

■ E-učno okolje z oporami za samoregulacijo učenja

Alenka Kavčič¹, Bojana Boh Podgornik³, Ciril Bohak¹, Katja Depolli Steiner², Alenka Gril⁴, Aleš Hladnik³, Vid Klopčič¹, Luka Komidar², Žiga Lesar¹, Matija Marolt¹, Sonja Pečjak², Matevž Pesek¹, Tina Pirc², Anja Podlesek², Melita Puklek Levpušček², Cirila Peklaj²

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, Ljubljana

²Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Aškerčeva 2, Ljubljana

³Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Snežniška 5, Ljubljana

⁴Pedagoški inštitut, Gerbičeva 62, Ljubljana

alenka.kavcic@fri.uni-lj.si, bojana.boh@a.ntf.uni-lj.si, ciril.bohak@fri.uni-lj.si, katja.depolisteiner@ff.uni-lj.si, alenka.gril@guest.arnes.si, ales.hladnik@ntf.uni-lj.si, vid.klopcic@fri.uni-lj.si, luka.komidar@ff.uni-lj.si, ziga.lesar@fri.uni-lj.si, matija.marolt@fri.unilj.si, sonja.pecjak@ff.uni-lj.si, matevz.pesek@fri.uni-lj.si, tina.pirc@ff.uni-lj.si, anja.podlesek@ff.uni-lj.si, melita.puklek@ff.uni-lj.si, cirila.peklaj@ff.unilj.si

Izvleček

E-gradiva in e-učbeniki si počasi utirajo pot v naše šole. Njihov pravi pomen se je pokazal tudi ob zadnji epidemiji, ko so bile šole zaprte, učenci pa večkrat prepuščeni sami sebi in angažiranosti svojih staršev. Za uspešno učenje z uporabo e-gradiv mora učenec uporabiti primerne strategije samoregulacije učenja, ki mu omogočajo, da doseže zastavljene učne cilje. Učencem s slabše razvitimi samoregulacijskimi spretnostmi lahko pri učenju pomaga umestitev učnih opor med vsebino obravnavane snovi. V članku je predstavljena pilotna raziskava na vzorcu 91 devetošolcev, v kateri smo preverjali delovanje učnih opor. V ta namen smo razvili e-učno okolje za prikaz učne enote z vstavljenimi različnimi vrstami učnih opor (kognitivne, metakognitivne in motivacijske), ki omogoča tudi beleženje aktivnosti učenca. Rezultati so pokazali, da so po ocenah učencev najboljša pomoč pri učenju kognitivne opore.

Ključne besede: e-učno okolje, samoregulacijsko učenje, sledenje aktivnosti, učne opore

Abstract

E-materials and e-textbooks are slowly making their way into our schools. Their true value was demonstrated during the last epidemic, when schools were closed and students were often left to themselves and the engagement of their parents. For the successful learning with e-materials, students need to use appropriate self-regulated learning strategies that enable them to achieve the learning goals set. Students with less developed self-regulation skills can be helped in their learning by setting up learning scaffolds within the learning content. In the article, we present a pilot study on a sample of 91 ninth-graders on which the efficiency of learning scaffolds was tested. For this purpose, an e-learning environment was developed to present the content of the learning unit with different embedded types of learning scaffolds (cognitive, metacognitive and motivation), which also allowed for the tracking of student activities. The results showed that, according to the students, the evaluation cognitive scaffolds are recognized as the best learning support.

Keywords: E-learning environment, self-regulated learning, activity tracking, learning scaffolds

1 UVOD

Tehnologija je lahko koristen pripomoček pri poučevanju in učenju, predvsem kadar fokus ni na njej sami, ampak predstavlja le orodje, ki omogoča kognitivni proces pridobivanja znanja. E-učbenik je tako nadgradnja klasičnih učbenikov, ki poleg pridobivanja novega znanja omogoča tudi dodatne

vaje, ponavljanje in preverjanje znanja, vsebina pa je predstavljena z avdiovizualnimi in interaktivnimi elementi, ki omogočajo oplemeniteno pridobivanje znanja (Vidrih 2020).

E-učno gradivo omogoča vključevanje različnih medijev (poleg besedila in slik, ki jih poznamo že iz klasičnih učbenikov, se uporabljajo tudi avdio in vi-

deo posnetki, animacije ter simulacije), največja dodana vrednost pa je interaktivnost. S tem postavlja učenca v aktivno vlogo in spodbuja razvoj kompetenc. Vse to pomaga pri kognitivni obdelavi gradiva, omogoča vizualizacijo odnosov med pojmi, osmišljanje vsebine ter konstrukcijo novega znanja (Mayer, 2014).

Pri e-učenju lahko predstavlja veliko težavo predvsem pomanjkanje samoregulacijskih veščin pri učencih. Te veščine vključujejo postavljanje ciljev učenja, spremljanje procesa svojega učenja ter reguliranje procesa učenja glede na cilje in zahteve v okolju. Ker so pri e-učenju učenci manj vodeni in se lahko bolj samostojno premikajo skozi učno enoto, to omogoča učencu večjo fleksibilnost in individualno prilagajanje spoznavanja snovi v takem zaporedju in s tako hitrostjo, kot mu to najbolj ustreza. Ravno zato je pomembno, da zna učenec sam dobro voditi proces svojega učenja, saj je tu potrebno veliko več samonadzora in samoorganizacije (Azevedo, 2005).

Če učenci teh samoregulacijskih spretnosti nimajo dobro razvitih, jim lahko pomagamo z različnimi učnimi oporami, ki jih vključimo v e-učno enoto. Ustrezno pripravljeno e-učno gradivo lahko spodbudi samoregulacijske procese učenja in s tem bistveno vpliva na rezultate učenja. Katere učne opore v e-gradivih so učinkovite in pomagajo pri pridobivanju in konstrukciji novega znanja, je odvisno tudi od individualnih značilnosti učenca (kot so kognitivne, motivacijske in osebnostne značilnosti, poleg tega pa tudi od učenčevega predznanja, sposobnosti, poznavanje strategij učenja, samoregulacijske kompetence in podobno).

Za boljši vpogled v uporabljene strategije učenja in samoregulacijske procese smo izdelali testno e-učno enoto, v kateri beležimo vse aktivnosti učenca. V učno enoto smo dodali tudi različne vrste opor, kar omogoča proučevanje vpliva opor na samoregulacijske procese in posledično na rezultate učenja. Razvita enota bo služila za nadaljnje raziskave na področju samoregulacije učenja v e-učnem okolju.

2 TEORETIČNO OZADJE

Za boljše razumevanje samoregulacije učenja in učinkovitosti učnih strategij je potrebno podrobneje preglejati nekaj osnovnih pojmov na tem področju.

2.1 Računalniško podprto učno okolje

Računalniško podprta učna okolja so postala del

vsakdana in učenci jih uporabljajo tako doma kot tudi v šoli (Azevedo, 2005). Omogočajo uporabo novih, multimedijско podprtih učnih tehnologij, ki lahko predstavijo informacije na različne načine glede na značilnosti učnega materiala in potrebe učenca, ter lahko s tem hkrati podpirajo različne načine učenja (Schar & Krueger, 2000).

Vendar je tako okolje lahko učinkovito le v primeru, ko učenec regulira svoje učenje, tj. uporabi metakognitivne in samoregulacijske procese, ki so potrebni za učinkovito učenje podane snovi (Azevedo, 2005). Učenje naravoslovnih vsebin s pomočjo računalniško podprtih učnih okolij je še posebej zahtevno, ker so te vsebine konceptualno bogate in zahtevajo od učenca, da analizira učno situacijo, postavi pomembne učne cilje, izbere učne strategije, ki jih bo uporabil, oceni, ali so strategije učinkovite za doseg učnih ciljev, ter na koncu še evalvira svoje razumevanje snovi (Azevedo, 2005). Pri tem mora učenec uporabiti več metakognitivnih procesov, da ugotovi, ali razume, kaj se uči, in da po potrebi spremeni svoje načrte, cilje, strategije in vložen napor.

Računalniško podprta učna okolja nudijo pomembne priložnosti za samouravnavanje učenja in učencu omogočajo visoko stopnjo kontrole (Azevedo, 2005). Zato so zelo primerna za razvijanje učenčeve zmožnosti za regulacijo učenja.

2.2 Samoregulacija učenja

Samoregulirano učenje je aktiven proces, v katerem si učenec postavi cilje svojega učenja in nato poskuša nadzorovati in uravnavati svoje znanje, motivacijo in obnašanje, pri tem pa ga vodijo in omejujejo postavljeni cilji in zahteve v okolju (Pintrich, 2000).

Kompleksen in večplastni značaj samoregulacijskega učenja se kaže v treh ključnih komponentah (Vandeveldt et al., 2013): kognitivni, metakognitivni in motivacijski. Metakognitivne aktivnosti, ki jih učenci izvajajo ob različnih mejnikih tekom celotnega učnega procesa, zajemajo načrtovanje, postavljanje ciljev, organiziranje, samonadzorovanje in samoevalvacijo. Kognitivne komponente se nanašajo na različne učne strategije in taktike, ki jih učenci izberejo in uporabijo za učenje, ter tudi na sam način, kako učenci izberejo, strukturirajo in ustvarijo okolje za optimizacijo učenja. Za uspešno uporabo (meta) kognitivnih strategij učenec ne potrebuje le ustreznih veščin, temveč je tu zelo pomembna tudi motivacija. Tako je pri samoregulacijskem učenju zelo po-

membna tudi motivacijska komponenta, ki vključuje notranjo motivacijo, samopodobo, zaupanje v svojo učinkovitost, zanimanje za nalogo in tudi strategije za uravnavanje motivacije in emocij.

Različne študije so že pokazale, da imajo opore za samoregulacijo učenja v računalniško podprtih učnih okoljih pozitiven učinek na rezultate učenja (Zheng, 2016). Tudi razvita e-učna enota, opisana v tem prispevku, bo služila za preučevanje različnih metod za spodbujanje samoregulacije učenja.

2.2 Učne opore

Ideja o učnih oporah izhaja iz poučevanja predšolskih otrok, kjer učitelj nudi otroku podporo, ki omogoča, da otrok reši problem, izvede nalogo ali doseže določen cilj, ki ga brez pomoči ne bi zmožel (Wood et al., 1976).

Učne opore (Devolder et al., 2012) so orodja, strategije in vodila, ki jih vključimo v eučno enoto in pomagajo učencem, da dosežejo višji nivo znanja in razumevanja, kot bi ga brez opor. Brez takega vodstva učenci ne bi mogli doseči tega višjega nivoja razumevanja. Opore imajo različne funkcije in različne načine uporabe, pri učenju pa zahtevajo in spodbujajo tudi različne psihične procese. Lahko bi rekli, da je učna opora strukturirana podpora učencu pri učenju, ki mu omogoča, da doseže višjo raven znanja, kot bi ga brez nje, in na tej ravni tudi ostane, potem ko umaknemo podporo.

Raziskave kažejo, da opore za samoregulacijo učenja v splošnem pozitivno vplivajo na uspešnost učencev (Zheng, 2016). Poleg tega se opore v spletnih učnih okoljih izkažejo za bolj učinkovite kot v ostalih učnih okoljih. Rezultati raziskav tudi kažejo, da so splošne opore bolj učinkovite kot opore, specifične za določeno področje, vendar pa je najbolj učinkovita prav kombinacija obeh vrst opor (splošnih in specifičnih). Opore pomagajo učencem pri iskanju rešitev kompleksnih problemov in pozitivno vplivajo na kognitivne rezultate (Belland, Walker, & Kim, 2017).

V literaturi najdemo različne vrste opor (Devolder et al., 2012), ki se ločijo po svoji funkciji oz. po tem, katere procese spodbujajo (tj. kognitivne, metakognitivne, motivacijske), po vsebini (tj. specifične za določeno snov ali splošne, ki so neodvisne od trenutne učne vsebine), po načinu podajanja ali po orodju oz. mehanizmu, s katerim jih predstavimo (npr. namigi, opomniki, ekspertni nasveti, pedagoški agenti idr.). Glede na način podajanja so opore lahko

vključene (vključene v učno okolje tako, da jih učenec mora upoštevati, da lahko nadaljuje z učenjem) ali ne vključene (učenec oporo uporabi na lastno pobudo), fiksne/statične (učencu nudijo nespremenljivo obliko smernic, postopkov in informacij) ali prilagodljive/dinamične (omogočajo interaktivno ocenjevanje učenčevega napredka in se prilagajajo glede na trenutno znanje učenca) (Devolder et al., 2012).

Meta-analiza uporabe opor pri reševanju odprtih problemov na področju naravoslovja (Belland, Walker, Kim, et al., 2017) je pokazala, da so bili rezultati spodbujanja učnih dosežkov podobni pri uporabi specifičnih in splošnih opor, na rezultate pa ni vplivalo niti spreminjanje opor v času učenja (tj. odvzemanje ali dodajanje opor) niti način implementacije opor (tj. fiksne, prilagodljive, (ne)vključene). Tako se dajanje opor pri računalniško podprtem učenju lahko načrtuje na zelo različne načine.

3 PRIPRAVA E-UČNEGA OKOLJA

Pri e-učenju je zelo pomembna kakovost pripravljениh učnih enot. Mayer (2014) v svoji kognitivni teoriji učenja z multimedijo in v e-učnem okolju ugotavlja, da so pri multimedijem oblikovanju trije najpomembnejši cilji:

- 1) Zmanjšanje procesiranja nebitnih vsebin, ki je posledica neustrezno oblikovanih multimedijških gradiv (npr. preveč slikovnega gradiva, ki se ne nanaša neposredno na učno vsebino).
- 2) Uravnavanje procesiranja bistvenih vsebin (npr. če je gradivo zelo kompleksno in presega kognitivno kapaciteto učenca, je potrebno prepoznati in izluščiti najpomembnejše dele).
- 3) Spodbujanje generativnega procesiranja (npr. povezovanje vsebine slik z besedilom ali uporaba animacije za boljše razumevanje razlage).

Navedene cilje smo upoštevali tudi pri pripravi naše testne e-učne enote. Učno vsebino zanjo smo izbrali med vsebinami, ki so nastale v okviru projekta *E-učbeniki s poudarkom naravoslovnih predmetov v osnovni šoli*,¹ in sicer iz interaktivnega učbenika s področja kemije, ki pokriva vsebino kurikuluma za 9. razred OŠ.² Prednost izbire že obstoječe enote je predvsem v tem, da je enota že preizkušena v praksi v razredu. Odločili smo se za enoto Barve in vonj (po-

¹ Zavod Republike Slovenije za šolstvo (vodja projekta dr. Igor Pesek), ESS in MIZŠ, 2011 – 2014 (<https://www.zrss.si/projektiess/default.asp?pr=9>)

² <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/index.html>

glavje Zaznava vonja in lastnosti dišečih spojin), ki jo v šolah obravnavajo v okviru izbirnega predmeta Kemija v življenju. S tako izbiro smo lažje preprečili situacijo, da bi učenci v razredih, ki bodo sodelovali pri raziskavi, že poznali vsebino te učne enote. Enoto smo dodatno spremenili tako, da je bolj primerna za prikaz preko spleta, jo ustrezno prilagodili in jo pripravili za učenje v e-obliki, obravnavane koncepte pa še dodatno dopolnili z multimedijskimi vsebinami, upoštevajoč tudi Mayerjeve principe oblikovanja multimedijskih vsebin (Mayer, 2014).

Enoto smo vključili v spletno učno okolje, ki smo ga namensko razvili za predvajanje (tj. prikaz) vsebine e-učnih enot. Učno okolje omogoča tudi administracijo uporabnikov in dodeljevanje pravic za prikaz določenih e-učnih enot ter hkrati tudi spremlja in sproti beleži aktivnosti učenca pri učenju z e-učno enoto. Funkcionalnosti tega učnega okolja so podrobneje opisane v razdelku 3.2.

3.1 Vključitev učnih opor

V pripravljeno e-učno enoto smo vgradili različne opore v obliki spodbud, opomnikov, namigov in vprašanj, ki pomagajo učencu pri samoregulaciji učenja. Tako smo dobili več različnih e-učnih enot (vsaka različica z drugimi oporami), ki so bile pripravljene za uporabo pri izvedbi raziskave na področju samoregulacije učenja.

Pregled raziskav o učinkovitosti opor za samoregulacijo učenja v računalniško podprtih učnih okoljih pri naravoslovnih predmetih (Devolder et al., 2012) pokaže, da se večina študij osredotoča predvsem na kognitivne opore, le malo raziskav pa se ukvarja z nekognitivnimi področji samoregulacije učenja. Rezultati raziskav kažejo, da kognitivne in metakognitivne opore podobno spodbujajo učne dosežke, medtem ko je bilo za motivacijske opore opravljenih zelo malo raziskav in njihovi rezultati niso bili enoznačni (Belland, Walker, Kim, et al., 2017). Zato je bilo pomembno, da pripravimo in v učno enoto vključimo tudi nekognitivne opore, saj smo želeli preveriti učinkovitost opor s širšega vidika. Tako smo pripravili tri skupine opor: kognitivne, metakognitivne in motivacijske.

Pred pripravo konkretnih opor za našo e-učno enoto smo morali poiskati še odgovore na vprašanja glede vsebine opor, načina podajanja opor ter števila v učno enoto vključenih opor.

Rezultati meta-analize raziskav (Belland, Walker, Kim, et al., 2017) kažejo, da ni razlik v spodbuja-

nju dosežkov učencev, če uporabimo splošne ali pa specifične opore. Podobno tudi ni razlik, če so opore fiksne ali prilagodljive oziroma če so vključene ali ne.

Tako smo se odločili, da v enoto dodamo nekaj splošnih in nekaj specifičnih opor. Izbrali smo le fiksne opore, saj so prilagodljive veliko bolj zahtevne za pripravo in navadno zajemajo tudi modeliranje učne domene in znanja učenca. Nekatere opore v enoti so vključene, tako da učenec ne more nadaljevati, dokler opore ne odpre oz. uporabi, druge pa omogočajo, da jih učenec lahko sam izbere ali nadaljuje brez uporabe opore (nevljučene).

Glede mehanizma dajanja opor so predhodne raziskave pokazale (Zheng, 2016), da ni razlik ob uporabi posameznih mehanizmov, vendar je najbolje, da so opore vključene v vse faze samoregulacijskega učenja (tj. načrtovanje, spremljanje, uravnavanje). Sledili smo tem priporočilom in pri izbiri opor poskrbeli, da so bile vključene v vse tri faze samoregulacijskega učenja.

Pri številu opor smo izhajali iz obsega e-učne enote. Ta je bila razdeljena na šest poglavij (po eno stran), zato smo se odločili, da vključimo šest opor, predvidoma po eno v vsako poglavje. Opor ne sme biti preveč, da ne motijo procesa učenja, pa tudi ne premalo, da se ne izgubi njihov učinek.

3.1.1 Kognitivne opore

Kognitivne opore so tiste, ki se nanašajo na zapornitev informacij. To so vodila, ki učenca usmerjajo k določenim kognitivnim procesom in ga vodijo pri tem, ko usvaja novo znanje oz. ko poskuša prenesti informacije v dolgoročni spomin tako, da jih bo kasneje lahko priklical in uporabil. Kognitivne opore torej lahko opredelimo kot orodja ali tehnike, ki podpirajo učence pri razvoju konceptualnega in proceduralnega znanja in razumevanja.

Za uspešne rezultate učenja so pomembni trije sklopi kognitivnih strategij: strategije ponavljanja, elaboracije in organizacije (Weinstein & Mayer, 1986). Strategije vsakega sklopa lahko razdelimo še na osnovne in kompleksne. Strategije ponavljanja pomagajo, da učenci iz snovi razberejo pomembne informacije in jih ohranijo v spominu (npr. ponavljanje imen z urejenega seznama, prepisovanje, označevanje in podčrtovanje učnega materiala). Strategije elaboracije uporabi učenec za preoblikovanje informacij in odnosov med različnimi deli snovi (npr. vi-

zualna predstava določenega prizora, povzemanje, parafraziranje, analogije, povezovanje novih informacij z obstoječim znanjem). Strategije organizacije pomagajo učencu iz obravnavane snovi izluščiti ključne koncepte in jih organizirati na bolj smiseln način (npr. grupiranje in urejanje, ustvarjanje hierarhij, sheme, miselni vzorci, iskanje podobnosti in razlik) (Zabret et al., 2006).

Med kognitivnimi oporami se kot najbolj učinkovite izkažejo spodbude (Devolder et al., 2012). Opora lahko učencu predlaga, naj označi ali izpiše ključne besede v odstavku, našteje dejstva, razmisli o povezavi med koncepti, se vrne nazaj, še enkrat pojasni prikazan odnos, ponovi del snovi, napiše povzetek prebranega, poveže dva koncepta in podobno.

V nadaljevanju je opisanih vseh šest kognitivnih opor, ki smo jih vključili v učno enoto. Kognitivne opore so nazorno prikazane (v modrem okvirčku je navodilo, temu pa lahko sledi še sivi del za reševanje naloge), tako da se ločijo od ostalega besedila v učni enoti. Slika 1 prikazuje izseke z oporami iz enote, kjer so opore prikazane po vrsti, kot se pojavijo v enoti, od zgoraj navzdol.

Učna enota vključuje tudi slovar s pojasnili manj znanih izrazov in novih pojmov iz enote. Slovar je dosegljiv kadarkoli tekom učenja. Kot prvo kognitivno oporo (oznaka kog1) smo dodali navodilo, da si učenec pogleda slovar in kje lahko najde povezavo na slovar (zgornja opora na sliki 1). Ta opora spodbuja strategije ponavljanja. Druga kognitivna opora (z oznako kog2) se nanaša na prebrano besedilo z navodilom, da v besedilu učenec označi ključne besede. Opora spodbuja osnovne strategije elaboracije. Tretja kognitivna opora (kog3) je naloga, da učenec postavi podane besede, ki sestavljajo obravnavan proces, v pravilno zaporedje. Opora spodbuja kognitivne strategije organizacije. Četrta kognitivna opora (kog4) se nanaša na ogled interaktivnega modela dveh molekul in učenec mora zapisati razlike, ki jih je opazil med molekulama. Ta opora podpira strategije kompleksne organizacije. Pri peti kognitivni opori (kog5) mora učenec razvrstiti podane besede v dve kategoriji. S tem opora spodbuja strategije elaboracije in organizacije. Zadnja kognitivna opora (kog6) od učenca zahteva, da zapiše tri vprašanja, ki bi mu jih lahko o snovi zastavil učitelj, in s tem spodbuja kognitivne strategije elaboracije.



Slika 1: Uporabljene kognitivne opore. V e-učno enoto smo vključili šest različnih kognitivnih opor. Na sliki so po vrsti prikazane opore oz. njihovi izseki, kot so bile predstavljene v enoti. Od zgoraj navzdol se nahajajo naslednje opore: uporaba slovarja (kog1), označevanje ključnih besed (kog2), vrstni red v procesu (kog3), opis razlik (kog4), razvrščanje po lastnostih (kog5) in sestavljanje vprašanj (kog6).

3.1.2 Metakognitivne opore

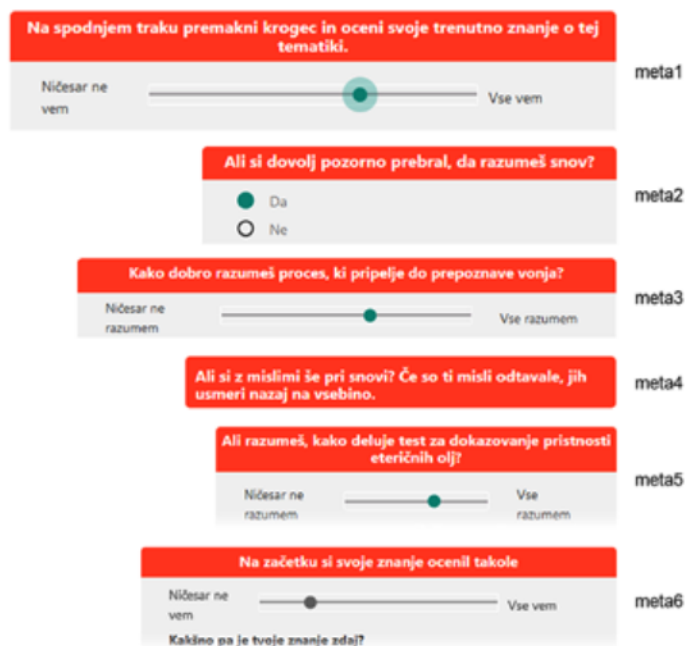
Metakognitivne opore so tista vodila, ki usmerjajo učenca k razmišljanju o učenju, torej k načrtovanju, spremljanju in ovrednotenju procesa učenja. Učenca spodbujajo k razmisleku o tem, katero obstoječe znanje mu lahko pomaga pri učenju, kaj se je že naučil, ali razume prebrano in podobno. Lahko ga tudi spodbudi, da si postavi kratkoročne cilje in pregleduje, kako napreduje pri učenju.

Metakognitivne strategije, ki nam pomagajo nadzorovati različne vidike mišljenja in učenja, lahko razdelimo na tri sklope (Zabret et al., 2006): načrtovanje, spremljanje in uravnavanje. Načrtovanje vključuje strategije, ki jih učenec uporabi pred učenjem, kot je na primer postavljanje ciljev. Na tem mestu mu lahko ponudimo opore v obliki opomnikov (npr. navodilo, kakšen je cilj naloge, ali vprašanje, kaj o snovi že ve ali kaj bi se rad naučil). Spremljanje se nanaša na sam proces učenja ali reševanja problemov; s temi strategijami učenec ocenjuje učinkovitost uporabe različnih učnih strategij. Tudi tu učencu lahko pomagajo ponujene opore v obliki opomnikov z vprašanji, ali je na pravi poti, ali razume pojme v snovi, ali gre morda prehitro skozi snov, ali je z mislimi še pri snovi oz. ali razmišlja o čem drugem. Strategije uravna-

vanja učenja uporabi učenec po končanem učenju ali ob zaznavi problemov v procesu učenja. Opore mu lahko nudimo v obliki opomnikov z vprašanji, ali je ponovno pogledal gradivo, če nečesa ni razumel, ali je dobro pogledal sliko oz. animacijo.

V učno enoto smo vključili tudi šest metakognitivnih opor, ki so prikazane v rdečih okvirčkih, tako da se tudi metakognitivne opore ločijo od ostalih opor in od besedila obravnavane snovi. Izseki z oporami iz enote so prikazani na sliki 2; opore so tudi tu razvrščene od zgoraj navzdol, kot se pojavijo v e-učni enoti.

Prva metakognitivna opora (označena kot meta1) od učenca zahteva, da na traku označi, kako ocenjuje svoje dosedanje znanje (tj. pred učenjem s to e-učno enoto) o obravnavani snovi. Glede na faze samoregulacijskega učenja ta opora pri učencu spodbuja strategije načrtovanja, medtem ko vse naslednje opore spodbujajo strategije spremljanja in uravnavanja. Pri drugi metakognitivni opori (meta2) mora učenec odgovoriti (da ali ne) na vprašanje, ali je dovolj pozorno prebral, da razume snov. Tudi tretja metakognitivna opora (meta3) prikazuje trak, na katerem mora učenec označiti, kako dobro razume obravnavan proces. S četrto oporo (meta4) učenca opomnimo, da naj misli



Slika 2: Uporabljene metakognitivne opore. V e-učno enoto smo vključili šest različnih metakognitivnih opor. Na sliki so po vrsti prikazane opore oz. njihovi izseki, kot so bile predstavljene v enoti. Od zgoraj navzdol se nahajajo naslednje opore: ocena trenutnega znanja (meta1), razumevanje snovi (meta2), ocena razumevanja predstavljenega procesa (meta3), opomnik o fokusu na vsebino (meta4), ocena razumevanja prikazanega video posnetka (meta5) in ocena znanja po zaključeni enoti (meta6).

usmeri nazaj na vsebino, če so mu medtem odtavale, in s tem spodbudimo njegovo uravnavanje pozornosti. Peta metakognitivna opora (meta5) je podobna tretji, le da učenec ocenjuje svoje razumevanje vsebine video posnetka, ki si ga je pred tem ogledal. Zadnja metakognitivna opora (meta6) pravzaprav dopolnjuje prvo metakognitivno oporo, saj učenec na traku ocenjuje svoje znanje o obravnavani snovi po zaključnem učenju. Ta opora se nanaša na evalvacijo naučenega, kar omogoča nadaljnje uravnavanje učenja.

3.1.3 Motivacijske opore

Motivacijske opore učenca motivirajo za učenje in ga spodbujajo, da pri učenju vztraja. Z njimi spodbujamo učencev interes za učenje, zaznavo pomembnosti in uporabnosti učne snovi ali naloge, samoučinkovitost, ciljno naravnost v odličnost, pripadnost, regulacijo čustev in avtonomijo. S tem se poveča aktivno vključenost učencev v učenje.

Motivacijska opora na primer nudi pohvale pri učenju ter spodbude o tem, kako učenec napreduje skozi gradivo (kot je trak napredovanja pri učenju ali število pravih odgovorov pri vprašanjih). Lahko so to provokativna vprašanja, podani razlogi za po-

membnost snovi za sedanje in bodoče življenje, ali pa pri opisu vsebine ali naloge izhajamo iz vsakodnevnih izkušenj.

Dodatnih šest opor, ki smo jih vključili v učno enoto, je prikazanih v zelenih okvirčkih, ki predstavljajo motivacijske opore. Izseke z oporami iz enote, razvrščenimi od zgoraj navzdol, prikazuje slika 3.

Motivacijske opore se začnejo s provokativnim vprašanjem (opora mot1), ki je neposredno povezano z obravnavano snovjo. Druga opora (mot2) prikaže zanimivost iz našega življenja in hkrati poda razloge za pomembnost snovi. Tretja opora (mot3) obvesti učenca, da je že na polovici in ga s tem spodbudi, da nadaljuje z učenjem. Četrta motivacijska opora (mot4) je vprašanje z več možnimi odgovori, ki se nanaša na tik pred tem razloženo snov, hkrati pa izpostavi pomembnost snovi za sedanje in bodoče življenje. Učenec lahko poskuša poiskati pravi odgovor večkrat, a če mu v treh poskusih ne uspe, se prikaže pravi odgovor. Peta motivacijska opora (mot5) ponovno ponudi zanimivost iz življenja, tokrat iz manj znanega živalskega sveta. Zadnja motivacijska opora (mot6) pa je spodbuda pred opravljanjem testa znanja po zaključnem učenju.



Slika 3: Uporabljene motivacijske opore. V e-učno enoto smo vključili šest različnih motivacijskih opor. Na sliki so po vrsti prikazane opore oz. njihovi izseki, kot so bile predstavljene v enoti. Od zgoraj navzdol se nahajajo naslednje opore: provokativno vprašanje (mot1), zanimivost iz življenja (mot2), spodbuda na polovici snovi (mot3), kviz iz vsakdanjega življenja (mot4), zanimivost iz živalskega sveta (mot5) in spodbuda pred testom (mot6).

3.1.4 Pripravljene različice e-učnih enot

Za pilotno testiranje smo pripravili štiri različice e-učne enote, ki so se razlikovale le po številu in vrsti vključenih učnih opor:

- 1) e-učna enota s kognitivnimi učnimi oporami (vključuje 6 opor),
- 2) e-učna enota z metakognitivnimi učnimi oporami (vključuje 6 opor),
- 3) e-učna enota z motivacijskimi učnimi oporami (vključuje 6 opor),
- 4) e-učna enota z vsemi tremi vrstami učnih opor (vključuje 18 opor).

Za nadaljnje raziskave smo dodali še dve različici: brez dodanih učnih opor ter z mešanimi učnimi oporami, v kateri smo imeli po dve opori vsake vrste, smiselno porazdeljene po e-učni enoti. Primer ene strani iz e-učne enote, v katero smo vstavili vse tri vrste učnih opor, je prikazan na sliki 4.

3.2 Spletno učno okolje

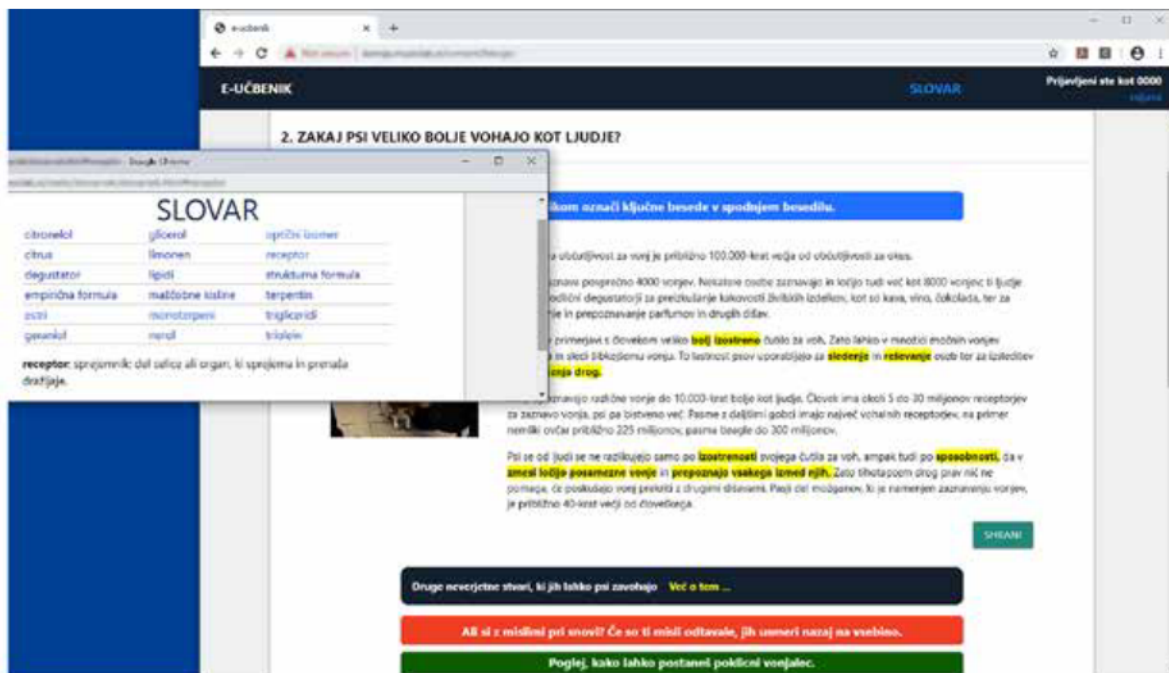
Za ustrezen prikaz vsebine e-učne enote in vključenih učnih opor smo pripravili tudi spletno učno

okolje, v katerem smo izvajali vse aktivnosti učenja. Okolje je bilo namensko izdelano za podporo našim raziskavam in ni namenjeno kot neko splošno okolje za prikaz e-učnih vsebin oz. za vsakodnevno uporabo doma ali v šoli. Specifika našega okolja je namreč sprotno beleženje interakcije učenca s sistemom, kar nam daje vpogled tudi v dejansko aktivnost učenca v postopku učenja snovi iz e-učne enote in v uporabo postavljenih učnih opor.

Spletno učno okolje je izdelano z uporabo programskega jezika Python v spletnem ogrodju Django. V ozadju uporablja relacijsko podatkovno bazo, v katero shranjuje vse podatke, zabeležene pri interakciji uporabnika s sistemom.

Na sliki 4, ki prikazuje e-učno enoto z oporami, lahko vidimo, da je vsebina le-te prikazana znotraj aplikacije, ki se izvaja v spletnem brskalniku (poimenovali smo jo E-UČBENIK).

Pri izdelavi aplikacije smo predvideli, da bo delovala na računalnikih s HD-ločljivostjo zaslona, zato smo ustrezno nastavili fiksno širino spletne strani; po potrebi se pri daljših straneh ob strani pojavi navpični drsnik.



Slika 4: E-učna enota z vključenimi vsemi tremi vrstami učnih opor. Vsebina e-učne enote je prikazana v spletnem brskalniku. Učenec se mora prijaviti s svojo šifro (na sliki je šifra 0000), nato lahko pregleduje vsebino e-učne enote. Slovar pomembnih pojmov iz obravnavane snovi se prikaže na zahtevo (klik na povezavo SLOVAR) v pojavnem oknu. Učne opore so vključene v besedilo enote, označene pa so z barvnimi okvirčki: na sliki vidimo modro kognitivno oporo označevanja ključnih besed (kog2), rdečo metakognitivno oporo z opomnikom o fokusu na vsebino (meta4) ter zgornji del zelene motivacijske opore z zanimivostjo iz življenja (mot2).

3.2.1 Administratorski del

Administratorski vmesnik potrebujemo za ustvarjanje prijavnih šifer za učence, ki bodo uporabljali e-učno enoto. Vsak učenec se mora namreč prijaviti v enoto, da lahko spremljamo njegovo delo med učenjem. Za prijavo smo uporabili posebne šifre, s katerimi smo poskrbeli za anonimnost učencev (povezavo šifre z imenom učenca je imel le učitelj v razredu tega učenca). Šifre smo grupirali po šolah, kar omogoča lažjo organizacijo šifer in boljši pregled nad njimi.

Vsaki šifri lahko dodelimo tudi učne opore, ki se prikazujejo skupaj s snovjo enote. Opre lahko dodelimo že pri ustvarjanju skupine šifer za določeno šolo ali naknadno pri urejanju posamezne šifre. Izberemo lahko različne kombinacije vrst opor: samo kognitivne, samo metakognitivne, samo motivacijske, vnaprej določena kombinacija treh vrst opor (mešane opore), brez opor, ali pa vse tri vrste opor (slednja opcija prikaže vseh 18 opor v učni enoti).

Administratorski vmesnik omogoča tudi pregled podatkov, ki so zabeleženi za vsako šifro. Ker je teh podatkov zelo veliko (v bazi je 14 tabel), je ta opcija namenjena bolj posameznim primerom, če bi bile potrebne intervencije na podatkih v bazi. Sicer smo za dostop do podatkov v bazi pripravili posebne skripte, ki ne poskrbijo le za izvoz teh podatkov v standardnem formatu, ampak hkrati izvedejo tudi ustrezno pretvorbo in agregacijo, da kot rezultat dobimo zelene mere, ki jih lahko uporabimo v nadaljnjih analizah.

3.2.2 Beleženje interakcije učenca

Za spremljanje učenčeve aktivnosti med potekom učenja iz e-učne enote smo v učno okolje vgradili beleženje vseh aktivnosti, ki jih lahko zaznamo preko interakcije uporabnika s sistemom, to je sledenje njegove aktivnosti z miško in tipkovnico. Tako sistem neprestano sledi premikanju miške (samodejno shranjevanje koordinat miške na določen časovni interval), beleži vse pritiske na miškine gumbe in premikanje kolesčka na miški, poleg tega pa beleži tudi vsak pritisk tipke na tipkovnici. Oboje se seveda beleži in shranjuje le v kontekstu dela znotraj e-učne enote (tj. ne zanima nas pritiskanje miškinih gumbov na splošno, ampak nas zanima, kam v enoti je učenec kliknil, npr. na kateri gumb, in ob katerem času).

Tako nas je pri učenčevem delu z e-učno enoto zanimalo predvsem odpiranje poglavij v e-učni enoti,

klikanje na posamezne gumbe, reševanje nalog, odgovori učenca itd. Beležili so se predvsem naslednji dogodki:

- nalaganje ali sprememba aktivne strani,
- izbira povezave »Več ...«, ki odpre okno z dodatno (izbirno) vsebino,
- izbira stikala,
- izbira iz spustnega seznama,
- izbira izključujočega stikala,
- izbira na drsniku,
- označevanje besed v besedilu,
- miškini dogodki (koordinate, kliki na gumbe, premik kolesčka),
- zapisano besedilo (odgovori na vprašanja),
- ogled video posnetka in interakcija z njim (zavstavitve, ponovno predvajanje, se je posnetek odvrtel do konca),
- vlečenje besed v več kategorij (npr. besedo potegni v ustrezen stolpec glede na lastnosti),
- vlečenje besed v pravilni vrstni red.

Poleg tega smo pri vseh zabeleženih dogodkih dopisali še čas, v katerem se je ta zgodil (timestamp), tako da lahko na koncu izračunamo, koliko časa je preteklo med dvema poljubnima dogodkoma. Pri vsakem uporabniku smo shranili še dodatne zabeleške glede njegove seje, kot so čas začetka dela, čas zaključka, ali je opravil določeno aktivnost ali nalogo (npr. dokončal kviz) in podobno. Pri vsakem učencu smo shranili tudi vidnost posameznih opor, tj. katere učne opore so bile učencu prikazane.

Vsi zabeleženi podatki se shranjujejo neposredno v podatkovno bazo, kjer so na voljo za nadaljnjo obdelavo.

4 PILOTNO TESTIRANJE

V predraziskavi smo na vzorcu 91 devetošolcev pilotno preverili relevantnost in razumljivost vsebin e-učne enote in učnih opor ter ustreznost delovanja platforme za beleženje učenčeve interakcije. Poleg tega smo učence povprašali še za mnenje o vključenih učnih oporah.

Pripravljeni e-učni enoti smo testirali v razredu na šoli v okviru rednega pouka. Učenci so najprej dobili ustna navodila glede načina dela, nato so samostojno predelali e-učno enoto in se poskušali kar največ naučiti. Na koncu so imeli tudi test znanja, ki je vključeval 6 vprašanj odprtega tipa in 10 vprašanj izbirnega tipa. Učenci so med učenjem lahko prosi-

li tudi za pomoč, tako tehnično kot glede navodil in izvedbe, niso pa dobili dodatne razlage ali pojasnil v zvezi z obravnavano snovjo.

Za posamezno testiranje smo predvideli dve šolski uri (uro in pol), a naj bi predvideno učenje z e-učno enoto trajalo približno eno uro. Za primerljivost rezultatov testiranj smo poskrbeli tako, da smo za vsako testiranje na šoli vzpostavili enako učno okolje: prenosniki z HD-ločljivostjo zaslona, zunanja miška in slušalke. Za povezavo v internet smo poskrbeli s postavitvijo lokalnega omrežja v učilnici. Tako pri testiranju nismo bili vezani na računalniške učilnice na šolah, ki so lahko različno opremljene, različnih prostorskih kapacitet in morda tudi zasedene v železnem terminu.

Učna enota deluje v spletnem brskalniku Chrome. Pri vsaki izvedbi so bili prisotni dva testatorja, ki sta poskrbela za ustrezna navodila učencem in izvedbo učne ure, ter dva računalničarja, ki sta poskrbela za pripravo učilnice in za tehnično pomoč učencem med izvajanjem učne ure.

Po končanem učenju z e-učno enoto in po opravljenem testu so učenci odgovorili še na vprašanje, kateri dve opori sta jim pri učenju snovi najbolj pomagali in kateri dve najmanj. Učencem smo opore predstavili kot spodbude za učenje v rdečih/modrih/zelenih okvirčkih poleg besedila. Učenec je imel prikazan seznam s slikami vseh opor, ki jih je dobil v enoti (kot so prikazane na slikah 1, 2 in 3), in opore je s tega seznama potegnili v dve okenci, eno za najboljšo pomoč pri učenju in drugo za najslabšo. Za vsako okence je moral učenec izbrati natanko dve opori in iste opore ni mogel hkrati postaviti v obe okenci. Na podlagi ocen učencev smo nato izbrali opore za enoto s kombinacijo opor za nadaljnje raziskave.

4.1 Ocenjevanje opor

Učno enoto smo pilotno testirali na skupini 99 devetošolcev (štirje razredi) iz treh različnih slovenskih osnovnih šol. Vsak razred je predstavljal eno testno

skupino, poimenovali smo jih A1, A2, B3 in C4, v njih pa je sodelovalo 27, 28, 23 in 21 učencev. Testiranje je potekalo aprila in maja 2019.

Vsaka testna skupina je dobila učno enoto z drugo vrsto vključenih opor: kognitivne opore, motivacijske opore, metakognitivne opore ter vse tri vrste opor.

V skupini s kognitivnimi oporami je bilo 27 učencev, a je le 22 učencev odgovorilo na vprašanja o najboljših in najslabših oporah. V skupini z motivacijskimi oporami je bilo 28 učencev, od teh en učenec ni odgovarjal na vprašanja o učnih oporah, dva učenca pa nista imela soglasja za sodelovanje v raziskavi, zato njunih rezultatov nismo beležili. Tako smo skupaj zbrali odgovore 91 sodelujočih učencev. Podatki o testiranju so združeni v tabeli 1.

4.2 Rezultati

Za posamezno učno uro, v kateri so učenci predelali snov e-učne enote, je bilo predvideno okoli 50 minut. Učenci so zanj v povprečju porabili 31,4 minute (najmanj 14 minut in največ 69 minut, mediana 28 minut). Ta rezultat je povprečen čas, ne glede na uporabljeno različico e-učne enote. Učenci so v povprečju snov predelali precej hitreje, kot smo predvideli.

Skupina s kognitivnimi oporami (A1) je v povprečju za učno enoto porabila 38,4 minute (od 14 do 59 minut, mediana 40 minut), skupina z motivacijskimi oporami (A2) 26,0 minut (od 14 do 44 minut, mediana 24 minut) ter skupina z metakognitivnimi oporami (B3) 26,4 minute (od 15 do 48 minut, mediana 24 minut). Skupina z vsemi tremi vrstami opor (C4), ki je imela trikrat več opor kot ostale skupine, ima povprečen čas 36,1 minuto (od 16 do 69 minut, mediana 40 minut). Glede na porabljen čas za e-učno enoto lahko sklepamo, da so učenci porabili največ časa za kognitivne opore, saj imata različici s kognitivnimi oporami in z vsemi oporami zelo podoben povprečen čas in enako mediano. Metakognitivne in motivacijske opore so po drugi strani zahtevale manj

Tabela 1: Sodelujoči učenci v pilotnem testiranju e-učne enote z različnimi vrstami opor.

Skupina	Število učencev	Število odgovorov	Vrsta opor	Število opor v e-učni enoti
A1	27	22	kognitivne opore	6
A2	28	25	motivacijske opore	6
B3	23	23	metakognitivne opore	6
C4	21	21	vse tri vrste opor	18

Tabela 2: **Ocene posameznih kognitivnih opor v testni skupini A1. Oznaki ++ in -- pomenita število učencev, ki so to oporo izbrali za najboljšo oz. najslabšo kot prvo izbiro, oznaki + in – pa kot drugo izbiro. Število ocen pove, koliko učencev je to oporo izbralo kot tisto, ki jim je najbolj oz. najmanj pomagala pri učenju (torej je vsota vseh štirih predhodnih stolpccev). Točke skupaj za določeno oporo pomenijo vsoto točk vseh učencev skupine. V tabeli sta posebej označeni opori, ki sta v tej skupini izbrani kot najboljša (zelena) ali kot najslabša (rdeča) pomoč pri učenju.**

opora	skupina	++	+	--	-	število ocen	točke skupaj
kog1	A1	2	3	3	1	9	0
kog2	A1	10	1	2	1	14	16
kog3	A1	9	7	0	2	18	23
kog4	A1	0	2	6	10	18	-20
kog5	A1	1	7	3	4	15	-1
kog6	A1	0	2	8	4	14	-18

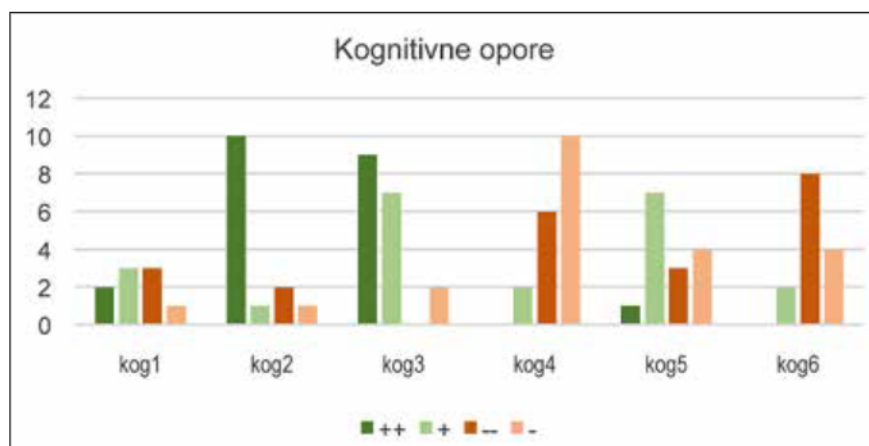
časa (manj dela) in tudi ti dve različici imata podoben povprečen čas in enako mediano. Rezultat ni prese-netljiv, saj so kognitivne opore od učenca zahtevale več dela, ker so morali v okviru naloge iz opore de-jansko nekaj narediti, izvesti. S tem je bila daljša tudi njihova interakcija s sistemom (npr. zapis vprašanja ali označevanje ključnih besed ob ponovnem branju odstavka).

Vse opore smo točkovali glede na to, ali so jih učenci izbrali kot najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju. Opori, ki jo je učenec kot prvo potegnil v okence za najboljšo pomoč pri učenju, smo dodelili 2 točki. Druga izbrana opora v okencu najboljše pomo-či je dobila 1 točko. Podobno je opora, ki jo je učenec kot prvo potegnil v okence za najslabšo pomoč pri učenju, dobila -2 točki, druga opora v tem okencu pa -1 točko. Vse ostale opore so pri tem učencu dobile 0 točk. Za vsako oporo smo nato sešteli točke vseh učencev v skupini. Rezultati so prikazani v tabelah 2,

3, 4 in 5, za vsako skupino posebej, pripadajoči stolp-čni grafi pa so na slikah 5, 6, 7 in 8.

Pri kognitivnih oporah kot najboljša opora izrazi-to izstopa opora z oznako kog3, pri kateri mora uče-nec postaviti podane besede v pravilni vrstni red, kot si sledijo v obravnavanem procesu. Naloga zahteva razmišljanje o prebrani snovi, a je zanimiv izziv in zelo interaktivna. Kot najboljšo pomoč pri učenju jo je izbralo 16 učencev od 22 in le dva učenca sta ozna-čila, da jima je bila ta opora najmanj v pomoč. Tudi oporo, ki zahteva označevanje ključnih besed v бесе-đilu (kog2), je polovica učencev (11 od 22 učencev) določila za najboljšo pomoč pri učenju. Obe opori se nanašata na osnovno razumevanje snovi, kar zahte-va bolj enostavne miselne procese.

Po drugi strani je kar 16 od 22 učencev kot naj-slubšo kognitivno oporo izbralo oporo kog4, pri ka-teri so morali zapisati razlike, ki so jih opazili med molekulama (po ogledu interaktivnega modela mo-



Slika 5: Stolpčni graf, ki prikazuje število učencev, ki so posamezno kognitivno oporo (skupina A1) izbrali za najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju kot prvo oz. drugo izbiro (številčni podatki iz tabele 2).

Tabela 3: **Ocene posameznih motivacijskih opor v testni skupini A2. Oznaki ++ in -- pomenita število učencev, ki so to oporo izbrali za najboljšo oz. najslabšo kot prvo izbiro, oznaki + in - pa kot drugo izbiro. Število ocen pove, koliko učencev je to oporo izbralo kot tisto, ki jim je najbolj oz. najmanj pomagala pri učenju (torej je vsota vseh štirih predhodnih stolpccev). Točke skupaj za določeno oporo pomenijo vsoto točk vseh učencev skupine. V tabeli sta posebej označeni opori, ki sta v tej skupini izbrani kot najboljša (zelena) ali kot najslabša (rdeča) pomoč pri učenju.**

opora	skupina	++	+	--	-	število ocen	točke skupaj
mot1	A2	7	3	5	4	19	3
mot2	A2	4	4	4	5	17	-1
mot3	A2	8	10	5	1	24	15
mot4	A2	3	2	5	5	15	-7
mot5	A2	1	4	4	5	14	-7
mot6	A2	2	2	2	5	11	-3

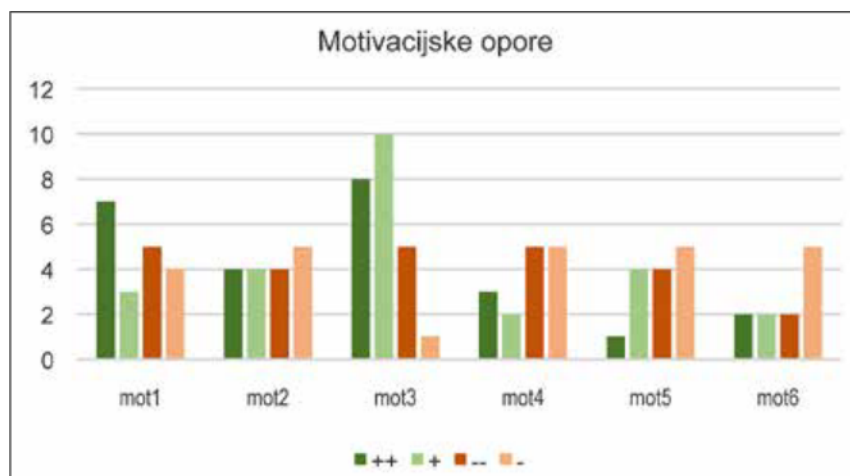
lekule). Le dva učenca sta to oporo prepoznala kot dobro pomoč pri učenju. Opora zahteva vnos nekoliko daljšega besedila in pri tem mora učenec dobro preučiti oba modela molekul ter razmisliti, kje so razlike med njima. Tudi opora kog6, pri kateri mora učenec sestaviti tri vprašanja, ki bi mu jih o snovi lahko postavil učitelj, je bila več kot polovici učencev (12 od 22 učencev) najmanj v pomoč pri učenju. Tudi ta opora zahteva razmislek o predelani snovi in vnos nekoliko daljšega besedila. Obe opori se nanašata na poglobljeno razumevanje snovi, zahtevata bolj kompleksne miselne procese in več učencevega napora.

Pri motivacijskih oporah kot najboljša pomoč pri učenju izstopa opora mot3, ki učenca obvesti, da je že na polovici snovi, in ga s tem spodbudi k nadaljevanju. Kot najboljšo jo je izbralo kar 18 od 25 učencev. Vendar je 6 učencev to oporo izbralo tudi kot najslabšo pomoč pri učenju. Opora od učenca ne

zahteva nobene interakcije, poda le spodbudo za nadaljevanje.

Pri vseh ostalih oporah so bili učenci precej razdvojeni: večina opor je bila izbrana tako za najboljšo kot za najslabšo pomoč pri učenju. Kljub precejšnji izenačenosti bi vseeno kot najslabšo pomoč pri učenju lahko označili opori mot4 in mot5. Prva je vprašanje z več možnimi izbirami, ki povezuje obravnavano snov s primerom iz vsakdanjega življenja in poda pozitivno podkrepitev za pravilni odgovor, druga pa napoveduje predstavitev zanimivosti iz živalskega sveta.

Metakognitivne opore so, podobno kot kognitivne, prinesle dva bolj izrazita favorita. Kot najboljša pomoč pri učenju se je pokazala opora meta4, ki učenca opomni, naj misli ponovno usmeri nazaj na vsebino. Kot najboljšo jo je prepoznalo 14 učencev od skupaj 23.



Slika 6: **Stolpčni graf, ki prikazuje število učencev, ki so posamezno motivacijsko oporo (skupina A2) izbrali za najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju kot prvo oz. drugo izbiro (številčni podatki iz tabele 3).**

Tabela 4: **Ocene posameznih metakognitivnih opor v testni skupini B3. Označi ++ in -- pomenita število učencev, ki so to oporo izbrali za najboljšo oz. najslabšo kot prvo izbiro, oznaki + in - pa kot drugo izbiro. Število ocen pove, koliko učencev je to oporo izbralo kot tisto, ki jim je najbolj oz. najmanj pomagala pri učenju (torej je vsota vseh štirih predhodnih stolpccev). Točke skupaj za določeno oporo pomenijo vsoto točk vseh učencev skupine. V tabeli sta posebej označeni opori, ki sta v tej skupini izbrani kot najboljša (zelena) ali kot najslabša (rdeča) pomoč pri učenju.**

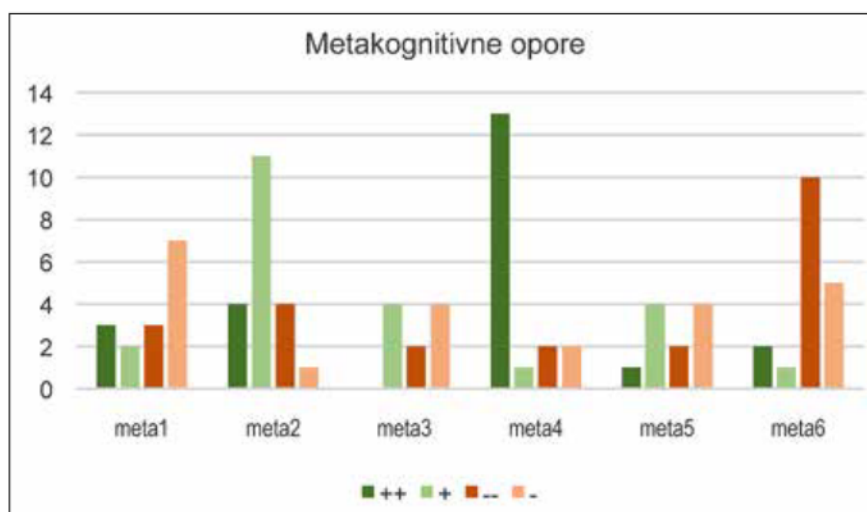
opora	skupina	++	+	--	-	število ocen	točke skupaj
meta1	B3	3	2	3	7	15	-5
meta2	B3	4	11	4	1	20	10
meta3	B3	0	4	2	4	10	-4
meta4	B3	13	1	2	2	18	21
meta5	B3	1	4	2	4	11	-2
meta6	B3	2	1	10	5	18	-20

Najslabša pomoč pri učenju je po mnenju učencev (15 od 23) opora meta6, pri kateri mora učenec po zaključenem učenju oceniti svoje znanje, tudi v primerjavi z oceno tega znanja pred začetkom učenja. Trije učenci so oporo meta6 izbrali kot najboljšo. Zanimivo je, da so učenci oporo meta1, kjer morajo svoje znanje oceniti pred začetkom učenja, ocenili precej bolje: le 10 učencev jo je označilo kot najslabšo in kar 5 učencev kot najboljšo pomoč pri učenju. Vendar rezultat to oporo še vedno uvršča na drugo mesto med najslabšimi.

Pri vseh treh skupinah A1, A2 in B3 so imeli učenci v e-učni enoti le 6 različnih opor, med katerimi so morali izbrati po dve najboljši in dve najslabši pomoči pri učenju. Ker so morali izbrati 4 opore, torej kar dve tretjini vseh, ki so na voljo, je prišlo pri rezultatih do večjega prekrivanja. Vse posamezne opore so bile vsaj enkrat izbrane tako za najboljšo kot tudi za naj-

slabšo pomoč pri učenju. Zato smo posebej pogledali še rezultate pri skupini C4, pri kateri so bile v e-učno enoto vključene vse tri vrste opor, tako da so imeli učenci skupaj kar 18 učnih opor. V tej skupini so lahko učenci pri izboru najboljših in najslabših pomoči pri učenju med seboj primerjali tudi različne vrste opor, predvsem pa so izbirali po dve opori iz večjega nabora opor. Rezultati so prikazani v tabeli 5 in na diagramu na sliki 8.

V skupini C4 se je kot najboljša pomoč pri učenju izkazala kognitivna opora, pri kateri postavimo podane besede v pravilni vrstni red glede na sosledje v obravnavanem procesu (kog3). Skoraj polovica učencev jo je izbrala kot najboljšo pomoč (10 od 21 učencev), nihče pa je ni uvrstil med najslabše pomoči. Ta opora je kot najboljša izstopala že pri ocenjevanju kognitivnih opor v skupini A1.



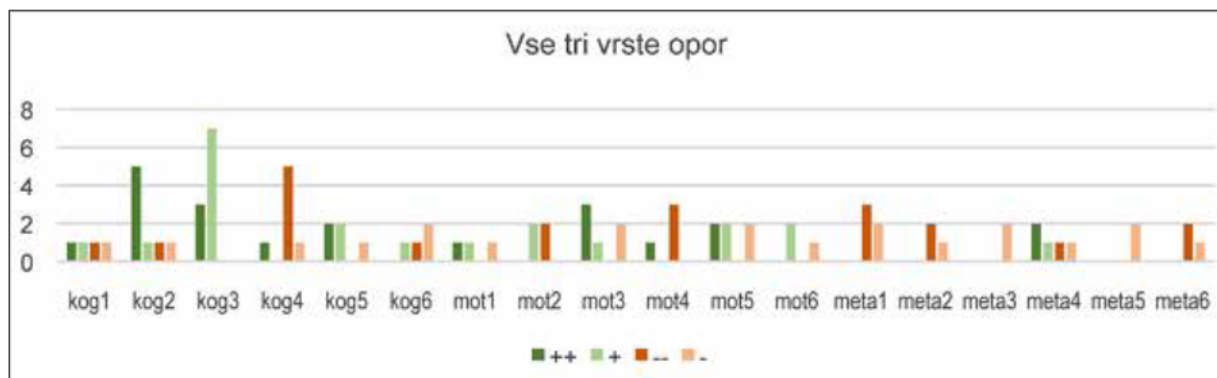
Slika 7: **Stolpčni graf, ki prikazuje število učencev, ki so posamezno metakognitivno oporo (skupina B3) izbrali za najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju kot prvo oz. drugo izbiro (številčni podatki iz tabele 4).**

Tabela 5: **Ocene vseh treh vrst opor v testni skupini C4. Oznaki ++ in -- pomenita število učencev, ki so posamezno oporo izbrali za najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju kot prvo izbiro, oznaki + in - pa kot drugo izbiro. Število ocen pove, koliko učencev je to oporo izbralo kot tisto, ki jim je najbolj oz. najmanj pomagala pri učenju (torej je vsota vseh štirih predhodnih stolpcev). Točke skupaj za določeno oporo pomenijo vsoto točk vseh učencev skupine. V tabeli sta posebej označeni opori, ki sta med vsemi oporami izbrani kot najboljša (zelena) ali kot najslabša (rdeča) pomoč pri učenju.**

opora	skupina	++	+	--	-	število ocen	točke skupaj
kog1	C4	1	1	1	1	4	0
kog2	C4	5	1	1	1	8	8
kog3	C4	3	7	0	0	10	13
kog4	C4	1	0	5	1	7	-9
kog5	C4	2	2	0	1	5	5
kog6	C4	0	1	1	2	4	-3
mot1	C4	1	1	0	1	3	2
mot2	C4	0	2	2	0	4	-2
mot3	C4	3	1	0	2	6	5
mot4	C4	1	0	3	0	4	-4
mot5	C4	2	2	0	2	6	4
mot6	C4	0	2	0	1	3	1
meta1	C4	0	0	3	2	5	-8
meta2	C4	0	0	2	1	3	-5
meta3	C4	0	0	0	2	2	-2
meta4	C4	2	1	1	1	5	2
meta5	C4	0	0	0	2	2	-2
meta6	C4	0	0	2	1	3	-5

Kot boljše pomoči pri učenju so učenci prepoznali tudi opore kog2, kog5, mot3, mot5 (glej diagram na sliki 8). Za opori kog2 in mot3 to ni presenetljivo, saj sta bili izbrani kot boljši pomoči pri učenju že v skupinah A1 in A2 (mot3 je celo močno izstopala kot najboljša v skupini A2). Drugače velja za kog5 in mot5. Za oporo kog5 je bilo mnenje učencev skupine A1 precej deljeno, saj so jo uvrščali tako med

najboljše kot tudi med najslabše pomoči. Razlog za tak rezultat v skupini A1 bi lahko iskali v tem, da je bilo število opor pri skupini A1 precej manjše in se je šele pri večjem številu opor pri skupini C4 opora pokazala kot boljša pomoč pri učenju (manj učencev jo je izbralo kot najslabšo pomoč, saj so menili, da je bilo veliko drugih opor slabših). Opora mot5, ki je bila pri skupini A2 izbrana kot najslabša pomoč pri



Slika 8: **Stolpčni graf, ki prikazuje število učencev, ki so posamezno oporo (skupina C4, vse tri vrste opor) izbrali za najboljšo oz. najslabšo pomoč pri učenju kot prvo oz. drugo izbiro (številčni podatki iz tabele 5).**

učenju, se tukaj izkaže precej bolje: čeprav jo je podobno število učencev uvrstilo med najboljše opore (5 učencev v skupini A2 in 4 v C4), sta jo v skupini C4 le dva učenca uvrstila med najslabše (v skupini A2 9 učencev). Razlog lahko poiščemo v tem, da je bilo v skupini C4 na razpolago več vrst opor in učenci so v splošnem prepoznali metakognitivne opore kot slabšo pomoč pri učenju, zato se motivacijske opore niso tolikokrat uvrstile med najslabše pomoči.

Kognitivna opora, pri kateri so morali učenci zapisati razlike, ki so jih pri ogledu interaktivnega modela molekul opazili med dvema molekulama (kog4), je bila tudi v skupini C4 prepoznana kot najslabša pomoč pri učenju. Kot najslabšo jo je prepoznalo kar 6 učencev (od skupaj 21) in le enemu učencu se je ta opora zdela najboljša pomoč pri učenju. Rezultati niso presenetljivi, saj je bila ta opora prepoznana kot daleč najslabša pomoč pri učenju tudi v skupini A1. Razlog za tak rezultat je verjetno v tem, da opora zahteva bolj kompleksne miselne procese in je za večino učencev v testni skupini prezahtevna, zato jim tudi ni bila v pomoč pri učenju.

Metakognitivne opore so se v skupini C4 uvrstile zelo slabo. Vse metakognitivne opore, razen meta4 (opomnik, da naj učenec usmeri misli nazaj na snov), so se znašle le na seznamu najslabših pomoči pri učenju. To pomeni, da jih nobeden od učencev ni prepoznal kot najboljšo pomoč pri njegovem učenju. Edina izjema pri metakognitivnih oporah je meta4 (»Ali si z mislimi še pri snovi...«), ki je tudi v skupini B3 močno izstopala kot najboljše pomoč pri učenju.

Poglejmo še primerjavo boljših in slabših pomoči pri učenju glede na posamezno vrsto opore (torej

skupen rezultat vseh šestih opor posamezne vrste), ki je prikazana na sliki 9.

Analiza odgovorov skupine C4 pokaže, da učenci na splošno smatrajo kot najboljšo pomoč pri učenju kognitivne opore (te izrazito odstopajo od ostalih), sledijo pa motivacijske opore. Metakognitivne opore se zdijo učencem najslabša pomoč pri učenju. Vendar so pri večini opor, razen nekaj izrazitih favoritov (kot je na primer kognitivna opora kog3 pri najboljših ali večina metakognitivnih opor pri najslabših), mnenja učencev precej deljena, saj so se opore pogosto znašle na obeh seznamih, tako med najboljšimi kot med najslabšimi pomočmi pri učenju.

V splošnem lahko rečemo, da so opore, ki zahtevajo od učenca več napora, manj priljubljene in prepoznane kot slabša pomoč pri učenju. Po drugi strani so kot bolj priljubljene in boljša pomoč pri učenju označene opore, ki zahtevajo bolj enostavne miselne procese, in tudi opore, ki so bolj zanimive, interaktivne in kažejo elemente poigravitve (tj. uporabljajo mehanizme iger, kot je npr. vlečenje besed na pravo mesto).

5 SKLEP

Pri samostojnem učenju iz e-učnih gradiv in učbenikov je za učence največja ovira na poti do dobrih učnih rezultatov ravno pomanjkanje samoregulacijskih spretnosti pri učenju. Primanjkljaj učenca na tem področju skušamo premostiti z uporabo učnih opor, ki učenca spodbujajo k uporabi ustreznih učnih strategij in mu pomagajo, da doseže višji nivo znanja in razumevanja. Rezultati izvedene pilotne raziskave o delovanju učnih opor so pokazali, da so učenci kot najboljšo pomoč pri učenju označili tiste kognitivne



Slika 9: Stolpčni graf prikazuje število učencev skupine C4, ki so posamezno vrsto opore izbrali kot boljše oz. slabše pomoči pri učenju (agregirani podatki iz tabele 5).

opore, ki se nanašajo na osnovno razumevanje snovi, njihova uporaba pa je od učencev zahtevala bolj enostavne miselne procese. Med boljše pomoči so se uvrstile tudi tiste motivacijske opore, ki od učencev niso zahtevale dodatnih aktivnosti ali kompleksnih miselnih procesov. Po drugi strani so učenci kot najslabšo pomoč pri učenju označili večino metakognitivnih opor. Te od učencev zahtevajo bolj poglobljeno razmišljanje, da dosežejo primeren učinek.

ZAHVALA

Članek je nastal v okviru temeljnega raziskovalnega projekta J5-9437 *Učinkovitost različnih vrst učnih opor pri samoregulaciji e-učenja*, ki ga financira ARRS – Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije – iz državnega proračuna.

LITERATURA

- [1] Azevedo, R. (2005). Computer Environments as Metacognitive Tools for Enhancing Learning. *Educational Psychologist*, 40(4), 193-197. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4004_1
- [2] Belland, B. R., Walker, A. E., & Kim, N. J. (2017). A Bayesian Network Meta-Analysis to Synthesize the Influence of Contexts of Scaffolding Use on Cognitive Outcomes in STEM Education. *Review of Educational Research*, 87(6), 1042-1081. <https://doi.org/10.3102/0034654317723009>
- [3] Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing Results From Empirical Research on Computer-Based Scaffolding in STEM Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309-344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- [4] Devolder, A., van Braak, J., & Tondeur, J. (2012). Supporting self-regulated learning in computer-based learning environments: systematic review of effects of scaffolding in the domain of science education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(6), 557-573. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00476.x>
- [5] Mayer, R. E. (2014). Introduction to multimedia learning. In *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 2nd ed. (pp. 1-24). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.002>
- [6] Pintrich, P. R. (2000). Chapter 14 – The Role of Goal Orientation in Self-Regulated Learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 451-502). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>
- [7] Schar, S. G., & Krueger, H. (2000). Using new learning technologies with multimedia [Article]. *IEEE Multimedia*, 7(3), 40-51. <https://doi.org/10.1109/93.879767>
- [8] Vandavelde, S., Van Keer, H., & Rosseel, Y. (2013). Measuring the complexity of upper primary school children's self-regulated learning: A multi-component approach. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), 407-425. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.09.002>
- [9] Vidrih, M. (2020). E-učbeniki v slovenskih šolah – kje se je zataknilo? *Monitor*, 30(2), 48-49.
- [10] Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In C. M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching* (pp. 315-327). Macmillan.
- [11] Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). THE ROLE OF TUTORING IN PROBLEM SOLVING*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- [12] Zabret, E., Pečjak, S., & Peklaj, C. (2006). Kognitivni in metakognitivni procesi pri samoregulaciji učenja [Cognitive and metacognitive processes in self-regulation of learning]. *Psihološka obzorja*, 1(15), 75-92.
- [13] Zheng, L. (2016). The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: a meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 17(2), 187-202. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9426-9>

Alenka Kavčič je višja predavateljica na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Raziskovalno se ukvarja z inovativno uporabo informacijskih tehnologij v izobraževanju, multimedijskimi in spletnimi tehnologijami, igrifikacijo ter računalniško podprtem učenju, predvsem s prilagodljivimi hipermedijskimi sistemi in modeliranjem uporabnika.

Bojana Boh Podgornik je redna profesorica za področje naravoslovnotehniške informatike na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Njene raziskave se osredotočajo zlasti na informacijske metode v kemiji, naravoslovju in tehniki, informacijsko pismenost v visokem šolstvu, interaktivne sisteme ter tehnologije mikrokapsuliranja.

Ciril Bohak je asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani in podoktorski raziskovalec na King Abdulah University of Science and Technology. Njegovi raziskovalni interesi so na področjih interakcije človek-računalnik, e-učenja, tehnologije iger in računalniške grafike.

Katja Depolli Steiner je docentka na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, na Oddelku za psihologijo. Raziskovalno se zanima za proces učenja in poučevanja, še zlasti z vidika (bodočih) učiteljev.

▪

Alenka Gril je višja znanstvena sodelavka, vodja centra za preučevanje kognicije in učenja na Pedagoškem inštitutu. Preučuje učinke socialnih kontekstov na učenje in razvoj mladostnikov. Raziskuje odnos do znanja mladih v družbi znanja, spodbudno učno okolje za motivirano učenje, participacijo mladih in medkulturne odnose v šoli.

▪

Aleš Hladnik je zaposlen kot izredni profesor na Oddelku za tekstilstvo, grafiko in oblikovanje Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskovalno se posveča uporabi statističnih metod v naravoslovju in tehniki, obdelavi in analizi slik, znanosti o barvah in različnim področjem informacijsko-komunikacijske tehnologije.

▪

Vid Klopčič je raziskovalec na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, v Laboratoriju za računalniško grafiko in multimedije. Ukvarja se s snovanjem in implementacijo uporabniških vmesnikov ter zalednih sistemov.

▪

Luka Komidar je docent na Oddelku za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskovalno se ukvarja z razvojem in validacijo psiholoških testov, kognitivnimi treningi in alternativnimi pristopi k merjenju v psihologiji (ignifikacija merskih postopkov in uporaba navidezne resničnosti za psihološke meritve).

▪

Žiga Lesar je asistent in doktorski študent na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Ukvarja se z računalniško grafiko in visoko zmogljivim računalništvom, raziskuje pa interaktivno upodabljanje volumetričnih podatkov s spletnimi tehnologijami. Za svoje delo je leta 2014 prejel univerzitetno Prešernovo nagrado.

▪

Matija Marolt je izredni profesor na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Je predstojnik Laboratorija za računalniško grafiko in multimedije. Raziskuje na področju pridobivanja informacij iz glasbe s poudarkom na semantičnih opisih in razumevanju zvočnih signalov.

▪

Sonja Pečjak je redna profesorica za pedagoško psihologijo na Oddelku za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskovalno in strokovno se ukvarja s preučevanjem procesov učenja (samoregulacijskega učenja in učenja s pomočjo branja), z vprašanji začetnega opismenjanja, problematiko medvrstniškega nasilja ter karierne orientacije v osnovni in srednji šoli.

▪

Matevž Pesek je docent in raziskovalec na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer je diplomiral leta 2012 in doktoriral leta 2018. Njegova raziskovalna področja so e-izobraževanje, biološko navdihnjeni modeli, globoke arhitekture, vključno s kompozicionalnim hierarhičnim modeliranjem in večmodalnim zaznavanjem glasbe, kot tudi komunikacija človek-računalnik in vizualizacija za analizo zvoka in ustvarjanje glasbe.

▪

Tina Pirc je docentka na Katedri za pedagoško psihologijo na Oddelku za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ukvarja se z raziskovanjem psihosocialnih odnosov v razredu, medvrstniškega nasilja, karierne orientacije v osnovni in srednji šoli ter samoregulacijskih procesov pri učenju.

▪

Anja Podlessek je izredna profesorica za psihološko metodologijo na Oddelku za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskuje na področju kognitivne psihologije, psihofizike, psihometrije in razvoja psiholoških testov, sodeluje pa tudi v raziskavah o samomorilnem vedenju in raziskavah s področja pedagoške psihologije.

▪

Melita Puklek Levpušček je redna profesorica za pedagoško psihologijo na Oddelku za psihologijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskovalno se ukvarja z učno motivacijo, aktivnimi pristopi k poučevanju in psihosocialnimi značilnostmi mladih.

▪

Dr. Cirila Peklaj je redna profesorica za pedagoško psihologijo na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Od leta 1987 je zaposlena na Oddelku za psihologijo, na katerem predava različne predmete s področja pedagoške psihologije. Njeno raziskovalno delo je usmerjeno na področje učenja. Ukvarja se s preučevanjem samoregulacije pri učenju, sodelovalnega učenja, učenja v različnih kontekstih in z učiteljskimi kompetencami.