena omrežja* (n = 2).

V tabeli 3 so zbrani podatki o analiziranih člankih v povezavi s področjem *Digitalni viri*, pri čemer so navedeni avtorji, naslov članka in karakteristike, povezane z revijo, v kateri je bil članek objavljen.

**Tabela 3**

*Nabor analiziranih člankov v povezavi s področjem Digitalni viri*

Avtor(ji)	Naslov	Karakteristike
Cedeño, D. L., Jones, M. A., Friesen, J. A. idr.	Integrating Free Computer Software in Chemistry and Biochemistry Instruction: An International Collaboration	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2010; Letnik: 19; Številka: 5
Machková, V., Bílek, M.	Didactic Analysis Of The Web Acid-Base Titration Simulations Applied In Pre-Graduate Chemistry Teachers Education	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2013; Letnik: 12; Številka: 6
Çalik, M., Özsevgeç, T., Ebenezer, J. idr.	Effects of 'Environmental Chemistry' Elective Course Via Technology-Embedded Scientific Inquiry Model on Some Variables	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2014; Letnik: 23; Številka: 3

<b>Avtor(ji)</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Chiu, J. L., Linn, M. C.	Supporting Knowledge Integration in Chemistry with a Visualization-Enhanced Inquiry Unit	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2014; Letnik: 23; Številka: 1
Aberšek, M. K., Dolenc, K., Floge, A., Koritnik, A.	New Natural Science Literacies Of Online Research And Comprehension: To Teach Or Not To Teach	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 4
Çalik, M., Ebenezer, J., Özsevgeç, T. idr.	Improving Science Student Teachers' Self-perceptions of Fluency with Innovative Technologies and Scientific Inquiry Abilities	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2015; Letnik: 24; Številka: 4
Olakanmi, E. E.	The Effects Of A Web-Based Computer Simulation On Students' Conceptual Understanding Of Rate Of Reaction And Attitude Towards Chemistry	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 5
Ural, E., Ercan, O.	The Effects Of Web-Based Educational Software Enriched By Concept Maps On Learning Of Structure And Properties Of Matter	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 1
Chao, J., Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. idr.	Sensor-Augmented Virtual Labs: Using Physical Interactions with Science Simulations to Promote Understanding of Gas Behavior	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1
Farrokhnia, M., Meulenbroeks, R. F. G., Joolingen, van Wouter, R.	Student-Generated Stop-Motion Animation in Science Classes: a Systematic Literature Review	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 4
Lawrie, G. A., Grøndahl, L., Bowman, S., Andrews, T.	Wiki Laboratory Notebooks: Supporting Student Learning in Collaborative Inquiry-Based Laboratory Experiments	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 3
Rap, S., Blonder, R.	Let's Face(book) It: Analyzing Interactions in Social Network Groups for Chemistry Learning	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1

<b>Avtor(ji)</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Verhoeven, J. C., Heerwegh, D., De Wit, K.	ICT learning experience and research orientation as predictors of ICT skills and the ICT use of university students	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2016; Letnik: 21; Številka: 1
Blonder, R., Rap, S.	I like Facebook: Exploring Israeli high school chemistry teachers' TPACK and self-efficacy beliefs	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2017; Letnik: 22; Številka: 2
Olakanmi, E. E.	The Effects of a Flipped Classroom Model of Instruction on Students' Performance and Attitudes Towards Chemistry	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2017; Letnik: 26; Številka: 1
Achuthan, K., Kolil, V. K., Diwa- kar, S.	Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2018; Letnik: 23; Številka: 6
Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. K. E., Chen, V. D. T.	How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2018; Letnik: 27; Številka: 6
Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J.	Implementation of Innovative Chemistry Learning Material with Guided Tasks to Improve Students' Competence	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2018; Letnik: 17; Številka: 4
Stahre Wästberg, B., Eriksson, T., Karlsson, G. idr.	Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2019; Letnik: 24; Številka: 3
Kerimbayev, N., Nuryam, N., Akramova, A.	Virtual educational environment: interactive communication using LMS Moodle	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2020; Letnik: 25; Številka: 3
Sansom, R. L., Bodily, R., Bates, C. O. idr.	Increasing Student Use of a Learner Dashboard	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2020; Letnik: 29; Številka: 3

Vsebinska analiza povzetkov in polnih besedil člankov, predstavljenih v tabeli 3, sovпада z vsemi bistvenimi poudarki opisnika kompetence **iskanje digitalnih virov**, kakor je opredeljena po Redecker (2017). Pri iskanju ustreznih digitalnih virov za poučevanje in učenje kemije je treba upoštevati specifičen učni kontekst in učne cilje oziroma poznati učni načrt za kemijo ter načrtovati in voditi usvajanje znanja kemije, povezanih spretnosti in veščin pri učencih ob uporabi IKT v povezavi z (1) eksperimentalnim delom, na primer: iskanje videoposnetkov eksperimentov, animacij, simulacij, drugih vizualizacijskih elementov; uporaba IKT za zajem eksperimentalnih podatkov, njihovo analizo in predstavitev (uporaba računalniških vmesnikov, Vernierjevih senzorjev za merjenje temperature, pH, prevodnosti, tlaka, kamer ...); vključevanje navideznega (virtualnega) laboratorija.

Z iskanjem oziroma izborom ustreznih digitalnih virov za poučevanje in učenje lahko spodbujamo tudi (2) razvoj prostorskih predstav pri kemiji ter lažjo vizualizacijo kemijskih pojmov in procesov (računalniško generiranje modelov, izdelovanje animacij, simulacij za prikaz kemijskih procesov na submikroskopskem nivoju, izdelovanje shem, skic ...), kar je predstavljeno v številnih raziskavah, vključenih v pričujočo analizo (Achuthan, Kolil in Diwakar, 2018; Bo, Fulmer, Lee in Chen, 2018; Cedeño idr., 2010; Chao, Chiu in DeJaegher, 2016; Chiu in Linn, 2014; Farrokhnia, Meulenbroeks in Joolingen, 2016; Machková in Bilek, 2013; Olakanmi, 2015, 2017; Stahre Wästberg idr., 2019; Ural in Ercan, 2015).

Veliko digitalnih virov za (3) poučevanje in učenje kemije v kontekstu življenjskih situacij ter (4) izvedbo aktivnih oblik pouka (npr. projektnega učnega dela, problemskega pouka, učenja z raziskovanjem, terenskega dela) lahko najdemo z iskanjem ob uporabi svetovnega spleta, spletnih strani s področja kemije (npr. Internet, National Center for Biotechnology Information, PhET), kemijskih baz podatkov (npr. Protein Data Base) in podatkovnih zbirk s področja izobraževanja.

Z omenjenimi dejavnostmi naj bi hkrati spodbujali tudi razvoj kritičnega vrednotenja zanesljivosti in verodostojnosti digitalnih virov, razmišljali o morebitnih omejitvah njihove uporabe (npr. dostopnost, avtorske pravice) in presojali ustreznost uporabe digitalnih virov za doseganje učnih ciljev po učnem načrtu za kemijo (Punie, 2017).

Digitalna kompetenca **ustvarjanje in spreminjanje digitalnih virov** vključuje uporabo IKT v namen spreminjanja in urejanja obstoječih digitalnih virov (kjer je to dovoljeno), izdelave novih digitalnih virov s področja kemije ter upoštevanja specifičnih učnih ciljev, pristopov, okoliščin pri ustvarjanju in spreminjanju digitalnih učnih virov za poučevanje in učenje kemije (Punie, 2017). Omenjeno kompetenco lahko torej razvijamo z uporabo IKT pri risanju



kemijskih struktur in shem (npr. uporaba orodij RasMol, ArgusLab 4.0), izdelavi, obdelavi in uporabi videoposnetkov, obdelavi in predstavitvi eksperimentalnih podatkov, zajemu eksperimentalnih podatkov, izdelavi pojmovnih mrež in miselnih vzorcev ter izdelavi animacij in simulacij. V povezavi z izdelovanjem animacij na primer z orodji ChemSense, Chemation, MyCreate, iStopMotion, Farrokhnia, Meulenbroeksa in Joolingena (2020) v raziskavi ugotavljajo, da lahko to spodbuja tudi bolj poglobljeno učenje, vendar je pri tem treba zagotoviti ustrezne pogoje, v smislu predstavitve splošnih navodil za izdelavo animacij in možnostjo postavljanja vprašanj s strani učencev.

Z namenom razvoja digitalne kompetence učiteljev **ustvarjanje in spreminjanje digitalnih virov** bi bilo smiselno omeniti še ustvarjanje in spreminjanje interaktivnih vsebin z orodji, kot so H5P, Learningapps in Hotpotatoes, uporabo aplikacij za generiranje in branje QR-kod in postavitev oziroma uporabo spletnih učilnic (npr. Moodle).

Digitalna kompetenca **organizacija, zaščita in deljenje digitalnih virov** se v povezavi s poučevanjem in učenjem kemije na podlagi pregledanih člankov nanaša na organizacijo in deljenje virov s kemijsko vsebino v obliki besedila, povezav, prilog na primer v spletnih izobraževalnih okoljih (npr. Moodle, Wiki), osebnih spletnih straneh, spletnih straneh šol (npr. Inquiry Science Environment (WISE)) in družbenih omrežjih (npr. Facebook). Pri tem je pomembno dodati še uporabo orodij za izmenjavo in soustvarjanje (npr. Office 365, Arnes FileSender, OneDrive, Google dokumenti) in deljenje digitalnih virov na kanalu YouTube (npr. deljenje videoposnetka eksperimenta, ki je bil izveden na vajah z namenom primerjave med različnimi izvedbami, dobljenimi rezultati). V povezavi z omenjeno kompetenco je treba izpostaviti še razmislek glede spoštovanja morebitnih omejitev, povezanih z avtorskimi pravicami, ustrezno navajanje in citiranje, podeljevanje pravic, dovoljenj za deljenje lastnih digitalnih virov s kemijsko vsebino, zagotavljanje zaščite podatkov in virov (npr. ocen učencev), deljenje administrativnih in z učenci povezanih podatkov z drugimi, če je to primerno (Punie, 2017). Spodbujanje razvoja kompetence s tega vidika namreč ni bilo naslovljeno v pregledanih člankih.

### **Področje poučevanja in učenja**

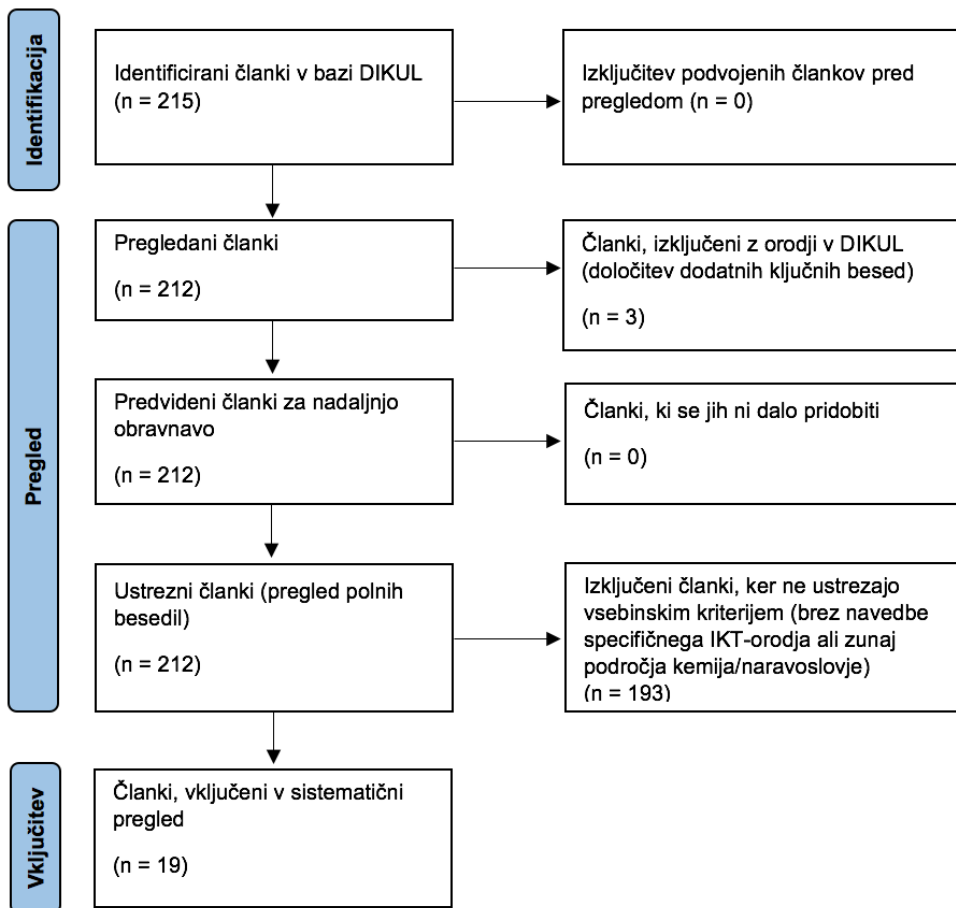
Z drugim raziskovalnim vprašanjem smo želeli ugotoviti, z uporabo katerih IKT-orodij lahko spodbujamo razvoj digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Poučevanje in učenje. Področje vključuje štiri digitalne kompetence, to so: (1) Poučevanje, (2) Vodenje, (3) Sodelovanje in (4) Samoregulativno učenje ob uporabi IKT (Punie, 2017).

Kakor je opisano v odseku Metoda, smo končni izbor člankov opravili ob uporabi diagrama PRISMA (Page idr., 2020) ter tako po pregledu povzetkov

in polnih besedil 212 člankov izločili tiste, ki so opisovali splošno uporabo IKT oziroma ni bilo omenjene specifične IKT, ki bi se navezovala na izbrano področje, ter članke, ki niso bili povezani s področjem kemije oziroma naravoslovja. Vsem kriterijem je ustrezalo 19 člankov (shema 3).

### Shema 3

Diagram PRISMA izvedene raziskave za področje Poučevanje in učenje (prilagojeno po Page idr., 2020).



V nadaljevanju je predstavljena vsebinska analiza povzetkov in polnih besedil 19 identificiranih člankov s pristopom PRISMA glede na vključena IKT-orodja v posameznih člankih za področje Poučevanje in učenje Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu (tabela 4).

**Tabela 4**

Raziskovalni fokus člankov v povezavi s področjem Poučevanje in učenje

	Raziskovalni fokus	f
POUČEVANJE	<b>Uporaba računalniško generiranih kemijskih modelov, struktur, shem, animacij, simulacij</b> ( <i>The Frame, PhET, S-cool, Molecular Workbench Simulations, OSP Simulation</i> )	6
	<b>Vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija</b> ( <i>Kinect Windows, Daydream, Vive VR, Second Life</i> )	4
	<b>Uporaba orodij za zajem eksperimentalnih podatkov</b> ( <i>različni senzorji, Logger Pro, GPS</i> )	1
	<b>Uporaba orodij za obdelavo in predstavitev rezultatov</b> ( <i>PowerPoint</i> )	1
	Iskanje ob uporabi kemijskih baz podatkov	1
	Uporaba svetovnega spleta	1
	Vključevanje pojmovnih mrež in miselnih vzorcev	1
VODENJE	Vključevanje različnih interaktivnih vsebin	1
	<b>Uporaba videokonferenčnih orodij</b> ( <i>Adobe Connect Pro</i> )	2
	<b>Uporaba orodij, ki omogočajo deljenje zaslona</b> ( <i>join.me, Skype, Second Life</i> )	1
SODELOVANJE	Uporaba e-pošte	1
	<b>Uporaba spletne učilnice</b> ( <i>Moodle</i> )	1
	<b>Uporaba družbenih omrežij in spletnih strani</b> ( <i>Facebook, spletna stran Technology-Embedded Scientific Inquiry (TESI), MySpace</i> )	4
	<b>Uporaba IKT-orodij za sodelovanje in spremljanje eksperimentalnega dela skupin</b> ( <i>Wiki</i> )	1
	<b>Uporaba videokonferenčnih orodij</b> ( <i>Adobe Connect Pro</i> )	1
SAMOREGULATIVNO UČENJE	<b>Uporaba orodij za izmenjavo in soustvarjanje</b> ( <i>orodja Google, Flickr, Picasa, Kazaa, BitTorrent, eMule, YouTube</i> )	1
	<b>Uporaba orodij, ki učencem omogočajo spremljanje lastnega učnega procesa</b> ( <i>ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces), Sapling Learning</i> )	1
	<b>Uporaba orodij za zapis in izmenjavo refleksij</b> ( <i>Blogger, Wordpress</i> )	1

V povezavi z digitalno kompetenco **poučevanje** se je po pregledu relevantnih člankov pokazalo osem kategorij uporabe IKT pri pouku kemije, ki naslavljajo razvoj omenjene kompetence (tabela 4). Največ člankov se je nanašalo na *Uporabo računalniško generiranih kemijskih modelov, struktur, shem, animacij, simulacij* (n = 6) in *Vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija* (n = 4). Po en članek od pregledanih, identificiranih za področje Poučevanje in učenje se je nanašal tudi na *Uporabo orodij za zajem eksperimentalnih podatkov* (n = 1), *Uporabo orodij za obdelavo in predstavitev rezultatov* (n = 1), *Iskanje ob uporabi kemijskih baz podatkov* (n = 1), *Uporabo svetovnega spleta* (n = 1), *Vključevanje pojmovnih mrež in miselnih vzorcev* (n = 1) ter *Vključevanje interaktivnih vsebin* (n = 1).

Druga kompetenca znotraj področja poučevanja in učenja, to je **vodenje**, je glede na identificirane članke največkrat naslovljena v povezavi z *Uporabo videokonferenčnih orodij* (n = 2). Po en članek se je navezoval na kategorije *Uporaba orodij, ki omogočajo deljenje zaslona* (n = 1), *Uporaba e-pošte* (n = 1) in *Uporaba spletne učilnice* (n = 1).

Tretja kompetenca znotraj področja poučevanja in učenja, to je **sodelovanje**, je glede na predlagane članke največkrat naslovljena v povezavi z *Uporabo družbenih omrežij in spletnih strani* (n = 4). Po en članek je vključeval tudi uporabo IKT-orodij za: *Sodelovanje in spremljanje eksperimentalnega dela skupin* (n = 1), *Videokonferenčna srečanja* (n = 1) ter *Izmenjavo in soustvarjanje* (n = 1).

Razvoj zadnje kompetence s področja poučevanja in učenja, ki se nanaša na **samoregulativno učenje** učencev, sta med pregledanimi članki naslavljala dva članka. Prvi članek se je nanašal na *Uporabo orodij, ki učencem omogočajo spremljanje lastnega učnega procesa* (n = 1), drugi pa na *Uporabo orodij za zapis in izmenjavo refleksij* (n = 1).

V tabeli 5 so zbrani podatki o analiziranih člankih v povezavi s področjem Poučevanje in učenje, pri čemer so navedeni avtorji, naslov članka in karakteristike, povezane z revijo, v kateri je bil članek objavljen.

**Tabela 5**

*Nabor analiziranih člankov v povezavi s področjem Poučevanje in učenje*

<b>Avtor</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Saitta, E. K. H., Bowdon, M. A., Geiger, C. L.	Incorporating Service-Learning, Technology, and Research Supportive Teaching Techniques into the University Chemistry Classroom	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2011; Letnik: 20; Številka: 6
Slabin, U.	Teaching General Chemistry With Instructor's Screen Sharing: Students' Opinions About The Idea And Its Implementation	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2013; Letnik: 12; Številka: 6
Çalik, M., Özsevgeç, T., Ebenezer, J. idr.	Effects of 'Environmental Chemistry' Elective Course Via Technology-Embedded Scientific Inquiry Model on Some Variables	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2014; Letnik: 23; Številka: 3
Chiu, J. L., Linn, M. C.	Supporting Knowledge Integration in Chemistry with a Visualization-Enhanced Inquiry Unit	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2014; Letnik: 23; Številka: 1
Valtonen, T., Kontkanen, S., Dillon, P. Kukkonen, J., Väisänen, P.	Upper secondary and vocational level teachers at social software	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2014; Letnik: 19; Številka: 4
Aberšek, M. K., Dolenc, K., Flogie, A., Koritnik, A.	New Natural Science Literacies Of Online Research And Comprehension: To Teach Or Not To Teach	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 4
Jagodziński, P., Wolski, R.	Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2015; Letnik: 24; Številka: 1
Olakanmi, E. E.	The Effects Of A Web-Based Computer Simulation On Students' Conceptual Understanding Of Rate Of Reaction And Attitude Towards Chemistry	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 5

<b>Avtor</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Ural, E., Ercan, O.	The Effects Of Web-Based Educational Software Enriched By Concept Maps On Learning Of Structure And Properties Of Matter	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 1
Chao, J., Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. idr.	Sensor-Augmented Virtual Labs: Using Physical Interactions with Science Simulations to Promote Understanding of Gas Behavior	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1
Lawrie, G. A., Grøndahl, L., Boman, S., Andrews, T.	Wiki Laboratory Notebooks: Supporting Student Learning in Collaborative Inquiry-Based Laboratory Experiments	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 3
Rap, S., Blonder, R.	Let's Face(book) It: Analyzing Interactions in Social Network Groups for Chemistry Learning	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1
Blonder, R., Rap, S.	I like Facebook: Exploring Israeli high school chemistry teachers' TPACK and self-efficacy beliefs	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2017; Letnik: 22; Številka: 2
Olakanmi, E. E.	The Effects of a Flipped Classroom Model of Instruction on Students' Performance and Attitudes Towards Chemistry	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2017; Letnik: 26; Številka: 1
Achuthan, K., Kolil, V. K., Diwakar, S.	Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2018; Letnik: 23; Številka: 6
Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. K. E., Chen, V. D. T.	How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2018; Letnik: 27; Številka: 6
Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J.	Implementation of Innovative Chemistry Learning Material with Guided Tasks to Improve Students' Competence	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2018; Letnik: 17; Številka: 4

<b>Avtor</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Sansom, R. L., Bodily, R., Bates, C. O.	Increasing Student Use of a Learner Dashboard	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059- 0145; Leto objave: 2020; Letnik: 29; Številka: 3
Kerimbayev, N., Nurym, N., Akramova, A. idr.	Virtual educational environ- ment: interactive communi- cation using LMS Moodle	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360- 2357; Leto objave: 2020; Letnik: 25; Številka: 3

Pri digitalni kompetenci **poučevanje** gre za uporabo IKT v podporo poučevanju in učenju kemije, načrtovanju učne ure na način, ki povezuje različne aktivnosti z uporabo IKT, z namenom podpore uresničevanju izbranih učnih ciljev (Punie, 2017). Glede na vsebinsko analizo povzetkov in polnih besedil člankov, predstavljenih v tabeli 5, lahko ugotovimo, da se z omenjeno kompetenco povezuje več dejavnosti, kot so uporaba IKT za računalniško generiranje kemijskih modelov, struktur, shem, animacij in simulacij (PhET, OPS Simulation), vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija, uporaba orodij za zajem, obdelavo in predstavitev eksperimentalnih podatkov (različni senzorji, Logger Pro, GPS, PowerPoint), izdelava pojmovnih mrež in miselnih vzorcev, izdelava različnih interaktivnih vsebin. Omenjeno kompetenco lahko razvijamo tudi s premišljeno uporabo svetovnega spleta in kemijskih baz podatkov ter tudi s premislekom o učinkovitosti in ustreznosti uporabe izbrane IKT ter možnosti za prilagoditev, npr. glede uporabe različnih IKT naprav (interaktivnih tabel, mobilnih telefonov, tabličnih računalnikov, prenosnih računalnikov ...), uporabe e-gradiv (i-učbeniki za kemijo, spletna stran KemInfo) in uporabe spletnih učnih okolij (Moodle, Arnesove storitve, Edumondo).

Digitalna kompetenca **vodenje** vključuje uporabo IKT-orodij za pravočasne odzive na vprašanja, aktivnosti učencev, interakcijo z učenci v sodelovalnih okoljih (npr. vodenje projektnega učnega dela z e-listovnikom Mahara), spremljanje razumevanja učencev med poukom (na primer uporaba glasovalnih sistemov, kot so Plickers, Mentimeter, GoSoapBox v podporo formativnemu spremljanju), oddaljeno spremljanje napredka učencev pri pouku kemije (npr. z uporabo videokonferenčnih orodij, ki omogočajo deljenje zaslona, kot so ZOOM, MS Teams, Adobe Connect Pro, join.me, Skype, ali uporabo e-Asisten-ta), omogočanje samouravnavaanja učenja in razvoj novih oblik zagotavljanja vodenja ter podpore učencem pri učenju kemije z uporabo IKT (Punie, 2017).

Digitalna kompetenca **sodelovanje** v glavnem vključuje uporabo IKT za sodelovalno učenje, spremljanje in vodenje učencev pri tem ter uporabo IKT-orodij za vrstniško vrednotenje in samouravnavaanje učenja (Punie, 2017).

Po vsebinski analizi pregledanih člankov, predstavljenih v tabeli 8, lahko kot dejavnosti, ki spodbujajo razvoj omenjene kompetence, omenimo uporabo družbenih omrežij in spletnih strani, pri čemer so bili v raziskavah Blonder in Rap (2017) ter Rap in Blonder (2016) predstavljeni predvsem vidiki uporabe družbenega omrežja Facebook pri pouku kemije. Druge dejavnosti so še uporaba IKT-orodij za sodelovanje in spremljanje eksperimentalnega dela skupin, uporaba videokonferenčnih orodij in orodij za izmenjavo in soustvarjanje (orodja Google, Flickr, Picasa, eMule).

V povezavi s kompetenco sodelovanje bi bilo smiselno omeniti še uporabo sodelovalnih učnih okolij (npr. Mahara, BlendSpace, Flowchart), skupno izdelavo predstavitev sodelovalnega dela z IKT-orodji (npr. MS PowerPoint, Prezi, H5P, SlideShare, YouTube) in kolegijsko vrednotenje prispevkov posameznih učencev pri sodelovalnem učenju ob uporabi spletnih obrazcev (npr. Google Forms, 1KA, MS Teams).

Pomemben je tudi razvoj digitalne kompetence, povezane s **samoregulativnim učenjem** z uporabo IKT, ki učencem omogoča učinkovito načrtovanje lastnega procesa učenja kemije (ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces)), zapis in izmenjavo refleksij (TeamUp, ReFlex, Voicethread, spletni dnevniki (Blogger, Wordpress), e-listovnik Mahara, Google Forms).

Učitelji naj bi ob podpori IKT znali zbirati in beležiti dokaze o napredku učencev pri učenju kemije, pri čemer bi učencem zagotavljali možnost samovrednotenja njihovega učnega procesa (Punie, 2017). V povezavi s tem bi lahko uporabljali orodja, kot so Mahara, Moodle, MS Teams.

### **Področje ocenjevanja in vrednotenja**

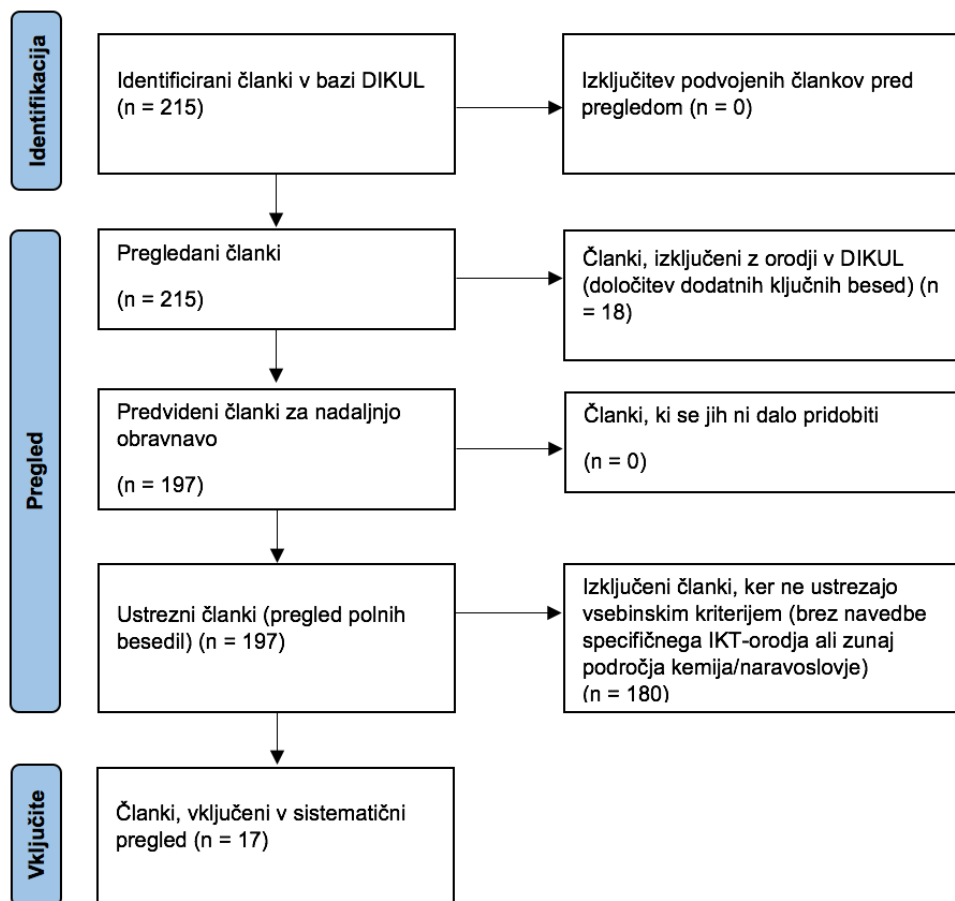
S tretjim raziskovalnim vprašanjem smo želeli na podlagi sistematičnega pregleda literature ugotoviti, z uporabo katerih IKT-orodij lahko spodbujamo razvoj digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Ocenjevanja in vrednotenja. Področje vključuje tri digitalne kompetence, to so: (1) Strategije vrednotenja, (2) Analiza dokazov in (3) Povratne informacije (Punie, 2017).

Kakor je opisano v sklopu Metoda, smo končni izbor člankov opravili ob uporabi diagrama PRISMA (Page idr., 2020) in tako po pregledu povzetkov in polnih besedil 197 člankov izločili tiste, ki so opisovali splošno uporabo IKT oziroma ni bilo omenjene specifične IKT, ki bi se navezovala na izbrano področje, ter članke, ki niso bili povezani s področjem kemije oziroma naravoslovja. Vsem kriterijem je ustrezalo 17 člankov (shema 4).



**Shema 4**

Diagram PRISMA izvedene raziskave za področje Ocenjevanje in vrednotenje (prilagojeno po Page idr., 2020).



V nadaljevanju je predstavljena vsebinska analiza povzetkov in polnih besedil 17 identificiranih člankov s pristopom PRISMA glede na vključena IKT-orodja v posameznih člankih za področje Ocenjevanje in vrednotenje Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu (tabela 6).

**Tabela 6**

Raziskovalni fokus člankov v povezavi s področjem Ocenjevanje in vrednotenje

	Raziskovalni fokus	f
STRATEGIJE VREDNOTENJA	<b>Priprava na vrednotenje</b> (virtualni kemijski laboratorij (Online Virtual Laboratory platform, Gas Laboratory, Virtual Colour Laboratory, Second Life, augmented virtual lab), simulacija in animacije (simulacije v Javi and Flashu, PhET, OSP Simulations), družbena omrežja (Facebook))	12
	<b>Izvedba vrednotenja</b> (Wiki, Video Lab Reports)	2
ANALIZA DOKAZOV	<b>Uporaba orodij za beleženje dejavnosti in napredka učenca/skupine učencev</b> (CHAMP Dashboard, Video Lab Reports, GoogleDrive)	3
POVRATNE INFORMACIJE	<b>Podajanje povratnih informacij</b> (Adobe Connect Pro)	1

Iz tabele 6 lahko v povezavi z digitalno kompetenco **strategije vrednotenja** ugotovimo, da sta se po pregledu relevantnih člankov pokazali dve kategoriji uporabe IKT pri pouku kemije, ki naslavljata razvoj omenjene kompetence. Največ člankov se je nanašalo na *Pripravo na vrednotenje* ( $n = 12$ ), nekoliko manj pa tudi na *Izvedbo vrednotenja* ( $n = 2$ ).

Razvoj digitalne kompetence v povezavi z **analizo dokazov** so naslavljali trije članki, ki so se nanašali na *Uporabo orodij za beleženje dejavnosti in napredka učenca oziroma skupine učencev* ( $n = 3$ ).

Le en članek od identificiranih ( $n = 1$ ) se je navezoval na digitalno kompetenco, povezano s **podajanjem povratnih informacij**, in sicer je članek obravnaval podajanje povratnih informacij učencem z uporabo IKT-orodja Adobe Connect Pro (Saitta idr., 2011).

V tabeli 7 so zbrani podatki o analiziranih člankih v povezavi s področjem Ocenjevanje in vrednotenje, pri čemer so navedeni avtorji, naslov članka in karakteristike povezane z revijo, v kateri je bil članek objavljen.

**Tabela 7***Nabor analiziranih člankov v povezavi s področjem Ocenjevanje in vrednotenje*

<b>Avtor</b>	<b>Naslov</b>	<b>Karakteristike</b>
Saitta, E. K. H., Bovdón, M. A., Geiger, C. L.	Incorporating Service-Learning, Technology, and Research Supportive Teaching Techniques into the University Chemistry Classroom	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2011; Letnik: 20; Številka: 6
Machková, V., Bílek, M.	Didactic analysis of the web acid-base titration simulations applied in pre-graduate chemistry teachers education	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2013; Letnik: 12; Številka: 6
Slabin, U.	Teaching general chemistry with instructor's screen sharing: Students' opinions about the idea and its implementation	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2013; Letnik: 12; Številka: 6
Jagodziński, P., Wolski, R.	Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2015; Letnik: 24; Številka: 1
Ural, E., Ercan, O.	The effects of web-based educational software enriched by concept maps on learning of structure and properties of matter	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2015; Letnik: 14; Številka: 1
Chao, J., Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., Pan, E. A.	Sensor-augmented virtual labs: Using physical interactions with science simulations to promote understanding of gas behavior	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1
Lawrie, G. A., Grøndahl, L., Boman, S., Andrews, T.	Wiki Laboratory Notebooks: Supporting Student Learning in Collaborative Inquiry-Based Laboratory Experiments	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 3
Rap, S., Blonder, R.	Let's Face(book) It: Analyzing Interactions in Social Network Groups for Chemistry Learning	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 1
Sunyono, S., Tania, L., Saputra, A.	A learning exercise using simple and real-time visualization tool to counter misconceptions about orbitals and quantum numbers	<i>Journal of Baltic Science Education</i> , ISSN: 1648-3898; Leto objave: 2016; Letnik: 15; Številka: 4

Avtor	Naslov	Karakteristike
Barak, M.	Cloud Pedagogy: Utilizing Web-Based Technologies for the Promotion of Social Constructivist Learning in Science Teacher Preparation Courses	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2017; Letnik: 26; Številka: 5
Blonder, R., Rap, S.	I like Facebook: Exploring Israeli high school chemistry teachers' TPACK and self-efficacy beliefs	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2017; Letnik: 22; Številka: 2
Achuthan, K., Kolil, V. K., Diwakar, S.	Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2018; Letnik: 23; Številka: 6
Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. KE. idr.	How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2018; Letnik: 27; Številka: 6
Kapici, H. O., Akçay, H., de Jong, T.	Using Hands-On and Virtual Laboratories Alone or Together – Which Works Better for Acquiring Knowledge and Skills?	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2019; Letnik: 28; Številka: 3
Rengel, R., Pascual, E., Íñiguez-de-la-Torre, I., Martín, M. J., Vasallo, B. G.	Experiences on the Design, Creation, and Analysis of Multimedia Content to Promote Active Learning	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2019; Letnik: 28; Številka: 5
Stahre Wästberg, B., Eriks-son, T., Karls-son, G. idr.	Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance	<i>Education and Information Technologies</i> , ISSN: 1360-2357; Leto objave: 2019; Letnik: 24; Številka: 3
Sansom, R. L., Bodily, R., Bates, C. O. idr.	Increasing Student Use of a Learner Dashboard	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2020; Letnik: 29; Številka: 3

V Evropskem okvirju digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu je kompetenca **strategije vrednotenja** opisana kot uporaba IKT za vrednotenje in spremljanje učnega procesa ter pridobivanje informacij o napredku učencev

(Punie, 2017). V povezavi z omenjeno kompetenco je smiselno opredeliti uporabo digitalnih virov glede na namen: (1) priprava na vrednotenje (uporaba navideznega (virtualnega) laboratorija, simulacij, animacij, družbenih omrežij), (2) izvedba vrednotenja in (3) podajanje povratne informacije učencem. Pomembno je tudi poznati prednosti in pomanjkljivosti ter kritično razmišljati o ustreznosti vrednotenja znanja kemije, podprtega z uporabo IKT.

Digitalna kompetenca **analiza dokazov** vključuje načrtovanje pridobivanja podatkov o napredku učencev pri pouku, uporabo IKT za beleženje, primerjavo in prikaz podatkov o napredku učencev, analizo in kritično vrednotenje različnih virov dokazov o napredku učencev (Punie, 2017). Iz vsebinske analize člankov, predstavljenih v tabeli 7, lahko, kot konkretno dejavnost, s katero lahko razvijamo omenjeno kompetenco, omenimo uporabo IKT-orodij za beleženje dejavnosti in napredka posameznega učenca ali skupine učencev. K temu bi lahko dodali še uporabo orodij za formativno spremljanje (npr. Moodle, Plickers, Mentimeter) in uporabo e-redovalnice (npr. e-Asistent, Moodle).

Zadnja digitalna kompetenca znotraj področja Ocenjevanje in vrednotenje se povezuje s pomembnim vidikom poučevanja in učenja, to je s podajanjem **povratnih informacij** z uporabo IKT, pri čemer lahko uporabimo že prej omenjena orodja.

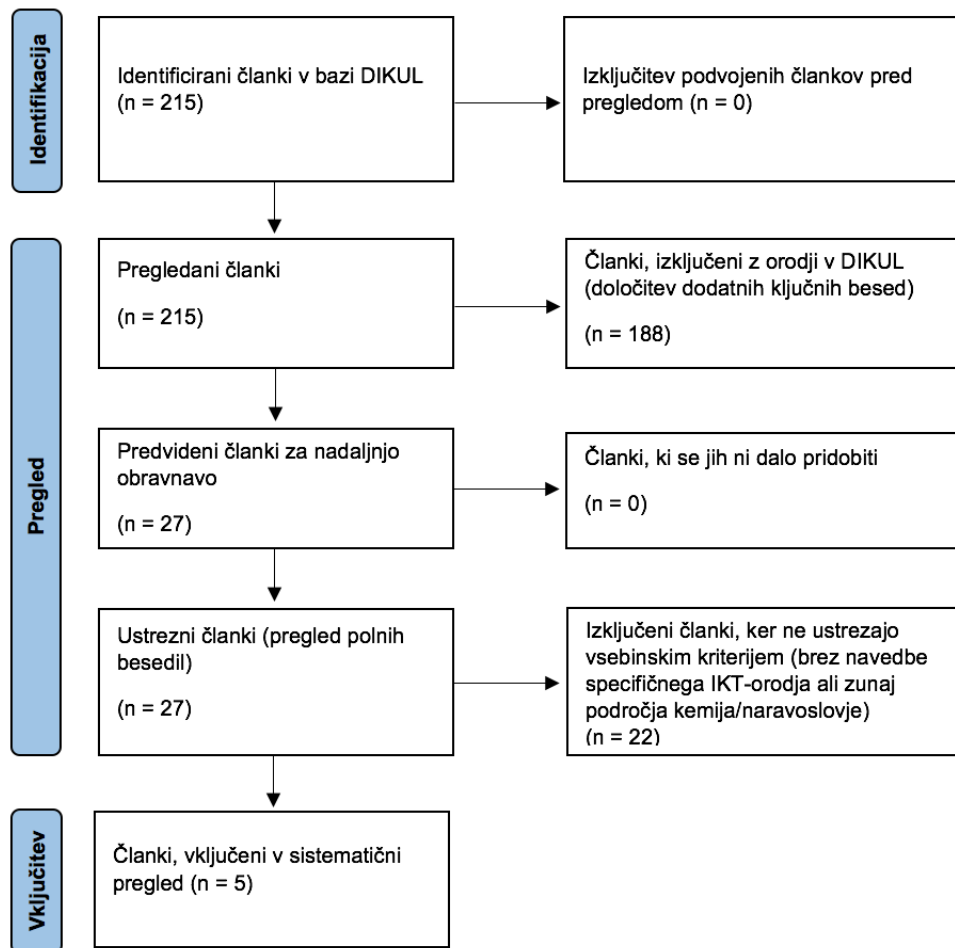
### **Področje opolnomočenja učencev**

S četrtem raziskovalnim vprašanjem smo želeli na podlagi sistematičnega pregleda literature ugotoviti, z uporabo katerih IKT-orodij lahko spodbujamo razvoj digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področju Opolnomočenje učencev v skladu z modelom DigCompEdu. Področje Opolnomočenje učencev vključuje tri digitalne kompetence, to so: (1) Dostopnost in inkluzija, (2) Diferenciacija in individualizacija ter (3) Aktivno vključevanje učencev (Punie, 2017).

Kakor opisano v odseku Metoda, smo končni izbor člankov opravili ob uporabi diagrama PRISMA (Page idr., 2020) in tako po pregledu povzetkov in polnih besedil 27 člankov izločili tiste, ki so opisovali splošno uporabo IKT oziroma ni bilo omenjene specifične IKT, ki bi se navezovala na izbrano področje, ter članke, ki niso bili povezani s področjem kemije oziroma naravoslovja. Vsem kriterijem je ustrezalo 5 člankov (shema 5).

**Shema 5**

Diagram PRISMA izvedene raziskave za področje Opolnomočenje učencev (prilagojeno po Page idr., 2020).



V nadaljevanju je predstavljena vsebinska analiza povzetkov in polnih besedil petih identificiranih člankov s pristopom PRISMA glede na vključena IKT-orodja v posameznih člankih za področje Opolnomočenje učencev Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu (tabela 8).

**Tabela 8**

Raziskovalni fokus člankov v povezavi s področjem Opolnomočenje učencev

	Raziskovalni fokus	f
DOSTOPNOST IN INKLUZIJA	<b>Zagotavljanje uporabe brezplačnih orodij učencem</b> ( <i>Google Drive</i> )	<b>1</b>
DEFERENCIACIJA IN INDIVIDUALIZACIJA	<b>Vključevanje virtualnih (navideznih) laboratorijev</b> ( <i>Microsoft Kinect</i> )	1
	<b>Uporaba orodij za beleženje dejavnosti učencev</b> ( <i>Wiki Laboratory Notebook</i> )	<b>1</b>
AKTIVNO VKLJUČEVANJE UČENCEV	<b>Izdelava animacij</b> ( <i>Stop Motion</i> )	1
	<b>Simulacije</b> ( <i>PhET</i> )	1

Iz tabele 8 je v povezavi z digitalno kompetenco **dostopnost in inkluzija** razvidno, da smo pri pregledu literature identificirali le en relevanten članek ( $n = 1$ ) za to kompetenco. V članku je predstavljena raziskava glede odnosa prihodnjih učiteljev naravoslovja do poučevanja v oblaku (Barak, 2017).

Razvoj kompetence **diferenciacija in individualizacija** sta med pregledanimi članki naslavljala dva članka. Prvi članek se je nanašal na *Vključevanje virtualnih (navideznih) laboratorijev* ( $n = 1$ ), drugi pa na *Uporabo orodij za beleženje dejavnosti učencev* ( $n = 1$ ).

Tudi v povezavi z razvojem kompetence, povezane z **aktivnim vključevanjem učencev**, sta, kot je razvidno iz tabele 8, med pregledanimi članki to kompetenco naslavljala le dva članka. Prvi članek se je nanašal na kategorijo *Izdelava animacij* ( $n = 1$ ), drugi pa na kategorijo *Simulacije* ( $n = 1$ ). Pri tem bi bilo treba poudariti, da že z vsemi prej omenjenimi identificiranimi področji uporabe IKT naslavljamo razvoj te kompetence.

V tabeli 9 so zbrani podatki o analiziranih člankih v povezavi s področjem Opolnomočenje učencev, pri čemer so navedeni avtorji, naslov članka in karakteristike, povezane z revijo, v kateri je bil članek objavljen.

**Tabela 9**

Nabor analiziranih člankov v povezavi s področjem Opolnomočenje učencev

Avtor(ji)	Naslov	Karakteristike
Jagodziński, P., Wolski, R.	Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2015; Letnik: 24; Številka: 1
Farrokhnia, M., Meulenbroeks, R. F. G., Joolingen, W. R.	Student-Generated Stop-Motion Animation in Science Classes: a Systematic Literature Review	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 4
Lawrie, G. A., Grøndahl, L., Boman, S., Andrews, T.	Wiki Laboratory Notebooks: Supporting Student Learning in Collaborative Inquiry-Based Laboratory Experiments	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2016; Letnik: 25; Številka: 3
Barak, M.	Cloud Pedagogy: Utilizing Web-Based Technologies for the Promotion of Social Constructivist Learning in Science Teacher Preparation Courses	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2017; Letnik: 26; Številka: 5
Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. KE., Chen, V. D. T.	How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context	<i>Journal of Science Education and Technology</i> , ISSN: 1059-0145; Leto objave: 2018; Letnik: 27; Številka: 6

Iz vsebinske analize povzetkov in polnih besedil člankov, predstavljenih v tabeli 9, lahko ugotovimo, da je bil v člankih v le manjši meri naslovljen razvoj kompetenc znotraj področja Opolnomočenje učencev, čeprav so le-te pomembne za zagotavljanje pravičnega dostopa do ustreznih IKT-orodij za vse učence, za razmislek o morebitnih omejitvah uporabe IKT in vpeljavo uporabe podporne IKT, zasnovane za učence, ki potrebujejo dodatno podporo, kot tudi za stalno dopolnjevanje, optimizacijo uporabe IKT za izboljšanje kakovosti poučevanja in učenja (Punie, 2017).

V povezavi s kompetenco **dostopnost in inkluzija** je v članku avtorja Barak (2017) raziskana percepcija prihodnjih učiteljev naravoslovja glede uporabe storitev v oblaku, s katerimi lahko presegamo nekatere izzive, omejitve glede dostopa učencev do ustreznih IKT-orodij.

Digitalna kompetenca, povezana z uporabo IKT z namenom **diferenciacije in individualizacije**, vključuje uporabo IKT za naslavljanje posebnih potreb



posameznih učencev, pri izvedbi aktivnosti, ki jih diferenciramo glede na sposobnosti, spretnosti in predznanja, vsebine, rezultate ali stopnje vodenja oziroma učiteljeve podpore. Po pregledu identificiranih člankov za to področje lahko omenimo vključevanje virtualnih (navideznih) laboratorijev kot izhodišče za aktivnosti učencev, ki jih diferenciramo, ali uporabo orodij za beleženje dejavnosti učencev (Wiki, Notebook). Morda bi bilo smiselno dodati še uporabo orodij za formativno spremljanje, ki omogočajo individualizacijo (npr. Nearpod, Plickers), spletne učilnice, ki omogočajo dostop učencev do učno diferenciranih in individualiziranih učnih gradiv za eksperimentalno delo učencev po skupinah, ter individualno zagotavljanje povratnih informacij.

Kompetenco **aktivnega vključevanja učencev** razvijamo z uporabo IKT-orodij za vizualizacijo (npr. animacije, simulacije), vpeljavo sodelovalnih učnih okolij in aktivnosti, ki so podprte z IKT in motivirajo učence (npr. didaktične igre, kvizi), uporabo IKT, ki učencem omogoča aktivno sodelovanje pri obravnavi učne vsebine (npr. virtualni (navidezni) laboratoriji, uporaba različnih čutil, problemsko eksperimentalno delo), in z razmislekom o možnih izboljšavah uporabe IKT z namenom aktivnega vključevanja učencev v učni proces (Punie, 2017). Omenjeno kompetenco pri pouku kemije razvijamo z dejavnostmi, ki so bile predstavljene že v okviru ostalih kompetenc znotraj sklopa pedagoških kompetenc učiteljev po modelu DigCompEdu.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Zavedanje pomena uporabe IKT v podporo učenju in poučevanju kemije se kaže v številnih raziskavah, tudi v učnih načrtih za kemijo v OŠ in SŠ, ter z vključitvijo študijskih predmetov, ki naslavljaajo uporabo IKT pri pouku kemije, v študijske programe fakultet, ki izobražujejo prihodnje učitelje. S premišljeno uporabo IKT lahko pomembno prispevamo k izboljšanju razumevanja obravnavane vsebine, k lažji vizualizaciji abstraktnih kemijskih pojmov in procesov ter k razumevanju trojne narave njihovih predstavitev. Tako je za prihodnje učitelje kemije pomembno, da že v času študija usvojijo znanje, spretnosti in veščine, povezane z uporabo IKT. Ključne kompetence, ki naj bi jih usvojili učitelji, da lahko svoje pedagoško delo z uporabo IKT in s tem povezane dejavnosti opravljajo kakovostno, so predstavljene v Evropskem okvirju digitalnih kompetenc za učitelje DigCompEdu.

V pričujočem prispevku je bilo ob uporabi pregleda literature v Digitalni knjižnici Univerze v Ljubljani – DiKUL, za obdobje od 2010 do 2020, s pristopom PRISMA preučevano, v kolikšni meri in katera IKT-orodja ter z njimi povezane dejavnosti lahko uporabimo za spodbujanje razvoja digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije na področjih Digitalni viri, Poučevanje in učenje,

Ocenjevanje in vrednotenje ter Opolnomočenje učencev, ki so vključena v sklop Pedagoških kompetenc učiteljev po modelu DigCompEdu.

Rezultat kategoriziranja znanstvenih člankov o uporabi IKT na področju kemijskega izobraževanja po področjih splošnega Evropskega okvirja digitalnih kompetenc za učitelje – DigCompEdu je specifičen Okvir digitalnih kompetenc za učitelje kemije – DigCompEduChem. Rezultati pregleda literature so pokazali, da lahko razvoj digitalnih kompetenc znotraj posameznih področij naslavljamo z uporabo različnih IKT-orodij in s tem povezanimi dejavnostmi. Največ identificiranih člankov je naslavljalo področji kompetenc Digitalni viri ter Poučevanje in učenje, nekoliko manj tudi področje Ocenjevanje in vrednotenje. Najmanj identificiranih člankov je bilo povezanih s področjem kompetenc Opolnomočenje učencev. Z uporabo določene IKT lahko razvijamo tudi več digitalnih kompetenc hkrati.

Uporaba IKT in s tem povezane dejavnosti, ki so bile vključene v pregledane znanstvene članke na področju **Digitalni viri**, so se navezovala na: (1) izvedbo eksperimentalnega dela (iskanje, izdelava, obdelava in uporaba videoposnetkov eksperimentov, uporabo IKT za zajem eksperimentalnih podatkov, njihovo analizo in predstavitev, uporabo računalniških vmesnikov, Vernierjevih senzorjev za merjenje temperature, pH, prevodnosti, tlaka, kamer; vključevanje navideznega (virtualnega) laboratorija), (2) razvoj prostorskih predstav pri kemiji ter lažjo vizualizacijo kemijskih pojmov in procesov (risanje kemijskih struktur in shem, izdelava animacij, simulacij za prikaz kemijskih procesov na submikroskopski ravni, izdelava pojmovnih mrež in miselnih vzorcev), (3) poučevanje in učenje kemije v kontekstu življenjskih situacij ter (4) izvedbo aktivnih oblik pouka (iskanje ob uporabi svetovnega spleta, kemijskih baz podatkov in bibliografskih zbirk s področja izobraževanja, uporabo spletnih izobraževalnih orodij in družbenih omrežij).

Drugo preučevano področje vključuje kompetence za uporabo digitalnih tehnologij za izvedbo **poučevanja in učenja**. Razvoj kompetenc znotraj tega področja lahko glede na izsledke izvedenega pregleda literature spodbujamo z uporabo IKT za: (1) risanje kemijskih struktur, izdelavo animacij, simulacij, pojmovnih mrež in miselnih vzorcev, (2) vključevanje virtualnega (navideznega) laboratorija, (3) zajem, obdelavo in predstavitev eksperimentalnih podatkov, (4) izdelavo različnih interaktivnih vsebin, (5) iskanje informacij na svetovnem spletu in v kemijskih bazah podatkov, (6) pravočasne odzive na vprašanja, aktivnosti učencev in spremljanje njihovega razumevanja med poukom, (7) omogočanje samouravnavanja učenja in razvoj novih oblik zagotavljanja vodenja ter podpore učencem pri učenju kemije, (8) interakcijo z učenci v sodelovalnih okoljih, (9) vključevanje družbenih omrežij, (10) sodelovanje in spremljanje eksperimentalnega dela skupin, (11) vključevanje

videokonferenčnih orodij, (12) izmenjavo in soustvarjanje, (13) omogočanje učinkovitega načrtovanja lastnega procesa učenja kemije ter zapisa in izmenjave refleksij učencev.

Tretje področje kompetenc, ki smo ga naslavljali v pregledu literature, je povezano s **preverjanjem in ocenjevanjem znanja**. Po pregledu znanstvenih člankov za omenjeno področje ugotovimo, da se dejavnosti, s katerimi spodbujamo razvoj te kompetence, nanašajo na uporabo IKT z namenom: (1) priprave in izvedbe vrednotenja znanja iz kemije, (2) beleženja dejavnosti in napredka posameznega učenca ali skupine učencev ter (3) podajanja povratnih informacij.

Četrto preučevano področje kompetenc je osredotočeno na **opolnomočenje učencev**. Kompetence znotraj tega področja, ki izhajajo iz pregledanih znanstvenih člankov, učitelji razvijajo z uporabo IKT: (1) za zagotavljanje uporabe brezplačnih orodij za učence, (2) pri vključevanju virtualnih (navideznih) laboratorijev, (3) za beleženje dejavnosti učencev ter (4) za izdelavo animacij in simulacij na submikroskopski ravni.

Navedene izsledke pregleda literature lahko vključimo v nadaljnje premisleke za optimizacijo študijskega programa izobraževanja prihodnjih učiteljev kemije, v povezavi z možnostmi za didaktično uporabo IKT v kemijskem izobraževanju. Pri takšni optimizaciji bi bilo smiselno narediti še analizo učnih načrtov vseh študijskih predmetov, v povezavi z njihovo izvedbo, ter ugotoviti, v kolikšni meri in katere digitalne kompetence študentje razvijajo v sklopu posameznih predmetov študijskega programa. V tem smislu je bila v študijskem letu 2019/2020 že opravljena pilotna analiza, ki ponuja vpogled, v kolikšni meri imajo študentje Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani priložnost razvijati digitalne kompetence v povezavi z eksperimentalnim delom (Mlinarec in Ferk Savec, 2021). Rezultati te pilotne raziskave kažejo, da se priložnosti razlikujejo med študijskimi predmeti, pri čemer je dobrodošlo, da študentje že v precejšnji meri med študijem spoznajo primere dobrih praks in izkusijo različne oblike inovativne uporabe IKT pri eksperimentalnem delu, spoznajo splošno, specifično strojno in programsko opremo, saj bodo lahko tako razvili ustrezne digitalne kompetence in v prihodnje suvereno uporabljali IKT pri svojem pedagoškem delu.

V prihodnje bi bilo zanimivo raziskavo preoblikovati in v izbor vključiti le namensko izbrane mednarodne bibliografske baze, kar bi doprineslo specifične vpogleda glede na izbrano izhodišče študije.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, sofinanciranega s strani Republike Slovenije in Evropske unije iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOVUP).

## Literatura

- Achuthan, K., Kolil, V. K. in Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23, 2499–2515. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>
- Agustian, H. Y. in Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532. <https://doi.org/10.1039/C7RP00140A>
- Babinčáková, M. in Bernard, P. (2020). Online experimentation during COVID-19 secondary school closures: Teaching methods and student perceptions. *Journal of chemical education*, 97(9), 3295–3300. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00748>
- Bačnik, A. in Poberžnik, A. (2016). *Smernice za uporabo IKT pri predmetu kemija*. Ljubljana: ZRSŠ.
- Barak, M. (2007). Transition from traditional to ICT-enhanced learning environments in undergraduate chemistry courses. *Computers & Education*, 48(1), 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.11.004>
- Barak, M. (2017). Cloud Pedagogy: Utilizing web-based technologies for the promotion of social constructivist learning in science teacher preparation courses. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 459–469. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9691-3>
- Berg, A., Orraryd, D., Pettersson, A. J. in Hultén, M. (2019). Representational challenges in animated chemistry: self-generated animations as a means to encourage students' reflections on sub-micro processes in laboratory exercises. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 710–737. <https://doi.org/10.1039/C8RP00288F>
- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N., Rap, S. in Sakhnini, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 269–285. <https://doi.org/10.1039/C3RP00001J>
- Blonder, R. in Rap, S. (2017). I like Facebook: Exploring Israeli high school chemistry teachers' TPACK and self-efficacy beliefs. *Education and Information Technologies*, 22, 697–724. DOI: 10.1007/s10639-015-9384-6
- Bo, W. V., Fulmer, G. W., Lee, C. KE. in Chen, V. DT. (2018). How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 550–565 <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9744-2>
- Bunce, D. M., Van den Plas, J. R. in Havanki, K. L. (2006). Comparing the effectiveness on student achievement of a student response system versus online WebCT quizzes. *Journal of Chemical Education*, 83(3), 488–493. DOI: 10.1021/ed083p488

- Cai, S., Wang, X. in Chiang, F. K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in human behavior*, 37, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Çalik, M., Özseveç, T., Ebenezer, J., Artun, H. in Kucuk, Z. (2014). Effects of 'Environmental Chemistry' Elective Course Via Technology-Embedded Scientific Inquiry Model on Some Variables. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 412–430. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9473-5>
- Çalik, M., Ebenezer, J., Özseveç, T., Kucuk, Z. in Artun, H. (2015). Improving Science Student Teachers' Self-perceptions of Fluency with Innovative Technologies and Scientific Inquiry Abilities. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 448–460. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9529-1>
- Cedeño, D. L., Jones, M. A., Friesen, J. A., Wirtz, M. W., Amalia Rios, L. in Taborda Ocampo, G. (2010). Integrating Free Computer Software in Chemistry and Biochemistry Instruction: An International Collaboration. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 434–437. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9209-8>
- Chao, J., Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. in Pan, E. A. (2016). Sensor-Augmented Virtual Labs: Using Physical Interactions with Science Simulations to Promote Understanding of Gas Behavior. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 16–33. DOI 10.1007/s10956-015-9574
- Chiu, J. L. in Linn, M. C. (2014). Supporting Knowledge Integration in Chemistry with a Visualization-Enhanced Inquiry Unit. *Journal of Science Education and Technology*, 23, 37–58. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9449-5>
- Darby-White, T., Wicker, S. in Diack, M. (2019). Evaluating the effectiveness of virtual chemistry laboratory (VCL) in enhancing conceptual understanding: Using VCL as pre-laboratory assignment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 38(1), 31–48.
- Díaz-Sainz, G., Pérez, G., Gómez-Coma, L., Ortiz-Martínez, V. M., Domínguez-Ramos, A., Ibañez, R. in Rivero, M. J. (2021). Mobile learning in chemical engineering: An outlook based on case studies. *Education for Chemical Engineers*, 35, 132–145.
- Dori, Y. J. in Kaberman, Z. (2012). Assessing high school chemistry students' modeling sub-skills in a computerized molecular modeling learning environment. *Instructional Science*, 40(1), 69–91. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9172-7>
- Dori, Y. J., Rodrigues, S. in Schanze, S. (2013). How to promote chemistry learning through the use of ICT. *Teaching chemistry-A studybook*, 213–240. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-140-5_8)
- Eilks, I. in Byers, B. (2010). The need for innovative methods of teaching and learning chemistry in higher education—reflections from a project of the European Chemistry Thematic Network. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 233–240. <https://doi.org/10.1039/C0RP90004D>
- Eilks, I., Witteck, T. in Pietzner, V. (2012). The role and potential dangers of visualisation when learning about sub-microscopic explanations in chemistry education. *CEPS Journal*, 2(1), 125–145.
- Farrokhnia, M., Meulenbroeks, R. F. G. in Joolingen, W. R. (2020). Student-Generated Stop-Motion Animation in Science Classes: a Systematic Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 797–812. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09857-1>
- Ferk Savec, V. (2017). The opportunities and challenges for ICT in science education. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 5(1), 12–22. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-09857-1>

org/10.31129/LUMAT.5.1.256

Ferk Savec, V., Vrtacnik, M. in Gilbert, J. K. (2005). Evaluating the educational value of molecular structure representations. V J. K. Gilbert (ur.), *Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education*, vol 1 (str. 269–297). Dordrecht: Springer. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2\\_14](https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_14)

Ferk Savec, V. in Vrtačnik, M. (2007). Povezovanje eksperimentalnih opažanj z razlago na ravni delcev pri bodočih učiteljih kemije. V I. Devetak (ur.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja* (str. 37–57). Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Fernandes, G. W. R., Rodrigues, A. M. in Ferreira, C. A. R. (2019). *Using ICT in Inquiry-Based Science Education*. Springer International Publishing.

Gallardo-Williams, M., Morsch, L. A., Paye, C. in Seery, M. K. (2020). Student-generated video in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 488–495. <https://doi.org/10.1039/C9RP00182D>

Gilbert, J. K., Reiner, M. in Nakhleh, M. (2007). *Visualization: Theory and practice in science education* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.

Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B. in Guitierrez, J. J. (2010a). Can Animations Effectively Substitute for Traditional Teaching Methods? Part I: Preparation and Testing of Materials. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 253–261. <https://doi.org/10.1039/C0RP90006K>

Gregorius, R. M., Santos, R., Dano, J. B. in Guitierrez, J. J. (2010b). Can Animations Effectively Substitute for Traditional Teaching Methods? Part II: Potential for Differentiated Learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 262–266. <https://doi.org/10.1039/C0RP90007A>

Helppolainen, S. in Aksela, M. (2015). Science teachers' ICT use from a viewpoint of technological pedagogical content knowledge (TPCK). *LUMAT*, 3(6), 783–799. <https://doi.org/10.31129/lumat.v3i6.998>

Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E. in Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14–38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>

Hrast, Š. in Ferk Savec, V. (2018). ICT-supported inquiry-based learning. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 16(4), 398–403.

Hughes, J. (2005). The role of teacher knowledge and learning experiences in forming technology-integrated pedagogy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 13(2), 277–302.

iEkosistem ZRSŠ (b. d.). <https://www.zrss.si/iekosistem/>

Jagodziński, P. in Wolski, R. (2015). Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 16–28. DOI 10.1007/s10956-014-9517-5

Jedrinović, S., Bevčič, M., Rugelj, J. in Ferk Savec, V. (2019). Aktivni pouk in uporaba IKT v procesu učenja in poučevanja. V J. Rugelj in V. Ferk Savec (ur.), *Inovativna didaktična uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije v študijskem procesu* (str. 33–51). Ljubljana: Univerza v Ljubljani. <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=123308&lang=slv>

Kampylis, P., Punie, Y. in Devine, J. (ur.) (2015). *Promoting Effective Digital-Age Learning, A European Framework for Digitally-Competent Educational Organisations*. Publications Office of the European Union. DOI: 10.2791/54070

Kapici, H. O., Akcay, H. in de Jong, T. (2019). Using hands-on and virtual laboratories alone

- or together-which works better for acquiring knowledge and skills?. *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 231-250. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9762-0>
- Kawu, H. (2017). Effects of virtual laboratory on achievement levels and gender of secondary school chemistry students in individualized and collaborative settings in Minna, Nigeria. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 7(1), 86.
- Kerimbayev, N., Nurym, N., Akramova, A. in Abdykarimova, S. (2020). Virtual educational environment: interactive communication using LMS Moodle. *Education and Information Technologies*, 25, 1965-1982. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10067-5>
- Koehler, M. in Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152. <https://doi.org/10.2190/OEW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Kordigel-Aberšek, M., Dolenc, K., Flogje, A. in Koritnik, A. (2015). New Natural Science Literacies Of Online Research And Comprehension: To Teach Or Not To Teach. *Journal of Baltic Science Education*, 14(4), 460-473. [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/460-473.Kordigel-Abersek\\_JBSE\\_Vol.14\\_No.4.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/460-473.Kordigel-Abersek_JBSE_Vol.14_No.4.pdf)
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of clinical epidemiology*, 62(10), e1-e34. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Luštek, A., Rugelj, J., Drožđek, S. in Vogrinc, J. (2019). Kaj o digitalnih kompetencah študentov pedagoških študijskih programov menijo napredni uporabniki IKT med visokošolskimi učitelji Univerze v Ljubljani. V J. Rugelj in V. Ferk Savec (ur.), *Inovativna didaktična uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije v študijskem procesu* (str. 53-69). Ljubljana: Univerza v Ljubljani. <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=123308&lang=slv>
- Machkova, V. in Bilek, M. (2013). Didactic analysis of the web acid-base titration simulations applied in pre-graduate chemistry teachers education. *Journal of Baltic science education*, 12(6), 829-839. <http://oaji.net/articles/2015/987-1425811736.pdf>
- Mishra, P. in Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. DOI: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x
- Mlinarec, K. in Ferk Savec, V. (2021). Možnosti didaktične uporabe IKT pri eksperimentalnem delu v izobraževanju bodočih učiteljev kemije. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo : specialne didaktike v visokošolskem prostoru – 2. del* (str. 197-216). 1. e-izd. Ljubljana: Založba Univerze.
- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R. in Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191-1197. <https://doi.org/10.1021/ed4005084>
- Nadelson, L. S., Scaggs, J., Sheffield, C. in McDougal, O. M. (2015). Integration of video-based demonstrations to prepare students for the organic chemistry laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 24(4), 476-483. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9535-3>
- Nainggolan, B., Hutabarat, W., Situmorang, M. in Sitorus, M. (2020). Developing Innovative Chemistry Laboratory Workbook Integrated with Project-Based Learning and Character-Based Chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(3), 895-908. DOI: 10.29333/iji.2020.13359a
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology:



- Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Olakanmi, E. E. (2015). The Effects Of A Web-Based Computer Simulation On Students' Conceptual Understanding Of Rate Of Reaction And Attitude Towards Chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5). [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/627-640.Olakanmi\\_JBSE\\_Vol.14\\_No.5.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/627-640.Olakanmi_JBSE_Vol.14_No.5.pdf)
- Olakanmi, E. E. (2017). The Effects of a Flipped Classroom Model of Instruction on Students' Performance and Attitudes Towards Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 127–137. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9657-x>
- Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... McKenzie, J. E. (2020). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pekdağ, B. (2020). Video-based instruction on safety rules in the chemistry laboratory: its effect on student achievement. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 953–968. <https://doi.org/10.1039/D0RP00088D>
- Program gimnazija kemija. Učni načrt* (2008). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN\\_KEMIJA\\_gimn.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_KEMIJA_gimn.pdf)
- Program osnovna šola kemija. Učni načrt* (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_kemija.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_kemija.pdf)
- Rap, S. in Blonder, R. (2016). Let's Face(book) It: Analyzing Interactions in Social Network Groups for Chemistry Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 62–76. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9577-1>
- Rap, S. in Blonder, R. (2017). Thou shall not try to speak in the Facebook language: Students' perspectives regarding using Facebook for chemistry learning. *Computers & Education*, 114, 69–78.
- Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Y. Punie (ur.). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Reid, N. in Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185. <https://doi.org/10.1039/B5RP90026C>
- Rengel, R., Pascual, E., Íñiguez-de-la-Torre, I., Martín, M. J. in Vasallo, B. G. (2019). Experiences on the Design, Creation, and Analysis of Multimedia Content to Promote Active Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 445–451. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09777-9>
- Rodríguez-Rodríguez, E., Sánchez-Paniagua, M., Sanz-Landaluze, J. in Moreno-Guzmán, M. (2020). Analytical Chemistry Teaching Adaptation in the COVID-19 Period: Experiences and Students' Opinion. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2556–2564. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00923>
- Saitta, E. K. H., Bowdon, M. A. in Geiger, C. L. (2011). Incorporating Service-Learning, Technology, and Research Supportive Teaching Techniques into the University Chemistry Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 20(6), 790–795. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9273-0>
- Sansom, R. L., Bodily, R., Bates, C. O. in Leary, H. (2020). Increasing Student Use of a Learner Dashboard. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 386–398. DOI: 10.1007/



s10956-020-09824-w

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(4), 4–14. <https://www.jstor.org/stable/24636916>

Sirakaya, M. in Sirakaya, D. A. (2018). Trends in educational augmented reality studies: A systematic review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(2), 60–74.

Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J., Daulay, S. I., Simorangkir, M., Sitorus, M. in Sudrajat, A. (2018). Implementation of Innovative Chemistry Learning Material With Guided Tasks to Improve Students' Competence. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 535–550. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.535>

Skagen, D., McCollum, B., Morsch, L. in Shokoples, B. (2018). Developing communication confidence and professional identity in chemistry through international online collaborative learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 567–582. <https://doi.org/10.1039/C7RP00220C>

Slabin, U. (2013). Teaching general chemistry with instructor's screen sharing: Students' opinions about the idea and its implementation. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 759–773. [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/759-773.Slabin\\_JBSE\\_Vol.12-6.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol12/759-773.Slabin_JBSE_Vol.12-6.pdf)

Stahre Wästberg, B., Eriksson, T., Karlsson, G., Sunnerstam, M., Axelsson, M. in Billger, M. (2019). Design considerations for virtual laboratories: A comparative study of two virtual laboratories for learning about gas solubility and colour appearance. *Education and Information Technologies*, 24, 2059–2080. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-09857-0>

Sunyono, S., Tania, L. in Saputra, A. (2016). A learning exercise using simple and real-time visualization tool to counter misconception about orbitals and quantum numbers. *Journal of Baltic Science Education*, 15(4), 452–463. [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol15/452-463.Sunyono\\_JBSE\\_Vol.15\\_No.4.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol15/452-463.Sunyono_JBSE_Vol.15_No.4.pdf)

Taber, K. S. (2018). Representations and visualisation in teaching and learning chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(2), 405–409. <https://doi.org/10.1039/C8RP90003E>

Tigaa, R. A. in Sonawane, S. L. (2020). An International Perspective: Teaching Chemistry and Engaging Students During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3318–3321. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00554>

Tatli, Z. in Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 159–170.

UL FKKT. (b. d.). *Predmetnik Kemijsko izobraževanje*. <https://www.fkkt.uni-lj.si/sl/studij/bolonjski-studijski-programi-2-stopnje/magistrski-studijski-program-kemijsko-izobrazevanje-20202021/>

UL Pedagoška fakulteta. (b. d.). *Predmetnik DU kemija-vezave*. <http://www.pef.uni-lj.si/395.html>

Ural, E. in Ercan, O. (2015). The Effects of Web-Based Educational Software Enriched by Concept Maps on Learning of Structure and Properties of Matter. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 7–19. [http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/7-19.Ural\\_JBSE\\_Vol.14\\_No.1.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/jbse/files/pdf/vol14/7-19.Ural_JBSE_Vol.14_No.1.pdf)

Urbančič, M., Radovan, M., Bevčič, M., Droždek, S., Jedrinovič, S., Luštek, A., Modec, B., Pavlin, J., Tomažič, I. in Ferk Savec, V. (2018). *Strokovne podlage za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje naravoslovja*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani. <http://ikt-projekti.uni-lj.si/porocila/strokovne%20podlage%20naravoslovje.pdf>

Valtonen, T., Kontkanen, S., Dillon, P., Kukkonen, J. in Vaisanen, P. (2014). Upper secondary and vocational level teachers at social software. *Education and Information Technologies*, 19, 763–779. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9252-1>

Verhoeven, J. C., Heerwegh, D. in De Wit, K. (2016). ICT learning experience and research orientation as predictors of ICT skills and the ICT use of university students. *Education and Information Technologies*, 21, 71–103. <https://doi.org/10.1007/s10639-014-9310-3>

Vrtačnik, M., Ferk, V., Dolničar, D., Zupančič-Brouwer, N. in Sajovec, M. (2000). The impact of visualisation on the quality of chemistry knowledge. *Informatica : an international journal of computing and informatics*, 24(4), 497–503.

Wang, C. H., Han, D. in Chou, W. K. (2018). Overview of information visualisation in science education. *International Journal of Computational Science and Engineering*, 17(1), 118–125. <https://doi.org/10.1504/IJCSE.2018.094423>



## POGLEDI PRIHODNJIH UČITELJEV RAZREDNEGA POUKA NA UČENJE Z RAZISKOVANJEM

*Jerneja Pavlin*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Poznavanje različnih pristopov poučevanja je ključno za prihodnje učitelje na vseh stopnjah izobraževanja, predvsem za prihodnje učitelje razrednega pouka, ki bodo med prvimi približevali učencem čudoviti svet naravoslovja in jih usmerjali pri raziskovanju. Učenje z raziskovanjem je pristop, ki ga prihodnji učitelji razrednega pouka med študijem izkusijo, tudi pri naravoslovnih predmetih. Omenjeno se bo lahko odražalo pri njihovem prihodnjem delu. V članku so predstavljeni izsledki raziskave, ki ponujajo vpogled v izkušnje in stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem. V raziskavo je bilo vključenih 74 študentov 3. letnika prvostopenjskega študijskega programa Razredni pouk, ki so izpolnili anketni vprašalnik o učenju z raziskovanjem v e-obliki. Iz rezultatov je razvidno, da so prihodnji učitelji povečini seznanjeni z učenjem z raziskovanjem. Okoli tretjina jih ocenjuje, da med študijem niso izkusili učenja z raziskovanjem. Večina prihodnjih učiteljev navaja, da si želi poglobiti znanje o učenju z raziskovanjem. Prihodnji učitelji se strinjajo s trditvami, da je učenje z raziskovanjem šolska raziskovalna dejavnost, da so v pouk raziskovanja vneseni vidni elementi znanstvenega dela ter da je pri učenju z raziskovanjem pomemben razvoj spretnosti in veščin. Kaže se, da so med določenimi skupinami prihodnjih učiteljev statistično značilne razlike pri postavkah učinkovitost učenja z raziskovanjem ob postavljanju vprašanj, primernost učenja z raziskovanjem za učeče se različnih sposobnosti in ravni izobraževanja, obseg naravoslovnih vsebin, poučevanih prek raziskovanja, izziv pri ocenjevanju, vloga učitelja in razredna klima. Omenjeno nakazuje, da je treba prihodnje učitelje še bolj opolnomočiti z znanji o učenju z raziskovanjem.

**Ključne besede:** prihodnji učitelji, stališča, razredni pouk, učenje z raziskovanjem

### **Uvod**

Poznavanje in uporaba različnih strategij poučevanja učiteljem omogoča, da ustvarjajo učno okolje, ki učečim se omogoča razvoj naravoslovne pismenosti. Slednjo lahko opredelimo na treh ravneh, posameznikovem naravoslovnem znanju, njegovih naravoslovnih spretnostih/veščinah (zaznavanju, napovedovanju, oblikovanju domnev, raziskovanju, sklepanju itd.) ter odnosu do naravoslovja (osebnostnih lastnostih, stališčih in vrednotah) (Skribe Dimec, 1996). Učitelji naj bi pri pouku omogočili učečim se razvoj vseh vidikov naravoslovne

pismenosti, zato je med študijem treba prihodnje učitelje opolnomočiti z znanji o učnih pristopih, ki to omogočajo, in jim zagotoviti konkretno izkušnjo, saj bodo le tako zadosti spodbujeni, da bodo strategijo poučevanja uporabili v praksi. Prav skrbno načrtovan pouk z raziskovanjem omogoča razvijanje naravoslovne pismenosti na vseh treh ravneh. Obenem pa bo ustrezno opolnomočen učitelj razrednega pouka znal načrtovati dejavnosti, primerne za zgodnje poučevanje naravoslovja za dosego naravoslovne pismenosti (Pavlin, Gostinčar Blagotinšek in Krnel, 2021).

V pričujočem prispevku predstavimo učenje z raziskovanjem kot učni pristop, ki se pogosto uporablja pri poučevanju naravoslovja na vseh ravneh šolanja, in poglede prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem. Omenjeni se sicer lahko ne bodo odražali v praksi, vendar je njihovo poznavanje izhodišče za oblikovanje dejavnosti za prihodnje učitelje razrednega pouka pri naravoslovnih predmetih in programe izpopolnjevanj za učitelje razrednega pouka iz prakse.

## **Teoretična izhodišča**

Pouku z raziskovanjem v zadnjem obdobju posvečamo več pozornosti, čeprav se je pričel razvijati že v 80. in 90. letih, zametki pa so še starejši. Za pristop k poučevanju, ki posnema raziskovanje v znanosti (ang. *Inquiry-based Science Education*), v našem prostoru uporabljamo več izrazov, na kar opozarja Gostinčar Blagotinšek (2016). Poleg termina »učenje z raziskovanjem« se uporabljajo tudi termini »raziskovalno učenje«, »raziskovalni pouk«, »pouk z raziskovanjem«. Prva dva termina sta osredinjena na učečega se, druga dva pa na učitelja. Prepogosto se v našem šolskem prostoru termin »raziskovanje« uporablja za »opazovanje«.

Ob pregledu literature najdemo različne opredelitve učenja z raziskovanjem (ang. *Learning by inquiry*). Z gledišča splošnih didaktikov je učenje z raziskovanjem didaktična strategija znanstvenega spoznavanja, ki v pouk vključuje elemente znanstvenega dela. Učenje z raziskovanjem temelji na različnih metodah in postopkih, načrtovanju raziskovalnih hipotez in posameznih delov raziskave, čemur sledi preverjanje rezultatov. Zaradi možnosti izbire učnega prostora (učilnica, laboratoriji, delavnice, teren itd.) je učenje z raziskovanjem bolj življenjsko. Učečim se omogoča povezovanje teorije s prakso (Blažič, Ivanuš Grmek, Kramar in Strmčnik, 2003).

Raziskovalci z Duke University (CIBL, 2020), ki ima tudi center za učenje z raziskovanjem (ang. *The Center for Inquiry-Based Learning*), trdijo, da je raziskovanje način pridobivanja znanja. Pri tem učeči se postavljajo lastna

raziskovalna vprašanja ali iščejo odgovore na raziskovalna vprašanja, ki jih je postavil učitelj. V prvem primeru se učijo to, kar so si sami izbrali, v drugem primeru pa vsebino določi učitelj. Učenje pa temelji na aktivni vlogi učečih se.

Wells (2001) trdi, da učenje z raziskovanjem ni metoda dela naravoslovja, zgodovine ali kakega drugega predmeta, v katerem je prva stopnja oblikovanje raziskovalnega vprašanja, ki mu sledi raziskovanje. Bolje rečeno, gre za pristop pri določenih vsebinah, pri katerih postavljanje realnih vprašanj učeče se pozitivno spodbuja k učenju. Podobno pomembno je, da so vsi potencialni odgovori vzeti resno in raziskani, v kolikor to dopuščajo okoliščine.

Olson in Loucks-Horsley (2000) navajata, da lahko presodimo, ali je nekaj učenje z raziskovanjem, ko zasledimo naslednje: učeči se iščejo odgovor na raziskovalno vprašanje, učeči se odgovorijo na zastavljeno raziskovalno vprašanje na osnovi dejstev, učeči se na podlagi zbranih podatkov oblikujejo razlage opazovanih pojavov, učeči se oblikovane razlage povezujejo z znanstvenim pojmovanjem pojmov in predhodnim znanjem, učeči se svoje razlage predstavijo drugim in jih utemeljijo.

Uspešno učenje z raziskovanjem določajo subjektivni in objektivni pogoji (Cenčič in Cenčič, 2002). Usposobljenosti učitelja in lastnosti učencev so subjektivni pogoji, medtem ko so objektivni primeren prostor, čas, sredstva in pripomočki za izvedbo učenja z raziskovanjem. Vsekakor je poznavanje lastnosti učečih se za učitelja pomembno za primerno zasnovano dejavnosti, temelječ na izbranem raziskovalnem problemu, ki bodo učeče se vodile do novih znanj.

Učenje z raziskovanjem vključuje elemente konstruktivizma in teorije razvoja Piageta in Vigotskega. V ospredju je učeči se, ki gradi razumevanje pojmov in osmišlja informacije (Petek in Glažar, 2015). Sploh v vrtcu in na razredni stopnji pri vodenem raziskovanju učeči se svoje zamisli primerja z novimi, drugimi izkušnjami in dejstvi o naravnih pojavih, predmetih in snoveh. Pri tem se lahko pojavijo morebitna nasprotja z intuitivnim pojmovanjem, kar vodi do kognitivnega konflikta (Labinowicz, 1989). Nova spoznanja učečemu se omogočajo, da konflikt razreši v smeri novega, znanstveno ustreznega razumevanja pojma. Za slednje je potreben čas kot tudi postopnost in prilagojenost kognitivni razvojni stopnji. Woolfolk (2002) trdi, da je poučevanje naravoslovnih vsebin s spremembami pojmovanj ključ do razumevanja. Spremembe v pojmovanju se pojavijo, ko učeči se pride skozi naslednje faze: začetno nezadovoljstvo nad lastno idejo in prepričanjem, poskus razlage neskladja med lastnim pojmovanjem in informacijami, s katerimi je soočen, poskus prilaganja meritev in opazovanja lastnemu pojmovanju, dvom, oklevanje in končno sprememba pojmovanja (Petek in Glažar, 2015).

Krnel (2007) navaja, da učitelji pri načrtovanju učenja z raziskovanjem uporabljajo standardne raziskovalne metode po naslednjih stopnjah:

0. stopnja (predstopnja): Namenjena je učitelju. Glede na učne cilje in zmožnosti učečih se izbere raziskovalni problem.
1. stopnja: Kaj o pojavu, objektu ali snovi, ki jo želimo raziskovati, že vemo? V tej stopnji učeči se uporabijo svoje predznanje ter zabeležijo že znana dejstva in pojmovanja o raziskovalnem problemu.
2. stopnja: Kaj bomo raziskovali? Oblikovanje enostavnega raziskovalnega vprašanja, da bodo učeči se na koncu lahko oblikovali odgovore nanj. V kolikor učitelj želi realizirati več učnih ciljev, lahko znotraj oddelka oblikuje skupine tako, da vsaka skupina dela na svojem raziskovalnem vprašanju.
3. stopnja: Načrt raziskave. Ta mora biti čim bolj konkreten. Vsebovati mora opis poskusa, kako, kje in s čim bo izveden ter kaj se bo opazovalo in merilo. Učitelj na tej stopnji učeče se opominja na spremenljivke in na poštenost poskusa.
4. stopnja: Poskusi, opazovanja, meritve. Učitelj pred izvedbo poskusa pregleda načrt poskusa, izoginitve neuspelemu poskusu učečih se. Nato učeči se poskus izvedejo, opazujejo in zabeležijo opažanja, meritve.
5. stopnja: Kaj smo ugotovili? Po pridobitvi potrebnih podatkov poskušajo učeči se oblikovati odgovore na raziskovalno vprašanje. Učeči se tudi poskušajo ovrednotiti in pojasniti dobljene rezultate. Učitelj jih vodi k oblikovanju splošnih trditev in zakonitosti.
6. stopnja: Sporočanje. Slednje je namenjeno predstavitvi raziskave in ugotovitev ter vrednotenju. Učeči se lahko izdelajo plakat, e-predstavitev ali kako drugače predstavijo potek raziskave. Učeči se lahko vrednotijo dela drugih skupin in ocenijo poštenost izvedenih raziskav (poskusov). Učitelj zaključi raziskovanje s povzemanjem ugotovitev, komentiranjem izvedbe in sintezo pridobljenega znanja.

Učenje z raziskovanjem se lahko razlikuje po stopnji odprtosti. Holbrook in Rannikmae (2013) poročata o različnih oblika učenja z raziskovanjem, s katerimi si učitelj pomaga pri načrtovanju in se razlikujejo po odprtosti, glede na to, katere od naslednjih komponent so podane: opredelitev problema, materiali in potrebščine, načrt dela, rešitev. Sprva sta opredelila obliko 0 in je ne pojmujeta kot učenje z raziskovanjem, saj so vse komponente podane. Obenem pa je bistvo učenja z raziskovanjem, da učenci sami pridejo do nekih novih spoznanj oz. da sami načrtujejo raziskavo. Sledijo tri navedene oblike učenja z raziskovanjem: strukturirana, vodena (A, B, C, D in E) in odprta

(tabela 1). Posamezne oblike učenja z raziskovanjem se razlikujejo po tem, katere komponente raziskovanja so učencem podane in katere morajo poiskati sami. V tabeli 1 so predstavljene oblike učenja z raziskovanjem. S kljukico (✓) so označene komponente raziskovanja, ki so učencem podane, s križcem (✗) pa tiste, ki jih morajo učenci sami oblikovati ali poiskati. Posamezne oblike učenja z raziskovanjem, ki so navedene v Holbrook in Rannikmae (2013), se lahko med učnim procesom prepletajo ali prehajajo iz ene oblike v drugo, odvisno od zahtevnosti raziskovalnega problema in sposobnosti učečih se.

**Tabela 1**

*Oblike učenja z raziskovanjem (Holbrook in Rannikmae, 2013)*

Oblika učenja z raziskovanjem	Oprelitev problema	Materiali in potrebščine	Načrt dela	Rešitev
0	✓	✓	✓	✓
1 strukturirana	✓	✓	✓	✗
2 vodena	A	✓ (podano ali delno podano)	✓ (podano ali delno podano)	✗
	B	✓	✗	✗
	C	✓ (delno podano)	✓ (delno podano)	✗
3 odprta	D	✓ (delno podano)	✓ (delno podano)	✗
	E	✗	✓ (delno podano)	✗

Pri pregledu literature naletimo na nekaj mitov, ki krožijo o učenju z raziskovanjem. V tabeli 2 so navedeni miti in pojasnila.



**Tabela 2**

*Miti o učenju z raziskovanjem (Krnel, 2007; Krnel, 2014; Olson in Loucks-Hersley, 2000; Wabisabi Learning, 2020)*

<b>Mit</b>	<b>Pojasnilo</b>
Vse vsebine naravoslovja je treba poučevati z raziskovanjem.	Vseh vsebin ni mogoče poučevati na enak način. Obenem uporaba zgolj enega pristopa pri pouku naravoslovja vodi k dolgočasju učečih se.
Učenje z raziskovanjem je možno in učinkovito le, kadar učeči se sami oblikujejo vprašanje.	Zastavljanje vprašanj morajo učeči se urediti. V kolikor je pridobljeno znanje pomembnejše, je izvor vprašanja nepomemben. Vsekakor je treba učečim se omogočiti, da tudi sami zastavljajo vprašanja.
Stik s konkretnimi materiali povečuje uspešnost učenja z raziskovanjem.	Konkretni materiali motivirajo učeče se za delo in jim pomagajo pri osredinjenju na učne cilje. Zgolj rokovanje s konkretnimi materiali ni dovolj za učenje z raziskovanjem in poglobljanje znanja. Učeči se so pri učenju z raziskovanjem vodeni s strani učitelja, ki poda natančna navodila.
Učenje z raziskovanjem lahko izvedemo brez vključevanja učne vsebine.	Učna vsebina je del učenja z raziskovanjem. Sprva učeči se ozavešijo lastno predznanje, s katerim poskušajo razlagati nove pojme, pojave.
»Hands on« naravoslovje je enako učenju z raziskovanjem.	Vse dejavnosti ali opazovanja poskusov, izvedenih pri naravoslovju, niso učenje z raziskovanjem. Nekatere dejavnosti pri pouku naravoslovja so lahko strukturirane, vendar lahko vsebujejo stopnje, ki se razlikujejo od učenja z raziskovanjem. So pa lahko »hands-on« dejavnosti del učenja z raziskovanjem.
Pouk z raziskovanjem je neorganiziran in kaotičen.	Na videz neorganiziran in kaotičen pouk ne pomeni, da učitelj nima nadzora nad dejavnostmi v učilnici. Omenjeno zahteva od učitelja dobre veščine vodenja. Zgolj glasnost učečih se in položaj učečih se zunaj klopi ne pomenita, da situacija ni pod nadzorom. Navedbe učiteljev so, da se morajo na učenje z raziskovanjem skrbneje pripraviti (sploh na odprto ali strukturirano učenje z raziskovanjem) kot na pouk, kjer uporabljajo tradicionalne pristope.
Učenje z raziskovanjem sledi znanstveni metodi.	Učenje z raziskovanjem sledi logičnemu reševanju problemov. Dejavnosti, ki vodijo do rešitve problema, niso točno predpisane, navedene so le posamezne stopnje.

Mit	Pojasnilo
Raziskovanje je predvsem odgovarjanje na vprašanja učencev.	Pri učenju z raziskovanjem ni poudarek le na zagotavljanju pravih odgovorov, ampak tudi na postavljanju pravih vprašanj. Vloga učitelja je, da usmerja učeče se. Obenem mora dobro poznati učne vsebine, ki jih učeči se raziskujejo.
Učenje z raziskovanjem je primerno le za osnovno šolo.	Učenje z raziskovanjem je primerno za vse ravni izobraževanja, čeprav pogosto v srednjih šolah in na fakultetah zanj zmanjka časa. Visokošolski učitelji še vedno prepogosto dojemajo le predavanja kot primerno strategijo za podajanje velikih količin informacij v kratkem času.
Rezultate učenja z raziskovanjem je težko preveriti in oceniti.	Dosežke učečih se, pridobljene prek učenja z raziskovanjem, je možno ocenjevati enako uspešno kot pri tradicionalnih pristopih. Ocenimo lahko portfolio, poročila, potek dejavnosti ipd. Skupaj s preizkusom znanja učitelj lahko dobro oceni napredek posameznika. Harlen (2013) trdi, da si mora učitelj sprva zastaviti vprašanje, kaj je namen ocenjevanja. Ta je lahko dvojen, pomagati učečim se med učenjem ali ugotoviti, koliko so se učeči se naučili med učenjem z raziskovanjem. Uporabi lahko sumativno ali formativno ocenjevanje, pri čemer morajo biti učeči se vnaprej seznanjeni s kriteriji.
Učenje z raziskovanjem je zadnji hit v poučevanju naravoslovja.	Učenje z raziskovanjem so v neki meri poznali že v stari Grčiji. Tudi John Dewey, ameriški pedagog, je izpostavil raziskovanje in odkrivanje novega. Že leta 1910 je zapisal, da je naravoslovje prevečkrat poučevano kot akumulacija pripravljenega gradiva, s katerim se učeči se seznanijo, ne pa dovolj kot metoda razmišljanja (Dewey, 1910, str. 122, 124).
Učenje z raziskovanjem je prazna lupina, forma brez vsebine.	Zgolj naučenost pojmov, brez vedenja o poti odkrivanja, vodi k omejenemu razumevanju naravoslovnih pojmov. Ena od učinkovitejših poti za dosego naravoslovne pismenosti je učenje z raziskovanjem.
Učenje z raziskovanjem je le za »boljše« učeče se.	Učenje z raziskovanjem je primerno za vsakogar. Prilagodi se posameznikovemu predznanju. Vsak učeči se lahko vključi v različne stopnje in pokaže svoje sposobnosti.

Raziskave na področju predhodnih izkušenj in rabe strategij poučevanja nakazujejo, da imajo izkušnje pomembno vlogo pri implementaciji novosti v

pouk. Forbes (2013) se je osredinil na preučevanje vpliva dodiplomskega študija na usposobljenost učiteljev razrednega pouka na začetku profesionalne poti. Natančneje, osredinil se je na študijo rabe gradiv za učenje z raziskovanjem. Izhajal je iz študije, ki sta jo izvedla Loewenberg Ball in Forzani (2009), ki trdita, da se učitelji začetniki bolj kot ostali zatekajo k uporabi že pripravljenih učnih gradiv. To nakazuje, da je od učiteljeve sposobnosti preoblikovanja obstoječih gradiv odvisna raven vključitve učenja z raziskovanjem v pouk. Na stopnjo zmožnosti preoblikovanja učnih gradiv vplivajo učiteljevo predznanje, njegova prepričanja, lastnosti obstoječih gradiv (oblika, podporna gradiva ipd.), odnos do učnega načrta in okoliščine, v katerih poučuje. Seveda pa tudi lastnosti obstoječih gradiv, njihova oblika, organizacija in podporni materiali nedvomno vplivajo na to, kako in koliko jih učitelji uporabljajo (Forbes, 2013).

Iz rezultatov raziskave s prihodnjimi učitelji razrednega pouka je razvidno, da vsebine učnega načrta in obstoječa gradiva nimajo odločilnega vpliva na to, kako dobro jih prihodnji učitelji prilagajajo za učenje z raziskovanjem. Izkaže se, da imajo precejšen vpliv okoliščine, v katerih opravljajo praktično usposabljanje. Če je mentor praktičnega usposabljanja odprt za poskuse uporabe naprednih ali inovativnih učnih strategij, ima to odločilni vpliv, da jih prihodnji učitelj uporablja. Forbes (2013) ter Loewenberg Ball in Forzani (2009) poudarijo izkušnjo urjenja učenja z raziskovanjem na konkretnih vsebinah iz učnega načrta kot pozitivno. Na ta način si prihodnji učitelji krepijo samozavest in pozitivno naravnost do rabe učenja z raziskovanjem. Učinke praktičnega usposabljanja na vidik usposobljenosti in samozavesti prihodnjih (razrednih) učiteljev za pouk z raziskovanjem so preučevali tudi Sadaghiani, Costley, Sabella, Henderson in Singh (2009). Slednji ugotavljajo, da se je samozavest prihodnjih učiteljev razrednega pouka glede konceptualnega znanja, kot tudi usposobljenosti za poučevanje naravoslovnih vsebin z učenjem z raziskovanjem, po praktičnem usposabljanju na dodiplomski ravni študija, zmanjšala. Učinek praktičnega usposabljanja je kljub temu motivacijski, saj so študenti ob tem uvideli pomembnost dobre priprave na prihodnji poklic, hkrati pa ohranili tudi visoko pozitivno naravnost do naprednih pristopov k poučevanju, tudi pouka z raziskovanjem. Omenjeno kaže na pomen praktičnega usposabljanja in skrbne izbire mentorjev, ki delujejo v skladu s cilji študijskega programa ter so odprti za novosti na področju poučevanja in učenja.

## **Oprelitev problema in raziskovalna vprašanja**

Učinkovit učitelj lahko navdihuje učeče se, da se učijo, imajo radi predmet in so aktivni pri pouku nekega predmeta. V načrtovanju učenja z raziskovanjem ima učitelj pomembno vlogo. Usposobljen mora biti za razvijanje učnih

gradiv, ki podpirajo učenje. Študija Van Uum, Verhoeff in Peeters (2016) se nanaša na preučevanje učenja z raziskovanjem pri naravoslovju pri učiteljih razrednega pouka, katerih slednje predstavlja izziv, saj nimajo izkušenj učečih se s podpiranjem v različnih stopnjah učenja z raziskovanjem, kot so oblikovanje raziskovalnega vprašanja ter načrtovanje in izvedba raziskave. Za premostitev tega so predstavili pedagoški okvir, ki temelji na video analizah pedagoških intervencij učiteljev osnovnih šol, ki sodelujejo v projektih učenja z raziskovanjem.

Kakorkoli že, veliko držav ima programe, ki spodbujajo učenje z raziskovanjem in opolnomočijo učitelje z vedenjem o njem na permanentnih izobraževanjih (Aemase, 2014). Na področju naravoslovnega izobraževanja Evropska komisija poroča, da so pedagoške prakse, ki temeljijo na raziskovanju, učinkovitejše za poučevanje in učenje naravoslovja (Cavas, 2012; Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Henriksson in Hemmo, 2007). Kljub vsemu je realnost v razredih nekoliko drugačna, saj je učenje z raziskovanjem vseeno zapostavljeno. V slovenskem prostoru sta Petek in Glažar (2015) izvedla raziskavo z namenom, da preverita, ali se je na področju naravoslovnega izobraževanja v prvem triletju v slovenskih osnovnih šolah zgodil premik od spominskega znanja k znanju z razumevanjem. Poročata, da je tudi pri nas učenje z raziskovanjem v okrnjeni meri vključeno v proces učenja in poučevanja naravoslovnih pojmov v zgodnjem šolskem obdobju.

Na zgoraj omenjenem so bazirali trije nedavni evropski projekti, tj. PROFILLES (ang. *Professional Reflection Oriented Focus Inquiry-based Learning and Education through Science*), Projekt Fibonacci – učimo se z raziskovanjem in SUSTAIN (ang. *Supporting Science Teaching Advancement Through Inquiry*), ki so potekali tudi v našem prostoru. Njihov namen je bil premostiti zagate v naravoslovnem izobraževanju z izobraževanjem učiteljev, med drugim tudi učenja z raziskovanjem (Gostinčar Blagotinšek, 2013; Gostinčar Blagotinšek, 2014; Hoolbrok in Rannikmae, 2014; Pavlin in Devetak, 2015).

Omeniti velja, da je raziskovanje posebej izpostavljeno v učnem načrtu za predmet Naravoslovje in tehnika, ki ga poučujejo učitelji razrednega pouka v 4. in 5. razredu osnovne šole. Med splošnimi cilji predmeta je navedeno, da učenci pri predmetu usvajajo in se urijo v metodologiji raziskovanja (pojavov, procesov in stanj) s tem, da si zastavljajo vprašanja, oblikujejo domneve, načrtujejo poskuse (in kontrolo spremenljivk), zbirajo podatke, obdelujejo podatke, interpretirajo podatke, oblikujejo zaključke ter sporočajo svoje ugotovitve (Vodopivec, Papotnik, Gostinčar Blagotinšek, Skribe Dimec in Balon, 2011). Pri predmetu Spoznavanje okolja, ki je v predmetniku 1. triletja osnovne šole in ga poučujejo učitelji razrednega pouka, pa so tudi nakazani deli, ki se nanašajo na učenje z raziskovanjem pri opredelitvi cilja, pri

čemer je med drugim navedeno, da je cilj predmeta tudi organizacija pouka (ustvarjanje pogojev in priložnosti), ki bo omogočal razvijanje sposobnosti (spretnosti, postopkov): primerjanja, razvrščanja, urejanja, merjenja, zapisovanja podatkov (matematična kompetenca v znanosti in tehnologiji), napovedovanja in sklepanja, eksperimentiranja ter sporočanja (kompetence sporazumevanja v maternem jeziku, digitalna pismenost) (Kolar, Krnel in Velkavrh, 2011).

Omenjeno je vodilo do zasnove raziskave, s katero smo želeli ugotoviti, kakšne so izkušnje prihodnjih učiteljev razrednega pouka z učenjem z raziskovanjem in njihovo stališče do le-tega.

Zastavljena so bila naslednja raziskovalna vprašanja:

1. V kolikšni meri so prihodnji učitelji razrednega pouka seznanjeni z učenjem z raziskovanjem?
2. Kakšna so stališča prihodnjih učiteljev do splošnih postavk učenja z raziskovanjem?
3. Kakšna so stališča prihodnjih učiteljev do postavk učenja z raziskovanjem, ki se nanašajo na vlogo učitelja?
4. Kakšna so stališča prihodnjih učiteljev do postavk učenja z raziskovanjem, ki se nanašajo na vplive učenja z raziskovanjem na učence?
5. V katerih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem se pojavijo statistično značilne razlike med tistimi prihodnjimi učitelji, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, tistimi, ki niso slišali, in tistimi, ki tega ne vedo?
6. V katerih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem se pojavijo statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji razrednega pouka glede na raven izkušnje z učenjem z raziskovanjem?
7. V katerih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem se pojavijo statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji razrednega pouka, ki različno samoocenijo znanje o učenju z raziskovanjem?
8. V katerih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem se pojavijo statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji razrednega pouka glede na raven težje po novem znanju o učenju z raziskovanjem?

## Metode

Raziskava je bila narejena s študenti 3. letnika razrednega pouka v začetku poletnega semestra študijskega leta 2019/2020.

### Vzorec

Način vzorčenja je neslučajnostni, priložnosti. Vzorec predstavlja 74 prihodnjih učiteljev razrednega pouka, študentov 3. letnika prvostopenjskega študijskega programa Razredni pouk Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Študenti so do februarja 2020 že obiskovali predmete, ki so pokrivali naravoslovne vsebine in splošno didaktiko, v katerih so bile nekatere vsebine zasnovane na učenju z raziskovanjem.

### Instrument

Za namen raziskave je bil oblikovan anketni vprašalnik, ki vsebuje 26 enot. Od tega je 24 trditvev, ki so jih prihodnji učitelji ovrednotili na petstopenjski lestvici Likertovega tipa. Vprašalnik je razdeljen na štiri dele. Prvi del se nanaša na seznanjenost z učenjem z raziskovanjem (1 zaprto vprašanje, 1 odprto vprašanje, 3 trditve). Drugi del se nanaša na splošne postavke stališča do učenja z raziskovanjem (10 trditvev). Tretji del se nanaša na postavke vloge učitelja pri učenju z raziskovanjem z gledišča prihodnjih učiteljev (5 trditvev). Četrty del se nanaša na postavke vplivov učenja z raziskovanjem na učeče se z gledišča prihodnjih učiteljev (6 trditvev).

### Opis postopka zbiranja in obdelave podatkov

Anketni vprašalnik je bil dostopen na spletu v februarju 2020. Prihodnji učitelji so bili pozvani k izpolnjevanju anketnega vprašalnika na prvih predavanjih predmeta Didaktika naravoslovja I v poletnem semestru študijskega leta 2019/2020. Vsi podatki so bili zbrani v Excelu in statistično obdelani v programu IBM SPSS Statistics 22. Pri odprtem vprašanju smo podatke sprva kvalitativno obdelali (Vogrinc, 2008). Sledila je uporaba osnovne deskriptivne statistike. Zaradi nenormalne porazdelitve podatkov sta uporabljena mediana (*Mdn*) in interkvartilni razpon (*IQR*) ter za ugotavljanje statistično pomembnih razlik med prihodnjimi učitelji z različnimi lastnostmi o specifičnih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem neparametrični test, tj. Kruskal-Wallisov test. Statistično hipotezo smo testirali s stopnjo napake 5 % ( $p = 0,05$ ). Kot mero za velikost učinka smo uporabili  $\eta^2$ . Cohen (1988) je navedel meje za opredelitev majhnih (0,01), srednjih (0,06) in velikih (0,14) učinkov.

## Rezultati z diskusijo

Rezultati z diskusijo so predstavljeni po raziskovalnih vprašanjih.

Prvo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na seznanjenost prihodnjih učiteljev razrednega pouka z učenjem z raziskovanjem. V tabeli 3 je navedeno, da je 78,4 % anketiranih prihodnjih učiteljev navedlo, da so že slišali za učenje z raziskovanjem. Pri odprtem vprašanju, kje so slišali za učenje z raziskovanjem, je 14,9 % prihodnjih učiteljev navedlo, da so slišali za učenje z raziskovanjem na preduniverzitetni ravni, ostali pa na univerzitetni ravni. 37,9 % prihodnjih učiteljev poroča, da so v času študija izkusili učenje z raziskovanjem, medtem ko jih 29,4 % poroča, da te izkušnje niso bili deležni (tabela 4). Rezultati nakazujejo, da je učenje z raziskovanjem v neki meri zapostavljeno, kot že poročajo različni raziskovalci (Cavas, 2012; Petek in Glažar, 2015; Rocard idr., 2007). Iz tabele 5 je razvidno, da sta približno dve tretjini prihodnjih učiteljev ovrednotili trditev, da o učenju z raziskovanjem veliko vedo, s sploh se ne strinjam in ne strinjam se. 96,0 % prihodnjih učiteljev se želi še kaj naučiti o učenju z raziskovanju (tabela 6), kar nakazuje na ozaveščenost o pomenu nenehnega izobraževanja učiteljev in s tem na pomen usposobljenosti učiteljev za uspešno vodenje raziskovalnega pouka (Cencič in Cenčič, 2002).

**Tabela 3**

*Slišal sem za pristop učenje z raziskovanjem*

	<i>f</i>	<i>f %</i>
Da	58	78,4
Ne	9	12,2
Ne vem	7	9,5
Skupaj	74	100,0

**Tabela 4**

*V času študija sem izkusil pouk učenja z raziskovanjem*

	<i>f</i>	<i>f %</i>
Sploh se ne strinjam	6	8,1
Ne strinjam se	15	20,3
Niti se strinjam niti ne strinjam	25	33,8
Strinjam se	19	25,7
Popolnoma se strinjam	9	12,2
Skupaj	74	100,0

**Tabela 5***O učenju z raziskovanjem veliko vem*

	<b>f</b>	<b>f %</b>
Sploh se ne strinjam	19	25,7
Ne strinjam se	28	37,8
Niti se strinjam niti ne strinjam	26	35,1
Strinjam se	1	1,4
Popolnoma se strinjam	0	0,0
Skupaj	74	100,0

**Tabela 6***O učenju z raziskovanjem bi se rad še kaj naučil*

	<b>f</b>	<b>f %</b>
Sploh se ne strinjam	0	0,0
Ne strinjam se	0	0,0
Niti se strinjam niti ne strinjam	3	4,1
Strinjam se	17	23,0
Popolnoma se strinjam	54	73,0
Skupaj	74	100,0

Drugo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na splošne postavke stališča prihodnjih učiteljev do učenja z raziskovanjem. Iz tabele 7 je razvidno, da se prihodnji učitelji razrednega pouka strinjajo s trditvami, da je učenje z raziskovanjem šolska raziskovalna dejavnost, da so v pouk vneseni vidni elementi znanstvenega dela ter da je pri učenju z raziskovanjem pomembnem razvoj spretnosti in veščin.

Prihodnji učitelji se niso strinjali s trditvami, da je pouk z raziskovanjem neorganiziran in kaotičen, da je učenje z raziskovanjem primerno le za osnovno šolo, da je učenje z raziskovanjem ravnanje s pripomočki ter da je rezultat učenja težko preveriti in oceniti. Omenjeno nakazuje, da so prihodnji učitelji že premostili nekatere nerealne predstave – mite – o učenju z raziskovanjem, ki so navedeni v tabeli 2 (Olson in Loucks-Hersley, 2000; Krnel, 2007; Wabisabi Learning, 2020).



**Tabela 7**

*Stališče prihodnjih učiteljev do splošnih postavk učenja z raziskovanjem. Posamezno trditev so prihodnji učitelji ovrednotili na lestvici od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 5 pomeni »popolnoma se strinjam«. Navedena sta mediana (Mdn) in interkvartilni razpon (IQR) ocen strinjanja.*

<b>Trditev</b>	<b>Mdn</b>	<b>IQR</b>
Učenje z raziskovanjem je zadnji hit v poučevanju naravoslovja.	3,00	2,00
Učenje z raziskovanjem je šolska raziskovalna dejavnost.	4,00	1,00
Učenje z raziskovanjem je sinomim za eksperimentalno delo.	3,00	2,00
Učenje z raziskovanjem je ravnanje s pripomočki učečega se.	2,00	2,00
Pri učenju z raziskovanjem so v pouk vnešeni vidni elementi znanstvenega dela.	4,00	2,00
Vsako naravoslovno vprašanje je raziskovalno vprašanje.	3,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem je pomemben razvoj spretnosti in veščin.	4,00	1,00
Pouk z raziskovanjem je neorganiziran in kaotičen.	1,00	1,00
Učenje z raziskovanjem je primerno le za osnovno šolo.	1,00	0,00
Rezultate učenja z raziskovanjem je težko preveriti in oceniti.	2,00	1,50

Tretje raziskovalno vprašanje se je nanašalo na stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do postavk učenja z raziskovanjem, ki se nanašajo na vlogo učitelja. Prihodnji učitelji pojmujejo vlogo učitelja, kot je prikazano v tabeli 8. Strinjajo in popolnoma se strinjajo s trditvama, ki se nanašata na vlogo učitelja kot usmerjevalca učečih se, ko ti samostojno raziskujejo, in vlogo učitelja pri razvoju naravoslovnega jezika. Tu se vidi, da so seznanjeni z vlogo učitelja, ki je razvidna iz navedbe stopenj znanstvene metode, s katerimi si učitelj pomaga pri načrtovanju učenja z raziskovanjem (Krnell, 2007).

Ne strinjajo se s trditvama, da pri učenju z raziskovanjem učitelj predvsem odgovarja na vprašanja učečih se in da se učenje z raziskovanjem lahko izvede brez vsebine. Pri trditvi, ki se je nanašala na pripravo dejavnosti vseh naravoslovnih tem na način učenja z raziskovanjem, so navedli, da se niti ne strinjajo niti strinjajo. Omenjeni trditvi sta v tabeli 2 predstavljeni kot mita, kar kaže, da prihodnji učitelji v zadostni meri razlikujejo med pristopom in učno vsebino ter smiselno izbrano rabo različnih pristopov pri različnih vsebinah (Olson in Loucks-Hersley, 2000; Krnell, 2007; Sadaghiani, Costley, Sabella, Henderson in Singh, 2009; Wabisabi Learning, 2020). Vrednotenje

trditve o pripravi dejavnosti vseh naravoslovnih vsebin na način učenja z raziskovanjem nakazuje na morebitno ozaveščenost prihodnjih učiteljev s tem, da je učenje z raziskovanjem pristop pri določenih vsebinah, pri katerih je postavljanje resničnih vprašanj, ki učeče se pozitivno spodbuja k učenju (Wells, 2001).

### Tabela 8

*Stališče prihodnjih učiteljev razrednega pouka do postavk učenja z raziskovanjem, ki se nanašajo na vlogo učitelja. Posamezno trditev so prihodnji učitelji ovrednotili na lestvici od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 5 pomeni »popolnoma se strinjam«. Navedena sta mediana (Mdn) in interkvartilni razpon (IQR) ocen strinjanja.*

Trditev	Mdn	IQR
Učitelj naj za vse naravoslovne teme pripravi dejavnosti učenja z raziskovanjem.	3,00	1,00
Učitelj v procesu učenja z raziskovanjem predvsem usmerja učeče se, medtem ko ti samostojno raziskujejo.	5,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem ima učitelj pomembno vlogo pri razvijanju naravoslovnega jezika.	4,00	2,00
Učitelj učenje z raziskovanjem lahko izvede brez vključevanja učne vsebine.	2,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem učitelj predvsem odgovarja na vprašanja učečih se.	2,00	1,50

Četrto raziskovalno vprašanje se je nanašalo na stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem pri postavkah o vplivih učenja z raziskovanjem na učence. Prihodnji učitelji se popolnoma strinjajo s trditvami, da učenje z raziskovanjem prispeva k sposobnosti organizacije in vodenja lastnega učenja učečih se, ozaveščanju lastne vloge pri učnem procesu, urjenju sporočanja in k pozitivni klimi v razredu. Strinjajo se s trditvijo, da pri učenju z raziskovanjem učeči se razvijajo opazovanje, formuliranje vprašanj in eksperimentiranje. Petek in Glažar (2015) trdita, da je pri učenju z raziskovanjem v ospredju učeči se, ki gradi razumevanje in osmišlja informacije (Petek in Glažar, 2015). Krnel (2014), Olson in Loucks-Horsley (2000) in CIBL (2020) navajajo, da se pri učenju z raziskovanjem učeči se urijo v postavljanju raziskovalnih vprašanj, razvijajo opazovanje, oblikovanje sklepov, se urijo v sporočanju itd., česar se zavedajo tudi prihodnji učitelji razrednega pouka.

**Tabela 9**

*Stališče prihodnjih učiteljev razrednega pouka do postavk učenja z raziskovanjem, ki se nanašajo na vpliv učenja z raziskovanjem na učeče se. Posamezno trditev so prihodnji učitelji ovrednotili na lestvici od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 5 pomeni »popolnoma se strinjam«. Navedena sta mediana (Mdn) in interkvartilni razpon (IQR) ocen strinjanja.*

<b>Trditev</b>	<b>Mdn</b>	<b>IQR</b>
Skozi učenje z raziskovanjem učeči se postajajo sposobnejši sami organizirati in voditi lastno učenje.	5,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem učeči se razvijajo opazovanje, formuliranje vprašanj in eksperimentiranje.	4,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem učeči se ozavešča, da je v ospredju učnega procesa.	5,00	1,00
Pri učenju z raziskovanjem se učeči se urijo v sporočanju sklepov kolegom.	5,00	1,00
Učenje z raziskovanjem prispeva k pozitivni klimi v učilnici/pre-davalnici.	5,00	1,00
Učenje z raziskovanjem je učinkovito le, kadar učeči se sami oblikujejo vprašanje.	3,00	1,00

Peto raziskovalno vprašanje se je nanašalo na identifikacijo razlik med tistimi prihodnjimi učitelji, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, niso slišali ali ne vedo, in postavkam stališča do učenja z raziskovanjem, predstavljenih v tabelah 7-9. Rezultati Kruskal-Wallisovega testa kažejo, da so statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, niso slišali ali tega ne vedo, in stopnjo strinjanja s trditvijo, da je učenje z raziskovanjem možno in učinkovito le, kadar učeči se sami oblikujejo vprašanje (Kruskal-Wallis  $\chi^2(2) = 11,355$ ,  $p = 0,003$ ,  $\eta^2 = 0,148$ ). Tisti, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, se v večji meri strinjajo s trditvijo, da je učenje z raziskovanjem možno in učinkovito le, kadar učeči se sami oblikujejo vprašanje, kot tisti, ki zanj niso slišali, medtem ko med tistimi, ki so slišali in tistimi, ki ne vedo, ni statistično pomembnih razlik. Omenjeno nakazuje, da ni dovolj ozaveščen, da je izvor raziskovalnega vprašanja nepomemben, kadar je pridobivanje znanja pomembnejše (Olson in Loucks-Hersley, 2000).

Iz rezultata Kruskal-Wallisovega testa je razvidno tudi, da so statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji razrednega pouka, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, niso slišali ali tega ne vedo, in stopnjo strinjanja s trditvijo, da je učenje z raziskovanjem le za učno sposobnejše učeče se (Kruskal-Wallis

$\chi^2(2) = 10,396$ ,  $p = 0,006$ ,  $\eta^2 = 0,133$ ). Tisti, ki so slišali za učenje z raziskovanjem, se v manjši meri strinjajo z navedeno trditvijo kot tisti, ki ne vedo, ali so slišali za učenje z raziskovanjem. Omenjeno nakazuje na poznavanje spoznanj Krnela (2014), ki trdi, da je učenje z raziskovanjem primerno za posameznike z različnimi učnimi sposobnostmi. Posameznik se lahko vključi v različne stopnje učenja z raziskovanjem in pokaže svoje sposobnosti.

Šesto raziskovalno vprašanje se nanaša na identifikacijo razlik v postavkah stališča do učenja z raziskovanjem (tabele 7–9) in izkušnjo prihodnjih učiteljev razrednega pouka z učenjem z raziskovanjem. Kruskal-Wallisov test kaže, da so statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji z različno opredeljeno izkušnjo s poukom učenja z raziskovanjem in stopnjo strinjanja s trditvijo, da je vse vsebine naravoslovja treba poučevati z raziskovanjem (Kruskal-Wallis  $\chi^2(4) = 9,859$ ,  $p = 0,043$ ,  $\eta^2 = 0,096$ ). Kaže se, da čim večja je stopnja strinjanja s trditvijo: »V času študija sem izkusil pouk učenja z raziskovanjem«, tem večja je stopnja strinjanja s trditvijo o tem, da je vse vsebine naravoslovja treba poučevati z raziskovanjem. Omenjeno nakazuje na napačno interpretacijo prihodnjih učiteljev razrednega pouka, da je učenje z raziskovanjem pri pouku naravoslovja edina izbira. Kot navedeno v tabeli 2 pri pojasnilih mitov o učenju z raziskovanjem, vseh vsebin ni mogoče poučevati na enak način. Obenem je uporaba zgolj ene metode pri pouku naravoslovja demotivacijska za učenje (Olson in Loucks-Hersley, 2000; Krnel, 2014; Wabisabi Learning, 2020). Prihodnje učitelje je smotrno še bolj vpeti v urjenje učenja z raziskovanja, saj, kot poročajo Forbes (2013) ter Loewenberg Ball in Forzani (2009), imajo konkretne izkušnje in praktično usposabljanje pomembno vlogo pri delovanju prihodnjih učiteljev razrednega pouka.

Sedmo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na identifikacijo razlik v postavkah stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem, nanašajoč se na samooceno znanja o učenju z raziskovanjem. Rezultati Kruskal-Wallisovega testa kažejo, da so statistično značilne razlike med prihodnjimi učitelji z različno samoocenjenim znanjem in stopnjo strinjanja s trditvijo, da je rezultate učenja z raziskovanjem težko preveriti in oceniti (Kruskal-Wallis  $\chi^2(3) = 8,309$ ,  $p = 0,040$ ,  $\eta^2 = 0,086$ ). Čim večja je stopnja strinjanja s trditvijo: »0 učenju z raziskovanjem veliko vem«, tem manjša je stopnja strinjanja s trditvijo, da je rezultate učenja z raziskovanjem težko preveriti in oceniti. Omenjeno nakazuje, da slabše poznavanje učenja z raziskovanjem lahko vodi do zasidranja mnenja pri prihodnjih učiteljih razrednega pouka, da je ocenjevanje učenja z raziskovanjem težko ocenjevati, čeprav Krnel (2014) trdi, da je slednje možno enako uspešno kot v primeru rabe bolj tradicionalnih pristopov. Navaja, da učitelj pri učenju z raziskovanjem lahko oceni potek dejavnosti, portfolio, poročila vaj ipd. Prakse pa kažejo, da je določene segmente možno oceniti tudi na bolj tradicionalne načine.

Osmo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na identifikacijo razlik v postavkah stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka do učenja z raziskovanjem, nanašajoč se na težnjo prihodnjega učitelja razrednega pouka po novem znanju o učenju z raziskovanjem. Statistično značilne razlike se postavijo pri štirih postavkah stališča učenja z raziskovanjem (tabele 7–9). Čim večja je stopnja strinjanja s trditvijo: »O učenju z raziskovanjem bi se rad še kaj naučil«, tem večja je stopnja strinjanja s trditvama, da je učitelj v procesu učenja z raziskovanjem usmerjevalec učečih se, medtem ko ti samostojno raziskujejo (Kruskal-Wallis  $\chi^2(2) = 7,075$ ,  $p = 0,029$ ,  $\eta^2 = 0,079$ ), in da učenje z raziskovanjem prispeva k pozitivni klimi v učilnici/predavalnici (Kruskal-Wallis  $\chi^2(2) = 12,788$ ,  $p = 0,002$ ,  $\eta^2 = 0,169$ ). Omenjeno nakazuje, da se prihodnji učitelji, ki imajo težnjo po poglobljanju znanja, zavedajo pomena tovrstnega pristopa za izboljšanje razredne klime, o čemer poroča tudi Moote (2019). Ta trdi, da so učeči se prek učenja z raziskovanjem pri naravoslovju doživeli znatno povečanje ravni samoreguliranosti učenja, samoodločanja, samoučinkovitosti, notranje motivacije in splošne motivacije za naravoslovje za sodelovanje pri dejavnostih.

Čim večja je stopnja strinjanja s trditvijo »O učenju z raziskovanjem bi se rad še kaj naučil«, tem manjša je stopnja strinjanja s trditvijo, da je učenje z raziskovanjem primerno le za osnovno šolo (Kruskal-Wallis  $\chi^2(2) = 9,403$ ,  $p = 0,009$ ,  $\eta^2 = 0,118$ ). Naj poudarimo, da je učenje z raziskovanjem primerno za vse ravni izobraževanja, čeprav pogosto v srednjih šolah in na fakultetah zanj zmanjka časa (Wabisabi Learning, 2020). Visokošolski učitelji še vedno pogosto dojemajo le predavanja kot primerno strategijo za podajanje velikih količin informacij v kratkem času (Krnal, 2014).

Prihodnji učitelji, ki navajajo, da se strinjajo s trditvijo »O učenju z raziskovanjem bi se rad še kaj naučil«, navajajo nižjo raven strinjanja s trditvijo, da je rezultate učenja z raziskovanjem težko preveriti in oceniti, kot tisti, ki se s trditvijo popolnoma strinjajo (Kruskal-Wallis  $\chi^2(2) = 11,070$ ,  $p = 0,004$ ,  $\eta^2 = 0,144$ ). Kot že večkrat navedeno, je tudi rezultate učenja z raziskovanjem mogoče oceniti dovolj uspešno, če ima učitelj jasen namen ocenjevanja (Harlen, 2013; Krnal, 2014).

## Zaključek

V prispevku predstavljena študija obravnava izkušnje in stališča prihodnjih učiteljev razrednega pouka z učenjem z raziskovanjem. Rezultati kažejo, da so prihodnji učitelji razrednega pouka že slišali za učenje z raziskovanjem, približno tretjina ga še ni izkusila med šolanjem na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Dve tretjini prihodnjih učiteljev razrednega pouka o učenju

z raziskovanjem malo ve in večina bi se rada o njem še nekaj naučila. Pri splošnih postavkah stališča do učenja z raziskovanjem se kaže, da prihodnji učitelji razrednega pouka povečini pojmujejo učenje z raziskovanjem v skladu s spoznanji stroke. Med prihodnjimi učitelji razrednega pouka z različnimi lastnostmi (poznavanje pojma učenja z raziskovanjem, izkušnja, samoocena znanja, želja po novem znanju) so statistično pomembne razlike zgolj v peščici postavk stališča do učenja z raziskovanjem. Ob določeni lastnosti učitelja se pojavijo statistično pomembne razlike v 4 postavkah od 21 navedenih. Nanašajo se na učinkovitost ob postavljanju vprašanj, primernost za različne učeče se, poučevanje vseh naravoslovnih vsebin, zahtevnost ocenjevanja, primernost za osnovno šolo, vlogo učitelja, klimo v razredu.

Izsledkov raziskave ne moremo posplošiti na osnovno množico prihodnjih učiteljev razrednega pouka, saj je bilo vključenih 76 študentov le enega letnika z ene univerze. V Sloveniji imamo 3 univerze, na katerih se šolajo prihodnji učitelji razrednega pouka, pri čemer je skupno število razpisanih mest za vpis v 1. letnik prvostopenjskega študijskega programa Razredni pouk 225. Tudi izbira instrumenta z zgolj vrednotenjem trditev in brez podanih utemeljitev delno omejuje sklepe.

Ob oblikovanju odgovorov na raziskovalna vprašanja so se pojavile številne ideje za nadaljnje raziskovanje. Zanimivo bi bilo raziskati, kako se določene postavke stališča do učenja z raziskovanjem prihodnjih učiteljev razrednega pouka odražajo pri njihovem samostojnem načrtovanju različnih oblik (od vodene do odprte) učenja z raziskovanjem in izvajanju pouka z raziskovanjem na konkretnih vsebinah iz učnega načrta za predmet spoznavanje okolja ter iz učnega načrta za predmet naravoslovje in tehniko ter kako se s časom spreminjajo.

## **Zahvala**

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOVUP).

## Literatura

- Aemase. (2014). *Inquiry-Based Science Education*. [https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/AEMASE-conference-report\\_Primer\\_digital.pdf](https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/AEMASE-conference-report_Primer_digital.pdf)
- Blažič, M., Ivanuš Grmek, M., Kramar, M. in Strmčnik, F. (2003). *Didaktika*. Novo mesto: Visokošolsko središče, Inštitut za raziskovalno in razvojno delo.
- Cavas, B. (2012). The meaning of and need for inquiry based science education (IBSE). *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 4–6.
- Cencič, Ma. in Cencič, Mi. (2002). *Priročnik za spoznavno usmerjen pouk*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- CIBL: The Center for Inquiry-Based Learning. (2020). <https://ciblearning.org/>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31(787), 121–127.
- Forbes, C. T. (2013). Curriculum-Dependent and Curriculum-Independent Factors in Preservice Elementary Teachers' Adaptation of Science Curriculum Materials for Inquiry-Based Science. *Journal of Science Teacher Education*, 24, 179–197.
- Gostinčar Blagotinšek, A. (2013). Projekt Fibonacci – učimo se z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica: za učitelje, vzgojitelje in starše*, 18(1), 10–11.
- Gostinčar Blagotinšek, A. (2014). Predstavitev projekta SUSTAIN in vabilo k sodelovanju. *Naravoslovna solnica: za učitelje, vzgojitelje in starše*, 19(1), 10–11.
- Gostinčar Blagotinšek, A. (2016). *Raziskovalni pouk fizikalnih vsebin naravoslovja na razredni stopnji. Doktorska disertacija*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP).
- Holbrook, J. in Rannikmae, M. (2013). *Guidebook for Providers of Continuous Professional Development within PROFILES*. [http://www.icasonline.net/profiles/CPD\\_guide.pdf](http://www.icasonline.net/profiles/CPD_guide.pdf)
- Holbrook, J. in Rannikmae, M. (2014). The philosophy and approach on which the PROFILES project is based. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 4(1), 9–29.
- Kolar, M., Krnel, D. in Velkavrh, A. (2011). *Spoznavanje okolja. Učni načrt. Program osnovna šola*. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Krnel, D. (2007). Pouk z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica*, 11(3), 8–11.
- Krnel, D. (2014). Miti o učenju z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica*, 11(1), 34–35.
- Labinowicz, E. (1989). *Izvirni Piaget: mišljenje-učenje-poučevanje*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Loewenberg Ball, D. in Forzani, F. M. (2009). The Work of Teaching and the Challenge for Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 60(5), 497–511.
- Moote, J. (2019). Investigating the impact of classroom climate on UK school students taking part in a science inquiry-based learning programme – CREST. *Research Papers in Education*.
- Olson, S. in Loucks-Horsley, S. (ur.) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Pavlin, J. in Devetak, I. (2015). The PROFILES approach to teaching and learning physics in Slovenia. V C. Fazio in R. M. Sperandeo-Mineo (ur.), *Teaching/learning physics: integrating research into practice*, GIREF - MPL 2014 International Conference, July 7-12, 2014 (str. 879-887). Palermo, Italy: Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Fisica e Chimica.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W. in Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)
- Pavlin, J., Gostinčar Blagotinšek, A. in Krnel, D. (2021). Učenje z raziskovanjem in njegovo preučevanje v visokošolskem prostoru. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 29-53). Ljubljana: Založba Univerze.
- Petek, D. in Glažar, S. A. (2015). Raziskovalno učenje za kakovostno znanje naravoslovja v zgodnjem šolskem obdobju. V D. Hozjan (ur.), *Aktivnosti učencev v učnem procesu* (str. 403-417). Koper: Univerzitetna založba Annales.
- Sadaghiani, H. R., Costley, S. N., Sabella, M., Henderson, C. in Singh, C. (2009). *The Effect of an Inquiry-Based Early Field Experience on Pre-Service Teachers' Content Knowledge and Attitudes Toward Teaching*. V M. Sabella, C. Henderson in Ch. Singh (ur.), *Physics Education Research Conference* (str. 253-256). American Institute of Physics.
- Skribe Dimec, D. (1996). Pouk zgodnjega naravoslovja. *Naravoslovna solnica*, 1(1), 12-13.
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P. in Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450-469.
- Vodopivec, I., Papatnik, A., Gostinčar Blagotinšek, A., Skribe Dimec, D. in Balon, A. (2011). *Naravoslovje in tehnika. Učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Vogrinc, J. (2008). *Kvalitativno raziskovanje na pedagoškem področju*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Wabisabi Learning. (2020). *Miti o učenju z raziskovanjem*. <https://wabisabilearning.com/blogs/inquiry/inquiry-based-learning-myths>
- Wells, G. (2001). *Action, Talk & Text: Learning & Teaching through Inquiry*. New York, NY: Teachers College Press.
- Woolfolk, A. (2002). *Pedagoška psihologija*. Ljubljana: Educy.





## POJMOVANJE UČENJA Z RAZISKOVANJEM Z GLEDIŠČA PRIHODNIJH UČITELJEV NARAVOSLOVJA

*Jerneja Pavlin*

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Prispevek predstavlja izsledke raziskave o učenju z raziskovanjem in se osredini na preučevanje seznanjenosti prihodnjih učiteljev naravoslovja v osnovni šoli z učenjem z raziskovanjem, stališč prihodnjih učiteljev naravoslovja do učenja z raziskovanjem pred in po izkušnji z njim pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, identifikacijo prednosti in slabosti strategije raziskovalnega pouka, navedbo lastnih primerov za raziskovalni pouk kot tudi utemeljevanje značilnosti učenja z raziskovanjem na primerih. V raziskavo je bilo vključenih 19 študentov 4. letnika prvostopenjskega študijskega programa dvopredmetni učitelj, ki so obiskovali predmet Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju. Podatki so bili zbrani dvakrat z vprašalnikom v e-obliki, in sicer pred in po raziskovalnem pouku v obsegu 6 ur. Iz rezultatov je razvidno, da so bili vsi prihodnji učitelji naravoslovja predhodno seznanjeni z učenjem z raziskovanjem. Okoli tretjina jih je ocenila, da so med študijem že izkusili raziskovalni pouk. Večina prihodnjih učiteljev naravoslovja je navedla, da si želi poglobiti znanja o učenju z raziskovanjem. Prihodnji učitelji naravoslovja navajajo vsaj dve prednosti raziskovalnega pouka, povečini izkušnjsko učenje in razvoj drugih kompetenc. Kot omejitev raziskovalnega pouka izpostavijo čas. Pred in po izvedbi pouka z raziskovanjem so bile v največ navedenih primerih pouka z raziskovanjem zastopane fizikalne vsebine. Po izkušnji pouka z raziskovanjem prihodnji učitelji naravoslovja v večji meri pravilno utemeljijo, kdaj dejavnost pokriva učenje z raziskovanjem. Zaznati je tudi napredek v postavljanju raziskovalnih vprašanj na temo tokovi, na primeru katere so izkusili učenje z raziskovanjem pri predmetu. Omenjeno nakazuje, da je treba prihodnje učitelje naravoslovja še bolj opolnomočiti z znanji o učenju z raziskovanjem in jim predstaviti raznolike teme, da bo implementacija v prakso čim uspešnejša.

**Ključne besede:** prihodnji učitelji, naravoslovje, pojmovanja, raziskovalni pouk, učenje z raziskovanjem

### **Uvod**

Pogoste razprave v visokošolskem prostoru so, kako v pouk celostno vključiti študente, kako jih motivirati, da se naučijo več in bolj poglobljeno, česar standardne oblike pouka v visokošolskem prostoru pogosto ne omogočajo. Pristop učenja z raziskovanjem navedeno omogoča, saj so

študenti v vlogi raziskovalcev. Spodbujeni so k poglobljanju razumevanja narave naravoslovja in ugotavljanju, kako delujeta naravoslovje in širša znanost. Študenti poglobljajo znanja, oblikujejo hipoteze, razvijajo analitično mišljenje ipd. (Blažič, Ivanuš Grmek, Kramar in Strmčnik, 2003; Pavlin, Gostinčar Blagotinšek in Krnel, 2021). Slednje je pomembno na vseh ravneh naravoslovnega izobraževanja, zato je treba tudi ustrezno opolnomočiti prihodnje učitelje naravoslovja.

V pričujočem prispevku predstavimo učenje z raziskovanjem in seznanjenost prihodnjih učiteljev naravoslovja v osnovni šoli z učenjem z raziskovanjem, njihovimi stališči do učenja z raziskovanjem pred in po izkušnji z njim pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, navedbo prednosti in slabosti strategije raziskovalnega pouka, zapisom lastnih primerov za raziskovalni pouk kot tudi prepoznanih značilnosti učenja z raziskovanjem na primerih.

## **Teoretična izhodišča**

Raziskovalni pouk je opredeljen kot pristop k poučevanju, ki posnema raziskovanje v znanosti (ang. *Inquiry-based Science Education*). Zanj v našem prostoru uporabljamo več izrazov, in sicer poleg termina »učenje z raziskovanjem« se uporabljajo tudi termini »raziskovalno učenje«, »raziskovalni pouk«, »pouk z raziskovanjem« (Gostinčar Blagotinšek, 2016). Razvidno je, da sta dva navedena termina osredinjena na učečega se in dva na učitelja. Gostinčar Blagotinšek (2016) izpostavi, da se v slovenskem šolskem prostoru termin »raziskovanje« pogosto uporablja za »opazovanje«.

V prispevku z naslovom *What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning?* je navedeno, da je učenje z raziskovanjem okvir za konceptualizacijo prednostnih nalog in vrednot avtentičnega poučevanja in učenja naravoslovja (Constantinou, Tsivitanidou in Rybska, 2018). Glavne značilnosti tega okvira vključujejo aktivno vključevanje učečih se v učni proces s poudarkom na znanju prek opazanj, izkušenj ali dopolnilnih virov dokazov; reševanju avtentičnih in problemskih učnih dejavnosti; dosledni praksi in razvoju veščin sistematičnega opazovanja, spraševanja, načrtovanja in merjenja z namenom pridobivanja verodostojnih podatkov; zavzetem sodelovanju učečih se pri skupinskem delu, medsebojni interakciji, oblikovanju diskurzivne argumentacije in komunikaciji z deležniki pouka kot glavnim procesom učenja; ter razvoju avtonomije in samoregulaciji učenja.

Raziskovalci z Duke University, ki se ponašajo s centrom za raziskovalni pouk, trdijo, da je raziskovanje način pridobivanja znanja (CIBL, 2021). Pri

tem učeči se postavljajo lastna raziskovalna vprašanja ali iščejo odgovore na učiteljeva raziskovalna vprašanja. Razlika med navedenim je, da se v prvem primeru učeči se učijo to, kar so si sami določili, v drugem primeru pa je bila učna vsebina določena s strani učitelja. Vloga učečih se je aktivna. Učenje z raziskovanjem se predstavlja kot navdihujoč način učenja naravoslovja z vključevanjem učencev v snovanje in izvajanje lastnih raziskav. Za učitelje odprto raziskovanje predstavlja izziv, saj nimajo izkušenj s podpiranjem učencev pri taki obliki raziskovanja (Van Uum, Verhoeff in Peeters, 2016).

V prispevku *Action, Talk & Text: Learning & Teaching through Inquiry* zasledimo, da učenje z raziskovanjem ni strategija dela naravoslovja, zgodovine ali kakega drugega predmeta, ki se prične z oblikovanjem raziskovalnega vprašanja in nadaljuje z raziskovanjem. Boljša opredelitev je, da gre za pristop pri določenih vsebinah, pri katerih postavljanje realnih vprašanj učeče se dobro spodbuja k učenju. Upoštevati velja, da so vsi potencialni odgovori učečih se vzeti tehtno in raziskani, v kolikor okoliščine to dopuščajo (Wells, 2001).

Kriteriji, kdaj lahko nekaj ujemimo pod učenje z raziskovanjem, so opredeljeni v delu *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (Olson in Loucks-Horsley, 2000). Razvidno je, da mora dejavnost vsebovati, da učeči se iščejo odgovor na raziskovalno vprašanje, da je odgovor na zastavljeno raziskovalno vprašanje oblikovan na podlagi opaženih ali izmerjenih dejstev, ki so temelj za razlago opazovanih pojavov, da so oblikovane razlage učečih se povezane z znanstvenim pojmovanjem nekega pojma in predznanjem učencev, da so razlage predstavljene in utemeljene.

Učenje z raziskovanjem se kaže za motivacijsko, učenci pri slednjem razvijajo raziskovalne spretnosti ter konstruirajo znanje in ozaveščajo njegov pomen. Obenem je lastnost učenja z raziskovanjem, da aktivno vključuje učence, od zastavljanja raziskovalnih vprašanj, eksperimentiranja, preverjanja napovedi, oblikovanja sklepov (Suduc, Bizoi in Gorghiu, 2015). Avtorji tudi poročajo, da so mladi pogosto bolj radovedni in motivirani za učenje, zato bi se morala prizadevanja učiteljev za krepitev zanimanja učencev za naravoslovje pričeti že zgodaj, tudi z uporabo raziskovalnega pouka.

Pogosto je raziskovalni pouk pojmovan kot eksperimentalno delo. Pavlin, Gostinčar Blagotinšek in Krnel (2021) omenijo, da učenje z raziskovanjem osmisli tudi pomen praktičnega dela, t. i. eksperimentiranja. Eksperimentalno delo je pri tradicionalnem pouku mnogokrat le utemeljitev delovanja stvari/pojava, ne pa razmislek o tem, kako lahko lastne ideje učencev pojasnjujejo opažanja. Učeči se je pri učenju z raziskovanjem premaknjen od pasivnega člana, sprejemnika informacij, k aktivnemu členu, ki prek primerjave lastnih zamisli ter primerjave z novimi situacijami in izkušnjami konstruira znanje in razumevanje.

Krnel (2007) navaja, da učitelji pri načrtovanju učenja z raziskovanjem uporabljajo standardne raziskovalne metode po stopnjah od 0 do 6. Ničta stopnja vključuje dejavnost učitelja, da skrbno izbere problem raziskovanja, pri čemer upošteva učne cilje in sposobnosti učečih se. V prvi stopnji učenci pokažejo, kaj o obravnavanem problemu, natančneje pojavu, objektu ali snovi, ki je predmet raziskovanja, že vedo. Kaj bodo učeči se raziskovali, je del druge stopnje. V okviru te se oblikuje raziskovalno vprašanje, na katerega bodo učeči se med poukom oblikovali odgovore nanj. Učitelj lahko delo prilagodi tako, da različne skupine učečih se delajo na različnem raziskovalnem vprašanju, če želi doseči več učnih ciljev. V okviru stopnje tri se izdelata načrt raziskave, ki mora biti čim bolj konkreten. Vsebuje naj natančen opis poskusa in opredeljene spremenljivke. Posebna pozornost je namenjena izvedbi poštenega poskusa. V okviru stopnje štiri se izvedejo poskusi, opazovanja in meritve. Pred izvedbo poskusa učitelj pregleda načrt poskusa. Če je ustrezen, se učenci lotijo izvedbe, skrbno opazujejo spremembe in zabeležijo opažanja ter zapišejo izmerke. Peta stopnja se nanaša na oblikovanje odgovorov na raziskovalno vprašanje, ki vključujejo vrednotenje in pojasnitev rezultatov. Težnja je, da so učeči se vodeni k oblikovanju splošnih trditev in zakonitosti. Zadnja, šesta stopnja se nanaša na sporočanje. V okviru slednjega učeči se predstavijo raziskavo, ugotovitve in vrednotenje. Predlog Krnela (2007) je, da učeči se izdelajo plakat, predstavitev v e-obliki ali kakšno drugo izbiro. V tej stopnji skupine učečih se lahko vrednotijo tudi delo drugih skupin ter se osredinijo na ocenjevanje poštenosti načrtovanih in izvedenih raziskav. Povzemanje ugotovitev, podani komentarji na načrtovanje in izvedbo ter sinteza so sklepno dejanje učitelja pri dejavnosti raziskovanja.

Učenje z raziskovanjem se lahko razlikuje po stopnji odprtosti (Holbrook in Rannikmae, 2014). Kriterij za odprtost je število navedenih komponent, ki so podane. Tako učitelji lahko podajo učencem naslednje: opredelitev problema, materiali in potrebščine, načrt dela, rešitev. Če so vse komponente podane, po Holbrook in Rannikmae (2014) dejavnosti ne umeščamo in pojmujeemo kot učenje z raziskovanjem. Cilj učenja z raziskovanjem je, da se učeči se sami dokopljejo do nekih novih spoznanj oz. da sami načrtujejo raziskavo. Avtorja navajata naslednje oblike učenja z raziskovanjem: strukturirana, vodena (A, B, C, D in E) in odprta. Posamezne oblike učenja z raziskovanjem se razlikujejo po tem, katere komponente raziskovanja so učečim se podane in katere morajo poiskati sami. Posamezne oblike učenja z raziskovanjem, ki so navedene v Holbrook in Rannikmae (2014), se lahko med učnim procesom prepletajo ali menjavajo iz ene oblike v drugo, odvisno od ravni zahtevnosti problema raziskovanja in sposobnosti učečih se.

Izkušnje imajo pomembno vlogo pri vpeljavi novosti v pouk. Forbes (2013) poroča o raziskavah na področju predhodnih izkušenj in rabe strategij

poučevanja. Osredinil se je na prihodnje učitelje razrednega pouka, in sicer na študijo rabe gradiv za učenje z raziskovanjem. Navaja, da se učitelji sploh na začetku karierne poti zatekajo k že pripravljenim gradivom. Posredno se nakazuje, da je odvisno od učitelja in njegovih sposobnosti, v kolikšni meri bo v obstoječa gradiva integriral učenje z raziskovanjem. V nadaljevanju navaja, da je veliko deležnikov, ki vplivajo na raven zmožnosti preoblikovanja gradiv, in sicer predznanje, prepričanja, lastnosti gradiv, učni načrt predmeta in okoliščine dela.

Ali je pri prihodnjih učiteljih naravoslovja drugače? Na področju izobraževanja prihodnjih učiteljev naravoslovja je bilo narejenih že kar nekaj raziskav, ki kažejo na pomen implementacije učenja z raziskovanjem pri njihovem študiju in prihodnjem delu, kjer naj bi vlogo učenca zamenjali z vlogo učitelja.

Prihodnji učitelji naravoslovja so med študijem deležni zelo različnega obsega usposabljanja za implementacijo raziskovalnega pouka v poučevanje. Občasno je zaslediti nerazumno idejo, da bodo učitelji, ki takega načina učenja niso bili deležni med šolanjem, z navdušenjem in kompetentno poučevali na tak način (Windschitl, 2002). Avtor navaja, da čeprav količina izkušenj z učenjem z raziskovanjem na vseh treh ravneh izobraževanja vpliva na učiteljev odnos in implementacijo pouka z raziskovanjem v lastni praksi, je pri učiteljih, katerih poučevanje je preučeval, opazil, da je bilo najučinkovitejšim skupno predhodno udejstvovanje v »pravem« raziskovanju. Izpostavi prav pomen dela na raziskovalnih projektih za prihodnje učitelje naravoslovnih predmetov. Kang, Bianchini in Kelly (2013) navajajo podobno, da je pričakovanje po zaključku študija, da bodo učitelji naravoslovja hipoma zamenjali vlogo učečega se z vlogo učitelja, ki implementira pouk raziskovanja v prakso in pri tem ustvarja okolje za pridobivanje znanja in spretnosti učencev, nerelano. Navajajo, da je smotrno, da se prihodnji učitelji naravoslovja izkusijo v obeh vlogah, vlogi učečega se in vlogi učitelja, na isti temi že med študijem. Obenem izpostavijo, da je med študijem večina eksperimentalnega dela kot tudi izkušenj usmerjena na potrjevanje znanega v okviru laboratorijskih vaj, in sicer po navodilih. Nekaj besed namenijo tudi pomanjkanju izkušenj s »pravim« raziskovanjem in omejeno spoznavanje odprtih primerov učenja z raziskovanjem.

McDermott, Shaffer in Constantinou (2000) izpostavijo pripravo učiteljev za uspešno delo. Navajajo pomen učinkovite rabe določenega pristopa poučevanja glede na učno vsebino. Poudarjajo, da je treba pristope poučevanja in učenja predstaviti in preučevati v kontekstu, v katerega bodo vpeljane. Drugače učitelji ne bodo prepoznali kritičnih elementov pristopa in ga prenesli na nove situacije. Če učitelji ne razumejo učne vsebine in pristopa poučevanja/učenja, direktne smernice ne morejo prepričati neustrezne rabe izvrstnih učnih gradiv. Podobno tudi drugi raziskovalci navajajo, da

učitelji mnogokrat poskušajo implementirati v pouk tisto, kar so izkustveno doživeli. Omenijo, da so pri pristopu raziskovalnega pouka potrebne skrbno strukturirane dejavnosti, za katere so raziskovalna vprašanja previdno zastavljena, in skupinsko delo, ki omogoča vrstniško učenje. Zgolj ravnanje učečega s pripomočki ni učenje z raziskovanjem. Pojmovanje pomena učenja z raziskovanjem je različno. Tako Cudova, Kubiátko, Radvanova in Cizkova (2013) izpostavijo problematiko naravoslovnih spretnosti učečih se. Menijo, da je učenje z raziskovanjem pomembno pri razvijanju spretnosti pri pouku biologije. Navajajo tudi, da učitelji biologije na osnovnih in srednjih šolah različno rangirajo postavke, ki se nanašajo na spretnosti, izhajajoče iz teoretičnih okvirov učenja z raziskovanjem, kaj naj bi jih učeči se usvojili ob zaključku osnovne oziroma srednje šole.

Hall in Hord (2011) trdita, da poklicni razvoj temelji na stališčih in pomislekih. Izhajajoč iz stališč, se izvedejo namere vedenja, iz slednjega pa dejansko vedenje. Omenjeno nekako izpostavlja raziskava Kapanadze, Bolte, Schneider in Slovinsky (2015) o stalnem strokovnem izpopolnjevanju naravoslovnih učiteljev na področju učenja z raziskovanjem, ki navaja, da pozitivni odnosi gruzijskih učiteljev do učenja z raziskovanjem vplivajo na njihovo namero, da bi pouk z raziskovanjem izvajali v šolski praksi. Močnejši je namen izvajanja pouka z raziskovanjem, bolj verjetno je, da bo pouk z raziskovanjem izveden v praksi. Po drugi strani pa Sotáková, Ganajova in Babincakova (2020) poročajo o izsledkih raziskave na desetih slovaških osnovnih šolah pri pouku kemije. Za merjenje znanja in spretnosti učečih se so bili pred in po intervenciji uporabljeni kognitivni testi, ki temeljijo na revidirani Bloomovi taksonomiji. Rezultati kažejo, da je uporaba pouka z raziskovanjem v fazi revizije učinkovitejša od poučevanja brez uporabe raziskovanja v smislu razvijanja konceptualnega razumevanja. Vpliva na nižje in višje kognitivne procese (razumevanje, uporaba in analiza) in spodbuja učenje predvsem pri učečih se, ki dosegajo nižje dosežke na rednih preizkusih znanja.

V kolikšni meri prihodnji učitelji naravoslovja implementirajo raziskovalni pouk v prakso, so preučevali tudi Melville, Fazio, Bartley in Jones (2008). Ugotavljajo, da nekateri prihodnji učitelji naravoslovja med prakso niso niti poskusili vpeljati učenja z raziskovanjem v pouk, obenem niso videli razloga za to. Pa vendar je med izkušenejšimi prevladovalo mnenje, da je smiselno vpeljati pouk z raziskovanjem in pri njem vztrajati zaradi njegovih pozitivnih vidikov kljub negativnim odzivom mentorja na praksi ali učečih se. Nekateri prihodnji učitelji so k implementaciji učenja z raziskovanjem spodbujali še druge. Raziskovalci poudarjajo, da je pouk z raziskovanjem tisto, kar bi moralo biti del izobraževanja prihodnjih učiteljev naravoslovja. Opozarjajo tudi na pomen refleksije pouka z raziskovanjem in lastnim učenjem.

## Opredelitev problema in raziskovalna vprašanja

Učitelji naravoslovja naj bi igrali pomembno vlogo pri načrtovanju in izvajanju uspešnih oblik pouka naravoslovja, usmerjenega v učenje z raziskovanjem (Constantinou, Tsivitanidou in Rybska, 2016). Slednje od učiteljev zahteva, da pridobijo, razvijejo in izkoristijo sposobnosti, ki so potrebne za obravnavo raziskovalnih vprašanj učečih se. Zato učinkovito poučevanje naravoslovja prek raziskovalnega pouka zahteva dobro pripravljene in usposobljene učitelje, ki se zavedajo bistvenih značilnosti in načel raziskovalnega učenja in poučevanja, ki lahko delujejo kot pospeševalci učenja učečih se ter so se pripravljene prilagoditi in tudi razvijati raziskovalni pouk v vsakdanjem poučevanju. Poudarjena je tudi skrbna priprava na raziskovalni pouk in strokovno znanje. Slednje lahko učitelji poglobljajo po zaključenem študiju na dobro zasnovanih programih strokovnega izpopolnjevanja.

Pregled tujih spletnih virov in člankov kaže, da obstajajo programi, ki spodbujajo učenje z raziskovanjem in opolnomočijo učitelje z vedenjem o njem na strokovnih izpopolnjevanjih (Aemase, 2014). Cavas (2012) ter Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Henriksson in Hemmo (2007) navajajo, da iz poročil Evropske komisije izhaja, da so na področju naravoslovnega izobraževanja pedagoške prakse, ki temeljijo na pouku z raziskovanjem, učinkovitejše za poučevanje in učenje naravoslovja. Čeprav je realnost pri pouku nekoliko drugačna, saj je učenje z raziskovanjem vseeno zapostavljeno. V slovenskem prostoru sta Petek in Glažar (2015) izvedla raziskavo v prvem triletju osnovne šole, pri čemer poročata, da je tudi v našem prostoru učenje z raziskovanjem v okrnjeni meri vključeno v proces učenja in poučevanja naravoslovnih pojmov v zgodnjem šolskem obdobju, in sicer pri predmetu Spoznavanje okolja. Slednje kaže na pomen implementacije učenja z raziskovanjem že zgodaj pri naravoslovnih vsebinah, ki se nadgrajujejo pri predmetu Naravoslovje in tehnika na razredni in nato na predmetni stopnji pri predmetih Naravoslovje, Kemija, Biologija, Fizika.

Predmet Naravoslovje v 6. in 7. razredu osnovne šole je nadgradnja predmeta Naravoslovje in tehnika, ki je v predmetniku 4. in 5. razreda osnovne šole. V 4. in 5. razredu osnovne šole poučujejo učitelji razrednega pouka. Sam učni načrt predmeta Naravoslovje in tehnika izpostavlja tudi raziskovanje. Natančneje, med navedenimi splošnimi cilji predmeta je zapisano, da učenci pri predmetu usvajajo in se urijo v metodologiji raziskovanja (pojavnih, procesov in stanj) s tem, da si zastavljajo vprašanja, oblikujejo domneve, načrtujejo poskuse (in kontrolo spremenljivk), zbirajo podatke, obdelujejo podatke, interpretirajo podatke, oblikujejo zaključke ter sporočajo svoje ugotovitve (Vodopivec, Papotnik, Gostinčar Blagotinšek, Skribe Dimec in Balon, 2011, str. 6).



Nadgradnja omenjenega sledi pri predmetu Naravoslovje. Že v opisu opredelitve predmeta zasledimo, da učenci z razvijanjem in urjenjem eksperimentalnoraziskovalnih veščin in spretnosti ter s spoznavanjem metodologije raziskovalnega dela pridobivajo praktična znanja o naravoslovnih znanostih (Skvarč idr., 2011, str. 5). Pri navedbi splošnih ciljev predmeta Naravoslovje je raziskovanje posebej izpostavljeno, saj je eden od splošnih ciljev predmeta razvijanje eksperimentalnih spretnosti in metod raziskovanja. Navedena postavka je natančneje opredeljena v 5 alinejah, ki so:

- navajanje na izbiro in uporabo primerne in varne opreme ter obvladovanje veščin terenskega in laboratorijskega dela,
- usposabljanje za varno ravnanje s snovmi, varno eksperimentiranje ter upoštevanje varnostnih predpisov,
- opredelitev dejavnikov poskusov (eksperimentov); razlikovanje med konstantami in spremenljivkami,
- ocena natančnosti in zanesljivosti pridobljenih rezultatov,
- interpretacija eksperimentalnih rezultatov, njihovo povezovanje s teorijo in argumentirano oblikovanje zaključkov (Skvarč idr., 2011, str. 6).

V tretjem poglavju učnega načrta predmeta Naravoslovje, tj. Operativni cilji in vsebine, je zapisano, da mora najmanj 40 odstotkov pouka temeljiti na aktivnosti učencev, in sicer raziskovalno-eksperimentalnem delu v razredu in na terenu. V podpoglavju 3.1 so posebej izpostavljeni naravoslovni postopki in spretnosti, ki naj bi jih učenec pri pouku naravoslovja razvijal. Na straneh 7 in 8 učnega načrta za predmet Naravoslovje (Skvarč idr., 2011) je navedeno:

- razlikovanje med poštenimi in nepoštenimi poskusi ter opredelitev konstant in spremenljivk pri poskusih,
- načrtovanje in izvajanje raziskav,
- zastavljanje problemskih vprašanj, ki jih je možno eksperimentalno preveriti,
- napovedovanje eksperimentalnih rezultatov,
- *oblikovanje hipotez in ugotavljanje, ali dokazi, zbrani z opazovanji in poskusi, podpirajo njihovo veljavnost,*
- urejanje in obdelava eksperimentalno pridobljenih podatkov (tabelarično, grafično),
- prepoznavanje vzorcev, zakonitosti in vzročno-posledičnih povezav iz eksperimentalno pridobljenih podatkov,
- oblikovanje zaključkov s povezovanjem eksperimentalnih rezultatov (meritev, opažanj) in teoretičnega znanja,
- vrednotenje smiselnosti eksperimentalnih rezultatov ter *načrtovanje sprememb ali izboljšav poskusa,*
- predstavitev poteka rezultatov poskusov ali raziskave v pisni in ustni obliki.

Omenjeno je vodilo do zasnove raziskave, s katero smo želeli ugotoviti, kakšne so izkušnje in stališča prihodnjih učiteljev naravoslovja do učenja z raziskovanjem ter koliko poznavanje le-tega pred in po izkušnji vpliva na poznejšo implementacijo pristopa v šolsko prakso.

Zastavljena so bila naslednja raziskovalna vprašanja:

1. V kolikšni meri so prihodnji učitelji naravoslovja seznanjeni z učenjem z raziskovanjem?
2. Kakšna so stališča prihodnjih učiteljev naravoslovja do učenja z raziskovanjem pred in po implementaciji učenja z raziskovanjem pri pouku?
3. Katere prednosti in slabosti učenja z raziskovanjem navajajo prihodnji učitelji naravoslovja pred in po implementaciji slednjega?
4. Kako prihodnji učitelji naravoslovja navajajo in vrednotijo primere z gledišča elementov učenja z raziskovanjem?
5. Kako bi prihodnji učitelji naravoslovja vrednotili znanje pri pouku z raziskovanjem?
6. Kakšne primere raziskovalnih vprašanj navajajo prihodnji učitelji na temo tokovi?

## Metode

Raziskava o pojmovanju raziskovalnega pouka prihodnjih učiteljev naravoslovja je bila opravljena s študenti 4. letnika prvostopenjskega študijskega programa dvopredmetni učitelj v poletnem semestru študijskega leta 2019/2020.

## Vzorec

Neslučajnostni, priložnostni vzorec predstavlja 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja (predvsem) v osnovni šoli, in sicer študentov 4. letnika prvostopenjskega študijskega programa Dvopredmetni učitelj (kemija, biologija, gospodinjstvo) Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Študenti so do februarja 2020 že obiskovali predmete, ki so pokrivali naravoslovne vsebine in splošno didaktiko, v katerih so bile nekatere vsebine zasnovane na učenju z raziskovanjem. V februarju 2020 so pričeli z obiskovanjem predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, pri katerem so se znotraj 6 ur pouka (3 ure predavanj in 3 ure kliničnih vaj) opolnomočili s teoretičnim okvirom učenja z raziskovanjem (vključujoč debato o mitih o učenju z raziskovanjem (Krnj, 2014)) ter izvedli niz 10 primerov raziskav, vključujoč eksperimentalno delo pri različnih oblikah učenja z raziskovanjem glede na odprtost po Holbrook in Rannikmae (2014), in sicer na

temo tokovi, vključujoč električne, snovne in toplotne tokove. Pet primerov se je nanašalo na snovne, trije na toplotne in dva na električne tokove, pri čemer je bil po en primer za posamezni tok zelo odprto zasnovan.

### **Instrument**

Za namen raziskave je bil oblikovan anketni vprašalnik, ki vsebuje 23 enot, od tega 11 trditev, ki so jih prihodnji učitelji ovrednotili na petstopenjski lestvici Likertovega tipa in izhajajo iz mitov učenja z raziskovanjem, ki jih je navedel Krnel (2014) v članku *Miti o učenju z raziskovanjem*. Vprašalnik je razdeljen na šest delov. Prvi del se nanaša na seznanjenost z učenjem z raziskovanjem (eno zaprto vprašanje, eno odprto vprašanje, tri trditve). Drugi del se nanaša na stališča prihodnjih učiteljev naravoslovja do učenja z raziskovanjem (11 trditev). Tretji del pokriva dve odprti vprašanji, nanašajoč se na prednosti in slabosti raziskovalnega pouka. Četrty del vprašalnika vključuje tri vprašanja, vključujoč navedbo primera raziskovalnega pouka in vrednotenje dveh zapisov slednjega. V petem delu vprašalnika smo želeli izvedeti, kako bi prihodnji učitelji naravoslovja vrednotili raziskovalni pouk. V šestem delu vprašalnika so študenti morali navesti primer raziskovalnega vprašanja na temo tokovi.

### **Opis postopka zbiranja in obdelave podatkov**

Anketni vprašalnik je bil dostopen na spletu v februarju in marcu 2020. Prihodnji učitelji naravoslovja so bili pozvani k izpolnjevanju anketnega vprašalnika na prvem srečanju pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju v poletnem semestru študijskega leta 2019/2020 in po 6 urah pouka o učenju z raziskovanjem. Vsi podatki so bili zbrani in obdelani v Excelu. Odgovori na odprta vprašanja so bili kvalitativno obdelani (Vogrinc, 2008). Določene so bile kode, in sicer izhajajoč iz namena raziskave. Odgovori študentov so bili sprva analizirani in kodirani s strani dveh neodvisnih raziskovalcev ter nato skupno pregledani do dosega konsenza o kodi/kodah. Sledila je uporaba osnovne deskriptivne statistike. Pri vrednotenju trditev na petstopenjski lestvici Likertovega tipa sta zaradi nenormalne porazdelitve podatkov uporabljena mediana (*Mdn*) in interkvartilni razpon (*IQR*).

### **Rezultati z diskusijo**

Rezultati z diskusijo so predstavljeni po raziskovalnih vprašanjih.

Prvo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na seznanjenost prihodnjih učiteljev naravoslovja z učenjem z raziskovanjem. Vsi anketirani prihodnji učitelji naravoslovja so navedli, da so že slišali za učenje z raziskovanjem. Pri odprtem vprašanju, kje so slišali za učenje z raziskovanjem, je 12 prihodnjih

učiteljev navedlo, da so slišali za učenje z raziskovanjem na fakulteti, pet prihodnjih učiteljev je navedlo, da so slišali za učenje z raziskovanjem pri didaktiki biologije, dva pa pri didaktiki kemije. Iz preglednice 1 je razvidno, da je 11 prihodnjih učiteljev ovrednotilo trditev »V času študija sem izkusil pouk učenja z raziskovanjem« z »niti se strinjam niti ne strinjam«, medtem ko jih je šest ovrednotilo trditve s »strinjam se« in »popolnoma se strinjam«, dva se s trditvijo nista strinjala. Preglednica 2 prikazuje, kako so prihodnji učitelji naravoslovja ovrednotili trditev o tem, koliko vedo o učenju z raziskovanjem. Šest prihodnjih učiteljev je navedlo, da se strinjajo s trditvijo »O učenju z raziskovanjem veliko vem«, medtem ko se ostali niso opredelili oziroma se v neki meri niso strinjali s trditvijo. Vsi, razen enega prihodnjega učitelja naravoslovja, se želijo še kaj naučiti o učenju z raziskovanjem (preglednica 3). Omenjeno izpostavlja ozaveščenost učiteljev naravoslovja o pomembnosti stalnega poglobljanja znanj in tudi potrebno kompetentnost učitelja za dobro implementacijo raziskovanja v pouk (Cencič in Cencič, 2002).

### Preglednica 1

*V času študija sem izkusil pouk učenja z raziskovanjem*

	<i>f</i>	<i>f %</i>
Sploh se ne strinjam	1	5,3
Ne strinjam se	1	5,3
Niti se strinjam niti ne strinjam	11	57,9
Strinjam se	4	21,1
Popolnoma se strinjam	2	10,5
Skupaj	19	100,0

### Preglednica 2

*O učenju z raziskovanjem veliko vem*

	<i>f</i>	<i>f %</i>
Sploh se ne strinjam	2	10,5
Ne strinjam se	7	36,8
Niti se strinjam niti ne strinjam	4	21,1
Strinjam se	6	31,6
Popolnoma se strinjam	0	0,0
Skupaj	19	100,0

**Preglednica 3***O učenju z raziskovanjem bi se rad še kaj naučil*

	<i>f</i>	<i>f</i> %
Sploh se ne strinjam	0	0,0
Ne strinjam se	0	0,0
Niti se strinjam niti ne strinjam	1	5,3
Strinjam se	8	42,1
Popolnoma se strinjam	10	52,6
Skupaj	19	100,0

Drugo raziskovalno vprašanje se je nanašalo na stališča prihodnjih učiteljev do učenja z raziskovanjem. Rezultati v preglednici 4 kažejo, da so stališča prihodnjih učiteljev naravoslovja pred in po participaciji pri 6 urah pouka raziskovanja pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju podobna. Iz preglednice 4 je razvidno, da se prihodnji učitelji naravoslovja pred in po implementaciji dejavnosti učenja z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin popolnoma strinjajo s trditvama: »Skozi učenje z raziskovanjem učeči se postajajo sposobnejši sami organizirati in voditi lastno učenje« in »Pri učenju z raziskovanjem učeči se ozavešča, da je v ospredju učnega procesa«. Tretjo najvišjo raven strinjanja so podali prihodnji učitelji pri trditvi o tem, da se pri učenju z raziskovanjem učeči se urijo v sporočanju sklepov kolegom. Najnižja raven strinjanja prihodnjih učiteljev naravoslovja je bila opažena pri trditvi, da je učenje z raziskovanjem učinkovito le, kadar učeči se sami oblikujejo vprašanje. S trditvijo se prihodnji učitelji niso strinjali niti pred niti po sodelovanju pri raziskovalnem pouku. Pri trditvi, da je rezultate učenja z raziskovanjem težko preveriti in oceniti, so bili prihodnji učitelji naravoslovja neodločeni pred in po pouku z raziskovanjem pri predmetu. Iz ovrednotenih trditev s strani prihodnjih učiteljev naravoslovja je razvidno, da učitelji naravoslovja pouk z raziskovanjem prepoznavajo kot tistega, pri katerem se učenci urijo v raziskovalnih vprašanjih, razvijajo opazovanje, oblikovanje sklepov, se urijo v sporočanju itd., kar navajajo tudi CIBL (2021), Krnel (2014) ter Olson in Loucks-Horsley (2000) kot elemente raziskovalnega pouka.

Prihodnji učitelji naravoslovja poudarijo tudi pomen pouka z raziskovanjem k razredni klimi pred in po implementaciji slednjega med izvedbo predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, kar je v skladu s spoznanji Moote (2020), ki trdi, da raziskovalni pouk pri naravoslovju vodi učence k večjemu upravljanju lastnega učenja, k večji ravni samoodločanja in samoučinkovitosti, kot tudi večjemu interesu za naravoslovje, izkazanem tudi prek sodelovanja

pri dejavnostih. Pri uspešnosti vrednotenja dosežkov pouka z raziskovanjem so bili prihodnji učitelji naravoslovja pred in po implementaciji slednje še vedno neopredeljeni. Pa vendar Harlen (2013) in Krnel (2014) trdita, da je dosežke učencev pri raziskovalnem pouku mogoče dovolj uspešno ovrednotiti, če ima učitelj jasen cilj vrednotenja znanja. Pri tem mora učitelj skrbno izbrati in izdelati kriterije vrednotenja znanja (Devetak, 2021). Pri tem lahko izhaja iz že oblikovanih kriterijev z navedenimi opisniki za vrednotenje različnih oblik eksperimentalnega dela, objavljenih v različnih virih (Faletič in Planinšič, 2020; Liu, Lee in Linn, 2010; Stoddart, Abrams, Gasper in Canaday, 2000).

Kot navedeno, se prihodnji učitelji naravoslovja ne strinjajo s trditvijo, ki govori o tem, da je učenje z raziskovanjem učinkovito le, kadar učenci sami oblikujejo vprašanje. Slednje dokazuje, da so seznanjeni s spoznanji, ki so navedena v Olson in Loucks-Hersley (2000), in sicer da je pri pouku z raziskovanjem v ospredju pridobivanje znanja, zato je izvor raziskovalnega vprašanja nepomemben.

#### Preglednica 4

*Stališča prihodnjih učiteljev naravoslovja do postavk učenja z raziskovanjem. Posamezno trditev so prihodnji učitelji ovrednotili na lestvici od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni »sploh se ne strinjam« in 5 pomeni »popolnoma se strinjam«. Navedena sta mediana (Mdn) in interkvartilni razpon (IQR) ocen strinjanja pred in po participaciji pri dejavnostih učenja z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju. Odgovore pred poukom pri predmetu je podalo 19, po pouku pa 14 prihodnjih učiteljev naravoslovja.*

Trditev	Pred		Po	
	Mdn	IQR	Mdn	IQR
1. Skozi učenje z raziskovanjem učenci postajajo sposobnejši sami organizirati in voditi lastno učenje.	5,00	1,00	5,00	1,00
2. Pri učenju z raziskovanjem učenec ozavešča, da je v ospredju učnega procesa.	5,00	1,00	5,00	1,00
3. Pri učenju z raziskovanjem se učenci urijo v sporočanju sklepov sošolcem.	5,00	1,00	4,50	1,00
4. Učenje z raziskovanjem prispeva k pozitivni klimi v učilnici.	5,00	1,00	4,00	1,25
5. Vsako naravoslovno vprašanje je raziskovalno vprašanje.	4,00	1,00	4,00	1,25
6. Pri učenju z raziskovanjem je pomemben razvoj spretnosti in veščin.	4,00	1,00	4,00	1,00

Trditev	Pred		Po	
	Mdn	IQR	Mdn	IQR
7. Pri učenju z raziskovanjem učenci razvijajo opazovanje, formuliranje raziskovalnih vprašanj in eksperimentiranje.	4,00	1,00	4,50	1,00
8. Učenje z raziskovanjem je sinomim za eksperimentalno delo.	3,00	2,00	2,00	1,00
9. Rezultate učenja z raziskovanjem je težko preveriti in oceniti.	3,00	1,00	3,00	2,25
10. Učenje z raziskovanjem je ravnanje učenca s pripomočki.	2,00	2,00	3,00	1,00
11. Učenje z raziskovanjem je učinkovito le, kadar učenci sami oblikujejo vprašanje.	2,00	2,00	2,00	2,00

Tretje raziskovalno vprašanje se je nanašalo na prednosti in slabosti učenja z raziskovanjem, ki ga navajajo prihodnji učitelji naravoslovja pred in po predstavitvi in doživljanju slednjega. Rezultati so predstavljeni v preglednicah 5 in 6. Prednosti pouka z raziskovanjem so bile kodirane s sedmimi kodami. Iz preglednice 5 je razvidno, da je delež prihodnjih učiteljev naravoslovja, ki so pred in po predstavitvi pouka z raziskovanjem v okviru predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju navajali specifične kategorije prednosti pouka z raziskovanjem, podoben. Največja razlika v zaznavanju kategorij odgovorov se pojavi pri kategoriji »razvoj drugih kompetenc«, na katere smo se osredinili pri predstavitvi pouka z raziskovanjem, zato smo identificirali njihovo navajanje v večji meri po raziskovalnem pouku.

Primeri odgovorov prihodnjih učiteljev naravoslovja o prednostih pouka z raziskovanjem pred predstavitvijo slednjega pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju.

*»Prednosti so samostojnost učencev, skupinsko delo, razvijanje socialnih veščin, razvijanje ročnih spretnosti ...«*

*»Učenci se naučijo sodelovanja, komuniciranja, uporabe jezika, strukturiranja vprašanj in odgovorov, spretnosti ravnanja s predmeti; vključuje eksperimentalno delo, vsi učenci so vključeni v dejavnost ...«*

Primer odgovora prihodnjega učitelja naravoslovja o prednostih pouka z raziskovanjem po predstavitvi slednjega pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju.

*»Ure pouka z raziskovanjem so lahko zelo zanimive, učenci poleg samostojnosti usvojijo še mnoge kompetence: socialna interakcija znotraj skupin, poročanje, načrtovanje, razmišljanje zunaj okvirčkov,*

*ustvarjalnost, domišljija, pravilna uporaba izrazoslovja, snovanje analiz, poročanje ... odlično je tudi kot končna faza za ponavljanje, da vse usvojene tematike nekega sklopa povežejo in vidijo tudi uporabnost naučenega v npr. vsakodnevnih opravilih.»*

### Preglednica 5

*Pogostost pojavljanja kategorije prednosti pouka učenja z raziskovanjem v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pred in po predstavitvi in doživljanju pouka z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju. Odgovore pred poukom pri predmetu je podalo 19, po pouku pa 14 prihodnjih učiteljev naravoslovja.*

Kategorija prednosti učenja z raziskovanjem	Pred		Po	
	f	f%	f	f%
Razumevanje učne vsebine	4	21,05	2	14,29
Navajanje na skupinsko delo	1	5,26	2	14,29
Povečanje interesa	7	36,84	5	35,71
Lastna izkušnja	6	31,58	7	50,00
Razvoj spretnosti in veščin	2	10,53	3	21,43
Razvoj drugih kompetenc	5	26,32	9	64,29
Učinkovito pomnjenje	6	31,58	5	35,71

Iz preglednice 6 je razvidno, da je delež študentov, ki so pred in po predstavitvi pouka z raziskovanjem v okviru predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju navajali specifične kategorije slabosti pouka z raziskovanjem, podoben. Pred posamezno kategorijo je navedeno, ali se je zapis študenta nanašal na učitelja ali na učenca. Izpostaviti velja kategorijo »čas«, ki je bila v manjši meri izpostavljena kot slabost oziroma omejitev učenja z raziskovanjem po predstavitvi in doživljanju raziskovalnega pouka. Večji delež prihodnjih učiteljev naravoslovja je po predstavitvi pouka z raziskovanjem navedel, da je raziskovalni pouk nekoliko manj primeren za učno šibkejšo učence, ker lahko učeči se zaidejo ali ne sledijo skupini ter ne prepoznajo bistva dejavnosti.

Izjava prihodnjega učitelja naravoslovja o slabostih (omejitvah) pouka z raziskovanjem, in sicer podana po predstavitvi pouka z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju.

*»V glavnem pri učenju z raziskovanjem ne vidim nekih slabosti; največja težava je predvsem ČAS, ki ga imamo na voljo v šoli (ena učna ura lahko predstavlja stisko pri učenju z raziskovanjem, saj je treba učencem*



*podati navodila za izvedbo poskusa, poskus ustrezno izvesti vsaj enkrat, zapisati opažanja in ugotovitve, poročati preostalim sošolcem itd.). Učenci s primanjkljaji imajo na običajnem nivoju učenja z raziskovanjem verjetno kakšne težave, metoda ni primerna za vse učence. Vzame lahko veliko časa. Potrebna je izredna pazljivost pri izbiri teme glede na predznanje, da zadeva za večino ni pretežka ali prelahka. Potrebno je stalno spremljanje in to ni <frej ura> za učitelje, temveč je treba učence aktivno voditi skozi proces, če ne vsaj spodbujati. Plus pri formiranju tovrstne ure oz. procesa je treba narediti veliko premislekov in predvideti možne odgovore, razširitve teh, napačna razumevanja in dojemanja na katerikoli stopnji učenja.»*

Izjava prihodnjega učitelja naravoslovja jasno kaže na poznavanje pouka z raziskovanjem in strnjuje spoznanja Krnela (2014), ki trdi, da je učenje z raziskovanjem primerno za posameznike z različnimi učnimi sposobnostmi, vendar je treba skrbno premisliti o posameznikovi vlogi in vključitvi v določene stopnje učenja z raziskovanjem, da lahko pokaže svoje sposobnosti in se uči od vrstnikov.

### **Preglednica 6**

*Pogostost pojavljanja kategorije slabosti pouka učenja z raziskovanjem v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pred in po predstavitvi in implementaciji pouka z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju. Odgovore pred poukom pri predmetu je podalo 19, po pouku pa 14 prihodnjih učiteljev naravoslovja.*

Kategorija slabosti učenja z raziskovanjem		Pred		Po	
		f	f%	f	f%
Učitelj	Čas	14	73,68	9	64,29
	Organizacija	6	31,58	5	35,71
	Pripomočki	3	15,79	1	7,14
	Vrednotenje znanja	2	10,53	2	14,29
Učenec	Kaotično stanje v razredu	3	15,79	4	28,57
	Nesodelovanje	4	21,05	2	14,29
	Neprimernost za učno šibkejše učence	3	15,79	5	35,71
	Oblikovanje napačnih razumevanj	0	0,00	1	7,14

Četrto raziskovalno vprašanje se je nanašalo na navajanje in vrednotenje primerov z gledišča elementov učenja z raziskovanjem. Rezultati so

predstavljeni v preglednicah 7, 8 in 9. Prihodnji učitelji naravoslovja so navedli primer učenja z raziskovanjem. Odgovori so bili kategorizirani glede na to, kakšno vsebino pokrivajo in ali vključujejo zgolj eksperimentalno delo ali raziskovalno delo (pošten poskus). Iz deleža prihodnjih učiteljev naravoslovja je razvidno, da so bili odgovori pred in po predstavitvi pouka z raziskovanjem podobni. Najpogosteje je identificiran odgovor, ki pokriva fizikalno vsebino. Premik je mogoče identificirati pri nižjem deležu splošnih odgovorov in nižjem deležu bioloških primerov, medtem ko je večji delež prihodnjih učiteljev naravoslovja podal fizikalni primer in tudi navedel eksperimentalno dejavnost. Omenjeno je lahko odraz izvedbe primerov pri pouku predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju, kjer je bil vsak primer raziskovalnega pouka na temo tokov podkrepjen tudi eksperimentalno, vendar je zagata še vedno v izvajanju eksperimentalne raziskave ali zgolj eksperimentiranju (ravnanju s pripomočki). Tu velja opozoriti na pomen konstrukcije znanja na podlagi lastne ideje o argumentaciji opažanj. V slednjem primeru dejavnost lahko pojmuje kot raziskovalni pouk in ne zgolj eksperimentiranje (Pavlin, Gostinčar Blagotinšek in Krnel, 2021).

### Preglednica 7

*Pogostost pojavljanje kategorije v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pri navedbi primera učenja z raziskovanjem. Pred predstavitvijo pouka z raziskovanjem in njegovo implementacijo je podalo odgovore 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja, po implementaciji pa 14.*

Kategorija primera učenja z raziskovanjem	Pred		Po	
	f	f%	f	f%
Splošen odgovor	3	15,79	1	7,14
Biološka vsebina	5	26,32	2	14,29
Kemijska vsebina	2	10,53	2	14,29
Fizikalna vsebina	9	47,37	9	64,29
Eksperimentalno delo	4	21,05	6	42,86
Raziskovalno delo	8	42,11	6	42,86

Prihodnji učitelji naravoslovja so morali presoditi, ali lahko dejavnost opazovanja vzorcev prsti kategoriziramo kot učenje z raziskovanjem in podati utemeljitev. Iz preglednice 8 so razvidne kategorije odgovorov. Iz razporeditve odgovorov je razvidno, da je podoben delež prihodnjih učiteljev naravoslovja zgolj opazovanje utemeljil kot raziskovanje. To, da se opazovanje pri pouku pogosto zamenjuje za raziskovanje, je bilo že izpostavljeno (Gostinčar Blagotinšek, 2016). Pa vendar je večji delež prihodnjih učiteljev naravoslovja

po predstavitvi učenja z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju podal konkretno pravilno utemeljitev odgovora. Nekateri so si zapomnili, da zgolj opazovanje ni raziskovanje. Utemeljitve po predstavitvi pouka z raziskovanjem so bile skope in vsi jih niso podali.

### Preglednica 8

*Pogostost pojavljanje kategorije v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pri opredelitvi opazovanja prsti kot pouka z raziskovanjem. Pred predstavitvijo in implementacijo pouka z raziskovanjem je podalo odgovore 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja, po implementaciji pa 14.*

Kategorija	Pred		Po	
	f	f%	f	f%
Drži	15	78,95	11	78,57
Ne drži	0	0,00	3	21,43
Odvisno od izvedbe	0	0,00	0	0,00
Napačna konkretna utemeljitev	0	0,00	0	0,00
Pravilna konkretna utemeljitev	4	21,05	8	57,14
Splošna utemeljitev	7	36,84	3	21,43

Prihodnji učitelji naravoslovja so morali presoditi, ali lahko dejavnost, pri kateri učenci ugotavljajo, ali temperatura vode vpliva na čas, ki je potreben, da jo črnilo v celoti obarva, kategoriziramo kot učenje z raziskovanjem, in podati utemeljitev. Iz preglednice 9 so razvidne kategorije odgovorov, ki so enake kot v preglednici 8. Iz razporeditve odgovorov je razvidno, da je večji delež prihodnjih učiteljev naravoslovja omenjeni primer po predstavitvi pouka z raziskovanjem kot pred njim opredelil kot raziskovanje. Identificirati je mogoče povečanje deleža prihodnjih učiteljev naravoslovja, ki so podali splošno utemeljitev odgovora, kar je lahko odraz splošnega znanja o učenju z raziskovanjem, ki so ga prihodnji učitelji naravoslovja poglobljali pri predavanjih predmeta Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju.

### Preglednica 9

*Pogostost pojavljanja kategorije v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pri opredelitvi izvedbe raziskave o vplivu temperature na čas obarvanja vode kot pouka z raziskovanjem. Pred predstavitvijo in implementacijo pouka z raziskovanjem je podalo odgovore 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja, po implementaciji pa 14.*

Kategorija	Pred		Po	
	f	f%	f	f%
Drži	13	68,42	11	78,57
Ne drži	4	21,05	3	21,43
Odvisno od izvedbe	1	5,26	0	0,00
Napačna konkretna utemeljitev	2	10,53	2	14,29
Pravilna konkretna utemeljitev	8	42,11	6	42,86
Splošna utemeljitev	3	15,79	6	42,86

Peto raziskovalno vprašanje se nanaša na načine vrednotenja znanja pri pouku z raziskovanjem skozi oči prihodnjih učiteljev naravoslovja. Preglednica 10 kaže, da je največ prihodnjih učiteljev navedlo, da bi vrednotili znanje, pridobljeno pri učenju z raziskovanjem, sprotno, ustno ali pisno. Krnel (2014) trdi, da je mogoče vrednotiti znanje pri pouku z raziskovanjem enako uspešno kot v primeru rabe bolj tradicionalnih pristopov. Učitelj lahko pri pouku z raziskovanjem vrednoti potek dejavnosti, portfolio, poročila vaj ipd. Obenem omeni, da prakse kažejo, da je določene segmente možno oceniti tudi na bolj tradicionalne načine. Omenjeno nakazuje, da pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju nismo premostili tradicionalnih pogledov na vrednotenje znanja naravoslovnih predmetov, saj študenti pogosto izkušajo in posledično navajajo tradicionalne načine vrednotenja znanja. Poudariti velja, da prihodnji učitelji pri pouku o učenju z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju niso izkusili vrednotenja znanja, kar lahko odraža njihove odgovore (Forbes, 2013).

### Preglednica 10

*Preverjanje rezultatov učenja z raziskovanjem. Prihodnji učitelj naravoslovja je v odgovoru lahko navedel več kot eno možnost. Pred predstavitvijo in implementacijo pouka z raziskovanjem je podalo odgovore 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja, po implementaciji pa 14.*

Kategorija preverjanja rezultatov učenja z raziskovanjem	Pred		Po	
	f	f%	f	f%
Preizkus znanja	2	10,53	2	14,29
Sprotno, pisno	7	36,84	7	50,00
Sprotno, ustno	11	57,89	7	50,00
Sprotno, opazovalno	3	15,79	2	14,29

Šesto raziskovalno vprašanje se je nanašalo na kategorizacijo primerov navedbe raziskovalnih vprašanj prihodnjih učiteljev naravoslovja na temo tokovi, znotraj katere je bil pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju predstavljen pouk z naravoslovjem. Prihodnji učitelji naravoslovja so morali navesti primer raziskovalnega vprašanja. Kategorije odgovorov so predstavljene v preglednici 11. Pred predstavitvijo in implementacijo pouka z raziskovanjem pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin v naravoslovju je 42,11 % odgovorov navajalo vprašanje, ki ni bilo raziskovalno. Razvidno je, da je večji delež študentov podal pred in po predstavitvi pouka z raziskovanjem zaprta raziskovalna vprašanja, pri čemer je bilo pred implementacijo raziskovalnega pouka pri predmetu več slednjih na temo toplotni tokovi, po implementaciji pa na temo snovni tokovi. Omenjeno odraža delo pri pouku, saj smo naredili pet primerov na snovne, tri na toplotne in dva na električne tokove, pri čemer so bili trije primeri (po eden na tematiko) bolj odprtega tipa. Iz identifikacije slednjega lahko razmislimo, ali že nakazuje, da učitelji pogosto poskušajo implementirati v pouk tisto, kar so izkustveno doživeli, ter je bil pristop poučevanja in učenja smiselno predstavljen in preučevan v kontekstu, v katerega bo pozneje vpeljan, kar navajajo McDermott, Shaffer in Constantinou (2000).

## Preglednica 11

Pogostost pojavljanja kategorije v odgovorih prihodnjih učiteljev naravoslovja pri navedbi primera raziskovalnega vprašanja na temo tokovi. Pred implementacijo je podalo odgovore 19 prihodnjih učiteljev naravoslovja, po implementaciji pa 14.

Kategorija		Pred		Po	
		f	f%	f	f%
Zaprto	Snovni tokovi	2	10,53	7	50,00
	Električni tokovi	1	5,26	2	14,29
	Toplotni tokovi	4	21,05	2	14,29
Odprto	Snovni tokovi	1	5,26	0	0,00
	Električni tokovi	1	5,26	0	0,00
	Toplotni tokovi	2	10,53	1	7,14
Ni raziskovalno vprašanje		8	42,11	2	14,29

Primeri odgovorov, ki smo jih umestili v kategorijo »Ni raziskovalno vprašanje«.

»Kako se uporablja energija pri meni doma?«

»Kako demonstracijsko prikažemo potovanje toplote?«

»Sestavi električni krog, kot kaže skica. Vstavi žarnice in glej, kako se spreminja voltmeter. Kaj lahko sklepaš?«

Primeri raziskovalnih vprašanj, ki so jih navedli prihodnji učitelji naravoslovja.

»Ali je boljši toplotni izolator zrak ali voda?«

»Ali višina gladine vode v posodi vpliva na domet curka?«

»Kako premer cevke vpliva na hitrost pretakanja vode med veznima posodama?«

## Zaključek

Rezultati v prispevku predstavljene študije pojmovanja raziskovalnega pouka s strani prihodnjih učiteljev naravoslovja kažejo, da prihodnji učitelji poznajo učenje z raziskovanjem in so ga v neki meri že izkusili. Pogledi prihodnjih učiteljev naravoslovja na raziskovalni pouk so bili spremljani pred

in po obravnavi ter predstavitvi slednjega pri predmetu Poučevanje fizikalnih vsebin naravoslovja. Iz rezultatov je mogoče identificirati, da se pogledi prihodnjih učiteljev naravoslovja na učenje z raziskovanjem po konkretni izkušnji z njim malo spremenijo. Največje premike je mogoče identificirati pri utemeljevanju, kateri navedeni primer je pouk z raziskovanjem in kateri ne ter pri navedbi raziskovalnih vprašanj. Pri premoščanju predstav o vrednotenju rezultatov raziskovalnega pouka ni mogoče identificirati pogledov širše, ki sicer niso bili praktično prikazani pri predmetu, ampak zgolj preizkušenih načinov vrednotenja znanja. Napredek prihodnjih učiteljev naravoslovja je mogoče identificirati pri navajanju raziskovalnih vprašanj, kjer pride v ospredje tudi, da so prihodnji učitelji v večji meri navajali primere, ki so jih srečali pri predmetu. Pomembno je, da se visokošolski učitelji omenjenega zavedamo in skrbno izberemo pristope poučevanja za določene teme, kajti omenjeno nakazuje na morebiten prenos v šolsko prakso. Obenem je treba premisliti o vsebini programov stalnih strokovnih izpopolnjevanj, kjer bi se učitelji naravoslovja lahko dodatno opolnomočili s potrebnimi znanji za implementacijo predstavljenih pristopov v pouk.

Raziskava ima nekaj omejitev. Želeli smo identificirati pojmovanja izbranih prihodnjih učiteljev naravoslovja. Za globlje razumevanje posameznikovega pojmovanja bi bilo treba izbrati dodatno tehniko zbiranja podatkov, npr. intervju, kot tudi zagotoviti izkušnjo vrednotenja znanja, da bi lahko identificirali, ali so prihodnji učitelji naravoslovja spremenili pojmovanja pri tej postavki.

Ob pregledu in urejanju podatkov so se pojavile ideje za nadaljnje raziskovanje. Primerno bi bilo raziskati, kako prihodnji učitelji implementirajo raziskovalni pouk v prakso, kako pogosto ga uporabijo v prvih petih letih po študiju, kakšne oblike raziskovanja izberejo in v kolikšni meri ga aplicirajo na vsebine, na katerih ga niso bili deležni med študijem ali na strokovnih izpopolnjevanjih.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP).

## Literatura

Aemase. (2014). Inquiry-based science education. [https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/AEMASE-conference-report\\_Primer\\_digital.pdf](https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/AEMASE-conference-report_Primer_digital.pdf)

Blažič, M., Ivanuš Grmek, M., Kramar, M. in Strmčnik, F. (2003). *Didaktika*. Novo mesto: Visokošolsko središče, Inštitut za raziskovalno in razvojno delo.

- Cavas, B. (2012). The meaning of and need for inquiry based science education (IBSE). *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 4–6.
- Cencič, Ma. in Cencič, Mi. (2002). *Priročnik za spoznavno usmerjen pouk*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- CIBL: The Center for Inquiry-Based Learning. (2021). <https://ciblearning.org/>
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E. in Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning?. V O. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca in C. Constantinou (ur.), *Professional Development for Inquiry-Based Science Teaching and Learning. Contributions from Science Education Research* (str. 1–21). Springer, Cham.
- Cudova, R., Kubiatico, M., Radvanova, S. in Cizkova, V. (2013). The teachers' opinions and requirements of biology skills. *Journal of Baltic Science Education*, 12(5), 579–591.
- Devetak, I. (2021). Vrednotenje naravoslovnega znanja študentov z nalogami objektivnega tipa. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 87–126). Ljubljana: Založba Univerze.
- Faletič, S. in Planinšič, G. (2020). How the introduction of self-assessment rubrics helped students and teachers in a project laboratory course. *Physical review, Physics education research*, 16(2), 020136-1-020136-21.
- Forbes, C. T. (2013). Curriculum-dependent and curriculum-independent factors in preservice elementary teachers' adaptation of science curriculum materials for inquiry-based science. *Journal of Science Teacher Education*, 24, 179–197.
- Gostinčar Blagotinšek, A. (2016). *Raziskovalni pouk fizikalnih vsebin naravoslovja na razredni stopnji. Doktorska disertacija*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.
- Hall, G. E. in Hord, S. M. (2011). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes* (3rd ed.). Boston, MA: Pearson Education.
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Trieste, Italy: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP).
- Holbrook, J. in Rannikmae, M. (2014). The Philosophy and Approach on which the PROFILES Project is Based. *CEPS Journal*, 4(1), 9–29.
- Kang, E. J. S., Bianchini, J. A. in Kelly, G. J. (2013). Crossing the border from science student to science teacher: preservice teachers' views and experiences learning to teach inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 24, 427–447.
- Kapanadze, M., Bolte, C., Schneider, V. in Slovinsky, E. (2015). Enhancing science teachers' continuous professional development in the field of inquiry based science education. *Journal of Baltic Science Education*, 14(2), 254–266.
- Krnel, D. (2007). Pouk z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica*, 11(3), 8–11.
- Krnel, D. (2014). Miti o učenju z raziskovanjem. *Naravoslovna solnica*, 11(1), 34–35.
- Liu, O. L., Lee, H.-S. in Linn, M. C. (2010). Multifaceted assessment of inquiry-based science learning. *Educational Assessment*, 15(2), 69–86.
- McDermott, L. C., Shaffer, P. S. in Constantinou, C. P. (2000). Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry. *Physics Education*, 35(6), 411–416.
- Melville, W., Fazio, X., Bartley, A. in Jones, D. (2008). Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 19, 477–494.



Moote, J. (2020). Investigating the impact of classroom climate on UK school students taking part in a science inquiry-based learning programme – CREST. *Research Papers in Education*, 35(4), 379–415.

Olson, S. in Loucks-Horsley, S. (ur.) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press.

Pavlin, J., Gostinčar Blagotinšek, A. in Krnel, D. (2021). Učenje z raziskovanjem in njegovo preučevanje v visokošolskem prostoru. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 29–53). Ljubljana: Založba Univerze.

Petek, D. in Glažar, S. A. (2015). Raziskovalno učenje za kakovostno znanje naravoslovja v zgodnjem šolskem obdobju. V D. Hozjan (ur.), *Aktivnosti učencev v učnem procesu* (str. 403–417). Koper: Univerzitetna založba Annales.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W. in Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_li-brary/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_li-brary/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

Skvarč, M., Glažar, S. A., Marhl, M., Skribe Dimec, D., Zupan, A., Cvahte, M., Gričnik, K., Volčini, D., Sabolič, G. in Šorgo, A. (2011). *Naravoslovje. Učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

Sotáková, I., Ganajova, M. in Babincakova, M. (2020). Inquiry-based science education as a revision strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499–513.

Stoddart, T., Abrams, R., Gasper, E. in Canaday, D. (2000). Concept maps as assessment in science inquiry learning – a report of methodology. *International Journal of Science Education*, 22(12), 1221–1246.

Suduc, A.-M., Bizoi, M. in Gorghiu, G. (2015). Inquiry Based Science Learning in Primary Education. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 205, 474–479.

Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P. in Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. *International Journal of Science Education*, 38(3), 450–469.

Vodopivec, I., Papotnik, A., Gostinčar Blagotinšek, A., Skribe Dimec, D. in Balon, A. (2011). *Naravoslovje in tehnika. Učni načrt*. Ljubljana: Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

Vogrinc, J. (2008). *Kvalitativno raziskovanje na pedagoškem področju*. Ljubljana: Pedagoška fakulteta.

Windschitl, M. (2002). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87, 112–143.

Wells, G. (2001). *Action, Talk & Text: Learning & Teaching through Inquiry*. New York, NY: Teachers College Press.

## MOŽNOSTI DIDAKTIČNE UPORABE IKT PRI EKSPERIMENTALNEM DELU V IZOBRAŽEVANJU PRIHODNIJH UČITELJEV KEMIJE

Katarina Mlinarec in Vesna Ferk Savec  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### Povzetek

Priložnosti in izkušnje, ki jih študentje pridobijo med študijem v povezavi z uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri eksperimentalnem delu, so zelo pomembne z vidika razvoja njihovih digitalnih kompetenc in uporabe pridobljenih znanj, kompetenc tudi v prihodnje, pri svojem delu v vlogi prihodnjih učiteljev kemije. V prispevku je predstavljena pilotska študija o možnostih uporabe IKT pri eksperimentalnem delu v izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije. 65 študentov od 1. do 4. letnika programa prve stopnje Dvopredmetni učitelj, vezave kemija, in 1. letnika programa druge stopnje Poučevanje, vezave kemija Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani, je ob zaključku posameznega študijskega predmeta, ki je vključeval eksperimentalno delo, v študijskem letu 2019/2020 izpolnilo spletni vprašalnik. Vprašalnik se je navezoval na vključenost uporabe IKT v podporo eksperimentalnemu delu, od priprave študentov na eksperimentalno delo, njegove izvedbe (npr. zbiranje, analiza in obdelava eksperimentalnih podatkov), do predstavitve rezultatov eksperimentalnega dela in oddaje poročil. Rezultati so pokazali, da je IKT pogosto vključena v pripravo pred izvedbo eksperimentalnega dela in aktivnosti po njem, redkeje pa v izvedbo eksperimentalnega dela. V prihodnje bi bilo smiselno raziskavo nadgraditi in natančneje raziskati, katera specifična IKT-orodja študentje spoznajo med študijem, in predvsem, na kakšen način je uporaba le-teh integrirana v učenje in poučevanje kemije.

**Ključne besede:** prihodnji učitelji kemije, eksperimentalno delo, informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT), poučevanje in učenje kemije

### Uvod

Eksperimentalno delo je temeljna učna metoda pouka kemije, pri čemer informacijsko-komunikacijska tehnologija (IKT) omogoča številne priložnosti za podporo učnega procesa tako v osnovni kot srednji šoli (*Program osnovna šola kemija. Učni načrt, 2011; Program gimnazija kemija. Učni načrt, 2008*).

Priložnosti in izkušnje uporabe IKT pri eksperimentalnem delu, ki jih študentje pridobijo med študijem, so zelo pomembne z vidika razvoja njihovih digitalnih kompetenc v vlogi prihodnjih učiteljev kemije. Treba je poudariti, da je tudi pri uporabi IKT pri eksperimentalnem delu potreben razmislek o

didaktično ustrezni integraciji aktivnosti v pouk (Ferk Savec, Hrast, Šuligoj in Avsec, 2018; Ojha, 2016; Ottesen, 2006).

Uporaba specifične IKT pri eksperimentalnem delu se s časom spreminja. V nadaljevanju prispevka je predstavljena pilotska raziskava z namenom pregleda, v kolikšni meri in na kakšen način je uporaba IKT-orodij pri eksperimentalnem delu vključena v študijski program izobraževanja prihodnjih učiteljev kemije na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljane po mnenju študentov.

## **Teoretična izhodišča**

V Učnem načrtu za kemijo v osnovni šoli (*Program osnovna šola kemija. Učni načrt*, 2011, str. 5) in Smernicah za uporabo IKT pri predmetu kemija (Bačnik in Poberžnik, 2016) je v okviru splošnih ciljev zapisano, da kemija spodbuja razvoj naravoslovno-matematičnih kompetenc za razvoj kompleksnega in kritičnega mišljenja ter pri tem med drugim izpostavi iskanje, obdelavo in vrednotenje podatkov iz več virov. Učenci naj bi v sklopu tega razvijali zmožnost presoje, kdaj je informacija potrebna, načrtno spoznavali načine iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov, načrtno opazovali, zapisovali in uporabljali opažanja/meritve kot vira podatkov, razvijali razumevanje in uporabo simbolnih/grafičnih zapisov ter uporabljali IKT za zbiranje, shranjevanje, iskanje in predstavljanje informacij.

Različni avtorji (Ferk Savec in Vrtačnik, 2007; Abrahams in Millar, 2008; Devetak, 2012; Logar, Peklaj in Ferk Savec, 2017; *Program gimnazija kemija. Učni načrt*, 2008) ugotavljajo, da ustrezno vključeno eksperimentalno delo v razlago novih kemijskih pojmov osmišlja in pomaga pri razumevanju treh ravni predstavitve kemijskih pojmov in procesov, tj. makroskopske, submikroskopske in simbolne ravni. Kemija kot naravoslovna veda temelji na zaznavanju pojavnega sveta snovi, pojavov in procesov na makroskopski ravni, pri čemer pa je njihova razlaga, kot tudi interpretacija rezultatov, pričakovana na submikroskopski in simbolni ravni, kar je lahko za učence, če ne razumejo submikroskopskega sveta delcev, prezahtevno. Tako je v okviru didaktičnih priporočil Učnega načrta za kemijo v osnovni šoli (2011, str. 23–24) in Učnega načrta za kemijo v gimnaziji (2008, str. 48) zapisano, da naj učitelj eksperimentalno delo, kjer je mogoče, razširi s terenskim delom in uporabo IKT, ter izpostavljeno, da je pri uporabi vizualizacijskih elementov (modelov, submikroskopskih predstavitev, animacij) in sodobne IKT pomembno sistematično povezovanje z eksperimentalnim delom.

Uporaba IKT pri eksperimentalnem delu predstavlja pomemben del uporabe IKT pri predmetu Kemija, saj nam omogoča izvajanje, dopolnjevanje in

razširjanje eksperimentalnega dela z različno splošno oziroma specifično strojno in programsko opremo (Hrast in Ferk Savec, 2019). V eksperimentalno delo lahko na primer vključujemo uporabo senzorjev za merjenje temperature, vrednosti pH, prevodnosti, uporabo različnih mobilnih aplikacij, ki delujejo kot merilniki, navidezne (virtualne) laboratorije, simulacije, interaktivne videoposnetke eksperimentov itd. (Bačnik in Poberžnik, 2016; Bengtsson, Jónás, Los, Montangero in Szabó, 2014; Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019; Lewis, 2004).

IKT lahko na različne načine podpira tudi predeksperimentalno aktivnost, ki prispeva k zmanjšanju preobremenjenosti delovnega spomina pri učencih med eksperimentalnim delom, kot tudi poeksperimentalno aktivnost, ki pa prispeva k razmisleku o izvedenem eksperimentalnem delu, vključno s pisanjem poročil (Agustian in Seery, 2017; Logar in Ferk Savec, 2011; Perna in Aksela, 2009; Reid in Shah, 2007).

Agustian in Seery (2017) po pregledu več kot 60 člankov o predeksperimentalni aktivnosti izpostavita njene tri glavne namene, ki so največkrat opisane v pregledanih prispevkih. Predeksperimentalne aktivnosti umestita v tri kategorije: (1) aktivnosti namenjene predstavitvi kemijskih pojmov in procesov, ki so najpogosteje v obliki predeksperimentalne razlage, predeksperimentalnega kviza ali predeksperimentalne razprave, (2) aktivnosti namenjene predstavitvi laboratorijskih tehnik, v obliki interaktivnih simulacij, videoposnetkov eksperimentov, miselne priprave in informacij glede laboratorijske varnosti, ter (3) aktivnosti, ki naslavljajo cilje eksperimentalnega dela z vidika afektivne domene in se nanašajo na spodbujanje razvoja samozavesti učencev pri eksperimentalnem delu in njihove motivacije za eksperimentalno delo.

**Shema 1**

*Pregled predeksperimentalnih aktivnosti glede na namen (prilagojeno po Agustian in Seery, 2017, str. 519).*



V povezavi s seznanitvijo učencev, na primer glede laboratorijske varnosti, uporabe določenih laboratorijskih tehnik pred izvedbo eksperimentalnega dela, se je za učinkovito izkazala uporaba virtualne in obogatene resničnosti, s katerima lahko ustvarimo okolje z realističnimi slikami, zvoki, ki posnemajo resnično okolje – kemijski laboratorij. V teh interaktivnih okoljih se lahko učenci učijo brez strahu pred morebitnimi nesrečami, ki se lahko zgodijo med eksperimentalnim delom, aktivnosti lahko tudi večkrat ponovijo (Georgiou, Dimitropoulos in Manitsaris, 2007; Rizman Herga, Čagran in Dinevski, 2016; Tee idr., 2018; Zhu, Feng, Lowe, Kesselman, Harrison in Dempiski, 2018).

Za prihodnje učitelje je pomembno, da imajo že v okviru študija možnost pridobiti znanja o inovativnih didaktičnih pristopih učenja in poučevanja z uporabo IKT, tako s primeri dobrih praks, kot tudi skozi samostojno učenje in različne aktivnosti, da bodo lahko usvojena znanja, veščine in kompetence prenesli v svoje delo prihodnjih učiteljev (Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019;

Ferk Savec, Hrast, Šuligoj in Avsec, 2018; Parker, Carlson in Na'im, 2007).

## Namen in cilji

Številne raziskave, učni načrti za kemijo v osnovni šoli, gimnaziji, kot tudi učni načrti nekaterih študijskih predmetov s področja kemije v izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije, kažejo na pomen, ki ga ima IKT v podporo izvedbi eksperimentalnega dela. Za prihodnje učitelje kemije je zato pomembno, da se tudi v okviru študija seznanijo z možnostmi podpore njegove izvedbe ob uporabi IKT. Glede na hitro spreminjanje specifičnih IKT-orodij je smiselno kontinuirno spremljati, na kakšen način je uporaba IKT-orodij vključena v študijski program izobraževanja prihodnjih učiteljev kemije pri posameznih študijskih predmetih. Tako smo v okviru pričujoče študije za tri sklope kemijskih študijskih predmetov (Obvezni kemijski predmeti, Obvezni didaktično-kemijski predmeti in Strokovno izbirni kemijski predmeti) preučili, kako je po mnenju študentov uporaba IKT-orodij vključena v izvedbo eksperimentalnega delu in s tem povezanih dejavnosti v študijski program.

Za namen raziskave so bila zastavljena naslednja raziskovalna vprašanja:

- RV1:** Kako je v študijske predmete vključena uporaba IKT-orodij za **pripravo** študentov na eksperimentalno delo na področju kemije?
- RV2:** Kako je v študijske predmete vključena uporaba IKT-orodij pri **izvedbi** eksperimentalnega dela na področju kemije v povezavi z zajemom, analizo, obdelavo in predstavitvijo eksperimentalnih podatkov?
- RV3:** Kako je v študijske predmete vključena uporaba IKT-orodij pri **aktivnostih po** izvedeni eksperimentalni vaji na področju kemije?

## Metoda

### Vzorec

Vzorec raziskave predstavlja 65 študentov študijskega programa prve stopnje Dvopredmetni učitelj, vezave kemija, in programa druge stopnje Poučevanje, smer Predmetno poučevanje, vezave kemija Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani (tabela 1).

**Tabela 1**

Število sodelujočih študentov posameznih letnikov študija

	f	f(%)*
1. letnik prve stopnje DU, smer: kemija-vezave	29	100,00
2. letnik prve stopnje, DU, smer: kemija-vezave	6	23,08
3. letnik prve stopnje DU, smer: kemija-vezave	7	70,00
4. letnik prve stopnje DU, smer: kemija-vezave	16	80,00
1. letnik druge stopnje Poučevanje, Predmetno poučevanje, smer: kemija-vezave	7	33,33
Skupaj	65	

\*Delež sodelujočih študentov posameznega letnika glede na celokupno število vpisanih študentov posamezne smeri v študijskem letu 2019/2020.

V raziskavi je sodelovalo 100,00 % (n = 29) študentov 1. letnika, 23,08 % (n = 6) študentov 2. letnika, 70,00 % (n = 7) študentov 3. letnika in 80,00 % (n = 16) študentov 4. letnika, prve stopnje programa Dvopredmetni učitelj, vezave kemija ter 33.33 % (n = 7) študentov 1. letnika druge stopnje programa Predmetno poučevanje, vezave kemija. V vzorcu je bilo 80,00 % (n=52) študentk in 20,00 % (n=13) študentov.

### **Izvedba raziskave in instrument**

Z namenom preučiti vključenost IKT v izvedbo eksperimentalnega dela v okviru različnih študijskih predmetov, so študentje izpolnili spletni vprašalnik 1KA, pri čemer so za vsak predmet, ki je vključeval eksperimentalno delo na področju kemije v okviru *obveznih kemijskih predmetov* (Splošna kemija, Analizna kemija, Anorganska kemija, Organska kemija II, Fizikalna kemija), *obveznih didaktično-kemijskih predmetov* (Eksperimentalno delo I, Eksperimentalno delo II, Eksperimentalno in projektno delo) ter *strokovno izbirnih kemijskih predmetov* (Izbirni predmet I/Izbirni predmet II – v kolikor je vseboval ED na področju kemije) (tabela 2), opredelili, kako je bila IKT uporabljena v podporo študijskemu procesu v posameznih fazah eksperimentalnega dela (v pripravi in izvedbi eksperimentalnega dela ter aktivnostih po njegovi izvedbi).

**Tabela 2**

*Sklopi študijskih predmetov, ki vključujejo eksperimentalno delo na področju kemije*

<b>Sklop predmetov</b>	<b>Predmeti</b>
<b><i>Obvezni kemijski predmeti</i></b>	Splošna kemija Analizna kemija Anorganska kemija Organska kemija II Fizikalna kemija
<b><i>Obvezni didaktično-kemijski predmeti</i></b>	Eksperimentalno delo I Eksperimentalno delo II Eksperimentalno in projektno delo
<b><i>Strokovni izbirni kemijski predmeti</i></b>	Izbirni predmet I Izbirni predmet II

Za vsak predmet, pri katerem so študentje opravljali eksperimentalne vaje na področju kemije, je bilo v vprašalniku zastavljenih 16 vprašanj, ki so se nanašala na:

- (1) dostopnost navodil za eksperimentalne vaje in drugih oblik priprave pred izvedbo eksperimentalne vaje (npr. naloge za pridobitev bistvenih informacij, povezanih z eksperimentalnim delom, videoposnetki) ter ali so le-te zahtevale ustvarjanje novih izdelkov z uporabo IKT (vprašanje 1–5);
- (2) uporabo specifične ali splošne strojne opreme s programsko opremo za zajem, analizo, obdelavo in predstavitev eksperimentalnih podatkov (vprašanje 6–11);
- (3) dostopnost aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji in ali so le-te zahtevale ustvarjanje novih izdelkov z uporabo IKT (vprašanje 12–16).

**Postopek zbiranja in obdelave podatkov**

Študentje so izpolnili spletni vprašalnik ob zaključku posameznih semestrov študijskega leta 2019/2020. Osnovna statistična analiza na ravni deskriptivne statistike je bila izvedena v januarju 2021 z uporabo programa Statistical Package for the Social Studies (SPSS), version 21. Odgovore na vprašanja odprtega tipa sta, da bi zagotovili zanesljivost in veljavnost, analizirali dve neodvisni raziskovalki (avtorici prispevka), njuna usklajenost je bila 95-odstotna.



## Rezultati z razpravo

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati o vključenosti IKT v podporo eksperimentalnemu delu pri študijskih predmetih na področju kemije glede na zastavljena raziskovalna vprašanja.

### **Uporaba IKT-orodij za pripravo študentov na eksperimentalno delo na področju kemije**

V Tabeli 3 so predstavljeni rezultati analize odgovorov študentov na vprašanje, v kakšni obliki so jim bila dostopna navodila za eksperimentalne vaje.

**Tabela 3**

*Odgovori študentov glede oblike navodil za eksperimentalne vaje*

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f (%)	f	f (%)	f	f (%)
e-oblika (navodila v npr. obliki PDF ali Word, ne vključujejo interaktivnih nalog)	122	81,88	46	88,46	13	86,67
i-oblika (navodila vključujejo interaktivne naloge)	12	8,05	7	13,46	1	6,67
Tiskana oblika	51	34,23	14	26,92	5	33,33
Ni bilo navodil za vaje	1	0,67	0	0,00	0	0,00
Drugo	1	0,67	0	0,00	0	0,00

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Pri vseh treh sklopih predmetov so študentje izpostavili, da so navodila za eksperimentalne vaje največkrat dostopna v e-obliki (navodila v npr. obliki PDF ali Word, ki ne vključujejo interaktivnih nalog), in sicer 88,46 % pri obveznih didaktično kemijskih predmetih, 86,67 % pri strokovnih izbirnih kemijskih predmetih in 81,88 % pri obveznih predmetih kemije. V manjši meri so navodila dostopna tudi v tiskani obliki, 34,23 % pri obveznih predmetih kemije, 33,33 % pri strokovnih izbirnih kemijskih predmetih in 26,92 % pri obveznih didaktično kemijskih predmetih. V najmanjši meri so navodila dostopna v i-obliki pri strokovnih izbirnih kemijskih predmetih (6,67 %).

Odgovori študentov na vprašanje, kje so bila dostopna navodila za eksperimentalne vaje, so predstavljeni v tabeli 4.

**Tabela 4**

Odgovori študentov glede načina dostopanja do navodil za eksperimentalne vaje

	Obvezni predmeti kemije (N = 123)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 48)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 13)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Spletna učilnica	109	88,62	47	97,92	12	92,31
Drugo	23	18,70	1	2,08	1	7,69

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Iz odgovorov študentov vidimo, da so navodila za eksperimentalne vaje v veliki meri dostopna v spletnih učilnicah predmetov v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov (97,92 %), strokovnih izbirnih kemijskih predmetih (92,31 %) in obveznih predmetov kemije (88,62 %). Kot drugo so študentje navedli, da so navodila za eksperimentalne vaje prejeli prek e-pošte, informacijskega sistema VIS ali pa so navodila lahko kupili v knjižnici fakultete.

V tabeli 5 so zbrani rezultati odgovorov študentov na vprašanje, ali so bile v predeksperimentalne dejavnosti pri predmetih vključene še druge oblike priprave na eksperimentalne vaje, npr. ogled interaktivnega videoposnetka izvedbe eksperimenta, izdelava animacije, reševanje kvizov glede bistvenih informacij, povezanih z eksperimentalnim delom.

**Tabela 5**

Odgovori študentov glede dodatnih možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
e-oblika (navodila v npr. obliki PDF ali Word, ne vključujejo interaktivnih nalog)	59	39,60	32	61,54	6	40,00
i-oblika (navodila vključujejo interaktivne naloge)	16	10,74	11	21,15	1	6,67
Tiskana oblika	50	33,56	9	17,31	1	6,67
Ni bilo posebne priprave	51	34,23	8	15,38	8	53,33

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

V največji meri (53,33 %) so študentje izpostavili, da ni bilo posebnih dodatnih možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalne vaje (npr. nalog za pridobitev bistvenih informacij, povezanih z eksperimentalnim delom, videoposnetki) v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov, v največji meri pa v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov, pri čemer je bila najpogostejše izpostavljena e-oblika (navodila v npr. obliki PDF ali Word, ki ne vključujejo interaktivnih nalog) priprave na izvedbo eksperimentalne vaje (61,54 %). Pri obveznih didaktično kemijskih predmetih je pričakovano v nekoliko večji meri zaslediti didaktični premislek glede pomena priprave na izvedbo eksperimentalnega dela (predeksperimentalna aktivnost) kot pri obveznih kemijskih in strokovnih izbirnih kemijskih predmetih.

Odgovori študentov na vprašanje, kje so lahko dostopali do dodatnih možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj, so predstavljeni v tabeli 6.

**Tabela 6**

*Odgovori študentov glede načina dostopanja do dodatnih možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalne vaje*

	Obvezni predmeti kemije (N = 62)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 38)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 6)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Spletna učilnica	54	87,10	38	100,00	6	100,00
Drugo	11	17,74	0	0,00	0	0,00

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Dodatne možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj so bile študentom dostopne prek spletne učilnice, in sicer v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov (100,00 %) in strokovno izbirnih kemijskih predmetov (100,00 %). Tudi v sklopu obveznih kemijskih predmetov so bile druge oblike priprave pred izvedbo eksperimentalne vaje v največji meri (87,10 %) dostopne v spletni učilnici, kot drugo pa so študentje navedli e-pošto in informacijski sistem VIS.

V povezavi z načinom vključitve IKT v dodatne možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj so študentje povzeli, da je šlo večinoma za aktivnosti, ki niso zahtevale ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT (tabela 7).

**Tabela 7**

Odgovori študentov v povezavi z dodatnimi možnostmi priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj glede vključenosti ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT

	Obvezni predmeti kemije (N = 101)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 45)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 7)*	
	f	f (%)	f	f (%)	f	f (%)
Da	21	20,79	16	35,56	3	42,86
Ne	80	79,21	29	64,44	4	57,14

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Dodatne možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj največkrat niso vključevale ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT; predvidevale so jih le v 42,86 % v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov, 35,56 % v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov in 20,79 % v sklopu obveznih kemijskih predmetov.

### **Uporaba IKT-orodij pri izvedbi eksperimentalnega dela študentov na področju kemije**

V sklopu vprašanj glede vključenosti IKT v izvedbo eksperimentalnega dela se je prvo vprašanje spletnega vprašalnika nanašalo na vključenost IKT opreme za zajem eksperimentalnih podatkov v izvedbo eksperimentalnega dela (tabela 8).

**Tabela 8**

Odgovori študentov v povezavi z uporabo IKT opreme za zajem eksperimentalnih podatkov

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f (%)	f	f (%)	f	f (%)
Da	35	23,49	22	42,31	4	26,67
Ne	114	76,51	30	57,69	11	73,33

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Iz odgovorov študentov na vprašanje, ali so v okviru eksperimentalnega dela uporabljali IKT opremo za zajem eksperimentalnih podatkov, lahko ugotovimo, da v večji meri pri predmetih niso uporabljali omenjene opreme;

uporabljali so jo le v 42,31 % v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov, 26,67 % v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov in 23,49 % v sklopu obveznih kemijskih predmetov. Kot primere specifične ali splošne IKT opreme za zajem eksperimentalnih podatkov so navedli računalnik, Vernierjev senzor, šolski spektrofotometer, FTIR spektrometer, pH meter, MS Excel.

Podobne rezultate je podala tudi analiza stanja na pedagoških študijskih programih za področje naravoslovja Univerze v Ljubljani (Urbančič idr., 2018), ki navaja, da 63 % študentov redko ali nikoli ne uporablja orodij za zajem in zbiranje eksperimentalnih meritev ter da študentje na področju kemije pri zbiranju eksperimentalnih podatkov najpogosteje uporabljajo program MS Excel, v manjšem deležu pa tudi senzorje Logger Pro in Vernier. Druge možnosti uporabe IKT v povezavi z zajemom eksperimentalnih podatkov se nanašajo na uporabo različnih mobilnih aplikacij, ki delujejo kot merilniki, npr. ColourGrab (Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019; Bengtsson, Jónás, Los, Montangero in Szabó, 2014).

Med vprašanji, ki so se nanašala na vključenost IKT v izvedbo eksperimentalnega dela, je bilo drugo vprašanje spletnega vprašalnika osredotočeno na uporabo IKT opreme **za analizo in obdelavo** eksperimentalnih podatkov (tabela 9).

### Tabela 9

Odgovori študentov v povezavi z uporabo IKT opreme za analizo in obdelavo eksperimentalnih podatkov

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Da	40	26,85	11	21,15	2	13,33
Ne	109	73,15	41	78,85	13	86,67

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Iz odgovorov študentov na vprašanje, ali so v okviru eksperimentalnega dela uporabljali IKT opremo za analizo in obdelavo eksperimentalnih podatkov, lahko ugotovimo, da v večji meri pri predmetih niso uporabljali omenjene opreme; uporabljali so jo le v 26,85 % obveznih kemijskih predmetov, 21,15 % v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov in 13,33 % v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov. Kot primere specifične ali splošne strojne opreme s strojno opremo za analizo in obdelavo eksperimentalnih podatkov so navedli računalnik, tablični računalnik, MS Excel in MS Word.

V sklopu vprašanj glede vključenosti IKT v izvedbo eksperimentalnega dela je bilo tudi vprašanje, ki se je nanašalo na uporabo IKT opreme za predstavitev eksperimentalnih podatkov (tabela 10).

**Tabela 10**

*Odgovori študentov v povezavi z uporabo IKT opreme za predstavitev eksperimentalnih podatkov ob uporabi fotografij in videoposnetkov*

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Da	24	16,11	10	19,23	2	13,33
Ne	125	83,89	42	80,77	13	86,67

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Iz odgovorov študentov na vprašanje, ali so v okviru eksperimentalnega dela uporabljali IKT opremo za predstavitev eksperimentalnih podatkov, lahko ugotovimo, da v večji meri pri predmetih niso uporabljali omenjene opreme; uporabljali so jo le v 26,85 % obveznih kemijskih predmetov, 21,15 % v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov in 13,33 % v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov. Kot primere specifične ali splošne strojne opreme s strojno opremo za predstavitev eksperimentalnih podatkov so navedli računalnik, tablični računalnik, mobilni telefon, spletno učilnico, Windows Movie Maker, MS Excel, MS Word, MS PowerPoint, dokument PDF.

Iz raziskav drugih avtorjev (Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019), ki so potekale na Univerzi v Ljubljani gre izpostaviti zanimiv primer uporabe IKT v povezavi s predstavitvijo eksperimentalnih podatkov v sodelovalnih okoljih (npr. Moodle), ki omogočajo tudi komunikacijo in diskusijo učencev o rezultatih eksperimentalnega dela.

### **Uporaba IKT-orodij pri aktivnostih študentov po izvedeni eksperimentalni vaji na področju kemije**

V povezavi z zadnjim raziskovalnim vprašanjem so v tabeli 11 predstavljeni rezultati odgovorov študentov na vprašanje, na kakšen način oziroma v kakšni obliki so lahko pri predmetih, ki so vključevala eksperimentalno delo, oddali poročilo o opravljenem eksperimentalnem delu.

**Tabela 11***Odgovori študentov glede oblike poročila o eksperimentalnem delu*

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	<i>f</i>	<i>f</i> (%)	<i>f</i>	<i>f</i> (%)	<i>f</i>	<i>f</i> (%)
e-oblika (poročilo v npr. obliki PDF ali Word, ne vključuje interaktivnih nalog)	38	25,50	15	28,85	1	6,67
i-oblika (poročilo vključuje interaktivne naloge)	6	4,03	1	1,92	1	6,67
Tiskana oblika, pripravljena brez uporabe IKT	98	65,77	27	51,92	8	53,33
Tiskana oblika, pripravljena z uporabo IKT (npr. Word)	19	12,75	2	3,85	2	13,33
Poročila ni bilo treba izdelati	8	5,37	11	21,15	5	33,33

\* *N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.*

Pri vseh treh sklopih predmetov so študentje izpostavili, da so poročilo o eksperimentalnem delu največkrat oddali v tiskani obliki, pripravljene brez uporabe IKT, in sicer 65,77 % pri obveznih predmetih kemije, 53,33 % pri strokovnih izbirnih kemijskih predmetih in 51,92 % pri obveznih didaktično kemijskih predmetih. Kot druga najpogostejša oblika oddaje poročila o eksperimentalnem delu je bila e-oblika (poročilo v npr. obliki PDF ali Word, ki ne vključuje interaktivnih nalog) pri obveznih didaktično kemijskih predmetih (28,85 %) in obveznih kemijskih predmetih (25,50 %). V najmanjši meri je bila pri vseh treh sklopih zahtevana oddaja poročila v i-obliki (poročilo vključuje interaktivne naloge).

Odgovori študentov na vprašanje, na kakšen način oziroma kako so oddajali poročila o eksperimentalnem delu, so predstavljeni v tabeli 12.

**Tabela 12**

Odgovori študentov glede načina oddaje poročil o eksperimentalnem delu

	Obvezni predmeti kemije (N = 39)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 15)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 1)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Spletna učilnica	32	82,05	15	100,00	1	100,00
Drugo	14	35,90	0	0,00	0	0,00

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Študentje so poročila o eksperimentalnem delu oddali v spletno učilnico v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov (100,00 %) in strokovnih izbirnih kemijskih predmetov (100,00 %) ter v nekoliko manjši meri v sklopu obveznih kemijskih predmetov (82,05 %), pri čemer so poročila o eksperimentalnem delu lahko oddali tudi prek e- pošte ali v tiskani obliki na naslednjih vajah.

Odgovori študentov na vprašanje, kje oziroma na kakšen način so lahko dostopali do aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji, so predstavljeni v tabeli 13.

**Tabela 13**

Odgovori študentov glede načina dostopanja do aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji

	Obvezni predmeti kemije (N = 149)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 52)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 15)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
e-oblika (v npr. obliki PDF ali Word, brez vključevanja interaktivnih nalog)	28	18,79	24	46,15	2	13,33
i-oblika (aktivnosti z vključevanjem interaktivnih nalog)	11	7,38	6	11,54	1	6,67
Tiskana oblika	33	22,15	9	17,31	1	6,67
Ni bilo aktivnost po izvedeni eksperimentalni vaji	85	57,05	21	40,38	12	80,00

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Dodatnih aktivnosti po izvedenih eksperimentalnih vajah (npr. naloge za utrjevanje in prenos znanja) je bilo po odgovorih študentov najmanj v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov (80,00 %) in v sklopu obveznih kemijskih



predmetov (57,05 %). Aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji so bile v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov dostopne v e-obliki (v npr. obliki PDF ali Word in niso vključevale interaktivnih nalog) (46,15 %). Pri obveznih didaktično kemijskih predmetih je pričakovano v nekoliko večji meri zaslediti več primerov aktivnosti po izvedenem eksperimentalnem delu (poeksperimentalna aktivnost) kot pri obveznih kemijskih in strokovnih izbirnih kemijskih predmetih.

Odgovori študentov na vprašanje, kje so lahko dostopali do dodatnih možnosti aktivnosti po izvedenih eksperimentalnih vajah, so predstavljeni v tabeli 14.

**Tabela 14**

*Odgovori študentov glede načina dostopanja do dodatnih možnosti aktivnosti po izvedenih eksperimentalnih vajah*

	Obvezni predmeti kemije (N = 33)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 26)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 2)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Spletna učilnica	33	100,00	25	96,15	2	100,00
Drugo	0	0,00	1	3,85	0	0,00

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Aktivnosti po izvedenih eksperimentalnih vajah so bile študentom dostopne prek spletne učilnice, in sicer v sklopu obveznih kemijskih predmetov (100,00 %) in strokovno izbirnih kemijskih predmetov (100,00 %). Tudi v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov so bile aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji v največji meri (96,15 %) dostopne v spletni učilnici.

V povezavi z načinom vključitve IKT v aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji so študentje zanje menili, da večinoma niso zahtevale ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT (tabela 15).

**Tabela 15**

*Odgovori študentov v povezavi z dodatnimi možnostmi aktivnosti po izvedenih eksperimentalnih vajah glede vključenosti ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT*

	Obvezni predmeti kemije (N = 64)*		Obvezni didaktično-kemijski predmeti (N = 32)*		Strokovni izbirni kemijski predmeti (N = 3)*	
	f	f(%)	f	f(%)	f	f(%)
Da	8	12,50	9	28,13	1	33,33
Ne	56	87,50	23	71,88	2	66,67

\* N se nanaša na število odgovorov študentov glede izbranega sklopa predmetov.

Aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji največkrat niso zahtevale ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT; zahtevale so ga le v 33,33 % v sklopu strokovnih izbirnih kemijskih predmetov, 28,13 % v sklopu obveznih didaktično kemijskih predmetov in 12,50 % v sklopu obveznih kemijskih predmetov.

Tudi druge raziskave (Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec, 2019; Parker, Carlson in Na'im, 2007) ugotavljajo, da se med učitelji in študenti uporaba IKT pri učenju in poučevanju pogosto nanaša predvsem na uporabo nižjih taksonomskih stopenj znanja, višjih med njimi, tudi ustvarjanja, pa zaradi pomanjkanja kompetenc učiteljev, veliko intuitivne uporabe IKT pri poučevanju in učenju in nezadostnega znanja ne dosežajo.

Jedrinović, Bevčič, Rugelj in Ferk Savec (2019) v raziskavi predstavijo tudi nekaj primerov inovativnih didaktičnih pristopov ob uporabi IKT pri naravoslovju, na primer izdelavo animacij in njihovo deljenje na spletu, predstavitev rezultatov ob uporabi QR-kod na podlagi izsledkov eksperimentov, izdelavo pojmovnih mrež (Cmap Tools). Vključitev izdelave pojmovne mreže v predin poeksperimentalno aktivnost so raziskali tudi Kilic, Kaya in Dogan (2004) ter ugotovili, da so imeli študentje boljši odnos do eksperimentalnega dela, počutili so se bolj kompetentne in samozavestne ter so rajši sodelovali v diskusiji, povezani z eksperimentalnim delom.

## **Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso**

Smiselno zastavljeno vključevanje uporabe IKT lahko podpre priprave na eksperimentalno delo, njegovo izvedbo ter prispeva k bolj poglobljene- mu razumevanju kemijskih pojmov in procesov na vseh treh ravneh njihove predstavitve. V pričujoči raziskavi smo ob uporabi spletnega vprašalnika za prihodnje učitelje kemije preučili trenutno vključenost uporaba IKT-orodij v študijske predmete na področju kemije in sicer za tri sklope kemijskih študijskih predmetov (Obvezni kemijski predmeti, Obvezni didaktično kemijski predmeti in Strokovno izbirni kemijski predmeti).

V povezavi z uporabo IKT-orodij za pripravo študentov na eksperimentalno delo na področju kemije lahko ugotovimo, da so študentom navodila za vaje največkrat dostopna v e-obliki (navodila v npr. obliki PDF ali Word, ki ne vključujejo interaktivnih nalog) v spletnih učilnicah predmetov, so jim posredovana prek e-pošte ali informacijskega sistema VIS in v tiskani obliki. Dodatne možnosti priprave pred izvedbo eksperimentalnih vaj so študentje največkrat izpostavili pri obveznih didaktično kemijskih predmetih, saj je pri izvedbi le-teh vključenega več didaktičnega premisleka v povezavi s pomenom predeksperimentalne aktivnosti, ki prispeva k izboljšanju učinkovitosti učenja

in dosežkov, tako z vidika kognitivne in psihomotorične, kot tudi afektivne domene. Iz raziskave lahko ugotovimo tudi, da pri predmetih v okviru eksperimentalnega dela večinoma ne uporabljajo IKT-orodij za zajem, analizo, obdelavo in predstavitev eksperimentalnih podatkov. Priprave pred izvedbo eksperimentalnega dela, kot tudi aktivnosti po izvedeni eksperimentalni vaji, večinoma niso vključevale ustvarjanja novih izdelkov z uporabo IKT.

Povzamemo lahko, da se priložnosti, ki so ponujene študentom med študijem za pridobitev znanja in razvoj kompetenc, povezane z uporabo IKT pri eksperimentalnem delu, razlikujejo med študijskimi predmeti. V prihodnje bi bilo v sodelovanju med učitelji kemijskih študijskih predmetov, ki vključujejo eksperimentalno delo, morda smiselno opraviti skupen razmislek glede bolj sistematičnega vključevanja IKT v povezavi z eksperimentalnim delom z namenom zagotavljanja višje kakovosti študijskega procesa, kar bi hkrati prispevalo tudi k spodbujanju razvoja digitalnih kompetenc prihodnjih učiteljev kemije.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP).

## Literatura

Abrahams, I. in Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.

Agustian, H. Y. in Seery, M. K. (2017). Reasserting the role of pre-laboratory activities in chemistry education: a proposed framework for their design. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 518–532. DOI: 10.1039/C7RP00140A

Bačnik, A. in Poberžnik, A. (2016). *Smernice za uporabo IKT pri predmetu kemija*. Ljubljana: Zavod za šolstvo. <https://www.zrss.si/digitalnknjiznica/smernice-ikt-kem/files/assets/basic-html/index.html#21>

Bengtsson, D., Jónás, L., Los, M., Montangero, M. in Szabó, M. G. (2014). How deep is your blue?—Coloured chemistry with smartphones. *Science on Stage Deutschland*, 4(5), 20–24. [https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/istage2\\_en\\_how-deep-is-your-blue\\_0.pdf](https://www.science-on-stage.de/sites/default/files/material/istage2_en_how-deep-is-your-blue_0.pdf)

Devetak, I. (2012). *Zagotavljanje kakovostnega znanja naravoslovja s pomočjo submikroreprezentacij*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Ferk Savec, V. in Vrtačnik, M. (2007). Povezovanje eksperimentalnih opažanj z razlago na ravni delcev pri bodočih učiteljih kemije. V I. Devetak (ur.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja* (str. 37–57). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

- Ferk Savec, V., Hrast, Š., Šuligoj, V. in Avsec, S. (2018). The innovative use of ICT in STEM teacher training programmes at the University of Ljubljana. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 16(4), 421–427.
- Georgiou, J., Dimitropoulos, K. in Manitsaris, A. (2007). A virtual reality laboratory for distance education in chemistry. *International Journal of Social Sciences*, 2(1), 34–41.
- Hrast, Š. in Ferk Savec, V. (2019). Kako učenci dojemajo eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT?. V V. Ferk Savec in J. Rugelj (ur.), *Izzivi in priložnosti uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v pedagoškem procesu na področju naravoslovja, tehnologije in matematike* (str. 45–61). Univerza v Ljubljani.
- Jedrinović, S., Bevčič, M., Rugelj, J. in Ferk Savec, V. (2019). Aktivni pouk in uporaba IKT v procesu učenja in poučevanja. V J. Rugelj in V. Ferk Savec (ur.), *Inovativna didaktična uporaba informacijsko komunikacijske tehnologije v študijskem procesu* (str. 33–69). Univerza v Ljubljani.
- Kilic, Z., Kaya, O. N. in Dogan, A. (2004). Effects of Students' Pre-and Post-Laboratory Concept Maps on Students' Attitudes toward Chemistry Laboratory in University General Chemistry [Poster]. *18th International Conference on Chemical Education: "Chemistry Education for the Modern World"*, Istanbul Turkey. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED500716.pdf>
- Lewis, S. (2004). *Using ICT to Enhance Teaching and Learning in Chemistry*. Royal Society of Chemistry.
- Logar, A. in Ferk Savec, V. (2011). Students' hands-on experimental work vs lecture demonstration in teaching elementary school chemistry. *Acta Chimica Slovenica*, 58(4), 866–875.
- Logar, A., Peklaj, C. in Ferk Savec, V. (2017). Pomen pozornosti in kapacitete delovnega spomina učencev za uspešnost pri eksperimentalnem delu. V V. Ferk Savec in I. Devetak (ur.), *Učitelj raziskovalec na področju poučevanja kemijskih vsebin* (str. 76–107). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Ojha, L. K. (2016). Using ICT in chemistry education. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 2(4), 156–164.
- Ottesen, E. (2006). Learning to teach with technology: Authoring practised identities. *Technology, Pedagogy and Education*, 15(3), 275–290.
- Parker, C. E., Carlson, B. in Na'im, A. (2007). *Building a framework for researching teacher change in ITEST projects*. Newton, Ma: EDC.
- Pernaa, J. in Aksela, M. (2009). Chemistry teachers' and students' perceptions of practical work through different ICT learning environments. *Problems of Education in the 21st Century*, 16, 80–88. [http://www.scientiasocialis.lt/pec/node/files/pdf/vol16/80-88.Pernaa\\_Vol.16.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/pec/node/files/pdf/vol16/80-88.Pernaa_Vol.16.pdf)
- Program gimnazija kemija. Učni načrt* (2008). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN\\_KEMIJA\\_gimn.pdf](http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/ss/programi/2008/Gimnazije/UN_KEMIJA_gimn.pdf)
- Program osnovna šola kemija. Učni načrt* (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni\\_UN/UN\\_kemija.pdf](http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_kemija.pdf)
- Reid, N. in Shah, I. (2007). The role of laboratory work in university chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 172–185. DOI: 10.1039/B5RP90026C
- Rizman Herga, N., Čagran, B. in Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 593–608.

Tee, N. Y. K., Gan, H. S., Li, J., Cheong, B. H. P., Tan, H. Y., Liew, O. W. in Ng, T. W. (2018). Developing and demonstrating an augmented reality colorimetric titration tool. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 393–399.

Urbančič, M., Radovan, M., Bevčič, M., Droždek, S., Jedrinović, S., Luštek, A., ... Ferk Savec, V. (2018). *Strokovne podlage za didaktično uporabo IKT v izobraževalnem procesu za področje naravoslovja*. <http://ikt-projekti.uni-lj.si/porocila/strokovne%20podlage%20naravoslovje.pdf>

Zhu, B., Feng, M., Lowe, H., Kesselman, J., Harrison, L. in Dempsey, R. E. (2018). Increasing enthusiasm and enhancing learning for biochemistry-laboratory safety with an augmented-reality program. *Journal of Chemical Education*, 95(10), 1747–1754.

# PROJEKTNO UČNO DELO PRI IZOBRAŽEVANJU PRIHODNIJH UČITELJEV KEMIJE V SODELOVANJU S ŠOLAMI

*Katarina Mlinarec, Špela Hrast in Vesna Ferk Savec*  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

## **Povzetek**

Projektno učno delo umeščamo v sklop aktivnega pouka, ki ga je možno izvesti tudi v povezavi z eksperimentalnim delom. V prispevku je predstavljena empirična študija o mnenju učencev o eksperimentalnem projektnem delu v povezavi z njihovo izkušnjo obiska delavnic Centra KemikUm, ki so jih razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije, študentje programa Dvopredmetni učitelj na Univerzi v Ljubljani, Pedagoški fakulteti v študijskem letu 2019/2020. Delavnic se je udeležilo 66 osnovnošolcev (9., 8., 7., 6. in 5. razreda), ki so po udeležbi na delavnici izpolnili vprašalnik avtorjev Spronken-Smith idr. Učenci so kot najpomembnejše vtise z delavnic navedli razumevanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi, razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin ter spoznavanje specifičnih vsebin, ki so bile obravnavane v sklopu delavnice. Rezultati raziskave pokažejo tudi mnenja učencev o miselnih procesih, ki so jih spodbudile aktivnosti na delavnici. Velik delež učencev meni, da so jih aktivnosti v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri spodbudile z vidika vseh učnih procesov, najbolj pa k evalvaciji. Kot pomembne učne izkušnje so navedli razumevanje namena raziskovanja, odločanje o tem, kaj raziskovati, razpravljanje o idejah/vprašanjih, ki so se nanašala na delavnico po njeni izvedbi, naučili pa naj bi se več kot pričakovano pri delu v skupini. V nadaljnjih raziskavah bi bilo smiselno povečati vzorec učencev, razširiti raziskavo z intervjuji in podrobneje, z različnih vidikov raziskati vlogo učitelja pri razvoju in vodenju eksperimentalno projektnega dela. V prihodnje bi bilo pri razvoju učnih enot za učence treba nameniti več pozornosti celostnemu vidiku razumevanja vsebine, ki bo vključevalo vse tri komponente soodvisnosti med zgradbo, lastnostmi in uporabo snovi, vključiti aktivnosti, ki bodo v še večji meri pri učencih spodbujale višje miselne procese in jih soočile s problemi/vprašanji z več možnimi odgovori.

**Ključne besede:** projektno učno delo, aktivni pouk, prihodnji učitelji kemije, osnovna šola

## **Uvod**

Sodobne smernice za poučevanje naravoslovnih vsebin predvidevajo metode in oblike dela pri pouku, ki zahtevajo aktivno vključevanje učencev. Projektno učno delo se kot pristop poučevanja in učenja že vrsto let uporablja na vseh ravneh izobraževanja, na različnih področjih in omogoča učečim se

priložnosti sodelovanja, kritičnega razmišljanja, raziskovanja problemov in izzivov iz vsakdanjega življenja, razumevanja preučevane vsebine, pridobivanja različnih spretnosti in veščin (Aldabbus, 2018; Buck Institute for Education, b. d.; Ferk Savec, 2010). Za uspešno naslavljanje naravoslovnih problemov je ključna uporaba t. i. miselnih procesov višjega reda (angl. high order thinking skills), kot so: analiza, sinteza in evalvacija (Ferk Savec, 2021). Projektno učno delo pri pouku naravoslovnih vsebin omogoča tudi razvoj ustvarjalnega razmišljanja, ki je razumljeno kot najkompleksnejši in najbolj abstrakten miselni proces višjega reda (Krathwohl, 2002).

## **Teoretična izhodišča**

Projektno učno delo se uvršča v sklop aktivnega pouka in se že vrsto let uporablja na različnih vsebinskih področjih na vseh izobraževalnih ravneh (Knoll, 2012). Izraz projektna metoda je vpeljal William H. Kilpatrick (Kilpatric, 1918). Kilpatrick je pristop utemeljil na delu predhodnikov, ki so tovrstne ideje začeli vpeljevati v začetku 18. stoletja, npr. Johna Deweyja in Calvina M. Woodwarda (Beyar, 1997; Dye, 1974), nato so pristop projektne učnega dela opisali tudi mnogi drugi avtorji (Greoire in Laferriere, 1998; Fallik, 2008).

Uporaba projektne učnega dela v učnem procesu na področju STEM se je najbolj uveljavila v zadnjih treh desetletjih, ko je bilo na tem področju napisanih tudi največ strokovnih in znanstvenih prispevkov (npr. Knoll, 1997; Thomas, 2000; Krajcik in Blumenfeld, 2006; Buck Institute of Education, 2007, b. d.; Capraro, Capraro in Morgan, 2013; Tawfik, Graesser in Love, 2020). Rezultati raziskave avtorjev Ridwan, Rahmawati in Hadinugrahaningsih (2017) kažejo, da so študentje pri projektne učnem delu na področju naravoslovja in tehnologije uporabljali višje kognitivne procese, kot so kritično mišljenje, reševanje problemov, utemeljevanje in sodelovanje, razvijali so informacijsko pismenost, ter s tem, kot opisujejo avtorji, naslavljali pomembne kompetence 21. stoletja.

Na področju STEM Blumenfeld (2011) in Ferk Savec (2010) opišeta motivacijski vidik vpeljave projektne učnega dela v učni proces, pri čemer izpostavita, da lahko učence le-to spodbudi k učenju in ima vsaka od stopenj projektne učnega dela pomembno vlogo pri ohranjanju interesa za dosego zastavljenih ciljev projektne učnega dela kot celote.

Projektno delo pri poučevanju in učenju opredeljuje deset meril oziroma značilnosti, ki so zanj ključne. To so (Ferk Savec, 2021):

- tematika, povezana s situacijami iz realnega življenja na področju naravoslovja;

- interdisciplinarni pristop;
- nosilci aktivnosti so študentje;
- aktivnosti so ciljno usmerjene in časovno načrtovane;
- aktivnosti študentov se nanašajo na višje taksonomske stopnje miselnih procesov;
- upoštevanje interesov študentov, njihovih učnih stilov in sposobnosti;
- razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja;
- težišče na študijskem procesu, ne le na končnem izdelku;
- odprtost študijskega procesa;
- ocenjevanje ob uporabi projektnega portfolia.

Učitelj je pri projektne učnem delu predvsem usmerjevalec učnega procesa, učenci pa so kot nosilci učnega procesa vanj aktivno udeleženi. Učiteljeva vloga je usmerjati, opazovati, spodbujati učence, ki načrtujejo samo izvedbo projekta, zbirajo, preučujejo literaturo, pripravijo in organizirajo dogodek, poiščejo rešitev izbranega problema ipd., svoje delo predstavijo ter ves čas usklajujejo, izmenjujejo, dopolnjujejo mnenja in znanja s sošolci oziroma člani projektne skupine (Ferk Savec, 2010, 2021).

Projekte lahko glede na namen ločimo na: (1) projekte konstruktivnega tipa (končni cilj je izdelava izdelka, izvedba določenega dogodka); (2) projekte usvajanja in vrednotenja (spoznati, ovrednotiti izbrani izdelek oziroma dogodek); (3) problemske projekte (v izhodišču je določen problem ali raziskovalno vprašanje) in (4) projekte tipa učenja (učenci prek lastnih aktivnosti pridobijo novo znanje, razvijejo določene spretnosti, veščine, sposobnosti) (Ferk Savec, 2010).

Najpogosteje se v povezavi s stopnjami projektne učnega dela uporablja delitev po Frayu (1982), ki predlaga delitev projektne učnega dela na pet stopenj, ki si sledijo, in dveh vmesnih, ki se izvajata samo po potrebi (Ferk Savec, 2010, 2021; Novak, 1990).

Prvo stopnjo ali **iniciativo** predstavljajo aktivnosti za zbiranje predlogov in pobud študentov o zanje zanimivih tematikah projektne učnega dela, saj je z vidika večje zavzetosti in interesa v nadaljevanju zaželeno, da pride iniciativa s strani študentov samih. Tako je v tej stopnji pomembno zagotoviti čim boljše možnosti za spontano in odprto nizanje predlogov in pobud, k čemur lahko pomembno prispeva ustvarjeno sproščeno ozračje. Dejavnost študentov v tej stopnji lahko spodbudimo in usmerimo v različne aktivnosti, npr. nevihta idej (angl. brainstorming), zbiranje predmetov, iskanje širših pojmov za določeno temo in postavljanje širših vprašanj, oblikovanje predlogov v manjših skupinah, včasih pa se ideje porodijo čisto spontano, npr. kot posledica določenega dogodka, kar ponazarjajo naslednji primeri. V drugi stopnji **skiciranja**



**projekta** oziroma v stopnji izdelave osnutka projekta študenti podrobneje razpravljajo o izbranih tematskih področjih. Diskusijo je treba usmerjati tako, da bo pripeljala do zaključkov na naslednjih področjih: 1) definiranje izhodišča projektnega učnega dela – kaj nas v okviru izbranega tematskega področja zanima in bi želeli podrobneje preučiti, cilji projektnega učnega dela, alternativne ideje za raziskovanje; 2) izvedljivost projekta – razmislek z vidika dostopnosti potrebnih instrumentov, potrebščin, kemikalij, možnosti medpredmetnega sodelovanja in potrebe sodelovanja zunanjih strokovnjakov. Poleg usvajanja strokovnega znanja in razvijanja spretnosti pa pri projektne učnem delu udeleženci prav tako razvijajo tudi npr. sposobnost za delo v skupini; sposobnost konstruktivnega sodelovanja; sposobnost jasnega, vendar spoštljivega izražanja mnenj in stališč; sposobnost razčiščevanja nesoglasij in nesporazumov itn. Stopnji skiciranja sledi stopnja **načrtovanja izvedbe projekta**, v kateri študenti znotraj projektne skupine oblikujejo svoj izvedbeni načrt dela. V tej stopnji jih učitelji usmerjajo, da podrobno razmislijo in opredelijo naloge, ki so ključne za uspešno izvedbo projekta in so skladne s predvidenimi časovnimi možnostmi. Na osnovi opredeljenih nalog nato študenti razdelijo delo med člane projektne skupine, skladno s prioritetaami posameznikov in smiselno glede na logično zaporedje poteka projekta. Časovno najobsežnejšo stopnjo projektne učnega dela predstavlja **izvedba projekta**, v kateri učitelj spremlja in usmerja študente pri izvajanju aktivnosti skladno z načrtom, ki so ga pripravili v prejšnji stopnji. Izhodiščni del izvedbe projekta je običajno natančen pregled razpoložljive literature, saj je dobro poznavanje teoretičnih spoznanj nujna osnova za praktični del projekta. Ob izvedbi eksperimentalnega dela projektne učnega dela učitelj študente spodbudi k vodenju laboratorijskih dnevnikov, v katere sproti zapisujejo vse potrebne informacije o izvedenem eksperimentalnem delu. Glavne stopnje projektne učnega dela lahko po potrebi dopolnimo z **usmerjevalno in usklajevalno** podstopnjo. Pomen in smisel usmerjevalne podstopnje sta v razrešitvi problemov, ki nastopijo med izvedbo projekta, zato do nje prihaja po potrebi, usklajevalna podstopnja pa ima povezovalno funkcijo, katere glavni smisel je ohranjanje tekoče izvedbe projekta. V usmerjevalni in usklajevalni podstopnji je izjemno pomembna intervencijska in usmerjevalna vloga učitelja, ki lahko prepozna potrebo po omenjenih podstopnjah in jih študentom predlaga v pravem trenutku. Z zadnji, **sklepni fazi** zaključek projekta običajno predstavljata priprava poročila o projektne učnem delu in ustna predstavitev (Ferk Savec, 2021).

## Namen in cilji

Pričujoča raziskava je bila izvedena v študijskem letu 2019/2020 z namenom optimizacije izvedbe obveznega študijskega predmeta Eksperimentalno in projektno delo programa Dvopredmetni učitelj Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani.

Ena od pomembnih značilnosti projektnega učnega dela je vloga učitelja kot usmerjevalca, spodbujevalca učnega procesa, in vloga učencev kot nosilcev posameznih aktivnosti, saj jim je tako omogočeno, da prek svoje aktivnosti usvojijo novo znanje, različne spretnosti in prevzamejo odgovornost za svoje učenje (Ferk Savec, 2010). Pomembno je, da prihodnji učitelji kemije že med študijem pridobijo nekaj izkušenj s projektnim učnim delom in vodenjem učencev pri eksperimentalno-raziskovalnem delu. Z raziskavo smo želeli pridobiti povratne informacije s strani učencev glede eksperimentalnega projektnega dela v okviru delavnic, ki so jih razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije.

Za namen raziskave so bila zastavljena naslednja raziskovalna vprašanja (RV):

- RV1:** Katera znanja so učenci po njihovem mnenju usvojili na delavnicah, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije in se jim zdijo najpomembnejša?
- RV2:** Kakšno je mnenje učencev o miselnih procesih, vključenih v aktivnosti delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije?
- RV3:** Kakšno je mnenje učencev o učnih izkušnjah, vključenih v aktivnosti delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije?

## Metoda

Raziskava temelji na kvalitativnem in kvantitativnem raziskovalnem pristopu, uporabljena je bila deskriptivna metoda pedagoškega raziskovanja.

## Vzorec

Za namen raziskave je bilo uporabljeno neslučajnostno namensko vzorčenje. V vzorec je bilo vključenih 66 osnovnošolcev, starih med 10 in 15 let, ki so se udeležili ene od petih delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije. Učenci so po udeležbi na delavnici izpolnili vprašalnik. 54,54 % ( $n = 36$ ) učencev je obiskovalo 9. razred, 22,73 %

(n = 15) 8. razred, 4,54 % (n = 3) 7. razred, 7,58 % (n = 5) 6. razred in 10,61 % (n = 7) 5. razred osnovne šole. V vzorcu je bilo 25,76 % (n = 17) učencev in 74,24 % (n = 49) učenk.

### **Izvedba raziskave**

Raziskava je bila izvedena v študijskem letu 2019/2020 v sklopu predmeta Eksperimentalno in projektno delo, ki je trajal 15 tednov (dve uri na teden). V okviru predmeta je 19 prihodnjih učiteljev kemije, študentov programa Dvopredmetni učitelj na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti v projektih skupinah, od zbiranja pobud, predlogov za tematiko delavnic na začetku projektnega učnega dela, skozi skiciranje in načrtovanje izvedbe projekta, zaključilo projekt z izvedbo petih 90-minutnih delavnic za učence, pri čemer so ti ob uporabi vodenega eksperimentalno-raziskovalnega dela raziskovali izbrane kemijske vsebine v povezavi z njihovim življenjem. Glavne teme delavnic so bile: (1) *Grelne blazinice*, (2) *Barvila za izdelavo tatujev*, (3) *Eterična olja*, (4) *Kemijska zgradba gob* in (5) *Plastika*. Prihodnji učitelji kemije so na začetku delavnic učencem predstavili vsebine raziskovanja, med izvajanjem eksperimentalno-raziskovalnega dela učencev so jih usmerjali in jim dajali povratne informacije, na koncu pa so vodili zaključne razprave o rezultatih raziskovanja skupin.

Vsaka delavnica je poleg dela, ki je temeljil na vodenem eksperimentalno-raziskovalnem delu, vključevala tudi aktivnosti, ki so bile namenjene poglobljanju poznavanja vsebine raziskovanja, tako z vidika kemijskega znanja kot pomena obravnavane vsebine za družbo in/ali vsakodnevno življenje učencev.

Delavnice so potekale v mesecu decembru in januarju v študijskem letu 2019/2020 na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti in se jih je udeležilo 66 učencev osnovnih šol. Študentje, prihodnji učitelji kemije, so lahko tako pridobili izkušnje z izvedbo projektnega učnega dela, z vodenjem eksperimentalno-raziskovalnega dela učencev in hkrati prejeli povratne informacije z njihove strani glede projektne izdelke – eksperimentalne delavnice.

### **Instrument**

Za pridobitev mnenj učencev o učnih procesih, učnih izkušnjah in usvojenem znanju v okviru delavnic je bil uporabljen prilagojen vprašalnik Spronken-Smith idr. (2012), ki je bil razdeljen na naslednje štiri dele: (1) odgovor učencev na odprto vprašanje o treh ali štirih stvareh, ki so se jih naučili na delavnici in so se jim zdele zanje najbolj pomembne; (2) učenčeva ocena, v kolikšni meri jih je izvedba delavnice spodbudila k vključevanju v aktivnosti z vidikov, kot so pomnjenje, razlaga, analiza, uporaba, evalvacija/presojanje, ustvarjanje in refleksija/razmislek; (3) razmislek o učnem procesu in ocena učencev

o njihovi izkušnji udeležbe na delavnici v povezavi s tipi vprašanj, ki so jih naslavliali, v kolikšni meri so bili intelektualno izzvani, ali so bili spodbujeni, da prevzamejo odgovornost za svoje učenje, kot tudi v povezavi z drugimi vidiki, kako se učijo; in (4) zbiranje demografskih podatkov.

### **Postopek zbiranja in obdelave podatkov**

Da bi pridobili mnenja učencev glede usvojenega znanja, učnih procesov in učnih izkušenj vključenih v aktivnosti delavnic, so učenci po izvedenih delavnicah, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije, izpolnili prilagojen vprašalnik Spronken-Smith, Walker, Batchelor, O'Steen in Angelo (2012).

Prvo raziskovalno vprašanje (RV1) smo analizirali kvalitativno s kodiranjem in povzeli, katera znanja so učenci po njihovem mnenju usvojili na delavnicah in se jim zdijo najpomembnejša. Na podlagi analize 25 % vprašalnikov (n = 17) je bil oblikovan kodirnik s kategorijami. Kategorije predstavljajo prepoznane tematske enote in hkrati splošne cilje predmeta kemija v osnovni šoli, ki so opredeljeni v Učnem načrtu za kemijo (Program osnovna šola kemija. *Učni načrt*, 2011) oziroma so z njimi povezane. 99-odstotno zanesljivost kodiranja smo zagotovili z neodvisnim usklajevanjem kodiranja dveh raziskovalk, avtoric prispevka. Kodirnik zajema deset kategorij, in sicer: (1) *Specifične vsebine, obravnavane na delavnici*; (2) *Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: poznavanje uporabe snovi*; (3) *Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje zgradbe in uporabe snovi*; (4) *Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje zgradbe in lastnosti snovi*; (5) *Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje lastnosti in uporabe snovi*; (6) *Spoznavanje IKT opreme za izvedbo eksperimentalnega dela*; (7) *Razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin*; (8) *Širši kontekst vsebine, obravnavane na delavnici*; (9) *Razvijanje odgovornega odnosa do uporabe snovi* in (10) *Splošni pozitivni vtisi učencev po udeležbi na delavnici*. Z uporabo kodirnika je bil analiziran celoten nabor zbranih vprašalnikov.

Drugo in tretje raziskovalno vprašanje (RV2 in RV3) smo analizirali kvantitativno z uporabo osnovnih statističnih postopkov v programu Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), verzija 21. Pri analizi drugega in tretjega dela vprašalnika je bilo število učencev, ki so izbrali dve najvišji vrednosti na ocenjevalni lestvici (»v zelo veliki meri«, »v veliki meri« v drugem delu vprašalnika ter »ves čas« in »večinoma« v tretjem delu vprašalnika), združeno. Za vse delavnice skupaj je bil izračunan delež učencev, ki so izbrali dve najvišji vrednosti na ocenjevalni lestvici, na podlagi česar je bila izračunana srednja vrednost.

## Rezultati z razpravo

### Mnenje učencev o pomembnih, usvojenih znanjih na delavnicah, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije (RV1)

V tabeli 1 so predstavljene kategorije v povezavi z delavnicami, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije in so bile oblikovane na osnovi odgovorov učencev o najpomembnejših vtisih z delavnic v prvem delu vprašalnika.

Mnenje učencev se je največkrat (55,80 %) nanašalo na vsebinski sklop o *soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi*, žal pa večinoma le parcialno. Največkrat je bilo izpostavljeno *povezovanje zgradbe in uporabe snovi* (21,55 %) ter *povezovanje lastnosti in uporabe snovi* (19,34 %). Učenci so po delavnicah kot pomemben vidik izpostavili še *spoznavanje uporabe snovi* (11,60 %) in *povezovanje zgradbe snovi z njenimi lastnostmi* (3,31 %).

Tako bi bilo v prihodnje pri razvoju učnih enot za učence smiselno nameniti več pozornosti tudi celostnemu vidiku razumevanja, ki bo vključeval vse tri komponente soodvisnosti med zgradbo, lastnostmi in uporabo snovi.

Nekoliko manjkrat so učenci izpostavili vtise z delavnic z vidika *razvijanja eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin* (16,02 %) in *spoznavanja specifičnih vsebin, obravnavanih na delavnici* (11,05 %).

Kot pomembnejše vtise z delavnic so učenci navedli še *razvijanje odgovornega odnosa do uporabe snovi* (6,08 %), *širši kontekst vsebine, obravnavane na delavnici* (5,53 %), *spoznavanje IKT opreme za izvedbo eksperimentalnega dela* (3,31 %), nekajkrat (2 21 %) pa so učenci izpostavili tudi *splošno pozitivno izkušnjo udeležbe na delavnici*.

#### Tabela 1

*Delež prepoznane kategorije v povezavi z delavnicami, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije*

Kategorija	f	f(%)
Specifične vsebine, obravnavane na delavnici	20	11,05
Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: poznavanje uporabe snovi	21	11,60
Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje zgradbe in uporabe snovi	39	21,55
Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje zgradbe in lastnosti snovi	6	3,31

Kategorija	f	f(%)
Soodvisnost zgradbe, lastnosti in uporabe snovi: povezovanje lastnosti in uporabe snovi	35	19,34
Spoznavanje IKT-opreme za izvedbo eksperimentalnega dela	6	3,31
Razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin	29	16,02
Širši kontekst vsebine, obravnavane na delavnici	10	5,53
Razvijanje odgovornega odnosa do uporabe snovi	11	6,08
Splošni pozitivni vtisi učencev po udeležbi na delavnici	4	2,21

V tabeli 2 so predstavljeni izbrani primeri odgovorov učencev pri posamezni kategoriji.

**Tabela 2**

*Izbrani primeri odgovorov učencev pri posamezni kategoriji*

Kategorija	Primeri izjav učencev
<i>Specifične vsebine, obravnavane na delavnici</i>	»Naučila sem se, kaj so ioni in kako jih zapišemo.« »Naučila sem se, kaj so polimeri.«
<i>Poznavanje uporabe snovi</i>	»Eterična olja se uporabljajo tudi v medicinske namene.« »Spoznala sem, da obstajajo grelne blazinice za enkratno uporabo.«
<i>Povezovanje zgradbe in uporabe snovi</i>	»Izvedel sem, kateri ioni se nahajajo v posameznem tatu barvilu.« »Naučil sem se, da nekatera eterična olja vsebujejo limonen, ki je nenasičen, torej ima dvojne ali trojne vezi.«
<i>Povezovanje zgradbe in lastnosti snovi</i>	»Naučil sem se, kako se obarva plamen, ko sežgemo gobe.« »Spoznal sem, da je bioplastika iz agarja še najbolj vzdržna.«
<i>Povezovanje lastnosti in uporabe snovi</i>	»Eterična olja so nepolarna in raztapljajo nepolarne snovi (npr. stiropor).« »Naučil sem se, da je voda polarna, eterično olje pa nepolarna snov.«
<i>Spoznavanje IKT-opreme za izvedbo eksperimentalnega dela</i>	»Izvedela sem, kako povezati Vernierjev senzor na tablico.« »Spoznal sem, kako uporabljati Vernierjev senzor.«

Kategorija	Primeri izjav učencev
<i>Razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin</i>	»Naučil sem se, kako načrtovati eksperimentalno delo.« »Naučil sem se, kako narediti bioplastiko iz naravnih snovi.« »Naučil sem se uporabljati kemijske pripomočke.«
<i>Širši kontekst vsebine, obravnavane na delavnici</i>	»Spoznala sem zgodovino tetoviranja.« »Izvedel sem, da obstaja odvisnost od tetoviranja.«
<i>Razvijanje odgovornega odnosa do uporabe snovi</i>	»Naučila sem se, da so tatu barvila lahko strupena (zavirajo delovanje encimov), da vsebujejo kovinske ione.« »Z uporabo biorazgradljive plastike bolje skrbimo za naš planet.«
<i>Splošni pozitivni vtisi po udeležbi na delavnici</i>	»Na delavnici sem se zelo zabaval.« »Delavnica mi je bila zelo všeč.«

### **Mnenje učencev o miselnih procesih, vključenih v aktivnosti delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije (RV2)**

Iz grafa 1 lahko razberemo mnenje učencev, v kolikšni meri so jih aktivnosti na delavnicah spodbudile k različnim učnim procesom.

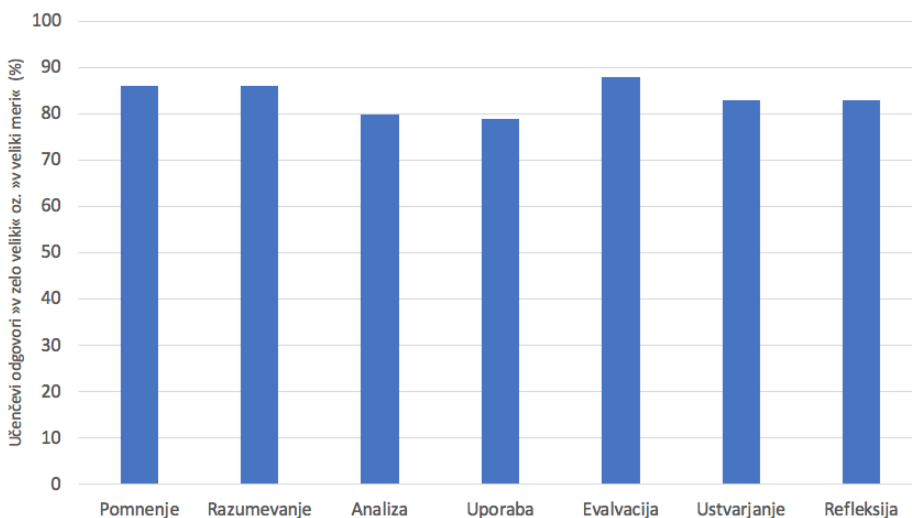
Največ učencev meni, da so bili pri aktivnostih v sklopu delavnic v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri spodbujeni k *evalvaciji* (87,88 %), *razumevanju* (86,36 %) in *pomnjenju* (86,15 %). Nekoliko manjši je delež učencev, ki so v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri ocenili vključenost procesa *ustvarjanje* (83,33 %) in *refleksije* (83,33 %) v aktivnosti na delavnicah. Analizo in uporabo je ocenil najmanjši delež učencev z odgovorom v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri, in sicer *analizo* (80,30 %) in *uporabo* (78,79 %).

Rezultate lahko primerjamo s podobnimi ugotovitvami drugih raziskav (Hrast in Ferk Savec, 2019; Spronken-Smith, Walker, Batchelor, O'Steen in Angelo, 2012), pri čemer ugotovimo, da je mnenje učencev o miselnih procesih visoko ocenjeno pri predmetih oziroma v sklopu delavnic za učence, ki temeljijo na eksperimentalno-raziskovalnem delu.

V primerjavi s podobno raziskavo (Hrast in Ferk Savec, 2019) je večji delež učencev tokrat v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri ocenil, da so bili spodbujeni pri procesih evalvacije, ustvarjanja in refleksije.

## Graf 1

Povprečne vrednosti deležev učencev, ki menijo, da so bili miselni procesi na delavnici prisotni v »zelo veliki« ali »veliki« meri.



## Mnenje učencev o učnih izkušnjah, vključenih v aktivnosti delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela izvedli in razvili prihodnji učitelji kemije (RV3)

Graf 2 predstavlja mnenje učencev o učnih izkušnjah, vključenih v aktivnosti delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije. Učenci so delavnice najvišje ocenili z vidika *razumevanja namena raziskovanja* (87,88 %). Učenci, ki so na postavke odgovorili z »ves čas« oziroma »večinoma«, so delavnico visoko ocenili še glede *odločanja o tem, kaj so raziskovali* (81,82 %), *naučili naj bi se več kot pričakovano pri delu v skupini* (81,82 %), delavnice so bile visoko ocenjene tudi glede *razpravljanja o idejah/vprašanjih, ki se nanašajo na delavnico po njeni izvedbi* (80,30 %), *učenja, kako reševati probleme in/ali kako odgovarjati na vprašanja* (78,79 %) in *naučenega več kot pričakovano s samostojnim delom* (77,27 %).

Več kot dve tretjini učencev, ki so na postavke odgovorili z »ves čas« oziroma »večinoma«, je delavnico visoko ocenilo tudi z vidikov *razmišljanja o načinu učenja* (73,85 %), *spodbujanja k prevzemu odgovornosti za svoje učenje* (72,73 %) in *občutenja intelektualne izzvanosti* (70,31 %).

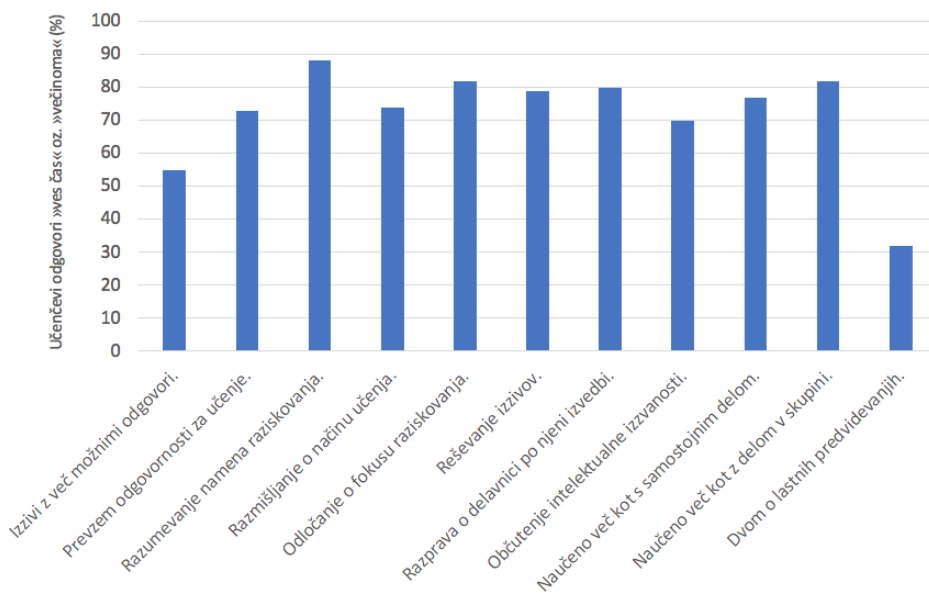
Najmanjši delež učencev ocenjuje, da so bili med delavnicami »ves čas« oziroma »večinoma« *soočeni z vprašanji/problemi z več kot enim možnim odgovorom* (54,55 %) in so *dvomili o svojem mnenju, predvidevanjih in/ali prepričanjih* (31,82 %).



Rezultati, predstavljeni v grafu 2, so zelo podobni rezultatom raziskav drugih avtorjev (Hrast in Ferik Savec, 2019; Spronken-Smith, Walker, Batchelor, O'Steen in Angelo, 2012), pri čemer je najbolj izpostavljen vidik razumevanja namena raziskovanja, najmanjši delež učencev pa je v raziskavah »ves čas« oziroma »večinoma« dvomil o svojem mnenju, predvidevanjih in/ali prepričanjih.

## Graf 2

*Povprečne vrednosti deležev učencev, ki menijo, da so bile določene učne izkušnje na delavnici prisotne »ves čas« ali »večinoma«.*



## Zaključek s prenosom ugotovitev v pedagoško prakso

Projektno učno delo kot aktivni pristop poučevanja in učenja omogoča razvijanje temeljnih naravoslovnih kompetenc in hkrati ponuja priložnost spodbujanja interesa za naravoslovne vsebine. Pri projektnem učnem delu ima učitelj vlogo usmerjevalca in spodbujevalca učnega procesa v okolju, ki je osredotočeno na učence. Tako se zdi pomembno prihodnjim učiteljem kemije že med študijem omogočiti pridobivanje izkušenj s projektnim učnim delom in z vodenjem eksperimentalno-raziskovalnega dela učencev.

Glavni cilj naše raziskave, ki se je osredotočila na predmet Eksperimentalno in projektno delo na prvi bolonjski stopnji študija, v okviru katerega so prihodnji učitelji kemije razvili in izvedli delavnice, je bil raziskati mnenja

učencev o usvojenih znanjih, miselnih procesih in učnih izkušnjah, vključenih v aktivnosti delavnic.

Učenci so v raziskavi kot najpomembnejše vtise z delavnic, ki so jih v sklopu projektnega učnega dela razvili in izvedli prihodnji učitelji kemije, navedli razumevanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi, pri čemer je bilo največkrat izpostavljeno povezovanje zgradbe in uporabe snovi. Učencem se je zdelo pomembno tudi razvijanje eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin ter spoznavanje specifičnih vsebin, ki so bile obravnavane v sklopu delavnic. Iz rezultatov raziskave je razvidno, da velik delež učencev, ki so se udeležili delavnic, meni, da so jih aktivnosti delavnic v »zelo veliki« oziroma »veliki« meri spodbudile z vidika različnih učnih procesov (najbolj k evalvaciji) ter so jim ponudile različne možnosti v povezavi z učnimi izkušnjami, pri čemer so učenci izpostavili zlasti razumevanje namena raziskovanja, odločanje o tem, kaj so raziskovali, naučeno več kot pričakovano pri delu v skupini in razpravljanje o idejah/vprašanjih, ki so se nanašala na delavnico po njeni izvedbi.

Poleg neposredne izkušnje z vodenjem učencem pri eksperimentalno-raziskovalnem delu rezultati raziskave predstavljajo povratne informacije za prihodnje učitelje kemije v povezavi z ustreznostjo načrtovanih in izvedenih delavnic v sklopu projektnega učnega dela. V nadaljnjih raziskavah bi bilo smiselno povečati vzorec učencev, razširiti raziskavo z intervjuji in podrobneje, z različnih vidikov raziskati vlogo učitelja pri razvoju in vodenju tovrstnih delavnic. V prihodnje bi bilo pri razvoju učnih enot za učence prav tako treba nameniti več pozornosti celostnemu vidiku razumevanja vsebine, ki bo vključevalo vse tri komponente soodvisnosti med zgradbo, lastnostmi in uporabo snovi, vključiti aktivnosti, ki bodo v še večji meri pri učencih spodbujale višje miselne procese in jih soočile s problemi/vprašanji z več možnimi odgovori.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOVUP).

## Literatura

- Aldabbus, S. (2018). Project-based learning: Implementation & Challenges. *International Journal of Education, Learning and Development*, 6(3), 71–79.
- Beyer, L. E. (1997). William Heard Kilpatrick. *Prospectus: The quarterly review of comparative education (Paris, UNESCO: International Bureau of Education)*, 27(3), 470–485.
- Blumenfeld, P. C. (2011). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Journal Educational Psychologist*, 26(3-4), 369–398.
- Buck Institute of Education. (2007). *Project Based Learning Handbook*. [http://www.bie.org/index.php/site/PBL/pbl\\_handbook/](http://www.bie.org/index.php/site/PBL/pbl_handbook/)
- Buck Institute for Education. (b. d.). *What is PBL?* <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>
- Capraro, R. M., Capraro, M. M. in Morgan, J. R. (ur.) (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam/ Boston/Taipei: Sense Publishers.
- Dye, C. M. (1974). Woodward and manual training: Early Reform in American Secondary Schools. *American Secondary Education*, 4(3), 20–22.
- Fallik, O., Eylon, B.-S. in Rosenfeld, S. (2008). Motivating teachers to enact free-choice project-based learning in science and technology (PBLSAT): Effects of a professional development model. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 565–591.
- Ferk Savec, V. (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin: učbenik*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Ferk Savec, V. (2011). Projektno učno delo skozi oči bodočih učiteljev kemije. V M. Orel (ur.), *Sodobni pristopi poučevanja prihajajočih generacij: mednarodna konferenca EDUvision* (str. 85–97). EDUvision. [https://bib.irb.hr/datoteka/563491.Zbornik\\_EDUvision\\_2011.pdf#page=85](https://bib.irb.hr/datoteka/563491.Zbornik_EDUvision_2011.pdf#page=85)
- Ferk Savec, V. (2021). Projektno učno delo pri študiju naravoslovja. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 55–70). 1. e-izd. Ljubljana: Založba Univerze. [https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP\\_UL-PEF\\_Specialne-didaktike.pdf](https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP_UL-PEF_Specialne-didaktike.pdf).
- Fray, K. (1982). *Die Projektmethode*. Weinheim: Beltz.
- Greoire, R. in Laferrriere, T. (1998). *Canada's schoolnet project-based collaborative learning with networked computers: Teachers' guide*. <http://www.tact.fse.ulaval.ca/ang/html/projectg.html#1.1>
- Hrast, Š. in Ferk Savec, V. (2019). Kako učenci dojemajo eksperimentalno-raziskovalno delo ob uporabi IKT? V V. Ferk Savec in J. Rugelj (ur.), *Izzivi in priložnosti uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v pedagoškem procesu na področju naravoslovja, tehnologije in matematike* (str. 45–61). Univerza v Ljubljani.
- Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers college record*, 14(4), 319–35.
- Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59–80.
- Krajcik, J. S. in Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based science. V R. K. Sawyer (ur.), *The Cambridge handbook of the learning sciences*. New York: Cambridge
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212–218.

Novak, H. (1990). *Projektno učno delo*. DZS.

*Program osnovna šola kemija. Učni načrt*. (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\\_kemija.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_kemija.pdf)

Ridwan, A., Rahmawati, Y. in Hadinugrahaningsih, T. (2017). STEAM Integration in Chemistry Learning for Developing 21st Century Skills. *MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices*, 7(2), 184–194.

Spronken-Smith, R., Walker, R., Batchelor, J., O'Steen, B. in Angelo, T. (2012). Evaluating student perceptions of learning processes and intended learning outcomes under inquiry approaches. *Assessment & Evaluation in Higher Educ.*, 37(1), 57–72.

Tawfik, A. A., Graesser, A. in Love, J. (2020). Supporting project-based learning through the virtual internship author (VIA). *Technology, Knowledge and Learning*, 25(2), 433–442.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation PBL. <http://www.bie.org/index.php/site/resource/item27>



## PROJEKTNO UČNO DELO V PODPORO PRESEGANJU KEMIJSKIH NAPAČNIH RAZUMEVANJ PRI PRIHODNJIH UČITELJIH KEMIJE

*Katarina Mlinarec in Vesna Ferk Savec*  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### **Povzetek**

Zdi se, da postaja vloga učitelja v času hitrega razvoja informacijske družbe vse zahtevnejša, saj se od učiteljev pričakuje, da bodo uspešno uporabljali številne metode in oblike dela, podprte s sodobno informacijsko-komunikacijsko tehnologijo ter izvedbo učnega procesa na svojem predmetnem področju uspešno prilagajali potrebam učencev. Prispevek obravnava empirično študijo o izkušnjah prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v sklopu dodiplomskega študija. Prihodnji učitelji so pri tem spoznali pristop projektnega dela z vidika bistvenih teoretičnih izhodišč, po drugi strani pa so imeli skozi izkušnjo izvajanja lastnega projektnega učnega dela priložnost raziskati možna napačna razumevanja oziroma težave, ki se lahko pojavijo pri učencih pri učenju kemijskih vsebin v osnovni šoli, ter v skupini s sošolci – bodočimi učitelji kemije – razviti učilo za preseganje identificiranih napačnih razumevanj. V raziskavi je sodelovalo 19 študentov programa Dvopredmetni učitelj, vezave kemija, na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti, ki so v študijskem letu 2019/2020 opravljali obveznosti pri predmetu Eksperimentalno in projektno delo. Podatki so bili pridobljeni z vprašalnikom, ki so ga študentje izpolnili na začetku in ob koncu izvajanja študijskega predmeta. Prav tako so bili za namen raziskave analizirani projektni portfolii, ki so jih študentje razvili ob izvajanju projektnega učnega dela na temo kemijskih napačnih razumevanj. Rezultati so pokazali, da so prihodnji učitelji kemije prek projektnega učnega dela uspeli identificirati in raziskati različne primere možnih napačnih razumevanj učencev ter razmisliti o optimizaciji poučevanja izbrane kemijske vsebine. Hkrati so pridobili izkušnje in znanje v povezavi z izvajanjem projektnega učnega dela. Po izvedbi predmeta večina prihodnjih učiteljev meni, da so ustrezno usposobljeni za uporabo projektnega učnega dela v svojem prihodnjem poklicu. V prihodnje bi bilo zanimivo projektne izdelke (učila) preizkusiti v šolski praksi in ugotovi, če oziroma v kolikšni meri je uporaba le-teh pripomogla k preseganju napačnih razumevanj pri učencih.

**Ključne besede:** napačna razumevanja, projektno učno delo, aktivni pouk, prihodnji učitelji kemije

## Uvod

Učinkovitost učnega procesa pogosto povezujemo z uporabo učnih metod, o izboru katerih v veliki meri odloča učitelj. Učne metode kot učinkovit način komunikacije pri pouku se nanašajo na učiteljevo delo (poučevanje) in na delo učencev oziroma učenje (Marentič Požarnik, 2010). Pri izbiri posamezne metode naj učitelj daje prednost tistim metodam, ki omogočajo miselno aktiviranje učencev in jih aktivno vpletajo v oblikovanje spoznavnega procesa (Ivanuš Grmek, Čagran in Sadek, 2009). V slovenski šolski praksi uporabljamo različne možnosti za aktivno vključevanje učencev v pouk naravoslovnih predmetov in v skladu s tem pripravljamo prihodnje učitelje na zahteve sodobne družbe. Raziskava (Ferk Savec in Wissiak Grm, 2013), ki je temeljila na opazovanju pouka kemije na vzorcu osnovnih šol, je pokazala, da aktivni in prihodnji učitelji kemije pri pouku relativno pogosto uporabljajo učne oblike, ki omogočajo aktivno delo učencev (povprečno 65 % v posamezni učni uri). Učitelji naravoslovnih predmetov kontinuirno izražajo potrebo po izboljšanju znanja za uporabo aktivnih oblik učenja, predvsem v povezavi s samostojnim eksperimentalnim delom učencev, vodenjem učencev pri izdelavi raziskovalnih nalog in projektnega učnega dela, uporabo informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) v podporo aktivnemu pouku ipd., čemur je treba nameniti dovolj pozornosti tudi pri izobraževanju prihodnjih učiteljev (Ferk Savec, 2014).

Z namenom opolnomočenja prihodnjih učiteljev naravoslovnih vsebin številni avtorji (Howard, 2002; Ferk Savec, 2010; Lynch, McNamara in Seery, 2012; Goldstein, 2016; Tsybulsky, Gatenio-Kalush, Abu Ganem in Grobgeld, 2020) predlagajo integracijo projektnega učnega dela v izobraževanje prihodnjih učiteljev na svojih predmetnih področjih.

Uporabo projektnega učnega dela pri izobraževanju prihodnjih učiteljev kemije se zdi še posebno zanimivo povezati s temami glede napačnih razumevanj kemijskih pojmov in procesov, saj mnoge raziskave (Azizoglu, Alkan in Geban, 2006; Kind, 2014; Hrin, Milenković in Segedinac, 2018; Ekiz-Kiran in Boz, 2020) kažejo, da je pri prepoznavanju in preseganju napačnih razumevanj učencev ključna vloga učiteljev in njihovo ozaveščanje morebitnih lastnih napačnih razumevanj.

V nadaljevanju prispevka je tako predstavljena empirična študija o izkušnjah prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom, pri čemer so spoznali pristop projektnega dela z vidika bistvenih teoretičnih izhodišč, po drugi strani pa so imeli skozi izkušnjo izvajanja lastnega projektnega učnega dela priložnost raziskati možna napačna razumevanja oziroma težave, ki se lahko pojavijo pri učencih pri učenju kemijskih vsebin v osnovni šoli ter razviti učilo za preseganje identificiranih napačnih razumevanj.

## Teoretična izhodišča

Ferk Savec (2011a, b) meni, da je uporaba projektnega učnega dela pri pouku kemije priložnost, da učenci oz. dijaki usvajajo novo znanje in spretnosti z lastnimi aktivnostmi, pri čemer imajo priložnost za intenzivno razvijanje ustvarjalnega in inovativnega potenciala, kar je neprecenljivega pomena.

Vloga učitelja je predvsem v usmerjanju učnega procesa k zastavljenim ciljem in spremljanju dogajanja v posameznih projektnih skupinah. Pomembno je, da se kot učitelji preudarno vključujemo v proces pridobivanja znanja učencev oz. dijakov ter jim (do prave mere!) dopustimo morebitne napake, iz katerih bodo lahko prišli do novih spoznanj in se učili reševanja problemov (Ferk Savec, 2021).

Veliko kemijskih pojmov je zaradi kompleksnosti samih naravoslovnih procesov in težnje po predstavitvi le-teh na poenostavljen način, s simboli za razumevanje, abstraktnih, kar pa lahko privede do številnih napačnih razumevanj (Devetak, 2012; Horton, 2007).

Barke, Hazari in Yitbarek (2009) in Garnett, Garnett in Hackling (1995) ugotavljajo, da raziskave o napačnih razumevanjih kemijskih pojmov pri učencih temeljijo na konstruktivističnem pristopu učenja. Za ta pristop je značilno, da je učitelj odgovoren za poučevanje, medtem ko je učenec odgovoren za svoje učenje in znanje, ki pa ga pogojujejo različni dejavniki: kognitivni, emocionalni in socialni. Pri tem je pomembno tudi predznanje učencev, njihova stališča in interesi (Plut Pregelj, 2008). Učenci torej sami konstruirajo svoje pojme, ki se lahko razlikujejo od tistih, ki jih je poskušal predstaviti učitelj (Barke, Hazari in Yitbarek, 2009).

Te različne pojme učencev raziskovalci poimenujejo drugače, na primer zmotne ideje (angl. *erroneous ideas*), spontano sklepanje (angl. *spontaneous reasoning*), napake (angl. *mistakes*), napačna razlaga dejstev (angl. *misinterpretation of facts*), alternativni pojmi (angl. *alternative conceptions*), napačna razumevanja (angl. *misunderstandings*) najpogosteje pa se uporablja izraz napačne predstave (angl. *misconceptions*) (Barke, Hazari in Yitbarek, 2009; Garnett, Garnett in Hackling, 1995; Karpudewan, Zain in Chandrasegaran, 2017).

Karpudewan, Zain in Chandrasegaran (2017) izpostavijo, da je delo teoretikov, kot so Jean Piaget, David Ausubel in Lev Vygotsky, spodbudilo konstruktivizem kot učni pristop, ki med drugim poudarja pomen predznanja in pospešuje pojmovne spremembe, kar podprejo s primeri raziskav, ki so pokazale razliko med praktičnim konstruktivističnim pristopom in tradicionalno metodo dela z učbenikom glede pojmovnih sprememb pri učencih in razvoja ustreznih naravoslovnih pojmov v prid konstruktivističnemu pristopu. Pomembno je, da



učitelji naravoslovja identificirajo napačna razumevanja in pri učencih dosežejo želeno pojmovno spremembo, ki je posledica dejstva, da otroci že zgodaj v otroštvu usvojijo veliko naravoslovnih pojmov, ki se vgradijo v njihov že obstoječi mentalni model, na pravo ali napačno mesto, slednje pa privede do napačnih razumevanj (Devetak, 2012).

Napačna razumevanja lahko nastanejo zaradi: (1) zamenjave interpretacije vsakdanjega jezika s poimenovanjem naravoslovnih pojmov (na primer v vsakdanjem jeziku beseda delec pomeni majhen viden del trdne snovi, v kemiji pa se izraz delec uporablja na submikroskopski ravni za opisovanje atomov, molekul in ionov); (2) uporabe več različnih definicij in modelov za nek pojem; (3) učenja definicij pojmov na pamet; (4) integracije novih pojmov v že obstoječ neustrezen mentalni model; (5) zamenjave med seboj podobnih pojmov; (6) pripisovanja človeških ali živalskih lastnosti pojmom; (7) neustreznega predznanja; (8) neustrezne vizualizacije submikroskopske narave snovi in (9) uporabe preveč splošnih didaktičnih pristopov, ki povzročajo neustrezne pojmovne spremembe (Devetak, 2012; Garnett, Garnett in Hackling, 1995).

Poleg napačnih razumevanj, povezanih z učenčevim predznanjem, Taber (2002) opozori tudi na napačna razumevanja, ki jih učenci razvijejo v šoli zaradi uporabe neustreznih metod poučevanja in pripomočkov, kar je možno preprečiti z stalnim izobraževanjem učiteljev.

Številni raziskovalci (Barke, Hazari in Yitbarek, 2009; Devetak, 2012; Horton, 2007; Taber, 2002; Karpudewan, Zain in Chandrasegaran, 2017) poudarjajo pomen diagnosticiranja učenčevega predznanja pred obravnavo nove učne vsebine. Učitelji lahko predznanje učencev in možna napačna razumevanja ugotavljajo na številne načine, na primer z intervjuji, vprašalniki oziroma preizkusi znanja, tudi pojmovnimi mrežami.

Taber (2002) izpostavlja, da lahko dober učitelj z zastavljanjem vprašanj izzove številne možne ovire v komunikaciji in tako omogoči takojšen odziv na napačna razumevanja učencev, v nasprotju s pregledovanjem, na primer vprašalnikov, pojmovnih mrež, pri čemer se s pisanjem možna napačna razumevanja pri učencih še utrjujejo. Kot najpomembnejše orodje pri diagnosticiranju učenčevega predznanja in možnih napačnih razumevanj tako izpostavi učiteljevo občutljivost, ki jo lahko doseže: (1) z izkušnjami poučevanja, (2) s poznavanjem napačnih razumevanj, ki so bila prepoznana v različnih raziskavah, (3) s časom, ki ga namenijo za ugotavljanje napačnih razumevanj posameznega učenca ali manjše skupine učencev v varnem okolju, (4) z uporabo metod in oblik dela, ki spodbujajo diskusijo in kritično razmišljanje, ter (5) s postavljanjem odprtih vprašanj učencem, ki omogočajo bolj poglobljeno ugotavljanje njihovega razumevanja kot zgolj vrednotenje odgovorov kot pravih ali napačnih.

Pregled literature na področju kemijskega izobraževanja priča o napačnih razumevanjih učencev o različnih kemijskih pojmih (Al-Balushi, Ambusaidi, Al-Shuaili in Taylor, 2012; Karpudewan, Zain in Chandrasegaran, 2017). Kind (2004) tako na primer ugotavlja, da se napačna razumevanja pri učencih pojavljajo predvsem pri obravnavi agregatnih stanj snovi, teorije delcev, sprememb agregatnih stanj, razlikovanja med elementi, spojinami in zmesmi, fizikalnih in kemijskih sprememb, odprtih in zaprtih kemijskih sistemov, pri obravnavi kislina, baz in nevtralizacije, stehiometrije, kemijske vezi in kemijskega ravnotežja. Garnett, Garnett in Hackling (1995) pa izpostavijo še pogosta napačna razumevanja v povezavi z delčno naravo snovi, molekulskimi in medmolekulskimi vezmi, oksidacijo in redukcijo ter elektrokemijo. Podobna napačna razumevanja učencev s primeri predstavijo tudi drugi avtorji (Andersson, 1990; Devetak, 2012; Meheut, Saltiel in Tiberghien, 1985; Özmen, 2004), na primer v povezavi s poimenovanjem zgradbe snovi, ki je lahko s strani učencev napačno razumljena kot kontinuiran, statični model. Prehode med agregatnimi stanji snovi pa lahko učenci napačno razumejo tudi kot: (1) izginjanje snovi (primer napačnega razumevanja: *gorivo avtomobila se porabi in izgine, le majhen delež porabljenega goriva predstavljajo izpušni plini ali voda med izparevanjem izgine*), (2) spremembo položaja snovi – snov lahko izgine iz nekega mesta, pri čemer se pojavi na drugem mestu (primer napačnega razumevanja: *pri gorenju alkohola voda ne more biti eden od produktov reakcije ali razlita voda se vpije v tla*), (3) modifikacijo snovi (primer napačnega razumevanja: *voda v tekočem agregatnem stanju se spremeni v majhne nevidne delce, ki se imenujejo para; pri gorenju alkohola pa nastajajo pare alkohola*) in (4) transmutacijo snovi (v mehurčkih vode, ki vre, je zrak – otroci vse, česar ne vidijo, definirajo kot zrak). Pogosta napačna razumevanja, pri katerih učenci pripisujejo delcem snovi makroskopske lastnosti, so na primer: *pri mešanju vode in barvila se molekule vode obarvajo; molekule plina se razširijo, ko jih segrevamo; atomi lahko spremenijo obliko*.

Raziskave (Banerjee, 1991; Nakiboglu, 2003; Pinarbasi, Sozibilir in Canpolat, 2009) kažejo, da se napačna razumevanja pojavljajo tudi pri učiteljih in prihodnjih učiteljih kemije. Podobno ugotavljajo Barke, Hazari in Yitbarek (2009) ter v povezavi s tem izpostavijo pomen učiteljevega zavedanja in prepoznavanja morebitnih napačnih razumevanj učencev o kemijskih pojmih ter zlasti njihovo razumevanje le-teh.

Pomembno je, da učitelji pri oblikovanju ustreznega razumevanja kemijskih pojmov in procesov pri učencih predstavijo pojme in procese na vseh treh ravneh, na makroskopski, submikroskopski in simbolni ravni (Devetak in Glažar, 2007; Ferk Savec in Vrtačnik, 2007), pri čemer morajo biti ob uporabi vizualizacijskih sredstev pozorni, da z njihovo premalo premišljeno integracijo v pouk pri učencih ne spodbujajo razvoja dodatnih napačnih razumevanj, povezanih z delčno naravo snovi (Ferk Savec, Hrast, Devetak in Torkar, 2016).

## Namen in cilji

Z namenom optimizacije izvedbe obveznega študijskega predmeta Eksperimentalno in projektno delo programa Dvopredmetni učitelj, Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani je bila v študijskem letu 2019/2020 izvedena pričujoča raziskava.

V prvem delu raziskave smo želeli ugotoviti, kakšne so predhodne izkušnje študentov, prihodnjih učiteljev kemije, s projektnim učnim delom in kakšno je njihovo poznavanje bistvenih značilnosti in stopenj projektnega učnega dela ter hkrati pridobiti njihova mnenja glede lastne usposobljenosti za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije, njihovih razlogov in pomislov glede uporabe projektnega učnega dela.

V drugem delu raziskave smo želeli zbrati ugotovitve prihodnjih učiteljev kemije glede napačnih razumevanj oziroma težav učencev pri usvajanju kemijskega znanja, ki so jih identificirali v okviru izvedbe lastnega projektnega učnega dela, ter hkrati na kratko predstaviti njihove predloge, projektne izdelke – učila za preseganje identificiranih napačnih razumevanj oziroma težav učencev pri usvajanju kemijskega znanja.

V sklopu raziskave smo zastavili naslednja raziskovalna vprašanja (RV):

- RV1:** Kakšne so izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v času njihovega izobraževanja?
- RV2:** Kakšno je poznavanje projektnega učnega dela, njegovih bistvenih značilnosti in stopenj pri prihodnjih učiteljih kemije?
- RV3:** Kakšno je mnenje prihodnjih učiteljev kemije o uporabi projektnega učnega dela pri pouku kemije?
- RV4:** Katera napačna razumevanja oziroma težave pri usvajanju kemijskega znanja so v okviru projektnih nalog pri učencih identificirali prihodnji učitelji kemije?
- RV5:** Kakšni so predlogi prihodnjih učiteljev kemije za preseganje napačnih razumevanj, težav pri usvajanju kemijskega znanja?

## Metoda

### Vzorec

Za namen raziskave je bilo uporabljeno neslučajnostno namensko vzorčenje. V vzorec je bilo vključenih 19 študentov programa Dvopredmetni učitelj, veza-ve kemija, na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti, ki so v študijskem letu 2019/2020 opravljali obveznosti pri predmetu Eksperimentalno in projektno delo. V vzorcu je bilo 10,53 % ( $n = 2$ ) študentov in 89,47 % ( $n = 17$ ) študentk.

### Izvedba raziskave

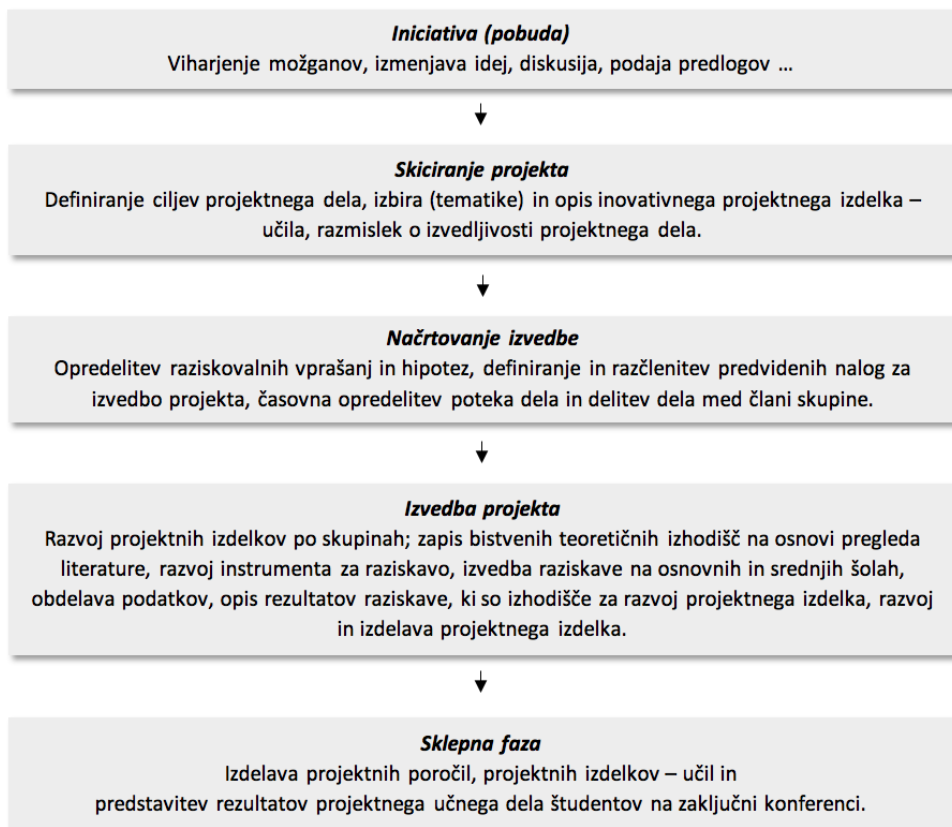
Raziskava je bila izvedena v sklopu obveznega študijskega predmeta Eksperimentalno in projektno delo v študijskem letu 2019/2020. Študentje, prihodnji učitelji kemije, so pred in po izvedbi predmeta izpolnili vprašalnik o mnenju in izkušnjah s projektnim učnim delom. Študentje, prihodnji učitelji kemije, so pri predavanjih in seminarjih predmeta najprej spoznali teoretična izhodišča o projektnem učnem delu (PUD) pri kemiji, v nadaljevanju pa prek lastne izkušnje izvajanja PUD raziskali možna napačna razumevanja oziroma težave, ki se lahko pri učenju kemijskih vsebin pojavijo pri učencih, ter razvili projektni izdelek – učilo, s katerim bi naslovili možna napačna razumevanja in težave učencev ter prispevali k njihovem preseganju. 19 študentov je bilo razdeljenih v 7 projektnih skupin študentov, v vsaki so bili 2–3 študenti.

Izhodišče za zasnovo lastnega projektnega učnega dela so predstavljali rezultati o znanju učencev v nacionalnih in mednarodnih študijah, na primer Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) ter The Programme for International Student Assessment (PISA). Končni izdelek projektnega učnega dela (konstruktivni tip) je bilo učilo za preseganje identificiranih napačnih razumevanj oziroma težav pri usvajanju izbrane kemijske vsebine.

V nadaljevanju je tudi shematsko predstavljen potek projektnega učnega dela študentov. Študentje so bili ob uporabi spletne učilnice predmeta vodeni skozi vse faze projektnega učnega dela, pri čemer so vodili projektni portfolio v skladu z navodili za izvedbo PUD v študijskem gradivu (Ferk Savec, 2010).

**Shema 1**

*Shematski prikaz izvedbe projektnega učnega dela študentov kemijskega izobraževanja.*



V Tabeli 1 so predstavljeni izbrani naslovi projektnih nalog s temami/vsebinskimi sklopi in izbranimi splošnimi/operativnimi učnimi cilji, pri katerih bi bilo možno pri učencih identificirati napačna razumevanja oziroma težave pri usvajanju znanja.

**Tabela 1**

*Naslovi projektnih nalog glede na temo/vsebinski sklop, splošne in operativne cilje po Učnem načrtu za kemijo (Program osnovna šola kemija. Učni načrt, 2011)*

<b>Naslov projektne naloge</b>	<b>Tema/vsebinski sklopi</b>	<b>Splošni/operativni učni cilji</b> Učenci:
<i>Skrivnost agregatnih stanj</i>	Kemija je svet snovi	– razumejo pojme snovi in agregatna stanja snovi z razporeditvijo in gibanjem gradnikov (delcev);
<i>Atom</i>	Atom in periodni sistem elementov	– spoznajo zgradbo atoma; – razumejo soodvisnost med zgradbo atoma in lego v PSE; – razvijajo prostorske predstave in uporabljajo različne vrste modelov, animacije itd.;
<i>Napačno razumevanje ionske vezi</i>	Povezovanje delcev/gradnikov	– razumejo nastanek ionske vezi;
<i>Napačno razumevanje kovalentne vezi</i>	Povezovanje delcev/gradnikov	– razumejo nastanek kovalentne vezi (enojne, dvojne in trojne) in s tem zgradbo preproste molekule; – na preprostih primerih razlikujejo med polarno in nepolarno kovalentno vezjo; – razlikujejo med (ne)polarnostjo vezi in (ne)polarnostjo molekule;
<i>Masa ohrani se!</i>	Kemijske reakcije	– razumejo, da za kemijske reakcije velja zakon o ohranitvi mase snovi; – spoznajo kemijske enačbe kot zapise kemijskih reakcij in poznajo pravila za urejanje kemijskih enačb;
<i>Kislina in baza</i>	Kislina, baza in soli	– razumejo, da so v vodnih raztopinah oksonijevi ioni nosilci kislih lastnosti in hidroksidni ioni nosilci bazičnih lastnosti; – razlikujejo med raztopinami kislin in baz glede na vsebnost oksonijevih in hidroksidnih ionov ter znajo zapisati kemijske formule osnovnih kislin in baz; – uporabljajo pH-lestvico kot merilo za oceno kislosti in bazičnosti raztopin; – poznajo pomen, uporabo in vpliv kislin, baz in soli v življenju in okolju;

Naslov projektne naloge	Tema/vsebinski sklopi	Splošni/operativni učni cilji Učenci:
<i>Nevtalizacija</i>	Kislinae, baze in soli	– spoznajo reakcijo nevtalizacije na preprostitih primerih in poimenujejo produkte;
<i>Masni delež</i>	Kislinae, baze in soli	– opredelijo pojme raztopine, topnost snovi, koncentracija; – znajo izračunati masni delež topljenca v raztopini in ga izraziti v odstotkih; – poznajo masno koncentracijo;
<i>Zakaj sveča gori?</i>	Družina ogljikovodikov s polimeri	– razlikujejo med popolnim in nepopolnim gorenjem ogljikovodikov; – vplivi produktov gorenja na okolje.

Študente je skozi študijski proces prek vsakotedenskih srečanj s sprotnimi povratnimi informacijami v sklopu predavanj in seminarjev zimskega semestra 2019/2020 ter ob uporabi sodelovalnega učnega okolja (Moodle) vodila učiteljica pri predmetu, ki je vodilna avtorica prispevka.

### **Instrument**

Vprašalnik: V prispevku so v povezavi s prvim, drugim in tretjim raziskovalnim vprašanjem predstavljeni rezultati, pridobljeni z vprašalnikom. Odprta vprašanja v vprašalniku so se nanašala na naslednje vsebinske sklope: (1) *Izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v času njihovega izobraževanja (v okviru osnovne šole, srednje šole in študija na UL Pedagoški fakulteti)*; (2) *Poznavanje projektnega učnega dela v smislu njegove definicije, bistvenih značilnosti in stopenj* ter (3) *Mnenje prihodnjih učiteljev kemije o svoji usposobljenosti (petstopenjska ocenjevalna lestvica), razlogih in pomislekih glede uporabe projektnega učnega dela pri pouku kemije*. V zadnjem delu vprašalnika so študentje na petstopenjski lestvici od 0 do 5 (pri čemer 0 pomeni povsem neusposobljen/-a, 5 pa odlično usposobljen/-a) ocenili svojo usposobljenost za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije.

Projektni portfolio: V podporo študijskemu procesu so bili za vsako stopnjo projektnega učnega dela izdelani obrazci (Ferk Savec, 2010), ki so bili študentom dostopni prek sodelovalnega učnega okolja (Moodle). Študentje so med oziroma po določeni stopnji projektnega učnega dela izpolnili ustrezen obrazec in ga v skladu z dogovorjeno časovnico izvedbe projektnega učnega dela oddali. Projektni portfolio je tako vseboval štiri dele: (1) *skico projekta* (definiranje ciljev projektnega dela, izbira (tematike) in opis inovativnega projektnega izdelka, razmislek o izvedljivosti sodelovalnega dela); (2) *načrt*

projekta (zapis raziskovalnih vprašanj in hipotez, definiranje in razčlenitev predvidenih nalog za izvedbo projekta, izdelava časovnice poteka dela in delitev dela med člani projektne skupine); (3) *bistvena teoretična izhodišča* in (4) *končno poročilo* (opis projektne izdelke – učila in predstavitev njegove inovativnosti, opis rezultatov raziskave).

### **Postopek zbiranja in obdelave podatkov**

Da bi ugotovili, kakšne so izkušnje in mnenja prihodnjih učiteljev kemije o projektne učnem delu ter kakšno je njihovo poznavanje le-tega, so pred in po izvedbi obveznega študijskega predmeta Eksperimentalno in projektne delo v študijskem letu 2019/2020 izpolnili vprašalnik.

Prvo in del tretjega raziskovalnega vprašanja (RV1 in RV3) smo analizirali kvalitativno s kodiranjem. Oblikovani so bili trije kodirniki, in sicer: (1) kodirnik z osmimi kategorijami, vezanimi na izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektne učnim delom v času njihovega izobraževanja (RV1); (2) kodirnik z petnajstimi kategorijami, vezanimi na razloge uporabe projektne učnega dela pri pouku kemije s strani prihodnjih učiteljev kemije, (RV3) in (3) kodirnik z osmimi kategorijami, vezanimi na pomisleke uporabe projektne učnega dela pri pouku kemije s strani prihodnjih učiteljev kemije. Zanesljivost kodiranja je bila določena z usklajevanjem neodvisnega kodiranja ob uporabi vseh treh kodirnikov s strani obeh avtoric prispevka in znaša 98 %. Z uporabo kodirnikov so bili nato analizirani vsi vprašalniki.

Drugo raziskovalno vprašanje (RV2) smo analizirali ob uporabi deduktivnega pristopa. Pred začetkom analize odgovorov prihodnjih učiteljev kemije o bistvenih značilnostih in stopnjah projektne učnega dela smo oblikovali dva kodirnika. Kodirnik *Značilnosti projektne učnega dela* (tabela 2) vključuje osem kod, ki so bile določene glede na bistvene značilnosti projektne učnega dela (Ferk Savec, 2010). Kodirnik *Stopnje projektne učnega dela* (tabela 3) vključuje sedem kod, ki predstavljajo bistvene stopnje projektne učnega dela (z vmesnima stopnjama) po Frayu (1982). Pri analizi odgovorov smo preverjali, ali so se kode v odgovorih pojavile ali ne.



**Tabela 2***Prva kodirna tabela: Značilnosti projektnega učnega dela*

Kategorija	Kode
Značilnosti projektnega učnega dela	Povezanost z izkušnjami učencev iz življenja.
	Interdisciplinarni pristop.
	Načrtovanje in ciljno usmerjene aktivnosti.
	Upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti učencev.
	Razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja.
	Težišče na učnem procesu.
	Odprtost učnega procesa.
	Pri ocenjevanju je vrednotena izpeljava projektnega učnega dela in projektni izdelek.

**Tabela 3***Druga kodirna tabela: Stopnje projektnega učnega dela*

Kategorija	Kode
Stopnje projektnega učnega dela	Iniciativa (pobuda).
	Skiciranje projekta.
	Načrtovanje izvedbe projekta.
	Izvedba projekta.
	Sklepna faza projekta.
	Vmesna stopnja: usmerjevanje.
	Vmesna stopnja: usklajevanje.

Del tretjega raziskovalnega vprašanja (RV3), ki se je navezoval na oceno prihodnjih učiteljev kemije o svoji usposobljenosti za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije, je bil analiziran kvantitativno z uporabo osnovnih statističnih postopkov v programu Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), verzija 21.

Na četrto in peto raziskovalno vprašanje (RV4 in RV5) smo odgovorili s pregledom portfoliov študentov in se nanašajo na izvedbo njihovega projektnega dela.

## Rezultati z razpravo

### Izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v času njihovega izobraževanja (RV1)

V tabeli 4 so predstavljene kategorije, ki se navezujejo na izkušnje študentov, prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom.

Največkrat (41,18 %) so študentje omenjali izkušnje s projektnim učnim delom, ki so jih pridobili v času šolanja v osnovni oziroma srednji šoli, in sicer v *sklopu natečajev, tekmovanj in projektov* (14,71 %), v *sklopu predmetov v osnovni šoli* (11,77 %), v *sklopu predmetov v srednji šoli* (8,82 %) in v *sklopu mature v srednji šoli* (5,88 %).

Študentje so izpostavili tudi izkušnje s projektnim učnim delom na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti (pred izvedbo predmeta Eksperimentalno in projektno delo), in sicer v *sklopu predmetov programa Dvopredmetni učitelj* (32,35 %) in v *sklopu praktičnega pedagoškega usposabljanja* (5,88 %).

V odgovorih študentov je bilo zaslediti druge izkušnje s projektnim učnim delom, ki so jih pridobili v *sklopu društev, organizacij* (11,77 %). Le malokrat (8,82 %) je bilo s strani študentov izpostavljeno, da niso v času svojega šolanja imeli še *nobene izkušnje* s projektnim učnim delom.

**Tabela 4**

*Izkušnje prihodnjih učiteljev kemije s projektnim učnim delom v času njihovega izobraževanja*

	Kategorija	f	f (%)
	Brez izkušenj s projektnim učnim delom.	3	8,82
	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu predmetov v osnovni šoli.	4	11,77
V času šolanja v OŠ oziroma SŠ	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu predmetov v srednji šoli.	3	8,82
	Izkušnje s projektnim učnim delom v srednji šoli, v sklopu mature.	2	5,88
	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu natečajev, tekmovanj, projektov.	5	14,71
V času študija na UL Pedagoški fakulteti pred izvedbo predmeta Eksperimentalno in projektno delo	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu predmetov programa Dvopredmetni učitelj UL PEF.	11	32,35
	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu praktičnega pedagoškega usposabljanja.	2	5,88
Druge izkušnje	Izkušnje s projektnim učnim delom v sklopu društev, organizacij (priprave, organizacija in vodenje poletnih aktivnosti za otroke, taborov, oratorijev ...).	4	11,77

### **Poznavanje projektnega učnega dela, njegovih bistvenih značilnosti in stopenj pri prihodnjih učiteljih kemije (RV2)**

V Tabeli 5 so predstavljeni rezultati analize odgovorov študentov glede bistvenih značilnosti projektnega učnega dela pred in po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo.

Največji delež študentov je pred izvedbo predmeta izpostavilo kot bistveni značilnosti projektnega učnega dela *načrtovanje in ciljno usmerjene aktivnosti* (78,95 %) ter *razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja* (52,63 %). Manj kot tretjina študentov je v odgovorih omenila *povezanost z izkušnjami učencev iz življenja* (26,32 %), *upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti učencev* (21,05 %), *težišče na učnem procesu* (10,53 %), *odprtost učnega procesa* (10,53 %) in *interdisciplinarni pristop* (5,26 %). Nihče od študentov ni kot značilnost projektnega učnega dela prepoznal *vrednotenje izpeljave projektnega učnega dela in projektnega izdelka pri ocenjevanju*.

Po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo rezultati kažejo, da je več kot polovica študentov prepoznala bistvene značilnosti projektnega učnega dela, ki so bile upoštevane pri pripravi kodirnika. Največji delež študentov je kot bistvene značilnosti projektnega učnega dela izpostavil *načrtovanje in ciljno usmerjene aktivnosti* (89,47 %), *povezanost z izkušnjami učencev iz življenja* (73,68 %), *upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti učencev* (73,68 %), *razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja* (73,68 %).

Nekaj manj kot dve tretjini študentov je omenilo *interdisciplinarni pristop* (63,16 %), *odprtost učnega procesa* (63,16 %) ter *vrednotenje izpeljave projektnega učnega dela in projektnega izdelka pri ocenjevanju* (63,16 %). Najmanjši delež študentov (57,89 %) je izpostavil *odprtost učnega procesa pri projektne učnem delu*.

Iz rezultatov, zbranih v tabeli 5, je mogoče ugotoviti, da je delež študentov, ki je prepoznal posamezne bistvene značilnosti projektnega učnega dela, večji po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo kot pred tem.

**Tabela 5**

*Deleži prihodnjih učiteljev kemije, ki so v svojem odgovoru pred in po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo glede bistvenih značilnosti projektnega učnega dela izpostavili določeno značilnost*

	Pred izvedbo predmeta Eksperimentalno in projektno delo		Po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo	
	<i>f</i>	<i>f</i> (%)	<i>f</i>	<i>f</i> (%)
Povezanost z izkušnjami učencev iz življenja.	5	26,32	14	73,68
Interdisciplinarni pristop.	1	5,26	12	63,16
Načrtovanje in ciljno usmerjene aktivnosti.	15	78,95	17	89,47
Upoštevanje interesov, učnih stilov in sposobnosti učencev.	4	21,05	14	73,68
Razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja.	10	52,63	14	73,68
Težišče na učnem procesu.	2	10,53	11	57,89
Odprtost učnega procesa.	2	10,53	12	63,16
Pri ocenjevanju je vrednotena izpeljava projektnega učnega dela in projektni izdelek.	0	0,00	12	63,16

Iz tabele 6 je razvidno poznavanje bistvenih stopenj projektnega učnega dela pri študentih, prihodnjih učiteljih kemije, tako pred kot po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo.

Tako pred kot po izvedbi predmeta je več kot polovica študentov prepoznala kot bistvene stopnje projektnega učnega dela *iniciativo (pobudo)*, *skiciranje projekta*, *načrtovanje izvedbe projekta*, *izvedbo in sklepno fazo projekta*.

Ugotoviti je mogoče, da je delež študentov, ki je prepoznal bistvene stopnje projektnega učnega dela, večji po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo kot pred tem.

**Tabela 6**

*Deleži prihodnjih učiteljev kemije, ki so v svojem odgovoru pred in po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo glede bistvenih stopenj projektnega učnega dela izpostavili določeno stopnjo*

	Pred izvedbo predmeta Eksperimentalno in projektno delo		Po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo	
	<i>f</i>	<i>f</i> (%)	<i>f</i>	<i>f</i> (%)
Iniciativa (pobuda).	13	68,42	14	73,68
Skiciranje projekta.	15	78,95	19	100,00
Načrtovanje izvedbe projekta.	18	94,74	19	100,00
Izvedba projekta.	17	89,47	19	100,00
Sklepna faza projekta.	15	78,95	17	89,47
Vmesna stopnja: usmerjevanje.	1	5,26	7	36,84
Vmesna stopnja: usklajevanje.	0	0,00	7	36,84

### **Mnenje prihodnjih učiteljev kemije o uporabi projektnega učnega dela pri pouku kemije (RV3)**

Tabela 7 predstavlja rezultate oziroma ocene prihodnjih učiteljev kemije pred in po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo glede svoje usposobljenosti za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije.

94,74 % študentov, prihodnjih učiteljev kemije, po izvedbi predmeta ocenjuje svojo usposobljenost za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije kot odlično, zelo dobro oziroma dobro, pred usposabljanjem je tako svojo usposobljenost ocenilo le 15,79 % študentov.

Na lestvici od 0 do 5 (pri čemer 0 pomeni povsem neusposobljen/-a, 5 pa odlično usposobljen/-a) študentje v povprečju svojo usposobljenost pred izvedbo predmeta ocenjujejo z oceno 1,53 po izvedbi pa z oceno 3,63.

**Tabela 7**

*Deleži prihodnjih učiteljev kemije, ki so pred in po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo svojo usposobljenost za uporabo projektne učnega dela pri pouku kemije ocenili glede na lestvico od 0 do 5 (0 = povsem neusposobljen/-a, 5 = odlično usposobljen/-a)*

	Pred izvedbo predmeta Eksperimentalno in projektno delo		Po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo	
	<i>f</i>	<i>f</i> (%)	<i>f</i>	<i>f</i> (%)
Povsem neusposobljen/a.	2	10,53	0	0,00
Minimalno usposobljen/a.	8	42,10	0	0,00
Zadostno usposobljen/a.	6	31,58	1	5,26
Dobro usposobljen/a.	3	15,79	6	31,58
Zelo dobro usposobljen/a.	0	0,00	11	57,90
Odlično usposobljen/a.	0	0,00	1	5,26
<b>Skupaj</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>100</b>
<b>Povprečna vrednost</b>	<b>1,53</b>		<b>3,63</b>	
<b>Standardni odklon</b>	<b>0,86</b>		<b>0,65</b>	

Prihodnji učitelji kemije vidijo razloge za uporabo projektne učnega dela predvsem v pridobivanju znanja nekega vsebinskega področja (16,05 %), razvijanju sposobnosti komuniciranja in sodelovanja (12,35 %), spodbujanju samostojnosti učencev (9,88 %), spodbujanju razvoja eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin (9,88 %) in zanimivejšem pouku (9,88 %) (tabela 8).

**Tabela 8**

*Mnenje prihodnjih učiteljev kemije o razlogih za uporabo projektne učnega dela pri pouku kemije*

Razlogi za uporabo projektne učnega dela pri pouku kemije	<i>f</i>	<i>f</i> (%)
Spodbujanje aktivnosti učencev.	5	6,17
Spodbujanje samostojnosti učencev.	8	9,88
Spodbujanje motivacije učencev.	5	6,17
Spodbujanje ustvarjalnosti učencev.	5	6,17
Spodbujanje razvoja eksperimentalno-raziskovalnih spretnosti in veščin.	8	9,88
Razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja.	10	12,35

<b>Razlogi za uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije</b>	<b>f</b>	<b>f (%)</b>
Spodbujanje razvoja spretnosti in veščin (organizacija, natančnost ...).	4	4,94
Razvijanje višjih taksonomskih stopenj.	2	2,47
Pridobivanje znanja nekega vsebinskega področja.	13	16,05
Povezovanje znanja z vsakdanjim življenjem.	5	6,17
Doseganje boljših učnih rezultatov.	2	2,47
Ugotavljanje močnih področij učencev.	1	1,24
Upoštevanje interesov učencev.	3	3,70
Zanimivejši pouk.	8	9,88
Interdisciplinarnost.	2	2,47

Iz tabele 9 je možno razbrati, da imajo prihodnji učitelji kemije pomisleke v povezavi z uporabo projektnega učnega dela pri pouku kemije predvsem zaradi časovnega vidika (35,71 %) ter potrebnega znanja, sposobnosti in priprave učitelja (21,43 %).

### **Tabela 9**

*Mnenje prihodnjih učiteljev kemije o pomislekih glede uporabe projektnega učnega dela pri pouku kemije*

<b>Pomisleki glede uporabe projektnega učnega dela pri pouku kemije</b>	<b>f</b>	<b>f (%)</b>
Zahteva veliko časa.	15	35,71
Zahteva veliko znanja, sposobnosti učitelja in dobro pripravo.	9	21,43
Neenakomerna razporeditev dela v skupini.	5	11,91
Težko nadzorovati delo učencev.	3	7,14
Učenci ne usvojijo vseh zastavljenih ciljev.	2	4,76
Nezainteresiranost učencev.	4	9,53
Neresnost/nezrelost učencev.	3	7,14
Nesamostojnost učencev.	1	2,38

**Napačna razumevanja oziroma težave pri usvajanju kemijskega znanja, ki so jih v okviru projektnih nalog pri učencih identificirali prihodnji učitelji kemije, ter predlogi za preseganje napačnih razumevanj, težav pri usvajanju kemijskega znanja (RV4 in RV5)**

V tabeli 10 je v povezavi s četrtnim in petim raziskovalnim vprašanjem predstavljena analiza končnih poročil študentov o projektne učnem delu, ki so ga izvedli v okviru predmeta na temo učenčevih napačnih razumevanj pri učenju kemije.

Po pregledu in podrobni analizi zaključnih poročil v oddanih portfoliilih projektnih skupin smo ugotovili, da so prihodnji učitelji kemije prek projektnega učnega dela uspeli identificirati in raziskati različna napačna razumevanja učencev, ki se nanašajo na izbrane teme projektnega dela 7 projektnih skupin študentov: (1) fazni prehodi; (2) agregatna stanja na delčni in simbolni ravni; (3) zgradba atoma; (4) kemijske vezi; (5) zakon o ohranitvi mase; (6) kisline, baze in nevtralizacija; (7) pojma topilo in topljenec. O podobnih napačnih razumevanjih poročajo tudi Al-Balushi, Ambusaidi, Al-Shuaili in Taylor (2012), Garnett, Garnett in Hackling (1995), Karpudewan, Zain in Chandrasegaran (2017) in Kind (2004).

### Tabela 10

*Napačna razumevanja oziroma težave pri usvajanju kemijskega znanja ter predlogi za optimizacijo poučevanja izbrane vsebine*

Naslov projektne naloge	Nekaj identificiranih napačnih razumevanj učencev oziroma težav pri usvajanju znanja	Predlogi optimizacije poučevanja izbrane kemijske vsebine (opis končnega izdelka projektnega učnega dela – učila)
<i>Skrivnost agregatnih stanj</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje faznih prehodov le na primeru vode</li> <li>- razumevanje agregatnih stanj na delčni in simbolni ravni</li> </ul>	<p>Razlaga agregatnih stanj tudi na primerih drugih snovi (npr. joda, suhega leda, tekočega dušika ...). Uporaba učnega pripomočka – družabne igre, ki je podobna igri Activity. Igra vključuje igralno ploščo, na kateri so polja razporejena od starta do cilja. Na vsakem polju je označeno, ali učenci pojem/ besedno zvezo opisujejo z govorom, jo narišejo oz. skicirajo ali pa jo morajo opisati z besedo. Na igralnih karticah je zapisan pojem; med seboj se razlikujejo po težavnostnih stopnjah, od 1 do 3. Igralci tekmujejo v skupinah, pri čemer se vsaka skupina po igralni plošči premakne za toliko polj naprej, kot piše na kartici (v primeru, da je skupina pravilno ugotovila, kateri pojem/besedna zveza je zapisana na kartici). Zmaga tista skupina, ki prva doseže cilj.</p>



<b>Naslov projektne naloge</b>	<b>Nekaj identificiranih napačnih razumevanj učencev oziroma težav pri usvajanju znanja</b>	<b>Predlogi optimizacije poučevanja izbrane kemijske vsebine (opis končnega izdelka projektne učnega dela – učila)</b>
<i>Atom</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje zgradbe atoma (jedro, elektronska ovojnica)</li> </ul>	<p>Uporaba učila, ki vsebuje periodni sistem elementov. Zapisani so kemijski simboli elementov, njihova vrstna in masna števila, označene so skupine in periode, označena je razdelitev elementov med kovine, polkovine in nekovine. Osnovan je po principu adventnega koledarja. Posamezni elementi v periodnem sistemu imajo prikazano razporeditev elektronov po lupinah, ki jo učenec opazi šele, ko odpre okence izbranega elementa. Za dodatno razlago učenec s pomočjo mobilnega telefona odčita QR-kodo, ki ga vodi do videoposnetka. Le-ta predstavi razlago zgradbe atoma glede na njegov položaj v periodnem sistemu elementov. Poleg razlage je učilu priložena zgibanka, ki predstavi povezavo med velikostjo atoma in njegovo zgradbo. Prikazan atom je izdelan iz žičke in stiropornih kroglic, ki predstavljajo elektrone, nevtrone in protone – delci se med seboj razlikujejo po barvi. Uporaba učila omogoča ponovitev že usvojene snovi oz. dodatno poglobljeno razlago.</p>
<i>Napačno razumevanje ionske vezi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje zgradbe atoma, kar posledično vpliva na razumevanje ionske vezi</li> <li>- težave pri razumevanju ionske vezi na delčni ravni</li> <li>- uporaba nestrokovnih izrazov</li> </ul>	<p>Uporaba učila, ki pomaga učencem razumeti nastanek ionske vezi. Gre za sestavljanje kemijskih sestavljanek, pri čemer morajo učenci določenemu kationu poiskati v naprej določen anion.</p>

Naslov projektne naloge	Nekaj identificiranih napačnih razumevanj učencev oziroma težav pri usvajanju znanja	Predlogi optimizacije poučevanja izbrane kemijske vsebine (opis končnega izdelka projektne učnega dela – učila)
<i>Napačno razumevanje kovalentne vezi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje polarne in nepolarne kovalentne vezi</li> <li>- razlikovanje med polarnostjo vezi in polarnostjo molekule</li> </ul>	<p>Uporaba modelov, ki jih učenci zlagajo skupaj za lažjo vizualizacijo kovalentne vezi. Preprosti modeli so izrezani iz kartona (lahko tudi iz papirja, plastike ...) in se med seboj zlagajo kot domine. Na vsakem kartonu je zapisan simbol kemijskega elementa in ob robu pike, ki predstavljajo valenčne elektrone. Naloga učencev je, da modele zložijo skupaj tako, da imajo vsi elektroni vezne pare.</p>
<i>Masa, ohrani se!</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje zakona o ohranitvi mase</li> </ul>	<p>Uporaba učnega pripomočka, ki je doma narejena prevesna tehtnica. Deluje kot nekakšen model ugotavljanja mase molekul v enačbi kemijske reakcije. Leva stran tehtnice tehta reaktante, desna stran tehtnice pa produkte. Učenci v posodice na tehtnice dajejo modele molekul. Pred seboj imajo tri možnosti iste enačbe kemijskih reakcij. Ena od teh treh je pravilno urejena. S tehtanjem »molekul« morajo ugotoviti, katera od teh treh je pravilno urejena. Učencem pokažemo, da so vse urejene enačbe kemijskih reakcij v masnem ravnovesju. Tehtnica je narejena iz lesenih deščic, na vsaki strani je posodica. Tehtnica mora biti pravilno umerjena. Modeli molekul so narejeni iz umetne mase in pobarvani z značilno barvo za atom. Vsak atom ima različno maso, med atomi pa ne uporabljamo dodatnih vezi. Atomov ne spajamo v molekule, važno je le, da je število atomov, ki jih damo na tehtnico, usklajeno s številom atomov, ki so v eni molekuli.</p>
<i>Kislina in baza</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje, da so v vodnih raztopinah oksonijevi ioni nosilci kislinskih lastnosti in hidroksidni ioni nosilci bazičnih lastnosti</li> </ul>	<p>Didaktično oblikovan plakat, ki omogoča, da učenci preverjajo svoje znanje, si ogledajo predstavitev kisline in bazične snovi na vseh treh ravneh predstavitve kemijskih pojmov.</p>

Naslov projektne naloge	Nekaj identificiranih napačnih razumevanj učencev oziroma težav pri usvajanju znanja	Predlogi optimizacije poučevanja izbrane kemijske vsebine (opis končnega izdelka projektne učnega dela – učila)
<i>Nevtralizacija</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razumevanje nevtralizacije</li> <li>- razumevanje nastanka iona iz kisline in baze</li> <li>- težave pri zapisu in urejanju kemijske enačbe nevtralizacije</li> <li>- razumevanje nastanka soli</li> </ul>	<p><b><i>Uporaba igre iz sestavljanek</i></b></p> <p>Iz mehke pene je izrezanih 17 različnih barvnih sestavljanek. Nekaterim sestavljanekam izrežemo vboklino, nekaterim pa pustimo izboklino. Sestavljanke predstavljajo ione, ki so nastali iz kislin ali baz. Na vsaki sestavljanke piše, kateri ion predstavlja. Sestavljanke z vboklino predstavljajo ione kislin. Število vboklin predstavlja naboj iona. Če v vboklino dodamo majhno belo sestavljanke, ki je predstavljala vodikov proton, lahko sestavimo molekulo kisline. Sestavljanke z izboklino predstavljajo ione, ki so nastali iz baze. Na izboklino lahko postavimo sestavljanke, ki predstavljajo ion <math>\text{OH}^-</math>, tako dobimo molekulo baze. Če kombiniramo sestavljeno molekulo kisline in baze, moramo od molekule kisline odstraniti vodikov proton in ga dodati ionu <math>\text{OH}^-</math>, da dobimo molekulo vode. Sestavimo kislinski in bazni ion, da dobimo sol.</p> <p><b><i>Uporaba modelov ionov</i></b></p> <p>Iz blaga je sešitih 17 različnih kroglic. Kroglice predstavljajo ione, ki so nastali iz kislin ali baz. Če je na kroglici ježek z neoprijemljivo stranjo, ta predstavlja negativni naboj. Če je ježek z oprijemljivo stranjo na kroglici, predstavlja pozitivni naboj. Število ježkov pove njegov naboj. Princip uporabe učnega pripomočka je zelo podoben sestavljanekam. Sestavljamo ione tako, da se ti skladajo med seboj. Poleg krogličnih modelov ionov pripomoček vsebuje še legendo. Oba učna pripomočka sta namenjena lažji predstavi procesa nevtralizacije. Vbokline, izbokline in ježki predstavljajo vrsto in število nabojev ionov ter s tem omogočajo lažje razumevanje nastanka soli in stranskega produkta vode. Pripomočka sta zasnovana na delčni in simbolni ravni, da omogočata učencem usvajanje učne snovi na vsaj dveh ravneh.</p>

Naslov projektne naloge	Nekaj identificiranih napačnih razumevanj učencev oziroma težav pri usvajanju znanja	Predlogi optimizacije poučevanja izbrane kemijske vsebine (opis končnega izdelka projektne učnega dela – učila)
<i>Masni delež</i>	- razumevanje pojmov topilo in topljenec	Uporaba učnega pripomočka v obliki kart. Karte se med seboj razlikujejo po stopnji težavnosti. Na vsaki karti je napisana naloga, podan je tudi pravilen odgovor. Na drugi strani so zapisane številke s stopnjo težavnosti. Učni pripomoček je sestavljen tako, da učenec sam izbere stopnjo težavnosti in odgovarja na vprašanje. Izbere npr. karto z najnižjo težavnostjo in odgovori na zastavljeno vprašanje. Če na vprašanje odgovori pravilno, dobi ustrezno število točk. Lahko izbira še med srednjo in najtežjo težavnostjo. Pripomoček je razvit v obliki igre, ki se jo lahko igrajo učenci v skupini ali individualno.
<i>Zakaj sveča gori?</i>	- razumevanje pojmov taljenje, raztapljanje, izhlapevanje	Uporaba plakata z vključenimi videoposnetki, animacijami, povezovanjem makroskopske, delčne in simbolne ravni, preprostim poskusom s čajnimi svečkami. Učenci s pomočjo plakata na zabaven način spoznavajo proces gorenja, kaj se med gorenjem dogaja in kakšni so vplivi na okolje. Uporabljajo lahko aplikacijo za branje QR-kod, ki spoznavanje vsebine popestri. Za vsako QR-kodo se skriva zanimiv videoposnetek ali vprašanje za razmislek.

## Zaključek

Sposobnost učitelja, da pozna oziroma zna prepoznati možna napačna razumevanja učencev in jih uspešno presegati, je bistvenega pomena pri naravoslovnem izobraževanju. Glavni namen raziskave, ki je potekala v okviru obveznega študijskega predmeta Eksperimentalno in projektno delo na prvi bolonjski stopnji študija prihodnjih učiteljev kemije na Univerzi v Ljubljani Pedagoški fakulteti je bil omogočiti prihodnjim učiteljem kemije, da prek projektne učnega dela razmišljajo o možnih napačnih razumevanjih učencev, in jih spodbuditi k razmisleku o preseganju tovrstnih težav učencev. Prek

lastne izkušnje projektnega učnega dela bi naj prihodnji učitelji kemije tudi bolje spoznali njegove bistvene značilnosti in stopnje, saj projektno učno delo, kot primer aktivnega pouka, omogoča razvoj temeljnih naravoslovnih kompetenc.

Rezultati raziskave so pokazali, da so prihodnji učitelji kemije prek projektnega učnega dela uspeli identificirati in raziskati nekaj napačnih razumevanj učencev, na primer v povezavi z agregatnimi stanji na submikroskopski ravni, s kemijsko vezjo in nevtralizacijo, ter razmisliti o optimizaciji poučevanja izbrane vsebine. Hkrati so pridobili izkušnje in znanje v povezavi s samim projektnim učnim delom. Ugotovili smo namreč, da so študentje po izvedbi predmeta Eksperimentalno in projektno delo prepoznali več njegovih bistvenih značilnosti in uspeli natančneje opisati njegove stopnje. Po izvedbi predmeta bolje ocenjujejo svojo usposobljenost za uporabo projektnega učnega dela, kot razloge, zakaj bi ga uporabili pri pouku kemije, pa navajajo pridobivanje znanja nekega vsebinskega področja, razvijanje sposobnosti komuniciranja in sodelovanja, spodbujanje samostojnosti učencev, spodbujanje razvoja eksperimentalno–raziskovalnih spretnosti in veščin ter zanimivejši pouk. Navedli so tudi nekaj pomislekov, ki se navezujejo predvsem na časovni vidik in potrebno znanje, sposobnosti in priprave učitelja na projektno učno delo.

Pričujoča raziskava omogoča izvajalcem predmeta Eksperimentalno in projektno delo vpogled v percepcijo predmeta z vidika študentov, kar bo upoštevano pri načrtovanju prihodnjih izvedb. V prihodnje bi bilo zanimivo projektne izdelke študentov preizkusiti tudi v šolski praksi in ugotoviti, če oziroma v kolikšni meri bi uporaba le-teh pripomogla k preseganju napačnih razumevanj pri učencih.

## **Zahvala**

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOVUP).

## Literatura

- Al-Balushi, S. M., Ambusaidi, A. K., Al-Shuaili, A. H. in Taylor, N. (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Education International*, 23(3), 221-240.
- Andersson, B. (1990). Pupils' Conceptions of Matter and its Transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85. <https://doi.org/10.1080/03057269008559981>
- Azizoglu, N., Alkan, M. in Geban, Ö. (2006). Undergraduate pre-service teachers' understandings and misconceptions of phase equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 947.
- Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494. <https://doi.org/10.1080/0950069910130411>
- Barke, H. D., Hazari, A. in Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3_1)
- Devetak, I. in Glažar, S. A. (2007). Razumevanje kemijskih pojmov na submikroskopski ravni in sposobnost vizualizacije pri dijakih, starih 16 let. V I. Devetak (ur.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja* (str. 9-36). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Devetak, I. (2012). *Zagotavljanje kakovostnega znanja naravoslovja s pomočjo submikroreprezentacij*. Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Ekiz-Kiran, B. in Boz, Y. (2020). Interactions between the science teaching orientations and components of pedagogical content knowledge of in-service chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 95-112.
- Ferk Savec, V. (2010). *Projektno učno delo pri učenju naravoslovnih vsebin: učbenik*. Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Ferk Savec, V. (2011a). Možnosti za razvoj naravoslovnih kompetenc s projektnim učnim delom. V V. Grubelnik in M. Ambrožič (ur.), *Razvoj naravoslovnih kompetenc: izbrana gradiva projekta : strokovna monografija* (str. 61-66). Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko.
- Ferk Savec, V. (2011b). Projektno delo pri učenju kemijskih vsebin. V A. Poberžnik in A. Bačnik (ur.), *Kemija: splošna in anorganska kemija, Posodobitve pouka v gimnazijski praksi* (str. 49-57). Zavod RS za šolstvo.
- Ferk Savec, V. (2014). Aktivni pouk naravoslovja: primeri pristopov PARSELS, PROFILES in VAUK. V I. Devetak in M. Metljak (ur.), *Inovativno poučevanje naravoslovja in spodbujanje naravoslovne pismenosti v osnovni in srednji šoli* (str. 45-56). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.
- Ferk Savec, V. (2021). Projektno učno delo pri študiju naravoslovja. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 55-70). 1. e-izd. Ljubljana: Založba Univerze. [https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP\\_UL-PEF\\_Specialne-didaktike.pdf](https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP_UL-PEF_Specialne-didaktike.pdf).
- Ferk Savec, V. in Wissiak Grm, K. S. (2013). Pre-service chemistry teachers' use of active learning during their practical pedagogical training. V I. Devetak in S. A. Glažar (ur.), *Active learning and understanding in the chemistry classroom* (str. 375-397). Heidelberg, Springer.
- Ferk Savec, V. in Vrtačnik, M. (2007). Povezovanje eksperimentalnih opažanj z razlago na ravni delcev pri bodočih učiteljih kemije. V I. Devetak (ur.), *Elementi vizualizacije pri pouku naravoslovja* (str. 37-57). Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta.

Ferk Savec, V., Hrast, Š., Devetak, I. in Torkar, G. (2016). Beyond the use of an explanatory key accompanying submicroscopic representations. *Acta chimica slovenica*, 63(4), 864–873.

Fray, K. (1982). *Die Projektmethode*. Weinheim: Beltz.

Garnett, P. J., Garnett, P. J. in Hackling, M. W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25, 69–95.

Goldstein, O. (2016). A project-based learning approach to teaching physics for pre-service elementary school teacher education students. *Cogent Education*, 3(1), 1200833. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1200833>

Horton, C. (2007). Student Alternative Conceptions in Chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2), 18–28.

Howard, J. (2002). Technology-enhanced project-based learning in teacher education: Addressing the goals of transfer. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(3), 343–364.

Hrin, T., Milenković, D. in Segedinac, M. (2018). Diagnosing the quality of high school students' and pre-service chemistry teachers' cognitive structures in organic chemistry by using students' generated systemic synthesis questions. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 305–318.

Ivanuš-Grmek, M., Čagran, B. in Sadek, L. (2009). *Didaktični pristopi pri poučevanju predmeta spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole*. Pedagoški inštitut.

Karpudewan, M., Zain, A. N. M. in Chandrasegaran, A. L. (2017). *Overcoming Students' Misconceptions in Science: Strategies and Perspectives from Malaysia*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-3437-4>

Kind, V. (2014). A degree is not enough: A quantitative study of aspects of pre-service science teachers' chemistry content knowledge. *International Journal of Science Education*, 36(8), 1313–1345.

Lynch, R., McNamara, P. M. in Seery, N. (2012). Promoting deep learning in a teacher education programme through self-and peer-assessment and feedback. *European Journal of Teacher Education*, 35(2), 179–197.

Marentič-Požarnik, B. (2010). *Psihologija učenja in pouka*. DZS.

Meheut, M., Saltiel, E. in Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11–12 year old) Conceptions of Combustion. *European Journal of Science Education*, 7, 83–93.

Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 171–188.

Özmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 147–159. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d>

Pinarbasi, T., Sozibilir, M. in Canpolat, N. (2009). Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 273–280.

Plut Pregelj, L. (2008). Ali so konstruktivistične teorije učenja in znanja lahko osnova za sodoben pouk? *Sodobna pedagogika*, 59(4), 14–27. URN:NBN:SI:DOC-8XNVAJMT

*Program osnovna šola kemija. Učni načrt* (2011). Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo. [https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN\\_kemija.pdf](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_kemija.pdf)

Taber, K. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, diagnosis and cure: Volume 1: theoretical background*. Royal Society of Chemistry.

Tsybulsky, D., Gatenio-Kalush, M., Abu Ganem, M. in Grobgeld, E. (2020). Experiences of preservice teachers exposed to project-based learning. *European Journal of Teacher Education*, 43(3), 1-16.





## VKLJUČEVANJE MINUTE ZA ZDRAVJE V PEDAGOŠKI PROCES V VISOKOŠOLSKEM PROSTORU

Vesna Štemberger in Luka Leitinger  
Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

### Povzetek

Vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces lahko pomembno pripomore k dvigu količine dnevne gibalne/športne aktivnosti, ki je pomembna za ohranjanje zdravja, hkrati pa omogoči tudi boljše pozornost in s tem bolj učinkovito delo študentov. V prispevku so predstavljeni rezultati raziskave, izvedene med 427 visokošolskimi učitelji, zaposlenimi na Univerzi v Ljubljani, s katero sta avtorja raziskovala, ali visokošolski učitelji in sodelavci vključujejo v pedagoški proces »minuto za zdravje«, kakšni so razlogi za to ter kakšno je njihovo mnenje o tovrstnih odmorih. Podatki so bili zbrani s pomočjo anketnega vprašalnika in analizirani s  $\chi^2$  preizkusom hipoteze neodvisnosti, Kullbackovim  $2\hat{\chi}^2$  preizkusom in t-testom za neodvisne vzorce. Za ugotavljanje povezav med posameznimi spremenljivkami smo uporabili Phi koeficient korelacije. Rezultati kažejo, da minuto za zdravje študentom omogoča 180 (42,2 %) visokošolskih učiteljev. Kot razloge proti uvajanju minute za zdravje učitelji najpogosteje navajajo prenatrpanost učnih načrtov in nepoznavanje koncepta minute za zdravje. Učitelji, ki minuto za zdravje izvajajo, pa kot najpogostejše razloge navajajo lastno potrebo po takšnih odmorih in željo spodbujati zdrav življenjski slog pri študentih. Visokošolski učitelji statistično značilno pogosteje kot sodelavci vključujejo minuto za zdravje v pedagoški proces ( $p = 0,003$ ). Visokošolski sodelavci pa izražajo večjo potrebo po podpori sodelavcev pri vključevanju minute za zdravje v pedagoški proces ( $p = 0,027$ ). Povezanost med vključevanjem minute za zdravje v pedagoški in delovni proces je pozitivna in šibka ( $\Phi = 0,249$ ), pri čemer minuto za zdravje v pedagoški proces pogosteje vključujejo učitelji, ki minuto za zdravje vključujejo tudi v svoj delovnik.

**Ključne besede:** gibalna/športna aktivnost, študent, visokošolski učitelj, pedagoški proces, minuta za zdravje

### Teoretični uvod

Vsakdan posameznika v sodobnem času med drugim zaznamuje tudi pomanjkanje gibanja. Posledice pomanjkanja gibanja se ne kažejo le v prekomerni telesni teži posameznika, pač pa tudi s številnimi drugimi obolenji, npr. sladkorno boleznijo tipa 2, mišično-skeletnimi obolenji, okvarami hrbtenice in gibalnega aparata v celoti, srčno-žilnimi obolenji, rakom debelega črevesja, rakom materničnega vratu ter drugimi kroničnimi nenalezljivimi boleznimi

(Bauman idr., 2011; Taylor idr., 2013; Wynne-Jones idr., 2014; Jovanova-Mitkovska in Popeska, 2016; Eanes, 2018; Lurati, 2018; Ren, Yu, Lu, Chen in Pu, 2019). Pomanjkanje gibanja v populaciji, ki svoje delo opravlja pretežno sede, je povezano tudi s povišano stopnjo utrujenosti, saj visoke kognitivne zahteve, obremenitve in pomanjkanje odmorov med intelektualnim delom močno obremenijo organizem posameznika (De Jonge, Spoor, Sonnentag, Dormann in van den Tooren, 2012; Brustio idr., 2018). Vključevanje gibalne/športne aktivnosti v vsakdan posameznika je povezano tudi z njegovo oceno lastnega dobrega počutja in z dejanskim zdravstvenim statusom. Posamezniki, ki gibalno/športno aktivnost redno vključujejo v svoj vsakdan, so praviloma bolje razpoloženi, svoje splošno počutje opisujejo bolje kot posamezniki, ki niso gibalno/športno aktivni, boljše pa je tudi njihovo dejansko zdravstveno stanje (Rasciute in Downward, 2010).

Vključevanje gibalnih/športnih aktivnosti v dnevno rutino posameznika je zato zelo pomembno, vendar pa raziskave kažejo, da telesna aktivnost, ki ima lahko pomemben vpliv na dejavnike tveganja in na kronične bolezni, upada in tako na svetovni ravni kot v Sloveniji ne dosega mednarodnih priporočil po dnevni količini in intenzivnosti gibalne/športne aktivnosti (vsaj 30 minut zmerne ali intenzivne gibalne/športne aktivnosti pet ali več dni v tednu) ter priporočenega indeksa telesne mase (med 18,5 in 25,0 kg/m<sup>2</sup>) (Zore in Grm, 2002; World Health Organization, 2018). Z vključevanjem gibanja v pedagoški proces pa lahko pomembno vplivamo na zdravje in počutje posameznika, saj raziskave kažejo, da omenjeno vključevanje gibanja lahko pripomore k dvigu količine in kakovosti dnevne gibalne/športne aktivnosti tudi do 40 % (Ridgers, Stratton in Fairclough, 2006).

Številne raziskave, ki so bile sicer opravljene predvsem na osnovnošolski populaciji otrok, kažejo, da vključevanje gibanja v pouk v obliki minute za zdravje (gibalno aktivnega odmora med pedagoškim procesom), aktivnega odmora, prilagajanja okolja na način, da spodbuja gibanje ipd., pomembno vpliva na učni uspeh otrok, čeprav se morda zaradi vključevanja aktivnih odmorov nekoliko zmanjša število minut, namenjenih drugim šolskim predmetom (Shephard, 1997; Singh, Uljtdewillingen, Twisk, Van Mechelen in Chinapaw, 2012; Powell, Woodfield in Nevil, 2016; Brustio idr., 2018). Študije kažejo, da ima povečana količina gibanja pozitivne učinke na učno uspešnost otrok ali vsaj nima negativnega učinka na učno uspešnost ob povečanju količine gibalne/športne dejavnosti na račun drugih šolskih predmetov (Kvalo, Bru, Bronnick in Dyrstad, 2014; Alesi, Bianco, Luppina in Palma, 2016).

Hkrati je velik del raziskav (Barr-Anderson, Au Young, Whitt-Glover, Glenn in Yancey, 2011; Barwais, Cuddihy in Tomson, 2013; Eanes, 2018) opravljen tudi na delovno aktivni, sedeči populaciji (pisarniški delavci), pri katerih prav tako

ugotavljajo pozitivne učinke vključevanja minute za zdravje v delovni proces, ki se kažejo kot povečanje učinkovitosti dela, zmanjšanje bolniških odsotnosti, zmanjšanje tveganja za pojav kroničnih nenalezljivih bolezni in povečana celokupna dnevna gibalna/športna aktivnost.

Študentska populacija je v raziskavah o količini in kakovosti gibalnih/športnih aktivnosti, vpliva različnih intervencij, ki spodbujajo gibanje, sedentarnem načinu življenja in podobno pogosto prezrta. Študenti so nekakšna vmesna generacija, na katero se v raziskavah pozablja oziroma se ji ne posveča toliko pozornosti kot mlajšim otrokom na eni oziroma odraslim zaposlenim na drugi strani. Populacija študentov je z vidika pomanjkanja gibanja in nezdravega življenjskega sloga ena bolj ranljivih populacij, saj se predvideva, da imajo dovolj znanja, da bodo gibanje sami vključevali v svoj vsakdan. Avtorji raziskav, ki so vključevale tudi populacije študentov (Moulin in Irwin, 2017; Frost in Terbizan, 2018; Castro, Bennie, Vergeer, Bosselut in Biddle, 2018; Mních idr., 2019; Yeung, Sun, Tsang, Chen in Hoang, 2020), ugotavljajo, da študenti dnevno presedijo vsaj toliko ur kot pisarniški delavci, po navadi pa več, saj pretežni del njihovega dela predstavljajo aktivnosti, ki jih opravljajo sede (obiskovanje predavanj, samostojen študij, drugo delo, povezano s študijem). Poleg dela, povezanega s študijem, pa tudi precejšen del prostega časa preživijo sede (gledanje televizije, druženje in podobno). Študenti so prihodnji oblikovalci in nosilci javnega življenja, zato je pomembno, da imajo ustrezna znanja, izkušnje in navade, ki jim bodo omogočale ne le prenašanje ustreznih ravnanj v svoj vsakdan, pač pa tudi širše.

Danes raziskave kažejo, da vključevanje gibanja v pedagoški proces povečuje pripadnost instituciji in samozavest posameznika, kar je posledično povezano tudi z učno uspešnostjo le-tega. Felez – Nobrega, Hillman, Dowd, Cirera in Puig Ribera (2018) so v študiji, v katero je bilo vključenih 120 študentov (povprečna starost 20,6 +/- 2,3 leta), ugotavljali povezavo med sedentarnim vedenjem posameznikov in njihovimi akademskimi dosežki. Rezultati so pokazali, da nizko intenzivna in srednje intenzivna gibalna/športna aktivnost, skupen čas sedenja, skupen čas stanja ali skupno število odmorov, preživetih sede, ni bilo povezano z akademskimi (učnimi) dosežki. Nasprotno pa so rezultati pokazali pozitivno povezavo med kratkimi gibalnimi odmori, ki so jih študenti naredili po 10- do 20-minutnih kognitivnih obremenitvah, in njihovimi akademskimi dosežki. Sklepamo torej lahko, da prekinitve sedečega dela z vključevanjem kratkih gibalnih odmorov – minute za zdravje – pomembno optimizirajo kognitivne operacije, povezane z akademsko uspešnostjo. Podobno navajajo tudi Haverkamp idr. (2020), ki na podlagi pregleda več raziskav ugotavljajo, da imajo pri mlajših odraslih pozitivne učinke na kognitivne sposobnosti krajši gibalni odmori, medtem ko daljši ne doprinejejo veliko oziroma celo nič. Zato je morda smiselno v delo in v pedagoški

proces vključevati več krajših odmorov, v obliki minute za zdravje, kot enega daljšega.

Odrasel posameznik na delovnem mestu in študent v času študija preživita velik del dneva oziroma budnega časa v svojem delovnem okolju, v katerem prevladuje sedeč način dela. Zahteve večine delovnih mest so se v zadnjih letih precej spremenile, posameznik pa večino svojega dela opravi sede ali z zelo nizko porabo energije. Zato je pomembno, da tudi v delovnem okolju posameznika (za študenta to pomeni čas, preživet na fakulteti) poskrbimo za različne strategije, ki omogočajo dvig količine in intenzivnosti gibalne/športne aktivnosti za zdravje in večjo delovno učinkovitost posameznika. Ena od njih je t. i. minuta za zdravje ali gibalno aktiven odmor. To je kratek odmor, ki ga naredimo med (sedečim) delom in traja do 5 minut, vključen pa je v organiziran pedagoški proces.

Pomanjkanje raziskav, v katere bi bili kot ciljna skupina vključeni študenti, kaže, da so študenti po eni strani prezrta, po drugi pa zelo občutljiva skupina glede sedentarnega načina življenja. Zato smo želeli ugotoviti, kako je v času izvajanja pedagoškega procesa poskrbljeno za možnost prekinitev sedenja in vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces. Izvajanje minute za zdravje med pedagoškim procesom je v prvi vrsti odvisno od visokošolskih učiteljev in sodelavcev, zato smo želeli ugotoviti, ali minuto za zdravje umeščajo v pedagoški proces, kakšni so razlogi za to ter kakšno je njihovo mnenje o tovrstnih odmorih. Na podlagi teh spoznanj bomo lahko v prihodnje oblikovali ne le programe usposabljanja visokošolskih učiteljev in sodelavcev, pač pa tudi materialno in tehnično podporo učiteljem za izvajanje tovrstnih odmorov.

## Raziskovalna vprašanja

- RV1: Ali je študentom med izvajanjem pedagoškega procesa omogočena minuta za zdravje?
- RV2: Kakšni so razlogi za (ne)izvajanje minute za zdravje med pedagoškim procesom?
- RV3: Ali se med visokošolskim učitelji in sodelavci pojavljajo statistično značilne razlike v izvajanju minute za zdravje med pedagoškim procesom?

## **Metode dela**

### ***Vzorec merjencev***

Vzorec je bil slučajnostni in namenski. Vzorec merjencev predstavlja 427 visokošolskih učitelji in sodelavcev Univerze v Ljubljani, ki so pristopili k izpolnjevanju vprašalnika Izboljševanje kakovosti delovnega/pedagoškega procesa z vključevanjem gibanja. Povprečna starost merjencev, vključenih v vzorec, je bila 45,2 leta (SD = 10,6). 156 (36,5 %) vključenih v vzorec je bilo moškega spola, žensk je bilo 271 (63,5 %). 347 (81,2 %) anketiranih je bilo zaposlenih na delovnem mestu visokošolskega učitelja, 80 (18,8 %) pa je bilo visokošolskih sodelavcev.

### ***Merski instrument***

Za potrebe raziskave nismo našli vprašalnika, ki bi ga lahko neposredno uporabili, zato smo uporabili modificirano obliko vprašalnika. Izhajali smo iz vprašalnika IPAQ (International Physical Activity Questionary – Mednarodni vprašalnik o telesni dejavnosti), ki je namenjen ugotavljanju telesne aktivnosti posameznika. Vprašalnik ocenjuje telesno aktivnost prek različnih domen, in sicer telesna aktivnost v prostem času, telesna aktivnost doma in na vrtu, telesna aktivnost na delovnem mestu, telesna aktivnost kot transport (International Physical Activity Questionary; Booth, 2000).

Vprašalniku smo dodali vprašanja o vključevanju minute za zdravje v delovni in pedagoški proces. Anketni vprašalnik je vseboval 21 vprašanj s 75 spremenljivkami ordinalnega, nominalnega in razmernostnega tipa, sestavljala pa so ga vprašanja večinoma zaprtega tipa. Odgovore so udeleženci izbirali med vnaprej postavljenimi trditvami. Strinjanje s posameznimi trditvami so izražali na 5-stopenjski Likertovi lestvici, pri čemer vrednost 1 pomeni popolno strinjanje s postavljeno trditvijo, vrednost 5 pa popolno nestrinjanje s postavljeno trditvijo. Vprašalnik je bil namenjen pedagoškim in nepedagoškim delavcem Univerze v Ljubljani. Za potrebe prispevka smo uporabili samo del, ki je bil namenjen pedagoškim delavcem. Sklopi vprašanj so se nanašali na vključevanje minute za zdravje v delovnik, vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces, gibalno/športno aktivnost posameznika v prostem času in samooceno zdravstvenega stanja posameznika. Vprašanja so se nanašala na delovnik/pedagoški proces posameznika v normalnih razmerah in ne v času dela/študija na daljavo.

### ***Postopek zbiranja podatkov***

Zbiranje podatkov je potekalo od 9. 11. do 10. 12. 2020 prek spletnega orodja za anketiranje Ika. Vabilo k izpolnjevanju vprašalnika je bilo, skupaj z opisom raziskave, namenom anketiranja in povezavo do anketnega vprašalnika, prek

elektronske pošte poslano vsem delavcem Univerze v Ljubljani. O udeležencih so bili zbrani le podatki, potrebni za izvedbo raziskave in interpretacijo rezultatov; iz njih se ne da razbrati identitete posameznika.

### **Metode obdelave podatkov**

Podatki so bili obdelani s statističnim paketom SPSS za Windows, verzija 22.0. Za izračun osnovnih statističnih parametrov smo uporabili metode osnovne statistike (izračun frekvenc, odstotkov, najnižjih in najvišjih vrednosti odgovorov, povprečne vrednosti in standardnega odklona). Za izračun razlik med skupinama merjencev (visokošolski učitelji, visokošolski sodelavci) smo uporabili  $h^2$  za preizkus hipoteze neodvisnosti, Kullbackov  $2I$  preizkus (kadar pogoja za uporabo  $h^2$  preizkusa hipoteze neodvisnosti nista bila izpolnjena) ter t-test za neodvisne vzorce. Za ugotavljanje povezav med posameznimi spremenljivkami smo uporabili Phi koeficient korelacije.

## **Rezultati z interpretacijo**

V poglavju so predstavljeni rezultati z interpretacijo. Rezultati si sledijo skladno z vrstnim redom postavljenih raziskovalnih vprašanj in se tako vsebinsko nadgrajujejo.

### **RV1: Ali je študentom med izvajanjem pedagoškega procesa omogočena minuta za zdravje?**

Pred vpeljavami različnih intervencij, ki bi pripomogle k vpeljevanju gibalno aktivnih odmorov (minute za zdravje) v pedagoški proces, je treba izvedeti, ali je katera od intervencij v pedagoški proces morda že vključena. Zato smo s prvim raziskovalnim vprašanjem želeli izvedeti, ali učitelji<sup>1</sup> študentom v času izvajanja pedagoškega procesa (predavanja, vaje, seminarji) omogočajo minuto za zdravje. Vprašanje se je nanašalo na čas izvajanja pedagoškega procesa in ne na siceršnje odmore med posameznimi urami ter na čas, ko študijski proces poteka v živo, v prostorih akademij oziroma fakultet. Ugotovili smo, da manj kot polovica, natančneje 180 (42,2 %) učiteljev študentom med izvajanjem pedagoškega procesa omogoča minuto za zdravje, medtem ko 247 (57,8 %) učiteljev študentom tovrstnega odmora ne omogoča. Čeprav je bilo postavljeno vprašanje enostavno, pa so rezultati pomembni, saj ne pri nas ne v tujini avtorja podobnih raziskav nista zasledila. Raziskovalci se namreč večinoma ukvarjajo z vplivi različnih intervencij, ki jih vpeljujejo v

1 V nadaljevanju bomo izraz učitelj uporabljali tako za visokošolske učitelje kot za sodelavce. Kjer bo zaradi razlage rezultatov potrebno ločevanje med obema skupinama merjencev, bo to eksplicitno zapisano.

pedagoški proces (Barwais, Cuddihy in Tomson, 2013; Nonis in Hudson, 2010; Rhodes, Mark in Temmel, 2012; Sullivan, 1997; Thorp, Owen, Neuhaus in Dunstan, 2011), ne pa tudi s pomembnimi akterji vpeljevanja različnih intervencij, to je z visokošolskimi učitelji in sodelavci. Primerjav z drugimi raziskavami zato ne moremo prikazati. Odgovori so sicer precej pričakovani, saj slovenski akademski prostor nima tradicije vključevanja gibalno aktivnih odmorov/minute za zdravje v pedagoški proces. Tovrstne odmore namreč najdemo le v osnovnošolskem prostoru, kjer so določeni z učnim načrtom (Kovač idr., 2011), pa še tam se ne izvajajo v obsegu in na način, kot so predvideni. Če vzamemo v ozir še ukinitve obvezne športne vzgoje na univerzi, ki se je zgodila z bolonjsko prenovo študijskih programov, pravzaprav celo preseneča število učiteljev, ki minuto za zdravje na tak ali drugačen način vključujejo v pedagoški proces.

Za natančnejšo razlago dobljenih rezultatov, predvsem pa za potrditev verodostojnosti dobljenih rezultatov, bi bilo smiselno izvesti še anketiranje med študenti in nato primerjati dobljene rezultate. Pri interpretaciji dobljenih rezultatov nekoliko dvoma pušča tudi nepoznavanje minute za zdravje nasploh ter slabše razumevanje napisane definicije minute za zdravje, ki naj bi jo anketiranci upoštevali pri izpolnjevanju vprašalnika. Ta problem smo namreč zaznali pri možnosti prostega zapisa odgovora, ko so anketiranci kot minuto za zdravje opisovali odmore, ki to niso (npr. študentom omogočim odmor, da gredo na stranišče). Čeprav manj kot polovica anketiranih odgovarja, da študentom omogoča minuto za zdravje, pa menimo, da je ta rezultat slabši, kar pa bi bilo treba preveriti in potrditi ali zavreči z nadaljnjimi raziskavami.

## **RV2: Kakšni so razlogi za (ne)izvajanje minute za zdravje med pedagoškim procesom?**

Da bi lahko v prakso začeli vpeljevati minuto za zdravje ne le kot enkratno intervencijo, pač pa stalnico v pedagoškem procesu, je treba poznati razloge, zaradi katerih učitelji minuto za zdravje že vključujejo v pedagoški proces, predvsem pa tudi razloge, zaradi katerih minute za zdravje ne vključujejo. Drugo raziskovalno vprašanje se je zato nanašalo na ugotavljanje razlogov za (ne)izvajanje minute za zdravje med pedagoškim procesom.

Najprej smo analizirali odgovore učiteljev, ki minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces (N = 247). Anketiranci so strinjanje s posamezno trditvijo izražali na 5-stopenjski lestvici Likertovega tipa, pri čemer nižje vrednosti pomenijo večje strinjanje (1 – popolnoma se strinjam ... 5 – nikakor se ne strinjam). Pri interpretaciji dobljenih rezultatov je zaradi narave posameznih vprašanj treba upoštevati tudi specifiko le-teh. Odgovori anketirancev so podani v tabeli 1.



**Tabela 1**

*Zakaj študentom med izvajanjem pedagoškega procesa ne omogočite minute za zdravje?*

	M	SD
Tovrstnih odmorov ne poznam.	2,74	1,41
Ne zdi se mi potrebno.	3,68	1,25
Študenti so odrasli ljudje, ne potrebujejo tovrstnih odmorov.	4,13	,097
Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki), ki bi jo lahko uporabil.	2,90	1,26
Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	2,32	1,18
Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	2,57	1,30
Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	3,59	1,23
Takšni odmori pomenijo izgubo časa, ki ga sicer lahko namenimo aktivnemu delu študentov.	3,40	1,27
Študenti se po takem delu ne bi umirili, nadaljevanje pedagoškega procesa bi bilo težko.	3,64	1,19
Nadrejeni me pri tem ne podpirajo.	3,70	1,05
Sodelavci menijo, da takšni odmori ne sodijo v akademski prostor.	3,36	1,03
To je primerno za mlajše učence.	3,81	1,15
Nimam materialnih pogojev (pripomočkov za izvedbo).	2,36	1,34
Drugo.	1,97	1,17

Kot najpomembnejši razlog za to, da minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces, učitelji navajajo natrpanost učnih načrtov ( $M = 2,32$ ) in posledično premalo časa za realizacijo vsebin le-tega. Odgovor se nekoliko izključuje z odgovorom »takšni odmori pomenijo izgubo časa, ki ga sicer lahko namenimo aktivnemu delu študentov« ( $M = 3,40$ ), saj je pri tem odgovoru strinjanje učiteljev s podano trditvijo nižje. To kaže, da je v akademskem prostoru morda še vedno prisotna miselnost, da zmanjšanje časa, namenjenega predavanjem, seminarjem in vajam na račun vpeljevanja minute za zdravje v pedagoški proces, negativno vpliva na učno uspešnost. Raziskave (Kvalo, Bru, Bronnick in Dyrstad, 2014; Alesi, Bianco, Luppina in Palma, 2016) namreč kažejo drugačne rezultate. Z napredkom znanosti so ovržene tudi hipoteze o tem, da zmanjševanje časa, namenjenega t. i. akademskim predmetom na račun vpeljave športne vzgoje (oziroma njenih elementov, kot sta aktivni odmor in minuta za zdravje) v pedagoški proces, zmanjšuje akademske dosežke, kot je zapisal že Coleman leta 1961 (v Trudeau, 2008). Nepoznavanje

koncepta minute za zdravje se kaže kot močan razlog za nevpeljevanje minute za zdravje v pedagoški proces, saj so učitelji izražali visoko strinjanje z vsemi štirimi trditvami (*Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov, Tovrstnih odmorov ne poznam, Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki), ki bi jo lahko uporabil, Nimam materialnih pogojev (pripomočkov za izvedbo)*), ki to nakazujejo.

Odgovor »drugo« je izbralo 34 (5,9 %) učiteljev, njihovi odgovori (15 odgovorov) na vprašanje »Zakaj študentom med izvajanjem pedagoškega procesa ne omogočite minute za zdravje«, pa so:

- Minuto za zdravje lahko izvajajo med odmori, ki so sicer že umeščeni v urnik (5 odgovorov).
- Med pedagoškim delom ni časa za take odmore (3 odgovori).
- Omogočim jim odmor, ne vem pa, kako ga izkoristijo (2 odgovora).
- Nekaterim študentom to ne ustreza, se ne počutijo prijetno. Interes študentov je nizek (2 odgovora).
- O tem še nisem razmišljal.
- To je problematika, o kateri se premalo govori.
- Ni potrebe, saj vaje/predavanja ne trajajo tako dolgo, da bi bilo to potrebno.

Iz prostih odgovorov lahko razberemo precejšnjo nenaklonjenost izvajanju minute za zdravje med pedagoškim procesom, kar lahko povežemo z nepoznavanjem namena in pomena prekinjanja sedečega dela z vključevanjem gibanja ( $M=2,57$ ). Ostali odgovori so bolj razpršeni, pojavijo se enkrat ali dvakrat, kljub temu pa nakazujejo potrebo po usposabljanjih na področju vpeljevanja minute za zdravje v pedagoški proces in (večjo) promocijo le-tega ne le med učitelji, pač pa tudi med študenti. Za izvedbo minute za zdravje posameznik ne potrebuje veliko, saj najbolj enostavne minute za zdravje pomenijo že kratek sprehod po prezračenem prostoru, v katerem poteka pedagoški proces. Minuta za zdravje je namreč kratek, 3- do 5-minutni odmor med učno uro, v katerega vključimo nekaj gibalnih vaj in prezračimo prostor. Ker je vključevanje minute za zdravje relativno enostavno in ne terja posebnih organizacijskih ukrepov, jo lahko v pedagoški proces vključimo takoj, ko opazimo, da je upadla pozornost, da študenti postajajo utrujeni, nezbrani. To lahko storimo enkrat ali pa večkrat v pedagoški uri. Minuta za zdravje je lahko vodena, pri čemer vodenje prevzame učitelj, lahko za vodeno izvedbo zadoži študente, lahko uporabi že obstoječe predloge na spletnih straneh ali pa učitelj uporabi vnaprej naložene posnetke minut za zdravje v predavalnici, v kateri predava. V odmor lahko umestimo raztezne vaje, krepilne vaje, enostavne plese, meditacijo ... Enako pozitivno kot minuta za zdravje pa na posameznika vpliva tudi možnost, da med delom, predavanji, sestankom lahko vstane in delo nadaljuje stoje ali v hoji (Štemberger in Leitinger, 2021). Po drugi strani pa je vpeljava aktivnega odmora v pedagoški

proces organizacijsko bolj zahtevna, saj je aktivni odmor odmor, ki traja med 15 in 30 minutami, vodil naj bi ga za to izobražen ali usposobljen kader, v urnik mora biti umeščen tako, da se ga lahko udeležijo vsi, zahteva pa tudi neprimerno več prostorskih zmogljivosti, kot jih je na fakultetah/akademijah trenutno na voljo (Štemberger in Krpač, 2006).

Z naslednjim vprašanjem smo želeli preveriti, ali se med razlogi za to, da učitelji minute za zdravje v pedagoški proces ne vključujejo, skriva še kakšen razlog, ki bi morda lahko pojasnil odgovore na zgornje vprašanje. Zato smo učitelje vprašali, kaj bi se moralo spremeniti, da bi v pedagoški proces začeli vključevati minuto za zdravje za študente. Na vprašanje je odgovorilo 207 (od 247) visokošolskih učiteljev in sodelavcev, ki minute za zdravje v pedagoški proces ne vključujejo. Rezultati so prikazani v tabeli 2.

**Tabela 2**

*Kaj bi se moralo spremeniti, da bi v pedagoški proces začeli uvajati minuto za zdravje za študente (možnih je bilo več odgovorov)?*

	f	%	N
Nič, tega v nobenem primeru ne bi vpeljal/-a v študijski proces.	14	6,8	207
Večja podpora nadrejenih (npr. nosilec predmeta, predstojnik).	68	32,9	207
Večja podpora sodelavcev.	38	8,4	207
Dodatna usposabljanja na temo vključevanja gibanja, minute za zdravje v pedagoški proces.	111	53,6	207
Materialna in tehnična podpora (npr. naložena gradiva na računalnikih v predavalnicah, ki jih lahko uporabim za izvedbo tovrstnega odmora).	101	48,8	207
Izražena želja študentov.	144	69,6	207
Če bi bilo obvezno.	54	26,1	207
Drugo.	31	15,0	207

Le majhen odstotek (6,8 %) učiteljev minute za zdravje v nobenem primeru ne bi vpeljal v pedagoški proces, kar je glede na to, da tovrstni odmori v akademskem prostoru niso poznani, relativno dober rezultat. Odgovora o potrebi po dodatnih usposabljanjih na temo vključevanja minute za zdravje v pedagoški proces ter večji materialni in tehnični podpori pričakovano sovpadata z odgovori o tem, zakaj minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces. Izražena želja študentov za vpeljavo minute za zdravje, ki se kaže kot najpogosteje izbran odgovor, lahko nakazuje na to, da učitelji dejansko ne razmišljajo o vpeljavi minute za zdravje v pedagoški proces in bi jo vpeljali le, če bi to potrebo izrazili študenti. Vprašanje, ki se tu lahko upravičeno pojavi, pa je,

ali in na kakšen način bi študenti tovrstno pobudo sploh izrazili. Vsekakor bo treba opraviti tudi raziskave med študenti, da bi lahko korektno interpretirali rezultate, dobljene med učitelji. V odgovorih učiteljev sicer lahko zaznamo dve tendenci. Prva je samoiniciativnost učiteljev, ki se kaže kot potreba po več znanja ter materialni in tehnični podpori. Druga, ki bo v prihodnje terjala več pozornosti, pa se kaže kot zunanja podpora oziroma spodbuda, ki pa ne izvira nujno iz učiteljev samih.

Pod odgovor »drugo« so anketiranci ( $f = 31$ ) napisali:

- Minuta za zdravje bi morala biti ločen del predmeta; naj se jo izvaja v odmorih pred, med ali po pedagoških obveznostih; predavanja niso namenjena telovadbi; čas naj bo namensko dodeljen, čas naj se opredeli v urniku (11 odgovorov).
- Potrebna bo sprememba miselnosti na vseh ravneh (4 odgovori).
- Predavanja niso tako dolga (največ 2 uri), zato tak odmor ni smiseln (4 odgovori).
- Posamezne pedagoške obveznosti bi morale trajati dlje, da bi lahko vmes vključili še odmor (3 odgovori).
- Koncept bi morali vpeljati kot del inovativne pedagogike (2 odgovora).
- Promocija s strani vodstvenih delavcev, s strani UL. Ne le promocija, tudi lasten zgled (2 odgovora).
- Ustrezen prostor.
- Študenti naj sami poskrbijo zase, so odrasle osebe.
- Manj bi moral imeti drugega dela.
- Odmor sicer lahko uvedem, ne bi pa tega vodila, ker se ne čutim usposobljena.
- Poučevanje bi si moral bolje organizirati, da bi lahko vključil tak odmor.

Podobno kot pri vprašanju o razlogih za to, da minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces, se tudi pri vprašanju o potrebnih spremembah za morebitno vpeljavo minute za zdravje v pedagoški proces pojavljajo odgovori, ki nakazujejo na nepoznavanje koncepta minute za zdravje in s tem pričakovano odklonilnim odnosom do le-tega. Minuta za zdravje se v delovni in pedagoški proces namreč umesti takrat, ko se za to izkaže potreba. Minuta za zdravje ne zahteva posebne časovne obremenitve (od 3- do 5-minutni odmor med uro), niti ni organizacijsko zahtevna, saj jo izvajamo tam, kjer sicer potekajo predavanja, seminarji ali vaje. Zatorej minute za zdravje ne moremo umeščati v posebne odmore, niti ne moremo govoriti o tem, da so posamezna predavanja prekratka, da bi bilo vpeljevanje minute za zdravje smiselno in potrebno (Štemberger in Leitinger, 2021).

Učitelje, ki so odgovorili, da minuto za zdravje vključujejo v pedagoški proces (N = 180), smo vprašali po njihovih razlogih za vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces. Učitelji so strinjanje s posameznimi trditvami izrazili na 5-stopenjski lestvici Likertovega tipa (1 – popolnoma se strinjam ... 5 – nika- kor se ne strinjam), pri čemer nižje vrednosti rezultatov pomenijo močnejše strinjanje. Rezultati so prikazani v tabeli 3.

**Tabela 3**

*S kakšnim namenom, razlogom v pedagoški proces vključujete minuto za zdravje?*

	M	SD
Ker se študenti po prekinitvi lažje zberejo in nadaljujejo z delom.	1,38	0,68
Ker želim pri študentih spodbujati zdrav življenjski slog.	1,79	0,82
Ker tudi sam/-a potrebujem tovrstne prekinitve pri delu.	1,72	0,94
Ker so to željo izrazili študenti.	3,14	1,27
Ker je to navodilo vodstva.	3,98	0,99
Ker je vključevanje gibanja tako zame, kot za študente, pozitivna izkušnja.	1,78	0,92
Drugo.	2,18	1,51

Lastno zaznavanje in znanje/vedenje učiteljev o pomenu vključevanja minute za zdravje v pedagoški proces botruje odgovoru z največjo stopnjo strinjanja, to je, da učitelji minuto za zdravje v pedagoški proces vključujejo zato, ker se študenti po takih odmorih lažje zberejo in nadaljujejo z delom. Na tovrstne pozitivne učinke kažejo tudi druge raziskave (De Jonge, Spoor, Sonnentag, Dormann in van den Tooren, 2012; Brustio idr., 2018; Barr-Anderson, Au Young, Whitt-Glover, Glenn in Yancey, 2011; Eanes, 2018). Na ta odgovor se vsebinsko navezujejo tudi odgovori o lastni potrebi po vključevanju gibanja v odmore ter zavedanje o pomenu prenosa znanja študentom in delovanja z lastnim zgledom. Lastno potrebo po vključevanju minute za zdravje v pedagoški/delovni proces lahko učitelji udejanjijo prav na način, ki ga opisujejo, to je z vključevanjem minute za zdravje v pedagoški proces.

Pod odgovor »drugo«, ki ga je izbralo 17 učiteljev, ki minuto za zdravje vključujejo v pedagoški proces, je 5 anketirancev še dopisalo:

- Študentom omogočim odmor, način izrabe le tega pa je prepuščen njim samim (2 odgovora).
- Ker so odmori predpisani s študijskim redom.
- Študenti samoiniciativno odidejo iz predavalnice, se sprehodijo po fakulteti.
- Fizična dejavnost je sestavni del pedagoškega procesa.

Od vseh odgovorov je le odgovor o omogočenem odmoru študentom, a brez vodenja minute za zdravje, odgovor, ki bi lahko nakazoval možnost dejanskega vključevanja minute za zdravje v pedagoški proces. Odmori, ki so predpisani s študijskim redom, niso odmori, ki jih izvedemo med uro predavanj, seminarjev ali vaj in v katerih bi izvajali minuto za zdravje. Samoiniciativno odhajanje iz predavalnice v času, ko poteka pedagoški proces, je lahko močete, zato tudi dvomimo v to, da se to dogaja v času, ko se pedagoški proces izvaja. Bolj verjetna razlaga je, da je imel anketiranec v mislih običajne odmori, ko je kaj takega sprejemljivo in pričakovano.

**RV3: Ali se med visokoškolskimi učitelji in sodelavci pojavljajo statistično značilne razlike v izvajanju minute za zdravje med pedagoškim procesom?**

V nadaljevanju nas je zanimalo, ali se med visokoškolskimi učitelji in sodelavci pojavljajo statistično značilne razlike pri izvajanju minute za zdravje. Ker se tudi pri tem raziskovalnem vprašanju nismo mogli opirati na rezultate predhodnih raziskav, nismo vedeli, kakšne rezultate lahko pričakujemo.

#### Tabela 4

*Razlike med visokoškolskimi učitelji in sodelavci v izvajanju minute za zdravje*

		Ali med izvajanjem pedagoškega procesa (predavanja, seminarji, vaje) študentom omogočite gibalno aktiven odmor?		
		Da	Ne	Skupaj
Visokoškolski učitelj	f	155	183	338
	%	45,9	54,1	100,0
Visokoškolski sodelavec	f	25	64	89
	%	28,1	71,9	100,0
SKUPAJ	f	180	247	427
	%	42,2	57,8	100,0

Pearson  $hi^2 = 9,121$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,003$

Kot je razvidno iz rezultatov, večji delež učiteljev (57,8 %) študentom ne omogoča minute za zdravje med izvajanjem pedagoškega procesa. Se pa med skupinama merjencev (učitelji/sodelavci) pojavljajo statistično značilne razlike ( $p = 0,003$ ) v vključevanju tovrstnega odmora v pedagoški proces, in sicer ga bolj pogosto vključujejo visokoškolski učitelji kot visokoškolski sodelavci. Za lažjo interpretacijo dobljenih rezultatov o razlikah med skupinama merjencev smo anketirancem postavili še vprašanje o razlogih, zaradi katerih minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces. Z uporabo t-testa za neodvisne

vzorci smo ugotavljali, v katerih spremenljivkah med skupinama merjencev prihaja do statistično značilnih razlik. Učitelji so strinjanje s posameznimi trditvami izrazili na 5-stopenjski lestvici Likertovega tipa (1 – popolnoma se strinjam ... 5 – nikakor se ne strinjam), pri čemer nižje vrednosti rezultatov pomenijo močnejše strinjanje. Rezultati so prikazani v tabeli 5.

**Tabela 5**

*Razlike med skupinama merjencev v razlogih za ne vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces*

		N	M	SD	t	g	p																																																																				
Tovrstnih odmorov ne poznam.	Visokošolski učitelj	160	2,69	1,37	-1,005	207	,316																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	2,92	1,51				Ne zdi se mi potrebno.	Visokošolski učitelj	160	3,73	1,23	,854	207	,394	Visokošolski sodelavec	49	3,55	1,29	Študenti so odrasli ljudje, ne potrebujejo tovrstnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	4,14	,99	,390	207	,697	Visokošolski sodelavec	49	4,08	,93	Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki, ki bi jih lahko uporabil/-a).	Visokošolski učitelj	160	2,85	1,26	-1,123	207	,263	Visokošolski sodelavec	49	3,08	1,27	Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	Visokošolski učitelj	160	2,24	1,17	-1,737	207	,084	Visokošolski sodelavec	49	2,57	1,21	Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35	Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283
Ne zdi se mi potrebno.	Visokošolski učitelj	160	3,73	1,23	,854	207	,394																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	3,55	1,29				Študenti so odrasli ljudje, ne potrebujejo tovrstnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	4,14	,99	,390	207	,697	Visokošolski sodelavec	49	4,08	,93	Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki, ki bi jih lahko uporabil/-a).	Visokošolski učitelj	160	2,85	1,26	-1,123	207	,263	Visokošolski sodelavec	49	3,08	1,27	Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	Visokošolski učitelj	160	2,24	1,17	-1,737	207	,084	Visokošolski sodelavec	49	2,57	1,21	Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35	Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17								
Študenti so odrasli ljudje, ne potrebujejo tovrstnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	4,14	,99	,390	207	,697																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	4,08	,93				Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki, ki bi jih lahko uporabil/-a).	Visokošolski učitelj	160	2,85	1,26	-1,123	207	,263	Visokošolski sodelavec	49	3,08	1,27	Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	Visokošolski učitelj	160	2,24	1,17	-1,737	207	,084	Visokošolski sodelavec	49	2,57	1,21	Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35	Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17																				
Nimam ustrezne tehnične podpore (npr. videoposnetki, ki bi jih lahko uporabil/-a).	Visokošolski učitelj	160	2,85	1,26	-1,123	207	,263																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	3,08	1,27				Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	Visokošolski učitelj	160	2,24	1,17	-1,737	207	,084	Visokošolski sodelavec	49	2,57	1,21	Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35	Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17																																
Za realizacijo vsebin, ki jih predvideva učni načrt, imam premalo časa.	Visokošolski učitelj	160	2,24	1,17	-1,737	207	,084																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	2,57	1,21				Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35	Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17																																												
Nimam ustreznega znanja za izvajanje takšnih odmorov.	Visokošolski učitelj	160	2,49	1,28	-1,555	207	,122																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	2,82	1,35				Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17																																																								
Vključevanje gibanja moti pedagoški proces.	Visokošolski učitelj	160	3,64	1,24	1,076	207	,283																																																																				
	Visokošolski sodelavec	49	3,43	1,17																																																																							

		N	M	SD	t	g	p
Takšni odmori pomenijo izgubo časa, ki ga sicer lahko namenimo aktivnemu delu študentov.	Visokošolski učitelj	160	3,40	1,30	-,039	207	,969
	Visokošolski sodelavec	49	3,41	1,15			
Študenti se po takem delu ne bi umirili, nadaljevanje pedagoškega procesa bi bilo težko.	Visokošolski učitelj	160	3,61	1,22	-,673	89,321	,503*
	Visokošolski sodelavec	49	3,74	1,08			
Nadrejeni (npr. nosilec predmeta, predstojnik) me pri tem ne podpira.	Visokošolski učitelj	160	3,65	1,07	-1,092	207	,276
	Visokošolski sodelavec	49	3,84	,99			
Sodelavci menijo, da takšni odmori ne sodijo v akademski svet.	Visokošolski učitelj	160	3,29	1,06	-1,783	207	,076
	Visokošolski sodelavec	49	3,59	,89			
To je primerno za mlajše učence.	Visokošolski učitelj	160	3,81	1,18	,088	207	,930
	Visokošolski sodelavec	49	3,79	1,08			
Nimam materialnih pogojev (pripomočkov za izvedbo gibalno aktivnih odmorov, npr. elastike, žoge).	Visokošolski učitelj	160	2,25	1,32	-2,133	207	,034
	Visokošolski sodelavec	49	2,71	1,38			

\* Ker pogoj homogenosti varianc ni izpolnjen, smo uporabili aproksimativni t-test za neodvisne vzorce.

Iz rezultatov lahko razberemo, da se statistično značilne razlike med visokošolskimi učitelji in sodelavci v razlogih za to, da minute za zdravje ne vključujejo v pedagoški proces, kažejo le pri spremenljivki »nimam materialnih pogojev (pripomočkov) za izvedbo gibalno aktivnih odmorov«, pri čemer večje strinjanje s to trditvijo izražajo visokošolski učitelji ( $M = 2,25$ ) kot sodelavci ( $M = 2,71$ ). Rezultat lahko pojasnimo z obliko pedagoškega dela, ki ga izvajajo predstavniki ene oziroma druge skupine. Predvidevamo namreč lahko, da so predavalnice (večinoma delovni prostor visokošolskih učiteljev) skromno ali celo neopremljene s pripomočki, ki bi jih izvajalci potrebovali za izvajanje minute za zdravje, medtem ko je v prostorih, kjer potekajo seminarji in vaje (in kjer svoje delo večinoma opravljajo visokošolski sodelavci), teh možnosti več.



Nenazadnje je že sama zasnova predavalnic takšna, da večinoma ne omogoča premikanja stolov in miz, ob velikem številu študentov pa je oteženo tudi gibanje po predavalnici. Glede na rezultate anketiranih pa lahko ugotovimo, da so se visokošolski učitelji sicer bolj strinjali s trditvami, ki se nanašajo na odsotnost tako tehnične kot vodstvene podpore in z realizacijo učnega načrta (Tovrstnih odmorov ne poznam; nimam ustrezne tehnične podpore; premalo časa za realizacijo učnih vsebin; nimam ustreznega znanja; odmori pomenijo izgubo časa; študenti se po takem odmoru ne bi umirili; nadrejeni me ne podpirajo; sodelavci menijo, da to ne sodi v akademski prostor). Visokošolski sodelavci pa so manj naklonjeni vključevanju tovrstnih odmorov v pedagoški proces saj menijo, da za to pri odraslih ni potrebe (Ne zdi se mi potrebno; študenti kot odrasle osebe ne potrebujejo tovrstnih odmorov; vključevanje gibanja moti pedagoški proces; primerno je za mlajše učence).

Kot smo že omenili, je za kakršne koli spremembe in vpeljevanje novosti treba vedeti, kaj bi se moralo spremeniti, da bi anketiranci spremenili nekatera svoja ravnanja, da bi torej v pedagoški proces začeli vključevati minuto za zdravje. Z uporabo  $hi^2$  preizkusa smo izračunali razlike med visokošolskimi učitelji in sodelavci. Prikazane so v tabelah od 6 do 12. Pri postavljenih trditvah je bilo možnih več odgovorov. Kot odgovor »da« smo upoštevali trditev, ki so jo anketiranci izbrali. Če trditve niso izbrali, smo njihovo izbiro upoštevali kot odgovor »ne«.

**Tabela 6**

*Minute za zdravje ne bi v nobenem primeru vpeljal v pedagoški proces*

		Tega v nobenem primeru ne bi vpeljal v pedagoški proces		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	147	12	159
	%	92,5	7,5	100,0
Visokošolski sodelavec	f	46	2	48
	%	95,8	4,2	100,0
SKUPAJ	f	193	14	207
	%	93,2	6,8	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,668$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,414$

**Tabela 7***Minuto za zdravje bi vpeljal, če bi imel večjo podporo nadrejenih*

		Večja podpora nadrejenih		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	109	50	159
	%	68,6	31,4	100,0
Visokošolski sodelavec	f	30	18	48
	%	62,5	37,5	100,0
SKUPAJ	f	139	68	207
	%	67,1	32,9	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,612$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,434$

**Tabela 8***Minuto za zdravje bi vpeljal, če bi imel večjo podporo sodelavcev*

		Večja podpora sodelavcev		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	135	24	159
	%	84,9	15,1	100,0
Visokošolski sodelavec	f	34	14	48
	%	70,8	29,2	100,0
SKUPAJ	f	169	38	207
	%	81,6	18,4	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 4,872$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,027$

**Tabela 9***Minuto za zdravje bi vpeljal, a potrebujem dodatna usposabljanja*

		Dodatna usposabljanja na temo vključevanja gibanja, gibalno aktivnih odmorov v pedagoški proces		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	74	85	159
	%	46,5	53,5	100,0
Visokošolski sodelavec	f	22	26	48
	%	45,8	54,2	100,0
SKUPAJ	f	96	111	207
	%	46,4	53,6	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,007$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,931$

**Tabela 10***Minuto za zdravje bi vpeljal, če bi imel boljšo materialno in tehnično podporo*

		Materialna in tehnična podpora		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	83	76	159
	%	52,2	47,8	100,0
Visokošolski sodelavec	f	23	25	48
	%	47,9	52,1	100,0
SKUPAJ	f	106	101	207
	%	51,2	48,8	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,271$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,603$

**Tabela 11***Minuto za zdravje bi vpeljal, če bi to željo izrazili študenti*

		Izražena želja študentov		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	48	111	159
	%	30,2	69,8	100,0
Visokošolski sodelavec	f	15	33	48
	%	31,3	68,8	100,0
SKUPAJ	f	63	144	207
	%	30,4	69,6	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,020$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,889$

**Tabela 12***Minuto za zdravje bi vpeljal, če bi bilo to obvezno*

		Če bi bilo obvezno		
		Ne	Da	Skupaj
Visokošolski učitelj	f	118	41	159
	%	74,2	25,8	100,0
Visokošolski sodelavec	f	35	13	48
	%	72,9	27,1	100,0
SKUPAJ	f	153	54	207
	%	73,9	26,1	100,0

Pearsonov  $hi^2 = 0,032$ ;  $g = 1$ ;  $p = 0,858$

Statistično značilne razlike se pojavijo samo pri spremenljivki »večja podpora sodelavcev« ( $p = 0,027$ ), in sicer večjo potrebo po podpori sodelavcev izražajo visokošolski sodelavci (29,2%). Glede na to, da visokošolski sodelavci večinoma ne delujejo popolnoma samostojno, smo sicer pričakovali, da se bodo razlike pokazale pri spremenljivki »večja podpora nadrejenih«, vendar tu razlik ni. Večji del anketirancev si sicer želi večje podpore nadrejenih (32,9%) kot sodelavcev (18,4%). To lahko govori v prid dejstvu, da je vpeljevanje minute za zdravje v pedagoški proces potrebno razumeti kot del vpeljevanja inovativne pedagogike, ki pa se mora začeti pri vrhu – v vodstvu.

Tako učitelji kot sodelavci so si skorajda enotni, da potrebujejo dodatna usposabljanja s tega področja, kar nekako ni skladno z našo domnevo, da bi imeli lahko mlajši učitelji (visokošolski sodelavci) več izkušenj in znanj o minuti za zdravje kot njihovi starejši kolegi, saj so bili bolj verjetno v osnovnošolski proces vključeni v času, ko je že veljal nov učni načrt za športno vzgojo, ki pri vseh predmetih predvideva tudi izvajanje minute za zdravje (Kovač idr., 2011). Obe skupini sta dokaj enotni tudi pri odgovoru, da bi minuto za zdravje vpeljali, če bi to željo izrazili študenti, kar bi kazalo upoštevati pri ponudbi različnih delavnic in usposabljanj za študente. Menimo namreč, da lahko študenti takšne želje izrazijo le, če imajo ustrezna znanja, ki jim omogočajo zavedanje o pomenu vključevanja gibanja v vsakdan. Precejšnja enotnost med obema skupinama se kaže tudi pri odgovoru »če bi bilo to obvezno«. Menimo, da je za vpeljevanje novitet v pedagoški proces pomembno znanje, zavedanje o spremembah, ki jih takšen način dela prinaša in zgled nadrejenih, medtem ko prisilno vpeljevanje novosti ne more prinesiti dolgoročnih sprememb.

Del anketirancev (42,2 %) v pedagoški proces vključuje minuto za zdravje, zato so nas zanimale tudi razlike med visokošolskimi učitelji in sodelavci o razlogih za vključevanje omenjenega gibalno aktivnega odmora. Za izračun razlik med skupinama merjencev smo uporabili t-test. Učitelji so strinjanje s posameznimi trditvami izrazili na 5-stopenjski lestvici Likertovega tipa (1 – popolnoma se strinjam ... 5 – nikakor se ne strinjam), pri čemer nižje vrednosti rezultatov pomenijo močnejše strinjanje. Rezultati so prikazani v tabeli 13.

**Tabela 13**

*Razlike v razlogih za vključevanje minute za zdravje med visokošolskimi učitelji in sodelavci*

Označite, kar velja za vas.		N	M	SD	t	g	p																																																								
Ker se študenti po taki prekinitvi lažje zberejo in nadaljujejo z delom.	Visokošolski učitelj	145	1,41	,71	1,447	165	0,150																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	1,18	,39				Ker želim pri študentih spodbujati zdrav življenjski slog.	Visokošolski učitelj	145	1,86	,83	2,396	165	0,018	Visokošolski sodelavec	22	1,41	,67	Ker tudi sam/-a potrebujem tovrstne prekinitve pri delu.	Visokošolski učitelj	145	1,77	,96	1,922	165	0,056	Visokošolski sodelavec	22	1,36	,66	Ker so to željo izrazili študenti.	Visokošolski učitelj	145	3,19	1,26	1,273	165	0,205	Visokošolski sodelavec	22	2,82	1,30	Ker je to navodilo vodstva.	Visokošolski učitelj	145	4,05	,96	2,448	165	0,015	Visokošolski sodelavec	22	3,50	1,10	Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307
Ker želim pri študentih spodbujati zdrav življenjski slog.	Visokošolski učitelj	145	1,86	,83	2,396	165	0,018																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	1,41	,67				Ker tudi sam/-a potrebujem tovrstne prekinitve pri delu.	Visokošolski učitelj	145	1,77	,96	1,922	165	0,056	Visokošolski sodelavec	22	1,36	,66	Ker so to željo izrazili študenti.	Visokošolski učitelj	145	3,19	1,26	1,273	165	0,205	Visokošolski sodelavec	22	2,82	1,30	Ker je to navodilo vodstva.	Visokošolski učitelj	145	4,05	,96	2,448	165	0,015	Visokošolski sodelavec	22	3,50	1,10	Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307	Visokošolski sodelavec	22	1,59	,73								
Ker tudi sam/-a potrebujem tovrstne prekinitve pri delu.	Visokošolski učitelj	145	1,77	,96	1,922	165	0,056																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	1,36	,66				Ker so to željo izrazili študenti.	Visokošolski učitelj	145	3,19	1,26	1,273	165	0,205	Visokošolski sodelavec	22	2,82	1,30	Ker je to navodilo vodstva.	Visokošolski učitelj	145	4,05	,96	2,448	165	0,015	Visokošolski sodelavec	22	3,50	1,10	Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307	Visokošolski sodelavec	22	1,59	,73																				
Ker so to željo izrazili študenti.	Visokošolski učitelj	145	3,19	1,26	1,273	165	0,205																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	2,82	1,30				Ker je to navodilo vodstva.	Visokošolski učitelj	145	4,05	,96	2,448	165	0,015	Visokošolski sodelavec	22	3,50	1,10	Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307	Visokošolski sodelavec	22	1,59	,73																																
Ker je to navodilo vodstva.	Visokošolski učitelj	145	4,05	,96	2,448	165	0,015																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	3,50	1,10				Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307	Visokošolski sodelavec	22	1,59	,73																																												
Ker je vključevanje gibanja tako zame kot za študente pozitivna izkušnja.	Visokošolski učitelj	145	1,81	,95	1,025	165	0,307																																																								
	Visokošolski sodelavec	22	1,59	,73																																																											

Statistično značilne razlike med skupinama merjencev se kažejo v spremenljivkah »ker želim pri študentih spodbujati zdrav življenjski slog« ( $p = 0,018$ ) in »ker je to navodilo vodstva« ( $p = 0,015$ ). Interpretacija dobljenih rezultatov je zahtevna, saj se ne moremo opirati na predhodne raziskave, pač pa lahko le sklepamo, zakaj do posameznih razlik prihaja. Niti visokošolski sodelavci niti učitelji sicer vpeljevanja minute za zdravje ne zaznavajo kot navodilo vodstva, so pa visokošolski sodelavci ( $M = 3,50$ ) pogosteje kot učitelji ( $M = 4,05$ ) označili strinjanje s to trditvijo. Visokošolski sodelavci vpeljevanje minute za zdravje očitno pogosteje doživljajo kot navodilo vodstva. Odgovor

je pravzaprav pričakovan in logičen, saj visokošolski sodelavci pri svojem delu sodelujejo z visokošolskimi učitelji ter so pri sprejemanju odločitev manj samostojni in bolj odvisni od navodil nadrejenih. Kljub razlikam pa lahko za dobljeni rezultat rečemo, da nobena skupina minute za zdravje v pedagoški proces ne vključuje zaradi navodil vodstva oziroma to počne le v majhni meri. Rezultati pri spremenljivki »ker želim pri študentih spodbujati zdrav življenjski slog« kažejo, da večje strinjanje s trditvijo izražajo visokošolski sodelavci ( $M = 1,41$ ) kot učitelji ( $M = 1,86$ ), pri čemer težko najdemo logično razlago dobljenih rezultatov. Mlajše osebe, torej visokošolski sodelavci, bi lahko bile bolj ozaveščene o pomenu gibanja za ohranjanje zdravja, vendar brez rezultatov, ki bi to potrjevali ali ovrgli, to lahko samo domnevamo. Tudi pri vse ostalih spremenljivkah, kjer se statistično značilne razlike sicer ne pojavljajo, so večje strinjanje s posameznimi trditvami izrazili visokošolski sodelavci.

Vključevanje minute za zdravje v delovnik posameznika je bolj enostavno kot vključevanje minute za zdravje v pedagoški proces. Posameznik lahko minuto za zdravje v svoj delovni vsakdan vnese zelo enostavno, naredi odmor, ko ga potrebuje, izvede nekaj gibalnih nalog in nato nadaljuje z delom. Izvedba minute za zdravje v pedagoškem procesu pa od učitelja zahteva nekaj več priprave, zato nas je zanimalo, ali obstaja povezava med izvajanjem minute za zdravje v delovnem vsakdanu učiteljev in vključevanjem le-te v pedagoški proces. Za izračun povezav smo uporabili  $hi^2$  preizkus ter phi koeficient korelacije. Rezultati so prikazani v tabeli 14.

**Tabela 14**

*Povezanost med vključevanjem minute za zdravje v delovni in v pedagoški proces*

		Ali med izvajanjem pedagoškega procesa (predavanja, seminarji, vaje ...) študentom omogočite minuto za zdravje?			
			Da	Ne	Skupaj
Ali v svoj delovni čas (čas, ki ga preživite na delovnem mestu) vključujete odmore, ki vključujejo gibanje z namenom sprostitve, kompenzacije negativnih učinkov sedenja ipd?	Da	f	126	111	237
		%	53,2	46,8	100,0%
	Ne	f	54	136	190
		%	28,4	71,6	100,0%
	SKUPAJ	f	180	247	427
		%	42,2	57,8	100,0%
Pearson $hi^2 = 26,478$ ; $g = 1$ ; $p = 0,000$					
$\Phi = 0,249$					

Rezultati kažejo, da je povezanost pozitivna in šibka ( $\Phi = 0,249$ ). 53,2 % učiteljev, ki minuto za zdravje vključujejo v svoj delovnik, vključuje minuto za zdravje tudi v pedagoški proces, medtem ko je učiteljev, ki minute za zdravje zase ne izvajajo, jo pa vključujejo v pedagoški proces, 28,4 %. Razlike so statistično značilne ( $p = 0,000$ ). Pričakovano je bilo, da bodo učitelji, ki minuto za zdravje izvajajo, le-to tudi pogosteje vključevali v pedagoški proces. Čeprav je povezanost šibka, lahko v prihodnje izhajamo iz teh rezultatov pri pripravi programov usposabljanja oziroma vpeljevanja minute za zdravje v pedagoški proces. Zagotovo je treba minuto za zdravje najprej vpeljati v delovni dan posameznika in šele nato v pedagoški proces. Učitelji se morajo s konceptom minute za zdravje najprej seznaniti in ga sami preizkusiti, da ga bodo nato lažje prenesli v pedagoški proces.

## Zaključek

Rezultati raziskave so pokazali trenutno stanje na področju vključevanja minute za zdravje v pedagoški proces, ki je v veliki meri odvisno od visokošolskih učiteljev in sodelavcev. Predstavljajo pomembno izhodišče za načrtno vključevanje omenjenih gibalnih odmorov ne le v pedagoški, pač pa tudi delovni proces posameznika. V ta namen bi bilo treba pripraviti različna usposabljanja in pripraviti gradiva, ki bi jih učitelji lahko uporabili za izvedbo minute za zdravje. Raziskavo bi bilo smiselno nadgraditi z vključevanjem študentov ter uporabo še drugih tehnik zbiranja podatkov, ki so bolj zanesljive kot anketiranje (npr. merjenje dejanske količine gibanja s pospeškometri). Kot dodatna omejitev pri anketiranju se je pokazal tudi čas epidemije, saj je bilo iz odgovorov pogosto zaznati, da se anketiranci težje osredotočajo na čas, ko pedagoški proces izvajajo na članicah, bolj pa na čas, ko je anketiranje potekalo, to pa je bilo v času, ko je delo potekalo na daljavo. Pri izvedbi raziskave se je pojavila še težava razumevanja koncepta minute za zdravje, saj je bilo kljub razlagi na začetku vprašalnika iz odgovorov mogoče ugotoviti, da si jo posamezniki različno, včasih tudi napačno razlagajo (nekateri so tako napisali, da študentom omogočijo odmor, ki ga porabijo za odhod na toaleta). Kljub omejitvam raziskave pa lahko zaključimo, da je dala prve pomembne podatke o vključevanju gibalno aktivnih odmorov v pedagoški proces in pokazala smernice za nadaljnje delo na tem področju.

## Zahvala

Prispevek je rezultat raziskovalnega dela, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada v okviru projekta Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP).

## Literatura

- Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G. in Palma, A. (2016). Improving Children's Coordinative Skills and Executive Functions: The Effect of a Football Exercise Program. *Percept Mot Skills*, 122(1), 27–46. doi: 10.1177/0031512515627527
- Barr-Anderson, D. J., Au Young, M., Whitt-Glover, M. C., Glenn, B. A. in Yancey, A. K. (2011). Integration of short bouts of physical activity into organizational routine: A systematic review of the literature. *Am J Prev Med*, 40(1), 76–93.
- Barwais, F. A., Cuddihy, T. F. in Tomson, L. M. (2013). Physical activity, sedentary behavior and total wellness changes among sedentary adults: A 4-week randomized controlled trial. *Health and Quality of Life Outcomes*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/1477-7525-11-183>
- Bauman, A., Ainsworth, B. E., Sallis, J. F., Hagströmer, M., Craig, C. L., Bull, F. C., Pratt, M., Venugopal, K., Chau, J. in Sjöström, M. (2011). The Descriptive Epidemiology of Sitting. A 20-Country Comparison Using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *American Journal of preventive Medicine*, 41(2), 228–235. doi: 10.1016/j.amepre.2011.05.003
- Booth, M. L. (2000). Assessment of Physical Activity: An International Perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2), S 114–20.
- Brustio, P. R., Moise, P., Marasso, D., Miglio, F., Rainoldi, A. in Boccia, G. (2018). Feasibility of implementing an outdoor walking break in Italian middle schools. *PLoS ONE*, 13(8), e0202091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202091>
- Castro, O., Bennie, J., Vergeer, I., Bosselut, G. in Biddle, S. J. H. (2018). Correlates of sedentary behaviour in university students: A systematic review. *Prev Med*, 116, 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.09.016>
- De Jonge, J., Spoor, E., Sonnentag, S., Dormann, C. in van den Tooren, M. (2012). »Take a break?!« Off-job recovery, job demands, and job resources as predictors of health, active learning, and creativity. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 21(3), 321–348. <https://doi.org/10.1080/135943X.2011.576009>
- Eanes, L. (2018). CE: Too much sitting a newly recognized health risk. *AJN The American journal of nursing*, 118(9), 26–34. [https://journals.lww.com/ajnonline/Fulltext/2018/09000/CE\\_\\_\\_Too\\_Much\\_Sitting\\_A\\_Newly\\_Recognized\\_Health.27.aspx](https://journals.lww.com/ajnonline/Fulltext/2018/09000/CE___Too_Much_Sitting_A_Newly_Recognized_Health.27.aspx)
- Felez – Nobrega, M., Hillman, C. H., Dowd, K. P., Cirera, E. R. in Puig Ribera, A. (2018). ActivPal™ determined sedentary behaviour, physical activity and academic achievement in college students. *Journal of Sport Sciences*, 36(20), 2311–2316. <https://www.doi.org/10.1080/02640414.2018.145121>
- Frost, J. M. in Trebizan, D. J. (2018). Daily and Weekly Standing Patterns When USING a Sit-Stand Desk in a College Class. *Journal of Sport Science*, 6, 65–75. doi: 10.17265/2332-7839/2018.02.001
- Haverkamp, B. F., Wiersma, R., Vertessen, K., van Ewijk, H., Oosterlaan, J. in Hartman, E. (2020). Effects of physical activity interventions on cognitive outcomes and academic performance in adolescents and young adults: A meta-analysis. *Journal of Sport Sciences*. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1794763>
- International Physical Activity Questionnaire*. Pridobljeno 12. 9. 2020 s <https://sites.google.com/site/theipaq/>
- Jovanova – Mitkovska, S. in Popeska, B. (2016). Management with time, academic obligation and possibilities for active break for the teaching staff at the Faculty of Educational Sciences at Goce Delcev University in Stip-Macedonia. *Activities in Physical Education and Sport*, 6(2), 257–260.



Kovač, M., Markun Puhan, N., Lorenci, B., Novak, L., Planinšec, J., Hrastar, I., Pleteršek, K. in Muha, V. (2011). *Program osnovna šola. Učni načrt. Športna vzgoja*. Ljubljana, Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.

Kvalo, S. E., Bru, E., Bronnick, K. in Dyrstad, S. M. (2017). Does increased physical activity in school affect children's executive function and aerobic fitness? *Scandinavian Journal of Medicine in Science in Sports*, 27(12), 1833–1841.

Lurati, A. R. (2018). Health issues and injury risks associated with prolonged sitting and sedentary lifestyles. *Workplace health & safety*, 66(6), 285–290. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/2165079917737558>

Mnich, C., Bachert, P., Kunkel, J., Wäsche, H., Neumann, R. in Nigg, C. R. (2019). Stand Up, Students! Decisional Cues Reduce Sedentary Behaviour in University Students. *Front. Public Health*, 7, 230. doi: 10.3389/fpubh.2019.00230

Moulin, M. S. in Irwin, J. D. (2017). An Assessment of Sedentary Time Among Undergraduate Students at a Canadian University. *International Journal of Exercise Science*, 10(8), 1116–1129.

Nonis, S. A. in Hudson, G. I. (2010). Performance of College Students: Impact of Study Time and Study Habits. *Journal of Education for Business*, 85(4), 229–238. <https://doi.org/10.1080/08832320903449550>

Powell, E., Woodfield, L. A. in Nevil, A. M. (2016). Children's physical activity levels during primary school break times: A quantitative and qualitative research design. *European Physical Education Review*, 22(1), 82–98.

Rasciute, S. in Downward, P. (2010). Health or Happiness? What Is the Impact of Physical Activity on the Individual? *Kyklos*, 63(2), 256–270.

Ren, X., Yu, B., Lu, Y., Chen, Y. in Pu, P. (2019). Health Sit: Designing Posture-Based Interaction to Promote Exercise during Fitness Breaks. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(10), 870–885. doi: 10.1080/10447318.2018.1506641 <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1506641>

Rhodes, R. E., Mark, R. S. in Temmel, C. P. (2012). Adult sedentary behavior: A systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(3), e3–e28. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.10.020>

Ridgers, N., Stratton, G. in Fairclough, S. J. (2006). Physical Activity Levels of Children during School Playtime. *Sports Med*, 36, 359–371. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636040-00005>

Shephard, R. J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, 9(2), 113–126.

Singh, A., Uljtewillingen, L., Twisk, J., Van Mechelen, W. in Chinapaw, M. (2012). Physical activity and student performance at school. A systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 166(1), 49–55.

Sullivan, A. W. J. K. (1997). Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites. *Ergonomics*, 40(1).

Štemberger, V. in Krpač, F. (2006). Pomen in vrsta počitka z vidika obnove energije otrok. V *Strokovni posvet Didaktika v šoli in naravi* (str. 167–170). Center šolskih in obšolskih dejavnosti.

Štemberger, V. in Leitinger, L. (2021). *Izboljševanje kakovosti učenja in poučevanja z vključevanjem gibanja in s prilagajanjem delovnega okolja*. V T. Devjak (ur.), *Inovativno učenje in poučevanje za kakovostne kariere diplomantov in odlično visoko šolstvo [Elektronski vir]: specialne didaktike v visokošolskem prostoru* (str. 147–168). Ljubljana: Založba Univerze. [https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP\\_UL-PEF-Specialne-didaktike.pdf](https://ffupscale.s3.eu-central-1.amazonaws.com/pdf/INOVUP_UL-PEF-Specialne-didaktike.pdf)

- Taylor, W. C., King, K. E., Shegog, R., Paxton, R. J., Evans-Hudnall, G. L., Rempel, D. M., Chen, V. in Yancey, A. K. (2013). Booster Breaks in the workplace: participants' perspectives on health-promoting work breaks. *Health Education research*, 28(3), 414–425. doi:10.1093/her/cyt001
- Thorp, A. A., Owen, N., Neuhaus, M. in Dunstan, D. W. (2011). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: A systematic review of longitudinal studies, 1996–2011. *American Journal of Preventive Medicine*, 41(2), 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.004>
- Trudeau, F. in Shephard, R. (2008). Physical Education school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(10), 1–12. doi: 10.1186/1479 <http://www.ijbnpa.org/content/5/1/10>
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241514187> file:///C:/Users/stembergerve/Downloads/9789241514187-eng.pdf
- Wynne-Jones, G., Cowen, J., Jordan, J. L., Uthman, O., Main, C. J., Glozier, N. in Van der Windt, D. (2014). Absence from work and return to work in people with back pain: A systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med.*, 71(6), 448–456. doi: 10.1136/oemed-2013-101759
- Yeung, N., Sun, R., Tsang, R., Chen, J. in Hoang, E. (2020). *Female Students' Experiences With Active Study Station*. University of British Columbia. KIN 464-001 Health Promotion and Physical Activity. UBC Social Ecological Aconomic Developmnet Studies Sustainability Program. Student Research Report. 1–25.
- Zore, T. in Grm, M. (2002). Pomen gibanja za zdravje. V *IV. Fajdigovi dnevi kronična bolečina, sladkorna bolezen, depresija in preventivni program* (str. 101–111). Kranjska Gora: Združenje zdravnikov družinske medicine SZD Ljubljana.



## O AVTORJIH

### Mateja Dagarin Fojkar

Doc. dr. Mateja Dagarin Fojkar je docentka za angleščino v izobraževanju na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Njeno raziskovalno delo obsega zgodnje učenje in poučevanje tujega jezika s poudarkom na razvijanju komunikacijskih spretnosti ter opismenjevanja pri mlajših učencih tujih jezikov. Je koordinatorica Študijskega programa za izpopolnjevanje iz zgodnjega poučevanja angleščine. Kot gostujoča predavateljica že več let predava na Univerzi Avans na Nizozemskem, Univerzi v Zagrebu, Univerzi Northumbria v Veliki Britaniji ter Univerzi v Varšavi. Bila je članica strokovne skupine za uvažanje tujega jezika v prvo triletje OŠ in soavtorica Učnega načrta za tuji jezik v 1. razredu. Je (so)avtorica znanstvenih člankov, osnovnošolskih delovnih zvezkov ter priročnikov za učitelje. Sodelovala je pri več nacionalnih in mednarodnih projektih na področju tujejezikovnega poučevanja in izobraževanja učiteljev (npr. projekt TEMOLAYOLE – Developing Teachers of Modern Languages to Young Learners; projekt Multiliteracy – oba pod vodstvom Evropskega centra za moderne jezike v Gradcu; IP mednarodni program Moving Targets – Teaching English at an Elementary School by Means of Drama and Music). Trenutno je nacionalna koordinatorica Erasmus + projekta LIT4CLIL (Developing Foreign Language Literacy in CLIL Contexts).

### Iztok Devetak

Prof. dr. Iztok Devetak je redni profesor za kemijo v izobraževanju na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Njegovo raziskovalno delo obsega preučevanje poučevanja in učenja kemije na makroskopski, submikroskopski in na simbolni ravni. Raziskuje vpliv poučevanja kemije v kontekstu motivacije in aktivnih oblik učenja naravoslovja ter vrednotenja znanja. Preučuje uporabnost očesnega sledilca za pojasnjevanje kognitivnih procesov med učenjem kemije, razvoj razumevanja pojmov kemije okolja in zdravstvenih kompetenc učiteljev. Je (so)avtor več kot 500 del, od tega številnih člankov, objavljenih v revijah, indeksiranih v mednarodnih bazah, ter poglavij v znanstvenih monografijah, izdanih pri Springerju, Ameriškem kemijskem društvu in Routledgeu. Leta 2009 je bil Fulbrightov štipendist pri prof. dr. Diane Bunce v Washingtonu DC, ZDA. Je podpredsednik za vzhodno Evropo v Sekciji za kemijsko izobraževanje Evropskega kemijskega društva, predsednik Sekcije za kemijsko izobraževanje pri Slovenskem kemijskem društvu ter predsednik Predmetne komisije za kemijo pri Državnem izpitnem centru, pa tudi glavni

in odgovorni urednik revije CEPS ter član uredniških odborov mednarodnih znanstvenih revij, kot so: *Chemistry Education Research and Practice*, *International Journal of Educational Methodology* in *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*.

### **Vesna Ferk Savec**

Prof. dr. Vesna Ferk Savec je profesorica za kemijo v izobraževanju na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Njeno raziskovalno delo se osredinja na preučevanje pomena vizualizacije v učnem procesu, projektno učno delo, učenje z raziskovanjem in zeleno kemijo v povezavi s šolskim eksperimentalnim delom. Njeno interesno področje so tudi inovativni pristopi uporabe IKT za podporo študijskemu procesu, zlasti pri usposabljanju prihodnjih učiteljev. Od zaposlitve na Univerzi v Ljubljani leta 1998 je sodelovala pri več nacionalnih in mednarodnih projektih na področju naravoslovnega izobraževanja in izobraževanja učiteljev. Je (so)avtorica več kot 300 publikacij in recenzentka v več uglednih revijah. Je tudi predstojnica Centra KemikUm – razvojno-inovacijskega učnega laboratorija ter prodekanica za doktorski študij in znanstvenoraziskovalno delo na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Pri Zavodu RS za šolstvo je od leta 2010 članica Predmetno-razvojne skupine za kemijo.

### **Tatjana Hodnik**

Prof. dr. Tatjana Hodnik deluje na UL PEF na področju didaktike matematike na vseh stopnjah izobraževanja. Svoje znanstveno delo v zadnjem času usmerja v presek didaktike matematike z drugimi področji, kot so: specialna pedagogika, inkluzija, vzgoja, pismenost in druga. Objavlja v mednarodno uveljavljenih znanstvenih revijah in monografijah, aktivno sodeluje pri domačih in mednarodnih raziskovalnih projektih, je aktivna članica mednarodne skupine ProMath ter članica mednarodnih uredniških odborov revij na področju izobraževanja. Njeno pedagoško delovanje v tujini obsega krajša in daljša gostovanja na tujih ustanovah ter sooblikovanje in sodelovanje pri doktorskih študijskih programih. Je mentorica študentom pri več kot 200 zaključnih delih na vseh stopnjah. Njeno strokovno delo obsega pripravo gradiv za poučevanje matematike, sodelovanje pri prenovi učnih načrtov za matematiko v osnovni šoli, sodelovanje s šolami in različna izobraževanja učiteljev.

## Špela Hrast

Špela Hrast je doktorska študentka in asistentka za kemijo v izobraževanju Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani. Je članica Centra KemikUm – razvojno-inovacijskega učnega laboratorija UL Pedagoške fakultete, ki temelji na povezovanju med univerzo-šolami-gospodarstvom z namenom skupnega razvoja inovacij, njihovi uporabi pri učenju kemije in optimizaciji na osnovi evalvacije izvedenih dejavnosti. Njeno raziskovanje se osredinja na preučevanje relevantnosti poučevanja in učenja kemijskih vsebin v osnovnošolskem in srednješolskem izobraževanju, preučevanje aktivnih oblik učenja pri pouku kemije ter podpiranje razvoja reprezentativne kompetence pri učenju in poučevanju kemije in naravoslovja.

## Luka Leitinger

Luka Leitinger je učitelj veščin na področju športa na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Diplomsko delo je zagovarjal na UL Fakulteti za šport in s tem pridobil naziv profesor športne vzgoje. Ima raznolike izkušnje s poučevanjem različnih starostnih skupin, saj je poučeval športno vzgojo na osnovni šoli, bil pomočnik vzgojitelja v vrtcu, deloval je tudi kot trener v atletskem klubu, reševalec iz vode in inštruktor v fitness centru. Sodeloval je tudi pri projektu Zdrav življenjski slog, ki je potekal na osnovnih šolah pod okriljem Zavoda RS za šport Planica. Trenutno se posveča predvsem področju gibalnih aktivnosti v študijskem procesu – študentov in učiteljev. Vključen je bil v projekt IKT v pedagoških študijskih programih UL in na zaključni konferenci predstavil prispevek z naslovom IKT pri športu da in zakaj mogoče tudi ne.

## Vida Manfreda Kolar

Izr. prof. dr. Vida Manfreda Kolar je izredna profesorica za didaktiko matematike na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Študirala je matematiko in fiziko na Pedagoški fakulteti ter po diplomi nadaljevala študij na Fakulteti za matematiko in fiziko, kjer je pridobila naziv magistrica izobraževalne matematike, nato pa na Filozofski fakulteti, kjer je doktorirala s temo Vpliv predstavitve problema na razvijanje pojma števila pri predšolskih otrocih. Aktivno se udeležuje mednarodnih izobraževalnih in matematičnih konferenc. Je tudi avtorica učnega gradiva za matematiko za 1. triletje osnovne šole, med drugim tudi soavtorica zbirke učbenikov za prvi razred, ki je za leto 2020 prejela prestižno mednarodno nagrado BELMA. Njene raziskovalne teme se osredinjajo na preučevanje zgodnjega razumevanja pojma števila pri otrocih, predstavitve problemov seštevanja in odštevanja v predšolskem obdobju in v

prvih letih šolanja, vloga didaktičnega gradiva pri poučevanju in učenju matematičnih pojmov, reševanje problemov v matematiki (vloga učitelja, strategije reševanja problemov, miselne sheme za reševanje problemov, posplošitve), razumevanje matematičnih pojmov (neskončnost, ulomki, enačba) in matematična pismenost. Njeno raziskovalno delo je bilo objavljeno v mednarodnih monografijah, zbornikih s konferenc in v pomembni mednarodni reviji *Educational Studies in Mathematics*.

### **Katarina Mlinarec**

Katarina Mlinarec je asistentka za kemijo v izobraževanju na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani. Njeno raziskovanje temelji na razvoju in vrednotenju MOOC-ov, povezanih z uporabo baz podatkov pri poučevanju in učenju kemije, učenju z raziskovanjem, na projektnem učnem delu, inovativnih pristopih uporabe IKT za podporo študijskemu procesu in različnih vidikih zelene kemije, povezanih s šolskim eksperimentalnim delom. Je sodelavka Centra KemikUm – razvojno-inovacijskega učnega laboratorija Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani, ki v okviru svojih ciljev spodbuja inovativna učna okolja z dejavnostmi za osnovnošolce, dijake, prihodnje in aktivne učitelje kemije z namenom ozaveščanja o vlogi kemije in znanosti v družbi ter pomenu trajnostnega razvoja.

### **Jerneja Pavlin**

Izr. prof. dr. Jerneja Pavlin je izredna profesorica za fiziko v izobraževanju na UL PEF. Raziskovalno se ukvarja s preučevanjem pristopov poučevanja ter učenja naravoslovja in fizike (npr. učenje z raziskovanjem, vrstniško učenje, pouk na prostem ...), vidikov naravoslovne pismenosti in vpeljave sodobnih znanstvenih spoznanj v pouk fizike, od razvoja do optimizacije eksperimentov na področju pametnih materialov ter evalvacije učnih modulov. Aktivno je bila vključena v številne projekte na področju naravoslovnega in fizikalnega izobraževanja, npr. Raziskovalni pouk sodobnih znanstvenih vsebin in prepoznavanje nadarjenih učencev. Trenutno je na UL PEF koordinatorica projekta Erasmus+ AR physics made for students. Je članica združenj GIREP (International Research Group on Physics Teaching) in ESERA (European Science Education Research Association). Je članica uredniškega odbora revije CEPS in od leta 2021 urednica revije *Naravoslovna solnica*.

### **Karmen Pižorn**

Prof. dr. Karmen Pižorn je redna profesorica za področje angleščina v izobraževanju na Univerzi v Ljubljani, Pedagoški fakulteti. Poučuje na študijskem programu razredni pouk in poučevanje na razredni stopnji z angleščino, kjer v okviru didaktično zasnovanih predmetov s področja angleščine pripravlja bodoče učitelje razrednega pouka za poučevanje angleščine učencev prvega in drugega triletja osnovne šole. Trenutno vodi ESS projekt Jeziki štejejo in je tudi nacionalni koordinator projekta LISTIac (Jezikovno občutljivo poučevanje). Njeno raziskovalno področje pokriva različne tematike s področja učenja, poučevanja in ocenjevanja znanja tujih/drugih jezikov, več/raznojezičnosti, učencev s posebnimi potrebami pri učenju angleščine kot tujega jezika, jezikovne politike itn.

### **Vesna Štemberger**

Izr. prof. dr. Vesna Štemberger je izredna profesorica za didaktiko športne vzgoje na Pedagoški fakulteti Univerze v Ljubljani, od leta 2016 dalje je tudi prodekanica za študentske zadeve. Prejela je tudi številne nagrade za svoje delo v športu. Raziskovalno se usmerja v področje kakovosti športnovzgojnega procesa v funkciji ohranjanja zdravja in razvoja gibalnih sposobnosti otrok. Je članica uredniških odborov *Annales Kinesiologiae, Slovenija* in *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*. Od leta 2000 do leta 2014 je sodelovala pri organizaciji in izvedbi mednarodnega strokovnega in znanstvenega simpozija *Otrok v gibanju* (predsednica/podpredsednica organizacijskega odbora, članica znanstvenega sveta), od leta 2019 dalje pa vodi organizacijo konference *Učitelj učitelju učitelj*. Objavila je številne znanstvene prispevke s področja didaktike športne vzgoje na razredni stopnji, se dotaknila tudi področij športne vzgoje otrok s posebnimi potrebami in nadarjenih, veliko pa sodeluje tudi s stroko v praksi.





## STVARNO IN IMENSKO KAZALO

### A

aktivni pouk 8, 145, 214, 217-218,  
233-234, 256-257

### B

Bloomova taksonomija 82, 88, 178

### D

Dagarin Fojkar, Mateja 5, 11, 287

Devetak, Iztok 6, 69, 82, 90, 106, 145,  
159, 170, 185, 194, 198, 214, 235-237,  
257-258, 287

didaktika 5-6, 9, 25, 28, 56-57, 69, 104,  
106-107, 146, 161, 169, 171, 181, 183,  
194-195, 230, 257, 284-285, 288-289,  
291

diferenciacija 111, 115, 136, 138-139

digitalne kompetence 6-7, 12, 24, 28,  
109-111, 115-116, 118-119, 124-125,  
131-133, 135-137, 140-142, 146, 197,  
213

digitalni viri 109, 115, 117-120, 123-124,  
136, 140-141

### E

eksperimentalno delo 7-8, 84, 94,  
97, 102-103, 112, 114, 126-127, 131,  
140-141, 164, 175, 177, 181, 185-186,  
189, 197-203, 205, 207-209, 212-213,  
220, 223-226

esejistične naloge 71, 87-90

Evropska komisija 17, 110, 159, 179

Evropski okvir digitalnih kompetenc -  
DigCompEdu 109, 111, 115

### F

Facebook 15, 26, 119, 122, 124, 126, 129,  
131, 133, 135, 143, 147

Ferk Savec, Vesna 6-8, 98-99, 106, 109-  
110, 112-113, 142, 144-146, 148-149,  
197-200, 207, 209, 212, 214-215,  
217-221, 226, 228, 230, 233-235, 237,  
239, 242-243, 257-258, 288

Fermijeve problemi 5-6, 33-34, 37, 39,  
43, 50, 52-53, 56-58, 63-65

### G

gibalna/športna aktivnost 9, 261-265

### H

Hodnik, Tatjana 5, 33, 43, 46, 66-67, 218,  
288

Hrast, Špela 8, 113, 145, 198-200, 214,  
217, 226, 228, 230, 237, 258, 289

### I

individualizacija 94, 111, 115, 136, 138-140  
informacijsko-komunikacijska  
tehnologija (IKT) 7-8, 14, 109-110, 116,  
197, 233-234

interaktivno učno okolje 17, 119

IPAQ vprašalnik (International Physical  
Activity Questionary - Mednarodni  
vprašalnik o telesni dejavnosti) 265,  
283

izobraževanje prihodnjih učiteljev  
kemije 7-8, 109, 114, 142, 197-198,  
201, 217, 234

izobraževanje učiteljev 5, 11-12, 24-28,  
162, 287-288

### J

jezikovne spretnosti 11, 18, 20

Južna Amerika 22

**K**

Kitajska 19, 26  
 kognitivne sposobnosti 82, 84, 87, 263  
 kompetence 5-7, 11-12, 14, 17, 21-24, 28,  
 33-42, 44, 64, 69, 90, 92, 94, 97-98,  
 102, 104-105, 109-111, 114-120, 123-  
 125, 127, 130-133, 135-142, 146, 160,  
 173, 186-187, 197-198, 200, 212-213,  
 218, 228, 256-257, 287, 289  
 komunikacija 15, 17-19, 22-23, 71, 95, 110,  
 174, 209, 234, 236, 287  
 kriteriji 18-19, 23, 33, 38, 52, 56, 63-65,  
 71, 90-93, 95, 97-99, 102-103, 105,  
 107, 117-118, 125, 131, 136, 157, 175-176,  
 185  
 kurikulum 5, 11, 15-16, 24-28  
 kvalitativni problemi 84-85  
 kvantitativni problem 71, 84

**L**

Leitinger, Luka 9, 261, 270-271, 284, 289

**M**

Manfreda Kolar, Vida 5, 33, 43, 46,  
 66-67, 289  
 matematična pismenost 5-6, 33-37,  
 40-43, 51-52, 56, 64, 290  
 minuta za zdravje 9, 261-282  
 Mlinarec, Katarina 6-8, 109, 142, 146, 197,  
 217, 233, 290  
 model IDEAL 82, 105  
 model Tehnološko Pedagoško  
 Vsebinsko Znanje (TPVZ) 110, 113  
 modeliranje 33, 35, 37, 42-43, 46-57,  
 64, 82  
 Moodle 119, 122, 124, 126, 130-131, 136,  
 146, 209, 242  
 MOST (množični odprti spletni tečaj)  
 11-21, 23-28

**N**

naloge dopolnjevanja 71-74  
 naloge kratkih odgovorov 74-75  
 naloge prostih odgovorov 69-71  
 NA-MA POTI (projekt Naravoslovna  
 in matematična pismenost:  
 spodbujanje kritičnega mišljenja  
 in reševanja problemov) 5, 33, 36,  
 40-42, 51, 64  
 napačna razumevanja 8, 188, 233-240,  
 250-251, 255  
 naravoslovje 7, 75, 79, 83-84, 94, 96-98,  
 104-106, 114, 117-118, 125, 131, 136,  
 138-139, 145, 148, 151-153, 156-157,  
 159, 161, 164, 167-171, 173-175, 177-195,  
 207, 212, 214-215, 218, 230, 236,  
 257-258, 287, 289-290  
 naravoslovna pismenost 151-152, 157,  
 257, 290  
 naravoslovni predmeti 69, 97-99, 114,  
 151-152, 177, 191, 234  
 Nizozemska 26, 287

**O**

odmor 9, 261-264, 266-277, 279,  
 281-282  
 OECD 36, 67  
 Okvir digitalnih kompetenc za učitelje  
 kemije - DigCompEduChem 6,  
 109-111, 115, 141  
 opisniki ali deskriptorji 22, 89-90,  
 98-99, 102-103, 107, 123, 185  
 opolnomočenje 109, 111, 115, 117, 136-139,  
 141-142, 234  
 osnovna šola 7-8, 37-38, 42, 46, 51,  
 55, 58-59, 61-62, 113, 147, 157, 159,  
 163-164, 168-170, 173-174, 179, 181,  
 197-198, 201, 215, 217, 222-223, 231,  
 233-234, 241-242, 245, 258-259,  
 284, 288-289, 291

**P**

PAM (Program of Actions and Methods) 85  
 Pavlin, Jerneja 6–7, 98, 107, 148, 151–152, 159, 170–171, 173–175, 189, 195, 290  
 pedagoški proces 9, 261–277, 279, 281–282  
 Piaget, Jean 153, 170, 235  
 Pižorn, Karmen 5, 11, 291  
 pojmovanja 7, 153–154, 173, 175, 178, 181, 193  
 Polya, George 43, 45, 67, 82  
 portfolio 8, 28, 98, 157, 167, 191, 219, 233, 239, 242, 244, 251  
 poučevanje kemije 6, 109, 113, 115, 140, 197, 287, 289  
 poučevanje matematike 33, 288  
 poučevanje na daljavo 5, 11, 21–22  
 poučevanje tujih jezikov 11–12, 16, 21, 26–27  
 povratna informacija 18, 23, 94, 107, 115, 131, 133, 136, 221–222, 229  
 prednosti 5, 7, 13, 17, 20, 22, 24–25, 91, 94, 112, 136, 173–174, 181–182, 186–187  
 prihodnji učitelji 6–8, 24, 151, 158, 160–161, 163–166, 168–169, 173, 177–178, 181–186, 188–193, 197, 217, 221–224, 226–227, 229, 233–234, 238–239, 249–251, 256  
 prihodnji učitelji kemije 8, 197, 217, 221–224, 226–227, 229, 233–234, 238–239, 249–251, 256  
 pristop PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 6, 109, 116–119, 124–125, 131–132, 136–137, 140, 146–147  
 problemi 5–6, 8, 11, 33–58, 61, 63–67, 71, 78–87, 90, 97, 100, 103–107, 110, 113–114, 123, 153–156, 158, 174, 176, 178–180, 215, 217–220, 227, 229, 235, 267, 269, 289, 290

problemske naloge 79–81, 84  
 projekt Fibonacci 159, 170  
 projekt PROFILES 159, 170, 194, 257  
 projekt SUSTAIN 159, 170  
 projektno učno delo (PUD) 8, 98–99, 106, 114, 217–218, 123, 130, 218–224, 226–229, 230–231, 233–235, 238–240, 242–244, 246–257, 288

**R**

raziskovalni pouk 7, 152, 162, 170, 173–175, 177–179, 181–182, 184, 187, 189, 191, 193–194, 290  
 razredni pouk 6, 33, 37, 56, 58, 64, 75, 96, 104, 151–152, 158–169, 177, 179, 290–291  
 razredni učitelji 28, 33, 41, 56, 158  
 realistični problem 34, 43, 47–48, 51–52

**S**

samoregulativno učenje 111, 115, 124, 127  
 SAP (Systematic Approach to Problem – Solving) 85  
 sedentaren način življenja 263–264  
 SEJO (Skupni evropski jezikovni okvir za učenje, poučevanje, ocenjevanje) 27, 32  
 sestavljanje pisnega preizkusa znanja 90, 92  
 Skype 20, 126, 130  
 slabosti 7, 16, 20, 95, 173–174, 181–182, 186–188  
 smernice 6, 27–28, 69, 85, 99, 114, 143, 177, 198, 214, 217, 282  
 spletni jezikovni tečajji 16–18  
 stališča 6–7, 27, 65, 99, 151, 160–161, 163–169, 173–174, 178, 181–182, 184–185, 220, 235  
 strukturirane naloge 71, 76, 78

**Š**

- Štemberger, Vesna 9, 261, 269–271, 284–285, 291
- študenti 5–9, 11, 13–16, 19–20, 24–28, 46, 56–58, 64, 69–72, 74–77, 79, 82, 84–85, 87–99, 102–105, 110, 112, 116, 142, 151, 158, 161, 169, 173–174, 181–182, 187, 191, 194, 197–198, 201–213, 217–220, 222, 233, 238–240, 242, 244–248, 250–251, 256, 261, 263–264, 266–276, 278–282, 288–289

**T**

- The Programme for International Student Assessment (PISA) 33, 67, 239
- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 239

**U**

- učenje kemije 109, 111–113, 117, 123, 130–131, 141–142, 197, 250, 287, 289–290
- učenje tujih jezikov 23
- učenje z raziskovanjem 6–7, 84, 98, 107, 151–154, 156–160, 162–169, 171, 173–179, 182–183, 188–190, 193, 195, 288, 290
- učni načrt 57, 90, 113, 123, 147, 170–171, 177, 179, 195, 197–198, 201, 215, 223, 231, 241, 258, 268, 274, 279, 284
- univerzitetno izobraževanje 13, 69, 84
- ustno vrednotenje 6, 69, 94–95, 104–105

**V**

- videokonferenčna orodja 126–127, 130–131, 142
- Vigotski, Lev 20
- visokošolski učitelji 5, 9, 26, 97, 157, 168, 193, 261, 264–266, 270, 273, 275–276, 282
- vrednotenje proceduralnega znanja 6, 69, 97, 102, 105
- vrednotenje znanja študentov 69, 77, 94

**Y**

- YouTube 15, 112, 124, 126, 131

Univerza v Ljubljani



Projekt »Inovativno učenje in poučevanje v visokem šolstvu (INOUP)« sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada.



INOUP  
Inovativno učenje in  
poučevanje v visokem šolstvu



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD