

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI
ODSJEK ZA PSIHOLOGIJU

Martina Bažon

UTJECAJ PRIMJENE METAKOGNITIVNIH
POTICAJA U UČENJU NA
SAMOREGULACIJSKE AKTIVNOSTI,
KOGNITIVNO OPTEREĆENJE I IZVEDBU

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2025.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI
ODSJEK ZA PSIHOLOGIJU

Martina Bažon

UTJECAJ PRIMJENE METAKOGNITIVNIH
POTICAJA U UČENJU NA
SAMOREGULACIJSKE AKTIVNOSTI,
KOGNITIVNO OPTEREĆENJE I IZVEDBU

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Svjetlana Kolić-Vehovec
Komentor: izv. prof. dr. sc. Rosanda Pahljina-Reinić

Rijeka, 2025.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY

Martina Bažon

THE EFFECTS OF METACOGNITIVE
PROMPTS IN LEARNING ON SELF-
REGULATED ACTIVITIES, COGNITIVE
LOAD AND PERFORMANCE

DOCTORAL THESIS

Rijeka, 2025.

Mentorica doktorskog rada: dr. sc. Svjetlana Kolić-Vehovec, red. prof. u miru

Komentorica doktorskog rada: izv. prof. dr. sc. Rosanda Pahljina-Reinić

Doktorski rad obranjen je dana 31. ožujka 2026. godine u 13.00 sati na Filozofskom fakultetu u Rijeci, pred Povjerenstvom za obranu doktorskog rada u sastavu:

1. izv. prof. dr. sc. Barbara Rončević Zubković (Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet), predsjednica
2. prof. dr. sc. Igor Bajšanski (Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet), član
3. prof. dr. sc. Izabela Sorić (Sveučilište u Zadru, Odjel za psihologiju), članica

ZAHVALE

Zahvaljujem se mentoricama, prof. dr. sc. Svjetlani Kolić-Vehovec i izv. prof. dr. sc. Rosandi Pahljina-Reinić, primarno na pruženoj podršci i dijeljenju svojih znanja i iskustava kroz cijeli period pripreme doktorske disertacije. Hvala vam objema na svim konstruktivnim povratnim informacijama, riječima podrške i iskazanim visokim očekivanjima zbog kojih sam testirala svoje granice i izvan onoga što sam ranije mogla i zamisliti da bi mi bilo izvedivo u ovom periodu života. Hvala vam još jednom na ukazanom povjerenju, pristupačnosti, razumijevanju i svim riječima ohrabrenja upravo onda kada mi je bilo najpotrebnije.

Ujedno se zahvaljujem i članovima Povjerenstva, izv. prof. dr. sc. Barbari Rončević Zubković, prof. dr. sc. Igoru Bajšanski i prof. dr. sc. Izabeli Sorić, koji su svojim konstruktivnim prijedlozima značajno doprinijeli kvaliteti ove disertacije.

Hvala obitelji na razumijevanju, podršci i pruženoj (nadasve logističkoj) pomoći koja mi je trebala.

I najviše hvala mojoj prekrasnoj djevojčici Gei na iskazanom strpljenju, razumijevanju i svim zagrljajima i poljupcima koji su mi bili i ostali „gorivo“ za dalje.

Hvala ti, Gege!

SAŽETAK

U posljednjih nekoliko godina razmatra se priroda odnosa samoregulacije i kognitivnog opterećenja kao važnih komponenti učinkovitog učenja i poučavanja. U tom je kontekstu predložen Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) koji nastoji objasniti taj odnos uključujući i aspekte koji proizlaze iz percipiranih zahtjeva zadatka i osobnih resursa za učenje kod učenika. S obzirom da spomenuti model pretpostavlja da se odnosi među opisanim komponentama mogu razlikovati ovisno o različitim vanjskim intervencijama, glavni je cilj ovog istraživanja ispitati učinke primjene metakognitivnih poticaja tijekom zadatka čitanja teksta s razumijevanjem na samoregulacijske aktivnosti, kognitivno opterećenje i izvedbu, uz kontrolu osobnih resursa za učenje koji se odnose na predznanje učenika i procijenjenu razinu metakognitivne regulacije u procesima upravljanja informacijama, nadgledanja i regulacije tijekom učenja. Testirani su i moderirani medijacijski modeli kako bi se istražila medijacijska uloga samoregulacijskih aktivnosti u odnosu metakognitivnih poticaja i izvedbe te potencijalni moderacijski učinci različitih vrsta i razina kognitivnog opterećenja te interesa za sadržaj učenja na ove odnose.

Eksperimentalno istraživanje provedeno je na uzorku od 70 studenata prijediplomskog studija Psihologije čiji je zadatak bio učenje teksta s ciljem kasnije provjere razumijevanja naučenog, uz primjenu metode glasnog mišljenja. Sudionici su bili raspoređeni u dva uvjeta učenja koji su se razlikovali s obzirom na to jesu li im, tijekom zadatka, bili prezentirani metakognitivni poticaji ili ne. Njihove su izjave tijekom učenja bile snimane video kamerom radi kasnije transkripcije i kodiranja u svrhu otkrivanja obrazaca samoregulacijskih aktivnosti u pozadini procesa učenja kroz metodu rudarenja procesa. Kognitivno opterećenje mjereno je putem objektivnih i subjektivnih mjera. Objektivna mjera ukupnog kognitivnog opterećenja odnosila se na snimanje pokreta očiju (proširenje zjenica) sudionika tijekom učenja, dok se subjektivna mjera temeljila na retrospektivnim procjenama sudionika o doživljenom naporu za ovladavanje sadržajem tijekom čitanja teksta te o procjeni uloženog napora u učenje. Neposredno nakon učenja, sudionici su procjenjivali i razinu interesa za sadržaj odgovarajući na pitanja o njegovoj zanimljivosti, korisnosti i važnosti. Ishodi učenja mjereni su kroz dvije provjere znanja, neposredno nakon učenja i s odgodom, te iskazani kroz rezultate ostvarene na nizu zadataka koje ispituju dvije razine kognitivnih ishoda: dosjećanje i razumijevanje te primjenu. U obje situacije izvedbe, sudionici su procjenjivali razinu sigurnosti u točnost vlastitih odgovora iskazanu kroz postotke.

Mann-Whitney U testovima utvrđeno je da su sudionici eksperimentalne skupine (ES) producirali značajno više verbalizacija vezanih za dubinsko procesiranje, nadgledanje i evaluaciju od sudionika kontrolne skupine (KS). Rudarenjem procesa generirani su procesni modeli samoregulacijskih aktivnosti za svaku skupinu, pri čemu su oba modela ukazala na visoku učestalost nadgledanja i dubinskog procesiranja, s time da su se načini na koji su ostvarene veze među metakognitivnim i kognitivnim aktivnostima razlikovale ukazujući na razlike u pristupu učenja s poticajima. Nadalje, rezultati t-testova za nezavisne uzorke nisu ukazali na grupne razlike u objektivnim mjerama ukupnog kognitivnog opterećenja i subjektivnim procjenama opterećenja, a jednosmjernim ANCOVA-ama nisu uočene značajne razlike između skupina u uspješnosti na neposrednoj i odgođenoj provjeri znanja na različitim razinama ishoda. U indeksima pristranosti grupne razlike uočene su samo na razini primjene u odgođenom mjerenju prilikom čega se pokazalo da su sudionici koji su izvodili zadatak uz

poticaje bili značajno precizniji u svojim procjenama sigurnosti u točnost odgovora nego što je to bilo kod sudionika u skupini bez poticaja na istoj razini ishoda učenja.

Serijske medijacijskih analiza i moderiranih medijacijskih analiza neizravnih učinaka pokazala je da metakognitivni poticaji utječu na izvedbu ponajprije putem specifičnih samoregulacijskih aktivnosti dubinskog procesiranja, nadgledanja i evaluacije, a njihov učinak nelinearno ovisi o vrsti izvedbe, razini ishoda učenja, subjektivno doživljenom kognitivnom opterećenju, uloženom naporu i razini interesa za sadržaj. Ukupno kognitivno opterećenje u cjelini rijetko je moderiralo neizravne učinke, dok je interes za sadržaj pokazao selektivnu moderacijsku ulogu u odnosu na posredujući učinak dubinskog procesiranja. Naime, dubinsko procesiranje bilo je glavni mehanizam poboljšanja odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, ali samo kod učenika niske do prosječne razine interesa. Kod visoko zainteresiranih učenika učinak dubinskog procesiranja slabi, što sugerira da oni već spontano koriste učinkovite strategije bez potrebe za dodatnim poticajima. Nadalje, pokazalo se kako pretraživanje informacija posreduje učinak metakognitivnih poticaja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja samo kada je ukupno kognitivno opterećenje nisko, odnosno kada su kapaciteti radnog pamćenja kod sudionika dovoljni za učinkovitu integraciju informacija. S druge strane, visoko ukupno opterećenje i visoke razine subjektivne procjene doživljenog napora narušavaju korisnost ove strategije. Nadgledanje se pokazalo korisnim za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja kod sudionika koji su doživjeli nizak mentalni napor. Može se pretpostaviti da manji subjektivni uloženi napor reflektira sustavnu i integriranu primjenu nadgledanja što dovodi do uspješnijeg dugoročnog usvajanja informacija za razliku od učenja u kojem je primjena nadgledanja reaktivna i fragmentirana čime se potencijalno povećava percepcija uloženog napora te se navedeno učinak na usvajanje informacije gubi. Evaluacija je, s druge strane, pokazala složene kondicionalne neizravne učinke. Kod neposredne izvedbe na razini primjene evaluacija posreduje učinak samo kada sudionici zadatak doživljavaju blago do umjereno zahtjevnim. Kod odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, evaluacija posreduje učinak samo kada je zadatak procijenjen kao zahtjevniji, što sugerira da evaluacija potiče dublju obradu i konsolidaciju informacija upravo u uvjetima pojačanih kognitivnih zahtjeva. Odsustvo učinka na ostale razine izvedbe upućuje na to da evaluacija nije jednako funkcionalna za sve vrste ishoda učenja. Na kraju, motivacija se nije pokazala funkcionalnim mehanizmom u odnosu između uvjeta učenja i izvedbe, što upućuje na to da metakognitivni poticaji u ovom istraživanju djeluju prvenstveno preko kognitivnih i metakognitivnih strategija, a ne preko motivacijskih procesa.

Navedeni su rezultati razmatrani u okviru aktualnih znanstvenih spoznaja o primjeni metakognitivnih poticaja u učenju i otkrivanju mehanizama njihovog djelovanja, uz preporuke za što učinkovitije dizajniranje poučavanja koje uključuje njihovu primjenu.

Ključne riječi: *samoregulacija, kognitivno opterećenje, metakognitivni poticaji, strategije učenja, procjene znanja*

SUMMARY

In recent years, increasing attention has been given to the nature of the relationship between self-regulation and cognitive load as key component of effective learning and teaching. In this context, the Integrated model of self-regulation and cognitive load (Seufert, 2018) has been proposed to explain this relationship by including aspects arising from perceived task demands and learners' personal learning resources. Given that the model assumes that the relationship among its components may vary depending on different external interventions, the main aim of the present study was to examine the effects of applying metacognitive prompts during a reading-for-comprehension task on self-regulatory activities, cognitive load, and performance, while controlling for personal learning resources related to students' prior knowledge and their perceived level of metacognitive regulation in process of information management, monitoring, and regulation during learning. Moderated mediation models were also tested in order to examine the mediating role of self-regulatory activities in the relationship between metacognitive prompts and performance, as well as the potential moderating effects of different types and levels of cognitive load and interest in the learning content on these relationships.

The experimental study was conducted on a sample of 70 undergraduate psychology students whose task was to learn a text with the aim of later assessing their comprehension, using the think-aloud method. Participants were assigned to two learning conditions that differed with regard to whether metacognitive prompts were provided during the task (experimental group; EG) or not (control group; CG). Their verbalizations during learning were video-recorded for subsequent transcription and coding in order to identify self-regulatory activities underlying the learning process through the method of process mining. Cognitive load was measured using both objective and subjective measures. The objective measure of overall cognitive load involved recording participants' eye movements (pupil dilation) during learning, whereas subjective measure was based on participants' retrospective ratings of the experienced effort required to master the content while reading the text and on their assessment of the effort invested in learning. Immediately after learning, participants also rated their level of interest in the content by responding to questions about its interestingness, usefulness, and importance. Learning outcomes were assessed through two knowledge tests - immediately after learning and with a delay of seven days - and were expressed through scores on a series of tasks assessing two levels of cognitive learning outcomes: remembering and understanding, and applying. In both performance situations, participants rated their confidence in the accuracy of each response they provided (on percentage terms), allowing for the assessment of metacognitive accuracy.

Mann-Whitney U tests revealed that participants in the EG produced significantly more verbalizations related to deep processing, monitoring, and evaluation than participants in the CG. Process mining generated process models of self-regulatory activity sequences for each group; both models indicated a high frequency of monitoring and deep processing, while the ways in which connections between metacognitive and cognitive activities were established differed, pointing to differences in learning approaches associated with the presence of metacognitive prompts during learning. Furthermore, the results of the independent-samples t-tests did not indicate group differences in objective measures of overall cognitive load or subjective cognitive load ratings, and one-way ANCOVAs revealed no significant differences between groups in performance on immediate or delayed knowledge tests at different outcome levels. With regard to bias indices, group differences were observed only at the level of applying in delayed measurement, where participants who performed the task with prompts were significantly more accurate in their confidence judgments than those in the CG.

Series of mediation and moderated mediation analyses of indirect effects showed that metacognitive prompts influence performance primarily through specific self-regulatory activities of deep processing, monitoring, and evaluation, and that these effects depend non-linearly on the type of performance, the level of learning outcomes, subjective experienced cognitive load and the level of interest during task completion. Overall cognitive load rarely moderated indirect effects, whereas interest in the content demonstrated a selective moderating role with respect to the mediating effect of deep processing. Specifically, deep processing was the main mechanism for improving delayed performance at the level of recall and understanding, but only among students with low to average levels of interest. Among highly interested learners, the effect of deep processing weakened, suggesting that they already spontaneously employ effective strategies without the need for additional prompts. Furthermore, information search mediated the effect of metacognitive prompts on delayed performance on the level of recall and understanding only when overall cognitive load was low, that is, when participants' working-memory capacities were sufficient for effective integration of information. In contrast, high overall load and high levels of experienced effort undermined the usefulness of this strategy. Monitoring proved beneficial for delayed performance at the level of recall and understanding among participants who experienced low mental effort. It can be assumed that systematic and integrated use of monitoring – accompanied by lower subjective invested effort – leads to more successful long-term acquisition of information, in contrast to reactive and fragmented use, which potentially increases the perception of invested effort. Evaluation, on the other hand, demonstrated complex conditional indirect effects. For immediate performance at the level of applying, evaluation mediated the effect of prompts only when participants perceived the task as mildly to moderately demanding. For delayed performance at the level of recall and understanding, evaluation mediated the effect only when the task was assessed as more demanding, suggesting that evaluation fosters deeper processing and consolidation of information precisely under conditions of increased cognitive demands. The absence of effects on other outcome levels indicates that evaluation is not equally functional for all types of learning outcomes. Finally, motivation did not emerge as a functional mechanism in the relationship between learning condition and performance, indicating that metacognitive prompts in this study operated primarily through cognitive and metacognitive strategies rather than through motivational processes.

The obtained results were discussed within the framework of current scientific knowledge on the use of metacognitive prompts in learning and on uncovering the mechanisms of their effectiveness, together with recommendations for the most effective design of instruction that incorporates their application.

Key words: *selfregulation, cognitive load, metacognitive prompts, learning strategies, judgments of learning*

SADRŽAJ

UVOD.....	12
1. Općenito o samoregulaciji učenja.....	12
1.1. <i>Modeli samoregulacije učenja</i>	13
1.2. <i>Metakognitivna komponenta samoregulacije učenja</i>	19
1.3. <i>Dinamička i ciklička priroda samoregulacije učenja</i>	21
2. Kognitivno opterećenje tijekom učenja.....	34
2.1. <i>Mjerenje kognitivnog opterećenja</i>	36
2.2. <i>Dinamika kognitivnog opterećenja tijekom procesa učenja</i>	39
3. Odnos samoregulacije i kognitivnog opterećenja	40
4. Primjena metakognitivnih poticaja u učenju	47
CILJEVI ISTRAŽIVANJA, PROBLEMI I HIPOTEZE.....	50
METODA	54
Uzorak	54
Postupak	54
Mjerni instrumenti	60
<i>Interes za temu teksta prije i nakon učenja</i>	60
<i>Regulacija kognicije</i>	60
<i>Prethodno iskustvo u primjeni strategija učenja (čitanja ili ponavljanja) na glas</i>	61
<i>Prethodno znanje o temi</i>	62
<i>Postignuće sudionika na zadacima različitih razina ishoda učenja</i>	63
<i>Vrijeme rješavanja niza zadataka kod neposredne i odgođene provjere znanja</i>	65
<i>Indeks pristranosti (engl. bias index) odgovora kod odgođene i neposredne provjere znanja</i>	65
<i>Vrijeme čitanja teksta</i>	65
<i>Zahtjevnost pročitaneog teksta</i>	66
<i>Procjena uživanja tijekom čitanja teksta</i>	66
<i>Dilatacija (proširenje) zjenice</i>	66
<i>Mentalno opterećenje i mentalni napor vezan uz izvedbu zadatka</i>	68
<i>Kodiranje procesnih podataka prikupljenih putem metode glasnog mišljenja i primjena Heuristic Minera za provedbu metode rudarenja procesa</i>	69
REZULTATI	75
1. Mjere povezanosti među istraživanim varijablama	75
2. Preliminarne analize specifičnih obilježja uzorka	78
3. Analiza i usporedba kategorija samoregulacijskih aktivnosti	81

4. Procesni modeli uz primjenu Heuristic Miner algoritma	81
5. Kognitivno opterećenje	85
6. Postignuće sudionika i indeksi pristranosti	85
7. Medijacijske analize između uvjeta učenja i izvedbe uz posredstvo samoregulacijskih aktivnosti.....	90
7.1. Kategorija kognitivnih aktivnosti.....	91
7.2. Kategorija metakognitivnih aktivnosti	95
7.3. Motivacijske samoregulacijske aktivnosti	103
8. Moderatorski učinci različitih vrsta i razina kognitivnog opterećenja i razina interesa za sadržaj nakon učenja na neizravni odnos uvjeta učenja i izvedbe preko samoregulacijskih aktivnosti.....	103
8.1. Kategorija kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti.....	105
8.2. Kategorija metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti	1123
8.4. Kategorija samoregulacijske aktivnosti Motivacija	1267
RASPRAVA.....	13031
Metodološka ograničenja i smjernice za buduća istraživanja.....	1456
ZAKLJUČAK.....	14850
LITERATURA	15052

UVOD

1. Općenito o samoregulaciji učenja

Učenje se, u današnjim okolnostima, odvija u izrazito kompleksnim okruženjima koja su često računalno podržana i uključuju brojne i raznovrsne izvore informacija kojima treba učinkovito pristupiti i koristiti ih. Za razliku od tradicionalnog učenja u učionici, u računalnim okruženjima zadaci, alati i podrška često su dio unaprijed programiranih sustava za učenje (npr. Azevedo i sur., 2010; Kinnebrew i sur., 2014; Molenaar i sur., 2011; Poitras i sur., 2021), a pojedinci samostalno upravljaju okruženjem za učenje i donose odluke o tome kako će se njihovo učenje odvijati i kako će izvršavati zadatke. Stoga je za učinkovito učenje u takvim uvjetima ključna vještina samoregulacije učenja (u daljnjem tekstu SRU) koja uključuje sposobnost nadgledanja i prilagodbe vlastitog učenja.

SRU se općenito odnosi na proces u kojem pojedinci aktivno donose odluke o metakognitivnim i kognitivnim strategijama koje koriste kako bi pratili i kontrolirali svoje učenje s ciljem postizanja željenih ciljeva. No, rezultati novijih istraživanja procesa i načina učenja u današnjim okruženjima za učenje ukazuju na to da pojedinci nerijetko imaju poteškoće u spontanom provođenju tih regulatornih aktivnosti (Azevedo i Feyzi-Behnagh, 2011; Poitras i sur., 2021; Wong i sur., 2019; Zheng, 2016) uslijed čega im je potrebna dodatna podrška. Stoga je jedan od ključnih ciljeva u današnjem formalnom, ali i neformalnom obrazovanju osposobiti pojedince da se nauče samoregulirati odnosno da uče na proaktivan način kroz iniciranje samoregulacijskih procesa. Proaktivnost u učenju manifestira se kroz analizu zadatka i strateško planiranje vlastitog procesa učenja, uspješnost u kontroli i evaluaciji procesa učenja te kroz aktivnu regulaciju učenja putem prilagodbe zadatka, ciljeva ili metoda kako bi pojedinac ostvario očekivanu razinu izvedbe. S druge strane, reaktivno učenje ne uključuje automatsko aktiviranje procesa SRU već se oni odvijaju tek onda kada pojedinac dobije jasne upute ili naredbe (Park i sur., 2020).

SRU predstavlja multidimenzionalni konstrukt koji obuhvaća kognitivne, metakognitivne, motivacijske i emocionalne procese koji omogućuju pojedincima aktivno upravljanje vlastitim učenjem (Panadero, 2017; Zimmerman, 2000). Također, u literaturi se često opisuje kao sposobnost autonomnog planiranja, nadgledanja i evaluacije učenja te prilagodbe strategija s ciljem postizanja optimalnih rezultata učenja (Pintrich, 2000; Winne i Hadwin, 1998). Naime, većina teorijskih modela SRU pretpostavlja da se tijekom tog procesa odvijaju različite faze koje uključuju neke specifične subprocese (Panadero, 2017; Zimmerman, 2000), kao što su postavljanje ciljeva (Wolters, 2011), planiranje (Zimmerman, 2000), samomotivacija (Wolters, 2011; Zimmerman, 2000), kontrola pažnje, fleksibilna primjena strategija učenja (Winne i Nesbit, 2009) ili samonadgledanje (Butler i Winne, 1995). Kako bi samoregulacija bila optimalna, potrebno je osigurati uspješno odvijanje tih različitih samoregulacijskih subprocesa, a što se može postići kroz učinkovitu upotrebu metakognitivnih i kognitivnih strategija učenja. Navedeno se može primijeniti i na *online* okruženje učenja pri čemu se posebno naglašavaju procesi u kojima studenti aktivno postavljaju ciljeve učenja te nadziru, reguliraju i kontroliraju

svoje kognitivne procese, motivaciju i ponašanje kako bi te ciljeve uspješno realizirali (Barnard i sur., 2008; Boekaerts i sur., 2000; Winne, 2001; Zimmerman, 2000).

Široko je teoretizirano i empirijski potvrđeno da je SRU, osobito aspekt metakognitivnih aktivnosti, povezan s poželjnijim ishodom učenja, osobito s rezultatima izvedbe na razini ishoda primjene (Bannert i Mengelkamp, 2013; Bannert i sur., 2014; Müller i Seufert, 2018; Panadero, 2017; Schunk i Greene, 2017; Sonnenberg i Bannert, 2015). Međutim, kao što je ranije navedeno, SRU obuhvaća složene i dinamičke aktivnosti i procese koje pojedinci prilagođavaju kako bi regulirali svoje učenje te ih je stoga potrebno dodatno istražiti kako bi se osigurala bolja podrška učenju (Azevedo i sur., 2010; Winne, 2010). Zbog toga se istraživanja, osim na ishode učenja, sve više usmjeravaju na razumijevanje procesa u podlozi SRU, vodeći računa o kontekstu (Winne, 2010), kao i o strategijama i aktivnostima učenja koje pojedinci koriste u različitim fazama SRU, a koje pridonose postignuću u učenju (Broadbent i Poon, 2015).

1.1. Modeli samoregulacije učenja

Samoregulirano učenje danas se izučava kao dinamički i ciklički proces u kojem učenici prate i kontroliraju svoje motivacijske, ponašajne, emocionalne, kognitivne i metakognitivne aktivnosti kako bi postigli unaprijed planirane ciljeve učenja (Boekaerts i sur., 2000; Winne, 2001; Winne i Hadwin, 1998; Zimmerman, 2000). Istraživači su predložili nekoliko modela SRU (Boekaerts i sur., 2000; Efklides, 2011; Hadwin i sur., 2011; Panadero, 2017; Pintrich, 2000; Winne i Hadwin, 1998; Zimmerman, 2000) koji nastoje opisati procese koji su u podlozi tog procesa. U nastavku će, radi boljeg razumijevanja pojma SRU, neki od modela biti ukratko objašnjeni.

Temelj za razumijevanje SRU postavio je Bandura (1986) u svojoj Socijalno - kognitivnoj teoriji, koja ističe važnost recipročnog determinizma između osobnih faktora, ponašanja i okoline. Samoregulaciju je tada konceptualizirao kao proces koji uključuje tri ključne komponente: samoopažanje, samovrednovanje i prema sebi usmjerene reakcije. Samoopažanje uključuje svjesno nadgledanje vlastitih kognitivnih, afektivnih i ponašajnih obrazaca tijekom učenja, dok se samovrednovanje odnosi na usporedbu vlastitog ponašanja s vanjskim ili unutarnjim standardima ovisnim o osobnim kriterijima, uvjerenjima o uspjehu i prethodnim iskustvima. Usporedba s kriterijima ima snažan utjecaj na motivaciju i emocionalne reakcije. Sebi usmjerene reakcije uključuju emocionalne i motivacijske posljedice koje proizlaze iz samovrednovanja pa tako realizacija ciljeva obično rezultira samonagrađivanjem i povećanom motivacijom, dok neuspjeh može dovesti do negativnih emocija, ali i do aktivacije obrazaca misli i ponašanja koji su u funkciji ispravljanja pogreške. U kontekstu učenja, to znači da pojedinci trebaju biti sposobni nadgledati vlastito učenje, procijeniti ga u odnosu na kriterije i reagirati određenim korektivnim mjerama (Bandura, 1991). Ključan koncept u okviru ove teorije je samoučinkovitost odnosno uvjerenje pojedinca u vlastitu sposobnost da uspješno izvrši zadatak (Bandura, 1997). Samoučinkovitost se pokazala kao snažan prediktor učeničke izvedbe i angažmana djelujući kao središnji regulator kognitivnih, afektivnih i motivacijskih procesa. Naime, istraživanja su pokazala da učenici s visokom samoučinkovitošću ulažu više napora, pokazuju veću ustrajnost u suočavanju s izazovima te koriste učinkovitije strategije samoregulacije (Schunk i Pajares, 2002). Također, Schunk i Zimmerman (2007) potvrdili su

učinkovitost intervencija koje ciljano razvijaju samoučinkovitost (npr. postavljanje dostižnih ciljeva, pružanje povratne informacije, modeliranje i sl.) u poticanju samoregulacijskog ponašanja.

Bandurina teorija poslužila je kao temelj za razvoj Modela cikličkih faza (Zimmerman, 2000, 2002; Zimmerman i Moylan, 2009) u kojem su komponente SRU operacionalizirane u obrazovnom kontekstu. Naime, Zimmerman i Moylan (2009) su, u svom modelu, navedene komponente opisali kroz tri faze učenja koje se ciklički odvijaju kroz vrijeme, a to su faza promišljanja (prije učenja), faza izvođenja (za vrijeme učenja) i faza samorefleksije (nakon učenja). Navedene faze ne odvijaju se strogo linearnim redoslijedom već su međusobno povezane i mogu se višekratno ponavljati. U fazi promišljanja učenici analiziraju zadatak postavljajući specifične ciljeve i planirajući koje će strategije koristiti te aktiviraju motivacijska uvjerenja (npr. samoučinkovitost, očekivanje ishoda, intrinzični interes/vrijednost, ciljna orijentacija) koja su "pokretači" daljnjih aktivnosti. Naime, njihova je medijacijska uloga u odnosu proaktivnog učenja i učinkovite izvedbe potvrđena u nizu istraživanja (npr. Schunk i Swartz, 1993; Zimmerman i Schunk, 2004, 2008). Utvrđeno je da su učenici koji vjeruju da mogu uspješno izvršiti zadatak i percipiraju zadatak kao važan spremniji uložiti trud i odabrati strategije koje podržavaju dubinski pristup učenju (Zimmerman i Schunk, 2011). Osim toga, oni postavljaju i više ciljeve (Zimmerman i Bandura, 1994) te se više identificiraju s njima što, tijekom kasnije faze izvedbe, dovodi do više razine angažmana (Locke i Latham, 2002). Naime, u fazi izvedbe, učenici provode svoje planove primjenjujući strategije (npr. vizualizacija, upravljanje vremenom, strukturiranje okoline, traženje pomoći, poticanje interesa), nadgledaju svoj napredak u odnosu na definirani cilj (metakognitivno praćenje i bilježenje) te koriste voljne strategije za održavanje pažnje i motivacije (npr. samopućivanje, samopotkrepljivanje). U fazi samorefleksije, nakon izvođenja zadatka, procjenjuju svoj učinak, osvrću se na cijeli proces učenja te uzročno pripisuju uspjeh ili neuspjeh, što generira prema sebi usmjerene emocije (npr. ponos, krivnja, zadovoljstvo...) te adaptivne (npr. redefiniranje ciljeva, prilagođavanja strategija...) ili obrambene reakcije (npr. samohendikepiranje, odlaganje obaveza...) koje utječu na sljedeći ciklus kroz buduća uvjerenja o vlastitim sposobnostima i spremnosti za daljnji angažman (Bandura, 1997; Schunk i Pajares, 2002; Schunk i Zimmerman, 2007; Zimmerman, 2000). Uvažavajući pretpostavke ovog modela, razvidno je da motivacija nije samo preduvjet već i posljedica procesa samoregulacije koja se razvija u interakciji s njom.

Za razliku od ovog modela, Pintrichov četverofazni model SRU (2000) uključuje četiri samoregulacijske faze koje se također ciklički izmjenjuju unutar četiri međusobno povezane domene regulacije, a to su kognitivni procesi (pažnja, pamćenje, kognitivni i metakognitivni procesi), motivacija i afekt (motivacijska uvjerenja i emocionalna stanja), ponašanje (uz upravljanje vremenom i naporom) i kontekst (fizičko okruženje, socijalni odnosi, dostupnost resursa). Prva faza, faza promišljanja, planiranja i aktivacije, s aspekta kognitivnih procesa, uključuje aktiviranje prethodnog i metakognitivnog znanja, postavljanje ciljeva i planiranje strategija. Motivacijska domena uključuje ciljnu orijentaciju, samoučinkovitost, procjenu težine i vrijednost zadataka te interes, dok se ponašajna domena temelji na planiranju vremena i napora te planiranju samoopažanja ponašanja. Posljednja, kontekstualna domena, uključuje percepciju zadatka i konteksta učenja. Faza nadgledanja, s kognitivnog aspekta, temelji se na metakognitivnoj svjesnosti odnosno opažanju i praćenju vlastitih procesa učenja, uključujući svjesnost o napretku, poteškoće u primjeni strategije i njihovu učinkovitost. Motivacijska

domena temelji se na praćenju samoučinkovitosti, vrijednosti, atribucija, interesa i doživljenih emocionalnih reakcija, dok se ponašajna domena odnosi na praćenje vremena i napora te usklađenosti s planom. Kontekstualna domena, slično kao i prethodne, usmjerena je na praćenje promjena u kontekstu. U fazi kontrole, u okviru kognitivne, ponašajne i kontekstualne domene, pojedinac odabire i prilagođava svoje kognitivne strategije (npr. redefiniranje ciljeva) te kontrolira kontekst učenja (npr. odabir mjesta učenja) i ponašanja (npr. traženje pomoći, ulaganje napora) na temelju informacija koje je stekao tijekom nadgledanja. Motivacijska domena u ovoj fazi odnosi se na svjesnu regulaciju motivacije i primjenu strategija za regulaciju i suočavanje s (negativnim) emocijama. Posljednja faza, reakcija i refleksija, u području kognitivne domene, odnosi se na vrednovanje ishoda učenja kroz atribuiranje uspjeha ili neuspjeha, a što dovodi do specifičnih reakcija u domeni motivacije i afekta te potencijalne potrebe za prilagodbom motivacijskih uvjerenja. Ponašajno i kontekstualno se to manifestira kroz pojačavanje, reduciranje ili prilagodbu ponašanja, kao i kroz prilagodbu očekivanja u odnosu na kontekst učenja. Budući da ovaj model pruža detaljan prikaz faza SRU kroz različita područja regulacije često služi kao temelj za istraživanja samoreguliranog učenja i u *online* okruženjima (Çebi i Güyer, 2020).

COPES model (Winne i Hadwin, 1998) jedan je od detaljnijih i teorijski sofisticiranijih prikaza SRU koji stavlja naglasak na metakognitivne procese i dinamičku te cikličku prirodu samoregulacije. Temelji se na kognitivno - informacijskom okviru obrade informacija te prikazuje samoregulaciju kao dinamički, kontekstualno osjetljiv i višefazni proces u kojem učenici kontinuirano prilagođavaju svoje ciljeve, strategije i ponašanja u odnosu na zahtjeve zadatka i promjenjive uvjete učenja. Model se sastoji od četiri faze koje su povezane unutarnjim mehanizmima povratne sprege (engl. *loops*): definicija zadatka (analiza zadatka, identifikacija dostupnih resursa i formiranje početnog razumijevanja zahtjeva zadatka i ciljeva učenja), postavljanje ciljeva i planiranje (definiranje specifičnih ciljeva, planiranje strategija za njihovu realizaciju i anticipiranje mogućih poteškoća), primjena strategija i nadgledanje (implementacija strategija, kontinuirano nadgledanje i voljna kontrola) te metakognitivna prilagodba i refleksija (procjena rezultata učenja, redefiniranje ciljeva ili strategija za buduće zadatke ili za nastavak trenutnog načina učenja). Posljednja faza generira povratnu informaciju za sljedeći samoregulacijski ciklus. Akronim COPES u nazivu modela predstavlja temeljni okvir za samoregulacijske procese na mikro-razini koji uključuje uvjete (engl. *conditions*), operacije (engl. *operations*), produkte (engl. *products*), evaluacije (engl. *evaluations*) i standarde (engl. *standards*). Uvjeti se odnose na unutarnje (npr. prethodno znanje, motivacija, emocije, interes...) i vanjske okolnosti koje potiču interpretaciju zadatka, dok se operacije odnose na kognitivne i metakognitivne aktivnosti koje učenik koristi za obradu informacija (npr. ponavljanje, elaboracija, nadgledanje...). Produkti su rezultati izvedbe određenih operacija (aktivnosti) koji se mogu pohraniti i koristiti kao podloga za daljnju obradu informacija (npr. bilješke, mentalni modeli, procjene učenja, uvjerenja o samoučinkovitosti...), dok se putem evaluacija postiže usporedba produkata i definiranih standarda (npr. *Je li ovaj sažetak zadovoljava sve kriterije ocjenjivanja?*) koja informira pojedinca o njegovoj uspješnosti. Standardi se odnose na kriterije koje učenik koristi za procjenu produkata (npr. ciljevi, ocjena, standardi kvalitete...). Upravo je faza evaluacije, koja se temelji na usporedbi krajnjih produkata učenja s definiranim standardima i daje informaciju o uspješnosti pojedinca, važna za donošenje odluka o potrebi za prilagodbom strategija kroz ponovno analiziranje

uvjeta. Na taj se način stvara povratna sprega koja omogućuje fleksibilno prilagođavanje pristupa učenju u stvarnom vremenu kroz vraćanje na prethodne faze.

Još jedan model SRU koji se temelji na kodiranju informacija je i Model dvostrukog procesiranja (Boekaerts, 2011) koji, za razliku od prethodno navedenih modela, stavlja veći naglasak na dinamiku motivacije i konflikt ciljeva navodeći da učenici istovremeno teže dvama temeljnim ciljevima, ciljevima učenja i ciljevima zaštite dobrobiti. Ovaj model objašnjava kako učenici donose odluke na temelju dva paralelna i međusobno povezana regulatorna sustava, a to su sustav regulacije učenja i sustav regulacije dobrobiti. Sustav regulacije učenja usmjeren je na postizanje ciljeva učenja i stjecanje znanja i vještina kroz kognitivnu regulaciju, dok se sustav regulacije dobrobiti odnosi na motivacijsku i emocionalnu regulaciju s ciljem održavanja samopoštovanja, izbjegavanja neuspjeha i upravljanja negativnim emocijama. Ono što određuje koji će sustav biti aktivan je pojedinačna procjena situacije koja se može odvijati na svjesnoj ili nesvjesnoj razini. Boekaerts (2011) razlikuje tri vrste procjene koje se mogu javiti u situacijama učenja, a to su procjena zadatka (zahtjevnost, novost i relevantnost zadatka), procjena resursa (percepcija vlastitih kognitivnih, motivacijskih i emocionalnih resursa za uspješno izvršavanje zadatka) te procjena ishoda (percepcija vjerojatnosti (ne)uspjeha i posljedica). Procjena ishoda je filter koji prevodi kognitivnu procjenu zahtjeva i resursa u motivacijsku odluku definiranu posljedicama odabira svakoga puta. Odabir "puta učenja" obično je vezan uz procjenu vjerojatnosti uspjeha i vrijednosti tog uspjeha, dok je odabir "puta dobrobiti" vezan uz zaštitu od neuspjeha i negativnih emocija kada se procjenjuje vjerojatnost neuspjeha i njegove moguće negativne posljedice. Primjerice, kada učenik procijeni da su zahtjevi zadatka visoki, a resursi niski, može razmišljati o ishodu na način da se fokusira na "put učenja" („*Ako uložim napor i ne uspijem, to će značiti da sam nesposoban.*“) ili na "put dobrobiti" („*Ako ne uložim napor, a ne uspijem, mogu reći da je to zbog nedostatka vremena/resursa, a ne zbog moje nesposobnosti.*“). U tim situacijama, ako učenik procijeni da su zahtjevi i resursi usklađeni, vjerojatno je da će se aktivirati "put učenja", a ako procijeni da su zahtjevi zadatka visoki, a resursi niski, vjerojatnije je da će se aktivirati "put dobrobiti".

Od istaknutijih modela SRU važno je još spomenuti i Metakognitivni i afektivni model SRU (*MASRL*; Efklides, 2011) koji naglašava dinamičku interakciju između metakognicije, motivacije i afekta (emocija). U okviru modela razlikuju se dvije razine funkcioniranja u samoregulaciji koje su u međusobnoj interakciji, a to su razina osobe i razina zadatak x osoba. Razina osobe se odnosi na relativno stabilne karakteristike učenika, kao što su kognitivne sposobnosti ili kompetencije, opće metakognitivno znanje i vještine, samopoimanje, opća motivacijska uvjerenja (vjerovanja o očekivanju - vrijednosti) i ciljne orijentacije, stavovi i emocije u odnosu na učenje, lokus kontrole i sl., koje utječu na SRU kroz *top-down* procese (odozgo prema dolje), dok se razina zadatak x osoba odnosi na specifične samoregulatorske događaje tijekom izvođenja zadatka koji podrazumijevaju određena metakognitivna iskustva. Efklides (2011) ključnim pokretačima samoregulacije smatra metakognitivna iskustva koja definira kao subjektivne osjećaje i procjene tijekom izvođenja zadatka koji služe kao indikatori i pokretači SRU kroz *bottom-up* (odozdo prema gore) procese. Primjerice, osjećaj lakoće/težine je metakognitivno iskustvo koje pokreće odluke o nastavku primjene strategija ili smanjenju napora, osjećaj poznatosti obično inicira strategije doziva informacija iz pamćenja, dok osjećaj zadovoljstva ili nezadovoljstva utječe na motivaciju i postavljanje ciljeva za sljedeći ciklus

učenja. Metakognitivna iskustva provlače se kroz tri pretpostavljene temporalne faze procesiranja zadatka, a to su reprezentacija zadatka (početak procesiranja), kognitivno procesiranje (procesiranje tijekom zadatka) i izvedba (procesiranje nakon zadatka). Pretpostavlja se da su nadgledanje i kontrolni procesi prisutni u sve tri faze, s time da se u fazi izvedbe oni odvijaju direktno kroz evaluaciju krajnjeg produkta, dok se u fazi reprezentacije zadatka i kognitivnog procesiranja odvijaju na nesvjesnoj razini ili imaju oblik unutarnjih subjektivnih iskustava, kao što su metakognitivna iskustva koja doprinose svjesnosti tih procesa (Efklides, 2008). U fazi reprezentacije zadatka koja je usmjerena na postavljanje cilja i planiranje razlikuju se dvije vrste procesa. Prva vrsta su automatski ili prenaučeni procesi, temeljeni na poznatosti, koji se odvijaju tečno, bez napora i većinom nesvjesno, dok je u svijesti prisutan samo njihov ishod. Afektivno stanje osobe je tada neutralno ili umjereno pozitivno (Carver i Scheier, 1998), bez svijesti o povećanoj fiziološkoj aktivnosti. To implicira da postoji automatska modulacija afekta i napora bez uporabe svjesnih kontrolnih procesa za njihovu regulaciju (Efklides, 2011). Druga vrsta procesa je analitička i aktivira se kognitivnim naporom uslijed novosti zadatka, njegove složenosti, povećanog kognitivnog opterećenja ili nedostatka informacija i/ili znanja (Alter i sur., 2007). U tom slučaju postoji nesklad između obilježja zadatka i prethodnog znanja osobe koji dovodi do potrebe za analitičkom i svjesnom obradom informacija u svrhu reprezentacije zadatka. Glavna metakognitivna iskustva koja se tada javljaju su osjećaj težine ili nerazumijevanja što signalizira potrebu za dubljom obradom i aktiviranjem metakognitivne kontrole (Efklides, 2002). Uz to, afektivno - motivacijska stanja kao što su interes, znatiželja ili anksioznost dodatno utječu na pažnju i usmjeravanje kognitivnih resursa (Efklides, 2011). U fazi kognitivnog procesiranja odvija se obrada informacija koja uključuje razumijevanje, integraciju znanja, zaključivanje i rješavanje problema. Ovdje metakognitivna iskustva imaju regulatornu funkciju na način da informiraju nadgledanje i kontrolu procesa učenja. U tim situacijama doživljeni osjećaj težine ili niske fluentnosti može potaknuti promjenu strategije, aktivno dozivanje informacija iz pamćenja u svrhu traženja relevantnih informacija (Nelson i Narens, 1994), kao i propitivanje (Veenman i Elshout, 1999). Samoregulacija se u ovoj fazi izmjenjuje na dva prethodno spomenuta načina procesiranja: odozgo prema dolje i odozdo prema dolje. Dok osobni ciljevi mogu usmjeravati obradu informaciju (odozgo prema dolje), trenutačna metakognitivna iskustva i afekt mogu preusmjeriti pažnju i kontrolu (odozdo prema gore). Samim time, procjene uloženog napora i vremena potrebnog za rješavanje zadatka temelje se upravo na osjećaju težine i brzini oporavka od uočenog nesklada (Efklides, 2002). Pozitivan afekt u toj situaciji olakšava integraciju informacija i povećava očekivanje uspjeha, dok negativan afekt, osobito anksioznost, može ometati radno pamćenje i kognitivnu učinkovitost (Eysenck i sur., 2007). Faza izvedbe odnosi se na konkretno izvršavanje zadatka i vrednovanje postignuća, s time da je ishod izvedbe povezan s prethodnim fazama odnosno s kvalitetom reprezentacije zadatka i kognitivnim procesiranjem. Uspješno razumijevanje sadržaja i koherentnost reprezentacije zadatka povezani su s pozitivnim afektom koji dodatno jača povezanost između očekivanja uspjeha, uloženog napora i izvedbe (Erez i Isen, 2002). Na taj se način zatvara pozitivna povratna petlja koja potiče daljnju samoregulaciju. Međutim, ako je negativan afekt preintenzivan, osoba može pokušati regulirati emocije strategijama poput relaksacije, ponovne procjene ili supresije izražavanja emocija (Dillon i sur., 2007), od kojih neke (npr. potiskivanje, izbjegavanje...) mogu imati i nepovoljne učinke na kasnije samoregulacijske cikluse.

Zaključno, iako ne postoji jedinstven okvir kojim bi se konceptualizirala SRU, na temelju postojećih modela možemo zaključiti da SRU obuhvaća međusobno povezane (meta)kognitivne, motivacijske, emocionalne, ponašajne i kontekstualne aspekte procesa učenja. Također, unatoč raznolikosti teorijskih pristupa, moguće je izdvojiti dvije zajedničke temeljne pretpostavke, a to je da se radi o dinamičkom procesu te da ciklusi nadgledanja i kontrole u njemu imaju središnju ulogu (Greene i Azevedo, 2007; Panadero, 2017; Puustinen i Pulkkinen, 2001). Dinamika procesa samoregulacije učenja temelji se na fazama ili subprocesima koji se razvijaju tijekom vremena na nelinearan i ciklički način (Azevedo i sur., 2022; Schneider i Shiffrin, 1977; Wang i sur., 2023). U kontekstu obrade informacija u svakoj od tih faza moguće je razlikovati tri osnovna elementa: ulazne informacije, kognitivne operacije i izlazne informacije (ulaz - obrada - izlaz). Naime, u svakoj fazi pojedinci dolaze u interakciju s različitim vrstama ulaznih informacija, procesiraju ih i generiraju odgovarajuće izlazne informacije. S obzirom da dinamička priroda naglašava vremensku zavisnost samoregulacijskih aktivnosti, informacijski procesi u prethodnim fazama procesa utječu na kasnije faze (Li i sur., 2020). Ulazne informacije u fazi promišljanja uključuju značajke zadatka (npr. vrsta zadatka i razina složenosti), samomotivacijska uvjerenja, prethodno znanje, okolinske mogućnosti i ograničenja te njihove interakcije (Boekaerts i sur., 2000; Efklides, 2011; Pintrich, 2000; Winne i Hadwin, 1998, 1998; Zimmerman, 2000). Kako bi obradili te informacije, pojedinci se uključuju u odgovarajuće kognitivne operacije (npr. pretraživanje, nadgledanje, ponavljanje i sl.) te posljedično, u slučaju razvijene samoregulacije, generiraju niz izlaznih informacija, kao što su definiranje zadatka, postavljanje ciljeva specifičnih za zadatak, planiranje strategija i ulaganja truda u ostvarivanje ciljeva učenja, motivaciju, ciljnu orijentaciju i slično. Te izlazne informacije zatim postaju ulaz za narednu fazu odnosno fazu izvedbe. U fazi izvedbe pažnja se usmjerava na zadatak te se primjenjuju odgovarajuće strategije učenja kako bi ga izvršili, istovremeno nadgledajući svoj napredak u zadatku i količinu uložene mentalnog napora za učenje. Izlazne informacije iz ove faze uključuju procjenu napretka u izvedbi zadatka i procjene mentalnog napora (npr. koliko je kognitivnih resursa uloženo u zadatak). U fazi samorefleksije učenici integriraju informacije iz prethodne dvije faze (procjena napretka, procjena mentalnog napora, ciljevi, planovi, standardi) te donose samoprocjene o svojoj izvedbi i formiraju odgovarajuće reakcije usmjerene prema sebi. Izlazne informacije iz ove faze uključuju metakognitivne procjene i postignuća u učenju koje postaju ulaz za sljedeći ciklus SRU, služeći kao osnova za novu fazu planiranja u sljedećem krugu učenja.

Detaljnijim razmatranjem modela SRU koji počivaju na obradi informacija, samoregulaciju možemo promatrati kao sustav različitih vrsta informacija i različitih načina obrade tih informacija koji se protežu kroz akademski sadržaj na nižoj objektnoj razini i strategija korištenih za učenje akademskog sadržaja na višoj metarazini (Nelson i Narens, 1994; Winne, 2018). Objektna razina uključuje konkretne kognitivne procese koji se odvijaju tijekom učenja (npr. čitanje, pisanje, upamćivanje i sl.) bez aktivnog praćenja ili kontrole svojih aktivnosti, dok se metarazina odnosi upravo na nadgledanje, evaluaciju i regulaciju procesa učenja na temelju informacija koje proizlaze iz objektna razine (de Bruin i sur., 2020; Eitel i sur., 2020; Winne, 2001). Nadgledanje i kontrola su zapravo regulacijski procesi koji odražavaju interakciju između metarazine i objektna razine. Nadgledanje dovodi do mentalne reprezentacije vlastite kognicije, dok kontrolni procesi mijenjaju objektnu razinu tj. učenikovu kogniciju. Ovisno o reprezentaciji na metarazini (npr. prosudbi o vlastitom učenju) dobivenoj nadgledanjem, učenik

može prilagoditi kontrolne procese kroz odabir novih strategija (npr. ponovno čitanje teksta ili prekid trenutne strategije).

S obzirom da je u ovom radu naglasak na istraživanju načina na koji primjena vanjske podrške u vidu metakognitivnih poticaja djeluje na samoregulacijske procese tijekom učenja, najveći naglasak je stavljen upravo na (meta)kognitivnu dimenziju samoregulacije koja je detaljnije opisana u daljnjem tekstu.

1.2. Metakognitivna komponenta samoregulacije učenja

Tijekom dinamičkog procesa SRU ciklus metakognitivnog nadgledanja i kontrole ima ključnu ulogu u određivanju uspješnosti učenika. Metakognitivno nadgledanje smatra se središnjim procesom samoregulacije s obzirom da uključuje praćenje trenutnih mentalnih procesa u odnosu na unaprijed postavljeni standard ili kriterij (Morphew, 2021) i generiranje subjektivnih metakognitivnih procjena o učenju o čijoj točnosti ovisi učinkovitost kasnijih regulacijskih aktivnosti, a time i postignuća u učenju (Lajoie i sur., 2021; Nelson i Narens, 1994; Scheiter i sur., 2020). Deekens i suradnici (2018) u dva su istraživanja utvrdili da su aktivnosti nadgledanja, kao dio metakognitivnih aktivnosti, pozitivno povezane s korištenjem dubinskih strategija učenja. Osim toga, Bannert i suradnici (2014) pronašli su značajnu pozitivnu povezanost između metakognitivnih aktivnosti i izvedbe na razini primjene u istraživanju u kojem su mjerene aktivnosti učenja studenata uz pomoć protokola glasnog mišljenja. Sonnenberg i Bannert (2015) istraživali su aktivnosti učenja koje su pridonijele razlikama u izvedbi na razini primjene između eksperimentalne skupine podržane samousmjerenim poticajima i kontrolne skupine te su uočili da je ta razina primjene posredovana brojem zabilježenih metakognitivnih događaja. Pri tome su se posebno istaknule aktivnosti nadgledanja u eksperimentalnoj skupini podržanoj metakognitivnim poticajima, s obzirom da je kod tih aktivnosti uočen veći učinak u usporedbi s učincima svih ostalih metakognitivnih događaja.

Temeljna je pretpostavka da će učenici koji su točni u svojim metakognitivnim procjenama vjerojatnije prepoznati neučinkovite strategije koje ometaju njihov napredak i odabrati učinkovitije strategije (Deekens i sur., 2018). Ovaj proces uključuje nadgledanje ulaznih informacija na objektivnoj razini i donošenje metakognitivnih procjena o učenju na temelju kojih se kontroliraju i reguliraju aktivnosti na objektivnoj razini (Nelson i Narens, 1994; Winne, 2018). S obzirom da pojedinci ne mogu izravno promatrati svoja kognitivna stanja i mogu samo generirati zaključke o izvedbi na temelju dostupnih informacija (de Bruin i sur., 2020; Koriat, 1997), kako bi formirali metakognitivne procjene o svojoj izvedbi oslanjaju se na pokazatelje s objektivne razine koji im ukazuju na uspješnost (engl. *cue utilization*; Koriat, 1997; Koriat i sur., 2006). Među najčešćim pokazateljima navode se percipirana težina zadatka, fluentnost u izvođenju zadatka, osjećaj poznatosti, vrijeme provedeno u učenju i uloženi napor (Ackerman i Beller, 2017; Koriat, 1997; van de Pol i sur., 2020). Okvir za korištenje pokazatelja (Koriat, 1997) sugerira da se znakovi razlikuju prema svojoj dijagnostičkoj vrijednosti, odnosno u kojoj mjeri mogu predvidjeti uspješnost učenja (Thiede i sur., 2015). Na primjer, fluentnost čitanja smatra se znakom niske dijagnostičke vrijednosti jer ne odražava nužno dubinsko razumijevanje pročitaneog teksta. Općenito, znakovi koji ukazuju na napredak u zadatku (npr.

fluidnost rješavanja problema) smatraju se prediktivnijima za uspješnost učenja od onih koji se odnose na osobne karakteristike i karakteristike zadatka (npr. samoučinkovitost, duljina teksta, osjećaj poznatosti...) (Thiede i sur., 2015; van de Pol i sur., 2019). U tom kontekstu osobe mogu donijeti netočne metakognitivne procjene ako koriste znakove niske dijagnostičke vrijednosti (Dunlosky i sur., 2005; van Loon i sur., 2017).

Dakle, uz korištenje pokazatelja, pojedinci procjenjuju vjerojatnost uspješnosti izvedbe zadatka tj. donose metakognitivne procjene o učenju. Uobičajene mjere metakognitivnog nadgledanja uključuju procjenu lakoće učenja (engl. *ease of learning*; EOL), osjećaj znanja (engl. *feeling of knowing*; FOK), procjenu učenja (engl. *judgments of learning*; JOL) te prospektivnu (engl. *prospective confidence judgments*; PCJ) i retrospektivnu procjenu sigurnosti (engl. *retrospective confidence judgments*; RCJ). Procjena lakoće učenja odražava početni dojam o težini prije početka zadatka (Nelson i Narens, 1994), dok se osjećaj znanja odnosi na percepciju učenika o tome koliko dobro može odgovoriti na određeno pitanje (Händel i sur., 2020). Procjena učenja mjeri se tijekom ili neposredno nakon učenja pri čemu se od pojedinca traži da procjeni koliko će biti uspješan u nadolazećoj provjeri znanja o materijalu kojeg je neposredno učio (Baars i sur., 2020; Pintrich, 2000). Prospektivna procjena sigurnosti odnosi se na to koliko je osoba sigurna da će biti uspješna na zadatku prije same izvedbe, dok se retrospektivna procjena odnosi na to koliko je osoba sigurna da je bila uspješna u produciranju ispravnog rješenja (Schraw, 2009). Osim toga, pri rješavanju problemskih zadataka, uzimaju se u obzir i druge dodatne metakognitivne procjene kao što su osjećaj ispravnosti (engl. *feeling of rightness*; FOR) ili procjena rješivosti (engl. *judgment of solvability*, JOS; Ackerman i Thompson, 2017).

Međutim, stvarna izvedba i metakognitivna procjena ne moraju se nužno podudarati, a što se očituje kroz dvije mjere koje se odnose na točnost nadgledanja. Apsolutna točnost (kalibracija) odnosi se na diskrepancu između stvarne izvedbe i metakognitivne procjene sigurnosti u uspješnost rješavanja zadat(a)ka (de Bruin i van Merriënboer, 2017; Dentakos i sur., 2019), dok se relativna točnost (diskriminacija) odnosi na intraindividualne korelacije (npr. gama korelacija) između metakognitivne procjene sigurnosti i izvedbe na različitim zadacima, a što ukazuje na to mogu li učenici razlikovati bolje i lošije izvedbe (Ackerman i Leiser, 2014; Koriat i sur., 2006). Vrijednost diskriminacije bit će približno 1 kada osoba ima visoku relativnu točnost nadgledanja. S druge strane, kalibraciju računamo oduzimanjem rezultata izvedbe od procjene sigurnosti kako bismo označili da li se učenik precjenjuje (> 0), podcjenjuje (< 0) ili je točan ($= 0$) u svojoj procjeni. Precjenjivanje može dovesti do preuranjenog donošenja odluka bez razmatranja svih relevantnih informacija (Graber i sur., 2005), dok podcjenjivanje često dovodi do poduzimanja nekih aktivnosti koje nisu nužno vezane za učinkovitost učenja (Berner i Graber, 2008; Mann, 1993). Istraživanja (npr. Szpunar i sur., 2014; Wang i sur., 2024) su pokazala da su studenti često previše samouvjereni u izvođenju zadataka, a što je moguće objasniti korištenjem neučinkovitih pokazatelja za donošenje metakognitivnih procjena tijekom praćenja vlastitog učenja (Van Laer i Elen, 2019; van Loon i sur., 2017). Istraživanja su pokazala da je veća vjerojatnost točnijeg nadgledanja biti onda kada se koriste pokazatelji više dijagnostičke vrijednosti (npr. konkretna iskustva tijekom napredovanja kroz zadatak) nego oni temeljeni na prethodnom znanju (npr. samoučinkovitost) (Händel i sur., 2020; Koriat i sur.,

2008). Stoga se smatra ključnim unaprijediti točnost metakognitivnog nadgledanja u procesu SRU kroz usmjeravanje na učinkovite pokazatelje.

Druga relevantna komponenta SRU je metakognitivna kontrola koja se odnosi na regulaciju pojedinih aspekata učenja, kao što su odluke o tome kada i kako učiti, treba li ponovno učiti materijal ili kako odabrati sljedeći zadatak (Baars i sur., 2014; Kostons i sur., 2012; Rivers, 2021). Ova svjesna odluka o kontroliranju i reguliranju aktivnosti na objektnoj razini temelji se na prethodnim metakognitivnim procjenama koje učenici donose o učenju vodeći se ključnim pokazateljima na objektnoj razini (Nelson i Narens, 1994; Winne, 2018). Naprimjer, Toppino i suradnici (2018) su otkrili da su učenici skloniji ponovnom učenju materijala kada su izvijestili o nižim procjenama učenja, dok su oni s višim procjenama učenja bili skloniji samopropitivanju. Važno je napomenuti da metakognitivna kontrola nije isključivo ovisna o metakognitivnim procjenama već postoje i drugi faktori koji također mogu utjecati na kontrolne procese, kao što su ciljevi učenja i motivacijska uvjerenja (Rivers, 2021; Scheiter i sur., 2020). Naime, ovi svjesni regulatorni odozgo prema dolje procesi nerijetko se izučavaju u kontekstu ulaganja napora potaknutog ciljevima (engl. *goal-driven effort*; Koriat i sur., 2006) koji će biti detaljnije objašnjen u daljnjem tekstu.

1.3. Dinamička i ciklička priroda samoregulacije učenja

S obzirom na dinamičku i cikličku prirodu SRU te njezinu vrijednost u predviđanju ishoda učenja, uz kvantitetu regulatornih ponašanja (npr. Moos i Azevedo, 2009), važna je i kvaliteta procesa u podlozi SRU. Procese je moguće mjeriti na više različitih načina, kao što su upitnici temeljeni na samoprocjenama (npr. *Motivated Strategies for Learning Questionnaires*; Pintrich i sur., 1993), protokoli glasnog mišljenja (engl. *think-aloud protocols*; Bannert i sur., 2014; Johnson i sur., 2011; Vandeveldel i sur., 2015), mikroanalize (Cleary i Callan, 2017; Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Kia i sur., 2021) te, sve češće, analize tragova podataka (engl. *trace data*; Cerezo i sur., 2020; Huang i Lajoie, 2021; Järvelä i sur., 2019). Pouzdanost primjene upitničkih mjera u mjerenju SRU više je puta dovedena u pitanje (Greene i Azevedo, 2010) te se pokazalo da su te mjere loši prediktori stvarnog samoreguliranog ponašanja (Bannert i Mengelkamp, 2013; Veenman, 2016). Upitnici koji se primjenjuju nakon izvođenja zadatka, naime, mjere globalnu upotrebu strategija koja pokazuje neusklađenost sa stvarnim ponašanjem, dok detaljniji upitnici koji se primjenjuju za vrijeme izvedbe zadatka ukazuju na bolju povezanost s pokazateljima stvarnog samoregulacijskog ponašanja (Rovers i sur., 2019).

Stoga recentna istraživanja pokazuju sve veći interes za analiziranjem sekvenci procesa učenja, posebice unutar i između metakognitivnih i kognitivnih aktivnosti tijekom tog procesa (Azevedo, 2014; Molenaar i Järvelä, 2014), a što se može postići primjenom procesnih analiza. Za provedbu takvih analiza važno je osigurati mogućnost bilježenja podataka tijekom stvarnog izvođenja zadataka u realnom vremenu odnosno koristiti *online* mjere (npr. *log* podaci, praćenje pokreta očiju...) na različitim razinama granularnosti s obzirom da njihova serijalna struktura posjeduje vremenske karakteristike relevantne za konceptualizaciju SRU kao događaja (npr. Azevedo, 2014; Ben-Ellyahu i Bernacki, 2015; Molenaar i Järvelä, 2014). Osim toga, nenametljiva priroda prikupljanja takvih podataka omogućuje promatranje tragova procesa samoregulacije u ekološki valjanim kontekstima (Hine, 2011). U istraživanjima se većinom koriste podaci dobiveni iz *log* datoteka (engl. *log files*) (npr. Azevedo i sur., 2015; Bannert i

sur., 2015; Roll i Winne, 2015), iako je moguće koristiti i neke druge podatke prikupljene u realnom vremenu, kao što su razgovori između osoba (Molenaar i Chiu, 2014), podaci dobiveni kroz primjenu metode glasnog mišljenja (engl. *think-aloud data*; npr. Bannert i sur., 2014; Engelmann i Bannert, 2021; Sonnenberg i Bannert, 2015), podaci dobiveni na temelju praćenja pokreta očiju (Trevor i sur., 2017) ili iz nekih drugih fizioloških mjera (Azevedo, 2009). Također, kombiniranje podataka u obliku tragova iz različitih izvora (npr. *log*-ovi i praćenje pokreta očiju) sve je zastupljenije u istraživanjima u ovom području, ali je važno osvijestiti i izazovnost takvih načina obrade podataka koja, između ostalog, uključuje vremensko usklađivanje podataka, varijacije u njihovoj granularnosti te različite teorijske pretpostavke i interpretacije različitih tokova podataka (Azevedo i Gašević, 2019).

1.3.1. Primjena simultanih protokola glasnog mišljenja (engl. *concurrent think-aloud protocols*) u svrhu otkrivanja dinamičke prirode procesa samoregulacije učenja

S obzirom da su u ovom istraživanju primijenjeni simultani protokoli glasnog mišljenja kako bi se omogućilo bilježenje podataka tijekom izvođenja zadatka u realnom vremenu, važno je razmotriti ulogu ove metode s aspekta utjecaja na samoregulacijske procese, kognitivno opterećenje i krajnju izvedbu. Iako ona nije potpuno neometajuća za pojedinca te se često postavlja pitanje njezine verbalne preciznosti i istinitosti verbalnih iskaza (Young, 2009), s metodološkog aspekta nerijetko se koristi u istraživanjima u kojima se već ranije utvrđeni učinci na učenje istražuju na detaljnijoj razini (npr. kod "zavodljivih detalja"). Stoga je primjena ove metode procijenjena prikladnom s obzirom na ciljeve istraživanja koji se odnose na nastojanje da se provjere i detaljnije analiziraju već utvrđeni umjereni pozitivni efekt (Zheng, 2016) primjene metakognitivnih poticaja na izvedbu. Odabir ove metode sukladan je i s metodologijom primijenjenom u ranijim istraživanjima (npr. Lim i sur., 2020; Sonnenberg i Bannert, 2015) kojima se također nastojalo analizirati procese u podlozi SRU.

Teorijski model metode glasnog mišljenja (Ericsson i Simon, 1993) podrazumijeva verbalno izražavanje misli koje su u fokusu pažnje dok je pojedinac u potpunosti usmjeren na izvršavanje zadatka kao njegov primarni cilj. Za razliku od introspekcije, koja podrazumijeva stjecanje uvida u vlastite misli i izvještavanje o tome što je otkriveno, ovom se metodom ne nastoji zaustaviti prolazna fenomenološka iskustva ili razlagati misli na manje elemente. Upravo ta razlika, prema Ericssonu i Foxu (2011), čini ove dvije metode kvalitativno drugačijima. Osim toga, primjena protokola glasnog mišljenja pretpostavlja mogućnost iznošenja nepotpunih verbalnih izvještaja (Bannert i Mengelkamp, 2008; Van Someren i sur., 1994) s obzirom da se sudionicima izričito savjetuje da verbalizacija misli treba biti sekundarna u odnosu na izvođenje glavnog zadatka. Stoga su glavne smjernice u primjeni ove metode uvođenje uvježbavanja, podsjećanje sudionika da nastave s verbalizacijama i eksplicitno naglašavanje kako nema potrebe za planiranjem onoga što će se reći, kao ni za detaljnim objašnjavanjem ili opisivanjem onoga što je u određenom trenutku izrečeno ili napravljeno (Green i sur., 2018; Hu i Gao, 2017). Stoga se često i u uputi sudionicima naglašava da se ponašaju kao da su sami u prostoru i razgovaraju sami sa sobom.

Verbalizacije tijekom primjene ove metode se obično dijele u 3 kategorije odnosno razine, a to su glasno govorenje (engl. *talk aloud*), glasno mišljenje (engl. *think aloud*) i potaknute refleksije (engl. *promoted reflection*) (Ericsson i Simon, 1993). Govorenje na glas, kao

verbalizacija razine 1, odnosi se samo na verbalizaciju (vokalizaciju) aktualnih misli koje su već aktivirane kroz usmjeravanje pažnje (npr. samo izgovaraj sve što bi i inače rekao u sebi dok rješavaš zadatak). Glasno mišljenje predstavlja verbalizaciju razine 2 koja, uz verbalizaciju aktualnih misli, uključuje i verbalizaciju onih misli koje nisu inherentno verbalne odnosno kojima ponekad treba neki oblik oznake ili verbalnog referenta prije nego što ih se izgovori (npr. izgovaraj bilo što što ti "padne" na um - predodžbe, osjećaji, asocijacije), ali bez eksplicitnog vrednovanja (verbalno kodiranje i vokalizacija). Verbalizacija razine 3 odnosi se na potaknutu refleksiju koja uključuje verbalizaciju metakognitivne refleksije i kognicije koja nije inherentna zadatku, kao i verbalizaciju ili objašnjavanje radnji koje se aktualno izvode. Ti se postupci često vežu i uz primjenu metode introspekcije (Ericsson i Fox, 2011). Model Ericssona i Simona (1993) pretpostavlja da verbalizacije prve dvije razine ne dovode do razlika u točnosti izvedbe u istraživanjima u kojima sudionici izvode isti zadatak uz verbalizacije misli i bez njih, ali se pretpostavlja pad u izvedbi ukoliko se sudionici trebaju dodatno angažirati kako bi generirali verbalizacije. Osim toga, jedna od pretpostavki modela je i da, u slučaju izostanka značajnih razlika između razmišljanja na glas i rada u tišini, možemo tvrditi da verbalizirane informacije vjerojatno odražavaju kognitivna stanja procesa koja su se generirala u uvjetima izvedbe zadatka bez verbalizacija. U slučaju verbalizacija razine 3 pretpostavlja se da će zahtjevana verbalizacija uz dodatna obrazloženja ometati slijed unutarnjih stanja koja posreduju generiranje odgovora na zadatak i time utjecati na točnost izvedbe zadatka. Naime, smatra se da se lošija izvedba uslijed zahtjeva za generiranjem tih vrsta verbalizacija može smatrati posljedicom opće interferencije sekundarnog zadatka. No, ako se izvedba zadatka poboljša iznad razine stabilne izvedbe u kontrolnom uvjetu, to može ukazati na to da generirane verbalizacije mijenjanju uobičajene procese i osiguravaju bolji put do generiranja izvedbe na zadatku.

Na temelju navedenih pretpostavki, opravdano se postavlja pitanje utjecaja primjene metode simultanih protokola glasnog mišljenja u istraživanjima na proces učenja. Fox i suradnici (2011) uključili su u metaanalizu gotovo 3500 sudionika iz 94 nezavisna skupa podataka kojima se uspoređivala izvedba na objektivnim mjerama u uvjetima uz simultane verbalizacije i bez njih, pri čemu je sudionicima bio jasno definiran krajnji cilj (npr. broj riješenih zadataka na provjeri znanja). Sukladno pretpostavkama, utvrđeno je da je primjena metode glasnog mišljenja (razina 1 i 2) dovela do izvedbe koja se nije razlikovala od one u skupinama bez verbalizacija, dok su metode koje su uključivale verbalizacije uz određene oblike dodatnih pojašnjavanja (razina 3) bile povezane s boljom izvedbom od one koja je dobivena u skupinama bez verbalizacija, neovisno o tome da li se radilo o vizualnim ili nevizualnim zadacima. U tom je smislu moguće objasniti i neke od zaključaka istraživanja koja su koristila metodu glasnog mišljenja uz potaknute refleksije navodeći kako one mogu potencijalno potaknuti neke samoregulacijske procese kakve iniciraju proaktivni učenici (npr. formuliranje ciljeva prema kojima će se planirati primjena strategija za pojedine faze učenja, postavljanje metakognitivnih pitanja o cilju učenja i/ili načinu na koji bi se taj cilj mogao ostvariti kao i pitanja o realiziranim očekivanjima u svrhu organiziranja procesa učenja). Tako su neka istraživanja (npr. Bannert i Mengelkamp, 2008; Seufert, 2003; Seufert i Brünken, 2006; Seufert i sur., 2007) ukazala na jasnu povezanost potaknute refleksije s metakognicijom koja je povezana s višom razinom uspješnosti u učenju. S druge strane, Veenman i suradnici (1993) istraživali su utjecaj primjene protokola glasnog mišljenja (razina 2) na metakognitivne i

regulacijske procese te izvedbu kroz usporedbu sa skupinom koja je izvodila zadatak učenja otkrivanjem u kompjuterski podržanom okruženju bez verbalizacija, a prilikom čega nisu uočene značajne razlike u izvedbi, kao ni i u *log* zapisima kao mjerama regulatornih procesa. Jedina razlika između skupina koje su zadatak izvodile uz verbalizacije i bez njih je pronađena u vremenu provedenom na zadatku što ukazuje na to da primjena ove metode usporava izvedbu na zadatku, ali ne mijenja kognitivne procese koji se istovremeno odvijaju. To je ujedno bio i jedan od zaključaka prethodno spomenute metaanalize (Fox i sur., 2011) kojom se pokazalo kako uključivanje verbalizacija općenito zahtijeva više vremena za izvršavanje zadatka nego ako se zadatak izvodi bez njih. No, navedeni potencijalni problem može se riješiti ukoliko se, kroz ranija predistraživanja, ostavi dovoljno vremena sudionicima da izvrše zadatak.

Premda je dokazano da korištenje protokola omogućuje istraživačima uvide u unutarnje procese obrade informacija kod pojedinaca s obzirom da sam postupak ne mijenja način na koji se informacije obrađuju (Winne, 2018), važno je uzeti u obzir za koje skupine ispitanika protokoli daju valjana opažanja i imaju li reaktivan učinak kod pojedinih skupina. U pregledu istraživanja o reaktivnim učincima primjene metode glasnog mišljenja Hu i Gao (2017) su zaključili da su studenti manje skloni mijenjati svoje procese kada su zamoljeni da misle naglas u usporedbi s mlađim učenicima (osnovnoškolci).

Općenito se pokazalo da su *online* metode (npr. protokoli glasnog mišljenja, mikroanalitička pitanja, podaci o tragovima, podaci praćenja pogleda) snažni prediktori postignuća (Veenman, 2013) što se može objasniti detaljnijom prirodom tih mjera u usporedbi sa samoprocjenama koje se fokusiraju na globalnu SRU, a ne na specifične strategije (Rovers i sur., 2019). Stoga je i kao glavna prednost primjene metode glasnog mišljenja u istraživanju samoregulacijskih procesa u tome što omogućava da se kroz verbalizirane aktivnosti pojedinaca u stvarnom vremenu prikupe vrijedni podaci za praćenje samoregulacije tijekom učenja (Azevedo i sur., 2010), a koje je naknadno moguće modelirati u svrhu prikaza dinamičke prirode tog procesa (Greene i sur., 2018; Reimann i sur., 2014; Veenman, 2013). Primjena protokola u istraživanjima SRU osigurava primjerenije uvide u spomenute procese od primjene samoiskaza pojedinaca tijekom učenja, čime se ujedno omogućava i kvalitetnije povezivanje samoregulacijskih aktivnosti i postignuća (Lim i sur., 2021). Primjer toga je istraživanje Greene i suradnika (2010) koji su analizirali samoregulacijske aktivnosti studenata u hipermedijskom okruženju za učenje dok su oni verbalizirali svoje misli pri čemu su uočili da su mjere SRU kodirane iz protokola korištenjem prethodno utvrđene sheme kodiranja bile korisnije od upitnika temeljenih na samoprocjenama. Osim toga, Heirweg i suradnici (2019) koristili su dvije različite metode, protokole i samoprocjene, kako bi istražili profile SRU kod učenika osnovne škole te su i njihovi rezultati potvrdili prijašnja istraživanja prema kojima učenici u samoprocjenama precjenjuju svoje samoregulirano ponašanje u odnosu na broj aktivnosti izlučenih na temelju primjene protokola. Nadalje, istraživanja koja su ispitivala odnose samoiskaza nakon učenja i primjene simultanih protokola ukazala su na umjerene korelacije između korištenih mjera (Merchie i Van Keer, 2014; Schellings, 2011; Veenman, 2005) u odnosu na primjenu kognitivnih strategija, dok u slučaju primjene metakognitivnih strategija nije uočena značajna korelacija među kodiranim aktivnostima na temelju podataka prikupljenih putem ove dvije metode (Rogiers i sur., 2020).

Kao još jedan od nedostataka primjene protokola, uz dodatno vrijeme potrebno za obradu, navodi se otežano detektiranje metakognitivnih aktivnosti (Bannert i Mengelkamp, 2008) budući da te strategije često djeluju na automatiziranoj i nesvjesnoj razini (Veenman, 2005). Naime, pretpostavlja se da pojedinci ne verbaliziraju spontano i eksplicitno svoje metakognitivno ponašanje, a što može dovesti do podcjenjivanja primjene metakognitivnih strategija uz primjenu protokola. Stoga je preporuka da se, posebice kod bilježenja i mapiranja uporabe metakognitivnih strategija, ukoliko je moguće kombiniraju različite tehnike kako bi se stekao objektivniji i potpuniji uvid u uporabu tih strategija. Također, treba voditi računa i o tome da je sam proces kodiranja protokola vrlo zahtjevan i dugotrajan te zahtijeva korištenje sofisticiranih shema kodiranja utemeljenih na teoriji (Greene i sur., 2018).

U podlozi korištenja protokola glasnog mišljenja nalazi se i pretpostavka da primjena ove metode dovodi i do povećanja razine kognitivnog opterećenja. Kognitivno opterećenje se obično definira kao multidimenzionalni konstrukt koji predstavlja opterećenje koje obavljanje određenog zadatka nameće kognitivnom sustavu (Paas i Van Merriënboer, 1994). Seufert (2018) je to posebno naglasila kod uvođenja poticaja za metakognitivnu refleksiju tijekom rješavanja zadataka navodeći kako se na taj način mogu promijeniti kognitivni zahtjevi cijelog zadatka, premda se slično može pretpostaviti i za različite druge vrste verbalizacija tijekom primjene protokola s obzirom da se radi o procesima koji nisu automatizirani. Promjene u kognitivnom opterećenju također mogu biti i posljedica iniciranih samoregulacijskih aktivnosti kroz primjenu metode i dodatnih kognitivnih procesa koje iz tih aktivnosti proizlaze. Moguće je i da protokoli imaju funkciju instrukcijskih alata za poticanje specifičnih samoregulacijskih procesa koji zahtijevaju mentalni napor, a što bi trebalo biti vidljivo u povećanju ukupnog kognitivnog opterećenja. Pri tome je važno razmotriti i međusobni odnos samoregulacije i kognitivnog opterećenja na način da je već sama odluka da će pojedinac uložiti mentalni napor dio samoregulacije (de Bruin i van Merriënboer, 2017) što također može biti potaknuto primjenom protokola.

Park i suradnici (2020) proveli su eksperimentalno istraživanje u kojem se variralo uvjetom učenja uz pomoć digitalnog obrazovnog programa uz primjenu metode glasnog mišljenja i bez nje, i to prilikom učenja materijala s i bez „zavodljivih detalja“ za koje je ranije poznato da imaju negativan utjecaj na krajnji ishod učenja. Rezultati tog istraživanja ukazali su na to da primjena protokola utječe na vizualnu obradu informacija mjerenu pokretima očiju povećavajući fiksaciju na tekst, povećava percipirani mentalni napor koji pojedinac procjenjuje da treba uložiti u zadatak te dovodi do lošijih izvedbi na zadacima vezanim uz razinu dosjećanja informacija (retencija), dok nema učinke kod zadataka koji ispituju razinu razumijevanja ili primjene znanja. Također, nije uočen značajan učinak primjene metode glasnog mišljenja na procjenu zahtjevnosti zadatka. Osim toga, učinak „zavodljivih detalja“ pokazao se stabilnim i u uvjetu učenja uz metodu glasnog mišljenja, budući da nisu pronađeni značajni interakcijski učinci. Na temelju navedenoga moguće je zaključiti da primjena protokola glasnog mišljenja ne interferira s kognitivnim procesima kada su ciljevi učenja usmjereni na ishode na razini razumijevanja i primjene, ali zahtijeva dulje vrijeme na zadatku i inducira više kognitivno opterećenje koje se reflektira kroz procjenu više razine mentalnog napora koju pojedinci trebaju uložiti u zadatak uz primjenu ove metode. Moguće je da upravo taj viši angažman u uloženom naporu tijekom primjene ove metode otežava procesiranje informacija u svrhu upamćivanja,

dok, s druge strane, omogućava barem podjednaku uspješnost u izvođenju kognitivnih procesa višeg reda kao što su refleksija ili ponovno promišljanje, a što je povezano sa zadacima razumijevanja i primjene. Samim time, metoda glasnog mišljenja smatra se prikladnom u slučajevima kada je istraživački interes analiza učinaka učenja na izvedbu na spomenutim razinama, barem kod učenja uz „zavodljive detalje“ u računalno podržanom okruženju koje se sastoji od tekstualnih i slikovnih prikaza (Park i sur., 2020). Što se tiče samoregulacijske perspektive, ovi rezultati ukazuju na to da sami protokoli glasnog mišljenja ne izazivaju nužno procesiranje informacija na dubinskoj razini s obzirom da, u konkretnom istraživanju, nisu potaknuli dubinsku kognitivnu obradu koja bi bila vidljiva kroz razlike u indeksu kognitivne aktivnosti mjerene prijelazima između različitih tipova informacija (slikovni ili tekstualni podaci).

Sagledavši općenito ove rezultate, važno je naglasiti kako u brojnim istraživanjima sam postupak primjene metode glasnog mišljenja nije dovoljno detaljno opisan što predstavlja poteškoće u kategorizaciji verbalizacija, a što se pokazalo relevantnim za utvrđivanje potencijalne reaktivnosti primjene konkretne metode na procese u pozadini učenja i izvedbu. Stoga je i glavna preporuka istraživačima da, uz primjenu protokola, vode računa o tome da jasno identificiraju zadatke s objektivnim mjerama izvedbe koji mogu zahvatiti fenomen koji se istražuje pri čemu trebaju voditi računa o tome da sudionici mogu primijeniti protokole glasnog mišljenja dok izvršavaju glavni zadatak uz minimalni rizik od reaktivnosti. Također, primjena te metode u istraživanjima treba biti jasno opisana kako bi se povećala valjanost zaključivanja na temelju dobivenih rezultata.

1.3.2. Rudarenje procesa (engl. process mining) kao metoda procesne analize u svrhu otkrivanja cikličke i dinamičke prirode samoregulacije učenja

Kako bi se detaljnije interpretirala priroda procesa SRU, u okviru novijih istraživanja sve se češće primjenjuje pristup temeljen na događajima (Molenaar, 2014; Reimann, 2009). Taj se pristup smatra važnim iz razloga što je za predviđanje ishoda učenja, uz kvantitetu regulatornih ponašanja (npr. Moos i Azevedo, 2009), važna i kvaliteta procesa učenja. Stoga su i trenutni opći ciljevi istraživanja u području SRU usmjereni na bolje razumijevanje strategija i aktivnosti koje pojedinci izvršavaju u različitim fazama tog procesa te načina na koji se one odvijaju, kao i na analiziranje doprinosa tih aktivnosti postignuću u učenju.

U posljednjih 10-ak godina uočen je pojačan trend u analiziranju sekvenci aktivnosti tijekom SRU kroz primjenu različitih procesnih analiza (npr. sekvencijalno rudarenje, analiza T-uzoraka, analiza sekvencijalnih kašnjenja, statistička analiza diskursa...; Molenaar i Järvelä, 2014), među kojima je često primjenjivana i metoda rudarenja procesa (engl. *process mining*; Trčka i sur., 2011). Ovom se metodom nastoje otkriti i (serijalno i/ili temporalno) analizirati procesi učenja (Bannert i sur., 2014; Roll i Winne, 2015) izlučeni na temelju zabilježenih podataka u realnom vremenu tijekom interakcije pojedinca s različitim materijalima i u različitim okruženjima za učenje (Saint i sur., 2021). Tim se tragovima kodiranjem daje novo značenje te ih se agregira kroz primjenu odgovarajućih algoritama uzimajući u obzir broj zabilježenih aktivnosti te njihovu temporalnu strukturu i slijed odnosa među njima. Na kraju tog postupka kreiraju se procesni modeli putem kojih se vizualiziraju i analiziraju aktivnosti zabilježene u podlozi učenja (npr. Kinnebrew i sur., 2014; Molenaar i Chiu, 2014; Sonnenberg

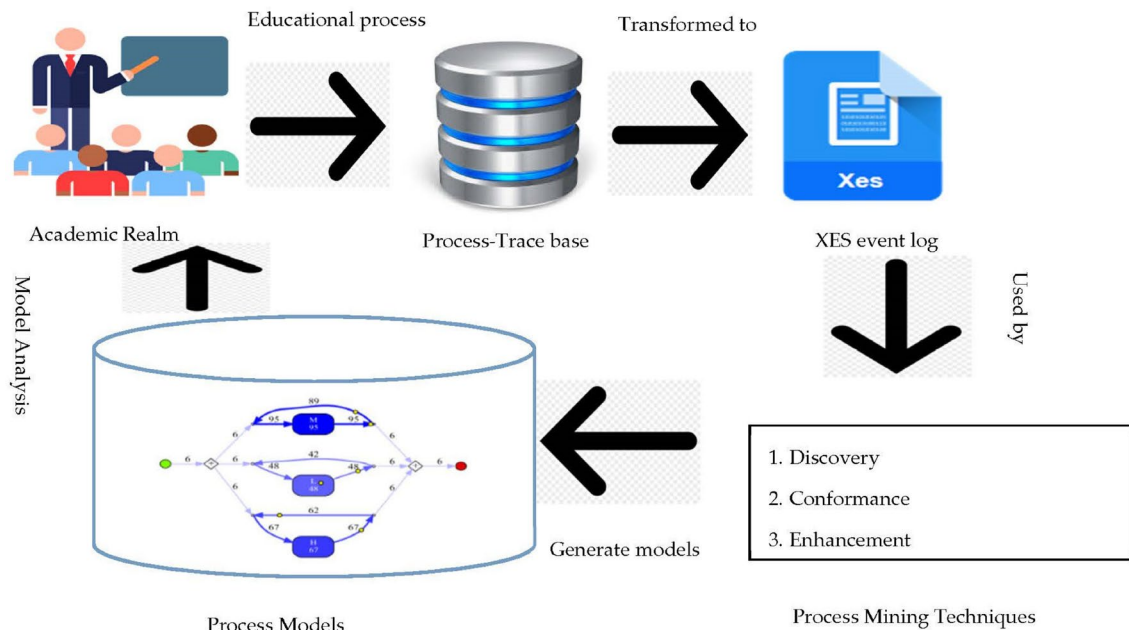
i Bannert, 2015). Općenito, identifikacija temporalnih i serijalnih obrazaca samoregulacijskih aktivnosti danas je jedan od pet najčešćih razloga primjene metode rudarenja procesa u različitim područjima znanstvenih istraživanja (dos Santos Garcia i sur., 2019).

Metoda rudarenja procesa je analitička metoda koja ima za cilj otkrivanje, analiziranje i vizualizaciju procesnih obrazaca učenja na temelju dnevnika događaja (engl. *event log*) konstruiranih kroz klasifikaciju podataka prikupljenih u realnom vremenu u različitim okruženjima za učenje (Bogarín i sur., 2018). U okviru ove metode analiza obrazaca moguća je kroz različite perspektive, od kojih su u obrazovnom okruženju najrelevantnije serijalnost (redosljed aktivnosti) i temporalnost (vrijeme i trajanje aktivnosti) (Van der Aalst, 2016). Za razliku od drugih procesnih analiza koje obično uzimaju u obzir samo ponavljajuće nizove događaja (npr. rudarenje sekvencijalnih uzoraka; Zhou i sur., 2010) ili podrazumijevaju vremenski zahtjevne iterativne metode koji rezultiraju teško interpretativnim izlaznim modelima (van der Aalst, 2011), rudarenje procesa dovodi do kreiranja sveobuhvatnog procesnog modela koji se temelji na svim događajima u dnevniku, raščlanjivanju redosljeda događaja i predviđanju novog ponašanja. Takav pristup omogućuje i usporedbu modela pomoću formalnih parametara te provjeru njihove valjanosti uz pomoć dodatnih podataka (Rozinat i van der Aalst, 2008).

U kontekstu ove metode procesi su konceptualizirani kao niz serijalnih ili paralelnih događaja s jasnim početkom i krajem, a koji se odvijaju s ciljem postizanja određenog rezultata. Događaji unutar procesa bilježe se kroz dnevnike događaja koji sadrže određene podatke na koje se primjenjuju odgovarajući algoritmi. Krajnji ishod tog procesa su različite vrste procesnih modela koji predstavljaju sažete opise svih mogućih slijedova aktivnosti koje su kompatibilne s modelom. Prikazi modela se primarno temelje na konceptu Petri mreža (Van der Aalst, 2011) koje predstavljaju sustave diskretnih događaja sastavljene od stanja (tj. klasa događaja ili aktivnosti) i prijelaza između stanja. Glavno obilježje takvih modela je izvršivost (svako izvršenje stvara nove žetone u svim izlaznim mjestima tog prijelaza) zbog koje je moguće izvršiti provjeru usklađenosti procesnog modela i stvarno opaženih događaja (van der Aalst, 2016). No, budući da su Petri mreže determinističke (uvjetovana pojavnost određenih događaja), ne smatraju se prikladnim za analizu ljudskih procesa, posebno u obrazovnim okruženjima gdje pojedinci imaju mogućnost izbora (Reiman i Yacef, 2013). Stoga se kroz rudarenje procesa modeli mogu prikazati i kroz druge formate, a u kontekstu istraživanja učenja i poučavanja najzastupljeniji su formati tzv. *fuzzy* modela i heurističke mreže. *Fuzzy* modeli ne slijede nužno stroge sekvencijalne obrasce te su korisni kod nestrukturiranih podataka, dok su heurističke mreže ciklički grafovi koji predstavljaju najčešće slijedove obrazaca aktivnosti u korištenom skupu podataka (Bogarín i sur., 2018).

Slika 1 prikazuje opći okvir rudarenja procesa u obrazovnom okruženju (AlQaheri i Panda, 2022). Početak predstavlja okruženje za učenje tijekom kojeg se prikupljaju podaci odnosno tragovi procesa učenja koji se pohranjuju u bazu podataka. Sirove podatke potrebno je transformirati u dnevnik događaja, najčešće u XES (engl. *extensible event stream*) format. Uz primjenu odgovarajućih algoritama, ovisno o vrsti procesa i cilju istraživanja, kroz metodu rudarenja procesa, otkrivaju se i vizualiziraju procesni modeli, provjerava se usklađenost modela s podacima i/ili primjenjuju tehnike za proširenje odnosno poboljšanje procesa. Kroz

dobivene modele i njihovu analizu stječu se povratne informacije koje omogućuju daljnja poboljšanja unutar obrazovnog procesa.



Slika 1

Okvir za rudarenje procesa u obrazovnom okruženju (preuzeto od AlQaheri i Panda, 2022)

U daljnjem tekstu ovaj će okvir biti detaljnije razrađen i pojašnjen u svrhu opisivanja općeg postupka rafiniranja podataka za primjenu tehnike rudarenja procesa koji je primijenjen i u ovom istraživanju.

1.3.2.1. Rafiniranje podataka za primjenu rudarenja procesa

S obzirom da podaci u obrazovnom okruženju dolaze u različitim oblicima, za primjenu sekvencijalnih analiza, pa tako i metode rudarenja procesa, važna je njihova predobrada. Ona uključuje konstruiranje događaja (engl. *event*) na temelju prikupljenih podataka, a što podrazumijeva konstruiranje sekvenci aktivnosti unutar događaja (od identifikacije pojedinačnih aktivnosti do njihovog izražavanja kroz klasifikacije bazirane na određenim shemama kodiranja). Svaka aktivnost koja se odvila u određenom trenutku povezana je s određenim slučajem (engl. *case*; npr. sudionikom u istraživanju) te se može promatrati kao jedna sekvenca (Numminen, 2023). Dnevnik događaja, kao glavni izvor podataka za analizu, predstavlja skup svih tih sekvenci koje trebaju biti pravilno strukturirane i dosljedno formatirane. Najčešći format sirovih podataka je format vremenskih oznaka događaja (engl. *time stamped event*; TSE) (Gabadinho i sur., 2011) koji sadrži barem tri stupca, a to su osobna identifikacija slučaja (npr. šifra sudionika), naziv aktivnosti (npr. kod aktivnosti) te vremenska oznaka (engl. *timestamp*; vrijeme početka i/ili kraja aktivnosti) opaženog ponašanja (vidi Slika 2). Dodatno, podaci mogu uključivati i razne druge attribute ovisno o ciljevima analize. Svaki red u dnevniku odgovara pojedinačnoj aktivnosti te bi trebao sadržati sve potrebne podatke za rudarenje procesa. Dnevnik je, za daljnju obradu, moguće generirati iz različitih izvora (npr. baze podataka, CSV (engl. *comma-separated values*) datoteke, transakcijski zapis...).

patient	activity	timestamp	doctor	age	cost
5781	make X-ray	23-1-2014@10.30	Dr. Jones	45	70.00
5541	blood test	23-1-2014@10.18	Dr. Scott	61	40.00
5833	blood test	23-1-2014@10.27	Dr. Scott	24	40.00
5781	blood test	23-1-2014@10.49	Dr. Scott	45	40.00
5781	CT scan	23-1-2014@11.10	Dr. Fox	45	1200.00
5833	surgery	23-1-2014@12.34	Dr. Scott	24	2300.00
5781	handle payment	23-1-2014@12.41	Carol Hope	45	0.00
5541	radiation therapy	23-1-2014@13.57	Dr. Jones	61	140.00
5541	radiation therapy	23-1-2014@13.08	Dr. Jones	61	140.00

...
...
...
...
...

case id activity name timestamp resource other data

Slika 2

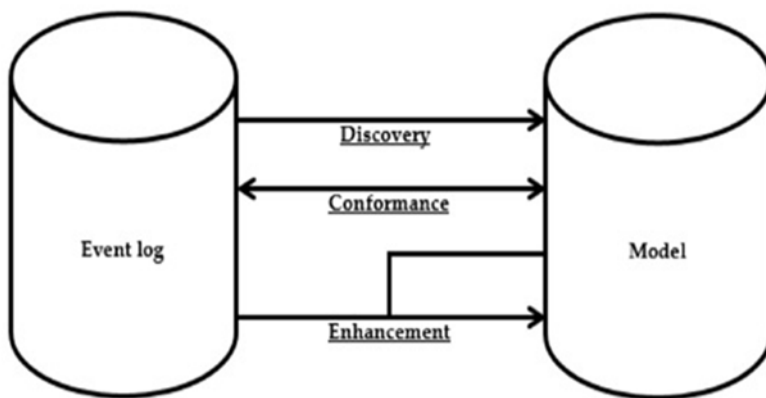
Primjer formata vremenskih oznaka događaja (preuzeto s *web* stranice <https://www.processmining.org/event-data.html>)

Kako bi se kreirao odgovarajući format dnevnika događaja, često (iako ne i uvijek) je potrebno kodirati sirove podatke, a što uključuje dva koraka. U prvom koraku se obično kreiraju veze između opaženih aktivnosti i kodiranih konceptualiziranih pojmova pomoću različitih shema kodiranja koje se mogu temeljiti na teorijskim konceptualizacijama (npr. Bannert i sur., 2015; Taub i sur., 2017) ili shemama vezanim uz primjenu odgovarajućih alata (npr. Lust, 2012; Lust i sur., 2011; Siadaty i sur., 2016). Drugi korak uključuje kreiranje uređene liste događaja za svaku aktivnost istog slučaja čime se dobiva jedinstvena sekvenca za taj slučaj (Gabadinho i sur., 2011).

1.3.3. Tehnike otkrivanja procesa pomoću algoritama u metodi rudarenja procesa

Nakon rafiniranja podataka, potrebno je donijeti odluku o primjeni određene tehnike rudarenja procesa ovisno o cilju istraživanja. Općenito razlikujemo tri glavne tehnike, a to su otkrivanje procesa (engl. *process discovery*), provjera usklađenosti (engl. *conformance checking*) i unaprjeđenje (engl. *enhancement*). Tehnike, kao i osnovni mehanizmi u njihovoj podlozi, prikazani su na Slici 3.

Otkrivanje procesa, koje je korišteno i u ovom istraživanju s ciljem, ima za cilj prikazati slijed samoregulacijskih aktivnosti koje se odvijaju tijekom učenja. Provodi se na način da se podaci iz dnevnika događaja transformiraju u procesni model bez prethodnog znanja o procesu. Radi se o tzv. *play-in* tehnici koja ima za cilj konstruirati model koji što preciznije predstavlja opažena ponašanja sadržana u dnevniku događaja (Van der Aalst, 2016). Druga tehnika, provjera usklađenosti, uključuje tzv. *replay* tehniku koja se temelji na tome da se podaci iz dnevnika događaja ponovno izvršavaju na postojećem procesnom determinističkom modelu (Petri mreža) kako bi se identificirala odstupanja i izmjerila usklađenost modela s procesnim podacima. Uočavanjem razlika između modela i stvarne izvedbe procesa mogu se prepoznati



Slika 3

Prikaz osnovnih tehnika rudarenja procesa i mehanizama u njihovoj podlozi (preuzeto s <https://www.processmining.org/event-data.html>)

neučinkovitosti u procesu i definirati područja za poboljšanje (Van der Aalst, 2016) što je u osnovi primjene tehnike za unaprjeđenje koja, također na temelju tzv. *replay*-a, ima za cilj poboljšanje postojećih modela.

Tehnika otkrivanja procesa ujedno je i najčešće primjenjivana u obrazovnom okruženju (Wafda i sur., 2022), a realizira se uz primjenu određenih algoritama pohranjenih u posebno dizajniranim alatima. Najčešće korišteni alati za implementaciju algoritama i tehnika rudarenja procesa su ProM (<https://promtools.org/>) i Disco (<https://fluxicon.com/disco/>) (Wafda i sur., 2022). ProM, inicijalno predstavljen od strane Van Dongen i suradnika (2005), a zatim službeno od strane Van der Aalst i suradnika (2009), je okvir razvijen od strane jedne od najvećih istraživačkih grupa za rudarenje procesa (<http://www.processmining.org/>) s Tehničkog sveučilišta u Eindhovenu. Radi se o *software*-u otvorenog pristupa, napisanom u Javi, i temeljenom na razvoju i uključivanju brojnih *plugin*-ova koji implementiraju algoritme i tehnike rudarenja procesa. Disco je, s druge strane, komercijalni alat razvijen i podržan od strane iste istraživačke skupine u području rudarenja procesa, ali je prikladan samo za provođenje tehnike otkrivanja procesa, i to uglavnom na jednostavnijoj i intuitivnijoj razini (kroz tzv. *fuzzy miner*).

U svrhu otkrivanja procesnih modela kojima bi se identificirale značajne samoregulacijske aktivnosti tijekom učenja definirane na temelju predloženog samoregulacijskog modela danas se u istraživanjima obično koriste četiri istaknuta algoritma, a to su *Inductive Miner* (Leemans i sur., 2014), *Heuristics Miner* (Weijters i sur., 2006), *Fuzzy Miner* (Günther i Van Der Aalst, 2007) i *pMineR* (Gatta i sur., 2017). U ovom istraživanju korišten je *Heuristic Miner* (Weijters i sur., 2006) pa su u daljnjem tekstu detaljnije opisani njegovi temeljni principi djelovanja. Osnovna pretpostavka prema kojoj djeluje ovaj algoritam je da svaka aktivnost (osim početne) ima barem jednu drugu aktivnost koja pokreće njezino izvođenje, kao i da svaka aktivnost (osim završne) slijedi nakon barem jedne zavisne aktivnosti. U osnovi je traženje zavisnosti među aktivnostima računanjem grafova zavisnosti koji pokazuju sigurnost odnosa između dvije aktivnosti, a krajnji je rezultat generiranje heurističke mreže (Nuritha i sur., 2017). Heuristička mreža predstavlja vizualnu reprezentaciju u kojoj su događaji

prikazani kao pravokutnici, dok su usmjerene veze između čvorova (aktivnosti) označene strelicama, uz mogućnost dobivanja podataka o učestalosti i mjerama zavisnosti unutar i između pojedinih događaja. Učestalost predstavlja broj puta kada je izvorni događaj slijedio određeni događaj, dok se zavisnost odnosi na sigurnost veze između dva događaja, a označava se vrijednostima od 0 do 1 (Weijters i sur., 2006). Sigurnost zavisnog odnosa između dva događaja izračunava se vrijednošću broja događaja a koji se pojavljuje nakon događaja b , oduzimajući broj slučajeva u kojima se događaj b pojavljuje nakon događaja a te dijeljenjem s ukupnim brojem pojavljivanja tih dvaju odnosa, uz zbrajanje broja 1 u nazivniku. S obzirom da se algoritam fokusira na glavne odnose te apstrahira šum i niskofrekventna ponašanja, u izlaznom modelu je za odabir zavisnih odnosa moguće koristiti nekoliko graničnih (engl. *threshold*) parametara koje je potrebno detaljno navesti prilikom prikaza rezultata. S obzirom na definirane vrijednosti, zavisnosti koje ne zadovoljavaju definirane pragove algoritam zanemaruje pa se one ne uključuju u model.

U kontekstu ovog istraživanja *Heuristic Miner* algoritam odabran je iz razloga što u obzir uzima učestalost i sekvencijalni raspored događaja, omogućavajući time detaljniju analizu vremenskih obrazaca zabilježenih samoregulacijskih aktivnosti i kod malih uzoraka. S druge strane, jedan od problema u primjeni ovog algoritma je mogućnost podešavanja pragova za uključivanje ili isključivanje zavisnosti među aktivnostima što može značajno utjecati na složenost modela i interpretaciju rezultata, osobito jer još uvijek ne postoje jasne smjernice o optimalnom podešavanju tih parametara. Unatoč tome, kroz usporedbu sedam algoritama za procesne analize prema dimenzijama preciznosti i razumljivosti u modeliranju dinamičkih i nelinearnih obrazaca učenja, ovaj je algoritam procijenjen kao najprikladniji za modeliranje podataka prikupljenih u realnim okruženjima učenja (De Weerd i sur., 2012). Osim toga, u istraživanjima samoregulacije pokazao je dobru prikladnost modela, iako ne može pružiti potpunu ispravnost modela budući da ne uključuje puteve koji se rijetko javljaju (Garcia i sur., 2019).

Kvaliteta modela kod primjene metode rudarenja procesa najčešće se procjenjuje kroz jedan ili kombinaciju četiri pokazatelja, a to su pristajanje (engl. *fitness*), preciznost (engl. *appropriateness*), jednostavnost i specifičnost. Prva dva pokazatelja, pristajanje i preciznost, koriste se za provjere usklađenosti modela s procesnim podacima (Rozinat i van der Aalst, 2008; van der Aalst i sur. 2012) te se njihove vrijednosti nalaze u rasponu od 0 do 1 (Blum, 2015; Rozinat i sur. 2007; van der Aalst, 2016). Provjera se provodi na temelju izračuna omjera proporcija sekvenci koje odgovaraju modelu i onih koje ne odgovaraju modelu (Trčka i sur., 2010). Pristajanje modela kvantificira stupanj do kojeg postojeći model može "producirati" podatke iz datoteke dnevnika događaja pa tako model s visokom vrijednošću pristajanja dozvoljava da se većina događaja u zapisima podataka "reproducira". No, model s visokom pristajanjem može dozvoljavati i prijelaze koji su drugačiji od onih u dnevniku događaja s kojim se uspoređuje, a što ukazuje na problem s preciznošću modela odnosno na moguću pretjeranu generalizaciju (engl. *overfitting*) (Van der Aalst, 2012). Jednako tako, moguće je i da model s visokom preciznošću dopušta samo one sekvence događaja koje su stvarno evidentirane (engl. *underfitting*), a što također može biti problematično za kvalitetu modela. Dakle, preciznost modela se odnosi se na omjer ponašanja koje model predstavlja i ponašanja koja su također moguća, a koja nisu evidentirana u dnevniku. Model bi, također, trebao biti što jednostavniji u

smislu njegove čitljivosti i interpretacijske strukture, s time da prevelika jednostavnost može smanjiti preciznost. Osim toga, ne bi trebao biti ni previše specifičan (prilagođen samo trenutačnim podacima), već bi trebao moći reproducirati i buduće slične procese.

Glavni izazov u procjeni kvalitete otkrivenog modela je taj što su ovi kriteriji djelomično suprotstavljeni, a što otežava njihovo istovremeno uzimanje u obzir. Stoga se istraživači, ovisno o cilju istraživanja i primijenjenom algoritmu, odlučuju na provjeru samo nekih od njih (AlQaheri i Panda, 2022). Neki autori (Bogarín i sur., 2017; Buijs i sur., 2012; Van der Aalst, 2016) smatraju da razmatranje ostalih pokazatelja kvalitete ima smisla samo ako je model relativno visoke razine pristajanja jer u protivnom imamo model koji ne odražava stvarno stanje. Osim toga, za interpretaciju vrijednosti nekih od navedenih pokazatelja (npr. pristajanje) u istraživanjima u obrazovnom okruženju još uvijek nisu definirane jasne smjernice (Sonnenberg i Barnett, 2018; Van Laer i Elen, 2018).

1.3.4. Rezultati istraživanja samoregulacijskih procesa kroz metodu rudarenja procesa

Kako bi se samoregulacijski subproces smisljeno modelirali, istraživači su uglavnom odabirali reprezentativne skupine studenata, poput onih uspješnih i manje uspješnih u različitim uvjetima učenja (npr. laboratorijsko okruženje uz jednu situaciju učenja, *online* tečajevi...) te utvrđivali postojanje razlika u procesnim modelima tih skupina (npr. Bannert i sur., 2014; Engelmann i Bannert, 2021; Huang i Lajoie, 2021; Real i sur., 2020; Schoor i Bannert, 2012). Primjerice, istraživanje Machado Real i suradnika (2020) pokazalo je da postoje razlike u putevima i učestalosti pojedinih aktivnosti tijekom izvođenja zadataka u *Moodle*-u između uspješnih i neuspješnih studenata. Otkriveni obrasci ponašanja ukazali su na to da su studenti s visokim akademskim postignućem, iako nisu uvijek pratili upute nastavnika, izvodili sekvencijalne obrasce ponašanja koji su odgovarali predloženom modelu samoregulacije, dok su studenti s nižim rezultatima iskazivali tendenciju izvršavanja nestrukturiranih oblika ponašanja u *online* okruženju. Cerezo i suradnici (2020) primijenili su Inductive Miner algoritam za otkrivanje obrazaca SRU tijekom jednosemestralnog *online* tečaja za studente. Analizirali su *log*-ove dobivene s platforme za učenje, osobito u okviru jedne nastavne jedinice, i kreirali procesne modele uspješnih i neuspješnih studenata. Studenti koji nisu bili uspješni u pojedinoj jedinici iskazivali su obrasce samoregulacijskih aktivnosti koji nisu bili podržani vještinama samoregulacije učenja, kao ni preporukama instruktora, dok su uspješni studenti iskazivali kombinaciju značajnijih aktivnosti kao što su razumijevanje, učenje, izvršavanje i pregledavanje, što je ukazalo na učinkovitiji proces samoregulacije. Koristeći veći skup podataka i dodatne samoprocjene, Maldonado-Mahauad i suradnici (2018) uočili su razlike između studenata koji su pohađali tri *online* tečaja (Massive Open Online Course; MOOC) preko Coursera platforme te su analizirali razlike u obrascima *online* ponašanja studenata koji su uspješno završili tečajeve i onih koji ih nisu završili. Općenito se pokazalo da su studenti koji su završili tečaj pokazali veći angažman u provjerama znanja tijekom tečaja te su pristupali materijalima na dubljim razinama procesiranja i bili više strateški orijentirani tijekom učenja. Oni su ujedno u svojim samoprocjenama izvještavali i o višim razinama samoregulacije. Istraživanje Huang i Lajoie (2021) temeljilo se na *log* podacima u procesu stjecanja tehnološko-pedagoško-sadržajnog znanja (engl. TPACK) kod nastavnika u računalno potpomognutom okruženju za učenje. Ti su zapisi uključivali podatke o načinu na koji su nastavnici navigirali

unutar okruženja za učenje, kao i evaluaciju njihovih kreiranih nastavnih planova. Na temelju procijenjene kvalitete primjene TPACK-a iz planova nastave i samoprocjene nastavnika o TPACK-u, izdvojene su tri skupine nastavnika koje su postizale nizak, srednji i visok uspjeh, na čijim je podacima primijenjen *Fuzzy Miner* algoritam za otkrivanje obrazaca samoregulacije učenja unutar i između skupina. Na globalnoj razini, skupine su pokazivale razlike u načinu odvijanja samoregulacijskih aktivnosti. Model visoko uspješnih sudionika pokazao je da su svi događaji bili međusobno povezani te da su ti nastavnici svoje učenje započinjali analizom zadatka i postavljanjem ciljeva, uz kontinuirano nadgledanje svojeg napretka tijekom izvršavanja zadataka. Dodatno, pri usporedbi klastera uspješnih i manje uspješnijih sudionika unutar svake skupine, uspješniji sudionici pokazali su iterativne obrasce samoregulacijskih aktivnosti, uz dominantnu ulogu nadgledanja različitih aktivnosti. Razlike u učestalosti primjene aktivnosti učenja i regulacije, kao i razlike u vremenskim strukturama odvijanja samoregulacijskih aktivnosti između uspješnih i neuspješnih učenika tijekom uvjeta hipermedijskog učenja otkrivene su i u istraživanju Bannert i suradnika (2014) na temelju analize kodiranih protokola glasnog mišljenja kao pokazatelja samoregulacijskih aktivnosti. Na tim je podacima primijenjen *Fuzzy Miner* algoritam, a rezultati su pokazali da su uspješni sudionici iskazivali više metakognitivnih aktivnosti učenja (npr. uključivanje u pripremne aktivnosti prije učenja, dubinski pristup učenju kroz angažiranje u složenijim kognitivnim procesima poput elaboracije, evaluacije učenja, kontinuiranog nadgledanja različitih aktivnosti učenja tijekom cijelog procesa), pri čemu su aktivnosti nadgledanja bile najzastupljenije. Također su uočene razlike i u vremenskim strukturama tih aktivnosti koje su otkrivene usporedbom procesnih modela. Nasuprot tome, manje uspješni sudionici usvojili su površinski pristup učenju, pri čemu su dominantne bile površinske kognitivne aktivnosti, poput ponavljanja. Evaluacijske aktivnosti u procesnom modelu kod tih učenika nisu bile zamijećene. Nastavno na to istraživanje, Lim i suradnici (2021) također su potvrdili postojanje razlika između uspješnih i manje uspješnih studenata tijekom izvođenja zadatka, i to u temporalnim strukturama odvijanja samoregulacijskih aktivnosti primjenom *Fuzzy Minera*-a, ali u drugačijem, hipermedijskom okruženju za učenje, s naglaskom na čitanje tekstova u kojem se izvedba mjerila kroz rješavanje niza zadataka višestrukog izbora (razina razumijevanja i primjene) i uradak na zadatku pisanja eseja (razina primjene). Iako je u obje grupe nadgledanje bilo učestalo, kod modela uspješnih studenata sve su aktivnosti bile povezane u krugu SRU, dok je model dobiven za neuspješne studente bio razdvojen, uz dubinske kognitivne aktivnosti i evaluaciju izolirane od analize i nadgledanja.

Navedena istraživanja ukazuju na sličnosti u pristupima otkrivanja samoregulacijskih obrazaca (npr. kroz usporedbu procesnih modela između uspješnih i manje uspješnih skupina studenata), ali glavni izazovi u usporedbi tih rezultata i identificiranju potreba pojedinaca tijekom SRU vezani su uz kontekst učenja i zadatke, vrste korištenih podataka (npr. protokoli glasnog mišljenja, *log* datoteke i samoprocjene), kao i uz načine kodiranja događaja učenja te njihovu granularnost. No, iako je SRU visoko kontekstualizirana i ovisna o zadatku (Winne, 2018), do sada su utvrđeni i neki dosljedni rezultati o povezanosti samoregulacijskih aktivnosti, posebno metakognitivnih aktivnosti, s ishodima učenja (Bannert i Mengelkamp, 2013; Bannert i sur., 2014; Müller i Seufert, 2018; Sonnenberg i Bannert, 2015). U dosadašnjim istraživanjima dosljedno korisnima za učenje tijekom izvođenja različitih zadataka i u različitim kontekstima pokazale su se aktivnosti nadgledanja i bolja integracija procesa analize zadataka, uključujući

orijentaciju, planiranje i postavljanje ciljeva (Lim i sur., 2021; Moos i Miller, 2015). No, izazovi u usporedbi spomenutih rezultata među ovim, ali i drugim istraživanjima koja su imala sličan cilj, kriju se u različitim kontekstima učenja i vrstama zadataka, vrstama korištenih podataka za analizu i njihovoj granularnosti te načinima na koji su uočeni događaji kodirani pa su replikacijska istraživanja nužna kako bi se nalazi mogli generalizirati (Lim i sur., 2021). S obzirom na navedeno, u budućim je istraživanjima potrebno jasno objasniti načine na koji su podaci u fazi predobrade rekodirani, rafinirani i strukturirani, koji su algoritmi i modeli korišteni za identifikaciju obrazaca te kako se određeni obrasci povezuju s teorijskim konceptima SRU. Osim toga, nužno je voditi računa o transparentnom određivanju parametara koji uključuju kriterije za identifikaciju sekvenci (način definiranja početka i kraja sekvence), za granice vremenskih okvira (određivanje maksimalne vremenske udaljenosti između događaja koji čine sekvencu) te za pragove učestalosti (koliko često određeni obrasci moraju biti prisutni da bi se smatrali značajnima) kako bi se osigurao daljnji napredak u ovom smjeru istraživanja SRU kao niza događaja (Van Laer i Elen, 2018).

2. Kognitivno opterećenje tijekom učenja

Suvremeni pristupi istraživanju SRU naglašavaju međusobnu zavisnost samoregulacijskih procesa i kognitivnog opterećenja te su usmjereni na otkrivanje prirode i mehanizama tog odnosa (npr. Seufert, 2018; Wang i Lajoie, 2023). U skladu s time, i ovo je istraživanje osmišljeno s ciljem da doprinese boljem razumijevanju načina na koji se ove dvije komponente međusobno oblikuju tijekom učenja. Radi stjecanja boljeg uvida u konstrukt kognitivnog opterećenja, u nastavku se detaljnije prikazuju aktualne teorijske spoznaje o njegovim vrstama, izvorima i ulozi u procesu učenja.

Teorija kognitivnog opterećenja (engl. *cognitive load theory*; Paas i Van Merriënboer, 1994) prvobitno je predložena za generiranje obrazovnih dizajna koji učinkovito koriste ograničeni kognitivni kapacitet pojedinca za stjecanje novog znanja (Paas i sur., 2003). Kognitivno opterećenje definirano je kao multidimenzionalni konstrukt koji predstavlja opterećenje koje obavljanje određenog zadatka nameće kognitivnom sustavu (Paas i Van Merriënboer, 1994). Temelji se na pretpostavkama koje proizlaze iz karakteristika radnog i dugoročnog pamćenja (Kirschner, 2002; Sweller, 2011; Sweller i sur., 1998) pri čemu radno pamćenje djeluje kao središnji procesor s ograničenim kapacitetom za zadržavanje i obradu novih informacija (Baddeley, 2003), dok je dugoročno pamćenje neograničeno spremište stečenog znanja (Cowan, 2008; Sweller, 1988, 2011). Nova informacija se prvo obrađuje u radnom pamćenju, a zatim se pohranjuje u dugoročno pamćenje u obliku kognitivnih shema kao složenih struktura znanja sastavljenih od međusobno povezanih informacija (Chai i sur., 2018; Sweller, 2011). Kada pojedinac naiđe na sličan zadatak, može izravno dohvatiti relevantne sheme kako bi ga riješio. Štoviše, kognitivne sheme mogu osloboditi ograničeni kapacitet radnog pamćenja budući da ih se tretira kao jedinstvene informacijske jedinice (Kirschner i sur., 2018). Kognitivno opterećenje, u tom slučaju, opisuje količinu kapaciteta radnog pamćenja koja je zauzeta tijekom obrade informacija prilikom izvršavanja određenog zadatka (Paas i Van Merriënboer, 1994; Sweller i sur., 1998) pa je glavna pretpostavka da bi kognitivno opterećenje trebalo održavati na optimalnoj razini kako ne bi došlo do

preopterećenja ili podopterećenja koji dovode do neuspješnog učenja (Paas i Van Merriënboer, 2020).

Kognitivno preopterećenje javlja se kada zahtjevi postavljeni pred radno pamćenje nadilaze njegov kapacitet, što dovodi do lošijih rezultata u učenju, dok nedovoljno kognitivno opterećenje može dovesti do nezainteresiranosti za materijal (Dönmez i sur., 2025). Međutim, nije svaka obrada informacija izvor kognitivnog opterećenja. Vodeći se pretpostavkama Teorije adaptivne rezonance (engl. *the adaptive resonance theory*; Grossberg, 1999, 2019) auditorne i vizualne informacije prvo ulaze u senzorno pamćenje putem odozdo prema gore obrade (Atkinson i Shiffrin, 1968), dok, u međuvremenu, osobe iz dugoročnog pamćenja dohvaćaju sheme u odozgo prema dolje procesu. Kada se ti procesi podudaraju, dolazi do rezonantnog stanja, pri čemu se ulazne informacije mogu izravno integrirati u dugoročno pamćenje, bez potrebe za prolaskom kroz aktivnu obradu u radnom pamćenju odnosno izvan razine svjesnosti (Cowan, 2008; Cowan i Alloway, 2008). U tom smislu, nesvjesna obrada informacija pridonosi učenju, ali ne dovodi do kognitivnog opterećenja dok svjesna obrada informacija unutar radnog pamćenja zauzima ograničene kognitivne resurse te dovodi do kognitivnog opterećenja.

Kognitivno opterećenje možemo definirati kroz uzročne i mjerne dimenzije. S obzirom na uzroke, pretpostavljaju se tri izvora opterećenja prema kojima se razlikuje intrinzično (engl. *intrinsic*), vanjsko (engl. *extraneous*) i inherentno (engl. *germane*) opterećenje (Paas i sur., 2003; Sweller, 1988, 2011). Intrinzično opterećenje se odnosi na „nužno opterećenje“ koje proizlazi iz složenosti zadatka i razine stručnosti pojedinca (Leahy i Sweller, 2019; Sweller, 2011). Sweller (2010) ga je okarakterizirala brojem elemenata koje treba naučiti i stupnjem međusobne interaktivnosti tih elemenata. Važno je napomenuti da intrinzično opterećenje varira ovisno o prethodnom znanju i stručnosti pojedinca, s obzirom da osobe s visokom razinom stručnosti mogu učinkovitije usvajati informacije kroz izravno korištenje prethodno konstruiranih shema umjesto da ih obrađuju pojedinačno (kako to obično čine početnici), a čime rasterećuju radno pamćenje i smanjuju ovu vrstu opterećenja (Dönmez i sur., 2025; Kirschner i sur., 2018; Paas i sur., 2003; Sweller, 2011). Stoga je moguće zaključiti da intrinzično opterećenje raste s povećanjem složenosti zadatka, ali opada s povećanjem razine stručnosti. Lin i suradnici (2017) otkrili su da ukoliko intrinzična složenost zadataka za učenje premašuje razinu sposobnosti učenika, dolazi do većeg intrinzičnog kognitivnog opterećenja, a što ima negativan utjecaj na ishode učenja. Ovu vrstu opterećenja, uz unaprijed određen cilj učenja i zadatak, nije moguće namjerno mijenjati uz pomoć obrazovnih intervencija (van Merriënboer i Sweller, 2005). Vanjsko opterećenje smatra se „neučinkovitim opterećenjem“ jer proizlazi iz obrade informacija koje nisu relevantne za učenje odnosno formiranje shema te koje mogu biti i distraktori (Ayres i Sweller, 2014). Obično su te informacije rezultat neadekvatnog instruktorskog dizajna (Paas i Van Merriënboer, 1994; Sweller, 1988, 2011), kao što su suvišne informacije i „zavodljivi detalji“ (npr. zabavne, ali nerelevantne informacije za zadatak). Primjerice, Chen i Wu (2015) otkrili su da je vanjsko kognitivno opterećenje učenika značajno povećano kada su suočeni s kompleksnim multimedijским materijalima za učenje, što je rezultiralo lošijom izvedbom. Stoga je jedno od osnovnih načela dizajniranja poučavanja smanjenje vanjskog opterećenja. Primjer toga je učinak riješenih primjera (Renkl, 2005; Sweller, 2006; Sweller i Cooper, 1985) koji ukazuje na to da učenici kojima je zadatak predstavljen zajedno s riješenim primjerima doživljavaju niže vanjsko opterećenje. Inherentno

ili „učinkovito opterećenje“ odnosi se na opterećenje povezano s konstruiranjem i automatizacijom kognitivnih shema (Sweller, 1988) te je ključno za dubinsko procesiranje i pomoć pri razvijanju učinkovitijih shema kroz integraciju novih informacija s postojećim znanjem (Dönmez i sur., 2025). Neke perspektive unutar Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 2019; van Merriënboer i Sweller, 2010) sugeriraju da inherentno opterećenje ne predstavlja zasebnu kategoriju opterećenja već se odnosi na dio kapaciteta radnog pamćenja koji je nužno angažiran obradom intrinzičnih svojstava sadržaja odnosno njegovom strukturom i složenošću. Stoga neki autori ove dvije vrste opterećenja klasificiraju kao jednu (npr. Kalyuga, 2011; Sweller, 2010) iako se u literaturi često još uvijek izdvajaju kao odvojeni konstrukti. Naime, smatra se da osobe mogu samo pasivno doživjeti intrinzično opterećenje, dok je inherentno opterećenje povezano s motivacijom i odražava kognitivne resurse koje pojedinci aktivno ulažu (Debie i van de Leemput, 2014; DeLeeuw i Mayer, 2008; Kalyuga, 2011; Leppink i sur., 2013; Seufert, 2018; Sweller, 2010). Naime, Chang i sur. (2024) utvrdili su da inherentno kognitivno opterećenje pozitivno moderira odnos između autonomne motivacije za učenje i izvedbe. Kada učenici ulože više inherentnog napora, jača je pozitivna veza između autonomne motivacije za učenje i akademskog postignuća. Ovaj nalaz u skladu je s osnovnim pretpostavkama Teorije kognitivnog opterećenja koja naglašava da bi se kroz oblikovanje poučavanja trebalo smanjiti vanjsko opterećenje, uvažavati intrinzično opterećenje te promovirati inherentno opterećenje kako bi se usmjerilo pojedince prema višim kognitivnim procesima i stvarnom unaprjeđenju učenja (Kalyuga, 2011; Sweller i sur., 2019). Seufert (2018) smatra da se pravo inherentno opterećenje odnosi samo na ona kognitivna ulaganja koja su usko povezana s učenjem i koja mogu izazvati konceptualnu reorganizaciju pa bi stoga nastavnici trebali dizajnirati zadatke koji ne samo da kontroliraju ukupno opterećenje, već se također fokusiraju na poticanje viših kognitivnih procesa kao što su refleksija, razmišljanje i integracija znanja. Važno je napomenuti da, iako se inherentno opterećenje smatra učinkovitim, ono također ovisi o razinama prethodnog znanja i stručnosti. Naime, prema efektu obrnutog učinka stručnosti (engl. *expertise reversal effect*), obrazovni dizajni koji su učinkoviti za početnike mogu imati negativan utjecaj na one koji su na višoj razini stručnosti (Kalyuga, 2007). Na primjer, za studente koji već imaju relevantno znanje, previše smjernica i primjera može ometati integraciju njihovog znanja i dubinsko procesiranje (Kalyuga i Renkl, 2010). Stoga je potrebno prilagoditi obrazovni dizajn na temelju razine stručnosti pojedinaca kako bi pružili optimalno kognitivno opterećenje za učenike na različitim razinama stručnosti (Kalyuga i Singh, 2016).

2.1. Mjerenje kognitivnog opterećenja

Mjerenje kognitivnog opterećenja značajan je izazov u razvoju novih teorijskih prijedloga, utvrđivanju valjanosti predloženih principa dizajniranja i predviđanju izvedbe pod različitim zahtjevima zadataka (Chen i sur., 2016; Paas i sur., 2016). Ovaj fenomen je uglavnom ostao neuhvatljiv zbog svoje inherentne nevidljivosti i višedimenzionalne prirode (Zheng, 2018). U literaturi su predložena različita rješenja za procjenu kognitivnog opterećenja, uključujući subjektivne procjene, fiziološke mjere, ponašajne mjere i izvedbu na dualnim zadacima. Brünken i suradnici (2003) klasificirali su metode mjerenja prema dimenzijama kauzalnosti (direktne i indirektne mjere) i objektivnosti (objektivne i subjektivne). Dimenzija objektivnosti odnosi se na to jesu li podaci temeljeni na subjektivnim samoprocjenama (npr.

percipirani napor) ili objektivnim opažanjima (npr. dilatacija odnosno proširenje zjenice, izvedba...) (Klepsch i sur., 2017), dok dimenzija kauzalnosti klasificira opažanja prema njihovom odnosu s kognitivnim opterećenjem. Percepcija težine zadatka i vrijeme reakcije prelaska na sekundarni zadatak smatraju se direktnim opažanjima kognitivnog procesiranja, dok indirektna opažanja uključuju odgovore na kontekstualne čimbenike, poput broja posjećenih stranica u hipermedijskom okruženju učenja. Unatoč rastućem broju istraživanja o mjerenju kognitivnog opterećenja, još uvijek nije uspostavljena standardizirana mjera ili zajednička paradigma mjerenja (Brünken i sur., 2010; Dönmez i sur., 2025). Osim toga, potrebno je uzeti u obzir i subjektivna iskustva učenika u vezi s procjenama kognitivnog opterećenja, kao i odnos između subjektivnih i objektivnih mjera (Klepsch i Seufert, 2020; Seufert, 2020).

Iako oba pristupa pokazuju svoje prednosti i slabosti (Brünken i sur., 2010), u istraživanjima u području obrazovanja najčešće se koriste subjektivne procjene kognitivnog opterećenja (npr. Krieglstein et al., 2022; Schmeck i sur., 2015). U tom pristupu, obično se retrospektivno traži od sudionika da procjeni percipiranu količinu kognitivnog opterećenja na Likertovoj skali dok izvodi zadatak. Općenito se ovaj pristup smatra korisnim zbog svoje ekonomičnosti i fleksibilnosti. Također, retrospektivno procjenjivanje ne ometa proces učenja i ne nameće opterećenje samo po sebi, što može biti slučaj u drugim pristupima kao što su mjere dualnog zadatka (Brünken i sur., 2010). Nedavno provedena meta-analiza pouzdanosti i valjanosti upitnika za procjene subjektivnog kognitivnog opterećenja u eksperimentalnim istraživanjima multimedijalnog učenja (Krieglstein i sur., 2022) pokazala je da su samoprocjene o percipiranom kognitivnom opterećenju valjana i pouzdana mjera. Međutim, postoje empirijski dokazi koji ukazuju na to da procjena kognitivnog opterećenja ovisi i o određenim osobnim i situacijskim aspektima, kao što su vrijeme mjerenja (Brünken i sur., 2010), ali i o subjektivnim unutarnjim standardima za procjenu trenutnog stanja opterećenja (Klepsch i sur., 2017). Naime, višedimenzionalne subjektivne mjere kognitivnog opterećenja često pokazuju značajne pozitivne korelacije između mjera različitih vrsta kognitivnog opterećenja, pa čak i između mjera intrinzičnog i vanjskog opterećenja, što je neočekivano s obzirom da se pretpostavlja da one opisuju različite aspekte materijala za učenje. Dok se intrinzično opterećenje odnosi na kompleksnost zadatka, vanjsko se opterećenje definira načinom na koji je informacija prezentirana i oblikovana. No, čini se da se pri subjektivnim procjenama opterećenja pojedinci ipak ne mogu u potpunosti odvojiti ove dvije vrste opterećenja. Kada se materijal za učenje procjenjuje visokim na razini vanjskog kognitivnog opterećenja zbog lošije prezentacije informacije, pojedinci mogu također procijeniti materijal kompleksnijim. Na tragu ovih rezultata može se zaključiti da ukupno kognitivno opterećenje nije samo jednostavan zbroj triju vrsta opterećenja već rezultat dinamičke interakcije između zahtjeva zadatka, dizajna učenja i karakteristika pojedinca čime se dovodi u pitanje hipoteza aditivnosti tri vrste opterećenja u objašnjenju ukupne količine kognitivnog opterećenja (Krieglstein i sur., 2022).

Mjere samoprocjene često se koriste i za mjerenje percepcije učenika o mentalnom opterećenju i naporu, uz pretpostavku da one mogu pružiti pouzdane procjene (Anmarkrud i sur., 2019). Naime, mentalno opterećenje, mentalni napor i izvedba tri su mjerna aspekta procjene kognitivnog opterećenja. Mentalno opterećenje (engl. *mental load*) pruža procjenu potrebnog kognitivnog kapaciteta koji zadatak zahtijeva od pojedinca (Kirschner, 2002; Paas i

sur., 2003; Paas i Van Merriënboer, 1994a), dok se mentalni napor (engl. *mental effort*) odnosi na procjenu kognitivnih resursa koji su stvarno dodijeljeni za izvršavanje konkretnog zadatka (Paas i sur., 2003a; Paas i van Merriënboer, 1994b). Mentalni napor može biti učinkovit ili neučinkovit, ovisno o tome je li uložen u inherentno ili vanjsko kognitivno procesiranje. Dakle, i kvantiteta (tj. količina) i kvaliteta (tj. raspodjela) mentalnog napora ključni su za predviđanje uspješnosti učenja (Hsieh i Tsai, 2011). Treći aspekt procjene opterećenja je izvedba koja definira kognitivno opterećenje iz perspektive postignuća u učenju i uključuje različite pokazatelje, poput vremena učenja, točnosti i stupnja pogreške (Baars i sur., 2020; Koriat i sur., 2014; Paas i sur., 2003b). Značajan utjecaj na ovo područje istraživanja imala je Skala za procjenu mentalnog napora (Paas, 1992) u sklopu koje se procjenjivao percipirani intenzitet mentalnog napora od vrlo niskog (1) do vrlo visokog (9). Skala se tijekom godina pokazala neintruzivnom, pouzdanom i osjetljivom, a na temelju nje kasnije je razvijena i skala osjetljivosti na intrinzično kognitivno opterećenje (interaktivnost elemenata) kroz jednu česticu koja je uspješno korištena u različitim istraživanjima (Ayres, 2018). Iako su takve jednokomponentne skale kognitivnog opterećenja obično bile u visokoj korelaciji s izvedbom i drugim subjektivnim mjerama kognitivnog opterećenja te se smatraju vrijednim mjernim instrumentima, u posljednje se vrijeme sve češće spominje potreba preispitivanja primjene skala s jednom česticom u složenim okruženjima učenja (Dönmez i sur., 2025). Neki su istraživači pokušali primjenjivati osjetljivije metode mjerenja s višefaktorskim rješenjima, kao što je Skala temeljena na NASA *Task Load* Indeks-u (Hart i Staveland, 1988). Iako se ta skala pokazala učinkovitom u istraživanjima u domeni zrakoplovstva i dizajniranja sučelja, prilikom primjene u tradicionalnim obrazovnim okruženjima pokazala je određene nedostatke. Kroz istraživanja su primjenjivane i mjere samoprocjena na više čestica i kroz više faktora u svrhu procjenjivanja različitih dimenzija kognitivnog opterećenja (npr. Cierniak i sur., 2009; Dönmez i sur., 2022; Klepsch i sur., 2017; Krieglstein i sur., 2023; Leppink i sur., 2013) pri čemu je veći fokus bio stavljen na procjenu složenosti sadržaja (intrinzično opterećenje), kvalitetu instruktorskog dizajna (vanjsko opterećenje), ali i na uloženi angažman učenika (inherentno opterećenje). Primjene tih skala pokazale su poteškoće vezane uz mjere valjanosti u istraživanjima interakcije ljudi i računala (Akbulut i sur., 2023), no jednostavnost njihove primjene i bodovanja i dalje je jedna od važnijih smjernica u istraživanjima kojima se nastoji odgovoriti na postojeća ograničenja.

Objektivne mjere kognitivnog opterećenja odnose se na psihofiziološke mjere, od kojih je najpoznatija i najpouzdanija mjera dilatacije (proširenja) zjenica, a koju je moguće mjeriti pomoću uređaja za mjerenje pokreta očiju. Pupilometrija je široko korištena za istraživanje kognitivnog opterećenja u različitim scenarijima učenja, a odnosi se na male promjene u promjeru zjenice koje se pripisuju promjenama u moždanoj aktivnosti, ili, specifičnije, ljudskoj kogniciji (Beatty i Lucerno-Wagoner, 2000; Just i sur., 2003; van der Wel i van Steenbergen, 2018). Veza između dilatacije zjenica i kognitivnog opterećenja prvi put je uočena prije više od 100 godina (npr. Löwenstein, 1920), nakon čega je i popularizirana. Nedavna neurobiološka istraživanja upućuju na to da je ovaj učinak posljedica aktivacije noradrenergičkog sustava u locus coeruleusu, koji je aktiviran stresom, a također može biti važan pri konsolidaciji pamćenja (Beatty i Lucerno-Wagoner, 2000; Laeng i sur., 2012; van der Wel i van Steenbergen, 2018). Istraživanja o reakcijama zjenica izazvanih zadatkom fokusiraju se na to kako promjene u pažnji ili kognitivnom naporu tijekom zadatka mogu biti mjerene kroz promjene u veličini

zjenice u odnosu na osnovnu veličinu. Kroz neka od ranijih istraživanja utvrđeno je da povećanje veličine zjenice u odnosu na osnovnu veličinu, od .20 do .50 mm, može biti diskretno povezano s mentalnim naporom koji se ulaže u sve složenije zadatke ponovnog pamćenja brojeva (Hess i Polt, 1964; Kahneman i Beatty, 1966). Odgovor zjenice moguće je izolirati pažljivim kontroliranjem okoline (npr. kontroliranjem vanjskih podražaja kao što su promjena u svjetlini ili prekomjerna kretanja koja mogu izazvati promjenu u veličini zjenice) te pažljivim dizajnom eksperimenta kako bi se smanjio broj proturječnih kognitivnih signala (Beatty i Lucerno-Wagoner, 2000; Karch, 2018). No, veza između dizajna eksperimenata i prirode onoga što se procjenjuje kroz dilataciju zjenica nije jednostavna.

Mnoga istraživanja povezuju dilataciju zjenica sa zahtjevima zadatka (kognitivnim opterećenjem), posebno za jednostavne zadatke poput aritmetike, ponavljanja sve duljih nizova brojeva ili slova ili unos teške lozinke (Abdrabou i sur., 2021; Hess i Polt, 1964; Kahneman i Beatty, 1966; Klingner, 2010; Krejtz i sur., 2018). Međutim, nedavna metaanaliza ovih vrsta istraživanja pokazala je da je ova veza znatno složenija te da dilataciju zjenica možemo bolje razumjeti kao kognitivni napor nego kao zahtjev zadatka (van der Wel i van Steenbergen, 2018). Stoga je važno razumjeti kako sudionik doživljava zadatak kako bi se ispravno interpretirala njegova dilatacija zjenica jer početnici mogu imati veće dilatacije zjenica koje odražavaju potrebu za većim naporom kako bi savladali zadatak, dok eksperti mogu imati manje dilatacije zbog toga što im je potrebno manje napora (Ahern i Beatty, 1979; Szulewski i sur., 2017; van der Wel i van Steenbergen, 2018; Zhou i sur., 2022). Postoji nekoliko obećavajućih istraživanja koji sugeriraju da je moguće pridružiti značenje dilatacijama zjenica prikupljenim u realnom vremenu (npr. dok je osoba angažirana na zadatku) kako bi se razumjelo kako angažman na zadatku uključuje kognitivni napor (npr. da Silva Castanheira i sur., 2021; Krejtz i sur., 2020; Palinko i sur., 2010; Shechter i Share, 2021). Na primjer, Foroughi i suradnici (2017) otkrili su da je veličina zjenica opadala kako su sudionici prolazili kroz više ponavljanja eksperimenta, što sugerira da su automatizirali proces. Shechter i Share (2021) proveli su eksperimente prepoznavanja riječi, utvrdivši značajno veće relativne promjene veličine zjenice za podražaje povezane s višim kognitivnim naporom.

Osim podataka vezanih uz dilataciju zjenice, u istraživanjima se nerijetko koristi i triangulacija drugih izvora podataka, poput podataka o pogledu (npr. Karch i sur., 2019; Klingner, 2010; Miller i Unsworth, 2020), spacio-temporalnih osjetnih signala (npr. Sharma i sur., 2021), intervjuja (npr. Pomerleau-Turcotte i sur., 2021), motivacijskih manipulacija prebacivanjem zadataka (da Silva Castanheira i sur., 2021), mikrosakadnih odgovora (Krejtz i sur., 2020) i slično kako bi se pokušalo razumjeti temeljni kognitivni proces koji se odražava u dilataciji zjenica.

2.2. Dinamika kognitivnog opterećenja tijekom procesa učenja

Dok tradicionalni teoretičari kognitivno opterećenje smatraju statičkim te ga definiraju zadatkom i njegovom inherentnom složenosti (u odnosu na prethodno znanje učenika), kao i načinom prezentacije (Seufert, 2018), s rastućim prepoznavanjem proaktivne uloge učenika u učenju, u novijim se istraživanjima sve više prihvaća pretpostavka da i kognitivno opterećenje može biti dinamičko (Kalyuga i Singh, 2016; Seufert, 2018). Pri tome je važno razlikovati

učenikovo percipirano kognitivno opterećenje od kognitivnog opterećenja dizajniranog od strane instruktora kako bi se dodatno objasnila njegova dinamička priroda (Kalyuga i Singh, 2016; Seufert, 2018). Drugim riječima, način na koji učenici doživljavaju kognitivno opterećenje ovisi o tome što oni zapravo rade u svom umu te se smatra da osoba može odlučiti kako će percipirati kognitivno opterećenje, koliko će mentalnog napora uložiti i kako će ga raspodijeliti i regulirati (de Bruin i sur., 2020; de Bruin i Van Merriënboer, 2017; Eitel i sur., 2020). Dakle, pojedinci imaju autonomiju u odlučivanju hoće li ulagati kognitivne napore u zadatak učenja pa tako mogu doživjeti i nisko intrinzično opterećenje ako mentalno ne obrađuju interaktivne informacijske elemente u složenom zadatku. Osim toga, pojedinci mogu birati različite kognitivne aktivnosti (npr. ponavljanje ili elaboraciju) kako bi se prilagodili promjenjivim informacijama u različitim fazama zadatka što zahtijeva različite kapacitete radnog pamćenja i dovodi do varijacija u kognitivnom opterećenju. Stoga se može zaključiti da je kognitivno opterećenje višedimenzionalan i dinamički konstrukt pri čemu razina opterećenja koja je pretpostavljena kroz dizajn poučavanja često nije u skladu s kognitivnim opterećenjem kojeg učenici stvarno doživljavaju, a što je djelomično rezultat njihove samoregulacije.

3. Odnos samoregulacije i kognitivnog opterećenja

Neki od modela SRU, poput Modela cikličnih faza (Zimmerman, 2000), COPES modela (Winne i Hadwin, 1998) i Modela dvostrukog procesiranja samoregulacije (Boekaerts, 2011), pružaju određene naznake za uključivanje kognitivnog opterećenja u teoriju SRU kroz integrirajuće okvire kojima bi se pojasnila povezanost ova dva koncepta. Seufert (2018) je bila prva koja je modelirala međusobnu interakciju kognitivnog opterećenja i SRU, uz pretpostavku da sve faze samoregulacije izazivaju kognitivno opterećenje. Za razliku od nje, Wirth i suradnici (2020) ukomponirali su Teoriju adaptivnog rezoniranja (Grossberg, 2019) kako bi razlikovali svjesnu od nesvjesne samoregulacije tvrdeći da samo svjesna samoregulacija izaziva kognitivno opterećenje. Drugi istraživači također su proučavali ulogu mentalnog napora u samoregulaciji. Na primjer, de Bruin i suradnici (2020) predložili su Okvir nadgledanja i regulacije napora (engl. *effort monitoring and regulation framework*; *EMR*) koji ilustrira način na koji osobe prate i reguliraju uloženi mentalni napor te kako se on koristi kao signal (Koriat, 1997) za donošenje metakognitivnih procjena. Nugteren i suradnici (2018) predložili su sustavni model koji objašnjava kako retrospektivna samoprocjena mentalnog napora utječe na odabir zadataka u sljedećoj fazi. Svaki od integrirajućih okvira prikazuje preklapanje između SRU i kognitivnog opterećenja, sugerirajući da ili SRU izaziva kognitivno opterećenje (Wirth i sur., 2020) ili kognitivno opterećenje pokreće SRU (de Bruin i sur., 2020; Nugteren et al., 2018). Međutim, važno se osvrnuti i na kompleksnu recipročnu interakciju kognitivnog opterećenja i SRU, uz razmatranje dinamičke prirode ova dva konstrukta (Wang i Lajoie, 2023). Stoga se neka od otvorenih pitanja odnose na to kakva je međusobna dinamička interakcija samoregulacije i kognitivnog opterećenje tijekom cjelokupnog procesa učenja te koja je uloga različitih dimenzija kognitivnog opterećenja u samoregulaciji. Za odgovore na njih potrebna je još integriranija verzija modela samoregulacije učenja i kognitivnog opterećenja kako bi se specificiralo zašto i kako samoregulacija djeluje na kognitivno opterećenje i obratno.

Dosadašnja teorijska saznanja o odnosu SRU i kognitivnog opterećenja polaze od temeljne pretpostavke da se radi o dvosmjernoj vezi: samoregulacija zahtjeva kognitivne

resurse i stoga stvara kognitivno opterećenje, ali, ovisno o zahtjevima opterećenja koje nameće zadatak, pojedinci mogu prilagoditi svoje samoregulacijske aktivnosti pa tako kognitivno opterećenje može potaknuti ili izmijeniti samoregulaciju.

Naime, samoregulaciju se može klasificirati kao svjestan ili nesvjestan proces, ovisno o tome oslanjaju li se procesi na objektnoj i metarazini na resurse radnog pamćenja (Wirth i sur., 2020). U usporedbi s onima koji ne provode samoregulaciju, pojedinci koji se svjesno uključuju u procese SRU troše više kognitivnih resursa zbog dodatnih metarazinskih obrada informacija (Schwonke, 2015; Seufert, 2018, 2020). Valcke (2002) je kognitivno opterećenje uzrokovano metakognitivnim procesima nazvao metakognitivnim opterećenjem i definirao ga kao podskup inherentnog opterećenja. Međutim, ova pretpostavka nije bila široko prihvaćena unutar zajednice istraživača teorije kognitivnog opterećenja. Nadalje, Schwonke (2015) je rekonceptualizirao metakognitivno opterećenje kao vrstu opterećenja radnog pamćenja koje može pridonijeti intrinzičnom (ili inherentnom) ili vanjskom opterećenju. Vanjsko metakognitivno opterećenje nastaje kada metarazinske aktivnosti, poput metakognitivnog nadgledanja i refleksije, proizlaze iz neadekvatnog dizajna zadatka i suboptimalnih okolinskih čimbenika. Na primjer, studenti mogu iskusiti vanjsko metakognitivno opterećenje kada moraju redistribuirati pažnju sa „zavodljivih detalja“ (npr. zanimljive, ali nerelevantne informacije) na stvarne zadatke. S druge strane, kada metakognitivne aktivnosti doprinose konstrukciji znanja i učinkovitom učenju, one generiraju inherentno metakognitivno opterećenje. Empirijski dokazi podržavaju postojanje metakognitivnog opterećenja uzrokovanog svjesnim SRU procesima. Van Gog i suradnici (2011) istraživali su učinke intervencije nadgledanja na kognitivno opterećenje studenata tijekom rješavanja jednostavnih i složenih sudoku zadataka otkrivši da su sudionici koji su bili upućeni da prate i bilježe svoje postupke izvijestili o većem mentalnom naporu pri izvedbi složenog zadatka u usporedbi s onima koji nisu imali dodatnu uputu za nadgledanje. Andersen i suradnici (2020) uočili su da je strukturirana intervencija samoprocjene dovela do većeg kognitivnog opterećenja studenata medicine tijekom obuke iz kirurgije temporalne kosti u okruženju virtualne stvarnosti. Metakognitivno opterećenje uzrokovano svjesnim metakognitivnim procesima i kognitivno opterećenje koje proizlazi iz samog zadatka (sadržaja i vrste zadatka) natječu se za ograničeni kapacitet radnog pamćenja.

Navedeno je moguće povezati s Integrativnim modelom samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) u kojem se pretpostavlja da je samoregulacija funkcija kognitivnog opterećenja i kapaciteta radnog pamćenja. U tom modelu kognitivno opterećenje odnosi se isključivo na kognitivne zahtjeve zadatka, odvojeno od metakognitivnog opterećenja. Naime, Seufert (2018, 2020) je predložila obrnuti U-odnos između težine zadatka i količine SRU naglašavajući kako ovisno o težini zadatka, razina opterećenja i dostupni resursi učenika variraju te utječu na stvarnu primjenu samoregulacijskih aktivnosti. Konkretno, laki zadaci doživljavaju se manje zahtjevni te moguće neće aktivirati intenzivnije samoregulacijske aktivnosti s obzirom da rezultiraju niskim kognitivnim opterećenjem. Iako su kapaciteti radnog pamćenja dovoljni za svjesnu SRU, metakognitivno opterećenje u vidu malog broja aktivnosti svjesnog planiranja, nadgledanja i evaluacije vlastitih aktivnosti je nisko s obzirom da zadatak ne predstavlja značajan izazov (Wang i Lajoie, 2023). S druge strane, kada zadatak nameće visoko kognitivno opterećenje, kapacitet radnog pamćenja može biti nedostatan za učinkovitu svjesnu SRU (Seufert, 2018, 2020). Naime, visoka kognitivna zahtjevnost zadatka tada

ograničava količinu resursa koju je moguće posvetiti metakognitivnim aktivnostima pa u takvim uvjetima metakognitivno opterećenje može postati kontraproduktivno jer svjesne regulacijske aktivnosti dodatno iscrpljuju radno pamćenje, što može narušiti ukupnu izvedbu i kvalitetu učenja. Samo kada je težina zadatka umjerena, učenici mogu postići ravnotežu između kognitivnog opterećenja i SRU, pri čemu su kapaciteti radnog pamćenja dostatni za optimalnu regulaciju učenja. Metakognitivno opterećenje u ovoj situaciji postaje inherentno (učinkovito), jer svjesne aktivnosti podržavaju integraciju novih informacija i konsolidaciju znanja, doprinoseći učinkovitosti učenja (Schwonke, 2015).

Za razliku od svjesne samoregulacije, nesvjesna samoregulacija ne izaziva dodatno metakognitivno opterećenje jer razina obrade informacije na metarazini ne ulazi u radno pamćenje niti zauzima kognitivne resurse (Wirth i sur., 2020). U tom smislu, nesvjesne metakognitivne aktivnosti, poput metakognitivnog planiranja i nadgledanja, omogućuju učenicima učinkovitu primjenu strategija i poboljšanje učinka u učenju, bez izazivanja kognitivnog preopterećenja (Wirth i sur., 2020). Stoga bi poticanje nesvjesne samoregulacije učenja trebalo biti integrirano kao jedan od ciljeva poučavanja.

U prilog dvosmjerne veze SRU i kognitivnog opterećenja mogu se sagledati i saznanja koja proizlaze iz Teorije kognitivnog opterećenja (Paas i Van Merriënboer, 1994b; Paas i sur., 2003a), a vezana uz konstrukte mentalnog opterećenja i mentalnog napora. Naime, mentalno opterećenje se odnosi na očekivani kognitivni kapacitet koji zahtijeva zadatak učenja, dok se mentalni napor odnosi na stvarni kognitivni kapacitet radnog pamćenja koji je učenik usmjerio na zadatak. U mnogim slučajevima postoje neusklađenosti između učenikove percipirane razine mentalnog opterećenja i stvarnog uloženog mentalnog napora (Camp i sur., 2001; Haji i sur., 2015) što je moguće objasniti procesima SRU. Naime, učenici mogu nadgledati i regulirati koliko mentalnog napora treba uložiti u zadatak te kako raspodijeliti mentalni napor između učinkovitog inherentnog procesiranja i neučinkovitog vanjskog procesiranja (Eitel i sur., 2020). Moguće je da učenici koji učinkovito nadgledaju i reguliraju napor tijekom SRU koriste ograničenu količinu mentalnog napora za suočavanje s visokim mentalnim opterećenjem zbog čega je potrebno razumjeti procese nadgledanja i reguliranja napora (Wang i Lajoie, 2023).

Okvir za nadgledanje i regulaciju napora (de Bruin i sur., 2020) demonstrira kako učenici nadgledaju i reguliraju uloženi mentalni napor u zadatak. U modelu se procjene mentalnog napora tumače kao inherentni dio ciklusa nadgledanja i kontrole pri SRU, pri čemu pojedinci nadgledaju i procjenjuju mentalni napor koji su uložili u zadatak nakon čega provode potrebne regulacije uloženog napora. Regulacija mentalnog napora može se odvijati prema obrascu vođenom podacima i/ili ciljevima. Regulacija vođena podacima opisuje situaciju u kojoj učenici povećavaju, smanjuju ili nastavljaju sa svojim trenutnim mentalnim naporom s obzirom na pokazatelje koje dobivaju iz podataka (npr. iskustvo sa zadatkom). S druge strane, regulacija mentalnog napora vođena ciljevima odnosi se na činjenicu da učenici donose odluke o regulaciji napora kako bi slijedili unaprijed određene ciljeve u učenju ili prilagodili ciljeve prema promjenama koje nastaju (de Bruin i sur., 2020). Ova dva oblika regulacije nisu izolirana, već se isprepliću tijekom SRU. Na primjer, učenici mogu odlučiti produžiti svoje vrijeme učenja (kao mjera uloženog mentalnog napora) motivirani percepcijom visoke složenosti tijekom interakcije sa zadatkom (vođeno podacima), kao i s ciljem proširivanja znanja (vođeno ciljevima). Osim toga, pokazatelji vođeni podacima mogu također utjecati na regulaciju

mentalnog napora vođenog ciljevima jer učenici mogu prilagoditi svoje ciljeve učenja na temelju iskustava sa zadatkom (de Bruin i sur., 2020).

Osobe nemaju izravan pristup svom stvarnom mentalnom naporu već mogu samo nadgledati pokazatelje napora (engl. *effort cues*; Koriat, 1997) kako bi generirali određene zaključke. Pokazatelji napora sastoje se od informacije koje ukazuju na stvarne mentalne napore, poput percipirane težine zadatka ili brzine i fluentnosti obavljanja zadatka (Raaijmakers i sur., 2017). Na temelju tih različitih pokazatelja osobe percipiraju i procjenjuju mentalni napor (de Bruin i Van Merriënboer, 2017; Scheiter i sur., 2020), a te procjene, zbog svoje inferencijalne prirode, mogu biti pristrane. Točnost tih procjena obično se prikazuje kroz razliku između subjektivnih procjena napora i objektivno izmjenog mentalnog napora pomoću fizioloških i bihevioralnih podataka (de Bruin i van Merriënboer, 2017; Scheiter i sur., 2020). Točnost procjene mentalnog napora ovisi o dijagnostičkoj razini pokazatelja napora koje su koristili odnosno do koje su mjere ti pokazatelji ukazivali na stvarni mentalni napor.

Za učinkovitiju demonstraciju ovih odnosa moguće je integrirati pretpostavke Okvira za nadgledanje i regulaciju napora (de Bruin i sur., 2020) u Integrativni model SRU i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018, 2020) koji pretpostavlja da, ovisno o težini zadatka, razina opterećenja i dostupni resursi učenika variraju te utječu na stvarnu primjenu samoregulacijskih aktivnosti. Laki zadaci, poput učenja liste poznatih riječi, doživljavaju se kao manje zahtjevni i možda neće aktivirati intenzivnije samoregulacijske aktivnosti. Nasuprot tome, kod zahtjevnijih zadataka resursi mogu postati oskudni, a zahtjevi previsoki, pa učenici mogu odlučiti ne ulagati dodatni napor u samoregulaciju jer je sam zadatak već previše opterećujući. Ovi primjeri pokazuju da SRU ovisi o različitim aspektima - kako onima koji su inherentni zadatku, tako i onima koji proizlaze iz osobnih karakteristika učenika (Seufert i sur., 2024).

Seufert (2020) pritom naglašava da težina zadatka ne proizlazi samo iz njegovih objektivnih zahtjeva, već i iz odluka učenika da se prema potrebi više ili manje angažiraju u zadatku, primjerice zato što im se zadatak sviđa ili ne sviđa, odnosno zato što ih osobito zanima ili ne zanima. Dosadašnja istraživanja pokazala su da je visoka razina interesa povezana s češćom uporabom samoregulacijskih strategija (Horvath i sur., 2006; Schiefele, 1991) te se interes smatra važnom sastavnicom motivacije koja opisuje sklonost pojedinca da se bavi određenim temama (Hidi, 2000). Osim toga, uloga interesa može se dodatno objasniti i u Okviru modela nadgledanja i regulacije napora (de Bruin i sur., 2020), prema kojem učenici ne reagiraju na stvarni, već na percipirani mentalni napor temeljen na različitim pokazateljima napora. Ti pokazatelji ne uključuju samo kognitivne signale povezane s obradom informacija i aktivacijom kontrolnih procesa, nego i afektivna - motivacijska stanja poput interesa, znatiželje, frustracije ili anksioznosti, koja se također mogu promatrati kao indikatori napora (van Merriënboer i de Bruin, 2019). Povezujući ovaj okvir s MASRL modelom (Efklides, 2002, 2011), pokazatelji napora koje pojedinci koriste za evaluaciju vlastitih kognitivnih resursa mogu se shvatiti kao metakognitivna iskustva. Ona obuhvaćaju osjećaj težine, nerazumijevanja ili niske fluentnosti, ali i procjenu zanimljivosti i osobne vrijednosti sadržaja, koji zajedno signaliziraju potrebu za dodatnom regulacijom učenja. Interes za sadržaj stoga može djelovati kao interpretativni filter tih pokazatelja na način da viši interes smanjuje subjektivni doživljaj zahtjevnosti i povećava spremnost na ulaganje napora, dok niži interes može dovesti do brže

procjene da je zadatak „preskup“ u odnosu na očekivanu korist. Na taj način interes utječe i na regulaciju vođenu podacima (procjena trenutačne zahtjevnosti) i na regulaciju vođenu ciljevima (odluka o nastavku ulaganja napora radi osobno vrijednog ishoda), čime posredno oblikuje odabir i intenzitet primjene samoregulacijskih strategija. U tom je kontekstu u ovom istraživanju poseban naglasak stavljen na interes za sadržaj tijekom učenja operacionaliziran kroz percepciju zanimljivosti, korisnosti i vrijednosti sadržaja, kao situacijski specifičan i neposredno promjenjiv konstrukt vezan uz konkrentni materijal učenja. Budući da je istraživanje provedeno u kontroliranim eksperimentalnim uvjetima s istim sadržajem za sve učenike, varijacije u interesu omogućile su preciznije ispitivanje kako subjektivna vrijednost sadržaja oblikuje aktivaciju samoregulacijskih aktivnosti i, posljedično, učinke primjene konkretne metode učenja na izvedbu.

Što se objektivnih uvjeta zadatka tiče, prethodno je spomenuto da su oni određeni intrinzičnim i vanjskim opterećenjem koje utječu na cijeli samoregulacijski proces. Tijekom tog procesa učenik treba analizirati strukturu zadatka i stvoriti njegovu mentalnu reprezentaciju (Boekaerts, 2011; Winne, 2001; Zimmerman, 2000). Površinska struktura zadatka uključuje specifične sadržaje za domenu, formate i okruženja, dok dubinska struktura uključuje složenost zadatka koja se odnosi na objektivne kognitivne zahtjeve zadatka (Winne i Marx, 1989). U tom kontekstu, vanjsko opterećenje uzrokovano vrstama zadatka i okruženjem te intrinzično opterećenje određeno složenošću zadatka predstavljaju inherentne komponente SRU. Osim toga, različite razine stručnosti pojedinaca dovode do različite percepcije mentalnog opterećenja, intrinzičnog ili vanjskog, u istom zadatku (Sweller i sur., 2019). Različitosti u doživljaju te dvije vrste opterećenja utječu na to kako učenici postavljaju ciljeve specifične za zadatak i generiraju planove za zadatak (Pieschl i sur., 2012). Dakle, stručnjaci i početnici mogu pokazivati razlike u postavljanju ciljeva i planiranju aktivnosti. Slično tome, doživljeni intenzitet intrinzičnog i vanjskog kognitivnog opterećenja utječe na odabir kognitivnih strategija. Naime, osobe obično iskazuju višu tendenciju korištenja dubinskih kognitivnih strategija (npr. organizacija, samopropitivanje, elaboracija...) u zadacima koji zahtijevaju veće kognitivne napore (visoko intrinzično opterećenje) nego u onima koji imaju niže kognitivne zahtjeve (Wang i sur., 2023). Međutim, visoko vanjsko opterećenje odvlači učenike prema usvajanju irelevantnih pojmova i dovodi do češćeg korištenja površinskih strategija, poput pamćenja i ponavljanja, kako bi riješili zadatak (Costley, 2020). Većina empirijskih istraživanja proučavala je kako učenici prilagođavaju svoje procese učenja kompleksnosti zadatka što se naziva "kalibracijom prema kompleksnosti zadatka" (Chevrier i sur., 2020; Pieschl i sur., 2012). Kompleksnost zadatka inherentna je zadatku i određuje intrinzično opterećenje učenika. Chevrier i suradnici (2020) otkrili su da su interpretacije zadatka, ciljevi učenja i planovi učenika varirali između jednostavnog zadatka "pamtiti" i složenog zadatka "evaluirati". Konkretno, učenici su jednostavan zadatak definirali kao zadatak usmjeren na detalje i činjenice, a složeni zadatak kao zadatak koji naglašava koncepte i argumente, planirajući koristiti dubinske strategije za složeniji zadatak. Pieschl i suradnici (2012) proširili su utjecaj kompleksnosti zadatka na cijeli proces SRU. S obzirom na povećanje zahtjevnosti zadataka učenici su pokazali i značajne prilagodbe u svim indikatorima SRU specifičnima za zadatak, premda nisu sve te prilagodbe predicerale viša postignuća u učenju (Pieschl i sur., 2012).

O kompleksnosti odnosa SRU i kognitivnog opterećenja može se zaključiti na temelju praćenja i reguliranja mentalnog napora tijekom SRU, pri čemu mentalni napor, povratno, služi kao dijagnostički signal za donošenje metakognitivnih procjena o učenju. Osim toga, pojedinci mogu koristiti pokazatelje napora za procjenu mentalnog napora, ali se mentalni napor može tumačiti i kao signal tijekom samoregulacije. Konkretno, nadgledanje signala na objektnoj razini, odnosno mentalnog napora koristi se kako bi donijeli metakognitivne procjene na metarazini i daljnje odluke o regulaciji. Štoviše, empirijska istraživanja pokazala su mješovite odnose između mentalnog napora i metakognitivnih procjena kada je mentalni napor korišten kao signal. Na primjer, Schnaubert i Schneider (2022) pokazali su da su samoprocjene mentalnog napora studenata pozitivno predvidjele njihovo metarazumijevanje odnosno metakognitivne procjene o razumijevanju sadržaja teksta. Međutim, Baars i suradnici (2017) utvrdili su negativnu povezanost između mentalnog napora uloženog u zadatke rješavanja problema i procjene sigurnosti u vlastitu izvedbu. Konkretno, podrijetlo napora (vođeno podacima ili ciljevima) moderiralo je odnos između mentalnog napora i metakognitivnih procjena, i to na način da je više napora vođenog podacima dovelo do negativnih metakognitivnih procjena, dok je više napora vođenog ciljevima dovelo do pozitivnih metakognitivnih procjena (Baars i sur., 2020; Koriat, 2018; Schnaubert i Schneider, 2022). Međutim, kada su sudionicima pružene povratne informacije o izvedbi, negativni učinci težine zadataka (kao indikatora uloženog napora) na procjene sigurnosti su nestali (van Loon i sur., 2017). Razlog tome je što su povratne informacije pružile objektivne informacije o izvedbi učenika te stoga sudionici nisu morali donositi zaključke temeljene na mentalnom naporu.

Samoregulirani učenici kombiniraju mentalni napor i izvedbu u "upravo završenom zadatku" kako bi odabrali sljedeći zadatak s odgovarajućom složenošću i razinom podrške, što se naziva adaptivnim odabirom zadatka (Raaijmakers i sur., 2018; van Gog i sur., 2020). Složenost zadatka odnosi se na to koliko je zadatak težak, dok razina podrške označava koliko je instrukcijske podrške (npr. potpuno/djelomično/bez riješenih primjera) zadatak pružio. Ako visoki napor dovede do uspješne izvedbu, pojedinac bi trebao odabrati sljedeći zadatak slične složenosti i razine podrške. Kada nizak napor prati uspješnu izvedbu, osobe bi trebale odabrati složeniji zadatak s manje podrške, no, ako učenici ulože visok napor, ali postignu lošu izvedbu, trebali bi odabrati manje složen zadatak s većom podrškom (Kostons i sur., 2012). Nugteren i suradnici (2018) predložili su Model samoregulacije u odabiru zadataka za učenje (engl. *self-regulated learning-task selection*; SRLTS) kako bi opisali sustavni način na koji osobe odabiru odgovarajuće zadatke za poboljšanje svog znanja i vještina. Ovaj model pretpostavlja da učenici uspoređuju izvedbu, mentalni napor i procjene učenja s unutarnjim standardima, uključujući ciljeve usmjerene na izvedbu, prihvatljive standarde kognitivnog opterećenja i varijabilnost sadržaja, kako bi odabrali zadatak vezan uz sadržaj učenja, razinu težine i razinu podrške. Za razliku od rezultata istraživanja Kostonsa i suradnika (2012), ovaj model sugerira da se procjene znanja mogu koristiti za određivanje varijabilnosti sadržaja, što predstavlja opseg u kojem zadaci variraju u kontekstu. Kada učenici osjećaju da ne mogu izvršiti sličan zadatak u budućem testu (tj. niska procjena znanja), trebali bi uvježbavati slične zadatke unutar novih konteksta odnosno povećavati varijabilnost sadržaja.

Zbog ograničenog kognitivnog kapaciteta, optimizacija kvantitete i kvalitete kognitivnog opterećenja tijekom SRU postala je važno istraživačko pitanje koje zahtijeva daljnja

istraživanja. To se, prema Wang i Lajorie (2023), može ostvariti na tri načina, a to su smanjenje dodatnog metakognitivnog opterećenja uzrokovanog samoregulacijom, facilitiranje točnog nadgledanja i regulacije mentalnih napora te podrška učinkovitoj alokaciji kognitivnog opterećenja između inherentnog i vanjskog opterećenja (kvaliteta kognitivnog opterećenja; Eitel i sur., 2020). Kako bi smanjili metakognitivno opterećenje koje proizlazi iz procesa samoregulacije učenja, potrebno je poučavati učenike vještinama samoregulacije kako bi povećali vjerojatnost nesvjesne samoregulacije učenja kod koje ne dolazi do kognitivnog opterećenja (Wirth i sur., 2020). Osim nesvjesne samoregulacije, generativne aktivnosti, poput pisanja dnevnika učenja, mogu se koristiti za smanjenje inherentnog metakognitivnog opterećenja uzrokovanog svjesnom samoregulacijom učenja. Pisanje dnevnika učenja može eksternalizirati misaone procese učenika i time osloboditi kognitivni kapacitet koji bi inače bio zauzet zadržavanjem informacija za nadgledanje (Nückles i sur., 2020). Međutim, treba biti oprezan jer samo pisanje dnevnika može dovesti do vanjskog opterećenja koje treba minimizirati. Sustavni pregled koji su proveli Nückles i suradnici (2020) pokazao je da pružanje metakognitivnih poticaja, radnih primjera i povratnih informacija o pisanju dnevnika može smanjiti opterećenje uzrokovano samim pisanjem dnevnika. Osim toga, od pisanja dnevnika se ne očekuje da bude retorički dobro organizirano niti povezano s postizanjem određenog cilja. Drugim riječima, pisanje dnevnika treba biti bez jasne forme i bez cilja. Osim toga, za poboljšanje točnosti nadgledanja i regulacije primjenjuju se i generativne aktivnosti. Prinz i suradnici (2020) proveli su meta-analizu i razjasnili pozitivne učinke generativnih aktivnosti (npr. pisanje sažetaka, popisivanje ključnih riječi i ispunjavanje dijagrama) na relativnu točnost metarazumijevanja kada su učenici morali izvršavati zadatke učenja iz teksta. Relativna točnost metarazumijevanja odnosi se na intraindividualnu korelaciju između učenikovih predviđanja i stvarnog učinka na setu tekstova. Mentalni napor koji se ulaže u crtanje, izradu konceptualnih mapa i uvježbavanje doziva može poslužiti kao dijagnostički signal koji može poboljšati točnost nadgledanja (Carpenter i sur., 2020; van de Pol i sur., 2020). Budući da učenici imaju tendenciju interpretirati mentalni napor tijekom generativnih aktivnosti kao onaj vođen podacima, viši mentalni napor uložen u generativne aktivnosti povezan je s negativnim metakognitivnim procjenama.

Navedeno nam ukazuje na to da bi, tijekom učenja, pojedinci trebali biti podržani u maksimiziranju inherentnog procesiranja i minimiziranju vanjskog opterećenja. Oni mogu biti informirani o postojanju informacija koje nisu relevantne za zadatak (kao što su "zavodljivi detalji" i redundantne informacije) te im se može reći da aktivno kontroliraju svoju pažnju i mentalni napor prema aktivnostima koje su relevantne za učenje. Međutim, važno je biti oprezan s korištenjem poticaja i podrške za smanjenje mentalnog napora učenika u ekstrinzičnim aktivnostima. Bilo koji oblici poticaja ili podrške prate i implicitni kognitivni procesi (Wang i sur., 2023) koji zahtijevaju ulaganje dodatnog kognitivnog napora odnosno dodatno kognitivno opterećenje. Stoga je važno usporediti dodatne kognitivne napore povezane s tim poticajima i količinu vanjskog opterećenja koju oni olakšavaju. Do sada se, kao najučinkovitiji pristup smanjenju ekstrinzičnih kognitivnih procesa učenika, pokazala optimizacija dizajna zadataka i uputa.

4. Primjena metakognitivnih poticaja u učenju

Jedan od načina kako unaprijediti procese SRU te potencijalno regulirati doživljeno opterećenje je i primjena instruktivne podrške ili poticaja (engl. *instructional prompts*) kojima se mogu inducirati ili stimulirati kognitivne, metakognitivne, motivacijske, voljne i/ili kooperativne aktivnosti tijekom učenja (Bannert, 2007). Njima se može stimulirati doziv koncepta i procedura, ali i potaknuti primjena kognitivnih i metakognitivnih strategija učenja, kao i strategija upravljanja resursima. Poticaji (engl. *prompts*) se općenito definiraju kao pomoćno sredstvo za dosjećanje i/ili izvedbu, a variraju od općih pitanja (npr. Koji je tvoj plan?) do eksplicitnih uputa za izvršavanje (npr. Prvo izračunaj $2 + 2$) (Bannert, 2007). Primjena poticaja može se pronaći još u radovima C. G. Junga koji ih je, u okviru psihoanalitičkog pristupa, koristio kao pomagala za dosjećanje i za manipulaciju tijekom pisanja protokola pamćenja. U klasičnim istraživanjima pamćenja poticaji se koriste kao znakovi za doziv, dok ih biheviorističke teorije učenja koriste kao diskriminativne signale za oblikovanje i optimiziranje ponašanja. Kognitivna psihologija primjenjuje poticaje kao strategiju dosjećanja, kao što je dosjećanje uz znakove (engl. *cue recall*) i pripremljenost (engl. *priming*), dok se u kontekstu konstruktivističke teorije poučavanja primjenjuju kao oblici podrške (engl. *scaffolds*).

Za primjenu poticaja glavna je pretpostavka da pojedinci već imaju usvojene koncepte i/ili procese, ali ih se, u postojećim okolnostima, ne mogu dosjetiti ili ih ne mogu spontano izvršiti. Ključna razlika između instruktivskih poticaja od prototipskih pristupa poučavanju je u tome što ovi poticaji ne poučavaju nove informacije već podržavaju dosjećanje i iskazivanje određenih razina znanja i vještina osobe. Stoga ih se primarno smatra intervencijama kratkog trajanja. Često su sadržani kao svojevrsne poruke podrške tijekom poučavanja usmjerene na usvajanje znanja. Uključuju eksplicitne izjave koje pojedinac treba sagledati tijekom učenja te se, samim time, razlikuju od radnih listova (koji ne sadrže takve rečenice) ili razrađenih primjera (engl. *worked examples*). Iako instruktivski poticaji značajno variraju u svojem dizajnu i prema svojem nazivlju (npr. "proceduralni poticaji", Rosenhine i sur., 1996; ili "poticaji za opravdanje razloga", Lin i Lehman, 1999), njihov je zajednički cilj da usmjere pažnju pojedinca na specifične aspekte procesa učenja. Stoga je, posebice u kontekstu poučavanja, važno čim jasnije specificirati korake u njihovoj primjeni koji dovode do uspješnijeg učenja.

S obzirom da strategije učenja uglavnom kategoriziramo kao kognitivne i metakognitivne strategije (npr. Weinstein i Mayer, 1986; Wild i Schiefele, 1994), i instruktivske poticaje možemo klasificirati u te kategorije. Kognitivni poticaji direktno podržavaju pojedinčevo procesiranje informacija na način da, primjerice, stimuliraju upamćivanje/uvježbavanje, elaboraciju, organizaciju i/ili reduciraju aktivnosti vezane uz učenje. Metakognitivni poticaji, s druge strane, primjenjuju se s namjerom da podsjetu pojedinca da izvede određene metakognitivne strategije ili ga usmjeravaju na određene metakognitivne aktivnosti, kao što su orijentacija, definiranje cilja, planiranje, nadgledanje i evaluacija (Bannert, 2007, 2009; Veenman, 1993). Samim time, pretpostavka je da se njihovom primjenom potiču upravo one aktivnosti koje su u osnovi SRU te se ona, na taj način, unaprjeđuje, a nastavno na to dolazi i do poboljšanja u učenju. Sonnenberg i Bannert (2015) istraživali su utjecaj primjene metakognitivnih poticaja u učenju i aktivnosti učenja koje se tom prilikom odvijaju na razlike u izvedbi na razini primjene između eksperimentalne (učenje s poticajima) i kontrolne (bez

poticaja) skupine. Rezultati su pokazali da je izvedba bila posredovana brojem zabilježenih metakognitivnih aktivnosti pri čemu su se posebno istaknule aktivnosti nadgledanja u eksperimentalnoj skupini, s obzirom da je kod tih aktivnosti uočen veći učinak u usporedbi s učincima svih ostalih metakognitivnih događaja. Nadalje, u eksperimentalnom istraživanju Müller i Seufert (2018) promatrani su učinci poticaja za samoregulaciju u svrhu aktiviranja aktivnosti samoregulacije kod studenata tijekom dviju sesija učenja te su i rezultati tog istraživanja otkrili značajne razlike između skupina u pogledu izvedbe na razini primjene nakon prve sesije učenja u kojoj su studenti bili izloženi poticajima, uz zabilježene povećane metakognitivne aktivnosti.

Prethodna istraživanja potvrdila su kratkoročne koristi primjene metakognitivnih poticaja na proces učenja i ishode učenja (npr. Azevedo i sur., 2011; Bannert i Mengelkamp, 2013; Lehmann i sur., 2014). Metakognitivni poticaji, prema istraživanjima, imaju veći potencijal za poboljšanje izvedbe na složenijim razinama znanja, budući da zahtijevaju veću regulaciju i strateško usmjeravanje kognicije (Fiorella i Mayer, 2016; Zepeda i sur., 2015). Drugim riječima, što je viši stupanj kognitivne obrade potreban, to je i metakognitivna podrška važnija. Tome u prilog idu i rezultati metaanaliza (Belland i sur., 2015; Zheng, 2016) koji su ukazali na to da metakognitivna podrška ima značajne pozitivne efekte umjerene veličine na akademske ishode (Zheng, 2016). No, detaljniji pregled zasebnih istraživanja nije pokazao istoznačne rezultate. Naime, neka su istraživanja potvrdila da metakognitivni poticaji mogu unaprijediti ishode učenja (npr. Bannert i Mengelkamp, 2013; Bannert i Reimann, 2011; Lin i Lehman, 1999; Zhang i sur., 2015), i to osobito na razini primjene (npr. Bannert i sur., 2015; Müller i Seufert, 2018; Sonnenberg i Bannert, 201). Unatoč time, zabilježena su i istraživanja u kojima je izostao pozitivan učinak poticaja na izvedbu (npr. Engelmann i Bannert, 2021; Mäeots i sur., 2016; Reid i sur., 2017; Van den Boom i sur., 2004), a što je moguće protumačiti i time što ti učinci ovise i o spremnosti učenika da ih provodi (Bannert i Reimann, 2012; Lehman i sur., 2014).

Još jedan od mogućih razloga takvih nedosljednih rezultata jest potencijalna varijabilnost u samoregulacijskim aktivnostima tijekom procesa učenja. Naime, većina spomenutih istraživanja nije analizirala procese učenja uz podršku metakognitivnih poticaja pa potencijalni uzrok tih razlika u rezultatima moguće još nije dovoljno detaljno istražen. Neovisno o tome, u edukacijskom kontekstu smatra se da je poticaje u poučavanju potrebno koristiti, ali je pri tome važno odgovoriti na pitanja koje bi konkretne aktivnosti učenja trebalo poticati i kako bi poticaji trebali biti dizajnirani da bi potaknuli i stimulirali SRU na način da je osnaže, osobito u današnjim sve kompleksnijim okruženjima za učenje. Odgovori na ta pitanja kriju se u dosadašnjim i budućim istraživanjima koja, uz multimetodske pristupe, obuhvaćaju ili će obuhvaćati dublje procesne analize aktivnosti koje su u podlozi SRU uz primjenu poticaja.

Međutim, mali je broj istraživanja koja su se bavila održivošću i prijenosom razvijenih strategija na buduće zadatke učenja (npr. Bannert i sur., 2015; Nückles i sur., 2010; Roll i sur., 2011) što može biti od velikog praktičnog značaja (Roelle et al., 2017). Odgođeno testiranje predstavlja zahtjevniji oblik provjere znanja jer uključuje oslanjanje na dubinsko učenje, rekonstrukciju informacija i njihovu integraciju, čime se stvara prostor za razliku u učincima između uvjeta učenja s i bez metakognitivne podrške (Karpicke i Grimaldi, 2012). Sonnenberg i Bannert (2018) proveli su istraživanje s ciljem provjere održivosti utjecaja metakognitivnih poticaja na samoregulacijsko ponašanje, i to uz pomoć pristupa rudarenja procesa na podacima

prikupljenima kroz protokole glasnog razmišljanja tijekom dviju hipermedijskih sesija učenja u području edukacijske psihologije. Metakognitivni poticaji pruženi su samo eksperimentalnoj skupini tijekom prve sesije, a na temelju procesnog modela generiranog iz podataka prve sesije, analizirala se održivost učinaka tijekom druge sesije učenja. Rezultati su pokazali značajne razlike između eksperimentalne i kontrolne skupine u učestalosti primjene metakognitivnih strategija, pri čemu su učinci ostali stabilni i tijekom vremena. Osim toga, primjena rudarenja procesa otkrila je i koje su sekvence događaja učenja bile prenesene u drugu sesiju.

Istraživanja koja su kombinirala primjenu metakognitivnih poticaja u SRU s analizom rudarenja procesa (Bannert i sur., 2014, Engelmann i Bannert, 2021; Reimann i sur., 2014; Sonnenberg i Bannert, 2015) dala su i neke nove uvide u odvijanje procesa SRU tijekom primjene metakognitivnih poticaja. Sonnenberg i Bannert (2015) su u svojem istraživanju pokazali kako se na temelju analize podataka prikupljenih metodom glasnog mišljenja, uz odgovarajuću procesnu analizu, mogu pratiti samregulacijske aktivnosti tijekom procesa učenja te da je moguće pružiti uvid u učinke metakognitivnih poticaja na izvedbu. Rezultati su pokazali da je učestalost metakognitivnih aktivnosti bila značajno viša ako su sudionici bili izloženi metakognitivnim poticajima u usporedbi sa skupinom koja nije bila izložena poticajima. Primjenom rudarenja procesa istražila se i temporalna struktura metakognitivnih i kognitivnih događaja tijekom procesa samoregulacije učenja. Na rezultate tog istraživanja nadovezalo se slično istraživanje Engelmann i Bannert (2021) koje je imalo za cilj replicirati deskriptivne rezultate prvotno spomenutog istraživanja istražujući i do koje mjere metakognitivni poticaji utječu na procese učenja kroz funkciju otkrivanja procesa u analizi rudarenja procesa. U ovom se istraživanju manipulacija metakognitivnim poticajima nije pokazala uspješnom po pitanju njezina direktnog utjecaja na izvedbu, ali je usporedbom procesnih modela uočena da su se procesi učenja u različitim uvjetima razlikovali. Navedeno je u skladu s pretpostavkom da je proces učenja medijator u odnosu metakognitivnih poticaja i ishoda učenja te da, čak i ako nema direktnog efekta na ishode učenja, metakognitivni poticaji mogu utjecati na procese učenja (Engelmann i Bannert, 2021) povećavajući učestalost i kvalitetu samoregulacijskih aktivnosti, uključujući postavljanje ciljeva, nadgledanje strategija i prilagodbu pristupa učenju (Azevedo i sur., 2010; Taub i sur., 2014). Ova regulacija posebno je važna u digitalnim i otvorenim okruženjima gdje učenici preuzimaju veću odgovornost za vlastito učenje (Greene i Azevedo, 2009). Neka su istraživanja (npr. Nückles i sur., 2009; Roelle i sur., 2017) pokazala da čak i relativno jednostavni poticaji, integrirani u obrazovne materijale, mogu povećati razinu strateškog razmišljanja i dovesti do dubljeg usvajanja sadržaja. Ipak, učinkovitost poticaja nije automatska – ona ovisi o čimbenicima poput predznanja, kognitivne sposobnosti, motivacije i konteksta zadatka (Berthold i sur., 2007; Zepeda i sur., 2015) pa se stoga, u nekim preporukama za njihovu promjenu, naglašava potreba za prilagođenim metakognitivnim poticajima, koji odgovaraju trenutnoj razini kompetencije učenika i zahtjevima zadatka (Greene i sur., 2015).

Što se tiče učinaka metakognitivnih poticaja na sigurnost u vlastito znanje, oni su manje istraženi od učinaka na samu izvedbu, ali dostupni rezultati sugeriraju da metakognitivna podrška može poboljšati točnost metakognitivnih procjena, osobito kada se odnosi na poticaje usmjerene na eksplicitnu refleksiju (de Bruin i sur., 2011; Serra i Metcalfe, 2009). Međutim, nije dovoljno poznato kako se ovi učinci zadržavaju u odgođenom testiranju, kada je dostupnost

informacija iz radnog pamćenja ograničena, a oslanjanje na dugoročnu reprezentaciju znanja veće.

Dosadašnja su istraživanja (npr. Andersen i sur., 2020; Van Gog i sur., 2011) pokazala da metakognitivni poticaji (usmjereni na samoprocjene i nadgledanje) dovode i do više percepcije ulaganja mentalnog napora u zadatak što ide u prilog pretpostavci da su svi oblici poticaja ili podrške praćeni i implicitnim kognitivnim procesima koji zahtijevaju ulaganje dodatnog kognitivnog napora odnosno dodatno kognitivno opterećenje (Wang i sur., 2023). Stoga je važno istražiti dodatne kognitivne napore povezane s tim poticajima u razvoju SRU, i to ne samo na razini subjektivne već i na razini objektivne procjene opterećenja kako bi se dobio uvid u eventualnu dinamiku kognitivnog opterećenja tijekom učenja. Naime, dosadašnja istraživanja pokazala su da metakognitivni poticaji mogu imati dvojak učinak na opterećenje na način da, s jedne strane, mogu povećati inherentno i vanjsko opterećenje jer zahtijevaju dodatnu obradu informacija, ali, s druge strane, mogu imati utjecaj na regulaciju inherentnog opterećenja na način da pomažu učeniku u prepoznavanju ključnih elemenata informacije, strukturiranju informacija u manje kognitivno zahtjevne cjeline i alociranje pažnje na relevantne dijelove zadatka (Azevedo i Hadwin, 2005; Bannert, 2006). Gerjets i sur. (2009) ističu da metakognitivni poticaji, poput upitnika samoprocjene i smjernica za refleksiju, mogu pomoći učenicima da bolje prepoznaju vlastite kognitivne resurse i prilagode strategije rješavanja zadataka, što rezultira smanjenjem subjektivnog opterećenja u složenim problemima. Azevedo i Hadwin (2005) u svojim radovima o metakognitivnoj podršci u multimedijском učenju navode da pružanje poticaja omogućava učenicima učinkovitije upravljanje pažnjom i nadgledanje, što može posredno ublažiti kognitivno opterećenje izazvano složenim sadržajima. Schunk i Ertmer (2000) naglašavaju da metakognitivni poticaji pomažu u jačanju samoregulacijskih strategija, što učenicima omogućuje bolju kontrolu nad složenim kognitivnim procesima i smanjenje osjećaja preopterećenosti. Ovakvi empirijski nalazi ukazuju na to da odgovarajuća količina i vrsta poticaja može poboljšati mentalnu ekonomičnost, čime učenici, uz percepciju manjeg napora postižu bolju izvedbu, dok neprilagođeni ili prečesti poticaji mogu imati suprotan učinak (Bannert i Mengelkamp, 2013).

CILJEVI ISTRAŽIVANJA, PROBLEMI I HIPOTEZE

Ovo je istraživanje provedeno s ciljem ispitivanja utjecaja djelovanja primjene metakognitivnih poticaja u učenju na samoregulacijske aktivnosti uz moderatorsku ulogu različitih vrsta kognitivnog opterećenja i interesa za sadržaj, uvažavajući pretpostavku da instrukcijske intervencije pomažu regulaciji kognitivnog opterećenja te ga time optimiziraju, uz kontrolu zahtjevnosti zadatka i prethodnog znanja kao glavnih odrednica intrinzičnog opterećenja (Bannert i sur., 2015; Paas i Sweller, 2014). S obzirom da se inherentno opterećenje smatra učinkovitim, očekuje se da bi primjena metakognitivnih poticaja mogla doprinijeti i boljoj izvedbi na različitim razinama ishoda učenja, ali i, služeći kao dijagnostički signal, osigurati precizniju procjenu sigurnosti u točnost odgovora, a što zajedno može unaprijediti kvalitetu učenja.

S obzirom da je u studentskoj populaciji jedna od ključnih vještina kojom se treba ovladati učenje iz ekspozicijskih ili informativnih tekstova važno je iznaći načine kako učinkovito primjenjivati strategija učenja iz teksta (npr. odabir, organiziranje, sažimanje i zadržavanje

informacija iz teksta; Weinstein i Mayer, 1986), kao i kako potaknuti njihovu učinkovitu primjenu. Istraživanja pokazuju da uspješni učenici posjeduju učinkoviti repertoar strategija učenja iz teksta (Alexander i Jetton, 2000; Rogiers i sur., 2019) te da je sposobnost primjene tih strategija prilikom učenja iz teksta pozitivno povezana s akademskim postignućima učenika (Rogiers i sur., 2019; Karlen, 2016; Pintrich i De Groot, 1990; Samuelstuen i Bråten, 2007; Yip, 2007). Stoga se stjecanje uvida u procese koji su u podlozi primjene metakognitivnih poticaja u svrhu optimizacije primjene različitih strategija prilikom učenja iz tekstova kod studentske populacije smatra važnim za oblikovanje budućih smjernica za učinkovite načine dizajniranja poučavanja koje bi odgovarale njihovim potrebama.

Sukladno postavkama Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018), cilj je ovog istraživanja ispitati moderirane medijacijske modele kojima će se testirati medijacijska uloga samoregulacijskih aktivnosti u odnosu između učenja uz primjenu metakognitivnih poticaja i krajnje izvedbe, kao i potencijalni moderacijski učinci različito doživljenih razina i vrsta kognitivnog opterećenja te razina interesa za sadržaj učenja na te indirektne odnose uvažavajući dinamičku i cikličku prirodu odnosa samoregulacije i kognitivnog opterećenja. Interes za sadržaj izabran je kao jedna od motivacijskih odrednica koja bi mogla moderirati medijacijski odnos samoregulacijskih aktivnosti između uvjeta učenja i krajnje izvedbe s obzirom da je utvrđeno da, kada učenici pristupaju učenju na temelju unutarnjeg interesa i prepoznavanja vrijednosti, koriste više dubinskih kognitivnih strategija i ulažu više truda, a što rezultira i boljim akademskim učinkom (Jeno i sur., 2019; Lin, 2021). Također, bit će provedena konstrukcija i analiza samoregulacijskih procesnih modela dobivenih metodom rudarenja procesa kako bi se dobio uvid u sekvencijalne odnose samoregulacijskih aktivnosti u ovisnosti o uvjetu učenja. Očekuje se da će se, kroz rezultate prevedenih analiza, dobiti bolji uvidi u procese koji su u podlozi utjecaja primjene metakognitivnih poticaja na neposrednu i odgođenu izvedbu, kao i popratne procjene sigurnosti u točnost odgovora.

Na temelju pregleda literature, postavljeno je nekoliko istraživačkih problema u odnosu na koje su generirane i konkretne hipoteze:

Problem 1:

- a) Razlikuju li se samoregulacijske aktivnosti tijekom izvođenja zadatka po učestalosti pojedinih vrsta aktivnosti ovisno o primjeni metakognitivnih poticaja?
- b) Razlikuju li se samoregulacijski procesni modeli konstruirani na temelju verbalnih izjava sudionika kod pojedinaca koji izvode zadatak s i bez metakognitivnih poticaja?

Hipoteza 1:

- a) Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima izvještavat će o većem broju samoregulacijskih aktivnosti, posebno aktivnosti nadgledanja i evaluacije, od sudionika u uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja.
- b) Kod procesnog modela skupine sudionika koja je zadatak izvodila s prezentiranim metakognitivnim poticajima bit će vidljiva veća zastupljenost metakognitivnih aktivnosti, bolja integracija nadgledanja u model te jasnija struktura međusobno povezanih kognitivnih

i metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti u usporedbi s prikazom procesnog modela kod sudionika koji su zadatak izvodili bez poticaja.

Problem 2:

- a) Razlikuju li se sudionici u uvjetima učenja s i bez metakognitivnih poticaja u ukupnoj razini kognitivnog opterećenja mjenenog putem razlika u dilataciji zjenica tijekom izvođenja zadatka?
- b) Razlikuju li se sudionici s obzirom na uvjet učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) u procjeni doživljenog (mentalno opterećenje) i uloženog (mentalnog) napora tijekom izvršavanje zadatka?

Hipoteza 2:

- a) Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima iskazivat će veću razinu ukupnog kognitivnog opterećenja mjenenog putem relativnih promjena u dilataciji zjenica tijekom izvođenja zadatka od sudionika u uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja.
- b) Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima izvještavat će o većim razinama uloženog napora za izvršavanje zadatka od sudionika izloženih uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja, dok u procjeni doživljenog (mentalnog) opterećenja neće biti značajnih razlika među sudionicima u oba uvjeta učenja.

Problem 3:

- a) Razlikuju li se sudionici u izvedbama (neposredno nakon situacije učenja i s odgodom) na različitim razinama ishoda učenja s obzirom na uvjete učenja (s i bez metakognitivnih poticaja)?
- b) Razlikuju li se sudionici u usklađenosti metakognitivnih procjena sigurnosti u točnost izvedbi s realnim postignućem (indeks pristranosti) na različitim razinama ishoda učenja, neposredno nakon učenja i s odgodom, s obzirom na uvjete učenje (s i bez metakognitivnih poticaja)?

Hipoteza 3:

- a) Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima postizat će bolje rezultate u obje mjere izvedbe, posebice na razini primjene, od sudionika izloženih uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja.
- b) Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima bit će precizniji u svojim metakognitivnim procjenama sigurnosti u točnost izvedbe (manji indeks pristranosti) u obje situacije izvedbe na svim mjerenim razinama ishoda učenja od sudionika u uvjetu učenja bez poticaja, s time da će dobiveni efekti biti snažniji za odgođenu situaciju provjere znanja.

Problem 4:

- a) Imaju li samoregulacijske aktivnosti medijacijsku ulogu u odnosu između uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) i neposredne te odgođene izvedbe na različitim razinama ishoda učenja?
- b) Moderira li i na koji način razina i vrsta kognitivnog opterećenja neizravne (posredstvom samoregulacijskih aktivnosti) učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja?
- c) Moderira li i na koji način razina situacijskog interesa za sadržaj nakon čitanja neizravne (posredstvom samoregulacijskih aktivnosti) učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja.

Hipoteza 4:

- a) Očekuje se značajan neizravni učinak uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja posredstvom pojedinih (pot)kategorija samoregulacijskih aktivnosti. Primjena metakognitivnih poticaja potaknut će češću uporabu samoregulacijskih aktivnosti, osobito dubinskog procesiranja, nadgledanja i evaluacije, što će rezultirati uspješnijom izvedbom u obje mjere izvedbe na svim razinama.
- b) Očekuje se da će razina i vrsta kognitivnog opterećenja moderirati neizravni učinak primjene metakognitivnih poticaja na izvedbu (neposrednu i odgođenu) kroz samoregulacijske aktivnosti. Taj će neizravni učinak varirati ovisno o razinama doživljenog ukupnog kognitivnog opterećenja, percipiranog mentalnog opterećenja i uloženog mentalnog napora, posebice kada su medijatori metakognitivne samoregulacijske aktivnosti. S obzirom na pretpostavku da razine i vrste kognitivnog opterećenja ovise o kognitivnim i metakognitivnim aktivnostima koje se odvijaju tijekom izvođenja zadatka, očekuje se da će moderatorski učinak neizravnih efekata biti vidljiv na oba puta pretpostavljenih modela odnosno da će različite razine i vrste kognitivnog opterećenja moderirati odnos između uvjeta učenja i verbaliziranih samoregulacijskih aktivnosti, primarno metakognitivnih, kao i između verbaliziranih SR aktivnosti i (neposredne i odgođene) izvedbi na različitim razinama ishoda učenja.
- c) Očekuje se da će razina interesa za sadržaj tijekom učenja moderirati neizravni učinak primjene metakognitivnih poticaja na izvedbu (neposrednu i odgođenu) kroz samoregulacijske aktivnosti. S obzirom na pretpostavku da razina interesa za sadržaj može utjecati na kvalitetu angažmana oko izvođenja zadatka, ali i da uključivanje u određene samoregulacijske aktivnosti, može imati povratni učinak na interes, očekuje se da će moderatorski učinak neizravnih učinaka interesa za sadržaj biti vidljiv na oba puta pretpostavljenih modela odnosno da će različite razine interesa moderirati odnos između uvjeta učenja i verbaliziranih samoregulacijskih aktivnosti, primarno metakognitivnih i motivacijskih, kao i između verbaliziranih samoregulacijskih aktivnosti i (neposredne i odgođene) izvedbi na različitim razinama ishoda učenja.

METODA

Uzorak

U istraživanju je sudjelovalo 70 studenata i studentica prijediplomskog studija psihologije (94.29 % studentica; $M_{dob} = 19.86$; $SD_{dob} = 1.63$) koji su se dobrovoljno javili za sudjelovanje na temelju osobnog poziva, kao i poziva upućenog na službene *e-mail* adrese pojedinih godina studija. Od ukupnog broja sudionika, 43 ih je u vrijeme provedbe istraživanja pohađalo 1. godinu studija (95.35 % studentica), 16 ih je bilo na 2. godini studija (93.75 % studentica), a 11 na 3. godini studija (90.91 % studentica). Što se tiče raspodjele sudionika prema skupinama s obzirom na godinu studija, u kontrolnoj skupini ($M_{dob} = 20.03$; $SD_{dob} = 1.99$) ukupno je bilo 68.57 % sudionika s 1. godine studija ($n_1 = 24$; 100.00 % studentica), 17.12 % sudionika s 2. godine studija ($n_2 = 6$; 83.30 % studentica) te 14.29 % sudionika s 3. godine studija ($n_3 = 5$; 80.00 % studentica). Raspodjela sudionika u eksperimentalnoj skupini ($M_{dob} = 19.69$; $SD_{dob} = 1.16$) uključivala je 54.29 % sudionika s 1. godine studija ($n_1 = 19$; 89.50 % studentica), 28.57 % sudionika s 2. godine studija ($n_2 = 10$; 100.00 % studentica) te 17.14 % sudionika s 3. godine studija ($n_3 = 6$; 100.00 % studentica).

Broj sudionika u istraživanju manji je od inicijalno očekivanog s obzirom da je prethodno, pomoću softverskog paketa G*Power (Faul i sur., 2009), provedena a priori analiza statističke snage kojom je utvrđeno je da je za detektiranje učinaka srednje veličine ($f = .25$), na razini rizika $p = 0.05$ i uz preporučenu snagu $= .80$, u analizi kovarijance s dvije grupe potrebno 64 sudionika po grupi (ukupno 128 sudionika). Preporučeni broj sudionika se, unatoč ponavljanim pozivima za istraživanje, nije uspio realizirati unutar predviđenog perioda prikupljanja podataka (ljetni semestar akademske godine 2023./2024. i početak zimskog semestra akademske godine 2024./2025.) za što je mogući uzrok zahtjevnost provedbe istraživanja s aspekta vremenske organizacije te odabir prigodnog uzorka. Naime, okolnosti provedbe bile su vezane uz potrebu osobnog dolaska u laboratorij u dva termina, pri čemu je cijelo istraživanje trajalo oko 2 h po sudioniku. Također, u istraživanje je bio uključen samo prigodan uzorak studenata prijediplomskog studija psihologije pri Filozofskom fakultetu u Rijeci koji su tijekom studija obavezni ostvarivati određeni broj eksperimentalnih sati (minimalno 30 sati tijekom tri godine studija) tijekom studija za sudjelovanje u istraživanjima koje provode članovi Odsjeka za psihologiju. Minimalni mogući broj ostvarenih sati za ovo istraživanje bio je 5, s time da je sudionicima bilo naznačeno da će 25% najboljih sudionika prema ostvarenom prosječnom rezultatu na mjerama izvedbe ostvariti i dodatne sate (2 sata).

Svaki je sudionik prije sudjelovanja u istraživanju imao obavezu potpisivanja Informiranog pristanka za sudjelovanje u istraživanju u sklopu kojeg je bio obavješten o tijeku i načinu provedbe istraživanja te informiran o tome da u bilo kojem trenutku može odustati od sudjelovanja.

Postupak

Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva za znanstvena istraživanja Filozofskog fakulteta u Rijeci. Sudionici su nasumično raspoređeni u jednu od dvije nezavisne skupine, eksperimentalnu ($n = 35$) i kontrolnu ($n = 35$), koje su se razlikovale ovisno o tome

jesu li sudionici izvodili zadatak uz primjenu metakognitivnih poticaja (eksperimentalna skupina) ili bez njih (kontrolna skupina).

Istraživanje je provedeno individualno, u laboratorijskim uvjetima, i sastojalo se od 5 dijelova, ukupnog trajanja oko 2 sata. Prvi dio nije bio vremenski ograničen te je trajao oko 20-ak minuta, a uključivao je informiranje sudionika o tijeku istraživanja, prikupljanje demografskih podataka, rješavanje niza zadataka konstruiranih u svrhu procjene prethodnog znanja o temi teksta o kojoj će sudionici čitati tijekom zadatka kao i primjenu skale za procjenu trenutne razine zanimljivosti, korisnosti i osobne važnosti te teme na temelju prezentiranog kratkog sažetka teksta te primjenu skale regulacije kognicije. Svi su materijali rješavani metodom "papir-olovka".

Drugi i treći dio istraživanja provedeni su u zvučno izoliranoj kabini. Drugi dio uključivao je trening glasnog mišljenja prema protokolu Ericssona i Simona (1993) i uvježbavanje izvedbe za provedbu trećeg, glavnog dijela istraživanja. S obzirom da protokol glasnog mišljenja nalaže da se na početku sudionicima objasni metoda te koja su očekivanja od njih, sudionicima je uputa bila prezentirana tekstualno (vidi Slika 4), ali je i dodatno usmeno obrazložena.

U ovom djelu zadatka od Vas se očekuje da prezentirani tekst **čitate na glas s razumijevanjem**, paralelno izgovarajući **bilo što** što Vam za vrijeme čitanja "padne na um". Radi se o primjeni metode glasnog mišljenja koju ćete imati prilike uvježbati prije početka provedbe istraživanja. Dakle, Vaš je zadatak čitati tekst na glas, ali i izgovarati misli koje Vam se javljaju tijekom čitanja, bez potrebe za njihovim pojašnjavanjem, interpretacijom ili dodatnom analizom. Također, tijekom čitanja teksta, u nekoliko će Vam se navrata na ekranu pojaviti određena pitanja i/ili tvrdnje koje ćete pročitati na glas i iznijeti svoje verbalizacije u odnosu na njih.

Kroz svo to vrijeme Vaši će pokreti očiju biti snimani putem uređaja za praćenje pokreta očiju (eng. *eye-tracker*). Osim toga, cijelo istraživanje će biti snimano i video kamerom kako bi se zabilježile Vaše verbalizacije. Te će se snimke naknadno transkribirati od strane članova istraživačkog tima te trajno uništiti, a daljnja će se analiza sadržaja provoditi na pripremljenim transkriptima koji će se voditi pod šiframa. Šifre će, osim Vama, biti poznate samo članovima istraživačkog tima, a isto vrijedi i za sve ostale podatke koji će se prikupiti kroz istraživanje.

Slika 4

Prikaz djela pisane upute sudionicima o primjeni protokola glasnog mišljenja

Usmena napomena sudionicima bila je da je njihov zadatak na glas i s razumijevanjem čitati sav tekst koji im je prezentiran u blokovima na ekranu, uz simultano verbaliziranje o tome što razmišljaju, čine i/ili osjećaju u tom trenutku, bez potrebe za gramatičkom točnošću, analiziranjem ili dodatnim opravdavanjem svojih postupaka i misli. Ovaj se tip primjene protokola glasnog mišljenja može kategorizirati kao drugi tip verbalizacija odnosno kao mišljenje na glas (Ericsson i Simon, 1993; Park i sur., 2020). Nadalje, sudionici su bili informirani i o tome da će njihove verbalizacije biti snimane putem kamere (samo audio snimka) kako bi se kasnije mogle transkribirati i analizirati te da će se, za potrebe daljnje obrade podataka, u analizi koristiti samo podaci izlučeni iz transkripata koji će biti vođeni pod šiframa koje su sudionici generirali na početku istraživanju, dok će se audio zapisi biti izbrisani sa svih dostupnih uređaja.

Nadalje, u drugom dijelu istraživanja, nakon dane upute, sa svakim je sudionikom proveden individualni trening glasnog mišljenja (Ericsson i Simon, 1993) u funkciji uvježbavanja, i to kroz simulaciju zadatka kojeg će izvoditi na računalu tijekom eksperimenta. Simulacija zadatka uključivala je prezentaciju teksta za vježbu koji je na ekranu bio prezentiran u odvojenim blokovima. Za potrebe istraživanja korišten je monitor ASUS VG248QE 24" FHD, maksimalne rezolucije 1920 x 1080, s frekvencijom osvježivanja do 144 Hz.

Prije samostalnog uvježbavanja, eksperimentator je demonstrirao metodu glasnog mišljenja i istovremeno čitanje teksta u odnosu na prvi odlomak teksta za uvježbavanje prikazanog u prvom bloku. Tijekom provedbe treninga vodilo se računa o tome da eksperimentator pred svakim sudionikom iznosi prethodno uvježbane verbalizacije na isti način te na istim mjestima tijekom čitanja probnog teksta. Iako je za potrebe uvježbavanja korišten tekst drugačijeg sadržaja od onog korištenog u glavnom dijelu istraživanja, uputa za zadatak za vježbu bila je identična kao i za provedbu glavnog dijela eksperimenta. Sudionicima je bilo naglašeno da i tijekom uvježbavanja, kao i tijekom izvedbe zadatka (čitanje teksta uz simultane verbalizacije), mogu samostalno odlučivati o svojim daljnjim postupcima navigiranja kroz blokove s obzirom da su imali mogućnost da se višestruko, u bilo kojem trenutku, vraćaju na prethodne blokove ili nastave s daljnjim čitanjem teksta prezentiranog u sljedećem bloku, bez ograničenja vremena za zadržavanje na pojedinom bloku. Osim toga, bili su upoznati s time da će, nakon što izvrše zadatak u glavnom dijelu istraživanja, pristupiti rješavanju niza zadataka kojima će se ispitati njihovo razumijevanje pročitaneog teksta.

S obzirom da je probni tekst, kao i tekst primijenjen u glavnom dijelu istraživanja, bio raščlanjen na nekoliko odjeljaka podjednake veličine (oko 450 riječi) koji su bili prezentirani na ekranu računala u zasebnim blokovima, drugi dio istraživanja, osim uvježbavanja metode glasnog mišljenja, iskorišten je i kao prilika za uvježbavanje načina navigiranja kroz blokove. Naime, prelazak na idući blok ili vraćanje na prethodni bilo je omogućeno pritiskom na odgovarajuću tipku (strelica "lijevo" ili "desno") na tipkovnici. Tijekom uvježbavanja, sudionicima je demonstrirano i pojavljivanje bloka na ekranu koji je sadržavao samo jedno pitanje (*Što si novo naučio u ovom dijelu teksta?*), a koji je služio kao demonstracija javljanja bloka s poticajima odnosno s općom tvrdnjom u glavnom dijelu istraživanja. U odnosu na navedeno pitanje u bloku, kao i u odnosu na daljnje postupke tijekom cijelog eksperimenta u slučaju pojave sličnih blokova tijekom izvedbe zadatka, sudionicima je naglašeno da se prema njima odnose kao da su dio teksta što je podrazumijevalo da pročitaju na glas sve što je u bloku bilo navedeno, uz popratne eventualne verbalizacije, te da nakon toga samostalno odluče o svojim daljnjim postupcima navigiranja kroz tekst. Navedeno su direktno primijenili tijekom uvježbavanja kada im se na ekranu pojavilo prethodno spomenuto pitanje. Također im je dodatno naglašeno kako unutar svih blokova, uključujući onog s pitanjima ili tvrdnjama, imaju jednake mogućnosti navigiranja kroz tekst na način kako su to ranije uvježbavali. Uvježbavanje nije bilo vremenski ograničeno te je trajalo oko 15-ak minuta.

U trećem dijelu istraživanja proveden je eksperiment kreiran u programskom jeziku Python, uz dodatak prikupljanja podataka putem uređaja za snimanje pokreta očiju Tobi Pro Fussion. Naime, kroz raniji informirani pristanak, sudionici su bili upoznati s time da će, za vrijeme izvođenja zadatka, njihovi pokreti očiju biti snimani te da bi trebali kroz cijelo vrijeme provedbe držati pogled usmjeren prema monitoru. Uređaj koji je korišten za snimanje pokreta očiju zbog dvojne je kamere tolerantan na pokrete glave uz slobodu kretanja (engl. *headbox*) u

vrijednosti od 45 x 30 cm @ 80 cm. Drugim riječima, na udaljenosti od 80 cm od uređaja, sudionik ima slobodu pomicanja glave 45 cm u širinu i 30 cm u visinu. Udaljenost sudionika od ekrana određena je putem kalibracije kroz 5 točaka nakon čega je provjerena kvaliteta i stabilnost signala kroz vizualnu inspekciju dobivenih podataka. Na početku provedbe eksperimenta sudionicima je dana uputa da se što ugodnije smjeste na stolicu ispred ekrana te su, ovisno o ishodu kalibracije, rađene određene preinake u pozicioniraju udaljenosti od ekrana. Nakon uspješne kalibracije, sudionici su upućeni da tijekom eksperimenta ne pomiču mjesto stolice na kojem sjede te da nastoje, tijekom izvođenja zadatka, pogled usmjeravati prema ekranu na kojem im je bio prezentiran tekst. Obje su skupine sudionika čitale isti tekst koji je bio razdijeljen u odjeljke prikazane u zasebnim blokovima na ekranu (vidi Slika 5). Tekstovi prikazani u blokovima bili su približno jednake duljine.

Amigdalu najčešće povezujemo s osjećajem straha i anksioznosti pa je pomalo neobično razmatrati njezinu ulogu i u aktiviranju cilju usmjerenih ponašanja. No, ta uloga postaje jasnija ako uvidimo da su ta ponašanja, u značajnoj mjeri, usmjerena na izbjegavanje neugodnih doživljaja (npr. osjećaj srama ili ugroze). Drugo važno područje je ventralni striatum koji, kao dio bazalnih ganglija, uključuje dvije vrste neuralnih krugova od kojih su jedni odgovorni za iniciranje, a drugi za zaustavljanje aktivnosti vezanih uz realizaciju ciljeva. Treće područje je lateralni prefrontalni korteks koji je povezan s planiranjem i razmišljanjem kroz različite vremenske intervale, a četvrto područje je orbitofrontalni korteks koji se odnosi na procjenu aktualnog emocionalnog doživljaja u usporedbi s onim što mislimo da ćemo emocionalno doživjeti kada ostvarimo definirani cilj.

Na razini neuralnih krugova koji uključuju ova područja odvijaju se dvije glavne aktivnosti povezane s definiranjem i realizacijom ciljeva. Prva aktivnost odnosi se na procjenu vrijednosti definiranog cilja, dok je druga povezana s donošenjem odluka o tome koje aktivnosti trebamo, a koje ne trebamo poduzeti, ovisno o trenutnoj vrijednosti cilja. Dakle, u ovim je procesima ključna informacija o vrijednosti cilja, a njezinu je ulogu moguće objasniti i s neurofiziološkog aspekta. Naime, za upravljanje definiranim ciljevima, njihovu procjenu i nastojanje da ih realiziramo u značajnoj je mjeri odgovoran dopaminski sustav. Razina dopamina ovisi o procijenjenoj vrijednosti napretka prema konkretnim ciljevima, povezana je s osjećajem zadovoljstva i nagradom te je ključna za motivaciju kako bi započeli s aktivnostima koje su u funkciji ostvarivanja ciljeva i postizanja zadovoljstva. Istraživanja na ljudima i životinjama pokazala su da smanjena razina dopamina dovodi do niže motivacije za postizanjem zadovoljstva, iako nema nužno značajan efekt na doživljeni osjećaj zadovoljstva. Tako, primjerice, životinje kod kojih je uočena smanjena razina dopamina i dalje doživljavaju osjećaj zadovoljstva tijekom hranjenja ili parenja, ali je njihova motivacija za iniciranjem konkretnih aktivnosti kako bi svoje potrebe ostvarili smanjena.

Dopamin se u mozak luči ovisno o našem očekivanju nagrade. Najveće količine dopamina oslobađaju se onda kada se dogodi nešto pozitivno i neočekivano. No, kada anticipiramo da će se nešto dobro dogoditi i to se stvarno dogodi, oslobađa se manje dopamina nego u prethodnoj situaciji. Osim toga, postoje slučajevi kada očekujemo da će se nešto pozitivno dogoditi, ali se u stvarnosti to ne dogodi. Tada razina dopamina raste u fazi dok očekujemo nagradu, a kada očekivana nagrada izostane, razina dopamina se spušta ispod početne razine. Taj pad razine dopamina je u osnovi onog što nazivamo "razočaranje" te se odnosi na koncept poznat kao "pogreška u predviđanju nagrade". Ova se saznanja mogu primijeniti i kod realizacije ciljeva jer ukazuju na to gdje postaviti miljkaze za praćenje napretka na putu prema realizaciji cilja, a da nam oni istovremeno osiguraju efikasno praćenje napretka, osjećaje zadovoljstva te da potaknu motivaciju za uključivanje u cilju usmjerena ponašanja.

Slika 5

Prikaz jednog bloka u eksperimentu s prikazanim djelom korištenog teksta

Nakon svaka dva bloka, sudionicima u eksperimentalnoj skupini su na ekranu bila istovremeno prezentirana 3 metakognitivna poticaja u formi pitanja (*Koje sam pojmove (i odnose među njima) do sada dobro razumio/la?, Koje pojmove (i odnose među njima) do sada nisam dobro razumio/la?, Što mogu učiniti kako bih bolje razumio/la do sada pročitani sadržaj?*). Na isti je način i istim tempom sudionicima u kontrolnoj skupini bila prezentirana jedna općenita tvrdnja (*Razmislite o do sada pročitanoj tekstu.*). Na Slici 6, na lijevoj strani, prikazan je blok sa sadržanim metakognitivnim poticajima za eksperimentalnu skupinu, dok se na desnoj strani nalazi prikaz bloka sa sadržanom općom tvrdnjom prezentiranom sudionicima u kontrolnoj skupini.

<p>Koje sam pojmove (i odnose među njima) do sada dobro razumio/la?</p> <p>Koje pojmove (i odnose među njima) do sada nisam dobro razumio/la?</p> <p>Što mogu aktualno učiniti kako bi bolje razumio/la dosadašnji pročitani sadržaj?</p>	<p>Razmislite o do sada pročitanoj tekstu.</p>
---	--

Slika 6

Prikaz bloka s poticajima za eksperimentalnu skupinu (lijevo) te bloka s općenitom tvrdnjom za kontrolnu skupinu (desno)

Tekst kojeg su sudionici čitali bio je napisan znanstvenim stilom i obuhvaćao je sadržaj vezan uz neurofiziološku podlogu procesa u podlozi postavljanja ciljeva. Konstruiran je od strane eksperimentatora pružajući pregled recentnih spoznaja i rezultata istraživanja u tom području, a prethodno je evaluiran po kriteriju zahtjevnosti i zanimljivosti kroz dvije fokus grupe. Prva fokus grupa provedena je s ciljem odabira jednog od četiri kreirana teksta koji će udovoljavati kriterijima umjerene zahtjevnosti i relativno visoke razine zanimljivosti, a provedena je s 5 sudionika, tri studenta prijediplomskog studija psihologije (po jedan sa svake godine studija) te dva sveučilišna profesora iz područja psihologije odgoja i obrazovanja. Druga fokus grupa, provedena je s 8 studenata diplomske razine studija psihologije, koji su, osim davanja usmenih komentara na odabrani tekst, procjenjivali i njegovu zahtjevnost i zanimljivost te odgovarali i na niz zadataka vezanih uz sadržaj teksta. Osim pisanog odgovaranja, sudionici fokus grupe su procjenjivali i zahtjevnost svakog pojedinog zadatka. Također su, u sklopu fokus grupa, prikupljeni i podaci o vremenu potrebnom za čitanje teksta i vremenu potrebnom za rješavanje zadataka te su analizirani odgovori na zadatke radi kreiranja kasnijih modela odgovora. S obzirom da su ciljevi održanih fokus grupa primarno bili provjera obilježja odabranog teksta s aspekta njegove zanimljivosti i zahtjevnosti te konstruiranje dvaju podjednako zahtjevnih verzija niza zadataka za provjeru naučenog na različitim razinama ishoda, na temelju prikupljenih informacija izvršene su dodatne dorade tekstualnog materijala i niza zadataka za primjenu u glavnom djelu istraživanja. Navedeno je bilo važno utvrditi prije provedbe istraživanja uvažavajući pretpostavke Integrativnog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) u kojem se ističe da je optimalna regulacija učenja moguća onda kada je težina zadatka umjerena s obzirom da se tada uspostavlja ravnoteža između kognitivnog opterećenja i samoregulacije učenja koja ovisi o i osobnim resursima (npr. interes, prethodno znanje) pojedinca za učenje.

Sudionici u fokus grupama su, na česticama Likertovog tipa (od 1 – *uopće se slažem* do 5 – *u potpunosti se slažem*), označavali u kojoj se mjeri slažu s tvrdnjama kojima se procjenjivala zahtjevnost i zanimljivost teksta. Skala zahtjevnosti teksta obuhvaćala je 4 čestice (npr. *Za razumijevanje ovog teksta važno je paralelno voditi računa o više pojmova/konceptata koji se u njemu spominju*, *Za razumijevanje ovog teksta razina*

uključenosti/koncentracije/pažnje mora biti vrlo visoka...). Slaganje sudionika fokus grupa u procjenama na tim česticama bilo je visoko. Prosječni ICC rezultat iznosio je .86 s 95% intervalom pouzdanosti od .67 do .95, $F(12,12) = 7.12$, $p < .001$, a prosječna interkorelacija među česticama ukazala je na dobru unutarnju pouzdanost skale ($\bar{r}_{ii} = .61$). Tekst je procijenjen umjereno zahtjevnim ($M = 3.56$, $SD = 0.88$). U odnosu na zanimljivost teksta tražila se procjena slaganja na jednoj čestici (*Ovaj mi je tekst zanimljiv*), a prosječna vrijednost procjena na toj čestici ukazivala je na visoku razinu zanimljivosti, $Mdn(IQR) = 5(1)$. Slični su rezultati za karakteristike tekstualnog materijala dobiveni i u rezultatima provedenog predistraživanja (Bažon, 2025) na uzorku od 20 sudionika diplomskog studija psihologije pri čemu je primijenjeni tekst procijenjen uglavnom zanimljivim, $Mdn(IQR) = 4(1)$, dok je razina njegove zahtjevnosti također procijenjena relativno umjerenom ($M = 3.80$, $SD = 0.52$). Naknadnom analizom zahtjevnosti sadržaja nakon provedenog glavnog djela istraživanja na uzorku od 70 ispitanika tekst je također procijenjen umjereno zahtjevnim $Mdn(IQR) = 3.88(.75)$.

Izvođenje zadatka čitanja s razumijevanjem bilo je ograničeno na maksimalno 1 sat. Čitavo vrijeme izvođenja zadatka na računalu sa sudionikom se u zvučno izoliranoj kabini nalazio i eksperimentator o čijoj su ulozi sudionici bili informirani na početku istraživanja. Prisutnost eksperimentatora bila je obavezna kako bi se osigurale kontinuirane verbalizacije. Naime, ukoliko sudionik nije iznosio verbalizacije duže od cca 5 sekundi, eksperimentator bi ga podsjetio na potrebu iznošenja misli na glas. Verbalizacije sudionika tijekom eksperimenta su snimane, uz prethodno spomenutu suglasnost sudionika.

Četvrti dio istraživanja realiziran je neposredno nakon eksperimenta. Nakon izlaska iz zvučno izolirane kabine opremljene računalom, sudionici su, u drugoj prostoriji, samostalno rješavali upitnik koji se sastojao od niza čestica kojima se procjenjivala zahtjevnost pročitane teksta, interes za temu nakon čitanja, razina uživanja tijekom izvedbe zadatka te razina doživljenog (mentalnog) opterećenja i uloženog mentalnog napora tijekom izvedbe zadatka. Rješavanje ovog upitnika nije bilo vremenski ograničeno, a trajalo je u prosjeku oko 7 minuta. Nakon toga, sudionici su pristupili rješavanju niza zadataka kojima se procjenjivalo njihovo razumijevanje teksta. U uputi im je bilo naznačeno da, nakon što odgovore na pojedino pitanje, na predviđeno mjesto kraj odgovora upišu postotak sigurnosti u njegovu ispravnost. Zadatke su rješavali metodom "papir-olovka", a vrijeme rješavanja bilo je ograničeno na 30 min. Nakon što su pročitali uputu za rješavanje niza zadatka, svaki je sudionik na predviđeno mjesto upisao vrijeme početka rješavanja te je, po završetku rješavanja, na predviđeno mjesto na kraju niza zadataka upisao vrijeme kada je završio s rješavanjem zadatka.

Peti dio istraživanja proveden je 7 dana nakon prvog susreta te je uključivao rješavanje novog niza zadataka kojim se procjenjivalo razumijevanje teksta, također putem metode "papir-olovka". Kao i u prethodnom susretu, nakon svakog upisanog odgovora, sudionici su na predviđena mjesta trebali upisati postotak sigurnosti u ispravnost ponuđenog odgovora te vrijeme kada su počeli i završili s rješavanjem zadatka. Vrijeme je također bilo ograničeno na 30 minuta.

Mjerni instrumenti

Interes za temu teksta prije i nakon učenja

Kako bi se provjerio interes za sadržaj teksta prije izvršavanja zadatka čitanja s razumijevanjem, primijenjena je skala sastavljena od tri tvrdnje kojima se procjenjivala početna razina zanimljivosti (*Ova mi se tema čini zanimljivom*), korisnosti (*Ova mi se tema čini korisnom*) i osobne važnosti (*Ova mi se tema čini osobno važnom*) teme teksta. Sudionici su za svaku tvrdnju davali odgovore na skali Likertovog tipa (od 1 - *uopće se ne slažem* do 5 - *u potpunosti se slažem*) ovisno o tome u kojoj su se mjeri s njom slagali. Također, nakon izvršavanja zadatka, na isti su način davali svoje procjene u odnosu na tri slične tvrdnje (*Tekst koji sam čitao/la mi je zanimljiv.*, *Tekst koji sam čitao/la mi je koristan*, *Tekst koji sam čitao/la mi je osobno važan*) kojima se nastojao ispitati njihov interes za temu nakon izvođenja zadatka.

Za računanje pouzdanosti primijenjenih skala korištena je Cronbach α koja je za interes o temi prije čitanja teksta iznosila .77, a za interes o temi nakon čitanja iznosila je .83. Vodeći se preporukama da se kod manjeg broja čestica u skalama (manje od 10) predlaže, uz računanje α , i izvještavanje o prosječnoj korelaciji među česticama (Pallant, 2020), kao mjera relativne kvalitete korištenog instrumenta izračunata je i prosječna korelacije među česticama. U odnosu na čestice korištene za mjerenje interesa o temi prije izvedbe zadatka utvrđena je $\bar{r}_{ii} = .54$, a za čestice kojima je mjerena razina interesa o temi nakon čitanja $\bar{r}_{ii} = .64$. Prema utvrđenim kriterijima za optimalni raspon vrijednosti prosječne korelacije među česticama (Briggs i Cheek, 1986; Clark i Watson, 1995) obje vrijednosti ukazuju na visoku razinu povezanosti među pojedinim česticama odnosno da one vjerojatno mjere zajednički konstrukt.

Regulacija kognicije

Skala Regulacije kognicije korištena je s ciljem dobivanja uvida u načine na koje sudionici općenito upravljaju svojim učenjem te ga reguliraju u svakodnevnim životnim situacijama tijekom izvršavanja sličnih zadataka kao što je bio zadatak primijenjen u istraživanju (učenje iz tekstualnog materijala). Navedeno je bilo važno kontrolirati prilikom testiranja hipoteza ovog istraživanja jer načini na koje pojedinci općenito reguliraju svoje strategije, uz razinu prethodnog znanja, ukazuju na njihovu razinu stručnosti (Kalyuga, 2007). Naime, moguće je da upućivanje na korištenje konkretnih metakognitivnih poticaja korištenih u ovom istraživanju nije bilo u skladu sa strategijama učenja koje neki od sudionika obično koriste tijekom izvršavanja sličnih zadataka što je potencijalno moglo predstavljati izvor dodatnog kognitivnog opterećenja te time otežati izvedbu na zadacima provjere znanja.

Regulacija kognicije odnosi se na sposobnost metakognitivne regulacije odnosno sposobnost nadgledanja i upravljanja vlastitim učenjem, a uključuje aktivnosti kao što su planiranje, nadgledanje razumijevanja, upravljanje informacijama i evaluacija. U ovom istraživanju ta je sposobnost mjerena primjenom prilagođene i kontekstualizirane skale preuzete iz Upitnika metakognitivne svjesnosti (engl. *Metacognitive Awareness Inventory*; MAI; Schraw i Dennison, 1994) koji je dostupan za korištenje u otvorenom pristupu premda je prethodno ishodovana i suglasnost koautorice Upitnika za primjenu u sklopu ovog istraživanja. Originalna verzija upitnika sastoji se od 52 čestice kojima se mjere dva nadređena faktora, a to su Metakognitivno znanje i Regulacija kognicije. Također, u originalnoj skali od sudionika se

traži da zaokruže odgovor točno ili netočno ovisno o tome da li se navedene tvrdnje u upitniku odnose ili ne odnose na njih. Terlecki i McMahon (2018) su među prvima ovaj upitnik primijenile uz izmjene u načinu odgovaranja tražeći od sudionika procjene na skali Likertovog tipa (od 1 – *uopće se ne odnosi na mene* do 5 – *u potpunosti se odnosi na mene*) na tvrdnje preuzete iz originalne verzije, a koji se način odgovaranja do danas zadržao u istraživanjima koji koriste navedeni Upitnik pa je tako primijenjen i u ovom istraživanju. Za mjerenje Regulacije kognicije u ovom istraživanju korištene su 23 čestice (od ukupno 27 čestica) iz originalne skale koje su kontekstualno odgovarale aktivnostima koje su bile primjenjive u konkretnom zadatu s obzirom na eksperimentalne uvjete provedbe istraživanja. Naime, čestice koje su se odnosile na aktivnosti koje nisu bile omogućene tijekom istraživanja zbog specifičnih obilježja zadatka (potreba usmjeravanja pogleda prema ekranu radi mjerenja proširenja zjenica te nemogućnost korištenja dodatnih materijala ili izvora pomoći) su izostavljene (npr. *Tražim pomoć od drugih kada nešto ne razumijem.*, *Crtam slike ili dijagrame kako bih si pomogao/la u razumijevanju tijekom učenja.*). Neki od primjera korištenih tvrdnji u primijenjenoj skali su: *Povremeno ponovim sadržaj kako bih bolje razumio/la povezanost važnih informacija.*, *Nakon što završim s učenjem, sažimam naučeno.*, *Pitam se je li ono što čitam povezano s onim što već znam.*, *Zastanem i ponovno pregledam nove informacije koje mi nisu jasne.* i sl.

Originalna verzija upitnika MAI široko je primjenjivana te su dostupni podaci o njezinoj pouzdanosti i valjanosti. Schraw i Dennison (1994) utvrdili su Cronbach α u vrijednosti od .91 za svaki faktor odnosno .95 za cijeli upitnik što ukazuje na njegovu dobru pouzdanost. Pintrich (2000) je potvrdio i eksternalnu valjanost upitnika s obzirom na visoku povezanost rezultata na upitniku i akademskog postignuća učenika. Hrvatska verzija ovog upitnika nije dostupna, ali su, za potrebe ovog istraživanja, korištene i prevedene čestice iz validirane verzije upitnika na srpskom jeziku (Bukumirić i sur., 2024), i to čestice koje se odnose na faktor Regulacije kognicije. Na srpskom uzorku Cronbach α iznosila je .94 za cijeli upitnik, a za spomenuti faktor .91. Cronbach α primijenjene skale u ovom istraživanju iznosi .79 što predstavlja vrlo dobru pouzdanost korištenog mjernog instrumenta (George i Mallery, 2003; Nunnally i Bernstein, 1994).

Prethodno iskustvo u primjeni strategija učenja (čitanja ili ponavljanja) na glas

S obzirom da prethodno iskustvo u izvođenju određene aktivnosti može imati (pozitivan ili negativan) utjecaj na krajnju izvedbu, radi preciznije interpretacije rezultata istraživanja bilo je važno ispitati i dosadašnje iskustvo sudionika u izvedbi aktivnosti čitanja s razumijevanjem na glas općenito tijekom svakodnevnih situacija učenja. U tu svrhu, u skalu *Regulacija kognicija*, integrirane su dvije tvrdnje (*Kada učim čitajući neki tekst, to najčešće činim na glas.* i *Tijekom učenja obično ponavljam naučeno na glas.*) u odnosu na koje su sudionici davali odgovore na skali Likertova tipa ovisno o tome koliko se one odnose na njih (od 1 – *uopće se ne odnosi na mene* do 5 – *u potpunosti se odnosi na mene*).

S obzirom da se ova mjera temelji na odgovorima na samo dvije čestice, kao mjera unutarnje pouzdanosti izračunata je Pearsonova korelacija među česticama uz Spearman-Brownovu korekciju (Eisinga i sur., 2012) te je iznosila $\alpha = .88$ što označava vrlo dobru pouzdanost korištene mjere (George i Mallery, 2003; Nunnally i Bernstein, 1994).

Prethodno znanje o temi

Mjera prethodnog znanja o temi u ovom je istraživanju korištena s ciljem dobivanja uvida u postojeće znanje sudionika o temi teksta kojeg su čitali s razumijevanjem i u odnosu na koju su pristupali provjerama znanja kreiranima kroz nizove zadataka. Prethodno je znanje bilo važno kontrolirati tijekom provedenih obrada s obzirom da ukazuje na osobne resurse pojedinaca, a ranija su istraživanja pokazala da učinci primjene poticaja mogu varirati ovisno o razini stručnosti (Kalyuga, 2007) odnosno da iste strategije ili intervencije mogu imati suprotan učinak ovisno o razini predznanja.

Za potrebe mjerenja predznanja o temi teksta konstruirana su tri zadatka otvorenog tipa kojima se provjeravalo prethodno znanje o sadržaju. Zadaci su bili oblikovani na način da su sudionici svoje odgovore trebali upisati na predviđeni prostor za odgovore veličine pet redaka koji se nalazio ispod svakog pitanja. Uputa sudionicima je bila da na predviđeni prostor upišu što više informacija za koje smatraju da bi mogle biti ispravne u odnosu na postavljeno pitanje, uz napomenu kako neće biti penalizirani za netočne odgovore. Na svakom zadatku bilo je moguće ostvariti maksimalno 2 boda. Primjer zadatka prezentiran je u Tablici 1.

Odgovori ispitanika na postavljena pitanja o njihovom prethodnom znanju o temi vrednovani su od strane dva nezavisna procjenjivača. Na temelju analize svih odgovora, kao i na temelju poznatih činjenica o sadržaju, prvo su kreirani modeli potpuno točnog odgovora u odnosu na svako postavljeno pitanje te je osmišljen kriterij za bodovanje djelomično točnih odgovora. Modeli odgovora i kriteriji za bodovanje su, prije samog postupka vrednovanja, dodatno usmeno obrazloženi i pismeno definirani kroz tražene elemente i primjere odgovora kao pomoćno sredstvo procjenjivačima. Primjer modela točnog odgovora i ključ za bodovanje odgovora na konkretnom zadatku prezentiran je u Tablici 1.

Za procjenu slaganja procjenjivača kod vrednovanja odgovora izračunat je *ICC* koeficijent (engl. *Intraclass Correlation Coefficient*) prema modelu ICC (3,2) (McGraw i Wong, 1996) budući da su ista dva procjenjivača vrednovali sve odgovore svih sudionika, a za analizu je korišten prosjek njihovih procjena. Prosječni *ICC* rezultat iznosio je .72 (95% CI = [.60, .81]; $F(69,345) = 3.57, p < .001$), što ukazuje na gornju granicu umjerene razine slaganja procjenjivača (Koo i Li, 2006). Ove vrijednosti u skladu su s očekivanjima za zadatke otvorenog tipa te se smatraju prihvatljive s obzirom na subjektivnu prirodu procjenjivanja i mogućnost različitih interpretacija među procjenjivačima (Barrett, 2001; Stemler, 2004). U slučaju kada procjenjivači nisu bili usklađeni oko dodijeljenog broja bodova za pojedini odgovor, izračunata je prosječna vrijednost njihovih procjena što je postupak koji je široko primjenjivan u brojnim istraživanjima slične vrste kako bi se pripremili podaci za daljnje obrade.

Cronbach $\alpha = .44$ izračunata je prvenstveno kao deskriptivni pokazatelj relativne homogenosti mjere, dok je prosječna korelacija među česticama korištena kao prikladniji indikator kvalitete instrumenta, budući da su se mjerili različiti aspekti prethodnog znanja o temi. Utvrđena $\bar{r}_{ii} = .22$ nalazi se unutar preporučenog raspona za heterogene mjere (.15 - .30; Briggs i Cheek, 1986; Clark i Watson, 1995), što upućuje na postojanje zajedničke jezgre ispitivanog konstrukta, uz očuvanu sadržajnu raznolikost čestica i bez neželjene redundantnosti. Budući da cilj mjernog instrumenta nije bio mjerenje jedne uske latentne dimenzije već procjena opće razine predznanja kao potencijalnog kovarijata u daljnjim analizama, unutarnja konzistencija nije se promatrala kao primarni kriterij kvalitete već kao deskriptivni pokazatelj strukture mjere.

Postignuće sudionika na zadacima različitih razina ishoda učenja

Za mjerenje izvedbe sudionika u dva navrata nakon učenja (neposredno i odgođeno) konstruirana su dva niza zadataka od kojih je svaki sadržavao šest zadataka višestrukog izbora i šest zadataka otvorenog tipa. S obzirom na provedbu istraživanja u eksperimentalnim uvjetima i jednokratnu mogućnost proučavanja teksta u kontroliranim uvjetima, zadaci su konstruirani kako bi mjerili isključivo niže razine ishoda prema revidiranoj Bloom-ovoj taksonomiji (Anderson i Krathwohl, 2001). Zadaci usmjereni na razine dosjećanja i razumijevanja, kao najniže razine ishoda, svrstani su u jednu zajedničku kategoriju, dok je primjena analizirana kao zasebna kategorija. U svakom je nizu zadataka na razini dosjećanja i razumijevanja informacija iz teksta primjenjeno šest zadataka višestrukog izbora i četiri zadatka otvorenog tipa, dok je razina primjene procijenjena kroz ispravnost odgovora na dva zadatka otvorenog tipa. U Tablici 1 prikazani su primjeri zadataka za svaku od ispitivanih razina ishoda učenja za neposrednu i odgođenu provjeru znanja. Na zadacima konstruiranim za mjerenje razine dosjećanja i razumijevanja ukupno je bilo moguće ostvariti maksimalno 14 bodova, dok je na zadacima za mjerenje razine primjene ukupni maksimalni broj bodova iznosio 4.

Kao i kod niza zadataka za mjerenje razine prethodnog znanja o temi, uputa sudionicima za rješavanje zadataka otvorenog tipa bila je da na predviđeni prostor za odgovore dužine pet redaka upišu što više informacija za koje smatraju da bi mogle biti ispravne u odnosu na postavljeno pitanje, uz napomenu kako neće biti penalizirani za netočne odgovore. U odnosu na zadatke višestrukog izbora također je napomenuto kako nema penaliziranja netočnih odgovora te kako je samo jedan od ponuđenih odgovora ispravan. Ispravni odgovori na zadacima višestrukog izbora nakon učenja bodovani su s 1 bodom (bez mogućnosti dobivanja polovičnog broja bodova), dok je na svakom zadatku otvorenog tipa bilo moguće ostvariti maksimalno 2 boda. Vrednovanje odgovora otvorenog tipa za obje kategorije ishoda provela su dva nezavisna procjenjivača sukladno prethodno kreiranim modelima odgovora i kriterijima za bodovanje. Modeli potpuno točnih odgovora u odnosu na svako postavljeno pitanje bili su kreirani na temelju analize svih ponuđenih odgovora sudionika, kao i na temelju poznatih činjenica iz sadržaja teksta. Na temelju tih modela odgovora, osmišljen je kriterij za bodovanje djelomično točnih odgovora. Primjeri modela odgovora i vezani kriteriji za bodovanje za svaku vrstu zadatka na svim ispitivanim razinama ishoda učenja prikazani su u Tablici 1. Ti su modeli i kriteriji, prije samog postupka vrednovanja, dodatno usmeno obrazloženi procjenjivačima te pismeno definirani kroz tražene elemente i primjere za svaki odgovor kao pomoćno sredstvo procjenjivačima.

Za procjenu slaganja procjenjivača kod vrednovanja odgovora izračunat je ICC (engl. *Intraclass Correlation Coefficient*) prema modelu ICC(3,2) (McGraw i Wong, 1996) budući da su ista dva procjenjivača vrednovali sve odgovore svih sudionika, a za analizu je korišten prosjek njihovih procjena. Prosječni ICC rezultat u odnosu na vrednovane odgovore u zadacima otvorenog tipa na razini dosjećanja i razumijevanja od strane dva nezavisna procjenjivača pri neposrednoj provjeri znanja iznosio je .66 (95% CI = [.52, .77]; $F(69,483) = 2.92, p < .001$), dok je na razini primjene iznosio .71 (95% CI = [.59, .81]; $F(69,207) = 3.50, p < .000$). S druge strane, kod odgođene provjere znanja prosječni ICC za procjene odgovora na razini dosjećanja i razumijevanja iznosio je .45 (95% CI = [.23, .63]; $F(69,483) = 1.82, p < .000$), a na razini primjene .52 (95% CI = [.31, .68]; $F(69,207) = 2.10, p < .000$). Koeficijenti slaganja procjenjivača u odnosu na vrednovane odgovore kod zadatka otvorenog tipa pri neposrednoj

Tablica 1

Prikaz primjera zadataka te modela točnih odgovora i kriterija za bodovanje korištenih za vrednovanje odgovora na mjerama znanja (prethodno, neposredno i odgođeno)

Mjera znanja	Vrsta zadatka (mogući broj bodova po zadatku)	Primjer zadatka	Model točnog odgovora	Kriterij za bodovanje
Prethodno znanje	otvoreni tip (0 – 2)	Koje nam tehnike ili strategije mogu pomoći kako bi bili što uspješniji u realizaciji ciljeva?	Moguće tehnike ili strategije su : (1) praćenje napretka prema ostvarivanju cilja, uz nagrađivanje uspjeha (2) vizualizacija uspjeha (3) vizualizacija potencijalnih poteškoća (4) definiranje umjereno zahtjevnih mjerljivih ciljeva s postavljenim rokovima za realizaciju	Za 2 boda u odgovoru su navedene sve četiri tehnike ili strategije. Ukoliko jedna od navedenih tehnika ili strategija nije spomenuta gubi se pola (0.5) boda.
Neposredna provjera znanja Razina dosjećanja i razumijevanja	višestruki izbor (0 ili 1)	U kojoj se od navedenih situacija luči najmanje dopamina? a) Ako ne očekujemo odličnu ocjenu na ispitu, i dobijemo ju. b) Ako ne očekujemo odličnu ocjenu na	c) Ako ne očekujemo odličnu ocjenu na ispitu, i ne dobijemo ju.	1 bod – zaokruženo slovo ispred točnog odgovora 0 bodova – zaokruženo slovo ispred netočnog odgovora

		<p>ispitu, ali ju dobijemo.</p> <p>c) Ako ne očekujemo odličnu ocjenu na ispitu, i ne dobijemo ju.</p> <p>d) Ako očekujemo odličnu ocjenu na ispitu, ali ju ne dobijemo.</p>		
	otvoreni tip (0 – 2)	Kako je vizualizacija realizacije budućih ciljeva povezana s definiranjem i realizacijom dugoročnih ciljeva?	Vizualizacijom budućih ciljeva (1) vizualna se pažnja usmjerava na budući cilj čime se (2) povećava razina dopamina koja (3) povećava našu motivaciju za ostvarivanjem ciljeva te (4) čini organizam spremnijim za iniciranje aktivnosti usmjerenih prema realizaciji cilja.	Za 2 boda u odgovoru su sadržana sva četiri relevantna obilježja. Ukoliko jedno od obilježja nije spomenuto, gubi se pola (0.5) boda.
Razina primjene	otvoreni tip (0 – 2)	Kako biste primijenili saznanja o postavljanju realnih i umjereno zahtjevnih ciljeva u svom akademskom funkcioniranju? Navedite osobni konkretan primjer takvog cilja.	Odgovor treba sadržavati dva osnovna obilježja koja se vrednuju: a) obrazloženo je da se umjerena zahtjevnost odnosi na ciljeve kod kojih je oko 15 % šanse da će na putu do njihove realizacije doći do neuspjeha b) iz navedenog akademskog cilj treba biti razvidna umjerena	Maksimalno 2 boda kroz dvije komponente vrednovanja: a) obrazloženje umjerene zahtjevnosti cilja <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod - jasno obrazloženje s navedenim omjerom uspjeha i neuspjeha • pola (0,5) boda - točno, ali nepotpuno objašnjenje (npr. nije naveden omjer)

			zahjevnost na temelju kriterija navedenog pod a)	<ul style="list-style-type: none"> • 0 bodova – obrazloženje nije navedeno ili je netočno b) analiza osobnog primjera akademskog cilja <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod – procjena primjera kao umjereno zahtjevnog • pola (0,5) boda – primjer bi mogao biti bolje definiran da zadovolji kriterij pod a) • 0 bodova – primjer nije naveden ili ne zadovoljava kriterij pod a)
Odgođena provjera znanja				
Razina dosjećanja i razumijevanja	višestruki izbor (0 ili 1)	Smanjena razina dopamina u mozgu NE dovodi nužno do promjena u: <ul style="list-style-type: none"> a) motivaciji za postizanjem ciljeva b) osjećaju zadovoljstva nakon izvođenja aktivnosti usmjerenih prema postizanju ciljeva c) fokusu na okolinu tijekom izvođenja aktivnosti usmjerenih prema postizanju cilja d) spremnosti organizma za 	d) spremnosti organizma za iniciranje aktivnosti usmjerenih prema postizanju cilja	1 bod – zaokruženo slovo ispred točnog odgovora 0 bodova – zaokruženo slovo ispred netočnog odgovora

	iniciranje aktivnosti usmjerenih prema postizanju cilja		
otvoreni tip (0 – 2)	Objasnite fenomen ‘pogreške u predviđanju nagrade’. Kako se dobivena saznanja u podlozi ovog fenomena mogu iskoristiti u svrhu uspješnijeg postavljanja ciljeva i praćenja napretka?	<p>Odgovor treba sadržavati dva osnovna obilježja koja se vrednuju:</p> <p>a) opis fenomena ‘pogreške u predviđanju nagrade - <i>... pad razine dopamina ispod početne razine u situacijama kada očekujemo nagradu, a ona izostane. Dok očekujemo nagradu razina dopamina raste, ali kada ona izostane, razina dopamina naglo pada.</i>’</p> <p>b) objašnjenje primjene ovog saznanja u definiranju točaka (miljokaza) za praćenje napretka prema ostvarivanju cilja - <i>...ukazuje na to gdje trebamo postaviti miljokaze prema realizaciji konačnog cilja da osiguramo uspješnije praćenje napretka prema realizaciji cilja i osjećaj zadovoljstva; točke praćenja trebaju biti postavljene u ispravnom trenutku u kojem je visoka vjerojatnost doživljaja uspjeha; miljokaz ne bi trebao biti u onoj točki vremena i</i></p>	<p>Maksimalno 2 boda kroz dvije komponente vrednovanja:</p> <p>a) opis fenomena</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod – jasan i potpun opisa s obrazloženjem ‘kretanja’ razine dopamine • pola (0,5) boda - točan, ali nepotpun opis (npr. nije obrazloženo ‘kretanje’ razine dopamine u situacijama očekivanje uspjeha i doživljenog neuspjeha) • 0 bodova – opis nije naveden ili je pogrešan <p>b) obrazloženje o definiranju točaka praćenja (miljokaza)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod – obrazloženje je potpuno • pola (0,5) boda – obrazloženje je djelomično ispravno (npr. nije naveden pad razine dopamina u slučaju doživljenog neuspjeha uslijed neadekvatna definirane točke praćenja i moguće posljedice) • 0 bodova – obrazloženje nije navedeno ili je neispravno

prostora gdje su očekivanja nerealno visoka (predaleko) jer, u slučaju neuspjeha, naglo opada razina dopamina koja smanjuje našu motivaciju i spremnost na djelovanje)

Razina primjene	otvoreni tip (0 – 2)	Postavite kratkoročni osobni cilj sukladno SMART metodi te analizirajte relevantne komponente koje taj akronim uključuje u kontekstu definiranog cilja.	Odgovor treba sadržavati dva osnovna obilježja koja se vrednuju: a) kvaliteta definiranog cilja prema obilježjima SMART metode (specifičan, mjerljiv, održiv, realističan i vremenski definiran rok) b) imenovanje i prepoznavanje pojedinog obilježja u produciranom primjeru	Maksimalno 2 boda kroz dvije komponente vrednovanja: a) kvaliteta definiranog cilja prema obilježjima SMART metode <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod – cilj je adekvatno definiran prema svim traženim obilježjima • pola (0,5) boda – u definiranom cilju nisu navedena sva obilježja, ali su uključeni specifičnost, mjerljivost i uvremenjenost • 0 bodova – cilj nije ispravno definiran ili ne obuhvaća minimalno tri od prethodno spomenutih obilježja b) imenovanje i prepoznavanje pojedinog obilježja prema SMART metodi u produciranom primjeru <ul style="list-style-type: none"> • 1 bod – svih pet obilježja dobro definiranog cilja su imenovana i adekvatno prepoznata • pola (0,5) boda – u primjeru nisu izdvojena i prepoznata sva obilježja već minimalno tri
-----------------	-------------------------	---	--	---

-
- 0 bodova – na temelju primjera nisu izdvojena ili su netočno izdvojena obilježja ili ih je izdvojeno tek dva ili manje
-

provjeri znanja ukazuju na umjerenu razinu slaganja među procjenjivačima (Koo i Li, 2016) koja je, s obzirom na vrstu zadataka koji se procjenjuju, zadovoljavajuća (Lim i sur., 2021; Stemler, 2004). Kod odgođene provjere znanja, koeficijenti slaganja među procjenjivačima su bili niži od preporučene razine što ukazuju na potrebu za dodatnim uvježbavanjem procjenjivača i preciznijim definiranjem kriterija procjenjivanja. Kao i kod odgovora na pitanja vezana za prethodno znanje, u slučaju kada procjenjivači nisu bili usklađeni oko dodijeljenog broja bodova za pojedini odgovor, izračunata je prosječna vrijednost njihovih procjena.

Naknadna analiza zahtjevnosti pojedinih zadataka (engl. *item difficulty*) za zadatke višestrukog izbora izračunata je kao proporcija broja sudionika koji su točno odgovarali na postavljena pitanja (Crocker i Algina, 1986), dok je kod zadataka otvorenog tipa, s obzirom na mogući raspon bodova od 0 do 2, zahtjevnost računata kao omjer prosječne vrijednosti ostvarenog broja bodova svih sudionika na pojedinom zadatku i maksimalno mogućeg broja bodova (Lord i Novick, 1968; Miller i sur., 2009; Wright i Masters, 1982). Vrijednosti za zadatke primijenjene kod neposredne provjere znanja iznosile su između .11 i .69, dok su za one kod odgođene provjere znanja iznosile između .08 i .67. Vodeći se uvidom u literaturu o najčešće definiranim kriterijima vrijednosti za određivanje zahtjevnosti zadatka (Ebel i Frisbie, 1991; Lord i Novick, 1968; Miller i Linn, 2000), može se zaključiti da je većina zadataka (oko 67 %) kod obje provjere znanja bila u kategoriji zadataka zadovoljavajuće težine ($.20 \leq p \leq .80$), dok su preostali zadaci (oko 33 %) bili u kategoriji teških zadataka ($p < .20$) što je ujedno bila i namjera prethodne konstrukcije zadatka na temelju ranijih rezultata predistraživanja. Naime, cilj je bio da se u mjere znanja, u najvećoj mjeri, uključe zadaci umjerene zahtjevnosti te, u nešto manjoj mjeri, zadaci veće razine zahtjevnosti kako bi se povećala diskriminativnost mjerenja. Kod zadataka usmjerenih na mjerenje znanja na razini dosjećanja i razumijevanja kod neposredne i odgođene provjere 30 % zadataka bilo je u kategoriji teških zadataka, dok je na razini primjene kod obje mjere jedan zadatak bio srednje težine, a drugi je bio zahtjevniji.

Kako bi se provjerila pouzdanost primijenjenih nizova zadataka za mjerenje znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (neposredno i odgođeno), izračunata je Cronbach α koja je za neposrednu mjeru znanja iznosila .54, a za odgođenu mjeru .43. Navedeni rezultati općenito ukazuju na nisku razinu pouzdanosti ako se kao kriterij definira rezultat veći od .70 (Nunnally i Bernstein, 1994; Tavakol i Dennick, 2011). No, na temelju pregledne analize radova o različitim načinima interpretiranja Cronbach α kod dizajniranja zadataka za provjeru znanja (Bretz i McClary, 2014; Ebel i Frisbie, 1991; Taber, 2016), može se uočiti kako navedeni kriterij nije uvijek primjeren za određivanje pouzdanosti mjera znanja kroz konstruirane nizove zadataka te da se prihvatljivim mogu smatrati i koeficijenti nižih vrijednosti. Kao obrazloženje se najčešće navodi kako te mjere obuhvaćaju širi konceptualni raspon unutar jedne teme kojeg se obično ispituje na više razina kognitivnih procesa i kroz različite vrste zadataka. Tako su, primjerice, Berger i Hänze (2015) naveli Cronbach α u vrijednosti od .45 (za inicijalnu provjeru znanja) i .60 (za neposrednu provjeru znanja) kao prihvatljive s obzirom na korišteni manji broj zadataka i raznolikost sadržaja u ispitivanom području fizike. Osim toga, Nehring i suradnici (2015) podržali su $\alpha = .55$ za provjeru znanja koja se temeljila na konceptima iz područja kemije obrazlažući svoje zaključke time da konceptualno znanje ne mora biti stabilno i koherentno već se može značajno razlikovati među učenicima, a što može rezultirati nižom pouzdanošću testa. Navedena obrazloženja za niže koeficijente pouzdanosti mogu se sagledati i u okviru ovog istraživanja pri čemu se ispitalo konceptualno znanje o neurofiziološkoj podlozi definiranja i

realizacije ciljeva kroz kombinaciju niza zadataka višestrukog izbora i otvorenog tipa pa se, samim time, dobivene niže vrijednosti pouzdanosti primjerenih mjera znanja na razini dosjećanja i razumijevanja mogu smatrati i odrazom heterogenosti zadataka te složenošću sadržaja mjerenog na različitim razinama.

Slični niži pokazatelji pouzdanosti dobiveni su i za mjere znanja na razini primjene (neposredno i odgođeno) koje su se temeljile na odgovorima na dva zadatka otvorenog tipa. Kao mjera unutarnje pouzdanosti izračunata je Pearsonova korelacija među česticama uz Spearman-Brownovu korekciju (Eisinga i sur., 2012) te je, za razinu primjene na neposrednoj provjeri znanja, ona iznosila $\alpha = .54$, dok je za istu razinu na odgođenoj provjeri znanja $\alpha = .33$. Pouzdanost za mjeru neposrednu provjeru znanja na razini primjene može se smatrati umjerenom i prihvatljivom s obzirom na konstrukt mjerenja (Bretz i McClary, 2014; Ebel i Frisbie, 1991; Taber, 2016), dok je pouzdanost mjere za odgođenu provjeru znanja na istoj razini relativno niska što zahtjeva oprez pri interpretaciji rezultata.

Vrijeme rješavanja niza zadataka kod neposredne i odgođene provjere znanja

Vrijeme rješavanja niza zadataka u obje provjere znanja izmjereno je i zabilježeno u sekundama na način da je, za svakog sudionika, izračunata razlika između zabilježenih podataka o vremenu kraja i vremenu početka rješavanja niza zadataka kod obje provjere znanja.

Indeks pristranosti (engl. bias index) odgovora kod odgođene i neposredne provjere znanja

S obzirom da su sudionici tijekom rješavanja provjera znanja trebali, neposredno nakon ponuđenog odgovora, označiti postotak sigurnost (od 0 do 100 %) u ispravnost svog odgovora, kao mjera preciznosti njihove metakognitivne procjene izračunat je indeks pristranosti. Indeks pristranosti predstavlja mjeru metakognitivne kalibracije (Schraw, 2009) odnosno koliko su procjene (engl. *judgements of learning*) usklađene sa stvarnom izvedbom. Računa se kao razlika između prosječnih postotaka procjena točnosti i stvarne točnosti odgovora, a dobiveni rezultat može ukazivati na precjenjivanje (u slučaju pozitivnih vrijednosti), podcjenjivanje (u slučaju negativnih vrijednosti) ili dobru kalibraciju odnosno preciznu procjenu (vrijednosti 0 ili blizu 0).

Za potrebe istraživanja izračunata su četiri zasebna indeksa pristranosti s obzirom da se postignuće sudionika na provjerama znanja mjerilo u dva navrata (neposredno i odgođeno) te na dvije razine ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena). Prije obrade rezultata, za svaki je set podataka po sudioniku izračunat postotak točnog odgovora na svako pitanje s obzirom na ostvareni i maksimalni broj bodova te je isti oduzet od procijenjenog postotka sigurnosti u točnost odgovora za isti zadatak.

Vrijeme čitanja teksta

Vrijeme čitanja teksta izmjereno je i prikazano u sekundama, a odnosi se na vrijeme proteklo od početka čitanja teksta prikazanog na ekranu do zabilježenog vremena izlaska iz eksperimenta koje je evidentirano u .hdf5 zapisu za svakog sudionika.

Zahtjevnost pročitano g teksta

Kako bi mogli zaključivati o doživljeno j zahtjevnosti pročitano g sadržaja, sudionici su nakon čitanja teksta rješavali skalu sastavljenu od 4 tvrdnje (npr. *Za razumijevanje ovog teksta potrebno je intenzivno razmišljati o značenju i odnosima među pojmovima koji se spominju, Ovaj je tekst vrlo kompleksan za razumijevanje*) u odnosu na koje su, na skali Likertovog tipa, procjenjivali u kojoj se mjeri slažu odnosno ne slažu s njima (1 – *uopće se ne slažem* do 5 – *u potpunosti se slažem*).

Za računanje pouzdanosti mjere korištena je Cronbach α koja je iznosila .73. No, vodeći se preporukama da se kod manjeg broja čestica u skalama (manje od 10) predlaže, uz računanje α i izvještavanje o prosječno j korelaciji među česticama (Pallant, 2020), kao mjera relativne kvalitete korištenog instrumenta izračunata je i prosječna korelacija među česticama. Prema utvrđenim kriterijima za optimalni raspon njezine vrijednosti (Briggs i Cheek, 1986; Clark i Watson, 1995) utvrđena $\bar{r}_{ii} = .39$ ukazuje na zadovoljavajuću povezanost među pojedinim česticama odnosno da one vjerojatno mjere zajednički konstrukt bez pretjerane redundantnosti.

Procjena uživanja tijekom čitanja teksta

Procjena uživanja mjerena je jednom tvrdnjom (*Uživao/la sam čitajući tekst*) koju su sudionici procjenjivali neposredno nakon čitanja teksta na skali Likertovog tipa (od 1 – *uopće ne slažem* do 5 – *uopće se ne slažem*).

Razlog uključivanja ove mjere u preliminarne analize karakteristika uzorka bio je procjena afektivnog angažmana sudionika tijekom izvođenja zadatka čitanja s razumijevanjem, primarno iz razloga što su istraživanja pokazala da u zadacima učenja iz teksta uživanje pomaže u održavanju pažnje i motivacije te ima pozitivne učinke na izvedbu (Camacho-Morles i sur., 2021; Goetz i Hall, 2013; Xie i sur., 2025). Osim toga, Prinz-Weiß i suradnici (2022, 2023) utvrdili su da učenici koriste uživanje kao indikator vlastitog razumijevanja, iako ih to ponekad dovodi do precijenjenog dojma vlastite izvedbe. Upravo ova dinamika afektivno-kognitivnog signala čini uživanje relevantnom varijablom u kontekstu samoregulacije, jer subjektivni doživljaj zadatka oblikuje odluke o daljnjem učenju i primjeni strategija. U skladu s tim, pozitivne emocije, uključujući uživanje, povezuju se s većom uporabom metakognitivnih strategija i učinkovitijom samoregulacijom (Zheng i sur., 2023).

Dilatacija (proširenje) zjenice

Za mjerenje dilatacije (proširenja) zjenice kao objektivnog pokazatelja ukupnog kognitivnog opterećenja korišten je uređaj Tobii Pro Fusion s frekvencijom uzorkovanja do 250 Hz te inkorporiranim dvjema kamerama za praćenje pokreta očiju. Budući da je fokus analize bio na promjenama u veličini zjenice, a ne na prostornim parametrima pogleda, precizna validacija točnosti kalibracije nije bila nužna. Važno je bilo osigurati stabilan pogled prema ekranu, što je potvrđeno vizualnom inspekcijom tijekom kalibracije kroz 5 točaka na samom početku eksperimenta. Podaci onih sudionika kod kojih su uočena značajnija odstupanja od prezentiranih točaka nisu uključeni u daljnju obradu podataka, a što je bio slučaj samo kod jednog sudionika u eksperimentalnom uvjetu.

Podaci o dilataciji zjenice inicijalno su pohranjeni u .hdf5 datoteku za svakog sudionika zasebno pa je, prije obrade podataka, bilo potrebno njihovo selektiranje i vremensko uparivanje s vremenom pojave poticaja odnosno općenite izjave ovisno o uvjetu provedbe eksperimenta. Za svakog su sudionika u SPSS-u verziji 21 kreirane 3 baze s obzirom da su se poticaji odnosno izjava prikazali tijekom eksperimenta u 3 navrata. Podaci o veličini zjenice za svakog sudionika prezentirani su u obliku dva vremenska niza (posebno za lijevo i desno oko) s frekvencijom mjerenja od 60 Hz (60 mjerenja u sekundi). Ovakva visoka vremenska rezolucija omogućuje detaljno praćenje brzih promjena u veličini zjenice, ali istovremeno zahtijeva odgovarajuće rafiniranje podataka kako bi se smanjio utjecaj artefakata.

Prvi korak u procesu preliminarne obrade podataka bio je izračun srednje vrijednosti dilatacije zjenice između lijevog i desnog oka za svakog pojedinog sudionika. Budući da su oba oka istovremeno praćena, a mjerenja ponekad mogu biti djelomično nepouzdana za jedno od njih (zbog refleksije, treptaja ili položaja glave), izračunata je prosječna vrijednost veličine zjenice oba oka u istoj jedinici vremena. U slučajevima gdje je vrijednost za jedno oko nedostajala, korištena je dostupna vrijednost drugog oka. Ako su obje vrijednosti bile nedostajuće, rezultat je označen kao "*missing*". Ovim pristupom smanjena je osjetljivost na jednostrane tehničke pogreške, a istovremeno je očuvana informacija o ukupnom odgovoru zjenica (Mathôw, 2018).

Nakon toga podaci su pregledani s ciljem identifikacije tehničkih artefakata, osobito treptaja, koji se očituju kao nagle i neuobičajeno velike promjene u veličini zjenice. Kao kriterij za označavanje artefakta korištena je apsolutna promjena veća ili jednaka od 0.5 mm između dva uzastopna podatka, a što je prag koji nadilazi fiziološki tempo širenja zjenice (Mathôw, 2018). Sve vrijednosti koje su zadovoljavale taj kriterij uklonjene su iz baze podataka. Interpolacija odnosno umetanje procijenjenih vrijednosti nije korištena s obzirom na visoku učestalost uzorkovanja i dovoljan broj dostupnih podataka. Kratkotrajni gubitci podataka definirani kao treptaji nisu značajno utjecali na kvalitetu analize (Mathôw, 2018) s obzirom da je naglasak bio na prosječnim odgovorima zabilježenima prije i nakon izlaganja poticajima odnosno izjavi. Osim toga, interpolacija nije primijenjena i iz razloga jer se time unose vrijednosti koje nisu stvarno zabilježene, a što može narušiti vrijednosti zabilježenih podataka. Odabirom metode isključivanja podataka koji ukazuju na treptaje, dodatno je očuvana transparentnost i autentičnog fiziološkog signala budući da je proširenje zjenice uzeto kao mjera koja reflektira suptilne i vremenski precizne promjene u mentalnom naporu, a što se smatra osobito važnim u istraživanjima kognitivnog opterećenja (Mathôw, 2018; Winn i sur., 2018).

Kako bi se smanjio šum i osigurala stabilnija interpretacija signala, kao sljedeći korak, proveden je postupak uglađivanja (engl. *smoothing*) pomoću pokretnog prosjeka (engl. *moving average*) na tri uzastopne vrijednosti, uzimajući u obzir vrijeme javljanja poticaja kao granične vrijednosti. Za svaki podatak o veličini zjenice izračunata je nova vrijednost kao prosječna vrijednost veličine zjenice kroz tri točke mjerenja: vrijednost u trenutnom trenutku, vrijednost prethodnog (*lag1*) i vrijednost sljedećeg vremena (*lead1*). Budući da SPSS nema ugrađenu funkciju za produciranje budućih vrijednosti (*lead*), vrijednost sljedećeg vremena konstruirana je pomicanjem niza prosječnih vrijednosti veličine zjenice za jedan redak prema gore, dok je vrijednost prethodnog vremena izračunata standardnom LAG funkcijom. Na rubnim točkama niza gdje, zbog nedostatka prethodnog ili sljedećeg podatka, nije bilo moguće izračunati pokretni prosjek, korištena je originalna neuglađena prosječna vrijednost veličine zjenice. Ovaj

pristup omogućio je učinkovito smanjenje nasumičnih fluktuacija u podacima, zadržavajući pritom relevantne promjene signala.

Posljednji dio pripreme podataka za obradu uključivao je računanje prosječnih vrijednosti veličine zjenice za pojedinog sudionika u dvije vremenske točke, 3 sekunde prije prikaza poticaja odnosno izjave te 5 sekundi nakon njezine pojave. Prosjek veličine zjenice izračunat na temelju zabilježenih vrijednosti unutar 3 sekunde prije izjave odnosno poticaja uzet je kao referentna razina veličine zjenice, dok je prosjek veličine zjenice kroz razdoblje od 5 sekundi nakon pojave poticaja odnosno izjave odabran za procjenu reaktivne promjene. Odabir razdoblja od 5 sekundi temelji se na činjenici da su korišteni poticaji odnosno izjava predstavljali složenije kognitivne zadatke uslijed kojih maksimalna reaktivnost zjenice može biti odgođena (Van der Wel i Van Steenbergen, 2018) čime se može opravdati korištenje proširenog vremenskog prozora za bilježenje odgovora. Osim toga, istraživanja su pokazala da vrhunac dilatacije zjenice kod složenijih zadataka može doseći maksimum u intervalima koji su značajno veći od 1 sekunde (Mathôt, 2018) pa je pretpostavka da je u navedenom vremenskom periodu od 5 sekundi pouzdano obuhvaćen period čitanja poticaja odnosno izjave te trajnije i kasnije potencijalne reaktivne promjene u dilataciji zjenice za koje se smatra da odražavaju potencijalno kognitivno opterećenje.

Iako se u laboratorijskim uvjetima razina osvjetljenja održavala konstantnom, individualne referentne vrijednosti veličine zjenica podložne su nizu varijacija zbog niza različitih faktora kao što je genetika, emocionalno stanje, razina budnosti ili umora pa se u literaturi predlaže izračunavanje relativne promjene veličine zjenice u odnosu na početnu referentnu vrijednost kako bi se podaci pripremili za daljnju obradu. Naime, relativna promjena u veličini zjenice pruža bolje indikacije o promjenama u kognitivnom opterećenju jer uklanja individualne razlike u osnovnom tonu zjenice (Beatty i Lucero-Wagoner, 2000; Kahneman i Beatty, 1966). Relativna promjena veličine zjenice izračunata je kao omjer razlike prosječne veličine zjenice tijekom perioda od 5 s nakon poticaja/izjave i prosječne referentne veličine zjenice tijekom perioda od 3 s prije poticaja/izjave prema referentnoj vrijednosti. Pri tome pozitivne vrijednosti ukazuju na proširenje zjenice u odnosu na referentnu vrijednost što se interpretira kao povećano kognitivno opterećenje, dok negativne vrijednosti ukazuju na sniženje ili smanjenje dilatacije.

S obzirom da je jedan od ciljeva istraživanja bio ispitati i razlike u mjeri ukupnog kognitivnog opterećenja tijekom izvođenja zadatka s i bez poticaja, izračunat je i prosjek svih relativnih promjena u dilataciji zjenici u 3 točke mjerenja vezane uz pojavnost poticaja odnosno izjave za svakog sudionika. Naime, s obzirom da proširenje zjenice varira sustavno s procesiranim opterećenjem, reakcije zjenice na zadatak (engl. *task-evoked pupillary responses*) izražene kao prosječne ili maksimalne dilatacije mogu se koristiti kao pouzdani fiziološki pokazatelj kognitivnog napora (Van der Wel i Van Steenbergen, 2018) pa se stoga izračunati prosjek relativnih promjena dilatacije zjenice među određenim mjerenjima može razmatrati kao kumulativna mjera ukupnog kognitivnog opterećenja.

Mentalno opterećenje i mentalni napor vezani uz izvedbu zadatka

U svrhu mjerenja kognitivnog opterećenja na kraju provedbe eksperimenta primijenjene su dvije tvrdnje konstruirane za potrebe ovog istraživanja na temelju pregleda dosadašnjih

istraživanja o subjektivnim mjerama opterećenja (Paas, 1992). Te se tvrdnje odnose na procjenu zahtjevnosti zadatka (mentalno opterećenje) te procjenu napora kojeg je sudionik svjesno uložio u izvršenje zadatka (mentalni napor). Istraživanja (npr. Kriegleskin i sur., 2022; Klepsch i sur., 2017) su pokazala da se razlikovanje pojedinih vrsta opterećenja može učiniti pouzdanijim ukoliko se prethodno informira sudionike o tome što pojedina tvrdnja ili skala mjeri, a što se nastojalo primijeniti i u ovom istraživanju. Naime, sudionicima je, prije odgovaranja na dvije tvrdnje vezane uz opterećenje, bila zadana opća napomena da odgovore na tvrdnje otisnute ukošenim (engl. *italic*) stilom nakon što prethodno pročitaju tekst kojim se dodatno opisuje njihovo značenje. Na svaku tvrdnju trebali su odgovoriti na način da zaokruže jednu brojku na ljestvici od 1 do 7 (pri čemu su samo krajnje vrijednosti bile verbalno označene) koja se za njih čini najprikladnijom. Ovakve vrste ljestvica često su korištene u istraživanjima kojima se mjeri kognitivno opterećenje putem procjena (npr. Paas i sur., 2003b; Klepsch i sur., 2017).

Tvrdnja za procjenu mentalnog opterećenja uključivala je sljedeći informativni tekst i tvrdnju: „*Tekstovi koje osobe čitaju s razumijevanjem mogu se međusobno razlikovati prema svojim karakteristikama, stupnju složenosti, količini novih pojmova i slično. Samim time, osobe koje izvode takve zadatke mogu zadatke doživjeti različito zahtjevnima. Sukladno tome odgovorite na sljedeću tvrdnju – Čitanje i razumijevanje ovog teksta doživio/la sam:...*”. Na ponuđenoj ljestvici za odgovaranje verbalno označene krajnje vrijednosti bile su *nimalo zahtjevnim* (1) i *izrazito zahtjevnim* (7).

Tvrdnja za procjenu mentalnog napora uključivala je sljedeći informativni tekst i tvrdnju: „*Izvodeći zadatke čitanja i razumijevanja teksta, neovisno o procijenjenoj razini zahtjevnosti zadatka, osobe donose odluke o tome koliko će napora uložiti u zadatak, a što se također može razlikovati od osobe do osobe. Sukladno tome, odgovorite na sljedeću tvrdnju – U čitanje i razumijevanje ovog teksta uložio/la sam:...*”. Na ponuđenoj ljestvici za odgovaranje verbalno označene krajnje vrijednosti bile su *nimalo napora* (1) i *izrazito mnogo napora* (7).

Kodiranje procesnih podataka prikupljenih putem metode glasnog mišljenja i primjena Heuristic Minera za provedbu metode rudarenja procesa

Snimljene verbalizacije transkribirane su putem programa *TurboScribe* s time da su pomoćnici eksperimentatora provodili i dodatne usporedbe audio snimki i produciranih transkripata, uz bilježenje vremena početka određenih dijelova transkripata koji su prethodno bili segmentirani s obzirom na odlomke teksta i vezane verbalizacije. Sveukupno je obrađeno 68 transkripata (34 za svaku skupinu), dok su podaci u odnosu na dva transkripta koja su bila neuspješna zbog problema sa snimanjem označeni kao "*missing*" vrijednosti. Primjer jednog ulomka transkripta vidljiv je u Tablici 2.

Kodiranje je provedeno prema prilagođenoj Shemi kodiranja za analizu aktivnosti učenja (Bannert, 2007; Molenaar i sur., 2012; Sonnenberg i Bannert, 2015, 2018) koja je primjenjivana i u istraživanjima sa sličnim principima obrade podataka (npr. Engelmann i Bannert, 2021; Bannert i sur., 2015). Aktivnosti su raspoređene u četiri temeljne kategorije: *Metakognicija*, *Kognicija*, *Motivacija* i *Ostalo*, a njihove subkategorije, oznake inicijalnog i finalnog kodiranja te opisi su vidljivi u Tablici 3. Pojednostavljivanje inicijalnih kodova kroz sumiranje subkategorija u finalne kategorije provedeno je radi omogućavanja usporedbe izlaznih

Tablica 2

Primjer zapisa o događaju (engl. event case) s odgovarajućim ulomkom transkripta

Šifra sudionika	Početak aktivnosti	Kod aktivnosti	Transkript protokola glasnog mišljenja
IG1970	00:02	CIT	<i>„Definiranje i realizacija ciljeva nisu aktivnosti karakteristične samo za ljude već ih izvode i neke životinjske vrste. ”</i>
IG1970	00:09	PROC	<i>„Sviđa mi se da ljudi to koriste, da smo životinje. To se svi ne slažu s tim.”</i>
IG1970	00:15	CIT	<i>„Kod njih je, kao i kod ljudi, utvrđeno da su za usmjeravanje misli i aktivnosti prema određenim ciljevima odgovorni specifični neuralni krugovi odnosno područja mozga.”</i>
IG1970	00:25	ANAL	<i>„Mozak mi još nije jasan kako funkcionira pa se bojim da će mi ovo biti zahtjevan tekst.”</i>
IG1970	00:29	CIT	<i>„ Za razliku od životinja, ljudi mogu svoja razmišljanja usmjeriti prema realizaciji kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih ciljeva, a, uz to, imaju i razvijenu sposobnost definiranja i rada na ostvarivanju više ciljeva istovremeno. Kod realizacije takvih ciljeva najveći je izazov u tome što se oni često međusobno isprepliću pa posvećivanje većine vremena postizanju jednog cilja, može biti vrlo učinkovito za njegovu realizaciju, ali dovesti i do zanemarivanja ostalih ciljeva”</i>
IG1970	01:00	CIT	<i>„Jedna od najpoznatijih strategija za primjereno definiranje”</i>
IG1970	01:06	EVAL	<i>„Samo malo. Ispočetka ću.”</i>
IG1970	01:08	PON	<i>„Jedna od najpoznatijih strategija za primjereno definiranje...”</i>
IG1970	01:10	CIT	<i>„...ciljeva je tzv. SMART metoda. Njezin naziv proizlazi iz akronima koji sugerira da postavljen cilj treba biti specifičan (engl. specific)...”</i>

IG1970	01:22	NADG	„Ne znam zašto je ovo prevedeno tako, ali dobro. Mislim zašto su to uopće stavili tu.“
IG1970	01:28	CIT	„...mjerljiv (engl. measurable), dostižan (engl. attainable), realan (engl. realistic) i vremenski ograničen (engl. time-bound) odnosno definiran u odnosu na neki vremenski rok unutar ili do kojeg se planira njegova realizacija.“
IG1970	01:44	NADG	„Još uvijek mi nije jasno zašto su stavili engleske prijevode za ovo.“
IG1970	01:48	NADG	„Aha! SMART.“
IG1970	01:50	MOT	„Ok, sad sam zadovoljna.“

Napomena. Značenje kratica u stupcu Kod aktivnosti: ANAL – analiza, CIT – čitanje, NADG – nadgledanje, PROC – dubinsko procesiranje, EVAL – evaluacija, PON – ponavljanje, MOT - motivacija.

procesnih modela prethodnih istraživanja sa sličnim zadacima i u sličnim kontekstima s modelima dobivenim u ovom istraživanju. U finalnu kategorizaciju uključeno je devet kategorija. Unutar kategorije *Metakognicija*, uključene su subkategorije *Analiza zadatka* (ANAL), *Pretraživanje informacija* (PRET), *Evaluacija* (EVAL) i *Nadgledanje* (NADG).

Kategorija *Kognicija* uključivala je *Čitanje* (CIT), *Površinsko procesiranje* (PON) i *Dubinsko procesiranje informacija* (PROC). Sve verbalizacije koje su se odnosila na motivacijske aspekte zadatka, situacije ili samog sudionika kategorizirane su kao *Motivacija* (MOT), dok je kategorije *Ostalo* (OST) uključivala irelevantne iskaze ili nerazumljive segmente transkripata. U Tablici 2 vidljiv je primjer kodiranja verbalizacija prema shemi na temelju ulomaka jednog transkripta.

Kodiranje transkripata nezavisno su provodila dva pomoćnika eksperimentatora koja su svakom segmentu transkripta dodijelila jedan kod na temelju procedure koju predlaže Chi (1997). Zbog velikog broja segmenata transkripata, Cohenova kappa za slaganje dva procjenjivača izračunata je na 30 % nasumično izabranih transkripata iz eksperimentalne i kontrolne skupine. Sličan postupak odabira udjela transkripata u odnosu na cjelokupni broj transkripata koja su dvostruko nezavisno kodirana kako bi se procijenio stupanj slaganja među procjenjivačima primijenjena je i u drugim sličnim istraživanjima (npr. 27 % segmenata u istraživanju Rogiers i sur., 2019). Ukupan broj analiziranih segmenata iznosio je 4955 segmenata, od čega je 2052 segmenta verbalizirano od strane sudionika eksperimentalne skupine, a 2903 od strane sudionika kontrolne skupine. Procjena slaganja među procjenjivačima (κ) iznosila je .82 što upućuje na vrlo dobru razinu slaganja (Altman, 1991; Fleiss i sur., 2003). U situacijama kada procjenjivači nisu jednoznačno označili kod, eksperimentator je donio krajnju odluku.

Nakon kodiranja protokola, kreirani su zapisi događaja (engl. *event logs*) sastavljeni od šifre sudionika (ID), vremenskih oznaka koje su označavala početka i kraja aktivnosti te koda aktivnosti. Ti su zapisi potom uvezeni u okvir za rudarenje procesa ProM, verzija 6.14 (Verbeek

i sur., 2019) te je na njima primijenjen *Heuristic Miner* algoritam (Weijters i sur., 2006) u svrhu stvaranja dva procesna modela – jedan za skupinu sudionika koji su zadatak izvodili uz poticaje te jedan za skupini sudionika koji su zadatak izvodili bez poticaja.

Ovaj algoritam uzima u obzir učestalost i sekvencijalni raspored događaja čime omogućavajući detaljniju analizu vremenskih obrazaca i kod malih uzoraka. U osnovi je uočavanje zavisnosti među aktivnostima računanjem grafova zavisnosti koji pokazuju sigurnost odnosa između dvije aktivnosti. Na kraju se generiran heuristička mreža koja predstavlja vizualnu reprezentaciju u kojoj pravokutnici predstavljaju konkretne aktivnosti, a strelice usmjerene veze između njih, uz mogućnost dobivanja podataka o učestalosti i mjerama zavisnosti unutar i između pojedinih aktivnosti. Učestalost predstavlja broj puta kada je izvorni

Tablica 3

Prilagođena shema kodiranja za analizu aktivnosti tijekom učenja (Bannert, 2007; Molenaar i sur., 2011; Sonnenberg i Bannert, 2015; 2018)

Kategorija inicijalnog koda	Inicijalni kod	Kategorija finalnog koda	Finalni kod	Opisi i primjeri aktivnosti
Metakognicija				
Orijentacija	ORI	Analiza zadatka	ANAL	Usmjerenost na početne aktivnosti vezane uz učenje učenja (pojašnjenje zadatka, pregled materijala, osjećaji vezani za zadatak, prisjećanje na prethodno znanje) <i>„Prvo ću pregledati koliko uopće ima teksta”, „Tekst moram dobro razumjeti i upamtiti da riješim zadatke na kraju”</i>
Definiranje cilja	CILJ	Analiza zadatka	ANAL	Postavljanje ciljeva i podciljeva <i>„Moram naučiti i zapamtiti koji su to neurofiziološki procesi u podlozi postavljanja ciljeva.”</i>
Planiranje (nastavka) aktivnosti	PLAN	Analiza zadatka	ANAL	Planiranje procesa učenja kroz određivanje slijeda aktivnosti i potrebnih strategija (kako započeti/nastaviti sa zadatkom) <i>„Prvo ću pročitati cijeli tekst pa ću se onda vratiti na stranice gdje su pojmovi koji mi nisu jasni.”</i>
Pretraživanje informacija	PRET	Pretraživanje informacija	PRET	Traženje informacija

				<i>„Gdje je ona stranica na kojoj su bili navedeni ti pojmovi?“</i> , <i>„Sada tražim značenje te riječi“</i>
Evaluacija	EVAL	Evaluacija	EVAL	<p>Provjeravanja i evaluacija napretka u odnosu na postavljeni cilj, procjena prikladnosti strategija za ostvarivanje cilja; utvrđivanje ispravnosti vlastitih aktivnosti i promišljanje o aktivnostima koje bi se još mogle realizirati</p> <p><i>„Mogu li ponoviti i objasniti sve važne pojmove?“</i>, <i>„Ponovno ću pogledati primjere da vidim jesam li sve razumio/la.“</i>, <i>„Mislim da sam ostvario ciljeve učenja“</i></p>
Procjena relevantnosti informacije	REL	Nadgledanje	NADG	<p>Prosudba relevantnosti informacije</p> <p><i>„Ovo mi se ne čini toliko važnim“</i></p>
Nadgledanje	NADG	Nadgledanje	NADG	<p>Nadgledanje vlastitog razumijevanja tijekom procesa učenja</p> <p><i>„Aha! Sada razumijem šta to znači.“</i>, <i>„Dobro“</i>, <i>„Ok, ovo je dosta komplicirano.“</i>, <i>„Nisam razumio/la šta se ovdje želi reći.“</i>, <i>„Kako sad to?“</i></p>
Kognicija				
Čitanje	CIT	Prvo čitanje	CIT	Čitanje sadržaja na glas po prvi put
Ponovljeno čitanje	PON_CIT	Površinsko procesiranje	PON	Ponovljeno (doslovno) čitanje sadržaja/riječi na glas
Ponavljanje	PON	Površinsko procesiranje	PON	Ponovljeno čitanje sadržaja na glas (više od 2 puta), uz manje preinake (sa svrhom upamćivanja)
Elaboracija	ELAB	Dubinsko procesiranje	PROC	Aktivnosti usmjerene na dubinsko procesiranje informacija (parafraziranje, sažimanje, zaključivanje, povezivanje koncepata s osobnim iskustvom i/ili prethodnim znanjem, generiranje vlastitih primjera, propitivanje, samoobjašnjavanje...)

<i>„Prepričat ću svojim riječima”, „To zapravo znači...”</i>				
Organizacija	ORG		PROC	Organizacijske strategije (umne mape, sheme...)
Motivacija				
Motivacija	MOT	Motivacija	MOT	Pozitivne, negativne ili neutralne motivacijske izjave vezane uz zadatak, osobu ili situaciju <i>„Ovo mi se čini zanimljivo”, „Grozim se tih medicinskih pojmova”</i>
Ostalo				
Ostalo	OST	Ostalo	OST	Izjave nevezane uz temu i zadatak, komentari vezani uz izvođenje zadatka, neinterpretabilne izjave, pauze <i>„Moram li i ovo pročitati?”, „Ajme, kako je kompjuter spor”...</i>

dogadaj slijedio odredišni događaj, dok se zavisnost odnosi na sigurnost veze između dva događaja, a označava se vrijednostima od 0 do 1 (Weijters i sur., 2006). Iako ne postoji jasno utvrđeni konsenzus oko tumačenja vrijednosti koeficijenta zavisnosti, u većini istraživanja vrijednosti između približno .75 i .99 ukazuje na prilično snažnu zavisnost između dvije aktivnosti (najčešće zavisno pojavljivanje), dok vrijednosti blizu .50 predstavljaju slabiju, ali i dalje relevantnu vezu (Hartman, 2022). Zavisnosti koje ne zadovoljavaju definirane pragove algoritam zanemaruje pa one nisu dio procesnog modela.

Mogućnost podešavanja pragova za uključivanje ili isključivanje zavisnosti među aktivnostima u procesu može značajno utjecati na složenost modela i interpretaciju rezultata, osobito jer još uvijek ne postoje jasne smjernice o optimalnom podešavanju tih parametara. S obzirom da se algoritam fokusira na glavne odnose te apstrahira šum i niskofrekventna ponašanja, u izlaznom modelu zadržavaju se samo oni odnosi s najvišim vrijednostima. S obzirom da je za odabir zavisnih odnosa moguće koristiti nekoliko graničnih (engl. *threshold*) parametara, radi osiguravanja usporedbe modela s drugim modelima koji su primjenjivali *Heuristic Miner* algoritam, u ovom su istraživanju korištene vrijednosti primijenjene u prethodnim sličnim istraživanjima (npr. Engelmann i Bannert, 2021). Stoga je prag relativan najboljem kandidatu (uključivanje dodatnih odnosa koji imaju male razlike u odnosu na najboljeg "kandidata"; engl. *relative-to-best*) postavljen na .05, dok su prag zavisnosti (granična

vrijednost za uključivanje zavisnih odnosa u model; engl. *dependency*), prag duljine povratne petlje unutar jedne (engl. *length-one-loops*) i unutar dvije aktivnosti (engl. *length-two-loops*) te prag udaljenosti (engl. *long distance*) postavljeni na .90.

REZULTATI

1. Mjere povezanosti među istraživanim varijablama

Prije razmatranja definiranih istraživačkih problema, u Tablici 4 prikazani su Pearsonovi koeficijenti povezanosti među varijablama uključenima u analize kako bi se stekao bolji uvid u obilježja uzorka te pružio mogući kontekst za interpretaciju pojedinih rezultata.

Među mjerama izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja uočena je značajna visoka pozitivna povezanost, dok među mjerama na razini primjene, suprotno očekivanjima, ta povezanost nije utvrđena. Nadalje, uočene su pozitivne i niske povezanosti neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja s izvedbama na razini primjene, dok je povezanost odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja s neposrednom i odgođenom izvedbom na razini primjene izostala. Također, mjere pojedinih vrsta izvedbe na izdvojenim razinama ishoda učenja pokazale su značajne umjerene negativne povezanosti s pristranošću u sigurnost danih odgovora na tim provjerama znanja.

Zanimljivo je spomenuti i da su u odnosu na gotovo sve samoregulacijske aktivnosti uočene značajne umjerene do visoke pozitivne povezanosti, osim između *Motivacije* i *Pretraživanja informacija* te *Motivacije* i *Ponavljanja*. Nadalje, mjere izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja umjereno su pozitivno povezane s aktivnostima *Analize*, *Nadgledanja*, *Čitanja*, *Ponavljanja* i *Dubinskog procesiranja*, dok je mjera odgođene izvedbe na istoj razini umjereno pozitivno povezana i s *Pretraživanjem informacija* te *Evaluacijom*. Kod mjera na razini primjene uočen je drugačiji obrazac na način da je kod tih mjera uočena značajna pozitivna niska povezanost samo s nekim samoregulacijskim potkategorijama. Neposredna izvedba na razini primjene pozitivno je povezana s *Čitanjem* i *Dubinskim procesiranjem*, dok je odgođena izvedba na istoj razini povezana samo s *Analizom*.

U odnosu na mjere objektivnog i subjektivnog kognitivnog opterećenja, vidljivo je da nema značajne povezanosti između mjere ukupnog kognitivnog opterećenja mjerene objektivnim putem (dilatacije zjenice) sa subjektivnim procjenama mentalnog opterećenja i uloženog napora. S druge strane, subjektivne mjere opterećenja međusobno su pokazale značajnu umjerenu pozitivnu povezanost.

Tablica 4*Koeficijenti povezanosti varijabli u istraživanju*

Varijabla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1. Interes prije	-																											
2. Prethodno znanje	.03	-																										
3. Regulacija kognicije	.27*	.11	-																									
4. Iskustvo	.27*	-.05	-.28*	-																								
5. Vrijeme	-.10	.07	.06	.07	-																							
6. ANAL	.02	.22	.13	-.04	.46**	-																						
7. PRET	-.17	-.03	.12	.03	.34*	.31*	-																					
8. EVAL	.02	.12	.16	.05	.42**	.41**	.52**	-																				
9. NADG	-.03	.16	.20	.10	.53**	.65**	.72**	.63**	-																			
10. ČIT	.06	.12	.10	.09	.59**	.34*	.48**	.69**	.69**	-																		
11. PON	-.09	.05	.03	.08	.63**	.47**	.46**	.32*	.64**	.57**	-																	
12. PROC	-.09	.16	.17	.11	.73**	.43**	.49**	.45**	.69**	.71**	.58**	-																
13. MOT	.10	.04	.20	.11	.09	.34*	.38*	.59**	.49**	.40**	.15	.20	-															
14. Zahtjevnost	.07	-.58**	.14	.18	-.09	-.05	.06	.04	-.09	-.10	-.10	-.13	-.10	-														
15. Interes nakon	.62**	-.01	.27*	.39**	.10	-.04	-.10	.11	.05	.15	.02	.09	-.04	.15	-													
16. Uživanje	.43**	.13	.43**	.29*	.08	.17	.10	.24	.19	.10	.02	.12	.16	.01	.49**	-												
17. Mentalno opterećenje	-.01	-.35*	.00	.05	-.05	.01	.12	.12	.08	.06	.08	-.10	.16	.60**	.00	-.19	-											
18. Mentalni napor	.02	-.09	.02	-.06	.21	.12	-.04	.15	.05	.21	.04	.22	.05	.27*	.16	-.02	.40**	-										
19. UKO	-.20	.03	.03	-.08	-.08	-.10	.02	-.06	.02	-.05	.10	-.01	-.18	.02	-.02	-.11	.09	-.01	-									

2. Preliminarne analize specifičnih obilježja uzorka

S obzirom na provedeni eksperimentalni nacrt istraživanja, za osiguravanje veće valjanosti zaključivanja bilo je važno kontrolirati razlikuju li se grupe sudionika u nizu potencijalno utjecajnih varijabli na krajnje ishode definirane kroz ciljeve istraživanja. Provjerene su razlike u razini inicijalnog interesa za temu (percipirana zanimljivost, korisnost i osobna važnost) prije izvođenja zadatka, razini interesa za temu nakon čitanja te u razini prethodnog znanja o temi. Ispitane su i razlike među grupama u procijenjenim vještinama upravljanja i regulacije vlastitog učenja u svakodnevnim životnim situacijama, kao i u dosadašnjem iskustvu u primjeni strategija učenja uz govorenje na glas (čitanje ili ponavljanje). Uz to, uspoređeni su i rezultati sudionika različitih skupina u razinama procijenjene zahtjevnosti sadržaja i strukture teksta te uživanja tijekom izvođenja zadatka, kao i u vremenu provedenom u izvođenju zadatka čitanja s razumijevanjem te u rješavanju obje provjere znanja (neposredno i odgođeno).

Uvažavajući veličinu uzorka te činjenicu da je većina testiranih varijabli zadovoljila kriterij normalnosti distribucije, provedeni su t-testovi za nezavisne uzorke kako bi se provjerile razlike između sudionika eksperimentalne i kontrolne skupine u odnosu na prethodno navedene varijable. Dobiveni rezultati prikazani su u Tablici 5.

Uvidom u Tablicu 5 može se uočiti kako su sudionici obje grupe postizali niske rezultate na zadacima prethodnog znanja o temi, a temu su prije i nakon izvođenja zadatka procjenjivali uglavnom vrijednom u kontekstu zanimljivosti, korisnosti i osobne važnosti. Sadržaj i strukturu teksta sudionici obje skupine procijenili su uglavnom zahtjevnima, a tijekom čitanja teksta njihova procijenjena razina uživanja bila je umjerena. Nadalje, samoprocjene sudionika u obje skupine o sposobnosti njihove metakognitivne regulacije odnosno sposobnosti nadgledanja i upravljanja vlastitim učenjem u sličnim zadacima bile su relativno visoke što upućuje na to da su sudionici izvještavali o dobro razvijenim metakognitivnim vještinama iako one još uvijek nisu razvijene na najvišoj mogućoj razini. Također, sudionici u obje skupine izvijestili su kako umjereno do uglavnom tijekom svakodnevnih situacija učenja čitaju tekst ili ponavljaju naučeno na glas.

Vidljivo je da su se skupine značajno razlikovale u vremenu provedenom u izvedbi zadatka čitanja, kao i u vremenu uloženom u rješavanje neposredne provjere znanja. Uočeni učinci su srednje veličine (Cohen, 2008). Sudionici u eksperimentalnoj skupini proveli su duže vrijeme u izvedbi zadatka čitanja teksta s razumijevanjem (oko 44 min.) u odnosu na sudionike u kontrolnoj skupini (oko 37 min.). Jedno od mogućih obrazloženja ovog rezultata proizlazi iz različitosti uvjeta izvedbe zadatka kojima su sudionici u grupama bili izloženi s obzirom da su im u eksperimentalnoj skupini u tri navrata bila prezentirana tri različita metakognitivna poticaja kroz direktna pitanja o dotadašnjem tijeku izvedbe zadatka, dok su sudionici kontrolne skupine u tri navrata bili izloženi samo jednoj općenitoj tvrdnji. Vrijeme potrebno za čitanje na glas tih pitanja odnosno opće tvrdnje, kao i aktivnosti koje su nakon toga slijedile, moguće su doprinijele uočenim razlikama u vremenu provedenom u izvedbi konkretnog zadatka. Naime,

Tablica 5

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja razlika (t-testovima za nezavisne uzorke) između ES (n = 35) i KS (n = 35) za kontrolne varijable vezane uz specifična obilježja uzorka

Varijabla	Teorijski raspon	Učenje bez poticaja (KS)			Učenje s poticajima (ES)			t	df	p	d
		Opaženi raspon	M	SD	Opaženi raspon	M	SD				
Interes prije zadatka	1 – 5	2 – 5	3.83	0.69	2.33 – 5	3.82	0.74	0.06	68	.96	0.01
Prethodno znanje	0 - 6	0 – 3.25	0.53	0.72	0 – 1.75	0.71	0.44	-1.25	68	.22	-0.30
Regulacija kognicije	28 - 140	71 - 110	85.03	10.15	58 - 105	85.60	9.32	-0.24	67	.81	-0.06
Iskustvo u izvođenju zadatka	2 - 10	2-10	6.91	2.66	2-10	7.29	2.86	-0.56	68	.58	-0.13
Vrijeme čitanja (u sekundama)	1 - 3600	1274 - 3600	2234.38	626.81	1389 - 3600	2649.47	719.11	-2.54*	66	.01	-0.62
Zahtjevnost sadržaja	1 - 5	2 - 5	3.84	0.63	2.75 - 5	3.89	0.55	-0.36	68	.72	-0.09
Interes nakon zadatka	1 - 5	2 - 5	3.91	0.87	2 - 5	4.02	0.78	-0.53	68	.60	-0.13
Uživanje	1 - 5	1 - 5	3.29	1.13	1 - 5	3.40	1.04	-0.44	68	.66	-0.11
Vrijeme rješavanja provjere znanja (u sekundama)											
Neposredna											
Odgođena	1 - 1800	660 – 1800	1116.00	295.45	660 – 1800	1253.14	271.38	-2.02*	68	.05	-0.49
	1 - 1800	480 - 1800	1138.29	334.85	480 - 1740	1210.29	304.72	-0.94	68	.35	-0.22

*Napomena. * p < .05*

moguće je da su poticaji kroz pitanja usmjerena na nadgledanje i evaluaciju u eksperimentalnoj skupini rezultirali dubljim procesiranjem informacija usmjerenim na evaluaciju razumijevanja odnosno na aktivniji samoregulacijski angažman, a što može rezultirati i duljim vremenom učenja (Dunlosky i Metclafe, 2009). Tome u prilog idu i u rezultati koji ukazuju na značajnu srednju do visoku razinu pozitivne povezanosti ($r = .42$ do $.73$) vremena čitanja teksta s učestalošću gotovo svih verbaliziranih samoregulacijskih aktivnosti (osim motivacijskih), neovisno o pripadnosti pojedinoj skupini. Pri tome je najviša razina povezanosti uočena između vremena čitanja i učestalosti primjene aktivnosti iz kategorije dubinskog procesiranja ($r = .73$). Također je moguće da su se navedeni procesi transferirali i na situaciju rješavanja niza zadataka u neposrednoj provjeri znanja s obzirom da su uočene i značajne razlike među grupama u vremenu provedenom pri rješavanju te provjere znanja. Naime, sudionici u eksperimentalnoj skupini rješavali su zadatke oko 21 minutu, dok su oni u kontrolnoj skupini iste zadatke rješavali oko 19 minuta. Uvidom u Tablicu 4 uočena je značajna razina pozitivne povezanosti općenitog vremena rješavanja neposredne provjere znanja srednje razine ($r = .36$ do $.49$) s gotovo svim verbaliziranim samoregulacijskim aktivnostima (osim motivacijskih) što općenito ukazuje na to da su sudionici koji su tijekom čitanja teksta s razumijevanjem izvještavali o većem broju samoregulacijskih aktivnosti proveli i dulje vremena u rješavanju neposredne provjere znanja. Zanimljivo je napomenuti kako grupne razlike u vremenu rješavanja odgođene provjere znanja nisu uočene unatoč istom trendu značajne srednje razine pozitivne povezanosti vremena rješavanja te provjere i učestalosti gotovo svih samoregulacijskih aktivnosti, uz izostanak povezanosti s aktivnostima iz kategorije dubinskog procesiranja. Također, u ostalim kontrolnim varijablama vezanim za specifična obilježja uzorka nisu uočene značajne grupne razlike.

Unatoč uočenim razlikama između sudionika u dva uvjeta učenja (s i bez poticaja) u vremenu čitanja zadatka s razumijevanjem, kao i vremenu rješavanja neposredne provjere znanja te činjenicama da je povezanost između vremena čitanja zadatka bila niska do umjerena te pozitivno povezana s rezultatima na gotovo svim mjerama postignuća (osim na odgođenoj provjeri znanja na razini primjene; $r = .29 - .41$), dok je značajna povezanost vremena rješavanja neposredne provjere znanja s postignućem na svim mjerama izvedbe izostala, u daljnjim analizama navedene varijable vezane uz vremensko trajanje nisu uključene kao kovarijati. Osim toga, vrijeme čitanja zadatka nije pokazalo značajnu povezanost s drugim ispitivanim varijablama u ovom istraživanju, kao što su subjektivne i objektivne mjere kognitivnog opterećenja te indeksi pristranosti. Stoga se smatra da uočene razlike u vremenu izvođenja zadatka nisu rezultat slučajnih individualnih varijacija već su one proizašle iz eksperimentalne manipulacije uz pretpostavku da čitanje teksta s razumijevanjem uz tri metakognitivna poticaja zahtijeva dulje izvođenje. Kada bi se vrijeme uključilo kao kovarijat u daljnje analize došlo bi do uklanjanja djela varijance koji potencijalno predstavlja mehanizam djelovanja metakognitivnih poticaja zbog čega je procijenjeno da je primjereno da se vrijeme sagleda kao sastavni dio učenja, a ne kao varijabla koju je potrebno kontrolirati. U prilog tome idu i istraživanja koja su pokazala da se tijekom izvršavanja zadataka, kada vrijeme nije bilo ograničeno, vrijeme rada na zadatku pokazalo kao značajan medijator između uvjeta učenja s poticajima i izvedbe (Sitzman i Ely, 2010). Iako je u ovom istraživanju, radi vremenske ekonomičnosti, vrijeme bilo ograničeno na maksimalno 60 min., razvidno je kako su sudionici u prosjeku zadatak izvršavali kraće, u trajanju od oko 40 min., pa se navedene spoznaje mogu barem djelomično primijeniti i na ovu eksperimentalnu situaciju.

3. Analiza i usporedba kategorija samoregulacijskih aktivnosti

Kako bi se provjerile razlike u zastupljenosti pojedinih vrsta samoregulacijskih aktivnosti među skupinama sudionika, a uzevši u obzir veličinu uzorka te činjenicu da podaci u većini kategorija SR aktivnosti nisu normalno distribuirani (Shapiro–Wilk, $p < .05$), provedeni su Mann-Whitneyevi U-testovi. U Tablici 6 prikazani su deskriptivni podaci za pojedine kategorije i potkategorije SR aktivnosti s obzirom na uvjet izvođenja zadatka, kao i rezultati provedenih statističkih analiza.

Na razini deskriptivnih podataka vidljivo je da je kod obje skupina sudionika najveći broj verbalizacija bio uvršten u kategoriju kognitivnih aktivnosti, i to najčešće u potkategorije čitanja i dubinskoga procesiranja, dok je kod metakognitivnih aktivnosti u obje skupine bila najzastupljenija potkategorija nadgledanja. Kodiranih metakognitivnih i kognitivnih aktivnosti bilo je značajno više kod sudionika iz ES-a u usporedbi s istim aktivnostima kod sudionika iz KS-a. S obzirom na dobivene rezultate, razvidno je da ta razlika u metakognitivnom aktivnostima primarno proizlazi iz učestalosti primjene SR aktivnosti u potkategoriji *Evaluacije* i *Nadgledanja*, dok je kod kognitivnih aktivnosti ona primarno rezultat značajnih razlika u potkategoriji *Čitanja* i *Dubinskog procesiranja*. Naime, kod sudionika iz ES-a zamijećeno je značajno više verbalizacija povezanih s navedenim potkategorijom u odnosu na sudionike iz KS-a. Utvrđeni značajni učinci su uglavnom male do srednje razine, osim za potkategoriju *Evaluacije* u odnosu na koju je utvrđen učinak u gornjem rasponu srednje veličine (Cohen, 2009). U učestalosti iznošenja verbalizacija iz kategorije *Motivacija* i *Ostalo*, nisu utvrđene značajne razlike između skupina.

4. Procesni modeli uz primjenu Heuristic Miner algoritma

U odnosu na istraživačko pitanje vezano uz razliku u procesnim modelima ES i KS, očekivalo se da će kod procesnog modela skupine sudionika koji su izvodili zadatak čitanja s razumijevanjem s poticajima biti uočena veća učestalost primjene metakognitivnih aktivnosti te da će kognitivne i metakognitivne aktivnosti biti bolje međusobno integrirane. Kako bi se provjerila navedena hipoteza, korišten je *Heuristic Miner* algoritam (Weijters i sur., 2006) za otkrivanje procesa, inkorporiran u software ProM verziju 6.14 koji se koristi za provedbu metode rudarenja procesa. S obzirom da je zadatak izveden u eksperimentalnim uvjetima, iz analize je izostavljena kategorija *Ostalo* jer su izjave u toj kategoriji procijenjene irelevantnima za SR procese te su se uglavnom odnosile na tehničku izvedbu zadatka.

Izlazni procesni modeli za ES i KS prikazani su na Slici 6 i Slici 7. Pravokutnici na slikama predstavljaju kategorije SR aktivnosti, a strelice predstavljaju veze među njima. Deblje i ispunjene strelice označavaju veze visoke vjerojatnosti, a zatamnjeni pravokutnici najučestalije kategorije u modelu. Uz strelice i u pravokutnicima prikazane su mjere zavisnosti (u rasponu od 0 do 1) i vrijednost frekvencija za pojedine potkategorije i veze unutar njih (povratne petlje), kao i među njima. Zavisnost se odnosi na vjerojatnost pojavljivanja veze između dvije aktivnosti, dok se frekvencije odnose na broj veza unutar i između dvije aktivnosti (Weijters i sur., 2006).

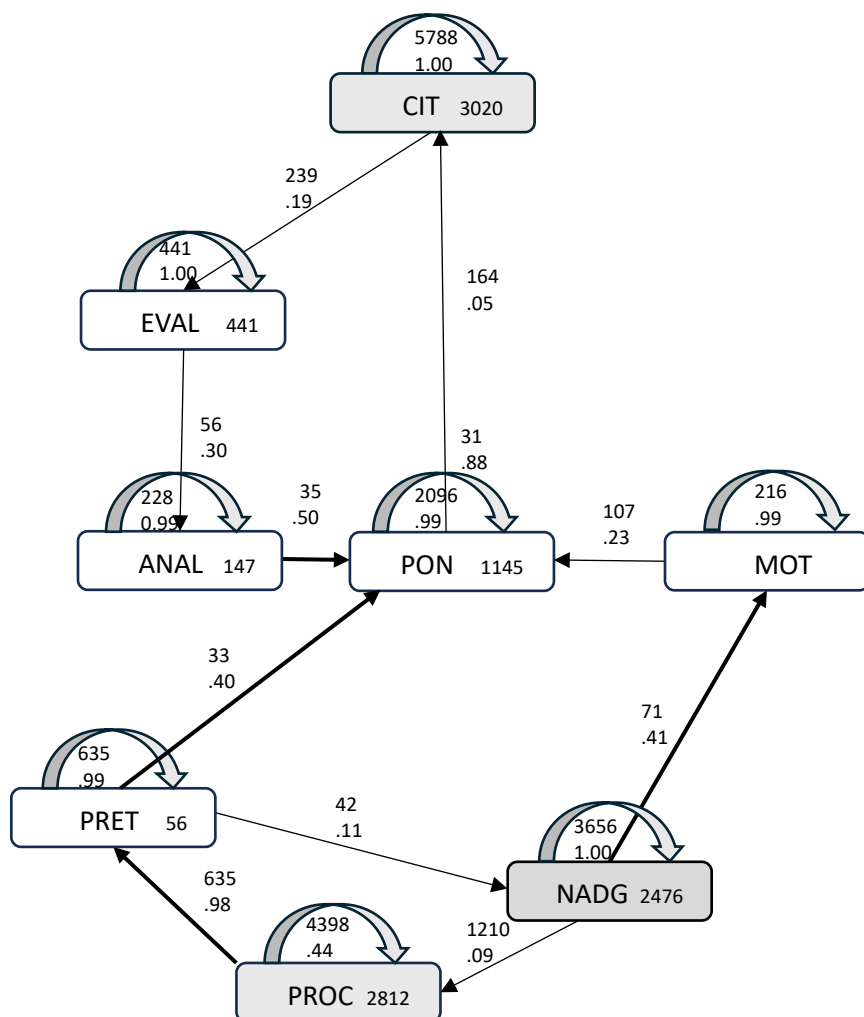
Tablica 6

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja razlika (Mann-Whitneyevim U-testovima) između ES-a (n = 34) i KS-a (n = 34) u učestalosti primjene kategorija i potkategorija SR aktivnosti

Kategorija	Učenje bez poticaja (KS)					Učenje s poticajima (ES)					U	Z	p	r
	Min.	Max.	Uk.	Mdn (IQR)	Prosječni rang	Min.	Max.	Uk.	Mdn (IQR)	Prosječni rang				
Metakognicija	0	234	1873	41.50 (77.50)	28.34	18	284	3124	79.00 (88.20)	40.66	368.50*	-2.57	.01	-.31
Analiza (ANAL)	0	11	87	1.00 (4.00)	31.35	0	26	147	2.00 (7.25)	37.65	471.00	-1.34	.18	-.16
Pretraga (PRET)	0	9	33	0.00 (1.00)	31.93	0	15	55	0.00 (2.25)	37.07	490.50	-1.23	.22	-.15
Evaluacija (EVAL)	0	22	197	4.00 (8.00)	24.63	2	37	441	10.50 (11.00)	44.37	242.50*	-4.12	.00	-.49
Nadgledanje (NADG)	0	194	1556	31.00 (194.00)	29.03	10	240	2481	56.00 (72.75)	39.97	392.00**	-2.28	.02	-.27
Kognicija	24	331	4820	142.00 (165.50)	28.62	46	407	6818	182.50 (117.25)	40.38	378.00**	-2.45	.01	-.30
Čitanje (ČIT)	23	140	2216	62.50 (51.50)	27.65	33	190	3020	86.00 (38.50)	41.35	345.00*	-2.86	.00	-.34
Površinsko procesiranje (PON)	0	95	865	23.00 (32.75)	31.34	1	98	1117	28.50 (40.75)	37.66	470.50	-1.32	.19	-.16
Dubinsko procesiranje (PROC)	0	138	1739	48.50 (56.75)	29.65	9	188	2681	69.50 (89.00)	39.35	413.00*	-2.02	.04	-.24
Motivacija (MOT)	0	14	129	2.50 (5.25)	33.91	0	30	164	3.00 (7.00)	35.09	558.00	-0.25	.80	-.03
Ostalo (OST)	0	13	78	1.00 (4.00)	38.29	0	10	37	0.00 (2.00)	30.71	449.00	-1.72	.09	-.21

*Napomena. Min. = minimalna frekvencija aktivnosti, Max. = maksimalna frekvencija aktivnosti, Uk. = ukupna frekvencija aktivnosti; * p < .05, ** p < .05.*

U oba procesna modela vidljivo je kako su najzastupljenije aktivnosti *Čitanja*, *Dubinskog procesiranja informacija* i *Nadgledanja* te kako je unutar svih aktivnosti uočena samopovratna spregra. Očekivano, oba modela počinju s aktivnošću *Čitanja* koju slijede metakognitivne aktivnosti, u modelu KS *Pretraživanje informacija*, a u modelu ES *Evaluacija*. Također, u oba modela uočena je važna uloga *Ponavljanja*.



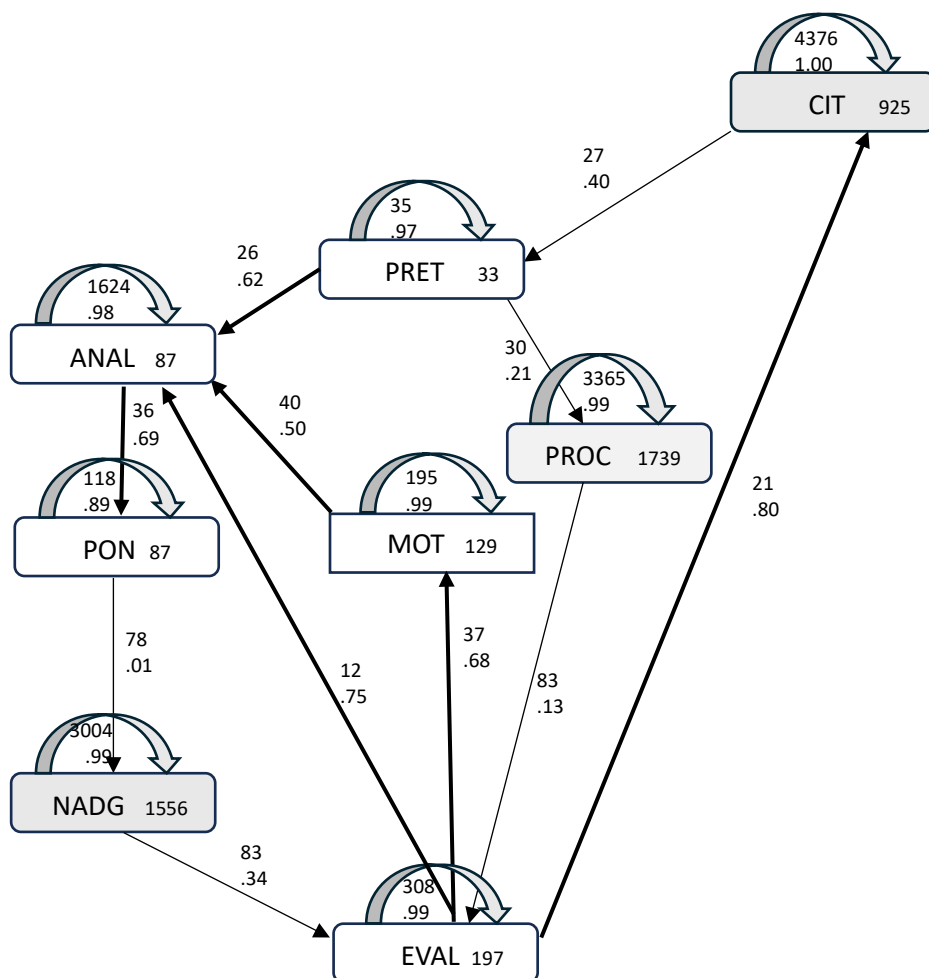
Slika 6

Procesni model metakognitivnih, kognitivnih i motivacijskih aktivnosti za sudionike koji su izvodili zadatak uz metakognitivne poticaje (ES; $f = .66$)

U nastavku se kod ES *Evaluacija* povezuje s *Analizom* te sekvencijski s *Ponavljanjem* nakon kojeg slijedi *Čitanje* čime se zatvara jedan ciklus učenja. U tom je ciklusu najčešće uočen redoslijed *Analize* nakon koje slijedi *Ponavljanje*. Drugi odvojeni slijed samoregulacijskih aktivnosti uključuje druge dvije metakognitivne aktivnosti, *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacija*. Na nadgledanje se često nastavljaju aktivnosti *Motivacije* i, nešto rjeđe, *Dubinskog procesiranja*. Na *Dubinsko procesiranje* često se nadovezuje *Pretraživanje informacija* na koje se nastavlja *Ponavljanje* i, manje češće, *Nadgledanje*. Vidljivo je kako su metakognitivne i

kognitivne aktivnosti u modelu ES slabije integrirane, suprotno provotnim očekivanjima. *Evaluacija* i *Analiza* s jedne strane te *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacija* s druge strane, mogu ukazivati na to da se primjena metakognitivnih evaluacijskih poticaja i poticaja nadgledanja kod sudionika provodila reaktivno kao odgovor na poticaje, a manje spontano kao što je to bio slučaj u modelu KS. Pri tome se kod metakognitivnih aktivnosti *Evaluacije* i *Analize* javlja kognitivna aktivnost *Ponavljanja*, dok su *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacije* više integrirane s kognitivnom aktivnošću *Dubinskog procesiranja* te *Motivacijom*.

Kod sudionika KS model ukazuje na bolju integriranost kognitivnih i metakognitivnih aktivnosti što može ukazivati na njihovu spontaniju primjenu tijekom učenja. Pri tome je neki od najčešćih slijedova aktivnosti započinju s *Evaluacijom* na koju se nastavlja *Motivacija*, *Analiza* ili *Čitanje*. Uz to, zabilježen je i čest slijed aktivnosti između *Motivacije* i *Analize*, kao i između *Pretraživanja informacija*, *Analize* i *Ponavljanja*.



Slika 7

Procesni model metakognitivnih, kognitivnih i motivacijskih aktivnosti za sudionike koji su izvodili zadatak bez metakognitivnih poticaja (KS; $f = .90$)

5. Kognitivno opterećenje

Kako bi se provjerile razlike u zastupljenosti pojedinih vrsta i razinama kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje i mentalni napor) među skupinama sudionika, a uzevši u obzir veličinu uzorka te činjenicu da podaci za mjere mentalnog opterećenja i mentalnog napora nisu normalno distribuirane (Shapiro–Wilk, $p < .05$), osim za mjeru ukupnog kognitivnog opterećenja, provedeni su Mann-Whitneyevi U-testovi. U odnosu na razlike u mjerama kumulativnog ukupnog kognitivnog opterećenja koja je izračunato na temelju relativnih promjena dilatacije zjenice među tri točke mjerenja, primijenjena je ANCOVA kako bi se, kao kovarijat, kontrolirao utjecaj prethodnog znanja o temi koji može znatno utjecati na navedenu mjeru.

U Tablici 7 prikazani su deskriptivni podaci za razlike u doživljenom mentalnom naporu i mentalnom opterećenju među skupinama, kao i rezultati provedenih statističkih analiza.

Na razini deskriptivnih podataka vidljivo je da su sudionici obje skupine zadatak čitanja s razumijevanjem u prosjeku procjenjivali umjereno visoko zahtjevnim te su procjenjivali da su u izvršavanje zadatka svjesno uložili relativno mnogo napora. Provedenim analizama na obje mjere nisu utvrđene statističke značajne razlike među skupinama.

Po pitanju razlika u mjerama ukupnog kognitivnog opterećenja, uočeno je kako je ukupno kognitivno opterećenje tijekom izvođenja zadatka (mjereno razlikama u proširenju zjenica od *baseline*-a) za obje skupine sudionika bilo nisko do umjereno ($M_{ks} = .02$; $SD_{ks} = 0.03$; $M_{es} = 0.02$; $SD_{es} = 0.03$), što ukazuje na mali, ali uočljivi kognitivni angažman. Samim time, provedenom analizom, uz kontrolu prethodnog znanja, nisu utvrđene značajne razlike u ukupnom doživljenom kognitivnom opterećenju tijekom izvođenja zadatka čitanja s razumijevanjem između skupina koje su učile s poticajima i bez njih ($F(1,62) = .05$, $p = .82$; $\eta^2 = .00$). Također, nije uočen ni značajan učinak prethodnog znanja ($F(1,62) = .05$, $p = .95$; $\eta^2 = .00$).

6. Postignuće sudionika i indeksi pristranosti

Pomoću softverskog paketa G*Power (Faul i sur., 2007), provedena je a priori analiza statističke snage kojom je utvrđeno da je za detektiranje efekta srednje veličine ($f = .25$), na razini rizika $p = .05$ i uz preporučenu snagu = 0.80, u analizi kovarijance (ANCOVA) s dvije grupe i dva kovarijata potrebno ukupno 128 sudionika. Iako su mjere postignuća međusobno povezane ($r = .10$ do $.67$), s obzirom da je uzorak ispitanika manji od preporučene veličine (oko 35 sudionika po grupi) za otkrivanje razlika među grupama na 4 različite mjere postignuća, uz kontrolu dva kovarijata (prethodnog znanja i regulacije kognicije), primijenjene su 4 zasebne jednosmjerne ANCOVA-e uz Bonferroni korekciju. Iako bi multivarijatna analize varijance (MANCOVA) smanjila rizik kumulacije pogreške tipa I pri istovremenom testiranju više zavisnih varijabli, uz mali uzorak snaga testa bi bila niska te bi umjereni i mali učinci vjerojatno ostali nedetektirani (Tabachnik i Fidell, 2019). Sličan je problem vezan uz veličinu uzorka i za otkrivanje malih i umjerenih učinaka testiranih ANCOVA-om, ali je, uz kontrolu kovarijata po jednoj zavisnoj varijabli, relativno očuvana snaga testa za detekciju snažnih učinaka te eventualno utvrđivanje trendova srednjih učinaka za buduća istraživanja.

Tablica 7

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja razlika (Mann-Whitneyevim U-testovima) između ES (n = 33) i KS (n = 33) na mjerama mentalnog opterećenja i mentalnog napora

Varijabla	Teorijski raspon	Učenje bez poticaja			Učenje s poticajima			U	Z	p	r
		(KS)			(ES)						
		Opaženi raspon	Mdn (IQR)	Prosječni rang	Opaženi raspon	Mdn (IQR)	Prosječni rang				
Mentalno opterećenje	1 - 7	1 - 7	5.00 (2.00)	33.71	2 - 6	5.00 (1.00)	37.29	550.00	-0.81	.42	-.10
Mentalni napor	1 - 7	3 - 7	5.00 (2.00)	34.07	2 - 7	5.00 (1.00)	36.93	562.50	-0.62	.54	-.07

Jednosmjerne ANCOVA-e primijenjene su u svrhu testiranja grupnih razlika u postignuću pri neposrednoj provjeri znanja zasebno na razini dosjećanja i razumijevanje te na razini primjene, kao i pri odgođenoj provjeri znanja, također zasebno na prethodno navedenim razinama. Rezultati analiza prikazani su u Tablici 8.

Iz Tablice 8 razvidno je da su sudionici na svim razinama ishoda učenja u obje mjere znanja postizali relativno niske rezultate (oko 30 %) u odnosu na maksimalni mogući broj bodova na provjerama. Kod zadataka koji su bili usmjereni na razinu dosjećanja i razumijevanja kod neposredne provjere znanja sudionici u skupini koja je izvodila zadatak uz metakognitivne poticaje bili su nešto uspješniji (33.64 %) od sudionika u grupi koja je zadatak izvodila bez njih (27.79 %). Sličan je trend u korist ES uočen i kod rezultata na istoj razini ishoda učenja kod odgođene provjere znanja, s time da je uspješnost u tim zadacima bila niža nego kod neposredne provjere (29.21 % za ES i 26.64 % za KS).

Jednosmjernim ANCOVA-ma, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije, suprotno očekivanjima, niti na jednoj od ispitivanih razina ishoda učenja na primijenjenim provjerama znanja (neposrednoj i odgođenoj) nisu utvrđene značajne razlike u postignuću sudionika ovisno o uvjetu izvođenja zadatka. Potrebno je napomenuti da se prethodno znanje, kao kovarijat, pokazalo kao značajan prediktor neposredne izvedbe na razini ishoda dosjećanja i razumijevanja ($F(1,64) = 5.81, p = .02, \eta^2 = .08$) te na obje razine ishoda učenja ($F_{dos_raz}(1,64) = 10.09, p = .00, \eta^2 = .14; F_{primjena}(1,64) = 5.69, p = .02, \eta^2 = .08$) kod odgođene provjere znanja, neovisno o pripadnosti određenoj skupini. Drugim riječima, učenici s višom razinom prethodnog znanja ostvarivali su bolje rezultate na neposrednoj provjeri znanja kod zadataka dosjećanja i razumijevanja, kao i na razini dosjećanja i razumijevanja te primjene kod odgođene provjere znanja, neovisno o prisutnosti metakognitivnih poticaja tijekom učenja. Ovi rezultati ukazuju na to da razlike u izvedbi na tim razinama ovise o prethodnom znanju učenika što dodatno naglašava važnost kontroliranja individualnih početnih razlika u znanju pojedinaca kod procjene učinaka ovakvog tipa intervencija.

U odnosu na indekse pristranosti, iz Tablice 9 vidljivo je da su u prosjeku sudionici u obje skupine bili skloni precjenjivanju vlastite sigurnosti u točnosti ponuđenog odgovora. To je precjenjivanje u obje skupine bilo manje kod odgođene (od 6.79 % do 25.33 %) nego kod neposredne provjere znanja (od 25.85 % do 47.56 %), za obje ispitivane razine ishoda učenja. Indeks pristranosti pokazao se najvišim za razinu primjene kod neposredne provjere znanja za obje skupine sudionika, s time da je kod sudionika koji su zadatak izvodili uz poticaje precjenjivanje bilo nešto veće. Razina precjenjivanja kod neposredne provjere znanja u odnosu na zadatke na razini dosjećanja i razumijevanja bila je veća kod sudionika kontrolne skupine nego kod sudionika eksperimentalne skupine. Prilikom odgođene provjere znanja najviši indeks pristranosti uočen je za razinu primjene kod sudionika kontrolne skupine. Ti su sudionici iskazali i veću razinu precjenjivanja kod zadataka dosjećanja i razumijevanja nego što je to bio slučaj kod sudionika eksperimentalne skupine. Općenito je, kod odgođene provjere znanja na obje razine ishoda, uočena preciznija procjena ispravnosti odgovora kod onih sudionika koji su prethodno izvodili zadatak čitanja s razumijevanjem uz poticaje.

Tablica 8

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja razlika (jednosmjerna ANCOVA-e) između ES (n = 35) i KS (n = 33) na različitim razinama ishoda postignuća sudionika i u indeksu pristranosti na pojedinim mjerama

Varijabla	Teorijski raspon	Učenje bez poticaja			Učenje s poticajima			F(1,64)	p	η ²
		(KS)			(ES)					
		Opaženi raspon	M	SD	Opaženi raspon	M	SD			
Provjera znanja_dosjećanje i razumijevanje	0 - 14									
Neposredna		.50 – 7.25	3.89	1.80	1.25 – 10.25	4.71	2.10	3.89	.30	.02
Odgođena		1 – 7.25	3.73	1.63	.00 – 7.75	4.09	1.78	0.00	.97	.00
Provjera znanja_primjena	0 - 4									
Neposredna										
Odgođena		.00 – 1.75	.80	0.46	.00 – 3.75	1.01	0.71	2.18	.15	.03
		.50 – 2.50	1.20	0.49	.00 – 3.50	1.44	0.76	0.68	.41	.01

Napomena. Analiza su provedene uz kontrolu Prethodnog znanja i Regulacije kognicije.

Tablica 9

Deskriptivni podaci i rezultati testiranja razlika (jednosmjerna ANCOVA-e) između ES i KS u indeksu pristranosti za pojedine ishode učenja na različitim mjerama znanja (neposrednoj i odgođenoj)

Varijabla	Teorijski raspon	Učenje bez poticaja (KS)				Učenje s poticajima (ES)				F(df1,df2)	p	η ²
		n	Opaženi raspon	M	SD	n	Opaženi raspon	M	SD			
Indeks pristranosti_dosjećanje i razumijevanje (%)	-100.00 – 100.00											
Neposredna PZ		25	11.25 – 54.55	35.37	14.57	33	-6.65 – 55.00	25.85	18.88	3.72(1,54)	.06	.06
Odgođena PZ		20	-28.73 – 26.50	14.81	18.77	28	-24.65 – 43.50	6.79	18.76	1.66(1,44)	.74	.00
Indeks pristranosti_primjena (%)	-100.00 – 100.00											
Neposredna PZ		25	-5.00 – 87.50	43.58	28.11	31	5.00 – 87.50	47.56	28.83	0.03(1,52)	.87	.00
Odgođena PZ		20	3.75 – 46.25	25.33	16.96	27	-23.25 – 41.25	12.01	21.09	5.46(1,43)	.02**	.11

Napomena. Analiza su provedene uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije. Značenje kratice PZ = provjera znanja. ** $p < .05$,

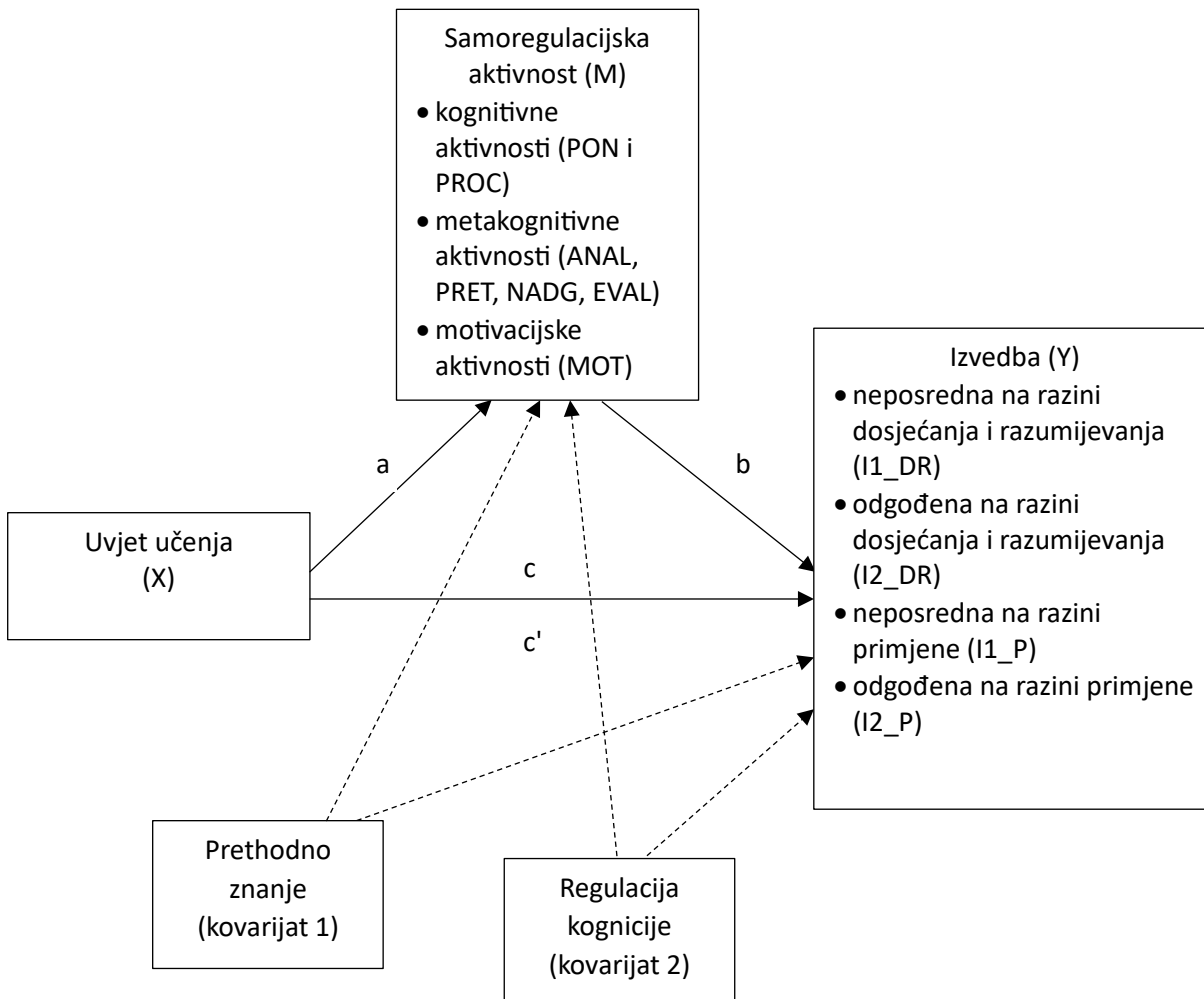
Kako se bi se ispitala statistička značajnost uočenih razlika, a vodeći pri tome računa o prethodno spomenutim ograničenjima vezanim uz veličinu uzorka, za otkrivanje razlika među grupama u četiri indeksa pristranosti vezanih uz pojedine ispitane razine ishoda učenja na neposrednoj i odgođenoj provjeri znanja, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije, primijenjene su četiri zasebne jednosmjerne ANCOVA-e uz Bonferroni korekciju. Rezultati provedenih analiza prikazani su u Tablici 9.

Vidljivo je da je, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije, jedina statistički značajna razlika među skupinama uočena u indeksu pristranosti kod odgođene mjere znanja na razini primjene. Radi se o umjerenom efektu koji je u gornjim granicama definiranih kriterija (Cohen, 1988). Sudionici u eksperimentalnoj grupi bili su značajno manje pristrani u svojim procjenama sigurnosti u točnost odgovora od sudionika u kontrolnoj skupini. Također se, na temelju rezultata, može uočiti i trend većeg precjenjivanja sudionika u kontrolnoj skupini kod zadataka dosjećanja i razumijevanje pri neposrednoj provjeri znanja u odnosu na sudionike u eksperimentalnoj skupini iako se te razlike nisu pokazale statistički značajnima na uzorku sudionika.

7. Medijacijske analize između uvjeta učenja i izvedbe uz posredstvo samoregulacijskih aktivnosti

Kako bi se istražila medijacijska uloga samoregulacijskih aktivnosti (kognitivnih, metakognitivnih i motivacijskih) u odnosu između uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) i neposredne i odgođene izvedbe na različitim razinama ishoda učenja (prepoznavanje i razumijevanje te primjena), provedena je analiza traga (engl. *path analysis*) kao posebni oblik strukturalnog modeliranja (bez latentnih varijabli) primjenom programa Mplus-8.1 (Muthèn i Muthèn, 2017). Analizirano je 28 zasebnih pretpostavljenih medijacijskih modela u kojima su kao pojedinačni medijatori uključene učestalosti korištenja svake od sedam potkategorija samoregulacijskih aktivnosti. Kako bi se kontrolirao eventualni učinak prethodnog znanja o sadržaju, kao i općenita sklonost primjene metakognitivnih strategija tijekom učenja, kao kovarijati su u modele uključeni prethodno znanje i regulacija kognicije. Konceptualni prikaz modela prikazan je na Slici 8.

Parametri svih modela procijenjeni su metodom maksimalne vjerojatnosti (engl. *maximum likelihood method*; ML) koja omogućuje dobivanje učinkovitih i nepristranih procjena pod pretpostavkom multivarijatne normalnosti podataka. Za procjenu značajnosti neizravnih učinaka korištena je *bootstrap* metoda s korekcijom pristranosti s 95%-tnim intervalima pouzdanosti kako bi se omogućila preciznija procjena statističke značajnosti u slučajevima kada distribucija učinka odstupa od normalne (MacKinnon i sur., 2004). S obzirom da su u medijacijskim modelima svi putevi bili specificirani, analizirani modeli su bili saturirani ($df = 0$) zbog čega nije bilo moguće procijeniti ukupnu statističku prilagodbu modela pomoću standardnih indeksa slaganja modela s podacima (*fit* indeksi).



Slika 8

Konceptualni medijacijski model odnosa uvjeta učenja (s i bez poticaja) i neposredne te odgođene izvedbe na različitim razinama ishoda učenja uz posredujući učinak samoregulacijskih aktivnosti

7.1. Kategorija kognitivnih aktivnosti

Sukladno primijenjenoj Shemi za kodiranje samoregulacijskih aktivnosti učenja kognitivne aktivnosti uključivale su potkategorije *Ponavljanje* i *Dubinsko procesiranje* koje su zasebno testirane kao medijatori u odnosu između uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) i neposredne i odgođene izvedbe na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena).

Za svaku od potkategorija testirana su četiri modela s obzirom na četiri zavisne varijable (neposredna i odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja te neposredna i odgođena izvedba na razini primjene), uz kontrolu učinka prethodnog znanja i regulacije kognicije, te su rezultati provedenih medijacijskih analiza prikazani u Tablicama 10 i 11. Radi lakšeg praćenja rezultata, u tablicama nisu navedeni procijenjeni koeficijenti odnosa između prethodnog znanja i pojedinih potkategorija kognitivnih aktivnosti te regulacije kognicije i pojedinih potkategorija kognitivnih aktivnosti s obzirom da su njihove vrijednosti jednake i ponavljajuće za sve modele koji uključuju istu medijacijsku varijablu (*Ponavljanje* ili *Dubinsko procesiranje*).

7.1.1. Potkategorija Ponavljanje

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Ponavljanja* kao potkategorije kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenata odnosa između prethodnog znanja i *Ponavljanja* te regulacije kognicije i *Ponavljanja*, prikazani u Tablici 10.

Prethodno znanje ($\beta = .02$, $SE = .16$, 95% IC [-.32, .34]) i regulacija kognicije ($\beta = .00$, $SE = .01$, 95% IC [-.02, .03]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Ponavljanje*, a ukupni postotak objašnjene varijance *Ponavljanja* u svim je testiranim modelima bio vrlo nizak ($R^2 = 2.00\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacija kognicije nije bila značajan kovarijat u testiranim modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je povezana s boljim postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene nije uočen.

Modeli 1 i 3 zasebno su objasnili najveći postotak varijance zavisnih varijabli (izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja), dok je najmanji postotak objašnjene varijance zabilježen kod Modela 2 (neposredna izvedba na razini primjene). U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na postignuća uslijed različitih vrsta izvedbe na različitim razinama ishoda, kao ni neizravni učinci tog odnosa posredstvom učestalosti primjene samoregulacijske aktivnosti *Ponavljanja* tijekom učenja. No, u Modelima 1 i 3 *Ponavljanje* se općenito pokazalo kao pozitivan prediktor neposredne i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, dok takav odnos nije uočen u modelima s obje vrste izvedbe na razini primjene kao zavisnim varijablama. Navedeno ukazuje na to da su sudionici kod kojih je zabilježen veći broj verbalizacija u potkategoriji *Ponavljanje* imali bolju neposrednu i odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, ali ne i na razini primjene.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da *Ponavljanje* nije imalo posredujući učinak između uvjeta učenja i izvedbe u provjerama znanja na različitim razinama ishoda učenja, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije. No, *Ponavljanje* se pokazalo kao značajan pozitivan prediktor izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja, osobito u situaciji kada je izvedba mjerena s odgodom od 7 dana.

7.1.2. Potkategorija Dubinsko procesiranje

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Dubinskog procesiranja* kao potkategorije kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenti odnosa između prethodnog znanja i *Dubinskog procesiranja* te regulacije kognicije i *Dubinskog procesiranja*, prikazani u Tablici 11.

Prethodno znanje ($\beta = .08$, $SE = .18$, 95% IC [-.22, .51]) i regulacije kognicije ($\beta = .02$, $SE = .01$, 95% IC [-.01, .04]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Dubinsko procesiranje*, a ukupni postotak objašnjene varijance *Dubinskog procesiranja* u svim je testiranim modelima bio nizak ($R^2 = 9.80\% - 10.20\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini testiranih modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacije kognicije nije bila značajan kovarijat u modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini

Tablica 10

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu potkategorije Ponavljanje

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → PON → Y)	.08 (.08)	[-.05, .27]	.03 (.06)	[-.01, .12]	.12 (.12)	[-.10, .39]	.02 (.05)	[-.09, .15]
Put a (Uvjet učenja → PON)	.29 (.26)	[-.19, .82]	.29 (.26)	[-.19, .82]	.27 (.26)	[-.21, .81]	.29 (.26)	[-.19, .82]
Put b (PON → Y)	.28 (.11)	[.04, .49]	.11 (.13)	[-.12, .40]	.45 (.08)	[.27, .60]	.06 (.11)	[-.16, .30]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.16 (.23)	[-.33, .56]	.37 (.23)	[-.10, .78]	-.06 (.21)	[-.50, .36]	.24 (.25)	[-.31, .69]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.40 (.22)	[-.02, .41]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.58 (.20)	[.19, 1.00]	-.07 (.18)	[-.42, .34]	.64 (.18)	[.33, 1.02]	.44 (.21)	[.12, .92]
Regulacija kognicije → Y	.02 (.01)	[-.01, .04]	-.02 (.01)	[-.04, .01]	.00 (.02)	[-.03, .03]	.02 (.01)	[-.00, .05]
	R^2 (%)	25.40		7.00		34.00		15.80

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PON = ponavljanje, Y = različiti uvjeti izvedbe na različitim razinama ishoda. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom

Tablica 11

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu potkategorije Dubinsko procesiranje

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → PROC → Y)	.16 (.10)	[.00, .37]	.12 (.08)	[-.01, .32]	.21 (.12)	[.01, .47]	.06 (.08)	[-.07, .23]
Put a (Uvjet učenja → PROC)	.52 (.22)	[.06, .90]	.52 (.22)	[.08, .91]	.50 (.22)	[.04, .89]	.52 (.21)	[.07, .90]
Put b (PROC → Y)	.30 (.12)	[.06, .54]	.24 (.11)	[-.01, .44]	.42 (.11)	[.20, .62]	.12 (.12)	[-.12, .36]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.08 (.24)	[-.42, .51]	.28 (.23)	[-.19, .71]	-.15 (.21)	[-.56, .26]	.19 (.25)	[-.32, .67]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.24 (.14)	[-.05, .81]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.56 (.20)	[.16, .95]	-.09 (.18)	[-.42, .30]	.62 (.18)	[.28, .99]	.43 (.20)	[.11, .90]
Regulacija kognicije → Y	.01 (.01)	[-.02, .03]	-.02 (.01)	[-.04, .01]	-.01 (.02)	[-.04, .02]	.02 (.01)	[-.01, .05]
R^2 (%)	25.90		10.90		30.40		16.70	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PROC = dubinsko procesiranje, Y = različiti uvjeti izvedbe na različitim razinama ishoda. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

primjene, dok opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene nije uočen.

Prethodno znanje ($\beta = .08$, $SE = .18$, 95% IC [-.22, .51]) i regulacije kognicije ($\beta = .02$, $SE = .01$, 95% IC [-.01, .04]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Dubinsko procesiranje*, a ukupni postotak objašnjene varijance *Dubinskog procesiranja* u svim je testiranim modelima bio nizak ($R^2 = 9.80\% - 10.20\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini testiranih modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacije kognicije nije bila značajan kovarijat u modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene nije uočen.

Modeli 1 i 3 zasebno su objasnili najveći postotak varijance zavisnih varijabli (izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja), dok je najmanji postotak objašnjene varijance zabilježen kod Modela 2 (neposredna izvedba na razini primjene). U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na postignuća uslijed različitih vrsta izvedbe na različitim razinama ishoda učenja. No, u Modelima 1 i 3 uočeni su značajni neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe putem *Dubinskog procesiranja*. Drugim riječima, učenici koji su zadatak izvodili s poticajima iznosili su veći broj verbalizacija koje su kategorizirane u potkategoriju *Dubinskog procesiranja* što je pak dovelo do bolje neposredne i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja. Značajni neizravni učinak uvjeta učenja na neposrednu i odgođenu izvedbu na razini primjene posredstvom *Dubinskog procesiranja* (Model 2 i 4) nije utvrđen, iako su utvrđeni pozitivni učinci uvjeta učenja na *Dubinsko procesiranje* što ukazuje na to da su sudionici koji su zadatak izvodili uz poticaje izvještavali o većem broju aktivnosti koje se odnose na dubinsko procesiranje informacije tijekom učenja (što je zabilježeno i u ostalim testiranim modelima), ali učinak učestalosti korištenja tih aktivnosti na neposrednu i odgođenu izvedbu na razini primjene nije utvrđen.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da se potkategorija *Dubinskog procesiranja* pokazala kao značajan medijator odnosa uvjeta učenja i neposredne i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, ali ne i na razinama primjene. Iako je utvrđeno da su sudionici koji su zadatak izvodili s poticajima općenito primjenjivali više dubinskih strategija tijekom učenja, to je imalo pozitivan učinak samo na krajnju neposrednu i odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja.

7.2. Kategorija metakognitivnih aktivnosti

Sukladno primijenjenoj Shemi za kodiranje samoregulacijskih aktivnosti učenja metakognitivne aktivnosti uključivale su potkategorije *Analiza*, *Evaluacija*, *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacija* koje su zasebno testirane kao medijatori u odnosu između uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) i neposredne i odgođene izvedbe na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena).

Za svaku od potkategorija testirana su četiri modela s obzirom na četiri zavisne varijable (neposredna i odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja te neposredna i odgođena izvedba na razini primjene), uz kontrolu učinka prethodnog znanja i regulacije kognicije, te su rezultati provedenih medijacijskih analiza prikazani u Tablicama 12, 13, 14 i 15. Radi lakšeg praćenja

rezultata, u tablicama nisu navedeni procijenjeni koeficijenti odnosa između prethodnog znanja i pojedinih potkategorija metakognitivnih aktivnosti te regulacije kognicije i pojedinih potkategorija metakognitivnih aktivnosti s obzirom da su njihove vrijednosti jednake i ponavljajuće za sve modele koji uključuju istu medijacijsku varijablu (*Analiza*, *Evaluacija*, *Nadgledanje* ili *Pretraživanje informacija*).

7.2.1. Potkategorija Analiza

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Analize* kao potkategorije metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenti odnosa između prethodnog znanja i *Analize* te regulacije kognicije i *Analize*, prikazani u Tablici 12.

Prethodno znanje ($\beta = .25$, $SE = .18$, 95% IC [-.01, .68]) i regulacija kognicije ($\beta = .01$, $SE = .01$, 95% IC [-.01, .03]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Analize*, a ukupni postotak objašnjene varijance *Analize* u svim je testiranim modelima bio nizak ($R^2 = 7.50\% - 7.70\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacije kognicije nije bila značajan kovarijat u modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene nije uočen.

Modeli 1 i 3 zasebno su objasnili najveći postotak varijance zavisnih varijabli (izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja), nešto manji je bio postotak objašnjenja varijance kod Modela 4 (odgođena izvedba na razini primjene), dok je najmanji postotak objašnjene varijance zabilježen kod Modela 2 (neposredna izvedba na razini primjene). U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na postignuća uslijed različitih vrsta izvedbe na različitim razinama ishoda učenja, kao ni indirektni učinci tih odnosa posredstvom *Analize*. No, u Modelu 3 utvrđen je pozitivan učinak *Analize* na postignuća na odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja što ukazuje na to da su sudionici koji iskazivali o većem broju aktivnosti koje su kategorizirane kao *Analiza* imali i bolje postignuća na odgođenoj provjeri znanja na spomenutim razinama ishoda učenja.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da je potkategorija *Analize* imala značajan pozitivan učinak samo na postignuća na razini dosjećanja i razumijevanja, i to na provjeri znanja koja je uslijedila s odgodom od 7 dana. Njezin posredujući učinak između uvjeta učenja i izvedbe, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije, u testiranim modelima nije uočen.

7.2.2. Potkategorija Pretraživanje informacija

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Pretraživanja informacija* kao potkategorije metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenata odnosa između prethodnog znanja i *Pretraživanje informacija* te regulacije kognicije i *Pretraživanja informacija*, prikazani u Tablici 13.

Prethodno znanje ($\beta = -.15$, $SE = .18$, 95% IC [-.49, .22]) i regulacija kognicije ($\beta = .01$, $SE = .01$, 95% IC [-.01, .04]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Pretraživanje informacija*. Općenito, postotak objašnjene varijance *Pretraživanja informacija* u svim je testiranim modelima bio

Tablica 12

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu metakognitivne potkategorije Analiza

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → ANAL → Y)	.06 (.06)	[-.06, .42]	.06 (.06)	[-.03, .20]	.11 (.08)	[-.05, .28]	.06 (.06)	[-.02, .20]
Put a (Uvjet učenja → ANAL)	.35 (.21)	[-.12, .72]	.35 (.21)	[-.11, .72]	.33 (.21)	[-.13, .71]	.35 (.21)	[-.11, .72]
Put b (ANAL → Y)	.16 (.12)	[-.06, .40]	.17 (.11)	[-.00, .40]	.34 (.10)	[.14, .54]	.17 (.10)	[-.01, .38]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.18 (.23)	[-.30, .61]	.34 (.23)	[-.13, .76]	-.05 (.22)	[-.49, .41]	.20 (.24)	[-.34, .63]
Ukupni	.24 (.23)	[-.45, 1.39]	.40 (.22)	[-.05, .81]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.55 (.21)	[.13, .98]	-.11 (.17)	[-.44, .27]	.56 (.19)	[.21, .95]	.40 (.20)	[.07, .86]
Regulacija kognicije → Y	.02 (.01)	[-.02, .04]	-.02 (.01)	[-.04, .01]	-.00 (.02)	[-.04, .03]	.02 (.01)	[-.01, .05]
R^2 (%)	20.10		8.30		24.70		18.10	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; ANAL = analiza. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

Tablica 13

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu metakognitivne potkategorije Pretraživanje informacija

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → PRET → Y)	.03 (.05)	[-.03, .16]	.01 (.04)	[-.08, .09]	.10 (.10)	[-.06, .33]	-.03 (.05)	[-.17, .02]
Put a (Uvjet učenja → PRET)	.27 (.23)	[-.49, .72]	.27 (.23)	[-.19, .72]	.25 (.23)	[-.21, .71]	.28 (.24)	[-.19, .73]
Put b (PRET → Y)	.11 (.10)	[-.05, .34]	.04 (.11)	[-.15, .28]	.38 (.11)	[.18, .59]	-.12 (.09)	[-.29, .07]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.21 (.24)	[-.30, .64]	.39 (.22)	[-.07, .80]	-.04 (.23)	[-.48, .41]	.29 (.24)	[-.23, .76]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.40 (.22)	[-.05, .81]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.60 (.21)	[.20, 1.02]	-.06 (.18)	[-.41, .34]	.71 (.18)	[.39, 1.10]	.42 (.20)	[.10, .92]
Regulacija kognicije → Y	.02 (.01)	[-.02, .04]	-.02 (.01)	[-.04, .01]	-.00 (.02)	[-.04, .02]	.03 (.01)	[.00, .05]
R^2 (%)	19.00		5.90		28.40		16.90	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PRET = pretraživanje informacija. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

izrazito nizak ($R^2 = 3.30\% - 3.60\%$). S druge strane, u većini testiranih modela, osim onoga gdje je zavisna varijabla bila neposredna izvedba na razini primjene, prethodno znanje pokazalo se kao značajni pozitivni prediktor, dok regulacija kognicije nije bila značajan kovarijat u testiranim modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao.

Model 3 objasnio je najveći postotak varijance zavisne varijable (odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja), dok je kod ostalih modela taj postotak u odnosu na druge zavisne varijable manji, osobito kada je kao zavisna varijabla mjereno postignuće na neposrednoj provjeri znanja na razini primjene. U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe, kao ni neizravni učinci preko učestalosti samoregulacijske aktivnosti *Pretraživanje informacija* kao medijatora tog odnosa. No, *Pretraživanje informacija* pokazalo je značajan učinak samo na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Navedeno ukazuje na to da su sudionici kod kojih je zabilježen veći broj verbalizacija u potkategoriji *Pretraživanje informacija* imali bolju odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, a koji učinak nije zabilježen u odnosu na ostale izvedbe na različitim razinama ishoda.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da je potkategorija *Pretraživanje informacija* nije imala posredujući učinak između uvjeta učenja i izvedbe u provjerama znanja na različitim razinama ishoda učenja, uz kontrolu prethodnog znanja i regulacije kognicije. *Pretraživanje informacija* pokazalo se samo kao značajan pozitivan prediktor odgođene izvedbe na na razini dosjećanja i razumijevanja.

7.2.3. Potkategorija Nadgledanje

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Nadgledanja* kao potkategorije metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenata odnosa između prethodnog znanja i *Nadgledanja* te regulacije kognicije i *Nadgledanja*, prikazani u Tablici 14.

Prethodno znanje ($\beta = .10$, $SE = .17$, 95% IC [-.19, .47]) i regulacija kognicije ($\beta = .02$, $SE = .01$, 95% IC [-.00, .04]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Nadgledanje*. Općenito, postotak objašnjene varijance *Nadgledanja* u svim je testiranim modelima bio izrazito nizak ($R^2 = 10.10\% - 10.60\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacija kognicije nije bila značajan kovarijat u testiranim modelima. Dakle, razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao.

Model 3 objasnio je najveći postotak varijance zavisne varijable (odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja), nešto manji postotak objašnjene varijance uočen je kod Modela 1 (neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja) i Modela 4 (odgođena izvedba na razini primjene), dok je kod preostala Modela 2 taj postotak bio znatno manji. U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe, ali su u Modelu 3 uočeni značajni neizravni učinci uvjeta učenja preko učestalosti samoregulacijske aktivnosti *Nadgledanja* na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Drugim riječima, učenici koji su zadatak

Tablica 14

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu metakognitivne potkategorije Nadgledanje

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → NADG → Y)	.08 (.08)	[-.02, .39]	-.00 (.06)	[-.17, .11]	.19 (.12)	[.02, .46]	-.00 (.07)	[-.15, .12]
Put a (Uvjet učenja → NADG)	.48 (.22)	[.06, .89]	.49 (.22)	[.06, .90]	.46 (.22)	[.04, .88]	.49 (.22)	[.06, .90]
Put b (NADG → Y)	.17 (.12)	[-.04, .41]	-.01 (.12)	[-.23, .23]	.41 (.11)	[.20, .62]	-.01 (.11)	[-.21, .21]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.16 (.24)	[-.34, .60]	.40 (.24)	[-.01, .84]	-.13 (.23)	[-.57, .31]	.26 (.26)	[-.31, .75]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.40 (.22)	[-.05, .81]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.57 (.20)	[.17, .99]	-.07 (.18)	[-.41, .34]	.61 (.18)	[.28, .97]	.44 (.20)	[.11, .92]
Regulacija kognicije → Y	.01 (.02)	[-.02, .04]	-.01 (.11)	[-.04, .01]	-.01 (.02)	[-.04, .02]	.02 (.01)	[-.00, .05]
R^2 (%)	20.30		5.80		29.30		15.40	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; NADG = pretraživanje informacija. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

izvodili s poticajima iznosili su veći broj verbalizacija koje su kategorizirane u potkategoriju *Nadgledanje* što je pak dovelo do bolje odgođene izvedbe na spomenutoj razini ishoda učenja, dok taj neizravni učinak nije utvrđen kod neposredne izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja, kao ni kod neposredne i odgođene izvedbe na razini primjene. Unatoč tome, kod svih je modela uočen značajan pozitivan učinak uvjeta učenja na *Nadgledanje* što ukazuje na to da su sudionici koji su zadatak izvodili uz poticaje općenito izvještavali o većem broju aktivnosti koje se odnose na aktivnosti nadgledanja tijekom učenja.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da je u svim testiranim modelima uvjet učenja imao značajan učinak na kategoriju *Nadgledanje*, odnosno da su sudionici koji su učili s poticajima češće primjenjivali nadgledanje tijekom učenja, a što je imalo pozitivan učinak samo na odgođenu izvedbu na razinama dosjećanja i razumijevanja. Kod ostalih vrsta izvedbi takav neizravni učinak nije utvrđen.

7.2.4. Potkategorija *Evaluacija*

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Evaluacije* kao potkategorije metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenata odnosa između prethodnog znanja i *Evaluacije* te regulacije kognicije i *Evaluacije*, prikazani u Tablici 15.

Prethodno znanje ($\beta = -.01$, $SE = .18$, 95% IC [-.33, .39]) i regulacija kognicije ($\beta = .02$, $SE = .01$, 95% IC [-.01, .04]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Evaluacije*. Općenito, postotak objašnjene varijance *Evaluacije* u svim je testiranim modelima bio umjeren ($R^2 = 22.30\% - 22.70\%$). Osim toga, prethodno znanje se u većini modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacija kognicije nije bila značajan kovarijat u testiranim modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao.

Najmanji postotak objašnjenja varijance zavisne varijable uočen je u Modelu 2, dok su preostali modeli zasebno objašnjavali između oko 17.00% do 19.00% varijance. U modelima nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe, ali je kod Modela 3 uočen značajan neizravan učinak tog odnosa preko učestalosti samoregulacijske aktivnosti *Evaluacije*. Naime, pokazalo se da su sudionici koji su zadatak izvodili s poticajima izvještavali o većem broju aktivnosti koje su kategorizirane u potkategoriju *Evaluacije*, a što je posljedično rezultiralo boljom odgođenom izvedbom na razini dosjećanja i razumijevanja. Taj se neizravni učinak uvjeta učenja i izvedbe nije pokazao značajnim na ostalim mjerama izvedbe na ispitivanim razinama ishoda učenja (neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja te neposredna i odgođena izvedba na razini primjene), s time da je u svim modelima uočeno da je izvođenje zadatka s poticajima dovelo do verbalizacije većeg broja aktivnosti iz potkategorije *Evaluacije*.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da je *Evaluacija* imala posredujući učinak između uvjeta učenja i izvedbe samo u situacijama kada je provjera znanja provedena 7 dana nakon učenja, i to na razini dosjećanja i razumijevanja. Osim toga, općenito se pokazalo da su učenici u uvjetu učenja s poticajima izvještavali o većem broju aktivnosti iz potkategorije *Evaluacije*.

Tablica 15.

Rezultati medijacijskih analiza odnosa uvjeta učenja i izvedbi (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja uz medijacijsku ulogu metakognitivne potkategorije Evaluacije

Učinak/put	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → EVAL → Y)	.10 (.13)	[-.09, .39]	.19 (.10)	[-.02, .39]	.22 (.13)	[.03, .52]	.11 (.12)	[-.08, .38]
Put a (Uvjet učenja → EVAL)	.90 (.17)	[.56, 1.23]	.90 (.18)	[.56, 1.23]	.89 (.18)	[.55, 1.23]	.90 (.17)	[.56, 1.23]
Put b (EVAL → Y)	.11 (.12)	[-.11, .37]	.21 (.11)	[-.02, .41]	.25 (.12)	[.04, .49]	.13 (.11)	[-.09, .34]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.14 (.27)	[-.45, .61]	.21 (.24)	[-.28, .68]	-.17 (.28)	[-.76, .37]	.14 (.26)	[-.39, .65]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.40 (.22)	[-.05, .81]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.59 (.21)	[.18, 1.01]	-.07 (.18)	[-.39, .33]	.65 (.19)	[.31, 1.06]	.44 (.21)	[.12, .92]
Regulacija kognicije → Y	.02 (.01)	[-.01, .04]	-.02 (.01)	[-.04, .01]	-.01 (.02)	[-.03, .03]	.02 (.01)	[-.01, .05]
R^2 (%)	18.70		9.20		19.20		16.70	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; EVAL = pretraživanje informacija. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Putevi su značajni kada 95%-tni interval pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

7.3. Motivacijske samoregulacijske aktivnosti

Kako bi se ispitala medijatorska uloga *Motivacije* kao kategorije samoregulacijskih aktivnosti provedene su četiri zasebne medijacijske analize, a svi su rezultati, osim procijenjenih koeficijenata odnosa između prethodnog znanja i *Motivacije* te regulacije kognicije i *Motivacije*, prikazani u Tablici 16.

Prethodno znanje ($\beta = -.05$, $SE = .27$, 95% IC [-.57, .47]) i regulacija kognicije ($\beta = .02$, $SE = .01$, 95% IC [-.00, .05]) nisu se pokazali kao značajni prediktori potkategorije *Motivacije*. Općenito, postotak objašnjene varijance *Motivacije* u svim je testiranim modelima bio izrazito nizak ($R^2 = 4.90\%$). S druge strane, prethodno znanje se u većini modela pokazalo kao značajan prediktor postignuća, osim u Modelu 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla), dok regulacija kognicije nije bila značajan kovarijat u testiranim modelima. Dakle, veća razina prethodnog znanja o temi bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao.

Postotak objašnjenje varijance zavisnih varijabli u većini je modela iznosio oko 17.50 %, dok je najmanji postotak objašnjene varijance zavisne varijable uočen kod Modela 2 (neposredna izvedba na razini primjene kao zavisna varijabla). U niti jednom modelu nisu uočeni značajni izravni učinci uvjeta učenja na izvedbe na različitim razinama ishoda učenja, kao ni neizravni učinci tog odnosa posredstvom učestalosti primjene samoregulacijske aktivnosti *Motivacije*. U Modelu 2, kada je kao zavisna varijabla testirana odgođena provjera znanja na razini dosjećanja i razumijevanja, utvrđen je pozitivan učinak primjene motivacijskih aktivnosti na krajnju izvedbu.

Zaključno, rezultati ukazuju na to da motivacija nije imala posredujući učinak u odnosu između uvjeta učenja i različitih mjera postignuća na provjerama znanja na različitim ishodima učenja, s time da se kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja pokazalo da češća primjena motivacijskih aktivnosti dovodi do boljih rezultata.

8. Moderatorski učinci različitih vrsta i razina kognitivnog opterećenja i razina interesa za sadržaj nakon učenja na neizravni odnos uvjeta učenja i izvedbe preko samoregulacijskih aktivnosti

S obzirom na prethodno opisanu dinamiku odnosa samoregulacije učenja i kognitivnog opterećenja u ovisnosti o ostalim resursima pojedinca, jedan od ciljeva istraživanja bio je zasebno ispitati potencijalne moderatorske odnose različitih vrsta i razina opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravni učinak uvjeta učenja i izvedbe na različitim razinama ishoda učenja preko pojedinih samoregulacijskih aktivnosti. U tu je svrhu provedeno 112 zasebnih moderiranih medijacijskih analiza u Mplus-8.1 (Muthèn i Muthèn, 2017) pri čemu su kao moderatori izdvojeni ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor te interes za sadržaj nakon učenja. S obzirom da moderirani medijacijski modeli pomažu u objašnjavanju kako i kada se određeni učinci odvijaju (Preacher i sur., 2007), primjenom ove analize nastojalo se odgovoriti na posljednja dva pitanja ovog istraživanja. Kako se moderirana medijacija javlja kada snaga neizravnog učinka ovisi o razini moderatorske varijable, provjeravani su zasebni učinci spomenutih moderatora za svaki neizravni učinak uvjeta učenja (s i bez poticaja) na svaki uvjet (neposredna i odgođena) i razinu izvedbe (dosjećanje i razumijevanje te primjena) preko samoregulacijskih aktivnosti za raspon

Tablica 16

Medijacijski učinci uvjeta učenja na postignuće u provjerama znanja (neposredne i odgođene) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) preko Motivacije

Učinak	Modeli							
	Model 1: I1_DR (Y1)		Model 2: I1_P (Y2)		Model 3: I2_DR (Y3)		Model 4: I2_P (Y4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Neizravni (Uvjet učenja → MOT → Y)	.02 (.03)	[-.04, .09]	-.03 (.05)	[-.08, .02]	.03 (.05)	[-.06, .14]	.02 (.04)	[-.06, .12]
Put a (Uvjet učenja → MOT)	.19 (.22)	[-.27, .57]	.19 (.22)	[-.26, .58]	.18 (.22)	[-.15, .27]	.19 (.22)	[-.27, .58]
Put b (MOT → Y)	.09 (.09)	[-.10, .25]	-.15 (.10)	[-.37, .02]	.18 (.08)	[.02, .35]	.11 (.12)	[-.10, .38]
Izravni (Uvjet učenja → Y)	.22 (.24)	[-.25, .68]	.43 (.21)	[-.01, .82]	.03 (.24)	[-.45, .51]	.23 (.24)	[-.27, .68]
Ukupni	.24 (.23)	[-.25, .68]	.40 (.22)	[-.14, .04]	.06 (.24)	[-.42, .54]	.26 (.23)	[-.25, .68]
Kovarijati								
Prethodno znanje → Y	.59 (.21)	[.17, 1.00]	-.08 (.19)	[-.45, .34]	.66 (.19)	[.30, 1.06]	.45 (.21)	[.16, .95]
Regulacija kognicije → Y	.02 (.01)	[-.01, .04]	-.01 (.01)	[-.03, .92]	-.00 (.02)	[-.04, .03]	.02 (.01)	[-.01, .05]
R^2 (%)	18.60		7.80		17.40		16.60	

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; MOT = motivacija. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara (STDY) za pojedini model, pri čemu su standardizirane medijatorska i zavisna varijable, dok dihotomna nezavisna varijabla nije standardizirana. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

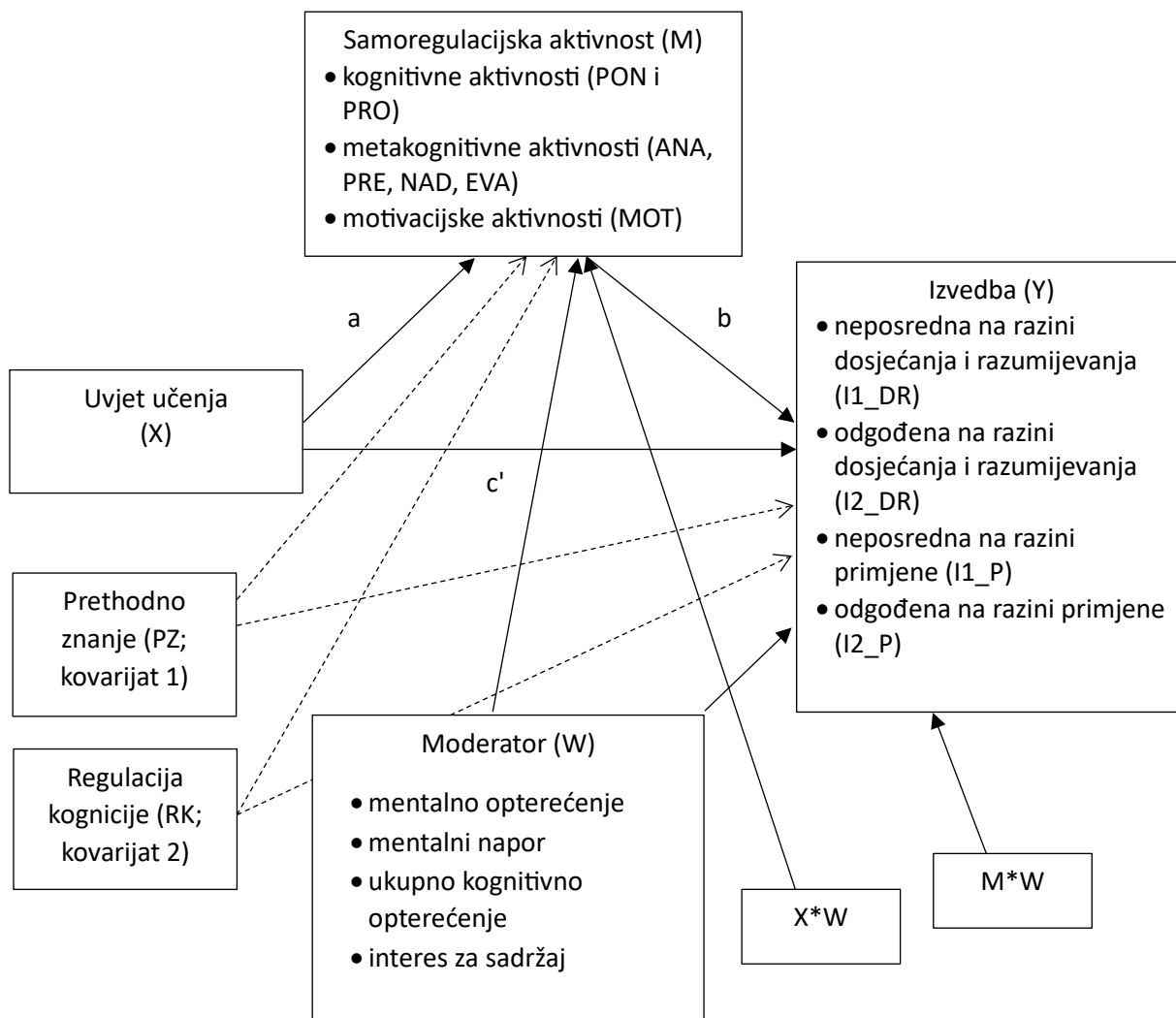
vrijednosti moderatora od -3 do +3 standardizirane skale (niska do vrlo visoka razina). Moderatorski učinci testirani su u odnosu na oba puta (*a* i *b*) te prikazani u tablicama. Statistička značajnost utvrđena je kada nula nije bila unutar 95% intervala pouzdanosti. Radi preglednosti, rezultati su prikazani pojedinačno za svaku potkategoriju samoregulacijskih aktivnosti kao medijatora, s obzirom na svaki od četiri testirana moderatora. Također, radi lakšeg praćenja rezultata, procijenjeni koeficijenti puta *a* pojedinih modela navedeni su samo jednom po tablici jer su te vrijednosti ponavljajuće u svim modelima s istom medijacijskom varijablom s obzirom da ne ovise o vrsti zavisne varijable u modelu. Kako bi se kontrolirao eventualni učinak prethodnog znanja o sadržaju, kao i općenita sklonost primjene metakognitivnih strategija tijekom učenja, kao kovarijati su u modele uključeni prethodno znanje i regulacija kognicije. Na Slici 9 prikazana je konceptualna shema moderirano medijacijskih modela, a u daljnjem će tekstu biti prikazani i analizirani rezultati zasebnih modela s obzirom na pojedine (pot)kategorije samoregulacijskih aktivnosti kao medijatora mjerenih u ovom istraživanju. Parametri svih modela procijenjeni su metodom maksimalne vjerojatnosti (engl. *maximum likelihood method*; ML) koja omogućuje dobivanje učinkovitih i nepristranih procjena pod pretpostavkom multivarijatne normalnosti podataka. Za procjenu značajnosti neizravnih učinaka korištena je *bootstrap* metoda s korekcijom pristranosti s 95%-tnim intervalima pouzdanosti kako bi se omogućila preciznija procjena statističke značajnosti u slučajevima kada distribucija učinka odstupa od normalne (MacKinnon i sur., 2004). S obzirom da su u medijacijskim modelima svi putevi bili specificirani, analizirani modeli su bili saturirani ($df = 0$) zbog čega nije bilo moguće procijeniti ukupnu statističku prilagodbu modela pomoću standardnih indeksa slaganja modela s podacima (*fit* indeksi).

8.1. Kategorija kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti

Kako bi se odgovorilo na problem moderira li i na koji način razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interes zasadržaj nakon učenja neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Ponavljanja* i *Dubinskog procesiranja*, kao izdvojenih kategorije kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti, zasebno su provedene 32 analize moderirane medijacije između uvjeta učenja (kao nezavisne varijable) i izvedbe na provjerama znanja (kao četiri odvojene zavisne varijable) posredstvom jedne od potkategorija kognitivnih samoregulacijskih aktivnosti (*Ponavljanje* i *Dubinskog procesiranja*).

8.1.1. Potkategorija Ponavljanje

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te situacijskog interesa nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Ponavljanja* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 17.



Slika 9

Moderirani medijacijski model neizravnog učinka uvjeta učenja i izvedbe posredstvom samoregulacijskih aktivnosti, uz različite vrste moderatorskih varijabli

Regulacija kognicije nije se pokazala kao značajan prediktor potkategorije *Ponavljjanje*, kao ni izvedbe na bilo kojoj od mjerenih vrsta i razina. S druge strane, prethodno znanje, iako nije bilo značajan prediktor *Ponavljjanja* u modelima, pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim kada je ona mjerena neposredno, i to na razini primjene. Dakle, kao i kod prethodnih rezultata medijacijskih analiza, veća razina prethodnog znanja o temi bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao. Najveći postatk objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 35.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 28.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio svega oko 10.00 %.

Tablica 17

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Ponavljanja: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 - interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja (X)								
→ PON (M)								
Uvjet učenja	.30 (.27)	[-.26,.82]	.27 (.26)	[-.24,.78]	.29 (.27)	[-.21,.83]	.29 (.26)	[-.20,.81]
W	-.01 (.16)	[-.25,.37]	-.07 (.14)	[-.34,.20]	.08 (.22)	[-.31,.55]	.00 (.18)	[-.34,.35]
Uvjet učenja*W	.34 (.25)	[-.21,.78]	.38 (.22)	[-.05,.79]	-.13 (.30)	[-.79,.40]	.02 (.26)	[-.50,.53]
PZ	.04 (.10)	[-.15,.26]	.04 (.10)	[-.15,.26]	.02 (.10)	[-.18,.23]	.01 (.10)	[-.19,.23]
RK	.04 (.13)	[-.21,.29]	.02 (.13)	[-.23,.28]	.01 (.13)	[-.23,.28]	.02 (.14)	[-.26,.28]
R^2 (%)	5.80		6.50		2.70		2.30	
Moderirani PON (M) →								
I1_DR (Y)								
PON	.29 (.13)	[.06,.58]	.32 (.12)	[.11,.57]	.27 (.13)	[.05,.53]	.27 (.12)	[.07,.54]
Uvjet učenja	.11 (.24)	[-.36,.60]	.29 (.23)	[-.14,.75]	.18 (.22)	[-.24,.63]	.17 (.23)	[-.24,.65]
W	.09 (.13)	[-.20,.33]	-.19 (.11)	[-.40,.02]	-.04 (.14)	[-.33,.21]	.01 (.10)	[-.20,.21]
PON*W	.18 (.16)	[-.19,.43]	-.25 (.15)	[-.53,.08]	-.09 (.12)	[-.29,.16]	.17 (.11)	[-.09,.36]
PZ	.33 (.12)	[.08,.56]	.27 (.11)	[.02,.47]	.31 (.12)	[.08,.55]	.33 (.11)	[.10,.55]
RK	.12 (.13)	[-.17,.36]	.20 (.13)	[-.06,.45]	.17 (.13)	[-.10,.41]	.18 (.13)	[-.09,.44]
R^2 (%)	25.90		31.40		26.40		28.00	
Moderirani PON (M) →								
I1_P (Y)								
PON	.12 (.12)	[-.15,.32]	.10 (.12)	[-.16,.31]	.10 (.13)	[-.20,.32]	.10 (.13)	[-.18,.32]
Uvjet učenja	.31 (.25)	[-.17,.82]	.33 (.25)	[-.13,.84]	.32 (.24)	[-.15,.79]	.39 (.26)	[-.14,.88]
W	.00 (.12)	[-.24,.23]	-.13 (.13)	[-.42,.09]	.22 (.16)	[-.09,.55]	-.08 (.17)	[-.41,.26]

PON*W	.16 (.14)	[-.11,.43]	.23 (.18)	[-.11,.60]	-.04 (.13)	[-.34,.19]	.13 (.16)	[-.16,.45]
PZ	-.05 (.11)	[-.21,.21]	-.08 (.10)	[-.23,.14]	-.01 (.11)	[-.18,.27]	-.05 (.10)	[-.20,.21]
RK	-.17 (.13)	[-.45,.07]	-.17 (.13)	[-.44,.09]	-.15 (.13)	[-.40,.10]	-.10 (.12)	[-.32,.14]
<i>R</i> ² (%)		9.80		12.30		11.70		9.20
Moderirani PON (M) →								
I2_DR (Y)								
PON	.43 (.09)	[.26,.62]	.46 (.10)	[.28,.66]	.43 (.10)	[.25,.64]	.45 (.10)	[.28,.68]
Uvjet učenja	-.04 (.22)	[-.47,.39]	.02 (.20)	[-.38,.42]	-.01 (.21)	[-.41,.40]	.00 (.21)	[-.40,.42]
W	.12 (.12)	[-.13,.35]	-.08 (.10)	[-.27,.13]	-.09 (.12)	[-.35,.11]	-.14 (.10)	[-.35,.05]
PON*W	.15 (.13)	[-.14,.38]	-.07 (.11)	[-.26,.16]	-.12 (.10)	[-.31,.10]	-.05 (.10)	[-.30,.11]
PZ	.37 (.11)	[.18,.61]	.34 (.11)	[.17,.59]	.34 (.11)	[.17,.58]	.35 (.11)	[.16,.58]
RK	.01 (.15)	[-.31,.28]	.02 (.15)	[-.27,.30]	.02 (.14)	[-.28,.28]	.04 (.14)	[-.25,.31]
<i>R</i> ² (%)		35.00		35.00		36.40		36.30
Moderirani PON (M) →								
I2_P (Y)								
PON	.05 (.11)	[-.18,.27]	.07 (.12)	[-.18,.29]	.05 (.12)	[-.20,.27]	.05 (.12)	[-.18,.28]
Uvjet učenja	.27 (.25)	[-.25,.74]	.28 (.27)	[-.27,.77]	.22 (.25)	[-.28,.69]	.26 (.26)	[-.26,.76]
W	.07 (.13)	[-.16,.34]	-.02 (.12)	[-.27,.21]	.15 (.14)	[-.15,.42]	-.04 (.16)	[-.34,.27]
PON*W	-.03 (.14)	[-.26,.31]	-.05 (.18)	[-.31,.38]	-.08 (.12)	[-.29,.17]	.18 (.13)	[-.08,.44]
PZ	.24 (.13)	[.06,.56]	.24 (.14)	[.05,.60]	.26 (.13)	[.07,.60]	.24 (.13)	[.05,.54]
RK	.21 (.13)	[-.06,.46]	.24 (.13)	[-.04,.49]	.23 (.13)	[-.03,.47]	.27 (.12)	[.04,.49]
<i>R</i> ² (%)		14.80		16.00		18.60		19.00

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PON = ponavljanje; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom

U odnosu na testirane moderacijske učinke na pojedine puteve neizravnih učinaka uvjeta učenja na izvedbe posredstvom *Ponavljanja* nisu uočene značajne interakcije između uvjeta učenja i pojedinih moderatorskih varijabli na putevima *a*, kao ni značajne interakcije između *Ponavljanja* i pojedinih moderatorskih varijabli na putevima *b*. Budući da prethodne medijacijske analize nisu potvrdile značajan neizravni učinak uvjeta učenja na izvedbu posredstvom *Ponavljanja*, a u analizama moderacije nisu utvrđene značajne interakcije ni na putevima *a* ni na putevima *b*, može se zaključiti da ni osnovni medijacijski učinak niti njegova potencijalna modulacija na razinama previđenih moderatorskih varijabli nisu potvrđeni. Kao i u prethodnim medijacijskim analizama, *Ponavljanje* se pokazalo kao značajan pozitivan prediktor izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja.

8.1.2. Potkategorija *Dubinsko procesiranje*

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Dubinskog procesiranja* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 18.

Regulacija kognicije nije se pokazala kao značajan prediktor potkategorije *Dubinsko procesiranje*, kao ni izvedbe na bilo kojoj od mjerenih vrsta i razina. S druge strane, prethodno znanje, iako nije bilo značajan prediktor *Dubinskog procesiranja* u modelima, pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim kada je ona mjerena neposredno, i to na razini primjene. Dakle, kao i kod prethodnih rezultata medijacijskih analiza, veća razina prethodnog znanja o temi bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao. Najveći postatak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 33.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 27.00 %), dok je kod odgođene i neposredne provjere znanja na razini primjene on iznosio oko 10.00 %.

Kao i kod ranijih analiza, u svim je modelima razvidno je da su sudionici koji su učili s poticajima izvještavali o većem broju aktivnosti dubinskog procesiranja, a utvrđeno je i da je viša razina mentalnog napora bila pozitivno povezana s aktivnostima dubinskog procesiranja iako nije utvrđeno da moderira odnos uvjeta učenja i dubinskog učenja s obzirom da interakciji efekt nije značajan. Osim toga, prethodne medijacijske analize potvrdile su značajan neizravni učinak uvjeta učenja na neposrednu i odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Dubinskog procesiranja*. No, u provedenim analizama moderiranih medijacija utvrđena je samo jedna značajna interakcija između *Dubinskog procesiranja* i interesa za sadržaj nakon učenja (kao moderatora) na putu *b*, i to samo kada je zavisna varijabla bila odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja. Koeficijent interakcije medijatora i moderatora je negativan na temelju čega se može zaključiti da se učinak *Dubinskog procesiranja* na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja smanjuje pri višim razinama interesa za sadržaj nakon učenja. Unatoč toj interakciji, ukupni kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja preko *Dubinskog procesiranja* pokazao se značajnim samo za niže do prosječne razine interesa (-1.00 do 0.20 *SD*) budući da na tim razinama intervali pouzdanosti nisu uključivali 0 (Slika 10).

Tablica 18

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Dubinskog procesiranja: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja (X) → PROC (M)								
Uvjet učenja	.58 (.24)	[.08,1.02]	.55 (.24)	[.10,1.04]	.47 (.24)	[.01,.95]	.52 (.24)	[.06,1.00]
W	.01 (.18)	[-.30,.40]	-.19 (.15)	[-.46,.12]	.33 (.17)	[.04,.69]	.10 (.16)	[-.20,.43]
Uvjet učenja*W	.34 (.27)	[-.22,.84]	.19 (.26)	[-.37,.65]	-.26 (.27)	[-.87,.20]	-.16 (.25)	[-.63,.34]
PZ	.08 (.12)	[-.10,.37]	.01 (.12)	[-.20,.27]	.09 (.12)	[-.09,.36]	.05 (.11)	[-.14,.31]
RK	.21 (.12)	[-.01,.47]	.16 (.12)	[-.05,.42]	.14 (.11)	[-.06,.38]	.15 (.13)	[-.09,.43]
$R^2(\%)$	16.30		12.30		15.80		11.00	
Moderirani PROC (M) → I1_DR (Y)								
PROC	.41 (.12)	[.18,.65]	.29 (.12)	[.03,.52]	.33 (.13)	[.07,.58]	.30 (.12)	[.06,.53]
Uvjet učenja	-.01 (.23)	[-.47,.45]	.14 (.24)	[-.31,.64]	.10 (.24)	[-.33,.59]	.10 (.25)	[-.35,.62]
W	-.02 (.11)	[-.23,.22]	-.10 (.11)	[-.31,.11]	-.10 (.15)	[-.41,.17]	.01 (.11)	[-.21,.22]
PROC*W	-.03 (.11)	[-.26,.17]	-.05 (.14)	[-.32,.21]	-.03 (.12)	[-.28,.21]	.01 (.10)	[-.21,.19]
PZ	.30 (.12)	[.04,.51]	.29 (.12)	[.02,.50]	.30 (.12)	[.06,.52]	.32 (.11)	[.08,.53]
RK	.04 (.14)	[-.27,.29]	.13 (.15)	[-.17,.42]	.12 (.14)	[-.17,.39]	.12 (.15)	[-.19,.40]
$R^2(\%)$	29.40		27.00		27.00		26.00	
Moderirani PROC (M) → I1_P (Y)								
PROC	.32 (.14)	[.08,.63]	.23 (.13)	[-.02,.49]	.20 (.12)	[-.03,.46]	.25 (.15)	[-.01,.58]
Uvjet učenja	.19 (.24)	[-.29,.64]	.32 (.26)	[-.20,.83]	.29 (.24)	[-.20,.74]	.26 (.24)	[-.24,.69]
W	-.12 (.13)	[-.40,.12]	-.12 (.14)	[-.43,.11]	.19 (.16)	[-.12,.51]	-.07 (.16)	[-.37,.25]
PROC*W	-.06 (.13)	[-.34,.18]	-.01 (.17)	[-.39,.30]	.13 (.17)	[-.23,.44]	-.17 (.20)	[-.55,.20]

PZ	-.07 (.10)	[-.25,.14]	-.08 (.09)	[-.25,.12]	-.02 (.11)	[-.20,.23]	-.05 (.10)	[-.22,.17]
RK	-.24 (.15)	[-.56,.01]	-.17 (.13)	[-.43,.08]	-.17 (.13)	[-.43,.09]	-.17 (.13)	[-.42,.10]
R^2 (%)		15.60		12.40		15.60		14.10

Moderirani PROC (M) →

I2_DR (Y)

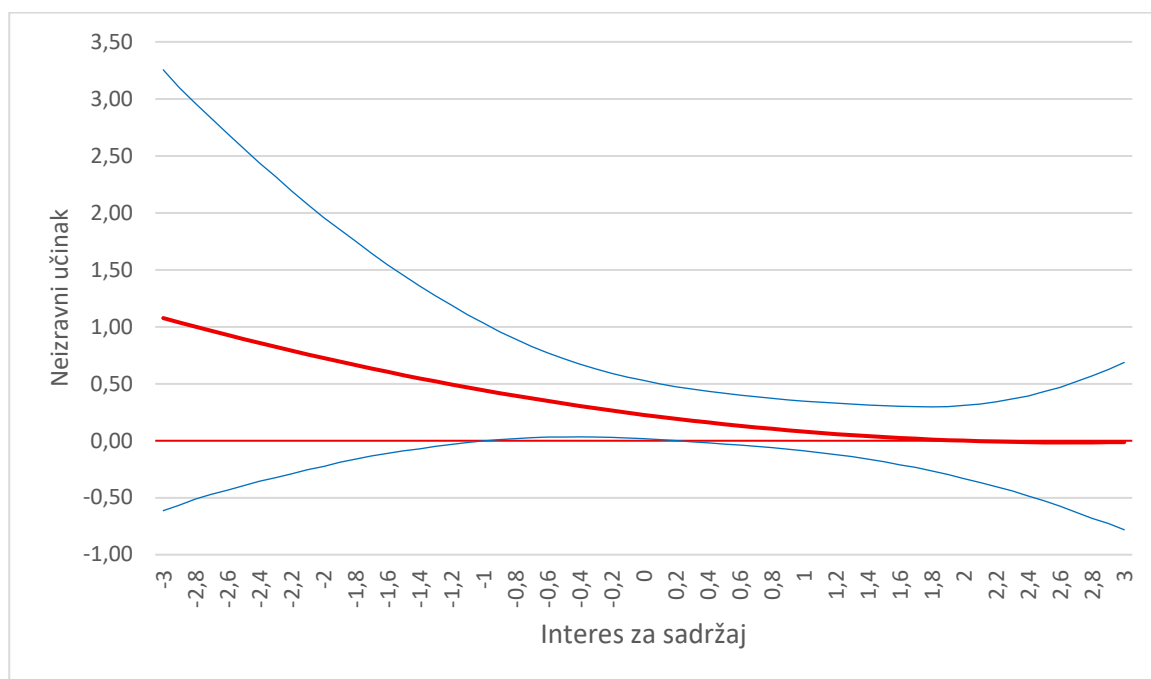
PROC	.43 (.11)	[.21,.65]	.43 (.12)	[.19,.65]	.46 (.11)	[.24,.66]	.44 (.11)	[.22,.66]
Uvjet učenja	-.15 (.22)	[-.62,.28]	-.16 (.21)	[-.58,.26]	-.13 (.21)	[-.55,.27]	-.14 (.21)	[-.55,.26]
W	.05 (.12)	[-.17,.32]	.03 (.11)	[-.19,.23]	-.20 (.11)	[-.42,.01]	-.13 (.11)	[-.34,.10]
PROC*W	.03 (.13)	[-.19,.31]	.23 (.12)	[-.01,.47]	-.19 (.10)	[-.36,.02]	-.22 (.12)	[-.47,-.01]
PZ	.35 (.11)	[.16,.58]	.33 (.11)	[.14,.58]	.32 (.10)	[.14,.54]	.34 (.10)	[.16,.56]
RK	-.07 (.17)	[-.43,.23]	-.08 (.16)	[-.42,.22]	-.06 (.16)	[-.39,.22]	-.02 (.16)	[-.35,.26]
R^2 (%)		31.80		34.50		37.00		36.70

Moderirani PROC (M) →

I2_P (Y)

PROC	.14 (.14)	[-.12,.46]	.12 (.13)	[-.12,.39]	.09 (.12)	[-.12,.35]	.13 (.14)	[-.13,.41]
Uvjet učenja	.20 (.25)	[-.30,.67]	.24 (.26)	[-.30,.72]	.23 (.26)	[-.27,.74]	.21 (.25)	[-.30,.67]
W	.07 (.14)	[-.25,.29]	.00 (.12)	[-.26,.23]	.15 (.15)	[-.18,.41]	-.04 (.15)	[-.32,.26]
PROC*W	.00 (.13)	[-.31,.20]	-.18 (.16)	[-.52,.12]	.17 (.15)	[-.13,.45]	-.06 (.17)	[-.38,.27]
PZ	.23 (.12)	[.04,.52]	.26 (.14)	[.07,.62]	.26 (.13)	[.07,.51]	.24 (.12)	[.05,.53]
RK	.19 (.14)	[-.11,.45]	.24 (.12)	[-.02,.47]	.23 (.12)	[-.03,.46]	.22 (.13)	[-.04,.46]
R^2 (%)		16.20		19.20		21.00		17.30

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PROC = dubinsko procesiranje; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.



Slika 10

Moderirana medijacija uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Dubinskog procesiranja*

Na temelju navedenog može se zaključiti da ranije utvrđeni neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste i razine izvedbe posredstvom *Dubinskog procesiranja* nisu uvjetovani različitim vrstama i razinama kognitivnog opterećenja. Jedino je interes za sadržaj pokazao značajnu moderaciju kroz slabljenje odnosa *Dubinskog procesiranja* i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja s povećanjem razine interesa. Specifično, kondicionalni neizravni učinak bio je značajan samo za relativno niske do prosječne razine interesa. Drugim riječima, učenje s poticajima općenito dovodi do verbalizacije većeg broja aktivnosti koje uključuju dubinsko procesiranje informacija tijekom učenja, što poboljšava odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja samo u situacijama kada je razina interesa za sadržaj prosječna ili relativno niska. Kako se unutar tih raspona interes povećava, tako se i neizravni učinak između uvjeta učenja i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Dubinskog procesiranja* smanjuje. Nadalje, kada je interes za sadržaj izrazito nizak ili viši od prosjeka, onda navedeni neizravni učinak više nije značajan.

8.2. Kategorija metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti

Kako bi se odgovorilo na problem moderira li i na koji način razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interes za sadržaj nakon učenja neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Analize, Pretraživanja informacija, Nadgledanja* i *Evaluacije*, kao izdvojenih kategorija metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti, zasebno su provedene 64 analize moderirane medijacije između uvjeta učenja (kao nezavisne varijable) i izvedbe

na provjerama znanja (kao četiri odvojene zavisne varijable) posredstvom jedne od četiri navedene potkategorije metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti.

8.2.1. Potkategorija Analiza

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Analize* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 19.

Regulacija kognicije nije se pokazala kao značajan prediktor potkategorije *Analize*, kao ni izvedbe na bilo kojoj od mjerenih vrsta i razina. S druge strane, prethodno znanje, iako nije bilo značajan prediktor *Analize* u modelima, pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim kada je ona mjerena neposredno, i to na razini primjene, te kada je u model uključen moderator ukupnog kognitivnog opterećenja pri čemu prethodno znanje nije izdvojeno kao pozitivan prediktor neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja. Najveći postotak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 27.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 20.00 %) i odgođene provjere znanja na razini primjene (oko 19.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio svega oko 10.00 %.

U odnosu na testirane moderacijske učinke na pojedine puteve neizravnih učinaka uvjeta učenja na izvedbu posredstvom *Analize* nisu uočene značajne interakcije između uvjeta učenja i pojedinih moderatorskih varijabli na putevima *a*, kao ni značajne interakcije između *Analize* i pojedinih moderatorskih varijabli na putevima *b*. Budući da prethodne medijacijske analize nisu potvrdile značajan neizravni učinak uvjeta učenja na izvedbu posredstvom *Analize*, a u analizama moderacije nisu utvrđene značajne interakcije ni na putevima *a* ni na putevima *b*, može se zaključiti da ni osnovni medijacijski učinak niti njegova potencijalna modulacija razinama previđenih moderatorskih varijabli nisu potvrđeni. Kao i u prethodnim medijacijskim analizama, *Analiza* se pokazala kao značajan pozitivan prediktor odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja.

8.2.2. Potkategorija Pretraživanje informacija

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Pretraživanja informacija* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 20.

Tablica 19

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Analize: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja								
(X) → ANAL (M)								
Uvjet učenja	.29 (.24)	[-.17,.76]	.34 (.24)	[-.05,.43]	.34 (.23)	[-.11,.79]	.36 (.24)	[-.08,.85]
W	-.06 (.11)	[-.24,.17]	-.08 (.15)	[-.17,.37]	-.04 (.16)	[-.32,.30]	-.02 (.12)	[-.27,.20]
Uvjet učenja*W	.09 (.27)	[-.56,.54]	.32 (.24)	[-.06,.41]	.27 (.25)	[-.23,.72]	-.11 (.21)	[-.57,.27]
PZ	.15 (.12)	[-.03,.45]	.16 (.15)	[-.08,.48]	.14 (.12)	[-.04,.44]	.14 (.12)	[-.04,.43]
RK	.08 (.12)	[-.14,.33]	.11 (.12)	[-.10,.38]	.13 (.13)	[-.11,.41]	.14 (.13)	[-.11,.41]
$R^2(\%)$	6.00		10.60		10.60		8.60	
Moderirani ANAL (M) →								
I1_DR (Y)								
ANAL	.18 (.13)	[-.05,.48]	.16 (.16)	[-.06,.56]	.17 (.15)	[-.06,.53]	.16 (.17)	[-.06,.59]
Uvjet učenja	.17 (.25)	[-.31,.65]	.23 (.23)	[-.21,.71]	.21 (.23)	[-.22,.67]	.20 (.24)	[-.25,.68]
W	.09 (.11)	[-.13,.32]	-.14 (.12)	[-.37,.11]	-.05 (.14)	[-.36,.20]	.02 (.12)	[-.21,.27]
ANAL*W	.18 (.14)	[-.17,.41]	.02 (.18)	[-.29,.41]	.00 (.17)	[-.37,.32]	-.05 (.19)	[-.43,.35]
PZ	.31 (.13)	[.05,.57]	.25 (.14)	[-.10,.48]	.30 (.12)	[.05,.54]	.31 (.12)	[.07,.55]
RK	.12 (.14)	[-.17,.36]	.15 (.13)	[-.10,.40]	.15 (.13)	[-.12,.38]	.14 (.14)	[-.14,.39]
$R^2(\%)$	18.60		21.90		20.30		20.30	
Moderirani ANAL (M) →								
I1_P (Y)								
ANAL	.18 (.13)	[-.03,.48]	.18 (.16)	[-.01,.58]	.13 (.14)	[-.06,.48]	.16 (.16)	[-.04,.57]
Uvjet učenja	.31 (.25)	[-.17,.79]	.38 (.26)	[-.12,.92]	.30 (.23)	[-.16,.74]	.36 (.26)	[-.17,.84]
W	-.03 (.12)	[-.31,.18]	-.16 (.17)	[-.58,.09]	.20 (.16)	[-.08,.54]	-.07 (.19)	[-.47,.28]

ANAL*W	.11 (.17)	[-.35,.32]	-.01 (.26)	[-.69,.33]	.06 (.12)	[-.19,.30]	-.07 (.21)	[-.63,.23]
PZ	-.07 (.10)	[-.22,.17]	-.11 (.11)	[-.31,.14]	-.04 (.11)	[-.20,.24]	-.07 (.10)	[-.21,.18]
RK	-.18 (.13)	[-.46,.07]	-.16 (.13)	[-.41,.09]	-.17 (.13)	[-.43,.08]	-.14 (.12)	[-.37,.10]
R^2 (%)		9.30		10.70		12.70		9.20

Moderirani ANAL (M) →

I2_DR (Y)

ANAL	.40 (.14)	[.15,.69]	.31 (.16)	[.06,.70]	.38 (.14)	[.18,.71]	.31 (.15)	[.11,.70]
Uvjet učenja	-.01 (.23)	[-.47,.45]	-.02 (.22)	[-.44,.45]	.03 (.22)	[-.41,.47]	.01 (.22)	[-.43,.45]
W	.16 (.11)	[-.06,.39]	-.03 (.12)	[-.26,.22]	-.12 (.13)	[-.40,.10]	-.12 (.12)	[-.36,.10]
ANAL*W	.19 (.15)	[-.18,.43]	.15 (.20)	[-.20,.60]	-.12 (.13)	[-.39,.13]	-.12 (.16)	[-.49,.16]
PZ	.32 (.12)	[.10,.59]	.26 (.12)	[.01,.52]	.32 (.12)	[.11,.58]	.31 (.12)	[.10,.56]
RK	-.00 (.17)	[-.35,.31]	-.02 (.16)	[-.36,.28]	.01 (.16)	[-.32,.29]	.02 (.16)	[-.31,.27]
R^2 (%)		27.70		26.30		27.60		27.00

Moderirani ANAL (M) →

I2_P (Y)

ANAL	.22 (.13)	[-.02,.48]	.17 (.14)	[-.03,.50]	.17 (.12)	[-.05,.39]	.19 (.12)	[-.04,.42]
Uvjet učenja	.22 (.24)	[-.28,.68]	.22 (.26)	[-.30,.63]	.20 (.25)	[-.30,.66]	.22 (.26)	[-.29,.71]
W	.13 (.13)	[-.14,.35]	-.01 (.16)	[-.39,.22]	.13 (.15)	[-.17,.42]	-.02 (.17)	[-.36,.30]
ANAL*W	.15 (.15)	[-.15,.49]	.02 (.22)	[-.52,.34]	-.06 (.11)	[-.29,.17]	.17 (.16)	[-.20,.44]
PZ	.22 (.12)	[.03,.51]	.21 (.14)	[.00,.59]	.25 (.13)	[.07,.58]	.22 (.12)	[.03,.51]
RK	.21 (.14)	[-.07,.46]	.21 (.13)	[-.06,.46]	.22 (.13)	[-.06,.47]	.22 (.13)	[-.04,.46]
R^2 (%)		18.20		18.30		20.20		20.00

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; ANAL = analiza; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane.. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

Tablica 20

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Pretraživanja informacija: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Modeli 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja (X) → PRET (M)								
Uvjet učenja	.28 (.27)	[-.24,.84]	.25 (.25)	[-.23,.74]	.28 (.27)	[-.22,.84]	.30 (.26)	[-.20,.82]
W	-.21 (.12)	[-.47,-.01]	.04 (.11)	[-.16,.30]	.12 (.16)	[-.15,.47]	-.01 (.09)	[-.19,.16]
Uvjet učenja*W	.53 (.27)	[.08,1.13]	.12 (.19)	[-.25,.50]	-.35 (.28)	[-1.02,.07]	-.35 (.23)	[-.84,.06]
PZ	-.05 (.10)	[-.22,.16]	-.06 (.11)	[-.28,.19]	-.07 (.11)	[-.28,.15]	-.10 (.10)	[-.31,.10]
RK	.16 (.15)	[-.12,.46]	.12 (.14)	[-.14,.42]	.10 (.14)	[-.17,.38]	.17 (.16)	[-.13,.51]
$R^2(\%)$	10.20		4.80		6.90		9.10	
Moderirani PRET (M) → I1_DR (Y)								
PRET	.17 (.19)	[-.10,.69]	.24 (.15)	[.03,.64]	.09 (.19)	[-.09,.65]	.22 (.17)	[-.03,.63]
Uvjet učenja	.22 (.26)	[-.30,.72]	.25 (.24)	[-.19,.74]	.20 (.24)	[-.27,.67]	.27 (.25)	[-.20,.77]
W	.03 (.13)	[-.23,.24]	-.21 (.12)	[-.45,.02]	-.04 (.15)	[-.38,.20]	.06 (.12)	[-.16,.31]
PRET*W	-.11 (.23)	[-.66,.31]	-.29 (.21)	[-.76,.08]	-.10 (.25)	[-.82,.14]	.24 (.20)	[-.09,.70]
PZ	.34 (.12)	[.07,.58]	.32 (.12)	[.06,.54]	.35 (.12)	[.11,.61]	.34 (.12)	[.11,.58]
RK	.10 (.14)	[-.21,.34]	.15 (.13)	[-.12,.40]	.14 (.13)	[-.14,.39]	.14 (.14)	[-.16,.41]
$R^2(\%)$	18.40		23.10		19.80		21.30	
Moderirani PRET (M) → I1_P (Y)								
PRET	.07 (.15)	[-.14,.45]	.07 (.16)	[-.27,.36]	.05 (.17)	[-.17,.48]	.04 (.14)	[-.23,.33]
Uvjet učenja	.39 (.26)	[-.14,.87]	.43 (.26)	[-.08,.96]	.34 (.24)	[-.16,.77]	.42 (.29)	[-.16,.97]
W	-.07 (.12)	[-.30,.19]	-.16 (.14)	[-.45,.10]	.22 (.15)	[-.10,.50]	-.07 (.17)	[-.40,.26]
PRET*W	-.10 (.20)	[-.35,.43]	-.04 (.23)	[-.44,.48]	.00 (.24)	[-.68,.21]	.03 (.24)	[-.46,.45]
PZ	-.05 (.11)	[-.21,.22]	-.08 (.10)	[-.24,.14]	-.00 (.13)	[-.18,.31]	-.04 (.10)	[-.20,.21]

RK									
	R^2 (%)								
		-0.18 (.13)	[-.46,.07]	-0.15 (.13)	[-.39,.11]	-0.15 (.14)	[-.43,.10]	-0.12 (.12)	[-.35,.13]
		7.70		8.10		10.70		6.50	
Moderirani PRET (M) →									
I2_DR (Y)									
PRET		.38 (.15)	[.22,.80]	.42 (.16)	[.17,.78]	.33 (.18)	[.17,.85]	.35 (.14)	[.12,.66]
Uvjet učenja		-0.04 (.25)	[-.54,.42]	.02 (.23)	[-.45,.44]	-0.04 (.23)	[-.52,.38]	.01 (.23)	[-.45,.45]
W		.13 (.12)	[-.10,.37]	-0.08 (.14)	[-.35,.16]	-0.08 (.13)	[-.38,.11]	-0.08 (.11)	[-.29,.16]
PRET*W		.09 (.19)	[-.31,.51]	-0.08 (.24)	[-.60,.31]	-.20 (.24)	[-.89,-.02]	-0.05 (.19)	[-.38,.36]
PZ		.41 (.12)	[.21,.68]	.39 (.12)	[.21,.67]	.41 (.12)	[.24,.70]	.39 (.11)	[.20,.64]
RK		-0.04 (.15)	[-.36,.23]	-0.03 (.15)	[-.32,.24]	-0.06 (.15)	[-.37,.21]	-0.00 (.15)	[-.31,.27]
	R^2 (%)		30.80		29.20		31.90		29.30
Moderirani PRET (M) →									
I_P (Y)									
PRET		-0.10 (.13)	[-.37,.17]	-0.14 (.14)	[-.41,.14]	-0.11 (.12)	[-.36,.13]	-0.02 (.13)	[.27,.26]
Uvjet učenja		.37 (.25)	[-.13,.85]	.31 (.26)	[-.21,.81]	.28 (.25)	[-.22,.76]	.38 (.27)	[-.17,.87]
W		.06 (.12)	[-.18,.28]	.02 (.13)	[-.24,.29]	.14 (.14)	[-.14,.40]	-0.04 (.14)	[-.31,.25]
PRET*W		-0.13 (.18)	[-.60,.17]	.03 (.25)	[-.34,.65]	.03 (.16)	[-.28,.38]	.26 (.20)	[-.11,.69]
PZ		.22 (.12)	[.04,.52]	.24 (.14)	[.02,.59]	.25 (.13)	[.06,.60]	.23 (.13)	[.03,.54]
RK		.24 (.13)	[-.03,.49]	.25 (.13)	[-.01,.46]	.25 (.13)	[-.03,.51]	.27 (.12)	[.04,.50]
	R^2 (%)		16.80		17.00		17.00		20.10

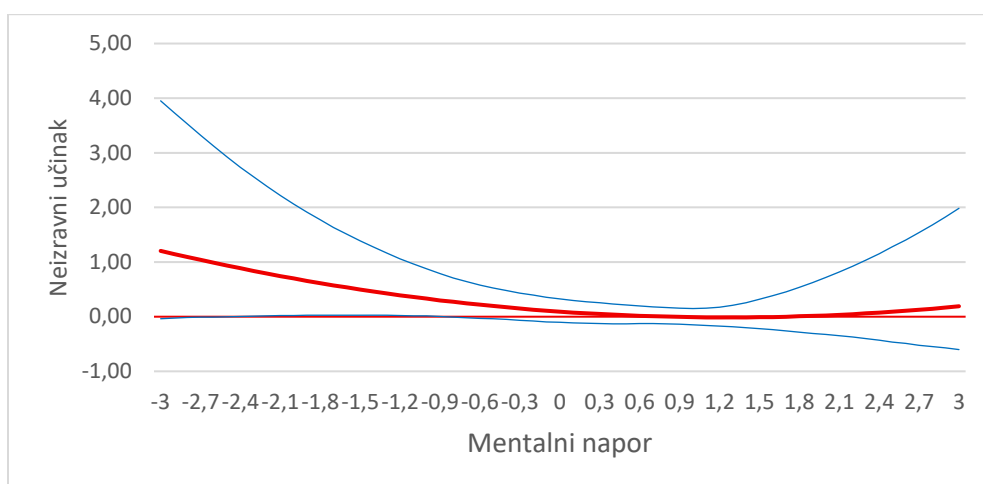
Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; PRET = pretraživanje informacija; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane.. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

Regulacija kognicije pokazala se samo kao značajan prediktor izvedbe na odgođenoj izvedbi na razini primjene kada je u model uključen interes kao moderator. Osim toga, nije se pokazala kao značajan prediktor potkategorije *Pretraživanje informacija*, kao ni izvedbe na bilo kojoj od ostalih vrsta i razina izvedbe. S druge strane, prethodno znanje, iako nije bilo značajan prediktor *Pretraživanja informacija* u modelima, pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim kada je ona mjerena neposredno, i to na razini primjene. Dakle, kao i kod prethodnih rezultata medijacijskih analiza, veća razina prethodnog znanja o temi bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao. Najveći postatak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 30.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 20.00 %) te kod odgođene provjere znanja na razini primjene (oko 18.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio svega oko 8.00 %.

Kao i u ranijima analizama, rezultati pokazuju da su sudionici koji su verbalizirali veći broj aktivnosti pretraživanja informacija imali i bolju odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, a taj je učinak utvrđen i kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja u modelu u kojem je kao moderator neizravnog učinka uključeno mentalno opterećenje. Osim toga, prethodne medijacijske analize nisu potvrdile značajan neizravni učinak uvjeta učenja na različite vrste i razine izvedbe posredstvom *Pretraživanja informacija*. Međutim, u analizama moderiranih medijacija utvrđena je nekoliko značajnih interakcija između *Pretraživanja informacija* i pojedinih moderatorskih varijabli na različitim putevima neizravnih učinaka.

U modelu gdje je kao moderator uključena razina ukupnog kognitivnog opterećenja procjenjena dilatacijom zjenica utvrđena je značajna interakcija uvjeta izvođenja i ovog moderatora na putu *a* neizravnog učinka uvjeta učenja na sve vrste i razine izvedbe posredstvom *Pretraživanja informacija*. Pozitivan koeficijent interakcije upućuje na to da razlika između uvjeta učenja u učestalosti aktivnosti pretraživanja informacija postaje veća kako raste ukupno kognitivno opterećenje. Drugim riječima, sudionici koji su učili uz poticaje češće pretražuju informacije u odnosu na sudionike koji uče bez poticaja, a ta razlika postaje izraženija pri višim razinama doživljenog kognitivnog opterećenja. Unatoč toj interakciji na putevima *a*, ukupni kondicionalni neizravni učinci uvjeta učenja preko *Pretraživanja informacija* na sve vrste i razine izvedbe nisu se pokazali značajni.

Također, kada je kao moderator uključena procjenjena razina uloženog mentalnog napora utvrđena je značajna interakcija između *Pretraživanja* i ovog moderatora na putu *b* neizravnog učinka uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Pretraživanja informacija*. Negativan koeficijent interakcije upućuje na to da se učinak *Pretraživanja informacija* na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja smanjuje pri višim razinama procjenjenog mentalnog napora kojeg su sudionici uložili u zadatak. Unatoč toj interakciji, ukupni kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja preko *Pretraživanja informacija*



Slika 11

Moderirana medijacija uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Pretraživanja informacija*

8.2.3. Potkategorija Nadgledanje

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Nadgledanja* provedeno je 16 zasebnih analize moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 21.

Regulacija kognicije pokazala se samo kao značajan prediktor izvedbe na odgođenoj izvedbi na razini primjene kada je u model uključen interes za sadržaj kao moderator. Osim toga, nije se pokazala kao značajan prediktor potkategorije *Nadgledanje*, kao ni izvedbe na bilo kojoj od ostalih vrsta i razina izvedbe. S druge strane, prethodno znanje, iako nije bilo značajan prediktor *Nadgledanja* u modelima, pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim kada je ona mjerena neposredno, i to na razini primjene. Dakle, kao i kod prethodnih rezultata medijacijskih analiza, veća razina prethodnog znanja o temi bila je pozitivno povezana s postignućem na neposrednoj i odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja te s postignućem na odgođenoj izvedbi na razini primjene, dok je opisani odnos prethodnog znanja i postignuća na neposrednoj izvedbi na razini primjene izostao. Najveći postatak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 32.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 21.00 %) te kod odgođene provjere znanja na razini primjene (oko 16.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio svega oko 8.00 %.

Rezultati pokazuju da su sudionici koji su učili uz metakognitivne poticaje verbalizirali veći broj aktivnosti nadgledanja samo kada je u model kao moderator neizravnog učinka bio uključen interes za sadržaj. Prethodne medijacijske analize potvrdile su samo značajan neizravni učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Nadgledanja*. Međutim, analiza moderiranih medijacija na toj je razini izvedbe ukazala na nekoliko značajnih interakcija između *Nadgledanja* i pojedinih moderatorskih varijabli na *b* putevima neizravnih učinaka.

Tablica 21

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Nadgledanja: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja (X) → NADG (M)								
Uvjet učenja	.46 (.26)	[-.05,.96]	.46 (.25)	[-.03,.93]	.47 (.25)	[-.01,.97]	.49 (.25)	[.01,.97]
W	-.10 (.13)	[-.33,.19]	.00 (.13)	[-.21,.31]	.16 (.17)	[-.15,.52]	-.01 (.11)	[-.24,.19]
Uvjet učenja*W	.11 (.24)	[-.39,.58]	.21 (.22)	[-.22,.63]	-.26 (.28)	[-.87,.20]	-.01 (.22)	[-.47,.38]
PZ	.07 (.11)	[-.10,.33]	.09 (.12)	[-.10,.40]	.08 (.11)	[-.10,.34]	.06 (.11)	[-.13,.29]
RK	.20 (.14)	[-.06,.48]	.19 (.13)	[-.06,.45]	.17 (.13)	[-.07,.44]	.19 (.14)	[-.08,.49]
$R^2(\%)$	11.40		12.60		12.40		10.70	
Moderirani NADG (M) → I1_DR (Y)								
NADG	.22 (.14)	[-.01,.56]	.22 (.13)	[-.03,.50]	.17 (.12)	[-.02,.46]	.18 (.13)	[-.06,.46]
Uvjet učenja	.11 (.25)	[-.38,.61]	.21 (.25)	[-.26,.71]	.14 (.24)	[-.31,.62]	.17 (.25)	[-.30,.68]
W	.09 (.11)	[-.10,.34]	-.18 (.11)	[-.39,.03]	-.06 (.14)	[-.35,.20]	.03 (.11)	[-.19,.25]
NADG*W	.16 (.13)	[-.08,.45]	-.15 (.17)	[-.49,.18]	-.15 (.13)	[-.42,.09]	.05 (.12)	[-.20,.28]
PZ	.33 (.12)	[.08,.56]	.29 (.12)	[.02,.50]	.33 (.12)	[.09,.57]	.32 (.12)	[.09,.56]
RK	.09 (.15)	[-.24,.34]	.13 (.14)	[-.16,.41]	.13 (.14)	[-.16,.40]	.13 (.15)	[-.18,.41]
$R^2(\%)$	21.30		23.10		22.40		20.50	
Moderirani NADG (M) → I1_P (Y)								
NADG	.01 (.13)	[-.27,.26]	.01 (.13)	[-.28,.25]	-.01 (.11)	[-.25,.19]	.01 (.12)	[-.24,.23]
Uvjet učenja	.35 (.27)	[-.15,.90]	.44 (.28)	[-.08,1.03]	.38 (.25)	[-.10,.86]	.41 (.27)	[-.13,.94]
W	-.03 (.12)	[-.26,.22]	-.15 (.13)	[-.45,.08]	.22 (.15)	[-.07,.54]	-.06 (.16)	[-.38,.26]

NADG*W	.10 (.14)	[-.10,.44]	.01 (.18)	[-.36,.35]	.05 (.11)	[-.21,.24]	.14 (.16)	[-.17,.45]
PZ	-.04 (.11)	[-.21,.24]	-.08 (.10)	[-.25,.14]	-.01 (.12)	[-.19,.29]	-.05 (.11)	[-.20,.22]
RK	-.17 (.13)	[-.43,.07]	-.14 (.13)	[-.39,.12]	-.14 (.13)	[-.39,.11]	-.11 (.12)	[-.33,.14]
R^2 (%)		7.50		7.80		10.60		7.60

Moderirani NADG (M) →

I2_DR (Y)

NADG	.43 (.10)	[.23,.63]	.41 (.14)	[.16,.70]	.41 (.09)	[.22,.60]	.40 (.11)	[.16,.62]
Uvjet učenja	-.10 (.13)	[-.56,.35]	-.07 (.23)	[-.52,.37]	-.13 (.22)	[-.57,.29]	-.06 (.23)	[-.52,.38]
W	.19 (.09)	[.02,.39]	-.06 (.13)	[-.33,.16]	-.12 (.11)	[-.34,.08]	-.14 (.11)	[-.34,.08]
NADG*W	.25 (.10)	[.06,.46]	.03 (.19)	[-.40,.36]	-.22 (.09)	[-.37,-.04]	-.08 (.13)	[-.34,.17]
PZ	.36 (.11)	[.17,.60]	.32 (.11)	[.12,.57]	.35 (.11)	[.17,.60]	.33 (.11)	[.15,.57]
RK	-.06 (.17)	[-.40,.24]	-.05 (.16)	[-.38,.24]	-.06 (.16)	[-.38,.23]	-.02 (.16)	[-.35,.27]
R^2 (%)		35.60		30.00		34.60		31.40

Moderirani NADG (M) →

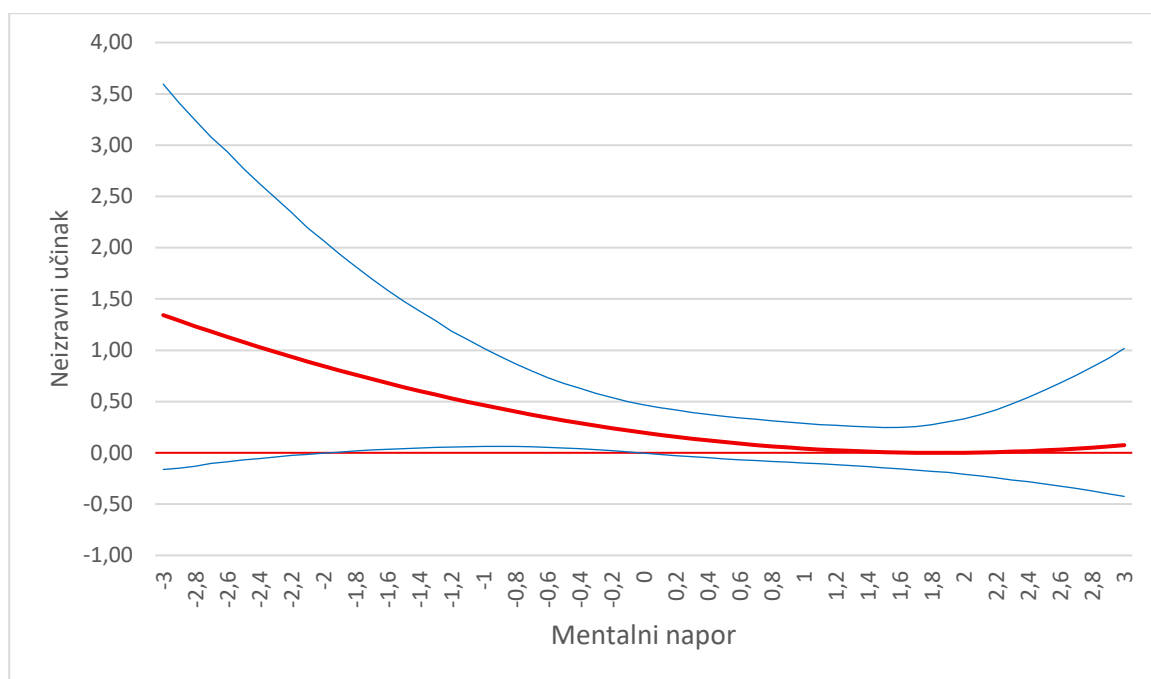
I2_P (Y)

NADG	.01 (.12)	[-.21,.29]	-.04 (.13)	[-.28,.22]	-.01 (.12)	[-.21,.26]	.02 (.11)	[-.19,.25]
Uvjet učenja	.28 (.26)	[-.25,.78]	.28 (.27)	[-.27,.80]	.26 (.26)	[-.26,.76]	.27 (.27)	[-.28,.79]
W	.08 (.12)	[-.14,.34]	.02 (.12)	[-.24,.24]	.15 (.15)	[-.16,.42]	-.01 (.15)	[-.31,.28]
NADG*W	-.04 (.14)	[-.27,.28]	.13 (.17)	[-.17,.50]	.04 (.12)	[-.22,.25]	.20 (.15)	[-.08,.50]
PZ	.24 (.13)	[.04,.56]	.23 (.14)	[.03,.58]	.26 (.13)	[.07,.60]	.24 (.13)	[.04,.56]
RK	.21 (.13)	[-.04,.46]	.24 (.12)	[-.02,.48]	.23 (.13)	[-.03,.47]	.25 (.12)	[.01,.49]
R^2 (%)		14.60		16.20		17.80		18.10

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; NADG = pretraživanje informacija; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

U modelu gdje je kao moderator uključena razina ukupnog kognitivnog opterećenja procjenjena dilatacijom zjenica utvrđena je značajna interakcija na putu *b* neizravnog učinka uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja između uvjeta *Nadgledanja* i ovog moderatora. Pozitivan koeficijent interakcije upućuje na to da je učinak nadgledanja na toj razini izvedbe bio jači što su sudionici doživljavali veće kognitivno opterećenje. Drugim riječima, sudionici koji su češće primjenjivali aktivnosti nadgledanja i pritom pokazivali višu razinu kognitivnog angažmana (veću dilataciju zjenica) postizali su bolje rezultate na odgođenoj izvedbi. Unatoč toj značajnoj interakciji, analiza kondicionalnih učinaka pokazala je da na nijednoj razini ukupnog kognitivnog opterećenja (od -3.00 do 3.00 *SD*) učinak nije bio značajan jer su svi intervali pouzdanosti uključivali 0. Navedeno ukazuje da se učinak uvjeta učenja na odgođenu razinu izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja pouzdano ne razlikuje ovisno o razini doživljenog ukupnog kognitivnog opterećenja.

Nadalje, kada je kao moderator uključena procjenjena razina uloženog mentalnog napora utvrđena je značajna interakcija između *Nadgledanja* i ovog moderatora na putu *b* neizravnog učinka uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Nadgledanja*. Negativan koeficijent interakcije upućuje na to da se učinak *Nadgledanja* na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja smanjuje pri višim razinama procjenjenog mentalnog napora kojeg su sudionici uložili u zadatak. Unatoč toj interakciji, ukupni kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja preko *Nadgledanja* pokazao se značajnim samo za niske razine uloženog mentalnog napora (-1.90 do -0.1 *SD*) budući da na tim razinama intervali pouzdanosti nisu uključivali 0 (Slika 12).



Slika 12

Moderirana medijacija uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Nadgledanja*

8.2.4. Potkategorija Evaluacija

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Evaluacije* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 22.

Prethodno znanje i regulacija kognicije nisu se pokazali kao značajni prediktori *Evaluacije* u testiranim modelima. Prethodno znanje pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim u modelu gdje je moderator bila razina doživljenog mentalnog opterećenja zadatka kada je kao zavisna varijabla testirana neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja, kao ni u modelima gdje je kao zavisna varijabla testirana neposredna izvedba na razini primjene. Najveći postatak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 23.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja te kod odgođene provjere znanja na razini primjene (oko 18.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio svega oko 17.00 % (osim u modelu gdje je kao moderator testirano ukupno kognitivno opterećenje te je postotak objašnjene varijance bio oko 9.00 %).

Rezultati pokazuju da su sudionici koji su učili uz metakognitivne poticaje općenito verbalizirali veći broj aktivnosti *Evaluacije*. Kod neposredne izvedbe na razini primjene, kada je kao moderator uključena mjera subjektivno doživljenog mentalnog opterećenja, pokazalo se da je uz veći broj evaluacijskih aktivnosti i izvedba na toj razini bila uspješnija. Prethodne medijacijske analize potvrdile su samo značajan neizravni učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Evaluacije*. Međutim, analiza moderiranih medijacija na toj je razini izvedbe ukazala na nekoliko značajnih interakcija na različitim putevima neizravnih učinaka kada je kao moderatorska varijabla uključeno doživljeno mentalno opterećenje. Osim toga, analize su pokazale i značajne interakcije na putevima *a* u svim ostalim modelima u kojima je kao moderator uključeno doživljeno mentalno opterećenje, i to na svim vrstama i razinama izvedbe. Također, uočena je i značajna interakcija između *Evaluacije* i uloženog mentalnog napora (kao moderatora) na putu *b* neizravnog učinka uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini primjene posredstvom *Evaluacije*.

U modelima gdje je kao moderator uključena razina subjektivno doživljenog mentalnog opterećenja utvrđena je značajna interakcija između uvjeta učenja i navedenog moderatora na putu *a* neizravnog učinka uvjeta učenja na sve vrste i razine izvedbe posredstvom *Evaluacije*. Pozitivan koeficijent interakcije upućuje na to da razlika između uvjeta učenja u učestalosti evaluacijskih aktivnosti postaje veća kako raste doživljaj mentalnog opterećenja samoga zadatka. Drugim riječima, sudionici koji su učili uz poticaje općenito su se češće uključivali u evaluacijske aktivnosti u odnosu na sudionike koji su učili bez poticaja, a ta je razlika bila izraženija pri višim razinama doživljenog mentalnog opterećenja. Osim toga, kod odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja uočena je i značajna interakcija između evaluacijskih aktivnosti i spomenute moderatorske varijable na putu *b* neizravnog učinka. Pozitivan koeficijent interakcije ukazuje na to da je učinak evaluacije na toj razini izvedbe bio jači što je doživljaj mentalnog opterećenja zadatka bio veći. Drugim riječima, sudionici koji su češće primjenjivali aktivnosti evaluacije te pritom doživljavali veću razinu mentalnog opterećenja koje je proizlazilo iz zahtjeva zadatka, postizali su bolje rezultate na odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja. Unatoč navedenim interakcijama na

Tablica 22

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Evaluacije: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja								
(X) → EVAL (M)								
Uvjet učenja	.84 (.24)	[.39,1.31]	.88 (.22)	[.46,1.30]	.88 (.23)	[.44,1.33]	.90 (.22)	[.46,1.34]
W	-.04 (.13)	[-.28,.22]	-.09 (.13)	[-.36,.16]	.06 (.13)	[-.16,.35]	.02 (.08)	[-.14,.19]
Uvjet učenja*W	-.18 (.20)	[-.59,.22]	.43 (.20)	[.05,.83]	.08 (.22)	[-.37,.50]	.04 (.21)	[-.36,.48]
PZ	-.02 (.11)	[-.22,.22]	.03 (.12)	[-.20,.23]	.00 (.11)	[-.20,.24]	-.00 (.11)	[-.20,.23]
RK	.11 (.13)	[-.17,.34]	.14 (.12)	[-.12,.35]	.15 (.13)	[-.12,.37]	.13 (.14)	[-.15,.38]
$R^2(\%)$	22.60		28.10		24.20		23.00	
Moderirani EVAL (M) →								
I1_DR (Y)								
EVAL	.08 (.13)	[-.15,.32]	.12 (.14)	[-.11,.42]	.12 (.13)	[-.13,.40]	.13 (.13)	[-.11,.42]
Uvjet učenja	.16 (.28)	[-.41,.69]	.16 (.27)	[-.37,.70]	.17 (.27)	[-.37,.67]	.15 (.27)	[-.38,.67]
W	.06 (.12)	[-.14,.33]	-.12 (.14)	[-.40,.13]	-.05 (.15)	[-.36,.22]	.00 (.12)	[-.20,.25]
EVAL*W	.04 (.14)	[-.27,.29]	.06 (.17)	[-.30,.38]	.02 (.19)	[-.39,.34]	-.10 (.12)	[-.28,.19]
PZ	.33 (.13)	[.07,.58]	.28 (.13)	[-.01,.50]	.32 (.12)	[.08,.55]	.33 (.12)	[.08,.56]
RK	.12 (.14)	[-.19,.32]	.16 (.13)	[-.11,.42]	.16 (.14)	[-.15,.43]	.16 (.14)	[-.14,.41]
$R^2(\%)$	16.00		20.70		19.00		19.40	
Moderirani EVAL (M) →								
I1_P (Y)								
EVAL	.18 (.14)	[-.05,.52]	.31 (.16)	[.01,.63]	.11 (.12)	[-.11,.38]	.25 (.16)	[-.04,.61]
Uvjet učenja	.21 (.24)	[-.26,.69]	.32 (.26)	[-.20,.82]	.26 (.25)	[-.22,.74]	.21 (.24)	[-.28,.67]

W	-.03 (.12)	[-.28,.21]	-.31 (.20)	[-.69,.07]	.20 (.14)	[-.06,.50]	-.11 (.17)	[-.39,.25]
EVAL*W	.04 (.15)	[-.27,.32]	-.39 (.28)	[-.89,.14]	.25 (.16)	[-.06,.56]	-.29 (.24)	[-.71,.16]
PZ	-.05 (.11)	[-.21,.20]	-.04 (.10)	[-.21,.17]	-.05 (.10)	[-.20,.19]	-.06 (.10)	[-.21,.17]
RK	-.19 (.14)	[-.49,.07]	-.23 (.14)	[-.46,.09]	-.13 (.12)	[-.35,.11]	-.13 (.12)	[-.34,.13]
R^2 (%)		9.50		19.60		17.60		16.50

Moderirani EVAL (M) →

I2_DR (Y)

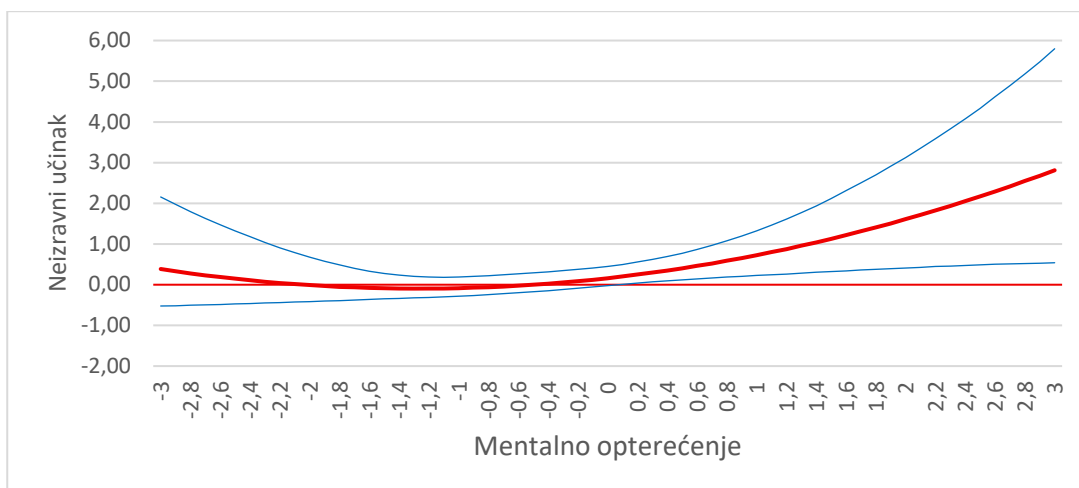
EVAL	.26 (.13)	[.02,.54]	.18 (.12)	[-.03,.44]	.29 (.14)	[.01,.55]	.26 (.13)	[.01,.52]
Uvjet učenja	-.07 (.29)	[-.66,.48]	-.19 (.27)	[-.72,.35]	-.12(.27)	[-.68,.39]	-.10 (.27)	[-.66,.43]
W	.19 (.12)	[-.02,.43]	.08 (.12)	[-.19,.30]	-.11 (.14)	[-.40,.15]	-.15(.12)	[-.39,.09]
EVAL*W	.24 (.13)	[-.03,.47]	.37 (.15)	[.05,.65]	-.08 (.14)	[-.38,.18]	-.05 (.13)	[-.35,.17]
PZ	.37 (.12)	[.17,.65]	.31 (.11)	[.12,.56]	.37 (.12)	[.18,.64]	.35 (.12)	[.14,.62]
RK	.01 (.16)	[-.33,.29]	.04 (.15)	[-.26,.31]	-.03 (.15)	[-.35,.25]	.03 (.16)	[-.29,.32]
R^2 (%)		24.60		26.90		21.20		21.70

Moderirani EVAL (M) →

I2_P (Y)

EVAL	.13 (.13)	[-.10,.45]	.18 (.16)	[-.11,.53]	.03 (.14)	[-.22,.33]	.14 (.15)	[-.13,.46]
Uvjet učenja	.17 (.26)	[-.41,.63]	.22 (.28)	[-.41,.70]	.22 (.26)	[-.33,.69]	.16 (.26)	[-.41,.63]
W	.09 (.13)	[-.18,.34]	-.10 (.20)	[-.50,.27]	.14 (.13)	[-.13,.39]	-.05 (.17)	[-.35,.30]
EVAL*W	-.06 (.16)	[-.38,.25]	-.24 (.26)	[-.72,.27]	.26 (.15)	[.01,.60]	-.05 (.23)	[-.45,.39]
PZ	.24 (.13)	[.06,.54]	.27 (.14)	[.06,.63]	.22 (.12)	[.05,.52]	.24 (.13)	[.04,.54]
RK	.20 (.13)	[-.08,.45]	.18 (.15)	[-.09,.48]	.26 (.12)	[.03,.51]	.23 (.12)	[-.00,.47]
R^2 (%)		16.00		19.70		23.40		17.20

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; EVAL = evaluacija; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.



Slika 13

Moderirana medijacija uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom *Evaluacije*

različitim putevima, ukupni kondicionalni neizravni učinci uvjeta učenja na izvedbu preko *Evaluacije* pokazali su se značajni samo u odnosu na dvije mjere izvedbe, i to za neposrednu izvedbu na razini primjene te za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Kondicionalni neizravan učinak na neposrednu izvedbu na razini primjene bio je značajan samo pri blago nižim do prosječnim razinama subjektivnog doživljaja mentalnog opterećenja zadatka (-0.40 do 0.00 *SD*), budući da u tom rasponu intervali pouzdanosti nisu uključivali 0. S druge strane, kondicionalni neizravan učinak na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja bio je značajan samo na blago do izrazito povišenim razinama subjektivnog doživljaja mentalnog opterećenja zadatka (0.10 do 3.00 *SD*) (Slika 13).

Nadalje, kada je kao moderator uključena procjenjena razina uloženog mentalnog napora utvrđena je značajna interakcija između *Evaluacije* i ovog moderatora na putu *b* neizravnog učinka uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini primjene posredstvom *Evaluacije*. Unatoč toj interakciji, ukupni kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja preko *Evaluacije* na navedenu razinu izvedbe nije se pokazao značajnim ni na jednoj razini procjenjenog uloženog mentalnog napora (od -3.00 do 3.00 *SD*), budući da su svi intervali pouzdanosti uključivali 0. Ovakav obrazac ukazuje na to da, iako se odnos između *Evaluacije* i izvedbe mijenja ovisno o razinama procjenjenog uloženog mentalnog napora, ta je promjena premala da bi generirala stabilnan i pouzdan neizravni učinak. Drugim riječima, učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini primjene preko *Evaluacije* ne razlikuje se pouzdano s obzirom na razinu procjenjenog uloženog mentalnog napora u izvršavanje zadatka.

8.4. Kategorija samoregulacijske aktivnosti Motivacija

Kako bi se ispitala moderatorska uloga razina i vrsta kognitivnog opterećenja (ukupno kognitivno opterećenje, mentalno opterećenje, mentalni napor) te interesa za sadržaj nakon učenja na neizravne učinke uvjeta učenja (s i bez metakognitivnih poticaja) na neposrednu i odgođenu izvedbu na različitim razinama ishoda učenja preko *Motivacije* provedeno je 16 zasebnih analiza moderirane medijacije, a rezultati su prikazani u Tablici 23.

Tablica 23

Neizravni učinci uvjeta učenja na različite vrste izvedbe (neposredna i odgođena) na različitim razinama ishoda učenja (dosjećanje i razumijevanje te primjena) posredstvom Motivacije: testiranje moderacije četiri varijable

Put	Modeli							
	Model 1 - ukupno kognitivno opterećenje (W1)		Model 2 - mentalno opterećenje (W2)		Model 3 - mentalni napor (W3)		Model 4 – interes za sadržaj (W4)	
	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Moderirani Uvjet učenja (X) → MOT (M)								
Uvjet učenja	.12 (.22)	[-.29,.58]	.15 (.22)	[-.29,.58]	.18 (.23)	[-.26,.65]	.21 (.23)	[-.22,.70]
W	.05 (.13)	[-.18,.33]	.01 (.15)	[-.23,.34]	.05 (.14)	[-.22,.35]	-.10 (.11)	[-.33,.11]
Uvjet učenja*W	-.36 (.19)	[-.75,-.01]	.36 (.20)	[-.05,.76]	-.01 (.24)	[-.53,.43]	-.03 (.25)	[-.59,.38]
PZ	-.05 (.15)	[-.28,.32]	.02 (.18)	[-.23,.50]	-.03 (.16)	[-.26,.36]	-.04 (.15)	[-.27,.32]
RK	.16 (.11)	[-.08,.37]	.20 (.11)	[-.04,.38]	.20 (.11)	[-.03,.39]	.24 (.11)	[-.00,.45]
$R^2(\%)$	7.50		10.50		5.20		6.30	
Moderirani MOT (M) → PZ1_DR (Y)								
MOT	.07 (.11)	[-.22,.26]	.09 (.12)	[-.16,.33]	.12 (.12)	[-.16,.32]	.07 (.13)	[-.19,.34]
Uvjet učenja	.22 (.26)	[-.29,.75]	.25 (.24)	[-.19,.76]	.24 (.24)	[-.20,.73]	.24 (.13)	[-.19,.75]
W	.05 (.11)	[-.14,.31]	-.13 (.12)	[-.36,.11]	-.04 (.15)	[-.35,.23]	.01 (.12)	[-.21,.26]
MOT*W	.03 (.17)	[-.29,.36]	.07 (.15)	[-.24,.37]	-.06 (.17)	[-.40,.27]	-.08 (.16)	[-.41,.24]
PZ	.33 (.13)	[.05,.57]	.28 (.13)	[-.01,.51]	.33 (.12)	[.08,.57]	.33 (.13)	[.08,.57]
RK	.11 (.14)	[-.20,.36]	.16 (.13)	[-.10,.42]	.15 (.13)	[-.10,.41]	.15 (.14)	[-.14,.42]
$R^2(\%)$	15.90		20.70		18.90		18.90	
Moderirani MOT (M) → PZ1_P (Y)								
MOT	-.14 (.16)	[-.55,.06]	-.05 (.14)	[-.39,.16]	-.14 (.13)	[-.45,.03]	-.12 (.15)	[-.49,.09]
Uvjet učenja	.47 (.25)	[-.01,.96]	.52 (.25)	[.05,1.01]	.37 (.22)	[-.08,.80]	.44 (.24)	[-.06,.90]
W	-.07 (.11)	[-.29,.14]	-.18 (.14)	[-.47,.07]	.22 (.16)	[-.06,.54]	-.08 (.16)	[-.38,.25]

MOT*W	.29 (.19)	[-.03,.70]	-.23 (.17)	[-.58,.10]	-.06 (.16)	[-.42,.20]	.12 (.22)	[-.26,.63]
PZ	-.06 (.12)	[-.28,.18]	-.07 (.10)	[-.24,.16]	-.01 (.13)	[-.21,.30]	-.04 (.12)	[-.24,.24]
RK	-.18 (.14)	[-.47,.07]	-.15 (.13)	[-.39,.11]	-.11 (.13)	[-.36,.13]	-.09 (.12)	[-.32,.15]
R^2 (%)		13.60		11.70		13.10		9.50

Moderirani MOT (M) →

PZ2_DR (Y)

MOT	.21 (.12)	[.00,.48]	.20 (.17)	[-.02,.63]	.28 (.15)	[.05,.63]	.15 (.13)	[-.05,.45]
Uvjet učenja	.15 (.26)	[-.37,.66]	.10 (.24)	[-.36,.60]	.06 (.23)	[-.39,.52]	.10 (.24)	[-.38,.59]
W	.13 (.12)	[-.06,.40]	-.06 (.16)	[-.45,.19]	-.10 (.13)	[-.36,.13]	-.12 (.13)	[-.35,.15]
MOT*W	.22 (.19)	[-.11,.64]	-.04 (.25)	[-.67,.28]	-.25 (.16)	[-.65,-.01]	-.05 (.18)	[-.41,.30]
PZ	.37 (.12)	[.16,.63]	.36 (.12)	[.15,.62]	.37 (.11)	[.18,.63]	.36 (.12)	[.15,.62]
RK	-.05 (.17)	[-.40,.26]	-.02 (.16)	[-.34,.27]	.01 (.15)	[-.31,.27]	.03 (.16)	[-.30,.32]
R^2 (%)		20.90		18.10		23.00		19.10

Moderirani MOT (M) →

PZ2_P (Y)

MOT	.13 (.15)	[-.07,.53]	.12 (.16)	[-.10,.53]	.12 (.16)	[-.13,.51]	.20 (.14)	[-.03,.53]
Uvjet učenja	.32 (.25)	[-.17,.80]	.27 (.25)	[-.24,.74]	.21 (.24)	[-.25,.68]	.24 (.25)	[-.26,.69]
W	.10 (.11)	[-.13,.32]	-.03 (.14)	[-.30,.23]	.14 (.14)	[-.14,.43]	.02 (.16)	[-.29,.32]
MOT*W	.15 (.22)	[-.25,.61]	-.02 (.18)	[-.38,.36]	-.05 (.17)	[-.38,.29]	.31 (.22)	[-.12,.77]
PZ	.24 (.13)	[.05,.55]	.24 (.14)	[.05,.59]	.27 (.13)	[.09,.62]	.27 (.13)	[.07,.59]
RK	.18 (.14)	[-.12,.43]	.20 (.13)	[-.06,.44]	.21 (.12)	[-.05,.44]	.18 (.12)	[-.06,.43]
R^2 (%)		16.70		16.80		18.90		21.60

Napomena. Kratice označavaju: I1_DR = neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja; I1_P = neposredna izvedba na razini primjene; I2_DR = odgođena izvedba na razini dosjećanje i razumijevanja; I2_P = odgođena izvedba na razini primjene; MOT = motivacija; PZ = prethodno znanje; RK = regulacija kognicije. Vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara za pojedini model, pri čemu su sve varijable, osim dihotomne nezavisne varijable, standardizirane. Učinci su značajni kada 95%-tni intervali pouzdanosti ne uključuju 0. Vrijednosti značajnih puteva otisnute su debljim tiskom.

Prethodno znanje i regulacija kognicije nisu se pokazali kao značajni prediktori *Motivacije* u testiranim modelima. Prethodno znanje pokazalo se kao značajan prediktor za većinu vrsta i razina izvedbe, osim u modelima gdje je moderator bila razina doživljenog mentalnog opterećenja zadatka kada je kao zavisna varijabla testirana neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja, kao ni u modelima gdje je kao zavisna varijabla testirana neposredna izvedba na razini primjene. Najveći postatak objašnjenje varijance zavisnih varijabli uz izdvojene moderatorske varijable zabilježen je kod odgođene provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 20.00 %), zatim kod neposredne provjere znanja na razini dosjećanja i razumijevanja (oko 18.00 %) te kod odgođene provjere znanja na razini primjene (oko 17.00 %), dok je kod neposredne provjere znanja na razini primjene iznosio oko 11.00 %.

U odnosu na testirane moderacijske učinke na pojedine puteve neizravnih učinaka uvjeta učenja na izvedbe posredstvom *Motivacije* u svim modelima uočene su značajne interakcije između uvjeta učenja i moderatorske varijable ukupnog kognitivnog opterećenja na svim vrstama i razinama izvedbe. Pozitivni koeficijenti tih interakcija ukazuju na to da razlika između uvjeta učenja u učestalosti motivacijskih aktivnosti postaje veća kako raste ukupno kognitivno opterećenje tijekom izvedbe zadatka. No, unatoč tome, analize moderirane medijacije nisu pokazala niti jedan značajan kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja na bilo koju od testiranih razina izvedbe, posredstvom *Motivacije* i uz moderatorski učinak ukupnog kognitivnog opterećenja na niti jednoj od razina navedene moderatorske varijable.

Osim toga, u modelu gdje je uključena moderacijska varijabla uloženog mentalnog napora na neizravni učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, posredstvom *Motivacije*, uočena je značajna interakcija između motivacijskih aktivnosti i izvedbe. Negativan koeficijent interakcije upućuje na to da se učinak *Motivacije* na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja smanjuje pri višim razinama procjenjenog mentalnog napora kojeg su sudionici uložili u zadatak. Unatoč tome, analiza moderirane medijacije u tom modelu nije pokazala niti jedan značajan kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja na bilo koju od navedenu vrstu i razinu izvedbe, posredstvom *Motivacije* i uz moderatorski učinak uloženog mentalnog napora na niti jednoj od razina navedene moderatorske varijable.

RASPRAVA

Rezultati provedenog istraživanja pružaju kompleksan uvid u povezanost samoregulacijskih aktivnosti, kognitivnog opterećenja i postignuća učenika u zadacima čitanja s razumijevanjem, kao i u učinke primjene metakognitivnih poticaja u takvim oblicima zadataka na neposrednu i odgođenu izvedbu na razini ishoda dosjećanja i razumijevanja, kao i na razini ishoda primjene.

Za intepretaciju rezultata, važno je osvrnuti se na analize povezanosti među istraživanim varijablama koje su pokazale značajnu i visoku pozitivnu povezanost mjera neposredne i odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, dok sličan obrazac povezanosti među mjerama primjene nije uočen. Osim toga, uočene su pozitivne i niske povezanosti neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja s obje razine primjene, dok je povezanost odgođene izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja s odgođenom izvedbom na razini primjene izostala. Ovaj obrazac djelomično je u skladu s ranijim istraživanjima koja ukazuju na relativnu autonomiju viših kognitivnih procesa primjene u odnosu na osnovne procese pamćenja i razumijevanja (Anderson, 2016; Mayer, 2014). Važno je napomenuti i da su rezultati preliminarnih analiza specifičnih obilježja uzorka ukazali na relativno nisku razinu prethodnog znanja o sadržaju te visoko samoprocijenjene metakognitivne vještine sudionika. Uočene su i grupne razlike u vremenu čitanja i rješavanja neposredne provjere znanja koje ukazuju na potencijalni učinak metakognitivnih poticaja u ES s obzirom na dulje trajanje izvođenja zadatka i rješavanja provjere znanja, a što može biti posredovano dubljim procesiranjem informacija i aktivnijim angažmanom u samoregulacijskim aktivnostima, posebno evaluaciji i nadgledanju (Dunlosky i Metcalfe, 2009), na koje su poticaji ujedno i bili usmjereni. Uočenu razliku među grupama koja ukazuje na to da su sudionici ES provodili značajno više vremena u zadatku čitanja s razumijevanjem, moguće je obrazložiti i time da su grupne razlike u vremenu čitanja nusprodukt uključivanja sudionika iz ES u veći broj samoregulacijskih aktivnosti koje su se, u kasnijim analizama, pokazale značajnim među grupama. Ovu pretpostavku potvrđuju i uočene značajne umjerene do visoke pozitivne povezanosti između vremena čitanja i učestalosti svih zabilježenih samoregulacijskih (kognitivnih i metakognitivnih) aktivnosti tijekom čitanja s razumijevanjem, uz izuzetak aktivnosti koje se odnose na motivaciju. Također, potencijalno objašnjenje ovih razlika moguće je pronaći i u nekoliko različitih čimbenika čiji bi utjecaj i međudjelovanje trebalo ispitati u budućim istraživanjima. Naime, moguće je da je eksperimentalna manipulacija u vidu metakognitivnih poticaja potencijalno dovela do razlika u pristupu zadacima u smislu detaljnijeg i promišljenijeg čitanja (Bannert, 2009), a koji se učinak zadržao i prilikom neposrednog odgovaranja na pitanja o tekstu što je produžilo vrijeme rješavanja kod sudionika eksperimentalne skupine. S druge strane, sudionici u kontrolnoj skupini su moguće bili skloniji oslanjanju na jednostavnije heuristike ili odgovore na temelju prvih dojmova (Koriat, 2007) što obično zahtjeva kraće vrijeme za rješavanje zadataka. S obzirom na navedeno buduća bi istraživanja trebala biti usmjerena i na istraživanje procesa u podlozi rješavanja provjera

znanja o naučenom te na utvrđivanje potencijalnih razlika u tim procesima u situacijama neposrednih i odgođenih provjera, a što nije bio cilj ovog istraživanja

U odnosu na zadatak čitanja teksta s razumijevanjem, dobiveni rezultati su pokazali da je bilo značajno više kodiranih metakognitivnih i kognitivnih aktivnosti kod sudionika iz ES-a u usporedbi s KS-om što potvrđuje prvu hipotezu istraživanja prema kojoj se očekivalo da će sudionici u uvjetu učenja s poticajima izvještavati o većem broju samoregulacijskih aktivnosti, posebno aktivnosti nadgledanja i evaluacije, od sudionika u uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja. Iako su u obje skupine kao dominantne kognitivne aktivnosti bile zastupljene *Čitanje* i *Dubinsko procesiranje*, dok je kod metakognitivnih aktivnosti dominiralo *Nadgledanje*, pokazalo se da razlika u metakognitivnim aktivnostima primarno proizlazi iz učestalosti primjene SR aktivnosti u potkategorijama *Evaluacija* i *Nadgledanje*, dok je kod kognitivnih aktivnosti ona primarno bila rezultat značajnih razlika u potkategorijama *Čitanje* i *Dubinsko procesiranje*. Ovaj nalaz je u skladu s ranijim istraživanjima koja koriste verbalne protokole za praćenje SRU gdje se često ističe visoka frekvencija kognitivnih aktivnosti (Green i Azevedo, 2007) te je u skladu s prihvaćenom činjenicom da poticaji, posebno oni usmjereni na metakogniciju, učinkovito povećavaju frekvenciju primjene SR strategija (Molenaar i sur., 2010; Wirth, 2009) s obzirom da služe kao aktivatori strategija, podsjećajući učenike kada i kako koristiti strategije, što se manifestira kroz povećan broj verbalizacija u relevantnim kategorijama (Azevedo i sur., 2005; Bannert i Mengelkamp, 2008; Berthold i sur., 2007). Dominacija *Nadgledanja* među metakognitivnim aktivnostima je također očekivana, s obzirom na to da je nadgledanje ključna aktivnosti koja određuje daljnje aktivnosti regulacije tijekom učenja (Zimmerman, 2000). Također, uz nadgledanje, zabilježen je i značajno veći broj evaluacijskih aktivnosti u ES u usporedbi s KS, a što se može obrazložiti i prirodom korištenih poticaja u istraživanju s obzirom da su primjenjeni metakognitivni poticaji bili usmjereni primarno na nadgledanje i evaluaciju koje se smatraju ključnim za praćenje napretka i prilagodbu strategija (Pintrich, 2000). Povećana učestalost *Čitanja* i *Dubinskog procesiranja* u ES, kao kognitivnih aktivnosti, može se tumačiti i kao izravna posljedica pojačane metakognitivne aktivnosti odnosno može ukazati na to da su češća evaluacija i nadgledanje poticali učenike na uključivanje u dublju obradu informacija (Azevedo i Cromley, 2004) što je rezultiralo češćim prekidima u aktivnostima čitanja teksta (zbog čega je povećan broj aktivnosti čitanja teksta) odnosno većim brojem verbalizacija koje su ukazivale na aktivaciju različitih kognitivnih i metakognitivnih strategija. Zaključno, analiza verbaliziranih samoregulacijskih aktivnosti potvrdila je očekivani obrazac, a to je da učenje s metakognitivnim poticajima rezultira uključivanjem u veći broj metakognitivnih aktivnosti, osobito evaluacije i nadgledanja, što ukazuje na učinkovitost primjene metakognitivnih poticaja u poticanju aktivnog nadgledanja i evaluacije vlastitog učenja.

Odsutnost značajnih razlika u kategoriji *Motivacija* i *Ostalo* sugerira da metakognitivni poticaji u ovom istraživanju nisu imali značajan utjecaj na motivacijske aspekte učenja. Premda je motivacija dinamična sastavnica procesa SRU koja ima

poseban značaj u fazi promišljanja, ali se također oblikuje kroz izvedbu i refleksije (Schunk i Zimmerman, 2012), izostanak povećanog broja motivacijskih aktivnosti kao rezultat učenja uz poticaje moguće je objasniti time da ovaj oblik intervencije, koji je primarno bio usmjeren na metakognitivne poticaje i proveden u kontroliranom okruženju, nije bio dostatan za njihovu aktivaciju. Navedeno bi trebalo uzeti u obzir u budućim istraživanjima na način da se, uz postojeće poticaje, uključe i motivacijski oblici poticaja koji se vežu uz određene oblike emocionalne podrške ili procjene samoučinkovitosti. Sukladno tome, izostanak promjena u motivacijskim pokazateljima može se tumačiti kao posljedica specifične usmjerenosti intervencije na kognitivno-regulacijske, a ne motivacijske mehanizme, a ne kao teorijska nedosljednost u odnosu na modele SRU.

Osim podataka o zastupljenosti pojedinih samoregulacijskih aktivnosti tijekom čitanja teksta s razumijevanjem, ovim su se istraživanjem nastojale ispitati i razlike u samoregulacijskim procesnim modelima konstruiranima na temelju verbalnih izjava sudionika ES i KS. Pretpostavka je bila da će kod procesnog modela ES biti vidljiva veća zastupljenost metakognitivnih aktivnosti, bolja integracija nadgledanja u model te jasnija struktura međusobno povezanih kognitivnih i metakognitivnih samoregulacijskih aktivnosti u usporedbi s prikazom procesnog modela kod sudionika KS. Iako su oba modela započela s *Čitanjem* i pokazala visoku zastupljenost *Čitanja*, *Dubinskog procesiranja* i *Nadgledanja*, u modelu ES je, suprotno pretpostavci, uočena slabija integracija metakognitivnih i kognitivnih aktivnosti. Naime, uvidom u odnose među aktivnostima unutar modela uočena je tendencija razdvajanja procesa na dva glavna toka: jedan koji uključuje *Evaluaciju* i *Analizu* (povezan s *Ponavljanjem*) i drugi koji uključuje *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacija* (povezan s *Dubinskim procesiranjem* i *Motivacijom*). S druge strane, model KS pokazao je spontaniju i bolju integriranost svih aktivnosti, s čestim slijedovima koji povezuju *Evaluaciju* s *Motivacijom*, *Analizom* i *Čitanjem*. Ova bolja integracija aktivnosti u KS, gdje poticaji nisu bili prisutni, sugerira spontaniju i fleksibilniju primjenu SR aktivnosti (Azevedo i Cromley, 2004). Navedeno je u skladu i s rezultatima nekih ranijih istraživanja koja su koristila metodu rudarenja procesa za analizu utjecaja poticaja na učenje. Naime, Sonnenberg i Bannert (2019) su pokazali da poticaji mogu dovesti do rigidnijih sekvenci aktivnosti, dok se tijekom učenja bez poticaja razvijaju fleksibilniji i adaptivniji procesi. Interpretacija da *Evaluacija* i *Analiza* u ES-u, s jedne strane, te *Nadgledanje* i *Pretraživanje informacija*, s druge strane, mogu ukazivati na reaktivnu primjenu poticaja, otvara mogućnost da su poticaji potaknuli sudionike da reagiraju na vanjski signal (poticaj) umjesto da proaktivno i spontano integriraju strategije u svoj proces učenja (Molenaar i sur., 2010). Uvidom u procesni model KS-u, gdje su sudionici trebali samostalno inicirati i održavati samoregulaciju, uočena je veća spontanost i interakcija među spomenutim aktivnostima. Razlike u modelima mogu se povezati s problematikom dizajniranja poticaja s obzirom da novija istraživanja naglašavaju da adaptivni metakognitivni poticaji (koji se prilagođavaju potrebama pojedinaca) mogu biti znatno učinkovitiji od fiksnih poticaja u podržavanju SRU (Pape i Thomas, 2025). Zaključno, ova procesna analiza pruža snažan dokaz da sama primjena poticaja, iako može povećati učestalost određenih aktivnosti, ne mora

nužno poboljšati i kvalitetu integracije SR aktivnosti. To naglašava potrebu za daljnjim istraživanjem optimalnog dizajna poticaja koji bi promovirali fleksibilnu i spontanu primjenu strategija, umjesto reaktivne ovisnosti o vanjskoj podršci (Wang, 2021).

S obzirom da primjena metakognitivnih poticaja tijekom učenja može imati učinak na kognitivno opterećenje, analiza kognitivnog opterećenja, mjerena subjektivnim (mentalno opterećenje, mentalni napor) i objektivnim (ukupno kognitivno opterećenje putem dilatacije zjenice) mjerama, razmatrana je kao važan kontekst za razumijevanje učinka metakognitivnih poticaja u ovom istraživanju. Naime, očekivalo se da će sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima iskazivati veću razinu ukupnog kognitivnog opterećenja mjenog putem relativnih promjena u dilataciji zjenica tijekom izvođenja zadatka od sudionika u uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja, kao i da će izvještavati o većim razinama uloženog napora za izvršavanje zadatka od sudionika izloženih uvjetu učenja bez metakognitivnih poticaja. Nadalje, s obzirom da je ranijim predistraživanjima zadatak čitanja teksta s razumijevanjem procijenjen kao umjereno zahtjevan, u procjeni doživljenog (mentalnog) opterećenja nisu se očekivale značajne razlike među sudionicima u oba uvjeta učenja. Rezultati su potvrdili ranije navedene pretpostavke samo u djelu izostanka grupnih razlika u mjerama mentalnog opterećenja, dok značajne razlike između ES i KS u procijenjenim razinama mentalnog napora i u razinama ukupnog kognitivnog opterećenja mjenog dilatacijom zjenica nisu utvrđene. Dakle, sudionici su, neovisno o uvjetu učenja odnosno primjeni poticaja, doživljavali zadatak jednako (umjereno) zahtjevnim i izvještavali o ulaganju relativno mnogo napora što je posebno zanimljivo iz razloga jer učenje uz primjenu metakognitivnih poticaja, postavlja pred pojedinca dodatne kognitivne zahtjeve. U okviru Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller, 2011) dodatne instrukcije ili informacije mogu potencijalno povećati vanjsko opterećenje, osobito ako nisu dobro dizajnirani. Međutim, izostanak razlika u mentalnom naporu sugerira da poticaji nisu bili percipirani kao dodatni zahtjev već su se vjerojatno integrirali u proces čitanja teksta bez stvaranja suvišnog vanjskog opterećenja iako se to često navodi kao potencijalni rizik kod implementacije metakognitivnih intervencija (McCharty i sur., 2018). U prilog tome govori i nedostatak utvrđenih grupnih razlika u razini doživljenog ukupnog kognitivnog opterećenja mjenog objektivnim mjerama. Nadalje, pretpostavka je da se, uz smanjenje vanjskog opterećenja, oslobađa kognitivni kapacitet za intrinzično opterećenje (opterećenje uzrokovano složenošću zadatka) i inherentno opterećenje (opterećenje povezano s konstrukcijom shema znanja) (De Jong i sur., 2010; Sweller i sur., 2019). No, rezultati također upućuju i na mogućnost da poticaji nisu značajno smanjili ni intrinzično opterećenje zadatka, što je u skladu s činjenicom da je intrinzično opterećenje primarno određeno složenošću materijala i prethodnim znanjem (Sweller, 1994) koje je, u ovom slučaju, kod većine sudionika bilo relativno nisko. Dodatno, s obzirom na to da je zadatak u predistraživanjima procijenjen kao umjereno zahtjevan, moguće je da su sudionici već ulagali relativno visoku razinu napora neovisno o uvjetu pa je prostor za daljnje povećanje subjektivno procijenjenog napora bio ograničen. U to je kontekstu moguće obrazložiti izostanak razlika u mentalnom naporu, unatoč prisutnosti dodatnih poticaja. Činjenica da

su obje skupine zadatak doživjele umjereno zahtjevnim i uložile umjerenu razinu napora ukazuje na to da je zadatak bio dovoljno izazovan za aktivaciju samoregulacijskih procesa u obje skupine, što je preduvjet za uspješno istraživanje SRU (Seufert, 2018; Zimmerman, 2002).

Kao što je prethodno navedeno, analiza ukupnog kognitivnog opterećenja, mjerena dilatacijom zjenice (pupilometrija), također nije pokazala značajne razlike između skupina, čak ni uz kontrolu prethodnog znanja. Mjere su bile niske do umjerene, što ukazuje na mali, ali uočljivi kognitivni angažman, a odsutnost razlike u ovoj objektivnoj mjeri dodatno potvrđuje nalaz dobiven subjektivnim mjerama. No, rezultat je u suprotnosti s nekim istraživanjima koja su pokazala da poticaji mogu dovesti do smanjenja kognitivnog opterećenja (Van der Wel i Van Steenbergen, 2018). Međutim, u kontekstu metakognitivnih poticaja, ovaj nalaz može se interpretirati i na način da su poticaji moguće smanjili opterećenje povezano s odlučivanjem o strategiji, ali su istovremeno povećali opterećenje povezano s izvršavanjem strategije (npr. dubinsko procesiranje i evaluacija), što je rezultiralo nultim učinkom na ukupno kognitivno opterećenje (de Bruin i sur., 2020). Drugim riječima, moguće je da su poticaji preusmjerili kognitivne resurse (što je vidljivo i iz razlika u procesnim modelima), ali nisu promijenili ukupnu količinu uloženog i doživljenog napora. Ovaj nalaz je u skladu s Integrativnim modelom samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018, 2020) koji ukazuje na složenu interakciju ova dva konstrukta, sugerirajući da se SR aktivnosti mogu aktivirati samo kada kognitivno opterećenje nije preveliko (Seufert, 2020; Wang 2021). Osim toga, nisko do umjereno opterećenje u obje skupine sugerira da zadatak nije bio previše zahtjevan prilikom čega metakognitivni poticaji možda ne moraju nužno smanjiti opterećenje već ga preusmjeriti na produktivnije procese (inherentno opterećenje), što je u skladu s ciljevima intervencija za poboljšanje SRU (Hadie i sur., 2018).

Premda je prethodno znanje bilo umjereno negativno povezano sa subjektivnim procjenama doživljenog napora (mentalno opterećenje) i zahtjevnosti teksta, taj odnos nije utvrđen za objektivnu mjeru ukupnog kognitivnog opterećenja. Izostanak značajne povezanosti može se objasniti prirodom mjerenja. Naime, objektivna mjera, izračunata kao prosječna razina dilatacije zjenica tijekom cijelog izvođenja zadatka, izjednačuje kratkorajne fluktuacije u opterećenju. Suprotno tome, subjektivne procjene temelje se na retrospektivnoj evaluaciji iskustva učenja i mogu biti osjetljive na percipirane razlike u zahtjevnosti pojedinih dijelova zadatka ili na opći osjećaj sigurnosti u razumijevanje sadržaja (Nelson, 1990; Paas i van Merriënboer, 1993; Sweller, 2011). Na taj način, čak i manje razlike u prethodnom znanju mogu utjecati na subjektivni doživljaj napora, dok ne moraju biti dovoljne velike da se odraze u prosječnim objektivnim mjerama. Ovi rezultati su u skladu s nalazima iz literature o pupilometriji (npr. Mazur i sur., 2016; Mosaly i sur., 2016) koji upućuju na to da pupilometrijske mjere reagiraju na manipulacije objektivne zahtjevnosti, ali ne moraju nužno pratiti subjektivne procjene. Dodatno, s obzirom da je razina prethodnog znanja u uzorku bila općenito niska, raspon individualnih razlika bio je ograničen, što je moglo smanjiti mogućnost detektiranja povezanosti s prosječnom fiziološkom mjerom opterećenja.

Vežano za pretpostavku o boljem postignuću i manjim indeksima pristranosti kod sudionika ES, rezultati nisu u potpunosti povrdili oćekivanja. Metakognitivni poticaji nisu doveli do značajnog povećanja postignuća, ali su smanjili pristranost kod odgođene izvedbe na razini primjene, uz uoćeni trend manje pristranosti kod neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja. Takav obrazac nije potvrđen kod neposredne izvedbe na razini primjene niti kod odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, što upućuje na to da učinak poticaja ovisi o kombinaciji razine ishoda i vremenskog odmaka. Naime, tendencija uspješnije kalibracije sudionika ES u uvjetu neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja od sudionika KS može se protumaćiti kao posljedica primjene metakognitivnih poticaja koji su u znatnoj mjeri bili usmjereni na nadgledanje vlastitog razumijevanja. Ipak, subjektivne procjene u kontekstu neposredne izvedbe u velikoj se mjeri oslanjaju na heuristike poput lakoće dosjećanja i privremene dostupnosti informacija (Dunlosky i Lipko, 2007; Son i Metcalfe, 2000; Thiede i sur., 2003), a što može prikriti stvarne razlike u metakognitivnoj preciznosti. Tome treba pridodati i da izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja predstavlja nižu razinu kognitivne obrade informacija u usporedbi s razinom primjene koja zahtjeva integraciju i transfer znanja, pri čemu su sudionicima dostupniji jasniji pokazatelji vlastite izvedbe (Bannert i sur., 2015; Mayer i Wittrock, 1996, 2006; Pilegard i Mayer, 2015). Takvi zadaci potiču veću upotrebu dubinskih kognitivnih i metakognitivnih strategija (npr. organizacija, samopropitivanje, elaboracija), čime se povećava mogućnost oćitovanja razlika u metakognitivnoj prosudbi (Bannert i sur., 2015; Mayer, 2002, 2009; Pilegard i Mayer, 2015; Wang i sur., 2023). Dodatno, nakon vremenskog odmaka privremena dostupnost informacija sve manje služi kao pouzdana heuristika za procjenu vlastite izvedbe (Dunlosky i Thiede, 2004; Koriat, 2007; Schraw, 2009) što može objasniti zašto su razlike u pristranosti bile izražene upravo kod odgođene primjene. S obzirom na to da su poticaji u znatnoj mjeri bili usmjereni na nadgledanje vlastitog razumijevanja tijekom ućenja, značajno preciznije procjene sigurnosti u toćnost odgovora kod sudionika ES na odgođenoj izvedbi na razini primjene kao kognitivno kompleksnije razine ishoda ućenja nisu neoćekivane (Danilenko, 2010).

Za detaljnije tumaćenje ovih rezultata, važno je spomenuti i da je u ovom istraživanju postignuće na odgođenoj izvedbi na razini primjene bilo pozitivno povežano s neposrednom izvedbom na razini dosjećanja i razumijevanja, dok nije bilo značajno povežano s ostalim mjerama. Navedeno ukazuje na to da su zahtjevi u podlozi ovih vrste zadataka bili sličniji nego kod ostalih primijenjenih provjera znanja. Budući da su razlike u indeksima pristranosti utvrđene upravo na tim vrstama i razinama, moguće je da učinak poticaja nije nastao izolirano na najvišim razini ishoda već je proizašao iz ranijih, suptilnih promjene u kalibraciji na nižim razinama obrade.

Izostanak grupnih razlika u postignuću na svim mjerama izvedbe može se djelomićno objasniti karakteristikama prigodnoga uzorka studenata prijediplomskog studija i samim dizajnom eksperimenta. Naime, studenti u uzorku su već prilikom upisa na fakultet selektirani kao „uspješni ućenici“ s obzirom na svoja postignuća na državnoj maturi te se može pretpostaviti da imaju dobro razvijene strategije ućenja kojima nije potreban konkretan oblik podrške primijenjen u ovom istraživanju. Osim toga, važno je uzeti u

obzir i da su sudionici u KS-u bili izloženi općenitoj tvrdnji da promisle o tekstu koji su dotada pročitali, koja je mogla, unatoč svojoj općenitosti, poslužiti kao instrukcijski poticaj za sudionike iz KS-a, što bi bilo u skladu s nalazima da i generalizirane upute daju podršku SRU-u (Zheng, 2016). Dobiveni rezultati su u skladu s rezultatima istraživanja u kojima učinci poticaja na postignuće nisu utvrđeni (npr. Bažon, 2025; Engelmann i Bannert, 2021; Mäetos i sur., 2016; Reid i sur., 2017), ali i u suprotnosti s rezultatima nekih drugih istraživanja gdje je navedeni učinak potvrđen (npr. Bannert i Mengelkamp, 2013; Bannert i Reimann, 2012; Zhang i sur., 2015). Lan i suradnici (2014) ukazali su na sličan obrazac nekonzistentnosti u rezultatima istraživanja o utjecaju metakognitivne podrške na izvedbu u zadacima čitanja s razumijevanjem u računalno podržanome okruženju, pa se tako izostanak učinka poticaja na izvedbu pokazao i u nekim ranijim radovima (Kramarski i Feldman, 2000; Mendenhall i Johnson, 2010). Stoga je moguće pretpostaviti da različiti oblici poticaja ne moraju nužno biti jednako učinkoviti za sve te bi prilikom istraživanja njihova utjecaja trebalo voditi računa o dobi pojedinaca (Lan i sur., 2014), o ograničenjima radnoga pamćenja uslijed kognitivnoga opterećenja (Chiang i sur., 2010), o razini razvijenosti vještina razumijevanja teksta (Lan i sur., 2014), ali i o pristupu pojedinaca situaciji učenja uz poticaje (Bannert i sur., 2015; Moser i sur., 2017). Također, izostanak očekivanih razlika u izvedbi sudionika ovisno o uvjetu učenja moguće je dodatno elaborirati uočenom dobrom integracijom nadgledanja u proces SRU-a u obama modelima, iako je to postignuto na različite načine. Dobra integracija nadgledanja u skladu je s teorijskim modelom SRU-a (Winne i Perry, 2000) koji smatra metakognitivno nadgledanje ključnim alatom za SRU. Stoga je moguće pretpostaviti da upravo zbog dobre integriranosti nadgledanja u obama modelima, neovisno o načinima integracije, nisu utvrđene značajne razlike u izvedbi.

Utvrđena disocijacija između kvantitativnog postignuća i kvalitete metakognitivne prosudbe na nekim razinama izvedbe sugerira da intervencija djeluje primarno na metakognitivnoj dimenziji učenja, poboljšavajući preciznost procjene vlastite izvedbe u određenim situacijama. Zaključno, iako učinci na kvantitativno postignuće nisu bili značajni, promjene u strateškom pristupu učenju i preciznosti procjena na nekim razinama izvedbe i ishodima ukazuju na potencijal ovakvih intervencija za dugoročno poboljšanje samoregulacijskih sposobnosti učenika, primarno kroz aspekt preciznijih metakognitivnih prosudbi koje djeluju na nadolazeće samoregulacijske procese. Navedeno je na tragu novijih istraživanja o kalibraciji koja sugeriraju da se poboljšanje metakognitivne točnosti može postići kroz ciljanu instrukciju, trening i povratnu informaciju (Pieschl, 2009; Tobler i Kapur, 2023), što je u ovom istraživanju postignuto upravo metakognitivnim poticajima.

Još jedan cilj ovog istraživanja bio je i ispitati načine djelovanja primjene metakognitivnih poticaja na izvedbu, uz pretpostavku medijacijske uloge samoregulacijskih aktivnosti te moderacijskih učinaka mjera kognitivnog opterećenja i interesa za sadržaj na oba puta neizravnih učinaka uvjeta učenja na izvedbu, u skladu s pretpostavkama o integrativnom i dinamičnom odnosu SR i kognitivnog opterećenja (Wang i Lajoie, 2023). Kroz dobivene rezultate nastojalo se dodatno doprinijeti

razumijevanju mehanizama kroz koje metakognitivni poticaji utječu na izvedbu, uz potencijalnu mogućnost pružanja praktičnih smjernica za dizajn obrazovnih intervencija koje ciljaju ne samo na povećanje učestalosti strategija, već i njihovu učinkovitost s obzirom na različite razine interesa i kognitivnog opterećenja. U svrhu dobivanja odgovora na postavljene probleme, provedene su analize traga (engl. *path analysis*) i analize moderiranih medijacijskih modela, što je omogućilo detaljniju procjenu kako i kada samoregulacijske aktivnosti utječu na postignuće učenika.

Rezultati su pokazali da je kognitivna aktivnost dubinskog procesiranja imala značajnu medijacijsku ulogu između uvjeta učenja i neposredne te odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, ali ne i na razini primjene. Sudionici u uvjetu učenja s metakognitivnim poticajima češće su primjenjivali strategije dubinskog procesiranja, što je dovelo do bolje neposredne i odgođene izvedbe na nižim razinama ishoda učenja. Jedno od mogućih objašnjenja ovog rezultata je u tome što zadaci dosjećanja i razumijevanja te zadaci primjene predstavljaju, prema revidiranoj Bloomovoj taksonomiji (Anderson i Krathwohl, 2001), zadatke različitih razina kognitivne složenosti. Naime, razine dosjećanja i razumijevanja pretpostavljaju najniže razine kognitivnih ishoda učenja koje uključuju mogućnost reprodukcije naučenog u izvornom obliku, uočavanje i povezivanje glavnih ideja te opisivanje tijeka događaja ili procesa, dok razina primjene podrazumijeva da se stečeno znanje primjeni na nekim konkretnim životnim primjerima.

Izostanak medijacijskog učinka dubinskog procesiranja na razini primjene ukazuje na to da učestalija primjena strategija uključenih u ovu potkategoriju samoregulacijskih aktivnosti u uvjetima učenja s poticajima nije bila povezana s uspješnijom izvedbom na toj vrsti zadataka. Navedeno može ukazivati na to da je za zadatke na višim razinama ishoda prilikom učenja s metakognitivnim poticajima potrebno dodatno upućivanje na aktivaciju specifičnih složenijih kognitivnih strategija koje bi uključivale dodatnu elaboraciju sadržaja u kontekstu primjene u rješavanju svakodnevnih problemskih situacija kako bi i izvedba na tim zadacima bila uspješnija.

Zanimljiv je i nalaz da površinske strategije koje su bile uključene u potkategoriju *Ponavljanje*, iako su bile pozitivno povezane s izvedbama na razini dosjećanja i razumijevanja, nisu djelovale kao značajan medijator između uvjeta učenja i postignuća na mjeranim razinama i vrstama izvedbe. Ovi rezultati sugeriraju da kvalitativno dublje obrade informacija imaju veću snagu predikcije u usporedbi s ponavljanjem sadržaja, što je u skladu s prethodnim istraživanjima koja naglašavaju važnost dubinskog procesiranja za zadržavanje i razumijevanje informacija (npr. Biggs, 1988; Craik i Lockhart, 1972). Naime, prema Teoriji razina procesiranja (Craik i Lockhart, 1972), dublja semantička obrada informacija stvara trajnije tragove pamćenja, što posebice objašnjava bolje rezultate na odgođenoj mjeri izvedbe uz učenje s poticajima. Moguće je pretpostaviti da su metakognitivni poticaji uspješno preusmjerili učenike s površinskog na dubinsko procesiranje (što se odrazilo i kroz značajno veći broj aktivnosti dubinskog procesiranja) čime je ostvarena bolja neposredna i odgođena izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja, a što je jedan od ključnih ciljeva mnogih obrazovnih intervencija.

Dodatno, analize moderiranih medijacija za dubinsko procesiranje pokazale su značajnu moderacijsku ulogu interesa za sadržaj nakon učenja u slabljenju učinka na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Naime, utvrđeno je kako je visoka razina interesa umanjila utjecaj dubinskog procesiranja na tu razinu izvedbe. Ovaj nalaz sugerira da kod učenika koji su izrazito nezainteresirani ili visoko zainteresirani, uključivanje u strategije dubinskog procesiranja moguće ne doprinosi značajno boljem zadržavanju znanja. Za razliku od toga, kod učenika s relativno niskom ili prosječnom razinom interesa za sadržaj tijekom čitanja dubinsko procesiranje ostaje ključni faktor za postizanje bolje odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja. To je moguće objasniti time da se angažman učenika postepeno pojačava s porastom interesa do prosječne razine što se manifestira kroz spontanije korištenje već ranije usvojenih strategija učenja pa se, kao rezultat toga, smanjuje i neizravni učinak primjene metakognitivnih poticaja tijekom učenja posredstvom uključivanja u aktivnosti dubinskog procesiranja na postizanje boljih rezultata na odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja. Navedeni kondicionalni neizravni učinak kod ostalih vrsta i razina izvedbe nije uočen. Jedno od mogućih objašnjenja tih rezultata je u činjenici da odgođena izvedba znatno ovisi o procesima zadržavanja i integracije informacija čemu značajno doprinosi dubinsko procesiranje, a učenici s relativno niskim ili prosječnim razinama interesa za sadržaj trebaju dodatne poticaje kako bi se uključili u takav oblik procesiranja informacija, što nije slučaj kod učenika koji su izrazito nezainteresirani ili koji imaju izražene više razine interesa od prosjeka. Naime, kod učenika s izrazito niskim interesom poticaji nisu dostatni da potaknu primjenu dubinskih strategija, dok se kod učenika s visokim interesom može pretpostaviti da je potaknuti interes već dovoljan za pojačani angažman bez potrebe za uključivanjem poticaja. Također, izostanak moderacijskog učinka interesa za sadržaj na neizravni učinak između uvjeta učenja i neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom dubinskog procesiranja ukazuje na mogućnost da su u tim odnosima neki drugi procesi (npr. kapacitet radnog pamćenja, površinsko procesiranje informacija i sl.) od veće značajnosti nego interes za sadržaj. Tome u prilog govore i rezultati istraživanja koja su pokazala da je neposredna izvedba u znatnoj mjeri pod utjecajem svježih aktiviranih tragova pamćenja i kratkoročnih procesa obrade informacija (Roediger i Karpicke, 2006) zbog čega je varijabilnost povezana s interesom manje izražena. Drugim riječima, u neposrednoj situaciji provjere znanja zadržavanje informacija još uvijek u velikoj mjeri ovisi o dostupnosti nedavno obrađenog sadržaja, dok razlike povezane s kvalitetom obrade i interesom postaju izraženije tek nakon vremenskog odmaka. Tome u prilog idu i rezultati ovog istraživanja koji su pokazali da se ponavljanje, koje uključuje aktivnosti površinskog procesiranja, pokazalo kao značajan pozitivan prediktor obje vrste izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja.

Zaključno, ovi rezultati upućuju na to da je dubinsko procesiranje ključan mehanizam putem kojeg metakognitivni poticaji djeluju na učenje, ali da se učinkovitost njihove primjene razlikuje ovisno o vremenskoj distanci i razini interesa. Time se potvrđuje da učinak obrazovnih intervencija nije univerzalan, već ovisi o interakciji kognitivnih i

motivacijskih čimbenika, što je u skladu s pretpostavljenim modelima SRU (npr. Winne i Perry, 2000; Zimmerman, 2002).

Metakognitivne aktivnosti nadgledanja i evaluacije također su pokazale značajne neizravne učinke na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Navedeno upućuje na to da te strategije pomažu u konsolidaciji znanja i njegovom zadržavanju kroz vrijeme. Ostale ispitivane metakognitivne aktivnosti, analiza i pretraživanje informacija, također su bile pozitivno povezane s odgođenom izvedbom na razini dosjećanja i razumijevanja, iako bez značajnog medijacijskog učinka između uvjeta učenja i izvedbe. Ovi nalazi podržavaju teorijski okvir SRU (Zimmerman, 2002) u kojem metakognitivne aktivnosti nadgledanja i evaluacije procesa učenja, poboljšavajući zadržavanje i razumijevanje sadržaja, pridonose samoregulaciji.

Specifično za SR aktivnost nadgledanja uočen je značajan kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, i to kod sudionika koji su procjenjivali da su uložili malo mentalnog napora u izvođenje zadatka. S obzirom na to da su metakognitivni poticaji u istraživanju bili izravno usmjereni na poticanje aktivnosti nadgledanja, moguće je da se pristup u primjeni tih aktivnosti razlikovao među sudionicima. Neki su sudionici nadgledanje vjerojatno primjenjivali manje sustavno i više reaktivno, uglavnom kao odgovor na vanjski poticaj, dok su ga drugi primjenjivali svrhovito i integrirano s ostalim samoregulacijskim aktivnostima. Moguće je pretpostaviti da je procjena uloženog napora bila viša kod sudionika koji su nadgledanje koristili reaktivno nego kod onih koji su tu strategiju koristili planirano i sustavno, a što je, uvidom u procesne modele KS i ES, bila češća situacija u uvjetima učenja s metakognitivnim poticajima. Reaktivna primjena nadgledanja moguće je povećala subjektivni doživljaj uloženog napora jer je pojedinac imao osjećaj da "mora" izvršiti određene radnje umjesto da uči na sebi svojstven način. Takav pristup zadatku vjerojatno je povećao vanjsko kognitivno opterećenje uzrokovano dizajnom zadatka i doprinio osjećaju potrebe ulaganja dodatnog napora da se savladaju zahtjevi zadatka (Sweller i sur., 2011; van Merriënboer i de Briun, 2019). Nasuprot tome, sudionici koji su nadgledanje primjenjivali svrhovito, kao integriranu strategiju, moguće su imali jasniju mentalnu strukturu sadržaja, lakše su uočavali odstupanja u razumijevanju i imali bolji uvid u vlastiti napredak, što posljedično može objasniti nižu percipiranu razinu mentalnog napora jer se učenje odvijalo uz manje percipiranih dodatnih zahtjeva, odnosno moglo se protumačiti kao inherentno (učinkovito) opterećenje (Danilenko, 2010; Finley i sur., 2010; Schnaubert i Bodemer, 2017; Smets, 2024). Sustavna primjena nadgledanja vjerojatno je potaknula učinkovitiju obradu informaciju i njihovu bolju konsolidaciju, što se pokazalo važnim za uspješnu odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja (Danilenko, 2010; Nückles i sur., 2008). Zaključno, pokazalo se da je primjena metakognitivnih poticaja tijekom čitanja teksta s razumijevanjem preko nadgledanja korisna onda kada se ta strategija primjenjuje na učinkovit i sustavan način, uz nižu percepciju uloženog napora, a što se odražava u boljim rezultatima na odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja. Navedeno sugerira da se pri planiranju intervencije primjene metakognitivnih poticaja koja bi dovela do bolje odgođene izvedbe na razini

dosjećanja i razumijevanja treba voditi računa o tome da primjena aktivnosti nadgledanja bude kvalitetna, sustavna i svrhovita, a ne da se samo fokusira na povećanje učestalosti primjene te strategije kroz direktno poticanje (de Bruin i van Merriënboer, 2017).

Nadalje, izostanak kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja na druge mjere izvedbe putem nadgledanja pri niskoj razini uloženg mentalnog napora moguće je objasniti specifičnom funkcijom nadgledanja kao metakognitivne aktivnosti u procesu učenja. Naime, nadgledanje najviše doprinosi dugoročnoj konsolidaciji, organizaciji i integraciji informacija što se smatra ključnim za učinkovitu odgođenu izvedbu (Soderstrom i Bjork, 2015; Nückles i sur., 2008). S druge strane, moguće je da kod neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja te kod odgođene i neposredne izvedbe na razini primjene, učinak učenja s poticajima na te vrste izvedbe više ovisi o nekim drugim procesima, kao što su trenutačni kognitivni resursi, kvaliteta mentalnog modela, razina predznanja ili strategije obrade informacija koje nisu nužno potaknute samim nadgledanjem (Winne, 2018). Primjerice, neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja više odražava kratkoročno pamćenje i inicijalnu obradu informacija, na koje nadgledanje vjerojatno ima slabiji i manje neposredan utjecaj, dok izvedbe na razini primjene moguće zahtijevaju više transfera, konceptualne fleksibilnosti i povezivanja informacija, što je u većoj mjeri potaknutoj primjenom nekih drugih složenijih strategija učenja, poput organizacijskih i elaboracijskih strategija (Dunlosky i sur., 2013; Glogger-Frey i sur., 2022). Iako nadgledanje može podržavati ove procese osiguravajući povratnu informaciju o točnosti razumijevanja, ono samo po sebi nije primarni "pokretač" složenog transfera znanja (Cuevas i Fiore, 2006).

Kondicionalni neizravni učinci uvjeta učenja na izvedbu, posredovani evaluacijom, pokazali su specifičan obrazac koji potvrđuje da učinkovitost metakognitivnih intervencija ovisi o vrsti izvedbe, razini ishoda i subjektivno doživljenoj zahtjevnosti zadatka. Naime, iako nemoderirana medijacijska analiza nije pokazala značajan neizravni učinak uvjeta učenja na neposrednu izvedbu na razini primjene, posredovan evaluacijom, kondicionalni neizravni učinak uvjeta ipak se pokazao značajnim kod sudionika koji su procjenjivali karakteristike zadatka kao blago do srednje zahtjevne. Iako su metakognitivni poticaji bili izravno usmjereni na aktiviranje evaluacijskih aktivnosti tijekom učenja, posredujući učinak evaluacije u opisanom modelu nije se pokazao univerzalnim već se manifestirao isključivo u specifičnom rasponu blago povišenog percipiranog mentalnog opterećenja što ukazuje na kompleksnu interakciju između kognitivnih resursa i metakognitivne regulacije. Detaljnije, pokazalo se da se učestalost evaluacijskih aktivnosti između uvjeta učenja najviše razlikuje na prosječnim razinama mentalnog opterećenja gdje je put a najjači, dok put b ostaje stabilan i neovisno o razini moderatora prenosi učinak na navedenu razinu izvedbe. Ovaj obrazac sugerira da evaluacijske aktivnosti doprinose učenju na razini neposredne izvedbe na razini primjene u uvjetima „optimalnog“ izazova odnosno kada zadatak nije doživljen kao previše zahtjevan, ali ni kao pretjerano lagan (Seufert, 2014). Prema Seufert i sur. (2024), samoregulacijske aktivnosti poput evaluacije zahtijevaju slobodne kognitivne kapacitete koji preostaju uz intrinzično opterećenje uzrokovano sadržajem zadatka. S druge strane, izostanak značajne medijacije evaluacije

u uvjetima niske doživljene razine opterećenja može se objasniti kroz Efklidesinu (2011) MASRL teoriju temeljenu na metakognitivnim iskustvima. Naime, niska percipirana zahtjevanost zadatka stvara „osjećaj fluentnosti“ koji pojedincu signalizira da su kognitivni procesi uspješni, čime izostaje „alarm“ za aktivaciju svjesne evaluacije. Dakle, moguće je pretpostaviti da je u tim situacijama izostanak medijacijske uloge evaluacije rezultat toga što sudionici informacije obrađuju automatizirano ili ne prepoznaju potrebu za aktivacijom kontrolnih procesa zbog izostanka kognitivnog nesklada. De Bruin i van Merriënboer (2017) ovdje naglašavaju opasnost od učinka redundancije s obzirom da kod laganih zadataka metakognitivni poticaji mogu postati suvišni ili ometajući jer pojedinac već posjeduje dostatne automatizirane sheme (Sweller i sur., 2011). Samo povećanje učestalosti evaluacijskih aktivnosti u tim uvjetima ne doprinosi uspješnijoj izvedbi jer nema grešaka koje bi sustavna evaluacija trebala ispraviti. Nasuprot tome, u situacijama kada je zadatak percipiran kao visoko zahtjevan, izostanak medijacijske uloge evaluacije može se objasniti „metakognitivnim preopterećenjem“. Ono se odnosi na to da kod pojedinaca evaluacija prestaje biti kvalitetna i svrhovita s obzirom da radno pamćenje nema dovoljno resursa za simultano rješavanje problema i dubinsku analizu vlastitih pogrešaka (de Bruin i sur., 2020). Hoch i suradnici (2023) potvrdili su da pri ekstremnom naporu subjektivna procjena težine prestaje biti informativna za daljnju regulaciju već postaje izvor frustracije. Stoga, kondicionalni učinak kod doživljene blago povišene razine napora predstavlja „zonu“ u kojoj su metakognitivni poticaji najučinkovitiji s obzirom da je tada zahtjevnost zadatka dovoljno visoka da stvara „osjećaj teškoće“ koji, prema Georgiadis i Efklides (2020), služi kao nužan signal za aktivaciju svjesne dodatne obrade informacija. Istovremeno, opterećenje nije toliko visoko da bi onemogućilo tzv. „proaktivnu kontrolu“ (Wang i sur., 2023) koja se odnosi na sposobnost pojedinca da koristi rezultate evaluacije za reorganizaciju svojeg mentalnog modela, što se u ovom istraživanju pokazalo ključnim za izvedbu na razini primjene. Ovi nalazi sugeriraju da je za uspješan transfer važno ne samo potaknuti evaluaciju već osigurati da se ona odvija u uvjetima u kojima kognitivno opterećenje ostavlja prostor za dubinsku obradu povratnih informacije proizašlih iz uočavanja poteškoća u usvajanju sadržaja.

Nadalje, nemoderirana medijacijska analiza pokazala je značajan neizravni učinak uvjeta učenja na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja posredstvom evaluacije, no detaljniji uvid u kondicionalni model otkriva da ovaj učinak primarno proizlazi iz doprinosa onih sudionika koji su zadatak procjenili kao umjereno do izrazito zahtjevnim. Posebno je indikativno utvrđivanje značajnih pozitivnih koeficijenata interakcije na oba ključna puta u modelu (put *a* i put *b*) što ukazuje na to da se aktiviranje evaluacijskih aktivnosti poticajima (put *a*) i doprinos tih aktivnosti odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja (put *b*) pojačavaju upravo kako sudionici doživljavaju zadatak zahtjevnijim. Navedeno može upućivati na to da subjektivno doživljeno opterećenje transformira ulogu evaluacije iz reaktivnog stanja u alat za konsolidaciju znanja. Drugim riječima, kako se subjektivna zahtjevnost zadatka povećava, tako metakognitivni poticaji učinkovitije potiču učenike da evaluiraju vlastito razumijevanje, a evaluacijske aktivnosti istovremeno postaju funkcionalnije za dugoročno zadržavanje i

organizaciju znanja što je relevantno za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Pozitivna interakcija na putu *a* sugerira da subjektivno doživljavanje opterećenja djeluje kao katalizator metakognitivnih poticaja što je u skladu s MASRL modelom (Efklides, 2011) prema kojem „osjećaj teškoće“ služi kao potreban unutarnji signal koji, u interakciji s vanjskim poticajima, dovodi do svjesnog uključivanja u veći broj evaluacijskih aktivnosti. Istovremeno, jačanje odnosa na putu *b* s porastom percipirane zahtjevnosti ukazuje na to da evaluacijske aktivnosti postaju kvalitativno učinkovitije za dugoročno zadržavanje informacija upravo onda kada je učenje otežano. Ovaj se nalaz izravno podudara s konceptom „poželjnih teškoća“ (engl. *desirable difficulties*; Bjork i Bjork, 2011) prema kojem procesi koji zahtijevaju veći napor pri kodiranju, poput stalne provjere i korigiranja razumijevanja, rezultiraju superiornijom dugotrajnijom konsolidacijom (Soderstrom i Bjork, 2015). U uvjetima visoke zahtjevnosti, evaluacija postavlja pred učenike zahtjeve za uključivanje u intenzivno ponovno kodiranje i dubinsku organizaciju informacija, što, prema Nücklesu i suradnicima (2009), stvara trajnije i stabilnije tragove u pamćenju. Zaključno, ovi rezultati sugeriraju da pri višim razinama opterećenja dolazi do pretvorbe kognitivnog napora u inherentno (učinkovito) opterećenje (Wang i sur., 2023), pri čemu evaluacija omogućuje sudionicima da uspješno navigiraju kroz zahtjeve zadatka, osiguravajući da se uključivanje u spomenute aktivnosti očituje u kvalitetnijoj integraciji informacija relevantnoj za odgođeno dosjećanje i razumijevanje.

S druge strane, izostanak značajnih kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja na ostale vrste i razine izvedbe posredstvom evaluacije moguće je objasniti kombinacijom nekoliko čimbenika: prirodom kognitivnih zahtjeva, vremenskim okvirom vrsta izvedbe (neposredna ili odgođena izvedba) te specifičnim zahtjevima pojedinih razina ishoda (dosjećanje i razumijevanje te primjena). Temeljna razlika između neposredne i odgođene izvedbe počiva na distinkciji između radnog i dugoročnog pamćenja. Naime, prema Soderstrom i Bjork (2015), neposredna izvedba često je odraz trenutne dostupnosti informacija u radnom pamćenju, dok odgođena izvedba zahtjeva stabilnu kondoslidaciju i intergaciju tragova u dugoročnom pamćenju. U tom kontekstu metakognitivni poticaji usmjereni na evaluaciju tijekom procesa učenja primarno služe kao mehanizam za trenutno prepoznavanje i korekciju grešaka (Metcalf, 2017). Takva reaktivna korekcija poboljšava kvalitetu obrade informacija u radnom pamćenju, što objašnjava utvrđeni značajni pozitivan učinak primjene poticaja na neposrednu izvedbu na razini primjene u uvjetima prosječno doživljenog kognitivnog opterećenja kroz put *b*. Međutim, kod odgođene izvedbe na razini primjene češća primjena evaluacijskih aktivnosti nije se pokazala dostatnom za bolju izvedbu nakon sedam dana. Kako ističu Glogger-Frey i suradnici (2022), uspješan transfer i primjena znanja nakon vremenske odgode zahtijevaju dublju elaboraciju i restrukturiranje mentalnog modela, procese koje evaluacija podržava, ali ih sama ne generira (Dunlosky i sur., 2013). Istovremeno, izostanak učinka na neposredno dosjećanje i razumijevanje sugerira da su osnovne informacije usvojene tijekom učenja još uvijek aktivne i dostupne u radnom pamćenju bez potrebe za intenzivnom metakognitivnim kontrolom (Bjork i Bjork, 2011). Tek u situacijama

odgođene provjere na razini dosjećanja i razumijevanja, i to kod sudionika koji zadatak doživljavaju zahtjevnim, evaluacija poprima svoju punu funkciju kao pokretač dubinske obrade i konsolidacije informacija (Nückles i sur., 2009).

Ovi rezultati ukazuju na to da evaluacija djeluje kondicionalno, na način da kod neposredne izvedbe na razini primjene poboljšava izvedbu kada su informacije aktivne u radnom pamćenju i kada evaluacijske aktivnosti omogućuju brzo prepoznavanje i korekciju pogrešaka. S druge strane, izostanak kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja kod neposredne izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja može se objasniti time da ova razina izvedbe ne zahtjeva intenzivnu evaluaciju jer informacije još aktivno postoje u radnom pamćenju te nije potrebna njihova stabilnija integracija za dugoročno upamćivanje i reprodukciju kao što je to u situacijama odgođene izvedbe na razini dosjećanja i razumijevanja, i to kod sudionika koji doživljavaju zadatak kao umjereno do izrazito zahtjevan jer tada evaluacija aktivira dublju obradu i konsolidaciju informacija. Ovakav obrazac sugerira da primjena metakognitivnih poticaja usmjerenih na evaluaciju ima najveću vrijednost za neposrednu izvedbu na razini primjene kada se zadatak doživljava blago do umjereno zahtjevnim, kao i kada se zadatak doživljava kao dovoljno zahtjevan da evaluacija potiče dublju obradu i dugoročnu konsolidaciju informaciju, a što je relevantno za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja.

Zanimljivo je spomenuti i da je uočen značajan kondicionalni neizravni učinak uvjeta učenja na izvedbu, posredovan metakognitivnom aktivnošću pretraživanja informacija, samo za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja, i to kod sudionika koji su procjenjivali da su uložili malo mentalnog napora u izvođenje zadatka. Jedno od mogućih objašnjenja leži u temeljnim pretpostavkama Teorije kognitivnog opterećenja (Sweller i sur., 2011) prema kojima visoko ukupno kognitivno opterećenje dovodi do preopterećenosti radnog pamćenja čim se smanjuje kognitivna fleksibilnost potrebna za dubinsku integraciju informacija. U uvjetima visoko doživljenog kognitivnog opterećenja, pretraživanje informacija može postati reaktivna, površinska strategija koja dodatno iscrpljuje resurse umjesto da služi kao potpora konsolidaciji znanja (Paas i sur., 2003) koja se do sada pokazala važnom za odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i razumijevanja. Nasuprot tome, kada je doživljeno opterećenje nisko, metakognitivni poticaji mogu poboljšati izvedbu upravo putem pretraživanja informacija iz razloga jer sudionicima preostaje dovoljno kognitivnog kapaciteta da pretraživanje informacija koriste strateški, povezujući pronađene podatke u koherentne mentalne modele (inherentno opterećenje; Seufert i sur., 2024), što je ključno za odgođenu izvedbu.

Nadalje, uzevši u obzir da se procjene uloženog napora temelje na subjektivnim svjesnim procjenama koje se, za razliku od objektivnih mjera kognitivnog opterećenja, oslanjaju na znakove tijekom učenja (engl. *cue utilization*; Koriat, 1997, 2007), visoka procjena napora u ovom modelu vjerojatno ne odražava produktivni angažman već služi kao znak doživljene teškoće i neuspjeha tijekom suočavanja sa zahtjevima zadatka čitanja s razumijevanjem. Negativan koeficijent interakcije između pretraživanja informacija i procjene uloženog mentalnog napora na odgođenu izvedbu na razini dosjećanja i

razumijevanja (put *b*) upućuje na to da pretraživanje informacija ima manji doprinos kada učenici procjenjuju da su tijekom učenja uložili više mentalnog napora. Navedeno ukazuje na mogućnost da sudionici koji izvještavaju o visokim razinama uloženog napora pretraživanje informacija koriste kao kompenzacijsku strategiju za rješavanje poteškoća s kojima se ne mogu uspješno nositi (Efklides, 2011). U tim situacijama učestalo pretraživanje informacija može ukazivati i na dezorganizirano učenje ili „lutanje“ kroz materijal koje kognitivno dodatno opterećuje sustav, a ne rezultira stabilnim tragovima u pamćenju. Ovaj obrazac sugerira da je pretraživanje informacija strategija koja svoju punu vrijednost za dugoročnu konsolidaciju ostvaruje samo u uvjetima visoke kognitivne učinkovitosti odnosno kada sudionici doživljaju nisku razinu kognitivnog opterećenja uslijed čega mogu koordinirati procese traženja i procese integracije informacija (Paas i van Merriënboer, 2020). Procjena niske razine uloženog napora u tom smislu može se tumačiti kao signal visoke metakognitivne fluentnosti, pri čemu se strategija pretraživanja koristi svrhovito i uz minimalne kognitivne troškove, što se u konačnici očituje u superiornoj odgođenoj izvedbi na razini dosjećanja i razumijevanja.

Vezano za izostanak kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja na druge mjere izvedbe putem pretraživanja informacija pri niskom opterećenju unatoč utvrđenim sve većim razlikama između uvjeta učenja u učestalosti primjene aktivnosti pretraživanja informacija s porastom ukupnog kognitivnog opterećenja, moguće je pretpostaviti da neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja te odgođena i neposredna izvedba na razini primjene više ovise o nekim drugim procesima nego o učestalosti pretraživanja informacija, čak i kada je razina opterećenja niska. Primjerice, neposredna izvedba na razini dosjećanja i razumijevanja ovisi i o nekim drugim čimbenicima kao što su sposobnost upamćivanja i doziva neposredno prezentiranih informacija, a manje je ovisna o kvaliteti obrade informacija čija se važnost ističe kod odgođenih izvedbi (Soderstorm i Bjork, 2015). U tom kratkom vremenskom okviru, kvaliteta dubinske obrade koju bi pretraživanje moglo potaknuti ostaje u drugom planu pred snagom inicijalnog kodiranja informacija (Bjork i Bjork, 2011). S druge strane, izostanak kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja na mjere izvedbe (kako neposredne tako i odgođene) na razini primjene posredstvom pretraživanja informacija moguće je objasniti razlikama između prirode strategija i zahtjeva zadatka. Prema Dunlosky i suradnici (2013), strategije poput pretraživanja ili ponovnog iščitavanja imaju nisku do umjerenu korisnost za razvoj dubinskog razumijevanja jer ne potiču nužno intergraciju informacija. Za uspješnu izvedbu na razini primjene potrebna je aktivacija kompleksnijih kognitivnih procesa, poput elaboracije i organizacije sadržaja, koji omogućuju izgradnju fleksibilnih mentalnih modela (Glogger-Frey i sur., 2022). Iako pretraživanje informacija može osigurati točnost podataka, ono samo po sebi nije primarni pokretač konceptualne fleksibilnosti potrebne za transfer znanja. Ovi nalazi sugeriraju da, čak i u uvjetima niskog opterećenja gdje su resursi dostupni, pretraživanje informacija služi više kao mehanizam provjere nego kao pokretač dubinske kognitivne reorganizacije (Winne, 2018; Seufert i sur., 2024), što objašnjava izostanak mjerljivih učinaka na kompleksnijim razinama ishoda učenja.

Motivacijske aktivnosti nisu imale značajan posrednički učinak između uvjeta učenja i izvedbe, što može upućivati na to da same motivacijske strategije nisu dovoljne za neposredno poboljšanje izvedbi na zadacima koji zahtijevaju specifično znanje ili razumijevanje. Međutim, češća primjena motivacijskih aktivnosti bila je pozitivno povezana s neposrednom izvedbom na razini dosjećanja i razumijevanja, što ukazuje na važnost motivacije za iniciranje i održavanje angažmana tijekom učenja. S obzirom na izostanke značajnih neizravnih i kondicionalnih neizravnih učinaka uvjeta učenja na različite vrste i razine izvedbe, posredstvom motivacije, moguće je zaključiti kako se u ovom istraživanju motivacija nije pokazala kao ključni funkcionalni mehanizam kroz koji uvjet učenja utječe na izvedbu.

Metodološka ograničenja i smjernice za buduća istraživanja

Kao što je to slučaj kod većine laboratorijskih istraživanja, ograničenja ovog istraživanja primarno se odnose na korišteni materijal, uzorak sudionike te metodološke specifičnosti mjerenja procesnih varijabli. Naime, odabrani sadržaj samostalno je kreiran od strane istraživača na temelju pregleda znanstvene i stručne literature te uglavnom obuhvaća područja iz psihologije (biološka psihologija, psihologija učenja i poučavanja). Kroz fokus grupe, kao i na temelju rezultata predistraživanja, kao i glavnog djela istraživanja, vidljivo je da su studenti prijediplomskog i diplomskog studija psihologije taj sadržaj procjenjivali uglavnom relevantnim u kontekstu zanimljivosti, korisnosti i osobne važnosti, dok su sadržaj i strukturu teksta procijenili uglavnom zahtjevnima. Ipak, činjenica da se radi o prigodnom uzorku studenata psihologije postavlja pitanje generalizacije rezultata izvan te populacije. Predznanje i motivacija sudionika za teme iz psihologije vjerojatno su viši nego kod opće populacije pa bi buduća istraživanja trebala obuhvatiti heterogenije uzorke (npr. uzorak studenata drugačijih profila ili uzorak sudionika niže kronološke dobi, kao što su srednjoškolci) kod kojih bi, zbog potencijalno slabije razvijenih samoregulacijskih vještina i manjeg iskustva u čitanju stručnih tekstova, učinci metakognitivnih poticaja mogli biti još izraženiji. U takvim uvjetima potencijalno bi bilo moguće istraživati i jasnije analizirati utjecaj metakognitivnih poticaja na samoregulacijske aktivnosti, kognitivno opterećenje i izvedbu, što je bio glavni cilj ovog istraživanja.

Također, u budućim se istraživanjima preporučuje veća zastupljenost muških sudionika koji bi bili ravnomjerno raspoređeni po skupinama. Značajno metodološko ograničenje predstavlja i veličina uzorka koja je u kombinaciji s kompleksnošću istraživačkog nacrta uvjetovala provođenje niza zasebnih medijacijskih i moderacijskih analiza. Veći uzorak vjerojatno bi omogućio primijenu naprednijih statističkih metoda pri čemu bi se relevantni putevi mogli simultano ispitivati unutar jedinstvenog teorijskog modela. Takav pristup bi pružio precizniji uvid u kompleksne interakcije između poticaja, višestrukih samoregulacijskih aktivnosti, kognitivnog opterećenja i interesa za sadržaj na različitim razinama izvedbe te potencijalno otkrio supresorske učinke koji u zasebnim analizama možda nisu bili uočljivi.

Iako godina studija nije bila uključena kao analitički čimbenik, raspodjela sudionika po godinama nije bila u potpunosti uravnotežena između skupina. Budući da se studenti različitih godina mogu razlikovati u prethodnom znanju i razvijenosti samoregulacijskih vještina, nije moguće u potpunosti isključiti potencijalni utjecaj te varijable. Međutim, s obzirom na izostanak značajnih početnih razlika između skupina te niske do umjerene veličine dobivenih učinaka, malo je vjerojatno da raspodjela po godini studija u značajnoj mjeri objašnjava dobivene rezultate. U budućim istraživanjima preporučuje se uravnoteženija raspodjela sudionika ili statistička kontrola te varijable.

Osim toga, potrebno je dodatno istraživanje koje bi također razmotrilo autentičan kontekst učenja kako bi se istražili učinci učenja u realnim situacijama, posebice iz razloga što, zbog potrebe snimanja pokreta očiju, nisu mogle biti primijenjene neke strategije učenja, osobito one organizacijske (npr. crtanje shema, skica i sl.). Važno je napomenuti da način na koji učenici organiziraju svoje znanje utječe na to kako uče i primjenjuju ono što znaju (Ambrose i sur., 2010) pa je stoga preporuka da se u budućim istraživanjima omogući i primjena organizacijskih strategija te da se analizira način kada i na koji način se one primjenjuju. Trebalo bi se također razmotriti i uključivanje poticaja koju pomažu u organizacijskom strukturiranju novih informacija s obzirom da su istraživanja pokazala da učenici učinkovitije uče kada im se pruži organizacijska struktura nego kada im se prepušta da sami izvode konceptualnu strukturu (Ausubel, 1960, 1978; Bower i sur., 1969; Kirschner i sur., 2006).

Drugo pitanje ekološke valjanosti odnosi se na vrijeme provedeno na zadatku s obzirom da je u ovom istraživanju ono bilo ograničeno na jedan sat. Buduća istraživanja trebala bi također razmotriti i druge sadržajne domene, različite kontekste učenja i višestruke situacije učenja s obzirom na vremenski okvir koji se koristi za provjeru uspješnosti učenja. Time bi bilo još smislenije, osim neposrednih provjera znanja, provoditi i provjere nakon dužih vremenskih razdoblja (npr. nakon nekoliko tjedana od posljednje situacije učenja).

Pri interpretaciji rezultata na razinama primjene treba biti oprezan s obzirom na nižu razinu slaganja od preporučene u okviru zadataka otvorenog tipa (Stemler, 2004). Kako bi se donijeli ispravniji zaključci, važno je u budućim istraživanjima unaprijediti stupanj slaganja među procjenjivačima, osobito kada se znanje mjeri odgođeno. Naime, moguće je da s odmakom vremena i sudionici postaju sve više heterogeniji u svojim odgovorima pa je potrebno još preciznije definirati kriterije za vrednovanje odgovora te provesti intenzivnije uvježbavanje procjenjivača s fokusom na usklađivanje kriterije za vrednovanje kroz tzv. kalibracijske susrete u kojima zajedno procjenjuju odabrane primjere i raspravljaju o uočenim razlikama u procjenjivanju kako bi se time povećala dosljednost procjena (Brookhart, 2013; Jonsson i Svingby, 2007; Moskal i Leydnes, 2000). Također, niske razine pouzdanosti na mjerama znanja, osobito na razini primjene pri odgođenoj provjeri, mogu ukazivati na potrebu za proširenjem skala dodatnim česticama kako bi se povećala konzistentnost mjerenja. Samim time razlike na razini primjene u indeksima pristranosti među skupinama treba oprezno interpretirati zbog

problema s pouzdanošću navedene skale, osobito u drugom mjerenju. Također, s obzirom na razlike u kompleksnosti razina ishoda učenja, postavlja se pitanje bi li kombinacija metakognitivnih poticaja s nekim drugim, više konkretno usmjeravajućim poticajima na razini elaboracije (npr. Kako biste to povezali s vašim osobnim iskustvom?) dovela do drugačijih rezultata, osobito na razini primjene.

Kod ispitivanja kondicionalnih neizravnih učinaka, sukladno literaturi, bilo bi korisno ispitati i potencijalne učinke moderatorske varijable samoučinkovitosti, osobito kod primjene u realnim životnim situacijama. Vjerojatno je da bi u takvim situacijama bile više izražene samoregulacijske aktivnosti planiranja, koje su, s obzirom na eksperimentalni nacrt istraživanja, u ovom istraživanju bile slabije zastupljene, primarno kroz aspekt analize, ali ne i postavljanja ciljeva.

S obzirom na dizajn provedenog istraživanja, važno je spomenuti da su se procjene kognitivnog opterećenja provodile retrogradno odnosno nakon kraja provedbe eksperimenta kako bi se izbjeglo potencijalno dodatno kognitivno opterećenje tijekom izvede zadatka. Potencijalni redoslijed i vrijeme primjene tih tvrdnji moglo je također utjecati na dobivene rezultate (Schmeck i sur., 2015) te bi se trebalo razmisliti o tome da se mjere procjene opterećenja primjenjuju neposredno nakon zadavanja poticaja te da se, ukoliko je više takvih mjerenja, analiziraju njihove razlike na razini sudionika kroz različite točke mjerenja. Također, bilo bi korisno, za preciznije tumačenje rezultata, ispitati i sam pristup odnosno procjenu učinkovitosti primjene poticaja za vrijeme te nakon učenja.

Uz navedena ograničenja, nužno je spomenuti i potrebu detaljnije analize učinaka primjene metode glasnog mišljenja jer je i ovo istraživanje pokazalo da još uvijek nije u potpunosti jasno što se može potaknuti primjenom protokola glasnog mišljenja. Iako se, sukladno prethodnim rezultatima, nastojalo potaknuti verbalizacije druge kategorije (Ericsson i Simon, 1993) za koje se pretpostavlja da ne dovode do reaktivnog efekta jer ne zahtijevaju objašnjavanje i opisivanje procesa mišljenja (Fox i sur., 2011), još uvijek nije u potpunosti jasno potiče li se na ovaj način neki oblik samonadgledanja koji moguće umanjuje učinak primjene metakognitivnih poticaja jer u podlozi imaju slične mehanizme djelovanja, a što se osobito ističe kod pojedinaca čije su samoregulacijske vještine relativno dobro razvijene kao što je bio slučaj s uzorkom sudionika ovog istraživanja. Zimmerman i Schunk (2008) pretpostavili su da se metoda glasnog mišljenja može promatrati kao vrsta alata za samoregulaciju koja potiče proaktivno učenje odnosno različite samoregulacijske procese kao što su planiranje, nadgledanje, evaluacija i regulacija učenja. Dokazano je da čista artikulacija verbalnih poticaja ima podržavajuću ulogu u nošenju s kognitivno zahtjevnim zadacima, osobito kod djece i starijih odraslih osoba (Kray i sur., 2004) te da osobni govor unaprjeđuje izvedbu predškolske djece (Winsler i sur., 2007). Osim toga, neka su istraživanja (npr. Bannert, 2003; Bannert i Mengelkamp, 2008; Seufert, 2003; Seufert i Brünken, 2006; Seufert i sur., 2007) ukazala na jasnu povezanost treće kategorije verbalizacija, potaknutih refleksija, s metakognicijom te da samo govorenje na glas može inicirati različite razina

samoopažanja i samokontrole koje su povezane i s izvršnim kontrolnim funkcijama (Kray i sur., 2004; Winsler, 2009), ali i s evaluacijskim procesima koji mogu dovesti do samoregulacijskih promjena u analizi zadatka kroz formuliranje novih ciljeva, prilagodbu zadatka i korištenih strategija ili definiranje novih koraka tijekom učenja u svrhu postizanja očekivane razine izvedbe. Na temelju rezultata ovog istraživanja, posebice kroz usporedbu procesnih modela ES i KS koje su obje primjenjivale metodu glasnog mišljenja, razvidno je da je primjena metakognitivnih poticaja, osim što je dodatno produljila vrijeme rada na zadatku, kao i vrijeme rješavanja neposredne provjere znanja, povećala učestalost pojedinih verbalizacija koje ukazuju na kognitivne i metakognitivne samoregulacijske aktivnosti te se način integracije pojedinih samoregulacijskih aktivnosti u dvama modelima (učenje s i bez poticaja) razlikovao. No, usprkos tome, nadgledanje je bio dobro integrirano u oba modela što potencijalno potvrđuje nalaze istraživanja koji ukazuju na to da bi primjena metode glasnog mišljenja mogla biti svojevrsni neizravni poticaj za samoregulacijske aktivnosti, osobito vezano za procese nadgledanja.

Nadalje, strategije učenja iz teksta odnose se na različite aktivnosti koje učenici primjenjuju tijekom obrade informacija iz teksta (tj. odabir, organiziranje, sažimanje i zadržavanje informacija; Weinstein i Mayer, 1986), a jedan od načina njihove kategorizacije, osim podjele na kognitivne i metakognitivne strategije, je i prema njihovoj uočljivosti razlikujući očite (tj. tragovi učenja ili lako uočljive tehnike bilježenja iz teksta, npr. označavanje ili sažimanje) i neočite strategije (tj. mentalne tehnike učenja koje se ne mogu izravno promatrati, npr. praćenje i parafraziranje). Dok mjere tragova omogućuju uvid u očite strategije učenika, samoizvješćivanje pa tako i protokoli glasnog mišljenja omogućuju istraživanje i očitih i neočitih primijenjenih strategija učenika (Merchie i Van Keer, 2014). Općenito se smatra da je putem protokola teže "uhvatiti" metakognitivne aktivnosti (Bannert i Mengelkamp, 2008) budući da te strategije često djeluju na automatiziranoj i nesvjesnoj razini (Veenman, 2005) pa se pretpostavlja da pojedinci ne verbaliziraju spontano i eksplicitno svoje metakognitivno ponašanje što može dovesti do podcjenjivanja primjene metakognitivnih strategija uz primjenu protokola. Moguće je i da instrument za kodiranje protokola glasnog mišljenja korišten u ovom istraživanju nije bio dovoljno osjetljiv da adekvatno uhvati metakognitivne strategije koje su se realno odvile.

Buduća istraživanja trebala bi konceptualizirati metakognitivne strategije, ali i sve preostale samoregulacijske aktivnosti, preciznije kako bi se optimizirala njihova procjena. Stoga je preporuka da se, posebice kod bilježenja i mapiranja uporabe metakognitivnih strategija, ukoliko je moguće kombiniraju različite tehnike kako bi se stekao objektivniji i potpuniji uvid u uporabu strategija kod pojedinaca (Schellings, 2011; Veenman, 2005).

ZAKLJUČAK

Provedeno istraživanje pruža teorijski utemeljen uvid u složene odnose između samoregulacijskih aktivnosti, kognitivnog opterećenja, interesa za sadržaj i postignuća

učenika u zadacima čitanja s razumijevanjem, kao i u učinke primjene metakognitivnih poticaja u takvim zadacima. Rezultati ukazuju na to da metakognitivni poticaji ne djeluju linearno niti univerzalno na sve ishode učenja, već njihov učinak ovisi o vrsti i razini ishoda, vremenskoj dimenziji izvedbe, subjektivnom doživljaju zahtjevnosti zadatka te kvaliteti i načinu primjene samoregulacijskih aktivnosti, što je u skladu s dinamičkim i kontekstualnim pristupima SRU (Efklides, 2011; Winne i Hadwin, 2008; Zimmerman, 2000).

Iako metakognitivni poticaji nisu doveli do izravnog povećanja kvantitativnog postignuća, pokazali su se učinkovitima u poticanju češće primjene metakognitivnih i kognitivnih strategija, primarno nadgledanja, evaluacije i dubinskog procesiranja. Time su pridonijeli promjenama u načinu učenja, većem angažmanu u procesu učenja te djelomičnom poboljšanju metakognitivne točnosti, što se osobito očitivalo u smanjenju pristranosti procjena na razini odgođene primjene. Ovi nalazi potvrđuju pretpostavku da je jedan od ključnih doprinosa metakognitivnih intervencija upravo u unaprjeđenju kvalitete samoregulacije i preciznosti metakognitivnih prosudbi (Bannert i Mengelkamp, 2008; Dunlosky i Metcalfe, 2009; Panadero, 2017), a ne nužno u neposrednom rezultatu na provjerama znanja.

Analize medijacijskih i moderiranih medijacijskih modela dodatno su pokazale da različite samoregulacijske aktivnosti imaju različite funkcije ovisno o kontekstu. Dubinsko procesiranje pokazalo se ključnim mehanizmom za uspješnost na razinama dosjećanja i razumijevanja, uz utvrđenu ovisnost o razinama doživljenog interesa za sadržaj tijekom rada na zadatku, dok su metakognitivne aktivnosti nadgledanja i evaluacije imale posebnu važnost za odgođenu izvedbu, osobito u uvjetima nižeg ili umjerenog subjektivnog opterećenja. Ovi nalazi podupiru suvremene dinamičke modele SRU (Efklides, 2011, Sweller i sur., 2019) koji naglašavaju da učinkovitost strategija ovisi o interakciji između učenika, zadatka i kontekstualnih uvjeta, uključujući kognitivno opterećenje i interes (Seufert, 2018; Wang i Lajoie, 2023).

Važan doprinos istraživanja proizlazi i iz procesne analize, koja je pokazala da povećana učestalost samoregulacijskih aktivnosti ne mora nužno značiti i njihovu bolju integraciju. Nalazi upućuju na mogućnost da fiksni metakognitivni poticaji potiču reaktivniju i donekle rigidniju primjenu strategija, dok učenje bez poticaja može rezultirati spontanijim i fleksibilnijim samoregulacijskim obrascima. Time se dodatno naglašava važnost dizajna poticaja koji ne samo da aktiviraju strategije, već potiču njihovu smisleno integriranu i adaptivnu primjenu, a što je u skladu konceptom adaptivne samoregulacije (Azevedo i sur., 2010; Winne, 2018).

U cjelini, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da metakognitivni poticaji predstavljaju vrijedan alat za podršku SRU, ali i da njihova učinkovitost ovisi o načinu implementacije, karakteristikama učenika i zahtjevima zadatka. Nalazi doprinose boljem razumijevanju mehanizama kroz koje metakognitivne intervencije djeluju te pružaju empirijsku osnovu za daljnji razvoj teorijski utemeljenih i pedagoški smislenih

obrazovnih intervencija usmjerenih na dugoročni razvoj samoregulacijskih kompetencija učenika.

LITERATURA

- Abdrabou, Y., Shams, A., Mantawy, M. O., Ahmad Khan, A., Khamis, M., Alt, F. i Abdelrahman, Y. (2021). Gazemeter: Exploring the usage of gaze behaviour to enhance password assessments. U: *ACM Symposium on eye tracking research and applications* (str. 1-12). <https://doi.org/10.1145/3448017.345738>
- Ackerman, R. i Beller, Y. (2017). Shared and distinct cue utilization for metacognitive judgements during reasoning and memorisation. *Thinking & Reasoning*, 23(4), 376–408. <https://doi.org/10.1080/13546783.2017.1328373>
- Ackerman, R. i Leiser, D. (2014). The effect of concrete supplements on metacognitive regulation during learning and open-book test taking. *British Journal of Educational Psychology*, 84(2), 329–348. <https://doi.org/10.1111/bjep.12021>
- Ackerman, R. i Thompson, V. A. (2017). Meta-reasoning: Monitoring and control of thinking and reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(8), 607–617. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.004>
- Ahern, S. i Beatty, J. (1979). Pupillary responses during information processing vary with Scholastic Aptitude Test scores. *Science*, 205(4412), 1289–1292. <https://doi.org/10.1126/science.472746>
- Akbulut, Y., Saykılı, A., Öztürk, A. i Bozkurt, A. (2023). What if it's all an illusion? To what extent can we rely on self-reported data in open, online, and distance education systems?. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 24(3), 1–17. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v24i3.7321>
- Alexander, P. A. i Jetton, T. L. (2000). Learning from text: A multidimensional and developmental perspective. U: M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson, i R. Barr (Ur.), *Handbook of reading research* (str. 285–310). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- AlQaheri, H. i Panda, M. (2022). An education process mining framework: Unveiling meaningful information for understanding students' learning behavior and improving teaching quality. *Information*, 13(1), 29. <https://doi.org/10.3390/info13010029>
- Alter, A. L., Oppenheimer, D. M., Epley, N. i Eyre, R. N. (2007). Overcoming intuition: Metacognitive difficulty activates analytic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 569–576. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.569>
- Altman, D. G. (1991). *Practical statistics for medical research*. Chapman & Hall.

- Ambrose, S.A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C. i Norman, M. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*. Jossey-Bass.
- Andersen, S., Frenø, M. i Sørensen, M. (2020). The effects of intermittent tutoring on cognitive load in distributed virtual reality simulation training of temporal bone surgery. *MedEdPublish*, 9, 1–6. <https://doi.org/10.15694/mep.2020.000051.1>
- Anderson, I. (2016). Identifying different learning styles to enhance the learning experience. *Nursing Standard*, 31(7). <https://doi.org/10.7748/ns.2016.e10407>
- Anderson, L. W. i Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. Addison Wesley Longman, Inc.
- Anmarkrud, Ø., Andresen, A. i Bråten, I. (2019). Cognitive load and working memory in multimedia learning: Conceptual and measurement issues. *Educational Psychologist*, 54(2), 61–83. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1554484>
- Artino Jr, A. R. i Stephens, J. M. (2009). Academic motivation and self-regulation: A comparative analysis of undergraduate and graduate students learning online. *The Internet and Higher Education*, 12(3–4), 146–151. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2009.02.001>
- Atkinson, R. C. i Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. U: K. W. Spence i J. T. Spence, *The psychology of learning and motivation: II*. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267–272. <https://doi.org/10.1037/h0046669>
- Ausubel, D. P. (1978). In defense of advance organizers: A reply to the critics. *Review of Educational Research*, 48(2), 251–257. <https://doi.org/10.2307/1170083>
- Ayres, P. (2018). Subjective measures of cognitive load: What can they reliably measure? U: R. Z. Zheng (Ur.), *Cognitive load measurement and application: A theoretical framework for meaningful research and practice* (str. 9–28). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315296258-2>
- Ayres, P. i Sweller, J. (2014). The split-attention principle in multimedia learning. U: R. E. Mayer (Ur.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (str. 206–226). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.011>
- Azevedo, R. (2009). Theoretical, conceptual, methodological, and instructional issues in research on metacognition and self-regulated learning: A discussion. *Metacognition and Learning*, 4(1), 87–95. <https://doi.org/10.1007/s11409-009-9035-7>
- Azevedo, R. (2014). Issues in dealing with sequential and temporal characteristics of self-and socially-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 9(2), 217–228. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9123-1>
- Azevedo, R. i Cromley, J. G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia?. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523–535. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.523>
- Azevedo, R i Feyta-Behnagh, R. (2011). Dysregulated learning with advanced learning technologies. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 7(2), 9–18.
- Azevedo, R. i Gašević, D. (2019). Analyzing multimodal multichannel data about self-regulated learning with advanced learning technologies: Issues and

- challenges. *Computers in Human Behavior*, 96, 207–210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.025>
- Azevedo, R. i Hadwin, A. F. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition—Implications for the design of computer-based scaffolds. *Instructional science*, 33(5/6), 367–379.
- Azevedo, R., Cromley, J. G., Winters, F. I., Moos, D. C. i Greene, J. A. (2005). Adaptive human scaffolding facilitates adolescents' self-regulated learning with hypermedia. *Instructional Science*, 33(5-6), 381–412. <https://doi.org/10.1007/s11251-005-1273-8>
- Azevedo, R., Bouchet, F., Duffy, M., Harley, J., Taub, M., Trevors, G., Cloude, E., Dever, D., Weidbusch, M., Wortha, F. i Cerezo, R. (2022). Lessons learned and future directions of MetaTutor: Leveraging multichannel data to scaffold self-regulated learning with an intelligent tutoring system. *Frontiers in Psychology*, 13, 813632. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.813632>
- Azevedo, R., Cromley, J. G., Moos, D. C., Greene, J. A. i Winters, F. I. (2011). Adaptive content and process scaffolding: A key to facilitating students' self-regulated learning with hypermedia. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53(1), 106.
- Azevedo, R., Moos, D., Johnson, A. i Chauncey, A. (2010). Measuring Cognitive and Metacognitive Regulatory Processes during Hypermedia Learning: Issues and Challenges. *Educational Psychologist*, 45, 210–223. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.515934>
- Azevedo, R., Taub, M. i Mudrick, N. (2015). Technologies supporting self-regulated learning. *The SAGE Encyclopedia of Educational Technology*, 731–734.
- Baars, M., Vink, S., van Gog, T., de Bruin, A. i Paas, F. (2014). Effects of training self-assessment and using assessment standards on retrospective and prospective monitoring of problem solving. *Learning and Instruction*, 33, 92–107. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.04.004>
- Baars, M., Wijnia, L., de Bruin, A. i Paas, F. (2020). The relation between students' effort and monitoring judgments during learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(4), 979–1002. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09569-3>
- Baars, M., Wijnia, L. i Paas, F. (2017). The association between motivation, affect, and self-regulated learning when solving problems. *Frontiers in Psychology*, 8, 1346. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01346>
- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Balashov, E., Pasichnyk, I. i Kalamazh, R. (2018). Self-monitoring and self-regulation of university students in text comprehension. *Psycholinguistics*, 24(1), 47–62. <https://doi.org/10.31470/2309-1797-2018-24-1-47-62>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Bandura (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 5(2), 248–287. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90022-L)
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

- Bannert, M. (2006). Effects of reflection prompts when learning with hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 35(4), 359–375. <https://doi.org/10.2190/94V6-R58H-3367-G388>
- Bannert, M. (2007). *Metakognition beim lernen mit hypermedien*. Waxmann Verlag.
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 139–145. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.139>
- Bannert, M. i Mengelkamp, C. (2008). Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning? *Metacognition and Learning*, 3(1), 39–58. <https://doi.org/10.1007/s11409-007-9009-6>
- Bannert, M. i Mengelkamp, C. (2013). Scaffolding hypermedia learning through metacognitive prompts. U: R. Azevedo i V. Aleven (Ur.), *International handbook of metacognition and learning technologies* (str. 171–186). Springer New York.
- Bannert, M. i Reimann, P. (2012). Supporting self-regulated hypermedia learning through prompts. *Instructional Science*, 40, 193–211. <https://doi.org/10.1007/s11251-011-9167-4>
- Bannert, M., Reimann, P. i Sonnenberg, C. (2014). Process mining techniques for analysing patterns and strategies in students' self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 9, 161–185. <https://doi.org/10.1007/s11409-013-9107-6>
- Bannert, M., Sonnenberg, C., Mengelkamp, C. i Pieger, E. (2015). Short-and long-term effects of students' self-directed metacognitive prompts on navigation behavior and learning performance. *Computers in Human Behavior*, 52, 293–306. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.038>
- Barnard, L., Paton, V. i Lan, W. (2008). Online self-regulatory learning behaviors as a mediator in the relationship between online course perceptions with achievement. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 9(2), 1–11. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v9i2.516>
- Bažon, M. (2025). Primjena metakognitivnih poticaja kod zadatka čitanja s razumijevanjem – prikaz procesnih modela samoregulacijskih aktivnosti. *Psihologijske teme*, 34(3), 753–780. <https://doi.org/10.31820/pt.34.3.5>
- Beatty, J. i Lucero-Wagoner, B. (2000). The pupillary system. U: J. T. Cacioppo, L. G. Tassinari i G. G. Berntson (Ur.), *Handbook of psychophysiology* (str. 142–162). Cambridge University Press.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Olsen, M. W. i Leary, H. (2015). A pilot meta-analysis of computer-based scaffolding in STEM education. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 183–197.
- Ben-Eliyahu, A. i Bernacki, M. L. (2015). Addressing complexities in self-regulated learning: A focus on contextual factors, contingencies, and dynamic relations. *Metacognition and Learning*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11409-015-9134-6>
- Berger, R. i Hänze, M. (2015). Impact of expert teaching quality on novice academic performance in the jigsaw cooperative learning method. *International Journal of Science Education*, 37(2), 294–320. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.985757>

- Berner E. S. i Graber M. L. (2008). Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine. *The American Journal of Medicine*, 121(5), S2–S23. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2008.01.001>.
- Berthold, K., Nückles, M. i Renkl, A. (2007). Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 17(5), 564–577. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.007>
- Biggs, J. B. (1988). Assessing student approaches to learning. *Australian Psychologist*, 23(2), 197–206. <https://doi.org/10.1080/00050068808255604>
- Bjork, E. L. i Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. U: M. A. Gernsbacher, R. W. Pew, L. M. Hough i J. R. Pomerantz (Ur.), *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society* (str. 56–64). Worth Publishers.
- Boekaerts, M. (2011). Emotions, emotion regulation, and self-regulation of learning. In B. J. Zimmerman i D. H. Schunk (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 408–425). Routledge.
- Boekaerts, M., Zeidner, M. i Pintrich, P. R. (2000). *Handbook of Self-Regulation*. Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50030-5>
- Bogarín, A., Cerezo, R. i Romero, C. (2018). A survey on educational process mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 8(1), e1230. <https://doi.org/10.1002/widm.1230>
- Bower, G. H., Clark, M. C., Lesgold, A. M. i Winzenz, D. (1969). Hierarchical retrieval schemes in recall of categorized word lists. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 8(3), 323–343. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(69\)80124-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(69)80124-6)
- Bretz, S. L. i McClary, L. (2014). Students' understandings of acid strength: How meaningful is reliability when measuring alternative conceptions, *Journal of Chemical Education*, 91(1), 1–8. <https://doi.org/10.1021/ed4000373>
- Briggs, S. R. i Cheek, J. M. (1986). The role of factor analysis in the development and evaluation of personality scales. *Journal of Personality*, 54(1), 106–148. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1986.tb00391.x>
- Broadbent, J. i Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.04.007>
- Brookhart, S. M. (2017). The use of teacher judgement for summative assessment in the USA. U: Klenovski, V. (Ur.). *International teacher judgement practices* (str. 79–100). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315651088>
- Brünken, R., Plass, J. L., & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53–61. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_7
- Brünken, R., Seufert, T. i Paas, F. (2010). Measuring cognitive load. U: J. L. Plass, R. Morena i R. Brünken (Ur.), *Cognitive load theory* (str. 181–202). Cambridge University Press.
- Buijs, J. C., Van Dongen, B. F. i Van Der Aalst, W. M. (2012). On the role of fitness, precision, generalization and simplicity in process discovery. U: *OTM Confederated*

- International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"* (str. 305–322). Springer Berlin Heidelberg.
- Bukumirić, Z., Stanislavljević, D., Milić, N., Ćirković, A., Milin-Lazović, J., Savić, M., Rajović, N., Ćorac, A., Jović, J., Ilić, A., Pajčin, M., Mugoša, S., Nedović Vuković, M., Bajić, B., Sladojević, I., Mašić, S., Spaić, D. i Bokonjić, D. (2024). Assessing psychometric properties of the Serbian version of the Metacognitive Awareness Inventory (MAI). *Srpski medicinski časopis Lekarske komore*, 5(4). <https://doi.org/10.5937/smcl5-55246>
- Butler, D. L. i Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245–281. <https://doi.org/10.2307/1170684>
- Camp, G., Paas, F., Rikers, R. i Van Merriënboer, J. (2001). Dynamic problem selection in air traffic control training: A comparison between performance, mental effort and mental efficiency. *Computers in Human Behavior*, 17(5–6), 575–595. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(01\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(01)00028-0).
- Carpenter, S. K., Endres, T., & Hui, L. (2020). Students' use of retrieval in self-regulated learning: Implications for monitoring and regulating effortful learning experiences. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1029–1054. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09562-w>
- Carver, C. S. i Scheier, M. F. (1998). *On the self-regulation of behavior*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174794>
- Camacho-Morles, J., Slemp, G. R., Pekrun, R., Loderer, K., Hou, H. i Oades, L. G. (2021). Activity achievement emotions and academic performance: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33, 1051–1095. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09585-3>
- Çebi, A. i Güyer, T. (2020). Students' interaction patterns in different online learning activities and their relationship with motivation, self-regulated learning strategy and learning performance. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3975–3993. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10151-1>
- Cerezo, R., Bogarín, A., Esteban, M. i Romero, C. (2020). Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1), 74–88. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09225-y>
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I. i Abdullah, J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: a review. *Frontiers in Psychology*, 9, 401. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00401>
- Chang, L. C., Lin, H. R. I Lin, J. W. Learning motivation, outcomes, and anxiety in programming courses - A computational thinking-centered method. *Education and Information Technologies*, 29, 545–569. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12313-3>
- Chen, C. M. i Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers & Education*, 80, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.015>
- Chen, F., Zhou, J., Wang, Y., Yu, K., Arshad, S. Z., Khawaji, A. i Conway, D. (2016). *Robust multimodal cognitive load measurement* (str. 13–32). Springer.

- Chevrier, M., Muis, K. R. i Di Leo, I. (2020). Calibration to task complexity: The role of epistemic cognition. *Journal of Experimental Education*, 88(1), 1–26.
<https://doi.org/10.1080/00220973.2019.1584740>.
- Chi, M. T. (1997). Quantifying qualitative analyses of verbal data: A practical guide. *The Journal of the Learning Sciences*, 6(3), 271–315.
https://doi.org/10.1207/s15327809jls0603_1
- Chiang, E. S., Therriault, D. J. i Franks, B. A. (2010). Individual differences in relative metacomprehension accuracy: Variation within and across task manipulations. *Metacognition and Learning*, 5(2), 121–135. <https://doi.org/10.1007/s11409-009-9052-6>
- Cierniak, G., Scheiter, K., & Gerjets, P. (2009). Explaining the split-attention effect: Is the reduction of extraneous cognitive load accompanied by an increase in germane cognitive load? *Computers in Human Behavior*, 25(2), 315–324.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- Clark, L. A. i Watson, D. (2016). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. U: A. E. Kazdin (Ur.). *Methodological issues and strategies in clinical research* (str. 187–203). American Psychological Association.
<https://doi.org/10.1037/14805-012>
- Cleary, T. J. i Callan, G. L. (2018). Assessing self-regulated learning using microanalytic methods. U: D. H. Schunk i J. A. Greene (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 338–351). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315697048-22>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Cohen, J. (2009). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.
- Costley, J. (2020). Using cognitive strategies overcomes cognitive load in online learning environments. *Interactive Technology and Smart Education*, 17(2), 215–228.
- Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory?. *Progress in Brain Research*, 169, 323–338.
[https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(07\)00020-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00020-9)
- Cowan, N. i Alloway, T. (2008). Development of working memory in childhood. U: M. L. Courage i N. Cowan (Ur.), *The development of memory in infancy and childhood* (str. 315–354). Psychology Press.
- Crocker, L. i Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt, Rinehart and Winston.
- Craik, F. I. i Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 11(6), 671–684.
[https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80001-X)
- Cuevas, H. M. i Fiore, S. M. (2006). Enhancing learners' cognitive and metacognitive processes via self-generated elaboration. U: *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (str. 1968–1972). SAGE Publications.
<https://doi.org/10.1177/154193120605001754>
- da Silva Castanheira, K., LoParco, S. i Otto, A. R. (2021). Task-evoked pupillary responses track effort exertion: Evidence from task-switching. *Cognitive, Affective,*

- & *Behavioral Neuroscience*, 21(3), 592–606. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00843-z>
- Danilenko, E. P. (2010). *The relationship of scaffolding on cognitive load in an online self-regulated learning environment* [Doktorska disertacija, University of Minnesota]. Universal Digital Conservancy. <https://conservancy.umn.edu/server/api/core/bitstreams/edce8374-c79e-4145-9df7-8b18154e021e/content>
- de Bruin, A. B. H., i van Merriënboer, J. J. G. (2017). Bridging cognitive load and self-regulated learning research: A complementary approach to contemporary issues in educational research. *Learning and Instruction*, 51, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.06.001>
- de Bruin, A. B. H., Roelle, J., Carpenter, S. K., Baars, M., Hoogerheide, V. Stebner, F., Trypke, M. i Endres, T. (2020). Synthesizing Cognitive Load and Self-regulation Theory: a Theoretical Framework and Research Agenda. *Education Psychology Review*, 32(4), 903–915. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09576-4>
- de Bruin, A. B. H., Thiede, K. W., Camp, G. i Redford, J. (2011). Generating keywords improves metacomprehension and self-regulation in elementary and middle school children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109(3), 294–310. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2011.02.005>
- De Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research, and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105–134. <https://doi.org/10.1007/s11251-009-9110-0>
- De Weerd, J., De Backer, M., Vanthienen, J. i Baesens, B. (2012). A multi-dimensional quality assessment of state-of-the-art process discovery algorithms using real-life event logs. *Information Systems*, 37(7), 654–676. <https://doi.org/10.1016/j.is.2012.02.004>
- Debue, N. i van deLeemput, C. (2014). What does germane load mean? An empirical contribution to the cognitive load theory. *Frontiers in Psychology*, 5, 1099. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01099>
- Deekens, V. M., Greene, J. A. i Lobczowski, N. G. (2018). Monitoring and depth of strategy use in computer-based learning environments for science and history. *British Journal of Educational Psychology*, 88, 63–79. <https://doi.org/10.1111/bjep.12174>
- DeLeeuw, K. E. i Mayer, R. E. (2008). A comparison of three measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 223–234. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.223>
- Dentakos, S., Saoud, W., Ackerman, R. i Toplak, M. E. (2019). Does domain matter? Monitoring accuracy across domains. *Metacognition and Learning*, 14(3), 413–436. <https://doi.org/10.1007/s11409-019-09198-4>
- Dillon, D. G., Ritchey, M., Johnson, B. D. i LaBar, K. S. (2007). Dissociable effects of conscious emotion regulation strategies on explicit and implicit memory. *Emotion*, 7(2), 354–365. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.354>
- Dori, Y. J., Avargil, S., Kohen, Z. i Saar, L. (2018). Context-based learning and metacognitive prompts for enhancing scientific text comprehension. *International*

- Journal of Science Education*, 40(10), 1198–1220.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470351>
- Dörrenbächer-Ulrich, L., Weißenfels, M., Russer, L. i Perels, F. (2021). Multimethod assessment of self-regulated learning in college students: Different methods for different components? *Instructional Science*, 49(1), 137–163.
<https://doi.org/10.1007/s11251-020-09533-2>
- Dönmez, A. A., Çalik, A., Terzi, K., & Kapucu, S. (2025). Designing and evaluating ONCologic EMERgencies escape room game for undergraduate nursing students: The ONCEM quasi-experimental pilot study. *Education and Information Technologies*, 30(2), 1849–1872. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12885-8>
- Dönmez, O., Akbulut, Y., Telli, E., Kaptan, M., Özdemir, İ. H. i Erdem, M. (2022). In search of a measure to address different sources of cognitive load in computer-based learning environments. *Education and Information Technologies*, 27(7), 10013–10034. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11035-2>
- dos Santos Garcia, C., Meinheim, A., Faria Junior, E.R., Dallagassa, M.R., Sato, D.M.V., Carvalho, D.R., Santos, E.A.P. i Scalabrin, E.E. (2019). Process mining techniques and applications – a systematic mapping study. *Expert Systems with Applications*, 133, 260–295. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.05.003>
- Dunlosky, J. i Lipko, A. R. (2007). Metacomprehension: A brief history and how to improve its accuracy. *Current Directions in Psychological Science*, 16(4), 228–232.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00509.x>
- Dunlosky, J. i Metcalfe, J. (2009). *Metacognition*. Sage Publications.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J. i Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4–58. <https://doi.org/10.1177/1529100612453266>
- Dunlosky, J., Serra, M. J., Matvey, G. i Rawson, K. A. (2005). Second-order judgments about judgments of learning. *Journal of General Psychology*, 132(4), 335–346. <https://doi.org/10.3200/GENP.132.4.335-346>
- Dunlosky, J. i Thiede, K. W. (2004). Causes and constraints of the shift-to-easier-materials effect in the control of study. *Memory & Cognition*, 32(5), 779–788.
<https://doi.org/10.3758/BF03195868>
- Ebel, R. L. i Frisbie, D. A. (1991). *Essentials of educational measurement*. Prentice Hall.
- Efklides, A. (2002). The systemic nature of metacognitive experiences. U: P. Chambres, M. Izaute, i P. - J. Marescaux (Ur.), *Metacognition: Process, function and use* (str. 19–34). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1099-4_2
- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277–287.
<https://doi.org/10.1027/1016-9040.13.4.27>
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6–25.
<http://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>

- Eisinga, R., Grotenhuis, M. T. i Pelzer, B. (2013). The reliability of a two-item scale: Pearson, Cronbach, or Spearman-Brown?. *International journal of public health*, 58(4), 637–642. <https://doi.org/10.1007/s00038-012-0416-3>
- Eitel, A., Endres, T. i Renkl, A. (2020). Self-management as a bridge between cognitive load and self-regulated learning: The illustrative case of seductive details. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1073–1087. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09559-5>
- Engelmann, K. i Bannert, M. (2021). Analyzing temporal data for understanding the learning process induced by metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 72, 101205. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.002>
- Erez, A. i Isen, A. M. (2002). The influence of positive affect on the components of expectancy motivation. *Journal of Applied Psychology*, 87(6), 1055–1067. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.87.6.1055>
- Ericsson, K. A. i Simon, H. (1993). *Protocol analysis*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/5657.001.0001>
- Ericsson, K. A. i Fox, M. C. (2011). Thinking aloud is not a form of introspection but a qualitatively different methodology: Reply to Schooler (2011). *Psychological Bulletin*, 137(2), 351–354. <https://doi.org/10.1037/a0022388>
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R. i Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. - G. i Buchner, A. (2007). G*Power: A general power analysis program. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Finley, J. R., Tullis, J. G. i Benjamin, A. S. (2010). Metacognitive Control of Learning and Remembering. U: M. S. Khine i I. M. Saleh (Ur.). *New Science of Learning* (str. 109–131). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5716-0_6
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational psychology review*, 28(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Fleiss, J. L., Levin, B. i Paik, M. C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions*. Wiley.
- Foroughi, C. K., Sibley, C. i Coyne, J. T. (2017). Pupil size as a measure of within-task learning. *Psychophysiology*, 54(10), 1436–1443. <https://doi.org/10.1111/psyp.12896>
- Fox, M. C., Ericsson, K. A. i Best, R. (2011). Do procedures for verbal reporting of thinking have to be reactive? A meta-analysis and recommendations for best reporting methods. *Psychological Bulletin*, 137(2), 316–344. <https://doi.org/10.1037/a0021663>
- Gatta, R., Lenkowicz, J., Vallati, M., Rojas, E., Damiani, A., Sacchi, L., De Bari, B., Dagliati, A., Fernandez-Llatas, C., Montesi, M., Marchetti, A., Castellano, M. i Valentini, V. (2017, May). pMineR: an innovative R library for performing process mining in medicine. U: *Conference on artificial intelligence in medicine in europe* (str. 351–355). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59758-4_42

- Gabardinho, A., Ritschard, G., Müller, N. S. i Studer, M. (2011). Analyzing and visualizing state sequences in R with TraMineR. *Journal of Statistical Software*, 40, 1–37. <https://doi.org/10.18637/jss.v040.i04>
- George, D. i Mallery, P. (2024). *IBM SPSS statistics 29 step by step: A simple guide and reference*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781032622156>
- Georgiadis, L. i Efklides, A. (2020). The integration of cognitive, metacognitive and affective factors in self-regulated learning: The effect of task difficulty. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 7(1), 1–19. https://doi.org/10.12681/psy_hps.24252
- Gerjets, P., Scheiter, K. i Cierniak, G. (2009). The scientific value of cognitive load theory: A research agenda based on the structuralist view of theories. *Educational Psychology Review*, 21(1), 43–54. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9096-1>
- Glogger-Frey, I., Treier, A. K., & Renkl, A. (2022). How preparation-for-learning with a worked versus an open inventing problem affect subsequent learning processes in pre-service teachers. *Instructional Science*, 50(3), 451–473. <https://doi.org/10.1007/s11251-022-09577-6>
- Goetz, T. i Hall, N. C. (2013). Emotion and achievement in the classroom. U: J. Hattie and E. M. Anderman (Ur.). *International guide to student achievement* (str. 192–195). Routledge.
- Graber, M. L., Franklin, N. i Gordon, R. (2005). Diagnostic error in internal medicine. *Archives of Internal Medicine*, 165(13), 1493–1499. <https://doi.org/10.1001/archinte.165.13.1493>
- Greene, J. A., Bolick, C. M., Jackson, W. P., Caprino, A. M., Oswald, C. i McVea, M. (2015). Domain-specificity of self-regulated learning processing in science and history. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 111–128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.10.003>
- Greene, J. A. i Azevedo, R. (2007). A theoretical review of Winne and Hadwin's model of self-regulated learning: New perspectives and directions. *Review of Educational Research*, 77(3), 334–372. <https://doi.org/10.3102/003465430303953>
- Greene, J. A. i Azevedo, R. (2009). A macro-level analysis of SRL processes and their relations to the acquisition of a sophisticated mental model of a complex system. *Contemporary educational psychology*, 34(1), 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.05.006> Get rights and content
- Greene, J. A. i Azevedo, R. (2010). The measurement of learners' self-regulated cognitive and metacognitive processes while using computer-based learning environments. *Educational Psychologist*, 45(4), 203–209. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.515935>
- Greene, J. A., Bolick, C. M. i Robertson, J. (2010). Fostering historical knowledge and thinking skills using hypermedia learning environments: The role of self-regulated learning. *Computers & Education*, 54(1), 230–243. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.006>
- Greene, J. A., Deekens, V. M., Copeland, D. Z. i Yu, S. (2018). Capturing and modeling self-regulated learning using think-aloud protocols. U: D. H. Schunk i J. A. Greene (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 323–337). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315697048-21>

- Grossberg, S. (1999). The link between brain learning, attention, and consciousness. *Consciousness and Cognition*, 8(1), 1–44.
<https://doi.org/10.1006/ccog.1998.0372>
- Grossberg, S. (2019). The resonant brain: How attentive conscious seeing regulates action sequences that interact with attentive cognitive learning, recognition, and prediction. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(7), 2237–2264.
<https://doi.org/10.3758/s13414-019-01789-2>
- Günther, C.W. i Van der Aalst, W.M.P. (2007). Fuzzy mining – adaptive process simplification based on multi-perspective metrics. U: G. Alonso, P. Dadam, M. Rosemann (Ur.), *Business Process Management. BPM 2007. Lecture Notes in Computer Science*, 4714. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-75183-0_24
- Hadie, S. N. H., Hassan, A., Ismail, Z. I. M., Ismail, H. N., Talip, S. B. i Abdul Rahim, A. F. (2018). Empowering students' minds through a cognitive load theory-based lecture model: A metacognitive approach. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(4), 398–407. <https://doi.org/10.1080/14703297.2016.1252685>
- Hadwin, A. F., Järvelä, S. i Miller, M. (2011). Self-regulated, co-regulated, and socially shared regulation of learning. U: B. J. Zimmerman i D. H. Schunk (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 65–84). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Haji, F. A., Rojas, D., Childs, R., de Ribaupierre, S. i Dubrowski, A. (2015). Measuring cognitive load: Performance, mental effort and simulation task complexity. *Medical Education*, 49(8), 815–827. <https://doi.org/10.1111/medu.12773>.
- Händel, M., de Bruin, A. B. H. i Dresel, M. (2020). Individual differences in local and global metacognitive judgments. *Metacognition and Learning*, 15(1), 51–75.
<https://doi.org/10.1007/s11409-020-09220-0>
- Hart, S. G. i Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. U: P. A. Hancock i N. Meshkati (Ur.), *Human mental workload* (str. 139–183). North-Holland.
[https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)
- Hartmann, C., Rummel, N. i Bannert, M. (2022). Using HeuristicsMiner to analyze problem-solving processes: Exemplary use case of a productive-failure study. *Journal of Learning Analytics*, 9(2), 66–86.
<https://doi.org/10.18608/jla.2022.7363>
- Heirweg, S., De Smul, M., Devos, G., & Van Keer, H. (2019). Profiling upper primary school students' self-regulated learning through self-report questionnaires and think-aloud protocol analysis. *Learning and Individual Differences*, 70, 155–168.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.02.001>
- Hess, E. H. i Polt, J. M. (1964). Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*, 143(3611), 1190–1192.
<https://doi.org/10.1126/science.143.3611.1190>
- Hine, C. (2011). Internet Research and Unobtrusive Methods. *Social Research Update*, (61), 1–4.
- Hoch, E., Sidi, Y., Ackerman, R., Hoogerheide, V. i Scheiter, K. (2023). Comparing Mental Effort, Difficulty, and Confidence Appraisals in Problem-Solving: A

- Metacognitive Perspective. *Educational Psychology Review*, 35(61), 1–37.
<https://doi.org/10.1007/s10648-023-09779-5>
- Horvath, M., Herleman, H. A. i McKie, R. L. (2006). Goal orientation, task difficulty, and task interest: A multilevel analysis. *Motivation and Emotion*, 30, 169–176.
<https://doi.org/10.1007/s11031-006-9029-6>
- Hsieh, H. Y. i Tsai, C. C. (2011). The relationships among science-related major students' information commitment, mental load and mental effort. U: *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education, Thailand*.
- Hu, J. i Gao, X. A. (2017). Using think-aloud protocol in self-regulated reading research. *Educational Research Review*, 22, 181–193.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.004>
- Huang, L. i Lajoie, S. P. (2021). Process analysis of teachers' self-regulated learning patterns in technological pedagogical content knowledge development. *Computers & Education*, 166, 104169. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104169>
- Järvelä, S., Järvenoja, H., i Malmberg, J. (2019). Capturing the dynamic and cyclical nature of regulation: Methodological Progress in understanding socially shared regulation in learning. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 14(4), 425–441. <https://doi.org/10.1007/s11412-019-09313-2>
- Jeno, L. M., Adachi, P. J., Grytnes, J. A., Vandvik, V. i Deci, E. L. (2019). The effects of m-learning on motivation, achievement and well-being: A Self-Determination Theory approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 669–683.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12657>
- Johnson, A. M., Azevedo, R. i D'Mello, S. K. (2011). The temporal and dynamic nature of self-regulatory processes during independent and externally assisted hypermedia learning. *Cognition and Instruction*, 29(4), 471–504.
<https://doi.org/10.1080/07370008.2011.610244>
- Jonsson, A., & Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*, 2(2), 130–144.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002>
- Just, M. A., Carpenter, P. A. i Miyake, A. (2003). Neuroindices of cognitive workload: Neuroimaging, pupillometric and event-related potential studies of brain work. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 4(1-2), 56–88.
<https://doi.org/10.1080/14639220210159735>
- Kahneman, D. i Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583–1585. <https://doi.org/10.1126/science.154.3756.1583>
- Kalyuga, S. (2007). Enhancing instructional efficiency of interactive e-learning environments: A cognitive load perspective. *Educational Psychology Review*, 19(3), 387–399. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9051-6>
- Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review*, 23(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9150-7>
- Kalyuga, S. i Renkl, A. (2010). Expertise reversal effect and its instructional implications: Introduction to the special issue. *Instructional Science*, 38(3), 209–215.
<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9102-0>

- Kalyuga, S. i Singh, A.-M. (2016). Rethinking the boundaries of cognitive load theory in complex learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 831–852. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9352-0>
- Karch, J. M. (2018). Beyond gaze data: Pupillometry as an additional data source in eye tracking. U: *Eye tracking for the chemistry education researcher* (str. 145–163). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/bk-2018-1292.ch008>
- Karch, J. M., García Valles, J. C. i Sevian, H. (2019). Looking into the black box: Using gaze and pupillometric data to probe how cognitive load changes with mental tasks. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 830–840.
- Karlen, Y. (2016). Differences in students' metacognitive strategy knowledge, motivation, and strategy use: A typology of self-regulated learners. *The Journal of Educational Research*, 109(3), 253–265. <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.942895>
- Karpicke, J. D. i Grimaldi, P. J. (2012). Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning. *Educational Psychology Review*, 24(3), 401–418. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9202-2>
- Kia, F. S., Hatala, M., Baker, R. S. i Teasley, S. D. (2021). Measuring Students' Self-Regulatory Phases in LMS with Behavior and Real-Time Self Report. *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference, USA*, 259–268.
- Kinnebrew, J.S., Segedy, J.R. i Biswas, G.(2014). Analyzing the temporal evolution of students' behaviors in open-ended learning environments. *Metacognition and Learning*, 9(2), 187–215. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9112-4>
- Kirschner, P. A. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and instruction*, 12(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7)
- Kirschner, P. A., Sweller, J. i Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F. i Zambrano R, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213–233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>
- Kistner, S., Rakoczy, K., Otto, B., Dignath-van Ewijk, C., Büttner, G. i Klieme, E. (2010). Promotion of self-regulated learning in classrooms: Investigating frequency, quality, and consequences for student performance. *Metacognition and Learning*, 5(2), 157–171. <https://doi.org/10.1007/s11409-010-9055-3>
- Klepsch, M., Schmitz, F. i Seufert, T. (2017). Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 8, 1997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01997>
- Klepsch, M. i Seufert, T. (2020). Understanding instructional design effects by differentiated measurement of intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Instructional Science*, 48(1), 45–77. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09502-9>

- Klingner, J. (2010). *Measuring cognitive load during visual tasks by combining pupillometry and eye tracking*. Stanford University.
- Koo, T. K. i Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Koriat, A. (1997). Monitoring one's own knowledge during study: A cue-utilization approach to judgments of learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(4), 349–370. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.126.4.349>
- Koriat, A. (2007). Metacognition and consciousness. U: P. D. Zelazo, M. Moscovitch i E. Thompson (Ur.), *The Cambridge handbook of consciousness* (str. 289–325). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816789.012>
- Koriat, A. (2008). Subjective confidence in one's answers: The consensuality principle. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(4), 945–959. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.945>
- Koriat, A. (2018). Agency attributions of mental effort during self-regulated learning. *Memory and Cognition*, 46(3), 370–383. <https://doi.org/10.3758/S13421-017-0771-7>.
- Koriat, A., Ma'ayan, H. i Nussinson, R. (2006). The intricate relationships between monitoring and control in metacognition: Lessons for the cause-and-effect relation between subjective experience and behavior. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(1), 36–69. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.135.1.36>
- Koriat, A., Nussinson, R. i Ackerman, R. (2014). Judgments of learning depend on how learners interpret study effort. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 40(6), 1624. <https://doi.org/10.1037/xlm0000009>
- Kostons, D., van Gog, T. i Paas, F. (2012). Training self-assessment and task-selection skills: A cognitive approach to improving self-regulated learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.08.004>
- Kramarski, B. i Feldman, Y. (2000). Internet in the classroom: Effects on reading comprehension, motivation and metacognitive awareness. *Educational Media International*, 37(3), 149–155. <https://doi.org/10.1080/09523980050184709>
- Kray, J., Eber, J. i Karbach, J. (2008). Verbal self-instructions in task switching: a compensatory tool for action-control deficits in childhood and old age?. *Developmental Science*, 11(2), 223–236. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00673.x>
- Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Ginns, P., Krell, M. i Schneider, S. (2022). A systematic meta-analysis of the reliability and validity of subjective cognitive load questionnaires in experimental multimedia learning research. *Educational Psychology Review*, 34(4), 2485–2541. <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09683-4>
- Krieglstein, F., Schneider, S., Gröninger, J., Beege, M., Nebel, S., Wesenberg, L., Suren, M., & Rey, G. D. (2023). Exploring the effects of content-related segmentations and metacognitive prompts on learning with whiteboard animations. *Computers & Education*, 194, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104702>
- Krejtz, K., Duchowski, A. T., Niedzielska, A., Biele, C. i Krejtz, I. (2018). Eye tracking cognitive load using pupil diameter and microsaccades with fixed gaze. *PLoS ONE*, 13(9), e0203629. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203629>

- Krejtz, K., Żurawska, J., Duchowski, A. T. i Wichary, S. (2020). Pupillary and microsaccadic responses to cognitive effort and emotional arousal during complex decision making. *Journal of Eye Movement Research*, 13(5), 16910. <https://doi.org/10.16910/jemr.13.5.2>
- Lajoie, S. P., Zheng, J., Li, S. Jarrell, A. i Gube, M. (2021). Examining the interplay of affect and self regulation in the context of clinical reasoning. *Learning and Instruction*, 72, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101219>
- Lan, Y. C., Lo, Y. L. i Hsu, Y. S. (2014). The effects of meta-cognitive instruction on students' reading comprehension in computerized reading contexts: A quantitative meta-analysis. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 186–202.
- Laeng, B., Sirois, S. i Gredebäck, G. (2012). Pupillometry: A window to the preconscious?. *Perspectives on Psychological Science*, 7(1), 18–27. <https://doi.org/10.1177/1745691611427305>
- Lehmann, T., Hähnlein, I. i Ifenthaler, D. (2014). Cognitive, metacognitive and motivational perspectives on preflexion in self-regulated online learning. *Computers in Human Behavior*, 32, 313–323. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.051>
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P. M., Van Gog, T. i Van Merriënboer, J. J. G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4), 1058–1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- Li, S., Du, H., Xing, W., Zheng, J., Chen, G. i Xie, C. (2020). Examining temporal dynamics of self-regulated learning behaviors in STEM learning: A network approach. *Computers and Education*, 158, 103987. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103987>
- Lim, L., Bannert, M., van der Graaf, J., Molenaar, I., Fan, Y., Kilgour, J., Moore, J. i Gašević, D. (2021). Temporal assessment of self-regulated learning by mining students' think-aloud protocols. *Frontiers in Psychology*, 12, 749749. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.749749>
- Lin, M., Chen, H. i Liu, K. (2017). A study of the effects of digital learning on learning motivation and learning outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13, 3553–3564. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.00744A>
- Lin, S. (2021). Research on the impact of online courses on students' learning efficiency under the background of the epidemic. U: *2021 6th International Conference on Social Sciences and Economic Development (ICSSSED 2021)* (str. 768–771). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210407.146>
- Lin, X. i Lehman, J. D. (1999). Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: Effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 36(7), 837–858. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199909\)36:7<837::AID-TEA6>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199909)36:7<837::AID-TEA6>3.0.CO;2-U)
- Leemans, S. J., Fahland, D. i Van Der Aalst, W. M. (2014). Process and deviation exploration with inductive visual miner. U: *12th International Conference on Business Process Management, BPM 2014* (str. 46–50). CEUR-WS.org.
- Locke, E. A. i Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705–717.

<https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705>

- Lord, F. M. i Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test scores*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Löwenstein, O. (1920). Ueber die Anwendbarkeit psychophysischer Methoden in der Psychiatrie1. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 46(13), 348–351.
- Lust, G., Collazo, N. A. J., Elen, J. i Clarebout, G. (2012). Content management systems: Enriched learning opportunities for all?. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 795–808. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.12.009>
- MacKinnon, D. P., Lockwood, C. M. i Williams, J. (2004). Confidence limits for the indirect effect: Distribution of the product and resampling methods. *Multivariate Behavioral Research*, 39(1), 99–128. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr3901_4
- Maldonado-Mahauad, J., Pérez-Sanagustín, M., Kizilcec, R. F., Morales, N. i Munoz-Gama, J. (2018). Mining theory-based patterns from Big data: Identifying self-regulated learning strategies in Massive Open Online Courses. *Computers in Human Behavior*, 80, 179–196. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.011>
- Mann, J. (1993). Computers in geology - 25 years of progress. U: D.J. Herzfeld (Ur.), *Uncertainty in geology* (str. 241–254). Oxford University Press.
- Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, physiology, and function. *Journal of Cognition*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85–139. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(02\)80005-6](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(02)80005-6)
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. izdanje). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. U: R. E. Mayer (Ur.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (str. 43–71). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.008>
- Mayer, R. E. i Wittrock, M. C. (1996). Problem-solving transfer. U: D. C. Berliner i R. C. Calfee (Ur.), *Handbook of Educational Psychology* (str. 47–62). Macmillan Library Reference Usa; Prentice Hall International.
- Mayer, R. E. i Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. U: P. A. Alexander i P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (str. 287–303). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mazur, L. M., Mosaly, P. R., Moore, C., Comitz, E., Yu, F., Falchook, A. D., Eblan, M. J., Hoyle, L. M., Tracton, G., Chera B. C. i Marks, L. B. (2016). Toward a better understanding of task demands, workload, and performance during physician-computer interactions. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(6), 1113–1120. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocw016>
- Mäeots, M., Siiman, L., Kori, K., Eelmets, M., Pedaste, M. i Anjewierden, A. (2016). The role of a reflection tool in enhancing students reflection. *10th International Technology, Education and Development Conference (INTED 2016)*, str. 1892–1900. IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1394>
- McCarthy, K. S., Likens, A. D., Johnson, A. M., Guerrero, T. A., & McNamara, D. S. (2018). Metacognitive overload!: Positive and negative effects of metacognitive prompts in an intelligent tutoring system. *International Journal of Artificial*

- Intelligence in Education*, 28(3), 420–438. <https://doi.org/10.1007/s40593-018-0164-5>
- McGraw, K. O. i Wong, S. P. (1996). Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychological Methods*, 1(1), 30–46. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.1.30>
- Mendenhall, A. i Johnson, T. E. (2010). Fostering the development of critical thinking skills, and reading comprehension of undergraduates using a Web 2.0 tool coupled with a learning system. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 263–276. <https://doi.org/10.1080/10494820.2010.500537>
- Metcalfe, J. (2017). Learning from errors. *Annual Review of Psychology*, 68, 465–489. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044022>
- Merchie, E. i Van Keer, H. (2014). Using on-line and off-line measures to explore fifth and sixth graders' text-learning strategies and schematizing skills. *Learning and Individual Differences*, 32, 193–203. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.03.012>
- Miller, A. L. i Unsworth, N. (2020). Variation in attention at encoding: Insights from pupillometry and eye gaze fixations. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 46(12), 2277. <http://dx.doi.org/10.1037/xlm0000797>
- Miller, M. D. i Linn, R. L. (2000). *Measurement and assessment in teaching*. Prentice Hall.
- Miller, T. R., Linn, R. L. i Gronlund, N. E. (2009). *Measurement and assessment in teaching*. Pearson Education.
- Molenaar, I. (2014). Advances in temporal analysis in learning and instruction. *Frontline Learning Research*, 2(4), 15–24. <http://doi.org/10.14786/flr.v2i4.118>
- Molenaar, I. i Chiu, M. M. (2014). Dissecting sequences of regulation and cognition: Statistical discourse analysis of primary school children's collaborative learning. *Metacognition and Learning*, 9, 137–160. <https://doi.org/10.1007/s11409-013-9105-8>
- Molenaar, I. i Järvelä, S. (2014). Sequential and temporal characteristics of self and socially regulated learning. *Metacognition and Learning*, 9(2), 75–85. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9114-2>
- Molenaar, I., Roda, C., van Boxtel, C. i Sleegers, P. (2012). Dynamic scaffolding of socially regulated learning in a computer-based learning environment. *Computers & Education*, 59(2), 515–523. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.006>
- Molenaar, I., van Boxtel, C. A. M. i Sleegers, P. J. C. (2010). The effects of a computer-supported collaborative learning script on students' monitoring activities. *Computers & Education*, 54(4), 1021–1030. [10.1590/S1413-85572007000300008](https://doi.org/10.1590/S1413-85572007000300008)
- Molenaar, I., van Boxtel, C. A. M. i Sleegers, P. J. C. (2011). Metacognitive scaffolding in an innovative learning arrangement. *Instructional Science*, 39(6), 785–803. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9154-1>
- Moos, D. C. i Azevedo, R. (2009). Learning with computer-based learning environments: A literature review of computer self-efficacy. *Review of Educational Research*, 79(2), 576–600. <https://doi.org/10.3102/0034654308326083>

- Moos, D. C. i Miller, A. (2015). The cyclical nature of self-regulated learning phases: Stable between learning tasks?. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 14(2), 199. <https://doi.org/10.1891/1945-8959.14.2.199>
- Morphew, J. W. (2020). Changes in metacognitive monitoring accuracy in an introductory physics course. *Metacognition and Learning*, 16, 89–111. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09239-3>
- Mosaly, P. R., Mazur, L. i Marks, L. B. (2016). Usability evaluation of electronic health record system (EHRs) using subjective and objective measures. U: *Proceedings of the 2016 ACM on Conference on Human Information Interaction and Retrieval* (str. 313–316). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2854946.2854985>
- Moser, S., Zumbach, J. i Deibl, I. (2017). The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation-based physics learning. *Science Education*, 101(6), 944–967. <https://doi.org/10.1002/sce.21295>
- Moskal, B. M. i Leydens, J. A. (2000). Scoring rubric development: Validity and reliability. *Practical assessment, research, and evaluation*, 7(1). 10. <https://doi.org/10.7275/q7rm-gg74>
- Moser, S., Zumbach, J. i Deibl, I. (2017). The effect of metacognitive training and prompting on learning success in simulation-based physics learning. *Science Education*, 101(6), 944–967. <https://doi.org/10.1002/sce.21295>
- Müller, N. M. i Seufert, T. (2018). Effects of self-regulation prompts in hypermedia learning on learning performance and self-efficacy. *Learning and Instruction*, 58, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.04.011>
- Muthén, L. K. i Muthén, B. O. (2017). *Mplus: statistical analysis with latent variables: User's guide* (Version 8.1). Muthén & Muthén.
- Nehring, A., Nowak, K. H., Belzen, A. U. i Tiemann, R. (2015). Predicting students' skills in the context of scientific inquiry with cognitive, motivational, and sociodemographic variables. *International Journal of Science Education*, 37(9), 1343–1363. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1035358>
- Nelson, T. O. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125–173. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60053-5)
- Nelson, T. O. i Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? U: J. Metcalfe i A. P. Shimamura (Ur.), *Metacognition: Knowing about knowing* (str. 1–25). The MIT Press.
- Nugteren, M. L., Jarodzka, H., Kester, L. i Van Merriënboer, J. J. (2018). Self-regulation of secondary school students: self-assessments are inaccurate and insufficiently used for learning-task selection. *Instructional Science*, 46(3), 357–381. <https://doi.org/10.1007/s11251-018-9448-2>
- Nunnally, J. C. i Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory*. McGraw-Hill.
- Numminen, L. (2023). Top Process Mining software 2023 - Examples, features, comparisons. Preuzeto dana 15.6.2025 s <https://www.workfellow.ai/learn/top-process-mining-software>
- Nuritha, I. i Mahendrawathi, E. R. (2017). Structural similarity measurement of business process model to compare heuristic and inductive miner algorithms

- performance in dealing with noise. *Procedia Computer Science*, 124, 255–263.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.154>
- Nückles, M., Hübner, S. i Renkl, A. (2008). Short-term versus long-term effects of cognitive and metacognitive prompts in writing-to-learn. U: G. Kanselaar, V. Jonker, P. A. Kirschner i F. J. Prins (Ur.), *International Perspectives in the Learning Sciences: Creating a Learning World* (str. 124–131). Utrecht, The Netherlands: International Society of the Learning Sciences.
- Nückles, M., Hübner, S. i Renkl, A. (2009). Enhancing self-regulated learning by writing learning protocols. *Learning and instruction*, 19(3), 259–271.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.05.002>
- Nückles, M., Hübner, S., Dümer, S. i Renkl, A. (2010). Expertise reversal effects in writing-to-learn. *Instructional Science*, 38(3), 237–258.
<https://doi.org/10.1007/s11251-009-9106-9>
- Nückles, M., Roelle, J., Glogger-Frey, I., Waldeyer, J. i Renkl, A. (2020). The self-regulation-view in writing-to-learn: Using journal writing to optimize cognitive load in self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1089–1126.
<https://doi.org/10.1007/s10648-020-09541-1>
- Paas, F. G. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.4.429>
- Paas, F. G., Renkl, A. i Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.
https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- Paas, F. G. i Sweller, J. (2014). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. U: R. E. Mayer (Ur.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (str. 27–42). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.004>
- Paas, F. G. i Van Merriënboer, J. J. G. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors*, 35(4), 737–743.
- Paas, F. G. i Van Merriënboer, J. J. (1994a). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122.
- Paas, F. G. i Van Merriënboer, J. J. G. (1994b). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351–371. <https://doi.org/10.1007/BF02213420>
- Paas, F. G. i Van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394–398.
<https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H. i Van Gerven, P. W. M. (2003b). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8
- Palinko, O., Kun, A. L., Shyrovkov, A. i Heeman, P. (2010). Estimating cognitive load using remote eye tracking in a driving simulator. U: *Proceedings of the 2010*

- symposium on eye-tracking research & applications* (str. 141–144).
<https://doi.org/10.1145/1743666.174370>
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Pape, R. i Thomas, J. (2025). Adaptive metacognitive prompting in young learners and the role of prior performance. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 44, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2025.100740>
- Park, B., Korbach, A. i Brünken, R. (2020). Does thinking-aloud affect learning, visual information processing and cognitive load when learning with seductive details as expected from self-regulation perspective?. *Computers in Human Behavior*, 111, 106411. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106411>
- Pieschl, S. (2009). Metacognitive calibration - An extended conceptualization and potential applications. *Metacognition and Learning*, 4(1), 3–31.
<https://doi.org/10.1007/s11409-008-9030-4>
- Pieschl, S., Stahl, E., Murray, T. i Bromme, R. (2012). Is adaptation to task complexity really beneficial for performance?. *Learning and Instruction*, 22(4), 281–289.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.08.005>
- Pilegard, C. i Mayer, R. E. (2015). Adding judgments of understanding to the metacognitive toolbox. *Learning and Individual Differences*, 41, 62–72.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.07.002>
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. U: M. Boekaerts, P. R. Pintrich i M. Zeidner (Ur.), *Handbook of self-regulation* (str. 451–502). Academic Press.
- Pintrich, P. R. i De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33–40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., i McKeachie, W. J. (1993). Reliability and predictive validity of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801–813. <https://doi.org/10.1177/0013164493053003024>
- Poitras M. E., Bélanger E., Vaillancourt V. T., Kienlin S., Körner M., Godbout I., Bernard-Hamel J., O'Connor S., Blanchette P., Khadhraoui L., Sawadogo J., Massougbodji J., Zomahoun H. T. V., Gallani M. C., Stacey D. i Légaré F. (2021). Interventions to improve trainers' learning and behaviors for educating health care professionals using train-the-trainer method: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Continuing Education in the Health Profession*, 41(3), 202–209.
<https://doi.org/10.1097/CEH.0000000000000375>
- Pomerleau-Turcotte, J., Moreno Sala, M. T., Dubé, F. i Vachon, F. (2021). Does cognitive load differ among sight-singers? An exploratory study using pupillometry and interviews. U: *Proceedings of the Future Directions of Music Cognition International Conference* (str. 158–162). <https://doi.org/10.18061/FDMC.2021.0030>

- Prinz-Weiß, A., Lukosiute, L., Meyer, M. i Riedel, J. (2022). The role of achievement emotions for text comprehension and metacomprehension. *Metacognition and Learning*, 18, 347–373. <https://doi.org/10.1007/s11409-022-09331-w>
- Prinz, A., Golke, S. i Wittwer, J. (2020). To what extent do situation-model-approach interventions improve relative metacomprehension accuracy? Meta-analytic insights. *Educational Psychology Review*, 32(4), 917–949. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09558-6>
- Puustinen, M. i Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269–286. <https://doi.org/10.1080/00313830120074206>
- Raaijmakers, S. F., Baars, M., Schaap, L., Paas, F. i van Gog, T. (2017). Effects of performance feedback valence on perceptions of invested mental effort. *Learning and Instruction*, 51, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.002>.
- Raaijmakers, S. F., Baars, M., Schaap, L., Paas, F., & van Gog, T. (2017). Effects of performance feedback valence on perceptions of invested mental effort. *Learning and Instruction*, 51, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.002>.
- Real, E. M., Pimentel, E. P., de Oliveira, L. V., Braga, J. C. i Stiubiener, I. (2020). Educational process mining for verifying student learning paths in an introductory programming course. U: *2020 IEEE Frontiers in education conference (FIE)* (str. 1–9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274125>
- Reid, A. J., Morrison, G. R. i Bol, L. (2017). Knowing what you know: Improving metacomprehension and calibration accuracy in digital text. *Educational Technology Research and Development*, 65, 29–45. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9454-5>
- Reimann, P. (2009). Time is precious: Variable- and event-centred approaches to process analysis in CSCLE research. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(3), 239–257. <https://doi.org/10.1007/s11412-009-9070-z>
- Reimann, P. i Yacef, K. (2013). Using process mining for understanding learning. U: R. Luckin, S. Puntambekar, Goodyear, P., Grabowski, B., Underwood, J. i Winters, N. (Ur.), *Handbook of design in educational technology* (str. 472–481). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Reimann, P., Markauskaite, L. i Bannert, M. (2014). e-Research and learning theory: What do sequence and process mining methods contribute?. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 528–540. <https://doi.org/10.1111/bjet.12146>
- Renkl, A. (2005). The Worked-Out Examples Principle in Multimedia Learning. U: R. E. Mayer (Ur.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (str. 229–245). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819.016>
- Rivers, M. L. (2021). Metacognition about practice testing: A review of learners’ beliefs, monitoring, and control of test-enhanced learning. *Educational Psychology Review*, 33(3), 823–862. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09578-2>
- Roediger, H. L. III i Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Roelle, J., Nowitzki, C. i Berthold, K. (2017). Do cognitive and metacognitive processes set the stage for each other?. *Learning and Instruction*, 50, 54–64. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.11.009>Get rights and content

- Rogiers, A., Merchie, E. i Van Keer, H. (2020). Opening the black box of students' text-learning processes: A process mining perspective. *Frontline Learning Research*, 8(3), 40–62. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i3.527>
- Roll, I., Aleven, V., McLaren, B. M., & Koedinger, K. R. (2011). Improving students' help-seeking skills using metacognitive feedback in an intelligent tutoring system. *Learning and instruction*, 21(2), 267–280. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.07.004>Get rights and content
- Roll, I. i Winne, P. H. (2015). Understanding, evaluating, and supporting self-regulated learning using learning analytics. *Journal of Learning Analytics*, 2(1), 7–12. <https://doi.org/10.18608/jla.2015.21.2>
- Rosenshine, B., Meister, C. i Chapman, S. (1996). Teaching students to generate questions: A review of the intervention studies. *Review of Educational Research*, 66(2), 181–221. <https://doi.org/10.3102/00346543066002181>
- Rovers, S. F. E., Clarebout, G., Savelberg, H. H. C. M., de Bruin, A. B. H. i van Merriënboer, J. J. G. (2019). Granularity matters: Comparing different ways of measuring self-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 14(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11409-019-09188-6>
- Saint, J., Fan, Y., Singh, S., Gasevic, D. i Pardo, A. (2021). Using process mining to analyse self-regulated learning: a systematic analysis of four algorithms. U: *LAK21: 11th international learning analytics and knowledge conference* (str. 333–343). USA.
- Samuelstuen, M. S. i Bråten, I. (2007). Examining the validity of self-reports on scales measuring students' strategic processing. *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 351–378. <https://doi.org/10.1348/000709906X106147>
- Scheiter, K., Ackerman, R. i Hoogerheide, V. (2020). Looking at mental effort appraisals through a metacognitive lens: Are they biased?. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1003–1027. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09555-9>
- Schellings, G. (2011). Applying learning strategy questionnaires: Problems and possibilities. *Metacognition and Learning*, 6(2), 91–109. <https://doi.org/10.1007/s11409-011-9069-5>
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299–323. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653136>
- Schmeck, A., Opfermann, M., van Gog, T., Paas, F. i Leutner, D. (2015). Measuring cognitive load with subjective rating scales during problem solving: Differences between immediate and delayed ratings. *Instructional Science*, 43(1), 93–114. <https://doi.org/10.1007/s11251-014-9328-3>
- Schnaubert, L. i Bodemer, D. (2017). Prompting and visualising monitoring outcomes: guiding self-regulatory processes with confidence judgments. *Learning and Instruction*, 49, 251–262. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.03.004>
- Schnaubert, L. i Schneider, S. (2022). Analysing the relationship between mental load or mental effort and metacomprehension under different conditions of multimedia design. *Frontiers in Education*, 6, 159–177. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.648319>
- Schneider, W. i Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1–66. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1>

- Schraw, G. (2009). A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning*, 4(1), 33–45.
<https://doi.org/10.1007/s11409-008-9031-3>
- Schraw, G. i Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475. <https://doi.org/10.1006/ceps.1994.1033>
- Schunk, D. H., i Ertmer, P. A. (2000). Self-regulation and academic learning: Self-efficacy enhancing interventions. U: M. Boekaerts, P. R. Pintrich i M. Zeidner (Ur.), *Handbook of self-regulation* (str. 631–649). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50048-2>
- Schunk, D. H. i Greene, J. A. (2017). Historical, contemporary, and future perspectives on self-regulated learning and performance. U: D. H. Schunk i J. A. Greene (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 1–15). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315697048-1>
- Schunk, D. H. i Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. U: A. Wigfield i J. S. Eccles (Ur.), *Development of achievement motivation* (str. 15–31). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012750053-9/50003-6>
- Schunk, D. H. i Swartz, C. W. (1993). Goals and progress feedback: Effects on self-efficacy and writing achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 18(3), 337–354. <https://doi.org/10.1006/ceps.1993.1024>
- Schunk, D. H. i Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 23(1), 7–25.
<https://doi.org/10.1080/10573560600837578>
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Ur.). (2012). *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications*. Routledge.
- Schwonke, R. (2015). Metacognitive load – Useful, or extraneous concept? Metacognitive and self-regulatory demands in computer-based learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(4), 172–184.
- Serra, M. J. i Metcalfe, J. (2009). Effective implementation of metacognition. U: D. J. Hacker, J. Dunlosky i A. C. Graesser (Ur.), *Handbook of metacognition in education* (str. 278–298). Routledge.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 227–237.
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00022-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00022-1)
- Seufert, T. (2018). The interplay between self-regulation in learning and cognitive load. *Educational Research Review*, 24, 116–129.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.03.004>
- Seufert, T. (2020). Building bridges between self-regulation and cognitive load - An invitation for a broad and differentiated attempt. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1151–1162. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09574-6>
- Seufert, T. i Brünken, R. (2006). Cognitive load and the format of instructional aids for coherence formation. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 321–331.
<https://doi.org/10.1002/acp.1248>

- Seufert, T., Jänen, I. i Brünken, R. (2007). The impact of intrinsic cognitive load on the effectiveness of graphical help for coherence formation. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1055–1071. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.10.002>
- Seufert, T., Hamm, V., Vogt, A. i Riemer, V. (2024). The interplay of cognitive load, learners' resources and self-regulation. *Educational Psychology Review*, 36(2), 50. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09890-1>
- Sitzmann, T. i Ely, K. (2010). Sometimes you need a reminder: The effects of prompting self-regulation on regulatory processes, learning, and attrition. *Journal of Applied Psychology*, 95(1), 132–144. <https://doi.org/10.1037/a0018080>
- Sharma, H., Drukker, L., Papageorghiou, A. T. i Noble, J. A. (2021). Multi-modal learning from video, eye tracking, and pupillometry for operator skill characterization in clinical fetal ultrasound. U: *2021 IEEE 18th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI)* (str. 1646–1649). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISBI48211.2021.9433863>
- Shechter, A. i Share, D. L. (2021). Keeping an eye on effort: A pupillometric investigation of effort and effortlessness in visual word recognition. *Psychological Science*, 32(1), 80–95. <https://doi.org/10.1177/095679762095863>
- Siadaty, M., Gašević, D. i Hatala, M. (2016). Measuring the impact of technological scaffolding interventions on micro-level processes of self-regulated workplace learning. *Computers in Human Behavior*, 59, 469–482. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.025>
- Smets, L. (2024). *(AI)Interventions: Exploring the effects of Gen-AI support and prompting on self-regulated learning* [Master's Thesis Educational Sciences, Faculty of Social Sciences, Utrecht University]. Utrecht University Student Theses Repository. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/47687>
- Soderstrom, N. C. i Bjork, R. A. (2015). Learning versus performance: An integrative review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176–199. <https://doi.org/10.1177/1745691615569000>
- Son, L. K. i Metcalfe, J. (2000). Metacognitive and control strategies in study-time allocation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(1), 204–221. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.26.1.204>
- Sonnenberg, C. i Bannert, M. (2015). Discovering the effects of metacognitive prompts on the sequential structure of SRL-processes using process mining techniques. *Journal of Learning Analytics*, 2(1), 72–100. <https://doi.org/10.18608/jla.2015.21.5>
- Sonnenberg, C. i Bannert, M. (2018). Using Process Mining to examine the sustainability of instructional support: How stable are the effects of metacognitive prompting on self-regulatory behavior?. *Computers in Human Behavior*, 96, 259–272. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.06.003>
- Stemler, S. E. (2004). A comparison of consensus, consistency, and measurement approaches to estimating interrater reliability. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 9(1). 4. <https://doi.org/10.7275/96jp-xz07>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)

- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction*, 16(2), 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.02.005>
- Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: Recent theoretical advances. U: J. L. Plass, R. Moreno i R. Brünken (Zr.), *Cognitive load theory* (str. 29–47). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844744.004>
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. U: J. P. Mestre i B. H. Ross (Ur.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (pp. 37–76). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Sweller, J., Ayres, P. i Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer.
- Sweller, J. i Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2(1), 59–89. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0201_3
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. i Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. i Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Szpunar, K. K., Spreng, R. N. i Schacter, D. L. (2014). A taxonomy of prospection: Introducing an organizational framework for future-oriented cognition. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 111(52), 18414–18421. <https://doi.org/10.1073/pnas.1417144111>
- Szulewski, A., Gegenfurtner, A., Howes, D. W., Sivilotti, M. L. i Van Merriënboer, J. J. (2017). Measuring physician cognitive load: validity evidence for a physiologic and a psychometric tool. *Advances in Health Sciences Education*, 22(4), 951–968. <https://doi.org/10.1007/s10459-016-9725-2>
- Tabachnick, B. G. i Fidell, L. S. (2019). *Using multivariate statistics*. Pearson.
- Taber, K. S. (2016). The use of Cronbach’s alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Taub, M., Azevedo, R., Bouchet, F. i Khosravifar, B. (2014). Can the use of cognitive and metacognitive self-regulated learning strategies be predicted by learners’ levels of prior knowledge in hypermedia-learning environments?. *Computers in Human Behavior*, 39, 356–367. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.018>
- Taub, M., Mudrick, N. V., Azevedo, R., Millar, G. C., Rowe, J. i Lester, J. (2017). Using multi-channel data with multi-level modeling to assess in-game performance during gameplay with Crystal Island. *Computers in Human Behavior*, 76, 641–655. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.038>
- Tavakol, M. i Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>

- Terlecki, M. S. i McMahon, A. (2018). A call for metacognitive intervention: Improvements due to curricular programming in leadership. *Journal of Leadership Education*, 17(4), 130–145. <https://doi.org/10.12806/V17/I4/R8>
- Thiede, K. W., Anderson, M. C. M. i Therriault, D. (2003). Accuracy of metacognitive monitoring affects learning of texts. *Journal of Educational Psychology*, 95(1), 66–73. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.1.66>
- Thiede, K. W., Brendefur, J. L., Osguthorpe, R. D., Carney, M. B., Bremner, A., Strother, S., Oswalt, S., Snow, J. L., Sutton, J., i Jesse, D. (2015). Can teachers accurately predict student performance?. *Teaching and Teacher Education*, 49, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.01.012>
- Tobler, S. i Kapur, M. (2023). Metacognitive calibration: a methodological expansion and empirical application. U: P. Blikstein, J. Van Aalst, J., R. Kizito i K. Brennan (Ur.). *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences - ICLS 2023* (str. 3–10). International Society of the Learning Sciences. <https://doi.org/10.22318/icls2023.352932>
- Toppino, T. C., LaVan, M. H. i Iaconelli, R. T. (2018). Metacognitive control in self-regulated learning: Conditions affecting the choice of restudying versus retrieval practice. *Memory & Cognition*, 46(7), 1164–1177. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0828-2>
- Trčka, N., Pechenizkiy, M. i van der Aalst, W. (2011). Process mining from educational data. U: C. Romero, S. Ventura, M. Pechenizkiy i R. S. J. d. Baker (Ur.), *Handbook of educational data mining* (str. 123–142). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10274-11>
- Trevor, C. O. (2017). Interactions among actual ease-of-movement determinants and job satisfaction in the prediction of voluntary turnover. *Academy of Management Journal*, 44(4), 621–638. <https://doi.org/10.5465/3069407>
- Valcke, M. (2002). Cognitive load: Updating the theory?. *Learning and Instruction*, 12(1), 147–154. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00022-6)
- van de Pol, J., van Loon, M., van Gog, T., Braumann, S., & de Bruin, A. (2020). Mapping and drawing to improve students' and teachers' monitoring and regulation of students' learning from text: Current findings and future directions. *Educational Psychology Review*, 32(4), 951–977. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09560-y>
- van de Pol, J., Volman, M. i Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher–student interaction: A decade of research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271–296. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9127-6>
- Van der Aalst, W. M. P. (2011). *Process Mining: Discovery, Conformance, and Enhancement of Business Processes*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19345-3>
- Van Der Aalst, W. (2016). Data science in action. U: *Process mining: Data science in action* (str. 3–23). Springer Berlin Heidelberg.
- Van der Wel, P. i Van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2005–2015. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1432-y>
- Van den Boom, G., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. i Van Gog, T. (2004). Reflection prompts and tutor feedback in a web-based learning environment: Effects on

- students' self-regulated learning competence. *Computers in Human Behavior*, 20(4), 551–567. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2003.10.001>
- Van Dongen, B. F., de Medeiros, A. K. A., Verbeek, H. M., Weijters, A. J. M. M. i Van Der Aalst, W. M. (2005). The ProM framework: A new era in process mining tool support. U: *International conference on application and theory of petri nets* (str. 444–454). Springer Berlin Heidelberg.
- Van Gog, T., Hoogerheide, V. i van Harsel, M. (2020). The role of mental effort in fostering self-regulated learning with problem-solving tasks. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1055–1072. <https://doi.org/10.1007/S10648-020-09544-Y/FIGURES/2>
- Van Gog, T., Kester, L. i Paas, F. (2011). Effects of concurrent monitoring on cognitive load and performance as a function of task complexity. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 584–587. <https://doi.org/10.1002/acp.1726>
- Van Laer, S. i Elen, J. (2018). Towards a methodological framework for sequence analysis in the field of self-regulated learning. *Frontline Learning Research*, 6(3), 228–249. <https://doi.org/10.14786/flr.v6i3.367>
- Van Laer, S. i Elen, J. (2019). The effect of cues for calibration on learners' self-regulated learning through changes in learners' learning behaviour and outcomes. *Computers & Education*, 135, 30–48. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.016>
- van Loon, M., de Bruin, A., Leppink, J. i Roebers, C. (2017). Why are children overconfident? Developmental differences in the implementation of accessibility cues when judging concept learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 158, 77–94. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.01.008>
- van Merriënboer, J. J. G. i de Bruin, A. B. H. (2019). Cue-based facilitation of self-regulated learning: A discussion of multidisciplinary innovations and technologies. *Computers in Human Behavior*, 100, 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.07.021>
- van Merriënboer, J. J. G. i Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147–177. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-3951-0>
- van Merriënboer, J. J. G. i Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: Design principles and strategies. *Medical Education*, 44(1), 85–93. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x>
- van Someren, M. W., Barnard, Y. F. i Sandberg, J. A. (1994). *The think aloud method: A practical approach to modelling cognitive processes*. Academic Press.
- Vandevelde, S., Van Keer, H., Schellings, G. i Van Hout-Wolters, B. (2015). Using think-aloud protocol analysis to gain in-depth insights into upper primary school children's self-regulated learning. *Learning and Individual Differences*, 43, 11–30. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.027>
- Veenman, M. V. J. (1993). *Intellectual Ability and Metacognitive Skill: Determinants of Discovery Learning in Computerized Environments*. Universiteit van Amsterdam.
- Veenman, M. V. J. (2005). The assessment of metacognitive skills: What can be learned from multi-method designs? U: C. Artelt i B. Moschner (Ur.), *Lernstrategien und Metakognition: Implikationen für Forschung und Praxis* (str. 77–99). Waxmann.

- Veenman, M. V. J. (2013). Training metacognitive skills in students with availability and production deficiencies. U: H. Bembentuy, T. J. Cleary i A. Kitsantas (Ur.), *Applications of self-regulated learning across diverse disciplines: A tribute to Barry J. Zimmerman* (str. 299–324). IAP Information Age Publishing.
- Veenman, M. V. J. (2016). Learning to self-monitor and self-regulate. U: R. Mayer i P. Alexander (Ur.), *Handbook of Research on Learning and Instruction* (str. 197–218). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203839089.CH10>
- Veenman, M. V. J. i Elshout, J. J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education*, 14(4), 509–523. <https://doi.org/10.1007/BF03172976>
- Veenman, M. V. J., Elshout, J. J. i Groen, M. G. M. (1993). Thinking aloud: Does it affect regulatory processes in learning?. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 18(6), 322–330.
- Verbeek, H. M. W., Buijs, J. C. A. M., van Dongen, B. F. i Van der Aalst, W. M. P. (2019). *ProM 6: The process mining toolkit*. U: M. L. Rosa (Ur.), *Proceedings of the Business Process Management Demonstration Track* (str. 34–39). Springer.
- Wafda, F., Usagawa, T. i Mahendrawathi, E. (2022). Systematic literature review on process mining in learning management system. *2022 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology (IAICT)*, str. 160–166. <https://doi.org/10.1109/IAICT55358.2022.9887428>
- Wang, C., Zhu, S. i Zhang, H. (2023). Computer-assisted English learning: Uncovering the relationship between motivation and self-regulation, *Journal of Computed Assisted Learning*, 39(6), 1860–1873. <https://doi.org/10.1111/jcal.12846>
- Wang, F. H. (2021). Interpreting log data through the lens of learning design: Second-order predictors and their relations with learning outcomes in flipped classrooms. *Computers & Education*, 168, 104209. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104209>
- Wang, T. i Lajoie, S. P. (2023). How does cognitive load interact with self-regulated learning? A dynamic and integrative model. *Educational Psychology Review*, 35(3), 69. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09794-6>
- Wang, Y., Wang, M., Mazoor, M. A., Liu, F., Georgiev, G. N., Das, R. J. i Nakov, P. (2024). Factuality of large language models: A survey. U: *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing* (str. 19519–19529), USA. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.02420>
- Weijters, A. J., van Der Aalst, W. M. i De Medeiros, A. A. (2006). *Process mining with the Heuristics Miner algorithm*. (BETA publicatie: working papers; Vol. 166). Technische Universiteit Eindhoven.
- Weinstein, C. i Mayer, R. (1986). The Teaching of Learning Strategies. U: M. Wittrock, M. (Ur.), *Handbook of Research on Teaching* (str. 315–327). Macmillan.
- Wild, K.-P. i Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im studium: Ergebnisse zur faktorenstruktur und reliabilität eines neuen fragebogens [Learning strategies of university students: Factor structure and reliability of a new questionnaire]. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15(4), 185–200.
- Winn, M. B., Wendt, D., Koelewijn, T. i Kuchinsky, S. E. (2018). Best practices and advice for using pupillometry to measure listening effort: An introduction for those

- who want to get started. *Trends in Hearing*, 22, 2331216518800869.
<https://doi.org/10.1177/2331216518800869>
- Winne, P. H. (2001). Self-regulated learning viewed from models of information processing. U: B. J. Zimmerman i D. H. Schunk (Ur.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (str. 153–189). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Winne, P. H. (2010). Improving measurements of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 45(4), 267–276. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.517150>
- Winne, P. H. (2011). A cognitive and metacognitive analysis of self-regulated learning. U: B. J. Zimmerman i D. H. Schunk (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 15–34). Routledge
- Winne, P. H. (2013). Learning strategies, study skills, and self-regulated learning in postsecondary education. U: M. B. Paulsen (Ur.), *Higher education: Handbook of theory and research* (str. 377–403). Springer Netherlands.
- Winne, P. H. (2018). Cognition and metacognition within self-regulated learning. U: P. H. Winne (Ur.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (str. 36–48). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315697048-3>
- Winne, P. H. i Hadwin, A. F. (1998). Gaining control over studying: A social-cognitive view of self-regulated learning. *Theory into Practice*, 37(4), 269–274.
- Winne, P. H. i Marx, R. W. (1989). A cognitive-processing analysis of motivation within classroom tasks. *Research on Motivation in Education*, 3, 223–257.
- Winne, P. H. i Nesbit, J. C. (2009). Supporting self-regulated learning with cognitive tools. U: D. J. Hacker, J. Dunlosky i A. C. Graesser (Ur.), *Handbook of metacognition in education* (str. 259–277). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Winne, P. H. i Perry, N. E. (2000). Measuring self-regulated learning. U: M. Boekaerts, P. R. Pintrich i M. Zeidner (Ur.), *Handbook of self-regulation* (str. 531–566). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50045-7>
- Winsler, A., Manfra, L. i Diaz, R. M. (2007). “Should I let them talk?”: Private speech and task performance among preschool children with and without behavior problems. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(2), 215–231.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2007.01.001>
- Wirth, J. (2009). Promoting self-regulated learning using prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23(2), 75–77. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.139>
- Wirth, J., Stebner, F., Trypke, M., Schuster, C. i Leutner, D. (2020). An interactive layers model of self-regulated learning and cognitive load. *Educational Psychology Review*, 32(4), 1127–1149. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09568-4>
- Wolters, C. A. (2011). Regulation of motivation: Contextual and social aspects. *Teachers College Record*, 113(2), 265–283.
<https://doi.org/10.1177/016146811111300202>
- Wang, F. H. (2021). Interpreting log data through the lens of learning design: Second-order predictors and their relations with learning outcomes in flipped classrooms. *Computers & Education*, 168, 104209.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104209> Get rights and content

- Wong, J., Khalil, M., Baars, M., de Koning, B. B. i Paas, F. (2019). Exploring sequences of learner activities in relation to self-regulated learning in a massive open online course. *Computers and Education*, 140, 103595. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103595>
- Wright, B. D. i Masters, G. N. (1982). *Rating scale analysis: Rasch measurement*. MESA Press.
- Xie, J., Cho, K. W., Wei, T., Xu, J. i Fan, M. (2025). The effects of academic emotions on learning outcomes: a three-level meta-analysis of research conducted between 2000 and 2024. *Learning and Motivation*, 90, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102109>
- Yip, M. C. W. (2007). Differences in learning and study strategies between high and low achieving university students: A Hong Kong study. *Educational Psychology*, 27(5), 597–606. <https://doi.org/10.1080/01443410701309126>
- Young, K. (2009). Direct from the source: the value of 'think-aloud' data in understanding learning. *The Journal of Educational Enquiry*, 6(1), 19–33.
- Zepeda, C. D., Richey, J. E., Ronevich, P. i Nokes-Malach, T. J. (2015). Direct instruction of metacognition benefits adolescent science learning, transfer, and motivation: An in vivo study. *Journal of Educational Psychology*, 107(4), 954–970. <https://doi.org/10.1037/edu0000022>
- Zhang, W. X., Hsu, Y. S., Wang, C. Y. i Ho, Y. T. (2015). Exploring the impacts of cognitive and metacognitive prompting on students' scientific inquiry practices within an e-learning environment. *International Journal of Science Education*, 37(3), 529–553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.996796>
- Zheng, J., Lajoie, S. i Li, S. (2023). Emotions in self-regulated learning: a critical literature review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1137010. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1137010>
- 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, 187–202. <https://doi.org/10.1007/s12564-016-9426-9>
- Zheng, R. Z. (Ur). (2018). *Cognitive load measurement and application: A theoretical framework for meaningful research and practice*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Zhou, K., Yang, J., Loy, C. C., & Liu, Z. (2022). Learning to prompt for vision-language models. *International Journal of Computer Vision*, 130(9), 2337–2348. <https://doi.org/10.1007/s11263-022-01653-1>
- Zhou, M., Xu, Y., Nesbit, J. C. i Winne, P. H. (2010). Sequential pattern analysis of learning logs: Methodology and applications. U: C. Romero, S. Ventura, M. Pechenizikij i R. S. J. d. Baker (Ur.), *Handbook of educational data mining*, 107, 107–121. <https://doi.org/10.1201/b10274>
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. U: M. Boekaerts, P. R. Pintrich i M. Zeinder (Ur.), *Handbook of self-regulation* (str. 13–39). Academic press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166–183.
- Zimmerman, B. J. i Bandura, A. (1994). Impact of self-regulatory influences on writing course attainment. *American Educational Research Journal*, 31(4), 845–862.
<https://doi.org/10.2307/1163397>
- Zimmerman, B. J., i Moylan, A. R. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. U: D. J. Hacker, J. Dunlosky i A. C. Graesser (Ur.), *Handbook of metacognition in education* (str. 299–315). Routledge.
- Zimmerman, B. J. i Schunk, D. H. (2004). Self-regulating intellectual processes and outcomes: A social cognitive perspective. U: D. Y. Dai i R. J. Sternberg (Ur.), *Motivation, emotion, and cognition: Integrative perspectives on intellectual functioning and development* (str. 323–349). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Zimmerman, B. J. i Schunk, D. H. (2008). Motivation: An essential dimension of self-regulated learning. U: D. H. Schunk i B. J. Zimmerman (Ur.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications* (str. 1–30). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Zimmerman, B. J. i Schunk, D. H. (Ur.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge/Taylor & Francis Group.