

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI
ODSJEK ZA PSIHOLOGIJU

Dora Korać

ODNOS MATEMATIČKE ANKSIOZNOSTI I
KOGNITIVNOG OPTEREĆENJA U PROCESU
RJEŠAVANJA MATEMATIČKIH
PROBLEMSKIH ZADATAKA

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2026.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI
ODSJEK ZA PSIHOLOGIJU

Dora Korać

ODNOS MATEMATIČKE ANKSIOZNOSTI I
KOGNITIVNOG OPTEREĆENJA U PROCESU
RJEŠAVANJA MATEMATIČKIH
PROBLEMSKIH ZADATAKA

DOKTORSKI RAD

Mentor: izv. prof. dr. sc. Barbara Rončević Zubković

Rijeka, 2026.

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

Dora Korać

THE INTERPLAY OF MATH ANXIETY AND
COGNITIVE LOAD IN THE MATHEMATICAL
PROBLEM-SOLVING PROCESS

DOCTORAL THESIS

Rijeka, 2026

SAŽETAK

Koncepti samoregulacije učenja i kognitivnog opterećenja prethodno su bili zasebno istraživani, ali u novije vrijeme, s promjenom uvjeta učenja i poučavanja te rastućom količinom informacija kojima su mladi izloženi, javlja se i potreba njihovog povezivanja (de Bruin i sur., 2020). U tom kontekstu predložen je Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufret, 2018) koji polazi od pretpostavke da se razina samoregulacije procesa učenja ili rješavanja problema mijenja u funkciji pojedinčevih resursa (emocionalnih, motivacijskih i kognitivnih) te percipiranog kognitivnog opterećenja. U kontekstu uloge individualnih resursa u regulaciji procesa rješavanja matematičkih problemskih zadataka, recentniji teorijski okviri, poput RAMPS modela (Scheibe i sur., 2023) i teorijskog okvira Morsanyi i suradnica (2019), naglašavaju važnost matematičke anksioznosti (MA) koja se može odraziti na svaku fazu procesa rješavanja zadataka, ali i na određene motivacijske i kognitivne resurse pojedinca.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je ispitati medijatorsku ulogu pojedinih tipova kognitivnog opterećenja i radnog pamćenja u odnosu između matematičke anksioznosti i matematičke samoeфикаsnosti te ukupne izvedbe na matematičkim zadacima. Dodatno, analizom latentnih profila nastojali su se identificirati specifični profili s obzirom na percipirano kognitivno opterećenje te su ispitane razlike među njima u pogledu određenih individualnih karakteristika i (meta)kognitivnih aspekata regulacije procesa rješavanja zadataka. U istraživanju provedenom uživo sudjelovali studenti prijediplomskih studija ($N = 325$) Sveučilišta u Zagrebu i Sveučilišta u Rijeci. Studenti su, uz pomoću računala, ispunjavali upitnike matematičke anksioznosti i samoeфикаsnosti te deset matematičkih problemskih zadataka, pri čemu su za svaki trebali procijeniti sigurnost u točnost odgovora te strategiju rješavanja. Potom su uslijedili upitnici epistemičkih emocija i percipiranog kognitivnog opterećenja te dvije mjere kapaciteta radnog pamćenja (OSPAN i RSPAN).

Provedbom medijacijskih analiza i analiza puta utvrđen je značajan doprinos promatranih individualnih resursa izvedbi na zadacima, pri čemu niže razine većine pokazatelja MA, bolji rezultati na sekundarnim zadacima mjere kapaciteta radnog pamćenja koja obuhvaća numerički sadržaj (OSPAN) te viša matematička samoeфикаsnost doprinose ukupnoj izvedbi na matematičkim zadacima. Dobiveno je da MA negativno predviđa izvedbu na mjerama kapaciteta radnog pamćenja, ali i razinu percipiranog mentalnog opterećenja u vidu percepcije prezentiranih zadataka kao složenijih i manje jasnih. Nalazi ukazuju da MA narušava izvedbu na zadacima uslijed viših razina doživljenog mentalnog opterećenja, ali i putem izvedbe na mjeri OSPAN-a. Analizom latentnih profila identificirane su tri latentne skupine: angažirani studenti (graditelji znanja), umjereno opterećeni i preopterećeni studenti. Uz razlike u pojedinim individualnim karakteristikama, osobito MA i samoeфикаsnosti, primjetne su i razlike u (meta)kognitivnim procjenama i osjećajima tijekom rješavanja zadataka. Naime, angažirani studenti koje karakterizira niža razina doživljenog mentalnog opterećenja (percepcija zadataka kao manje složenih i jasnijih) te viša razina mentalnog napora (količina uloženog truda) prijavljuju više razine znatiželje, niže razine zbunjenosti, dosade i trenutne anksioznosti. U

prosijeku su sigurniji u svoje odgovore koji su većinski rezultat primjene odgovarajućih strategija rješavanja te u konačnici imaju bolju izvedbu na zadacima.

Nalazi ovog istraživanja doprinose boljem razumijevanju prirode odnosa ključnih komponenti Integriranog modela (Seufert, 2018) u okviru matematičkog rasuđivanja, uz proširenje istog uključivanjem i metakognitivne perspektive (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023).

Ključne riječi: *matematička anksioznost, kognitivno opterećenja, samoregulacija, matematički zadaci riječima*

SUMMARY

The concepts of self-regulation and cognitive load have been studied separately, but there has been a recent need to integrate them given the changing learning conditions and the amount of information to which young people are exposed (de Bruin et al., 2020). In this context, the Integrated Model of Self-Regulation and Cognitive Load (Seufert, 2018) has been proposed, based on the assumption that the level of self-regulation of the learning or problem-solving process changes as a function of the individual's resources (emotional, motivational and cognitive) and imposed cognitive load. Within the context of individual resources involved in the regulation of mathematical problem-solving processes, more recent theoretical approaches, such as the RAMPS model (Scheibe et al., 2023) and the theoretical framework proposed by Morsanyi et al. (2019), emphasize the importance of math anxiety (MA). This form of anxiety may affect each phase of the problem-solving process, as well as key motivational and cognitive resources of the problem solver.

The main aim of this study was to examine the mediating role of perceived cognitive load and working memory capacity in the relationship between MA, math self-efficacy, and overall performance on math word problems. Additionally, latent profile analysis was used to identify distinct profiles based on perceived cognitive load and to examine differences among them in relation to specific individual characteristics and (meta)cognitive aspects of problem-solving regulation. The study was conducted in person and included undergraduate students ($N = 325$) from the University of Zagreb and the University of Rijeka. Using computers, participants completed questionnaires assessing MA and self-efficacy, followed by ten math word problems, for each of which they were asked to evaluate their confidence in the accuracy of their response and to report the strategy used. Subsequently, participants completed questionnaires measuring epistemic emotions and perceived cognitive load, as well as two measures assessing working memory capacity (OSPAN i RSPAN).

Mediation and path analyses revealed a significant contribution of the examined individual resources to overall performance. Specifically, lower levels across most indicators of MA, better performance on the secondary tasks of the numerical working memory capacity measure (OSPAN), and higher math self-efficacy were all positively associated with overall performance on math tasks. The findings further showed that MA negatively predicts working memory capacity, as well as the level of perceived mental load, reflected in the perception of the presented tasks as more complex and less clear. The results indicate that MA impairs task performance both through increased levels of experienced mental load and via reduced performance on OSPAN measure. Latent profile analysis identified three distinct groups: engaged students (knowledge builders), moderately loaded students, and overloaded students. In addition to differences in certain individual characteristics—most notably mathematics anxiety and self-efficacy—these groups also differed in their (meta)cognitive judgments and feelings during problem solving. Engaged students, characterized by lower levels of perceived mental load (perceiving tasks as less complex and more well-defined) and higher levels of invested mental effort (willingness to actively invest effort), reported greater curiosity and lower levels of confusion, boredom, and state anxiety. On average, they expressed higher

confidence in the accuracy of their responses, which were predominantly based on the application of appropriate problem-solving strategies, and ultimately demonstrated better overall performance.

The results of this study contribute to the existing understanding of the interplay among the key components of the Integrated Model (Seufert, 2018) within mathematical reasoning, while further enhancing this understanding by incorporating metacognitive aspects of the problem-solving process (Morsanyi et al., 2019; Scheibe et al., 2023).

Keywords: *math anxiety, cognitive load, self-regulation, math word problems*

Sadržaj

SAŽETAK.....	5
1. UVOD	11
1.1. Samoregulacija učenja.....	13
1.1.1. Teorijsko određenje	13
1.1.2. Teorijski modeli- povijesni pregled.....	15
1.1.3. Mjere procjene.....	20
1.2. Teorija kognitivnog opterećenja	24
1.3. Suvremeni modeli samoregulacije učenja	27
1.3.1 Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (T. Seufert, 2018).....	29
1.4. Suvremeni modeli matematičkog rasuđivanja	31
1.4.1. Teorijski okvir Morsanyi i suradnica (2019).....	32
1.4.2. Model regulirane pažnje pri rješavanju matematičkih problema (engl. <i>The Regulated Attention in Mathematical Problem Solving model</i> , RAMPS)	33
1.5. Afektivne, motivacijske i (meta)kognitivne odrednice samoregulacije procesa rješavanja matematičkih zadataka	35
1.5.1. Matematička anksioznost.....	35
1.5.2. Epistemičke emocije.....	38
1.5.3. Matematička samoefikasnost	41
1.5.4. Radno pamćenje	42
1.5.5. (Meta)kognitivne odrednice	45
1.6. Odnos MA i KO u kontekstu samoregulacije procesa rješavanja zadataka	48
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	51
2.1. Problemi istraživanja i hipoteze	51
3. METODA.....	53
3.1. Prva etapa: predistraživanja	54
3.1.1. Prvo predistraživanje	54
3.1.2 Rezultati i rasprava	57
3.2. Drugo predistraživanje: razvoj mjera radnog pamćenja	58
3.2.1. Prva faza - Fokusne grupe.....	58
3.2.2. Druga faza - oblikovanje i provjera mjera procjena radnog pamćenja	59
3.3. Druga etapa: glavno istraživanje.....	68
3.3.1. Sudionici	68
3.3.2. Instrumenti	70
3.3.3. Postupak.....	77

3.3.4. Analiza podataka	79
4. REZULTATI	80
4.1. Deskriptivna statistika	80
4.2. Povezanosti među promatranim varijablama	85
4.3. Medijacijski modeli odnosa MA, KO, RP, matematičke samoefikasnosti i izvedbe	88
4.3.1. Medijatorska uloga KO u odnosu između MA i izvedbe	88
4.3.2. Medijatorska uloga kapaciteta RP u odnosu između MA i izvedbe	94
4.3.3. Medijatorska uloga RP u odnosu između MA i KO	96
4.3.4. Medijatorska uloga KO u odnosu između matematičke samoefikasnosti i izvedbe	98
4.3.5. Prijedlog složenijih modela	99
4.4. Utvrđivanje latentnih profila s obzirom na KO	109
4.5. Razlike među utvrđenim latentnim profilima	111
5. RASPRAVA	116
5.1. Medijacijski modeli	116
5.1.1. Odnos MA, KO, RP i ukupne izvedbe na zadacima	116
5.1.2. Odnos matematičke samoefikasnosti, KO i izvedbe	121
5.2. Profili s obzirom na percipiranu razinu KO	123
5.2.1. Razlike među profilima	126
5.3. Konceptualizacija KO	130
5.4. Metodološka ograničenja i smjernice za buduća istraživanja	134
5.5. Znanstveni i praktični doprinos	136
6. ZAKLJUČAK	138
7. LITERATURA	140
8. PRILOZI	154

1. UVOD

Utvrđivanje komponenti učinkovitog učenja i poučavanja u području obrazovanja cilj je istraživača i praktičara već desetljećima. Vještine samostalnog postavljanja ciljeva vezanih uz učenje i rješavanje problema, nadgledanje vlastitog napretka te adekvatna regulacija ponašanja, misli i emocija ključni su preduvjeti za stjecanje novih znanja i vještina (Schnaubert i Schneider, 2022). Navedeno odražava koncept samoregulacije koji, sukladno procesnim modelima samoreguliranog učenja, podrazumijeva dinamičnu i cikličku izmjenu faza planiranja, nadgledanja i regulacije. Prema procesnim modelima, učenici su aktivni sudionici u procesu učenja/rješavanja problema koji svjesno aktiviraju i usmjeravaju svoje ponašanje (ustrajnost tijekom učenja ili rješavanja zadatka), procjenjuju složenost prezentiranog sadržaja i prikladnost odabranih strategija te kontinuirano prate i prilagođavaju razinu motivacije i emocije prema predmetu proučavanja (Sorić, 2014).

No, odvijanje navedenih kognitivnih i metakognitivnih aktivnosti ima svoju cijenu te dovodi do većeg ili manjeg kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018, 2020; Wang i Lajoie, 2023). Konstrukt kognitivnog opterećenja (KO) može se konceptualizirati kao stupanj opterećenja kognitivnog sustava, točnije radnog pamćenja pojedinca, uzrokovanog procesiranjem informacija tijekom usvajanja gradiva ili rješavanja zadataka. Prema jednoj od najraširenijih podjela (Paas i sur., 2003; Sweller i sur., 1998), razlikujemo tri vrste KO: unutrašnje kognitivno opterećenje (UKO, engl. *intrinsic cognitive load*) koje se javlja kao rezultat složenosti prezentiranog materijala u odnosu na pojedinčevo prethodno znanje, vanjsko kognitivno opterećenje (VKO, engl. *extraneous cognitive load*), koje je izazvano nejasnom i neadekvatnom formulacijom materijala te inherentno kognitivno opterećenje (IKO, engl. *germane cognitive load*) koje podrazumijeva ulaganje dodatnih unutarnjih resursa, odnosno spremnost pojedinca da se aktivno uključi u proces rješavanja zadatka te da u istom ustraje

Koncepti samoregulacije učenja i KO prethodno su bili zasebno istraživani, ali u novije vrijeme, s promjenom uvjeta učenja i rastućom količinom informacija kojima su mladi izloženi, javlja se i potreba njihovog povezivanja (de Bruin i sur., 2020). Relevantnost zajedničkog proučavanja navedena dva područja posebno je istaknuta na fakultetskoj razini. Studenti moraju samostalno oblikovati ciljeve, učinkovito organizirati vlastitu okolinu i proces učenja te odabrati prikladne strategije učenja što, ovisno o njihovim resursima, može rezultirati značajnim kognitivnim (pre)opterećenjem.

U tom kontekstu predložen je Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (engl. *Integrated model of self-regulation and cognitive load*, Seufert, 2018), koji polazi od pretpostavke da se mogućnost regulacije procesa učenja ili rješavanja zadatka različite složenosti mijenja u funkciji pojedinčevih resursa (motivacijskih, emocionalnih, kognitivnih) te objektivnog i percipiranog opterećenja koji proizlazi iz prezentiranog materijala. U okviru modela ističe se da razina samoregulacije primarno ovisi o objektivnoj težini prezentiranog materijala (u vidu jednostavnosti prepoznavanja ključnih informacija i zahtjeva), ali i spremnosti pojedinca da se u većoj ili manjoj mjeri posveti usvajanju sadržaja, odnosno rješavanju problema. U slučaju zadataka umjerene težine, dostupni resursi i doživljeno kognitivno opterećenje su u ravnoteži što omogućava učinkovitu samoregulaciju (Seufert,

2018). Povećanjem složenosti zadatka, potrebna količina samoregulacije određena je resursima pojedinca te percipiranim KO. Drugim riječima, porastom objektivne i/ili percipirane težine prezentiranog zadatka, interes, procjena samoefikasnosti za uspješno izvođenje te spremnost za ulaganjem dodatnog truda (inherentno KO) se smanjuju, što otežava adekvatno planiranje, nadgledanje i regulaciju procesa izvedbe.

Iako dosadašnja istraživanja potvrđuju određene pretpostavke navedenog modela, potrebno je istaknuti da su dominantno usmjerena na proučavanje odnosa KO i samoregulacijskih aktivnosti, pri čemu nedostaju empirijske spoznaje o ulozi pojedinačnih resursa (Costley i sur., 2024; Gupta i Zheng, 2020; Seufert i sur., 2024). Također, nalazi se uglavnom temelje na zadacima iz verbalne domene (zadaci razumijevanja pročitane teksta), pri čemu izostaju spoznaje o održivosti modela u matematičkoj domeni (Hoch i sur., 2023).

U kontekstu matematičkog rasuđivanja, brojne studije naglašavaju važnost matematičke anksioznosti (MA) odnosno tjeskobe, nesigurnosti i odbojnosti prema matematičkom sadržaju (Cipora i sur., 2022; Morsanyi i sur., 2019). Matematička anksioznost pokazala se kao relevantan emocionalni čimbenik koji otežava manipulaciju brojevima u širokom rasponu situacija, bilo u obrazovnom okruženju ili svakodnevnom životu (npr. odabir zanimanja ili financijske odluke). Osobe s višim razinama MA imaju nižu matematičku samoefikasnost, odnosno procjenjuju vlastito znanje i vještine iz navedenog područja lošijima te postižu slabije rezultate na zadacima i testovima. Iako dosadašnja literatura dosljedno potvrđuje značajnu ulogu MA u izvedbi na problemskim zadacima, izostaje detaljniji uvid u povezanost MA te određenih (meta)kognitivnih procesa u podlozi matematičkog rasuđivanja. Recentniji modeli rasuđivanja u matematičkoj domeni, poput Modela regulirane pažnje pri rješavanju matematičkih problema (engl. *The Regulated attention in mathematical problem solving model*, RAMPS, Scheibe i sur., 2023) i teorijskog okvira Morsanyi i suradnica (2019), pružaju detaljniji pregled utjecaja MA na svaku fazu procesa rješavanja zadatka, od inicijalne procjene složenosti zadatka, odabira i primjene strategije rješavanja do spremnosti na ulaganje dodatnog truda i moguće promjene prvotno odabrane strategije. Autori modela ističu kako je osobama s višom razinom MA potrebno više vremena kako bi prepoznali ključne informacije i zahtjeve zadatka, percipiraju prezentirane zadatke složenijima (što odgovara višem unutrašnjem kognitivnom opterećenju) te su manje sigurni u ispravnost danog odgovora (Desender i Sasanguie, 2022; Morsanyi i sur., 2019; Seufert, 2020). Matematičko anksiozniji pojedinci izbjegavaju uporabu složenijih strategija, a u slučaju neprimjerenosti prvotno odabrane strategije, skloniji su pogađanju odgovora ili odustajanju od daljnjeg rješavanja (Jenifer i sur., 2022; Jiang i sur., 2021). Sukladno pretpostavkama RAMPS modela, opisani utjecaj MA na pojedine faze rješavanja problema može se u određenoj mjeri pripisati radnom pamćenju (RP). Negativne intruzivne misli, briga i strah koji se mogu javiti kod matematičko anksioznih pojedinaca prilikom pristupanja matematičkom sadržaju ili zadacima, okupiraju već ograničeni kapacitet RP (Scheibe i sur., 2023; Morsanyi i sur., 2019). Uslijed navedenog, pojedinac nema dovoljno resursa za adekvatnu procjenu karakteristika prezentiranog zadatka te nadgledanje i kontrolu procesa rješavanja što u konačnici može rezultirati lošijom izvedbom (Scheibe i sur., 2023; Wirth i sur., 2020). Dodatni emocionalni čimbenik koji može utjecati na dostupnost kognitivnih

resursa potrebnih za adekvatno izvođenje zadatka jesu epistemičke emocije, odnosno emocionalna iskustva povezana s procesima stjecanja znanja tijekom učenja/ rješavanja problemskih zadataka (Pekrun i sur., 2017). Ove emocije nastaju kao posljedica obrade informacija o prezentiranom zadatku i pripadajućim (meta)kognitivnim aktivnostima te njihovom usporedbom s postojećim znanjem i uvjerenjima. Primjerice, zbunjenost i frustracija koje se mogu javiti uslijed kognitivne neusklađenosti između informacija stečenih tijekom rješavanja zadatka te očekivanja i uvjerenja pojedinca o vlastitoj izvedbi, mogu djelovati kao distraktori, dodatno okupirajući već ograničeni kapacitet radnog pamćenja (Muis i sur., 2018).

Iz navedenog se naslućuje potreba za dodatnim proširenjem postojećih spoznaja o međuodnosu ključnih komponenti Integriranog modela (Seufert, 2018) u matematičkoj domeni te empirijskog proučavanja određenih pretpostavki metakognitivnih teorijskih modela matematičkog rasuđivanja (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023).

1.1. Samoregulacija učenja

1.1.1. Teorijsko određenje

S kojim ciljem, na koji način i u kojim uvjetima učenici usmjeravaju svoje ponašanje prema željenim ishodima relevantna su pitanja u području obrazovanja koja se javljaju već sredinom prošlog stoljeća te postaju predmetom interesa brojnih stručnjaka edukacijske, kognitivne, razvojne i socijalne psihologije (Usher i Schunk, 2017). Napredak u području informacijske tehnologije omogućio je slobodan pristup neograničenoj količini podataka te je uvelike promijenio uvjete u kojima učenici i studenti usvajaju znanje. Digitalni alati, poput tableta, računala i pametnih telefona, sve češće se koriste u svrhu učenja i poučavanja. Vještine samostalnog postavljanja ciljeva vezanih uz učenje, nadgledanje i praćenje vlastitog učinka te adekvatna regulacija motivacije i emocija smatraju se ključnim preduvjetima za stjecanja novih znanja i vještina, pogotovo u uvjetima multimedijske nastave (Schnaubert i Schneider, 2022). Navedeno aktivno sudjelovanje u procesu učenja odražava koncept samoregulacije (Sorić, 2014). Budući da je riječ o relativno složenom konceptu, primjetna je velika raznolikost i neujednačenost glede njegovog određenja. Samoregulacija učenja najčešće se definira kao proces u kojem pojedinac aktivira i upravlja vlastitim mislima, emocijama i ponašanjem, a u svrhu postizanja osobnih ciljeva (Usher i Schunk, 2017). Iz navedene, opće definicije razvidna su tri ključna i međusobno povezana aspekta procesa usvajanja gradiva i/ili rješavanja zadataka: kognitivni, motivacijski i emocionalni aspekt (Boekaerts i Pekrun, 2016). U kontekstu samoregulacije, kognitivni aspekt obuhvaća procjenu složenosti prezentiranog gradiva ili zadatka te odabir i primjenu strategija usvajanja sadržaja i/ili rješavanja zadatka. Motivacijska komponenta (što učenike motivira na samoregulaciju učenja?) podrazumijeva ciljne orijentacije, očekivanje ishoda, procjenu vrijednosti zadatka i vjerovanje u vlastite sposobnosti za njegovo uspješno izvođenje (samoeфикаsnost). Svaka faza procesa učenja praćena je određenim ugodnim (uzbuđenje, ponos, znatiželja) ili neugodnim emocijama (dosada, ljutnja, razočaranje, bespomoćnost) koje, ovisno o intenzitetu te sposobnosti pojedinca da ih adekvatno

regulira, mogu utjecati na ishod izvedbe (Boekaerts i Pekrun, 2016). Primjerice tijekom rješavanja zadataka, prisutnost ugodnih emocija doprinosi prepoznavanju i primjeni fleksibilnih i kreativnih strategija rješavanja problema te usmjeravanju i zadržavanju pažnje na relevantne informacije. Dodatno, potiče ustrajnost i ulaganje truda, ali i intrinzičnu motivaciju za budućim uključivanjem u zadatke sličnog sadržaja (Boekaerts i Pekrun, 2016; Pekrun i sur., 2002, Villavicencio i Bernardo, 2016).

Prethodno spomenuta opća definicija samoregulacije jedna je od brojnih koje se mogu pronaći u dosadašnjoj literaturi, a koje se međusobno razlikuju s obzirom na teorijsko polazište autora. Primjerice, predstavnici operantne teorije pretpostavljaju da učenik odlučuje koje će ponašanje regulirati temeljem određenog vanjskog potkrepljenja, odnosno nagrade ili kazne. U okviru teorije socijalnog konstruktivizma, samoregulacija se definira kao proces u kojem pojedinac kroz interakcije s osobama u svojoj okolini oblikuje vjerovanja o težini zadatka, primjerenim strategijama i vlastitim sposobnostima za njegovo rješavanje. Prema Vigotskom, razvoj samoregulacije započinje kontaktom s roditeljima, pri čemu dijete modelira te internalizira strategije koje roditelji koriste kako bi regulirali njegovo ponašanje (Sorić, 2014; Usher i Schunk, 2017). Predstavnici socijalno-kognitivne perspektive pretpostavljaju da se samoregulacija učenja temelji na recipročnoj interakciji osobnih, ponašajnih i okolinskih procesa. Jedan od najistaknutijih stručnjaka u području samoregulacije učenja, Zimmerman (2000), istu opisuje kao samousmjeravajući proces u kojem učenici svjesno planiraju i prate vlastite misli, osjećaje i djelovanje te ih ciklički prilagođavaju postizanju ciljeva i informacijama iz okoline. Ovakva definicija predstavlja odmak od dotadašnjih, pri čemu se naglasak stavlja na učenikove osobne motive, njegovu procjenu vrijednosti zadatka, vjerovanje o vlastitim sposobnostima za izvedbu, ali i na emocije koje se javljaju kao odgovor na prezentirani zadatak. Navedenim se ne umanjuje uloga metakognicije, odnosno poznavanja vlastitog procesa mišljenja, već se prepoznaje važnost drugih čimbenika u procesu samoregulacije (Sorić, 2014). Polazeći od socijalno-kognitivnog gledišta, Pintrich (2001) definira samoregulaciju kao proces u okviru kojeg učenici postavljaju određene ciljeve učenja, prate i kontroliraju vlastitu kogniciju, motivaciju, emocije i ponašanje. Spomenute resurse nastoje prilagoditi promjenama i ograničenjima postavljenih ciljeva te karakteristikama okoline učenja.

Iako se pojedini teorijski pristupi razlikuju s obzirom na aspekt regulacije koji stavljaju u središte, definicije navedenog koncepta ipak dijele određene zajedničke premise. Većina definicija samoregulacije zastupa proaktivni pristup učenju kao samousmjeravajućem procesu u kojem učenici svjesno aktiviraju, prate i upravljaju određenim kognitivnim, motivacijskim i ponašajnim procesima relevantnim za uspješno usvajanje gradiva ili rješavanje zadatka. Učenici se ne promatraju kao pasivni primatelji znanja već se naglašava njihova aktivna uloga u procesu učenja, odnosno izvršavanja akademskih obveza (Sorić, 2014). Prema Zimmermanu (2008), osnovni elementi proaktivnosti uključuju samostalno postavljanje ciljeva, ustrajnost, odabir i primjenu prikladnih strategija učenja te njihovu lakšu prilagodbu specifičnom gradivu. Dodatno, samoregulirani učenici učinkovitije prate i procjenjuju svoj napredak prema postavljenom cilju te stvaraju bolje okruženje za učenje (Sorić 2014; Zimmerman, 2008).

1.1.2. Teorijski modeli- povijesni pregled

U posljednjih 40 godina primjetan je eksponencijalni porast literature i istraživanja o spomenutom konceptu. Navedeno se pripisuje dinamičnom razvoju brojnih teorijskih paradigmi, modela i metodologije usmjerenih na proširenje spoznaja o prirodi samoregulacije, njezinim ključnim procesima te ulozi u kontekstu obrazovanja.

Prvi značajniji iskorak u području samoregulacije učenja učinili su Bandura i Zimmerman predloživši procesne modele utemeljene na pretpostavkama socijalno-kognitivnih teorija (Usher i Schunk, 2017). Naglašavaju da nadgledanje i regulacija učenja podrazumijeva recipročnu interakciju osobnih (kognitivnih, emocionalnih i motivacijskih), okolinskih i ponašajnih čimbenika. Prema Banduri (1986), samoregulacija uključuje tri procesa: samospoznaju, samoprocjenu (samovrednovanje) i samoreagiranje. U sklopu samospoznaje pojedinac nadgleda različite aspekte svoje izvedbe tijekom usvajanja gradiva/rješavanja zadatka te je uspoređuje s određenim standardom ili kriterijem uspješnosti (proces samoprocjene). Proces samoreagiranja obuhvaća uvjerenje o vlastitoj sposobnosti za izvođenje određene akcije i emocije koje pripisuje ishodu iste (ponos, razočaranje, ljutnja) (Usher i Schunk, 2017).

Zadržavajući ideju o trodijelnoj strukturi navedenog koncepta, Zimmerman (2000) predlaže kompozitni procesni model koji prikazuje samoregulaciju kao povratnu petlju između osobnih, ponašajnih i okolinskih čimbenika. Obuhvaća tri ciklički organizirane faze: faza promišljanja (prije djelovanja), faza kontrole izvedbe (za vrijeme djelovanja) te faza samorefleksije (nakon djelovanja). U okviru svake faze primjetne su dvije različite, ali međusobne povezane kategorije procesa (Sorić, 2014). Faza promišljanja obuhvaća procese usmjerene na analizu prezentiranog gradiva/zadatka te procese temeljem kojih oblikujemo vjerovanje o vlastitim sposobnostima za uspješnu izvedbu. Analiza zadatka odražava (meta)kognitivni aspekt samoregulacije, a podrazumijeva procjenu složenosti prezentiranog zadatka, postavljanje ciljeva i odabir aktivnosti, odnosno strategija za njihovo postizanje. Percipirana vrijednost zadatka, očekivanje učinka, ciljna orijentacija te vjerovanje pojedinca da je sposoban izvesti akcije potrebne za postizanje određenog cilja (usvajanje gradiva ili rješavanja zadatka), odnosno samoefikasnost (Zimmerman, 2008), odražava motivacijski aspekt samoregulacije tijekom faze promišljanja. Postavljanje ciljeva, strateško planiranje i uvjerenje o vlastitim sposobnostima i vrijednosti zadatka obuhvaćeni su sljedećom fazom, kontrolom izvedbe. U okviru ove faze pojedinac započinje s usvajanjem određenog gradiva ili rješavanjem prezentiranog zadatka, odnosno započinje s izvedbom. Dvije kategorije procesa obuhvaćenih ovom fazom su procesi samokontrole i samoopažanja (nadgledanja). Samokontrola podrazumijeva široki raspon tehnika kojima pojedinac usmjerava i zadržava pažnju na zadatak, osigurava ustrajnost te nastoji održati optimalnu razinu motivacije tijekom izvedbe (Usher i Schunk, 2017). Primjer navedenog su samopoučavanje (samoinstrukcije), stvaranje mentalnih predodžbi prezentiranog materijala, upravljanje vremenom i traženje pomoći. Samoopažanje podrazumijeva nadgledanje vlastitih misli, emocija, ponašanja te okolinskih čimbenika tijekom izvedbe. Očituje se u praćenju napretka prema postavljenom cilju, procjeni uspješnosti primijenjene strategije te njihovoj prilagodbi promjenjivim

zahtjevima zadatka ili okoline (Zimmerman, 2000; Sorić, 2014; Usher i Schunk, 2017). U trećoj fazi, fazi samorefleksije, odvijaju se dvije grupe procesa, samoprocjenjivanje i reakcije usmjerene na sebe. U okviru samoprocjenjivanja, pojedinac uspoređuje informacije prikupljene tijekom procesa samoopažanja, poput onih o količini uloženog truda (Usher i Schunk, 2017) i primjeni planiranih strategija, te ih uspoređuje s određenim standardom. Kriterij za usporedbu može biti vlastiti učinak na prethodnom zadatku, učinak drugih osoba ili vlastito poboljšanje, a u svrhu ovladavanja određenim gradivom (Sorić, 2014). Nakon usporedbe s jednim od navedenih kriterija, pojedinac traži uzroke ishoda svoje izvedbe (uspjeha ili neuspjeha). Pojedinci koji ishode svoje izvedbe pripisuju stabilnim, unutarnjim čimbenicima (vlastite sposobnosti, uloženi trud) bit će skloniji u budućnosti birati teže zadatke u okviru kojih mogu unaprijediti postojeće znanje i vještine. Navedeni obrasci atribucije uzroka postignuća imaju značajan utjecaj na proces postavljanja ciljeva u sljedećoj fazi promišljanja, kao i na pristup i odabir budućih strategija usvajanja gradiva odnosno rješavanja zadataka, vjerovanja o vlastitim sposobnostima te procjenu interesa i percipirane vrijednosti sličnih aktivnosti u budućnosti. (Panadero, 2017; Sorić, 2014). Ciklička priroda prethodno opisanih faza podrazumijeva da ishodi jedne faze utječu na procese i akcije obuhvaćene sljedećom. Primjerice, postavljanje jasnih i specifičnih ciljeva, neophodno je za aktiviranje cilju usmjerenog ponašanja i samoopažanje koji se javljaju u fazi izvedbe, a utječe i na vrstu standarda koji se koristi pri evaluaciji postignutog u okviru faze samorefleksije. Konačno, ishodi faze samorefleksije utječu na procjenu samoeфикаsnosti i postavljanje ciljeva u sljedećoj fazi promišljanja (Sorić, 2014).

Poput prethodno opisanog Zimmermanovog modela, Pintrichev model (2004) promatra samoregulaciju kao proces koji se odvija u fazama, odnosno prije, tijekom i nakon same izvedbe (Sorić, 2014). Iako se faze mogu vremenski rasporediti u odnosu na izvedbu, nadgledanje, kontroliranje i reagiranje su dinamični procesi koji se mogu istovremeno odvijati tijekom procesa učenja. Nastavljajući na rad Zimmermana, Pintrich (2004) predlaže četverofazni model koji započinje aktivacijom prethodnog znanja o prezentiranom gradivu i/ili zadatku, promišljanjem o njegovoj složenosti i vrijednosti, procjenom vlastitih sposobnosti za uspješno usvajanje/rješavanje te strateškim planiranjem i postavljanjem ciljeva (Panadero, 2017; Sorić, 2014). Sljedeća faza podrazumijeva svjesno nadgledanje različitih elemenata zadatka, kontekstualnih čimbenika te samoga sebe (razina motivacije, emocije) u odnosu na aktualni zadatak. Prilagodba i kontrola strategija učenja i uloženog truda te regulacija emocija obuhvaćeni su trećom fazom, dok četvrta faza uključuje različite reakcije i refleksije usmjerene prema pojedincu (kognitivne procjene i emocionalne reakcije), kontekstu ili zadatku (Panadero, 2017; Sorić, 2014). Iz prethodnog opisa Pintrichovog modela, primjetno je da svaka faza obuhvaća četiri različite domene samoregulacije: kogniciju, motivaciju, ponašanje i okolinu (Panadero, 2017). Primjerice, aspekt kognicije u okviru prve faze (prije izvedbe) prikazan je kroz aktivaciju prethodnog znanja relevantnog za aktualni zadatak i postavljanje cilja. Druga faza obuhvaća osjećaj poznatosti prezentiranog sadržaja (engl. *feelings of knowing*, FOK) te metakognitivnu procjenu razine razumijevanja i dosjećanja istog (engl. *judgments of learning*, JOL). U sklopu treće faze, aspekt regulacije kognicije obuhvaća odabir, primjenu i prilagodbu različitih kognitivnih strategija učenja, zaključivanja i rješavanja problema, dok u četvrtoj fazi

podrazumijeva utvrđivanje uzorka pozitivnog ili negativnog ishoda izvedbe (primjerice osoba nije uložila dovoljno truda ili je primijenila neadekvatne strategije) (Panadero, 2017).

Potrebno je istaknuti da u prethodno opisanim modelima izostaje detaljan osvrt na važnost emocija u procesu samoregulacije. Zimmerman (2008) navodi emocije u kontekstu pojedinačne reakcije (pripisivanje ishoda izvedbe) tijekom posljednje faze samoregulacije, dok Pintrich (2004) promatra samo jedan tip emocija, ispitnu anksioznost (Zheng i sur., 2023). Iako prepoznaju relevantnost afektivnih čimbenika u procesu regulacije učenja, u središte svojih modela ipak postavljaju motivaciju.

Navedenu prazninu popunjava Boekaerts u okviru Modela dualnog procesiranja (Boekaerts i Cascallar, 2006). Ističe da prisutnost pozitivnih, odnosno negativnih emocija uslijed procjene prezentiranog zadatka ima ključnu ulogu u odabiru putanje procesa samoregulacije (Boekaerts, 2011). Ukoliko pojedinac, temeljem znakova iz okoline, procijeni situaciju učenja ili rješavanja zadatka kao prijetećom i problematičnom, odnosno neusklađenom s njegovim trenutnim potrebama, sposobnostima ili vrijednostima, koristit će putanju samoregulacije usmjerenu na osobnu dobrobit (Sorić, 2014). Percipirana neusklađenost između zahtjeva zadatka i osobnih ciljeva može aktivirati neugodne emocije poput anksioznosti, razočaranja i beznađa. U sklopu navedene putanje ponašanje će biti usmjereno na očuvanje slike o sebi, odnosno zaštitu ega što odgovara “odozdo prema gore” (engl. *bottom-up*) konceptualizaciji samoregulacije (Boekaerts, 2011). Kad je situacija učenja, odnosno rješavanja zadatka usklađena s osobnim ciljevima, potrebama i vrijednostima pojedinca, on će započeti učenje/rješavanje problema koristeći samoregulaciju usmjerenu na ovladavanje zadatkom i osobni rast. U okviru te putanje samoregulacije aktiviraju se pozitivne emocije, poput uživanja, nade i ponosa. Pojedinac se usmjerava na sami zadatak, ustraje u njegovu rješavanju te ga percipira kao priliku za osobni rast i unaprjeđenje trenutnih kompetencija, što je sukladno “odozgo prema dolje” (engl. *top-down*) konceptualizaciji samoregulacije. Boekaerts (2011) ističe da je moguća promjena iz prvotne u potonju putanju samoregulacije i obrnuto. Navedeno ovisi o znakovima iz okoline (poticaji od strane učitelja ili roditelja) te sposobnostima pojedinca da regulira emocije i ostane usredotočen na zadatak, neovisno o percipiranim prijetnjama i preprekama (Panadero, 2017; Sorić, 2014).

Uz postavljanje koncepta emocija u središte svog modela, model Boekaerts (Boekaerts i Cascallar, 2006) od dosadašnjih modela odstupa u još jednom elementu. Prethodno opisani modeli ne pretpostavljaju navedenu klasifikaciju procesa samoregulacije, kao „odozgo prema dolje“, odnosno „odozdo prema gore“, pri čemu je njezin model prvi u kojem je ista sveobuhvatno prikazana (Panadero, 2017). Sličnost s prethodna dva modela Zimmermana (2000) te Pintricha (2004) ogleda se u isticanju uloge motivacijskih uvjerenja u procesu samoregulacije.

Primjetno je da prethodno opisani modeli naglasak stavljaju na dva od tri aspekta samoregulacije, odnosno prvenstveno ističu važnost motivacijskih i afektivnih čimbenika, pri čemu je (meta)kognitivni aspekt djelomično zastupljen (Zimmermanov model: (meta)kognitivne strategije pristupanja zadatku; Pintrichev model: u okviru koncepta FOK i JOL) ili samo usputno spomenut i neprecizno određen (model Boekaerts). Jedan od značajnijih modela koji

naglašava ulogu (meta)kognitivnih faktora u ciklusu regulacije učenja je COPES model Winnea i Hadwin, 1998). Utemeljen je na pristupu obrade informacija te predstavlja teorijski okvir računalnih *online* metoda procjene samoreguliranog učenja (Greene i Azevedo, 2007; Panadero, 2017). Navedeni model razlikuje četiri faze učenja: *definiranje zadatka* u okviru koje pojedinac nastoji razumjeti zahtjeve i karakteristike prezentiranog zadatka (npr. vremensko ograničenje) te se dosjeća prethodnog iskustva s problemima sličnog sadržaja; *određivanje cilja* tijekom koje pojedinac oblikuje ciljeve vezane uz zadatak, razvija plan i odabire strategije za koje smatra da su prikladne za prezentirani problem; *primjena taktika učenja* koja podrazumijeva uporabu odabranih strategija te procjenu napretka prema cilju postavljenom u prethodnoj fazi (je li primijenjena strategija učinkovita?) *prilagodba metakognicije* koja obuhvaća evaluaciju ishoda procesa učenja (usvojeno znanje, ishod rješavanja zadatka) te, ukoliko je potrebno, ponovni povratak na prethodne faze, odnosno redefiniranje zadatka, postavljanje ciljeva i planiranje (Panadero 2017; Sorić, 2014).

U odnosu na prethodno opisane teorijske modele, model Winnea i Hadwin (1998) temelji se na teoriji obrade informacije te pretpostavlja da svaka od faza samoregulacije podrazumijeva interakciju pojedinčevih Uvjeta (engl. *Conditions*), Operacija (engl. *Operations*), Produkata (engl. *Products*); Vrednovanja (engl. *Evaluations*) i Standarda (engl. *Standards*) (Greene i Azevedo, 2007). Uvjeti se odnose na kognitivne resurse dostupne pojedincu za usvajanje gradiva i/ili rješavanje te ograničenja istih uslijed karakteristika zadatka ili okoline (raspoloživo vrijeme). Operacije podrazumijevaju skup kognitivnih procesa i strategija poput nadgledanja, sastavljanja, uvježbavanja, pretraživanja i prevođenja informacija relevantnih za prezentirani zadatak (dosjećanje važnog podatka za aktualni zadatak ili test u okviru treće faze). Informacije proizašle kao rezultat navedenih Operacija predstavljaju Produkt (novo znanje). Evaluacija se odnosi na procjenu usklađenosti Produkta (znanje stečeno tijekom učenja) te kriterija kojeg je potrebno zadovoljiti za uspješno izvođenje cijelog zadatka ili aktualne faze- Standarda. Drugim riječima, pojedinac prolazi kroz četiri faze procesa samoregulacije, aktivno nadgleda i procjenjuje svoj napredak te, po potrebi, prilagođava pripadajuće uvjete, standarde, operacije i produkte (Panadero, 2017). Uvođenjem opisanog skupa kognitivnih procesa u sklopu svake faze te isticanjem nadgledanja i kontrole kao srži regulacije učenja, model Winnea i Hadwin (1998) omogućava jednostavniji opis i bolje razumijevanje načina na koji promjene u jednoj fazi dovode do promjena u drugoj fazi (Sorić, 2014). Dodatna odlika ovog modela ogleda se u odvajanju operacija definiranja zadatka te određivanja ciljeva u dvije zasebne faze (Greene i Azevedo, 2007).

Sukladno prethodno opisanom modelu, Metakognitivni i afektivni model samoregulacije učenja (engl. *Metacognitive and affective model of self-regulated learning*, MASRL, Efklides, 2011), također promatra metakognitivne čimbenike procesa samoregulacije. U odnosu na dosad opisane teorijske modele, Efklides (2011, 2018) u središte svog modela stavlja emocije i motivaciju, te promatra dinamičnu interakciju između metakognitivnih, motivacijskih i emocionalnih komponenti procesa samoregulacije (Pandero, 2017). Pretpostavlja da se samoregulacija odvija na dvije razine, pri čemu je jedna opća, makrorazina usmjerena na osobu (engl. *person level*), a druga, mikrorazina podrazumijeva recipročnu relaciju zadatka i osobe

(engl. *task x person*). U okviru razine osobe, pojedinac donosi odluku o uključivanju u proces učenja ili rješavanja zadatka temeljem njegovih kognitivnih, metakognitivnih, motivacijskih, afektivnih i ponašajnih karakteristika, oblikovanih kroz različite situacije učenja. Primjerice, učenik donosi odluku o količini vremena i truda koje će uložiti te strategija koje će koristiti temeljem prethodnog iskustva s određenim gradivom ili zadatkom, motivirajućim vjerovanjima (ciljne orijentacije), emocijama koje veže s istim i uvjerenjima u vlastite sposobnosti (Efklides i sur., 2017; Sorić, 2014). Razina osobe podrazumijeva odvijanje procesa samoregulacije „odozgo prema dolje“, pri čemu razinu samoregulacije određuje cilj postavljen u skladu s karakteristikama osobe. Razina zadatka i osobe pretpostavlja interakciju karakteristika zadatka (npr. poznatost i težina prezentiranog zadatka) i karakteristika pojedinca. U okviru ove razine samoregulacija je vođena podacima „odozdo prema gore“, odnosno metakognitivno iskustvo tijekom izvođenja zadatka (npr. osjećaj težine zadatka) određuje motivaciju i samoregulaciju (Pandero, 2017). Primjerice, ukoliko učenik procijeni da napreduje sporije ili teže od očekivanog tijekom izvođenja matematičkog zadatka mogu se javiti negativne emocije poput frustracije ili anksioznosti koje posljedično mogu dovesti do smanjivanja uloženog truda, primjene suboptimalne strategije rješavanja zadatka ili veće sklonosti odustajanju. Model Efklides (2011, 2018) predstavlja iskorak u odnosu na prethodno opisane klasične modele u pogledu prebacivanja fokusa s opće, makrorazine na mikrorazinu te isticanja važnosti motivacijskih i emocionalnih komponenti procesa samoregulacije (Tinajero i sur., 2024). Važnost promatranja motivacijskih koncepata u okviru samoregulacije dodatno je istaknuta Metamotivacijskim modelom (engl. *Metamotivational model*, Miele i Scholer, 2018), koji je usmjeren na regulaciju i kontrolu različitih motivacijskih komponenti prisutnih prije i tijekom procesa učenja/rješavanja zadatka, poput samoefikasnosti i procjene vrijednosti zadatka.

Primjetno je da se prethodno opisani modeli razlikuju se s obzirom na određenje faza samoregulacije i pripadajućih subprocesa. Zimmermanov i Pintrichov model pružaju cjelovitiji prikaz koncepta samoregulacije, pri čemu su faze jasnije određene, procesi u podlozi preciznije razrađeni i raspoređeni (Panadero, 2017). S druge strane, u modelima Boekaerts te Winnea i Hadwin samoregulacija učenja je u većoj mjeri prikazana kao otvoreni, fluidni proces u kojem se faze mogu ponavljati, a granice između istih su manje istaknute. Razlike postoje i s obzirom na istaknutost određene domene samoregulacije – motivacijska, emocionalna ili (meta)kognitivna. Primjerice, model Winnea i Hadwin kao najrelevantniji aspekt navode (meta)kogniciju, dok Zimmerman, Pintrich i Boekaerts prepoznaju važnosti promatranja i motivacijskih i emocionalnih komponenti samoregulacije (Panadero, 2017). U odnosu na navedene modele, Efklides (2011) u okviru svog modela ilustrira dinamično međudjelovanje metakognicije, motivacije i emocija na dvije razine procesa samoregulacije. Unatoč različitim prikazima procesa samoregulacije, sličnost navedenih modela ogleda se u isticanju njegove dinamične i cikličke prirode (Panadero, 2017; Sorić i sur., 2014; Wang i Lajoie, 2023). Također, učenici se ne promatraju kao pasivni primatelji informacija, već aktivni sudionici u regulaciji vlastitog procesa učenja. Drugim riječima, ističe se mogućnost pojedinca da prati i regulira određene aspekte kognicije, razinu motivacije, emocije, ponašanja te uvjete okoline učenja.

Primjerice, tijekom rješavanja zadatka učenik prati učinkovitost odabranih strategija i metoda rješavanja te ih po potrebi mijenja, a u svrhu postizanja postavljenog cilja (navedeno se može primijeniti i na kontinuirano praćenje razine motivacije ili regulaciju određenih (ne)ugodnih emocija).

1.1.3. Mjere procjene

Važnost koncepta samoreguliranog učenja u području obrazovanja i kognicije je neosporiva. Uz prethodno opisane pokušaje sveobuhvatne operacionalizacije navedenog konstrukta, predložene su i različite mjere procjene. Vodeći se pretpostavkama Zimmermannovog modela, konstruirana je Skala akademske samoregulacije (engl. *Academic Self-Regulation Scale*, A-SRL, Mango, 2011), a temeljem Pintrichevog modela razvijen je jedna od najraširenijih mjera procjene procesa samoregulacije (engl. *Motivated Strategies For Learning Questionnaire*, MSLQ, Pintrich i sur., 1993). Zeidner (2019) navodi da se većina dosadašnjih instrumenata, uključujući i prethodno spomenute, temelji na samoprocjenama pojedinca koje nisu dovoljno pouzdane za mjerenje složenog i dinamičkog procesa samoregulacije. Također, namijenjeni su procjeni samo pojedinih aspekata ciklusa samoregulacije, poput motivacijskih uvjerenja ili (meta)kognitivnih strategija, a ne procesa u cjelini. Sukladno navedenom, sve se više važnosti pridaje konstruiranju instrumenata koji će omogućiti valjanu i pouzdanu procjenu samoregulacije te njihovoj adekvatnoj primjeni (Wolters i Won, 2017). U daljnjem tekstu bit će prikazani određeni tradicionalni (upitnici samoprocjene, intervju) i suvremeni načini mjerenja navedenog konstrukta (praćenje pokreta očiju, metode analize traga; engl. *trace data*).

Na konceptualnoj razini, metode procjene procesa samoregulacije možemo podijeliti na mjere sklonosti (engl. *aptitude measures*) i mjere događaja (engl. *event measures*) (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021). Mjere sklonosti podrazumijevaju procjenu vještine samoregulacije na globalnoj razini, odnosno ukazuju na pojedinčevo uobičajeno ponašanje i pristup tijekom učenja i/ili rješavanja zadataka. Za razliku od mjera sklonosti, mjere događaja, poput protokola razmišljanja na glas ili direktnog opažanja (*online* mjere), vezane su uz specifičan sadržaj ili vrstu zadatka (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Zeidner, 2019). S obzirom da je samoregulirano učenje situacijski uvjetovano, odnosno vezano uz određeni kontekst učenja, stručnjaci često daju prednost mjerama događaja prilikom procjene određenih aspekata navedenog koncepta. Naime, ističu da se kognitivne i metakognitivne strategije, koje pojedinac primjenjuje prilikom izvođenja određenih kognitivnih aktivnosti, razlikuju ovisno o prirodi sadržaja kojeg uče ili vrsti zadataka koje rješavaju. Dodatno, mjere sklonosti nisu dovoljno osjetljive i ne odražavaju dinamičnu prirodu samoregulacije, poput promjena u (meta)kognitivnim (mijenjanje neadekvatne strategije), motivacijskim i afektivnim čimbenicima tijekom procesa učenja/ rješavanja zadatka (Greene i sur., 2017).

S obzirom na vremenski okvir u kojem se provodi procjena (prije, tijekom ili nakon aktivnosti ili izvedbe), u literaturi se razlikuju *online* i *offline* metode procjene samoreguliranog učenja (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Rovers i sur., 2019; Veemnan i van Cleef, 2019).

Offline metode primjenjuju se prije uključivanja u određenu kognitivnu aktivnosti, poput učenja ili rješavanja problema, odnosno prospektivno, ili nakon aktivnosti, odnosno retrospektivno. *Online* metode procjene primjenjuju se tijekom izvođenja aktivnosti, odnosno za vrijeme učenja ili rješavanja problema. One omogućuju praćenje pojedinačnih postupaka, motivacijskih procesa i emocionalnih doživljaja u određenom kontekstu ili za vrijeme rješavanja prezentiranog zadatka. Sukladno navedenom, *online* metode ujedno su i mjere događaja, odnosno vezane su uz specifičnu domenu učenja (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Rovers i sur., 2019; Veemnan i van Cleef, 2019).

1.1.3.1. *Offline metode procjene*

Najrašireniji način mjerenja pojedinih procesa samoreguliranog učenja je putem upitnika samoprocjene (Roth i sur., 2016; Wolters i Won, 2017). Navedena metoda pripada *offline* mjerama sklonosti, odnosno upitnici se najčešće primjenjuju nakon izvedbe pojedinca te su neovisni o domeni prezentiranog sadržaja. Upitnicima samoprocjene može se ispitati veća skupina pojedinaca u kraćem vremenskom razdoblju te omogućavaju procjenu širokog raspona kognitivnih i metakognitivnih strategija (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Veemnan i van Cleef, 2019; Wolters i Won, 2017). Osim njihove ekonomičnosti, ističe se veću objektivnost u primjeni i interpretaciji nalaza, u odnosu na druge mjere procjene, poput intervjua ili dnevnika (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021). Unatoč navedenim prednostima, potrebno je uzeti u obzir da se upitnici samoprocjene temelje na dosjećanju prethodnih iskustava, neovisno o tome primjenjuju li se prospektivno ili retrospektivno, što može rezultirati distorzijama u pamćenju te neispravnim ili nepreciznim procjenama. Primjerice, pojedinci mogu podcjenjivati, odnosno precjenjivati učestalost korištenih strategija (Rogiers i sur., 2020; Rovers i sur., 2019) ili pogrešno prepoznati i izvijestiti o strategijama koje su primijenili (Veenman, 2011). Iz prethodno spomenutog proizlazi da su *offline* metode procjene odraz subjektivne percepcije i pojedinačnih vjerovanja o primijenjenim strategijama ili motivacijskim uvjerenjima, a ne njihove stvarne izraženosti. Dodatno, pitanja sadržana u upitnicima mogu ometati spontanu uporabu ili procjenu strategija učenja i/ili rješavanja problema (Veemnan i van Cleef, 2019). Ukoliko je riječ o prospektivnoj primjeni, sadržaj pitanja može osvijestiti i potaknuti primjenu strategija kojih se pojedinac možda ne bi dosjetio. S druge strane, kod retrospektivne primjene pojedinci mogu biti izvijestiti o (meta)kognitivnim aktivnostima i emocijama koje nisu nužno bile prisutne, a javljaju se uslijed osjećaja poznatosti strategije obuhvaćene pitanjima u upitniku ili prethodnog iskustva sa zadacima sličnog sadržaja. Potrebno je istaknuti da se određeni procesi samoreguliranog učenja mogu odvijati na nesvjesnoj razini te se kao takvi ne mogu obuhvatiti upitnicima samoprocjene, odnosno pojedinac o istima ne može izvijestiti. Dodatna kritika upućena navedenim mjerama procjene je i sklonost davanja socijalno poželjnih odgovora (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Rovers i sur., 2019).

Offline metode procjene obuhvaćaju i intervjue koji se, kao i upitnici samoprocjene, mogu se primijeniti prije ili nakon izvedbe pojedinca. Nedostaci istaknuti kod upitnika samoprocjene, poput poteškoća pri dosjećanju ili sklonosti davanju socijalno poželjnih odgovora, prisutni su i

u ovoj mjeri procjene. Dodatno, intervjui podrazumijevaju individualnu primjenu i vremenski su zahtjevniji (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Veenman i van Cleef, 2019).

U skupinu mjera sklonosti, uz upitnike samoprocjene i intervju, ubrajaju se i testovi znanja o strategijama (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021). Navedena mjera sadrži opis specifične situacije učenja, poput pripreme pojedinca za usmeno izlaganje, te popis kognitivnih, metakognitivnih i motivacijskih strategija učenja koje se mogu javiti u opisanoj situaciji. Sudionik treba procijeniti primjerenost predloženih strategija u okviru zadane situacije, a broj bodova se dodjeljuje ovisno o usklađenosti njegovog odgovora s odgovorom stručnjaka iz područja samoreguliranog učenja. Testovi znanja o strategijama polaze od pretpostavke da pojedinac mora imati određeno teorijsko znanje o strategijama učenja kako bi ih uspješno primijenio (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021). Kao i kod upitnika samoprocjene, prikladni su za grupnu primjenu i nisu vremenski zahtjevniji. Potrebno je istaknuti da situacije sadržane u testovima znanja nisu prilagođene studentskoj populaciji te su većinski umjerene na procjenu metakognitivne komponente samoreguliranog učenja (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021).

1.1.3.2. Online metode procjene

Za razliku od *offline* metoda koje se temelje na samoprocjeni, *online* mjere su objektivnije te obuhvaćaju kodiranje aktivnosti pojedinca prema unaprijed određenim kriterijima (Veenman i van Cleef, 2019). U *online* metode najčešće se ubrajaju protokoli “razmišljanja na glas” (engl. *think-aloud protocols*), opažanje ponašanja, praćenje pokreta očiju te analiza računalnih zapisa (Veenman i van Cleef, 2019).

Protokoli razmišljanja na glas obuhvaćaju verbalizaciju trenutnih misli koje se javljaju za vrijeme određene kognitivne aktivnosti, poput učenja ili rješavanja problema. Navedenom metodom dobiva se precizniji i objektivniji uvid u procese samoreguliranog učenja. Omogućava donošenje zaključaka o kognitivnim aktivnostima na objektnoj razini, ali i aktivnostima na meta-razini, odnosno procesima nadgledanja i regulacije (Greene i sur., 2017). Česta kritika upućena ovoj mjeri odnosi se na njezinu vremensku neekonomičnost, budući da je, uz individualnu primjenu, potrebno transkribirati verbalizirane misli sudionika radi njihove naknadne analize. Dodatno, istovremeno rješavanje zadatka i „razmišljanje na glas“ može povećati kognitivno opterećenje, što posljedično može negativno utjecati na izvedbu pojedinca (Veenman i Cleef, 2019).

U okviru metode opažanja, nepristrani i educirani opažači promatraju ponašanje sudionika te ga kodiraju prema unaprijed određenom obrascu. Opažanje može biti direktno, u prirodnim uvjetima, za vrijeme sudionikovog rješavanja zadatka, ili indirektno, odnosno s vremenskim odmakom, putem analize video snimki (Veenman i van Cleef, 2019). Navedena metoda najčešće se koristi kad zadatak nije podložan verbalizaciji ili su u istraživanje uključeni mlađi sudionici za koje se pretpostavlja da nisu dovoljno verbalno vješti za primjenu protokola “razmišljanja na glas”. Ova metoda također je vremenski zahtjevnija jer podrazumijeva individualnu primjenu, pripremu prikupljenih podataka za kvantitativnu i kvalitativnu analizu, a u slučaju indirektnog opažanja putem video snimki potrebna je i transkripcija snimljenog materijala (Veenman i van Cleef, 2019; Saiz Mnazanares i sur., 2019).

Metakognitivna aktivnost pojedinca tijekom izvedbe na prezentiranom zadatku može se procijeniti i putem analize pokreta očiju. Praćenje pokreta očiju i njihovo povezivanje s prezentiranim problemom omogućava utvrđivanje dijelova sadržaja na koje je pojedinac usmjerio vizualnu pažnju, koliko dugo i kojim redoslijedom (van Gog i Jarodzka, 2013). Dodatno, navedenom *online* metodom bilježi se učestalost i prosječno trajanje fiksacije na određeno područje interesa. Temeljem dobivenih podataka oblikuje se obrazac pokreta očiju koji daje uvid u kognitivne i metakognitivne procese učenja i/ili rješavanja problema. Osim što pružaju uvid u procese koji se aktiviraju tijekom proučavanja različitih materijala, pokazatelji poput praćenja pokreta očiju i promjena u promjeru zjenice mogu upućivati i na razinu kognitivnog opterećenja izazvanog prezentiranim zadatkom (van Gog i Jarodzka, 2013). U okviru obrazovanja, analiza pokreta očiju koristi se prilikom proučavanja brzine procesiranja informacija, prisutnosti ugodnih (uzbuđenje i ponos) i neugodnih epistemičkih emocija (strah, anksioznost) te utvrđivanje primijenjenih strategija. Velika količina složenih podataka koje je zahtjevno jednoznačno intepretirati jedna je od kritika upućenih (Rogiers, 2020). Budući da ne pruža informaciju o razlogu zbog kojeg je pojedinac zadržao pogled na određenoj informaciji, preporuča se kombinacija navedene metode s protokolima “razmišljanja na glas” (van Gog i Jarodzka, 2013).

Napretkom tehnologije i uključivanjem računala u školsko okruženje dolazi do razvoja metoda analize traga (engl. *computer log files*), čije teorijsko polazište čini opisani model Winnea i Hadwin (Panadero, 2017). U okviru navedene *online* metode, pojedinci rješavaju zadatke na računalima, a njihove aktivnosti se simultano bilježe u zasebnu datoteku te se kodiraju prema unaprijed određenim kriterijima (Veenman i sur., 2014). Uz automatsku analizu korištenih strategija, omogućava se i utvrđivanje učestalosti njihove pojavnosti tijekom izvedbe, a time i oblikovanje specifičnog obrasca metakognitivne aktivnosti za svakog sudionika (Veenman i sur., 2014). Za razliku od prethodno opisanih *online* metoda, analiza računalnih zapisa ne zahtjeva individualnu primjenu te u manjoj mjeri ometa izvedbu sudionika. Navedena mjera procjene omogućava donošenje zaključaka samo o direktno opažljivom ponašanju sudionika, odnosno ne pruža uvid u mentalne procese koji se nalaze u pozadini (Veenamn i van Cleef, 2019).

Iz prethodno opisanog razvidno je da *offline* i *online* metode imaju svoje prednosti i nedostatke te da nije moguće jednoznačno utvrditi koja mjera najbolje odražava ciklus samoregulacije. S obzirom na vremensku zahtjevnost i složenost izlaznih podataka *online* mjera procjene, *offline* mjere, ponajviše upitnici samoprocjene, smatraju se prikladnijim za opsežnija istraživanja. U svrhu stjecanja dubljeg uvida u navedeni koncept, većina autora predlaže istovremeno korištenje određenih *offline* i *online* metoda. Primjena multi-metodskog pristupa omogućuje istraživačima razmatranje dobivenih nalaza iz različitih perspektiva, a time i sveobuhvatniji prikaz pojedinih aspekata samoregulacije (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021; Sorić, 2014; Wolters i Won, 2017).

S obzirom na spomenute nedostatke upitnika samoprocjena u kontekstu procjene određenih aspekata samoregulacije, u okviru ovog doktorskog istraživanja, primijenit će se *offline* i *online* mjere procjene. Točnije, (meta)kognitivni čimbenici (metakognitivne procjene

i strategije rješavanja) procjenjivat će se na temelju prospektivnih i retrospektivnih samoprocjena, ali i opažanja ponašanja s odmakom u okviru analize postupka rješavanja matematičkih zadataka.

1.2. Teorija kognitivnog opterećenja

Iz prethodnog prikaza procesa samoregulacije proizlazi da je riječ o iznimno složenom konstrukt koji uključuje niz kognitivnih i metakognitivnih aktivnosti. Odvijanje i koordinacija tih procesa zahtijevaju značajne kognitivne resurse te su nužno povezane s određenom razinom kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018, 2020; Wang i Lajoie, 2023). Teorija kognitivnog opterećenja nastoji objasniti na koji način opterećenje koje se javlja uslijed obrade informacija vezanih uz određeni zadatak, utječe na sposobnost pojedinca da obrađuje nove informacije i oblikuje nove sheme znanja u dugoročnom pamćenju. Temelji se na pretpostavci da je ljudska kognitivna obrada značajno ograničena kapacitetom radnog pamćenja, koje u danom trenutku može istodobno obraditi samo ograničen broj informacija (Sweller i sur., 2019). U tom se kontekstu konstrukt kognitivnog opterećenja (KO) konceptualizira kao stupanj opterećenja kognitivnog sustava, odnosno radnog pamćenja pojedinca, koji nastaje uslijed obrade informacija tijekom usvajanja gradiva ili rješavanja zadataka (Paas i sur., 2010).

Prema jednoj od najraširenijih podjela (Paas i sur., 2003; Sweller i sur., 1998), razlikujemo tri tipa kognitivnog opterećenja: unutrašnje kognitivno opterećenje (UKO, engl. *intrinsic cognitive load*), vanjsko kognitivno opterećenje (VKO, engl. *extraneous cognitive load*) i inherentno kognitivno opterećenje (IKO, engl. *germane cognitive load*). UKO podrazumijeva opterećenje koje je određeno zahtjevima i karakteristikama gradiva ili zadatka, u vidu njegove složenosti te razine stručnosti pojedinca (Leahy i Sweller, 2019; Sweller, 2011). U situacijama kada je pojedinac suočen sa složenim gradivom ili zadatkom koji obuhvaćaju informacije, odnosno primjenu strategija s kojima se pojedinac prethodno nije susreo, dolazi do porasta percipiranog UKO. Kako se povećavaju razina znanja i stupanj uvježbanosti, zahtjevi koje takvo gradivo ili zadatak postavljaju pred kognitivni sustav postupno se smanjuju, što se očituje i u nižim procjenama opterećenja (Dönmez i sur., 2025; Wang i Lajoie, 2023). Budući da se javlja uslijed obrade informacija o zahtjevima gradiva ili zadatka smatra se da je vođen podacima (engl. *data-driven*) (Klepsch i Seufert, 2021). Vanjsko KO može biti izazvano nejasnom i neadekvatnom formulacijom ili dizajnom materijala, poput prisutnosti „zanimljivih“ informacija koje su irelevantne za predmet učenja ili rješavanje zadatka. Inherentno KO podrazumijeva ulaganje dodatnih unutarnjih resursa, odnosno spremnost pojedinca da se aktivno uključi u proces učenja ili rješavanja zadatka te da u istom ustraje (Klepsch i Seufert, 2021). UKO se odnosi na „nužno“ opterećenje koje proizlazi iz vanjskih podražaja u vidu procesiranja informacija zahtjevima prezentiranog zadatka, dok je IKO „učinkovito“ opterećenje koje obuhvaća povezivanje informacija o zadatku s postojećim kognitivnim shemama ili konstrukciju novih (Sweller i sur., 2019; Sweller, 2011). Sukladno recentnijoj konceptualizaciji međuodnosa pojedinih tipova KO (Sweller, 2023; Sweller i sur., 2019), IKO usmjerava raspoložive kognitivne resurse, odnosno resurse radnog pamćenja, s vanjskih i za

zadatak irelevantnih elemenata (VKO) prema onim elementima koji su izravno povezani s učenjem ili rješavanjem problema. Drugim riječima, preusmjerava kognitivne resurse na relevantne elemente gradiva ili zadatka (UKO) te na njihovu usporedbu s postojećim znanjem. Iako navedeno upućuje na njihovu međusobnu povezanost, važno je naglasiti da UKO i IKO odražavaju dva različita aspekta samoregulacije procesa učenja ili rješavanja problema (Klepsch i Seufert, 2021). UKO ukazuje na pasivno doživljeno opterećenje koje dolazi izvana, odnosno potaknuto je karakteristikama prezentiranog materijala kojeg je potrebno usvojiti ili zadatka kojeg je potrebno riješiti. IKO je određeno stupnjem aktivne uključenosti pojedinca u proces učenja ili rješavanje zadatka i njegovom spremnosti da uloži dodatne resurse u isto, ali i karakteristikama samog zadatka, u odnosu na dostupne resurse radnog pamćenja (Klepsch i Seufert, 2021; Sweller i sur., 2019). S druge strane, VKO je „neproduktivno“ opterećenje jer se javlja kao posljedica neprikladne prezentacije ili formulacije gradiva/zadatka (prevelika zasićenost suvišnim informacijama). S obzirom na navedeno određenje navedenih tipova percipiranog KO u kontekstu pasivno i aktivno doživljenog opterećenja, pojedini autori (Feldon i sur., 2019; Klepsch i Seufert, 2021; Scheiter i sur., 2020) ističu i potrebu njihovog promatranja u kontekstu druge podjele, odnosno konceptata mentalnog opterećenja (engl. *mental load*) i mentalnog napora (engl. *mental effort*). Mentalno opterećenje odnosi se na pasivno doživljeno opterećenje, koje je nametnuto izvana uslijed obrade informacija o zahtjevima i karakteristikama prezentiranog gradiva ili zadatka (npr. složenost, jasnoća). S druge strane, mentalni napor odražava aktivno ulaganje resursa u oblikovanje kognitivnih shema o prezentiranom gradivu ili zadatku, pri čemu je njegova razina određena osobnim ciljevima i karakteristikama pojedinca (Klepsch i Seufert, 2021; Scheiter i sur., 2020; Wang i Lajoie, 2023). Klepsch i Seufert (2021) potvrđuju mogućnost promatranja tri tipa percipiranog KO u terminima doživljenog opterećenja (pasivno) i uloženog napora (aktivno), primjenom različitih mjera procjene. IKO je povezano s aktivno uloženim naporom, dok su UKO i VKO povezani s pasivnim aspektom opterećenja (Klepsch i Seufert, 2021). S obzirom na poveznicu između mentalnog napora i IKO, u vidu namjernog, dobrovoljnog ulaganja (dodatnih) resursa, pojedini autori zastupaju stajalište da percipirano IKO odražava motivacijske tendencije pojedinca (Feldon i sur., 2019; Paas i sur., 2005; Seufert, 2020; Schnotz i sur., 2009). Grund i suradnici (2024) navoda da mentalni napor ne proizlazi isključivo iz zahtjeva gradiva ili zadataka koje je potrebno riješiti, već pojedinačnih suboptimalnih motivacijskih procesa i negativnih emocija koje pojedinac veže uz gradivo/zadatak.

Teorija kognitivnog opterećenja se kontinuirano unaprjeđuje i proširuje zadnjih 40 godina, zahvaljujući novim spoznajama o arhitekturi čovjekova kognitivnog sustava, provedbom eksperimentalnih istraživanja te povezivanjem s teorijama srodnih područja proučavanja (Scheiter, 2025; Sweller, 2023). Sukladno navedenom, dolazi i do unaprjeđenja u načinu procjene središnjeg koncepta teorije, kognitivnog opterećenja. O samoj razini KO inicijalno se zaključivalo temeljem tvrdnji samoprocjene u okviru kojih su sudionici trebali izvijestiti o razini ukupnog opterećenja doživljenog tijekom određene kognitivne aktivnosti (Anmarkrud i sur., 2019; Paas, 1992; Sweller i sur., 2019). Uz njihovu jednostavnu i vremenski ekonomičnu primjenu, prednost navedenih mjera procjene očituje se u relativnoj osjetljivosti na varijacije u težini zadatka, kao i u zanemarivoj razini interferencije tijekom njegova

izvršavanja (Szulewski i sur., 2017). Dodatno, u pogledu mjere mentalnog napora, utvrđena je veća konstruktna valjanost tvrdnji samoprocjene u odnosu na fiziološke mjere, poput procjena elektrodermalne aktivnosti (Ayres i sur., 2021). Međutim, njihova široka uporaba, osobito tvrdnje koju je izvorno predložio Paas (1992), rezultirala je određenim modifikacijama u formulaciji (primjerice, zamjenom izraza „uloženi mentalni trud“ formulacijom „težina zadatka“), što se posljedično odrazilo i na konceptualizaciju samoga konstrukta (Scheiter i sur., 2020). Iako se takve izmjene naizgled čine minimalnima, razlika između pitanja „koliko je napora zahtijevao zadatak“ i „koliko je napora osoba uložila“, odnosno uporaba pasivne nasuprot aktivnoj formulaciji, može biti teorijski relevantna jer implicira različite izvore informacija na temelju kojih pojedinac nadgleda i regulira proces rješavanja zadatka (Seufert, 2020). Također, navedene tvrdnje ukazivale su na ukupno KO, pri čemu se zanemarila trokomponentna priroda navedenog konstrukta (Sweller i sur., 2019). Uslijed navedenog dolazi do razvoja skala samoprocjena koje omogućuju razlikovanje pojedinih tipova KO. Jedan od najčešće korištenih instrumenata je skala Leppnik i suradnika (2014), koja omogućuje procjenu UKO i VKO. U svrhu preciznijeg zahvaćanja pojedinih tipova KO, pogotovo IKO, Klepsch i suradnici (2017) konstruiraju upitnik subjektivne procjene KO koji obuhvaća tri tvrdnje za procjenu UKO i VKO te dvije za procjenu IKO. Po uzoru na skalu Leppnik i suradnika (2014), Zu i suradnici (2021) su oblikovali upitnik čije se tvrdnje odnose na procjenu pojedinih tipova KO prilikom rješavanja problemskih zadataka iz domene prirodnih znanosti.

Uz prethodno navedene tvrdnje, upitnike i skale samoprocjene, koje predstavljaju *offline* mjere, za procjenu razine KO koriste se i *online* mjere, poput pupilometrije u okviru koje se prati širenje zjenica, mjera elektrodermalne aktivnosti, srčanog ritma (EKG) i aktivnosti mozga (EEG) (Klepsch i sur., 2017; Mutlu-Bayraktar i sur., 2023). Za razliku od mjera samoprocjene, koje pružaju uvid u percipiranu razinu KO koja može biti pristrana (Scheiter i sur., 2020), *online* mjere omogućuju relativno objektivniju procjenu, polazeći od pretpostavke da se promjene u kognitivnom funkcioniranju očituju kroz fiziološke indikatore, poput fiksacije oka, učestalosti treptanja, širenja zjenica ili broja otkucaja srca (Mutlu-Bayraktar i sur., 2023). Međutim, unatoč većoj razini objektivnosti, *online* mjere su metodološki složene i vremenski zahtjevnije te pritom ne omogućuju razlikovanje pojedinih tipova opterećenja (Klepsch i sur., 2017; Seufert, 2020; Sweller i sur., 2019). Potrebu za dodatnim proučavanjem i razdvajanjem procjena pojedinih tipova KO potvrđuju nalazi Baars i suradnika (2020) koji upućuju na postojanje različitih obrazaca odnosa između procjena KO i metakognitivnih procjena, ovisno o tome temelje li se procjene KO na objektivno izmjerenim pokazateljima truda i opterećenja ili na subjektivnim procjenama (percipirano mentalno opterećenje i napor). Dodatno, nalazi recentnog istraživanja upućuju na postojanje različitih profila s obzirom na percipirane tipove KO, pri čemu su ti profili povezani s razlikama u primijenjenim strategijama učenja i rješavanja zadataka, obrascima metakognitivnih procjena (primjerice, procjena rješivosti zadatka, sigurnost u točnost danog odgovora), kao i s uspješnošću izvedbe (Wang i sur., 2023).

Jedan od ciljeva Teorije kognitivnog opterećenja je oblikovanje smjernica o dizajniranju i prezentaciji zadatka na način koji će pomoći pojedincu da prepozna i organizira informacije relevantne za rješavanje aktualnog problema (Sweller i sur., 2019; Sweller, 2023). Navedenim

se smanjuje vanjsko opterećenje na objektnoj razini te se oslobađa dio ograničenih kognitivnih resursa koji se mogu usmjeriti na procese nadgledanja i kontrole na meta-razini. Dodatno, adekvatnim oblikovanjem i prezentacijom materijala potiče se IKO (trud uložen u samoregulacijske aktivnosti) (de Bruin i sur., 2020). Primjetno je da su oba koncepta, proces samoregulacije i KO, usmjereni na unaprjeđenje procesa učenja/ rješavanja zadatka. U novije vrijeme, pojedine pretpostavke teorije kognitivnog opterećenja primjenjuju se u kontekstu proučavanja procesa usvajanja znanja iz perspektive pojedinca kao aktivnog sudionika u regulaciji vlastitog učenja, odnosno u okviru samoregulacije učenja (de Bruin i sur., 2020; Scheiter, 2025). Na moguću povezanost navedena dva područja ukazuju i prethodno opisani tradicionalni modeli, poput COPES modela Winnea i Hadwin (1998) te modela dualnog procesiranja Boekaerts (Boekaerts i Cascallar, 2006, Wang i Lajoie, 2023). No, potrebno je uzeti u obzir da današnje društvo karakterizira kontinuirani napredak informacijske tehnologije, pri čemu situacije učenja postaju sve složenije i kognitivno zahtjevnije (Donerbach, 2021; Sorić, 2014; Wang i Lajoie, 2023). U takvim uvjetima javlja se potreba za razvojem novih teorijskih okvira u sklopu kojih će se detaljnije prikazati povezanost procesa samoregulacije i kognitivnog opterećenja.

1.3. Suvremeni modeli samoregulacije učenja

Suvremeno doba rezultiralo je velikim promjenama u uvjetima u kojima učenici i studenti stječu znanje te zahtjevima koje obrazovni sustav nameće. Uz rastuću količinu informacija kojima su mladi svakodnevno izloženi, naglasak se stavlja na poticanje kreativnog izražavanja te kritičkog promišljanja o prezentiranom sadržaju. Navedeno je posebno istaknuto na fakultetskoj razini koja zahtjeva drugačiji pristup učenju u odnosu na niže razine. Studenti su suočeni s izazovom usvajanja velike količine složenog gradiva te njegovog postavljanja u ograničene i kratke vremenske okvire. U odnosu na prethodne razine obrazovanja, studenti moraju samostalno oblikovati ciljeve, učinkovito organizirati vlastitu okolinu i proces učenja te odabrati i primijeniti prikladne strategije učenja (Dörrenbächer-Ulrich i sur., 2021). Uz adekvatno suočavanje s prezentiranim zadatkom na objektnoj razini, uspješno ostvarivanje postavljenih ciljeva podrazumijeva kontinuirano nadgledanje i regulaciju vlastitih misli, emocija, ponašanja te okolinskih čimbenika na meta-razini. No, navedene kognitivne i metakognitivne aktivnosti se ne odvijaju automatski i, ovisno o određenim individualnim karakteristikama (radno pamćenje, prethodno znanje), dovode do većeg ili manjeg kognitivnog opterećenja (Seufert 2018, 2020; Wang i Lajoie, 2023).

U tom kontekstu dolazi do razvoja novih teorijskih perspektiva i modela koji nastoje sustavnije objasniti međuodnos samoregulacijskih aktivnosti i kognitivnog opterećenja. Unutar tog integrativnog pristupa mogu se izdvojiti dva temeljna stajališta: prema prvome, kognitivno opterećenje dovodi do samoregulacije, dok prema drugome samoregulacijske aktivnosti troše kognitivne resurse i time rezultiraju kognitivnim opterećenjem (Seufert, 2020). Prvo je stajalište zastupljeno u sklopu Okvira praćenja i regulacije napora (engl. *Effort monitoring and regulation framework*; EMR) de Bruin i suradnika (2020). Navedeni teorijski okvir nastoji prikazati kako

učenici nadgledaju i reguliraju uloženi mentalni napor te na koji način subjektivno doživljeni napor djeluje kao „znak“ (engl. *cue*) za oblikovanje metakognitivnih procjena i donošenje kontrolnih odluka o daljnjem tijeku učenja i/ili rješavanja zadatka (de Bruin, 2020; van Gog, 2020). Budući da kognitivne procese tijekom izvođenja aktivnosti nije moguće izravno opažati, pojedinci se pri procjeni vlastitog napretka oslanjaju na različite pokazatelje koji potječu s objektivne razine te s većom ili manjom preciznošću informiraju procese nadgledanja i regulacije (de Bruin, 2020; Koriat, 1997). Uz pokazatelje poput osjećaja poznatosti, percipirane težine zadatka, procjene vremena provedenog na zadatku, pojedinci oblikuju metakognitivne procjene i kontrolne odluke i na temelju uloženog mentalnog napora (Raaijmakers i sur., 2017). Način na koji pojedinac interpretira doživljeni mentalni napor predstavlja važan čimbenik u procesu metakognitivne regulacije (David i sur., 2024; Scheiter, 2025). U kontekstu rješavanja zadataka, ako se napor percipira kao pokazatelj učenja ili napretka prema cilju, osoba će biti sklonija uložiti dodatne resurse te u skladu s time donositi kontrolne odluke usmjerene na nastavak i prilagodbu procesa rješavanja. Suprotno tomu, kad se napor tumači kao pokazatelj nedostatnih sposobnosti ili znanja, dodatno ulaganje napora može se doživjeti kao neučinkovito, zbog čega su pojedinci skloniji izbjegavajućim obrascima ponašanja, poput odustajanja od daljnjeg rješavanja i pogađanja odgovora (de Bruin, 2020). U sklopu EMR okvira (de Bruin, 2020) također se nastoji utvrditi način na koji učenici mogu optimalno raspodijeliti raspoložive kognitivne resurse kako bi uskladili zahtjeve zadatka na sadržajnoj razini s pripadajućim metakognitivnim procesima (nadgledanje i regulacija). Dio istraživanja pritom je usmjeren na ispitivanje uloge metakognitivnih poticaja, poput vođenja dnevnika ili izrade dijagrama, u smanjenju doživljenog kognitivnog opterećenja (Evans i sur., 2024; Nückles i sur., 2020; Prinz i sur., 2020; van de Pol i sur., 2020). Istodobno, Eitel, Endres i Renkl (2020a) naglašavaju da učinkovitost njihove primjene u optimizaciji kognitivnog opterećenja ovisi o sposobnosti i spremnosti pojedinca na samoregulaciju.

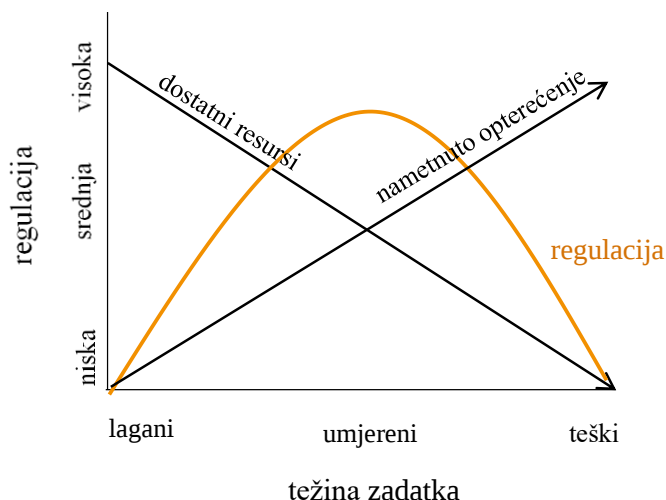
Drugo stajalište pretpostavlja da je kognitivno opterećenje posljedica samoregulacijskih aktivnosti, a prvi prikaz navedene interakcije pružila je (Seufert, 2018) u sklopu Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja koji će biti detaljnije opisan u daljnjem tekstu. Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja naglašava važnost uzimanja u obzir individualnih resursa, osobito kognitivnih resursa u vidu kapaciteta radnog pamćenja. U slučaju zadataka koji su kognitivno opterećujući, znatan dio resursa radnog pamćenja može biti usmjeren na suočavanje sa zadatkom na objektivnoj razini, pri čemu ne ostaje dovoljno resursa za adekvatnu samoregulaciju. U slučaju zadataka umjerene težine kognitivno opterećenje je optimalno, a kapacitet radnog pamćenja je dostatan za učinkovitu samoregulaciju procesa rješavanja (Seufert, 2018, 2020). U kontekstu interakcije navedena dva konstrukta, Seufert uz kognitivne resurse ističe i važnost afektivnih te motivacijskih čimbenika, poput interesa, samoeфикаsnosti, uživanja i sl. (Seufert, 2020). Wirth i suradnici (2020) oslanjaju se na pojedine mehanizme Teorije adaptivnog rezoniranja (Grossberg, 2019) te polaze od pretpostavke da je moguće razlikovati svjesne i nesvjesne oblike samoregulacije. Nesvjesna samoregulacija temelji se na automatiziranim procesima koji spontano doprinose učenju, a pritom, za razliku od svjesnih samoregulacijskih aktivnosti, ne dovode do kognitivnog opterećenja.

Uz prethodno opisane obrasce interakcije između samoregulacije i kognitivnog opterećenja, važno je razmotriti i mogućnost njihova recipročnog odnosa. Također, u obzir je potrebno uzeti i ulogu različitih dimenzija kognitivnog opterećenja u tim procesima, što se u literaturi sve češće ističe kao relevantan smjer daljnjih istraživanja (Seufert, 2020, Wang i Lajoie, 2023).

1.3.1 Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (T. Seufert, 2018)

U kontekstu proučavanja međuodnosa samoregulacije učenja i kognitivnog opterećenja predložen je Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (engl. *Integrated model of self-regulation and cognitive load*, Seufert, 2018) kao prvi model koji promatra odnos navedena dva konstrukta. Model Seufert (2018) polazi od pretpostavke da sve faze procesa samoregulacije dovode do KO, za razliku od drugih pristupa (npr. EMR) koji sugeriraju da je upravo KO, odnosno percipirani mentalni napor, pokretač samoregulacijskih procesa (de Bruin i sur., 2020; Wang i Lajoie, 2023). U usporedbi s drugim modelima koji nastoje objasniti međuodnos KO i samoregulacije, poput EMR modela (de Bruin i sur., 2020), model koji predlaže Seufert (2018) u većoj mjeri uzima u obzir individualne karakteristike pojedinca uključenog u proces učenja (de Bruin i sur., 2020). Preciznije, polazi od pretpostavke da se mogućnost regulacije procesa učenja ili rješavanja zadatka različite složenosti mijenja u funkciji pojedinčevih resursa (motivacijskih, emocionalnih, kognitivnih) te objektivnog i percipiranog opterećenja koji proizlazi iz prezentiranog materijala (Seufert 2018, 2020). Razina samoregulacije učenja ovisi o složenosti prezentiranog zadatka koja se temelji na objektivnim zahtjevima zadatka (jednostavnost prepoznavanja ključnih informacija i zahtjeva zadatka, broj koraka potrebnih za njegovo izvođenje), ali i spremnosti pojedinca da se u većoj ili manjoj mjeri posveti usvajanju sadržaja/rješavanju problema. Spremnost pojedinca da se aktivno uključi u izvođenje zadatka određene težine, moderiraju dvije suprotstavljene sile, pojedinčevi resursi i percipirano KO (Seufert, 2018, 2020). Povezanost navedenih koncepata prikazano je obrnutom "U" krivuljom (Slika 1.) koja ukazuje da s povećanjem složenosti određenog zadatka, raste opterećenje kognitivnog sustava, dok se količina dostupnih resursa za njegovo izvođenje smanjuje. Kad je zadatak učenja jednostavan i precizan (lijeva strana prikaza), pojedinac često ne mora regulirati proces učenja jer ima dovoljno resursa za njegovo uspješno rješavanje (u vidu brzog prepoznavanja ključnih informacija, dosjećanja prethodnog znanja, primjene adekvatne strategije), pri čemu je kognitivno opterećenje (UKO i VKO) nisko (Seufert 2018; Seufert i sur., 2024). Kod zadataka umjerene težine postoji ravnoteža između razine KO i dostupnih resursa radnog pamćenja što omogućava učinkovitu samoregulaciju. Drugim riječima, pojedinac ima dovoljno kapaciteta za uspješno nošenje sa zadatkom na sadržajnoj razini, ali i za nadgledanje i regulaciju procesa izvedbe (npr. za procjenu prikladnosti odabranih strategija te njihovu eventualnu promjenu, za prilagodbu promjenjivim uvjetima učenja). U tom slučaju razina KO je optimalna, odnosno opterećenje je dovoljno visoko da potakne samoregulacijske aktivnosti, ali ne i da ih ometa. Kad je pojedinac suočen s iznimno teškim zadatkom, često nema mogućnost samoregulacije jer je razina kognitivnog opterećenja visoka,

pri čemu ne preostaje dovoljno kapaciteta radnog pamćenja za nadgledanje i kontrolu izvedbe (Seufert, 2018; Seufert i sur., 2024).



Slika 1.

Samoregulacija kao rezultat individualnih resursa i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018)

Primjetno je da se prilikom opisa međuodnosa navedena dva koncepta koristi Zimmermanov model samoregulacije koji podrazumijeva tri faze: promišljanje, izvedbu i regulaciju (de Bruin i sur., 2020; Seufert 2018, 2020). Procesi obuhvaćeni svakom fazom samoregulacije dovode do unutrašnjeg, vanjskog i inherentnog opterećenja kapaciteta radnog pamćenja. Primjerice, prva faza samoregulacije (promišljanje) obuhvaća analizu zahtjeva prezentiranog zadatka, postavljanje specifičnih ciljeva vezanih za njegovo rješavanje te planiranje i odabir strategija za postizanje tih ciljeva. U sklopu navedene faze, UKO ovisi o složenosti zadatka (zadatak s više koraka/elementa povećava UKO) i metakognitivnom znanju pojedinca te motivacijskim čimbenicima (interes, percepcija vlastite samoeфикаsnosti) i znanju o mogućim strategijama učenja/rješavanja problema. Zadatak učenja može biti postavljen na način da se ključni podaci teško prepoznaju, da zahtjevi nisu jasno definirani ili da je zadatak zasićen s ometajućim, suvišnim informacijama. Navedeno dodatno otežava proces planiranja te dovodi do porasta VKO. IKO u okviru prve faze ciklusa samoregulacije predstavlja trud kojeg pojedinac ulaže u planiranje pristupa zadatku učenja (Seufert, 2018).

Jedna od značajnijih odlika prethodno opisanog Integriranog modela u odnosu na postojeće modele je uključivanje koncepta individualnih resursa koji posreduju odnos težine zadatka i procesa samoregulacije. Kapacitet radnog pamćenja, prethodno znanje i iskustvo iz područja prezentiranog zadatka te metakognitivno znanje samo su neki od primjera kognitivnih resursa koji mogu utjecati na percipirano kognitivno opterećenje te ciklus samoregulacije

(Seufert, 2018). Pojedinci koji imaju veće prethodno znanje i poznavanje strategija učenja/rješavanja zadatka te veći dostupni kapacitet radnog pamćenja, procjenjivat će prezentirane zadatke manje složenima i jasnijima, odnosno djelotvornije će i uz manje kognitivno opterećenje obrađivati nadolazeće informacije na sadržajnoj razini (Prinz i sur., 2020; Seufert i sur., 2024; Wirth i sur., 2020). U okviru navedenog modela pretpostavlja se da porast težine zadatka, uz promjene u dostupnosti kognitivnih resursa, dovodi i do promjena u motivacijskim i afektivnim čimbenicima (Seufert, 2018, 2020), pogotovo u vidu smanjenog interesa i samoeфикаsnosti, što posljedično može otežati učinkovitu primjenu kognitivnih strategija nužnih za usvajanje gradiva i uspješno rješavanje zadatka (Seufert i sur., 2024).

Iako dosadašnja istraživanja potvrđuju određene pretpostavke navedenog modela, potrebno je istaknuti da su dominantno usmjerena na proučavanje odnosa kognitivnog opterećenja i samoregulacijskih aktivnosti, pri čemu nedostaju empirijske spoznaje o ulozi pojedinčevih resursa, osobito afektivnih čimbenika te radnog pamćenja (Costley i sur., 2023; Gupta i Zheng, 2020; Seufert, 2018, 2020; Seufert i sur., 2024). Također, nalazi se uglavnom temelje na zadacima iz verbalne domene (zadaci razumijevanja pročitaneog teksta), pri čemu je potrebno provjeriti održivosti modela u matematičkoj domeni (Hoch i sur., 2023).

1.4. Suvremeni modeli matematičkog rasuđivanja

Iako u općoj populaciji prevladava uvjerenje da se znanje iz matematike veže isključivo uz obrazovni kontekst i specifična radna mjesta, postoji široki raspon svakodnevnih situacija u čijoj se podlozi nalaze koncepti rješavanja matematičkih problemskih zadataka (Radüntz, 2020, van Gog i sur., 2020). Primjerice, određivanje cijene proizvoda nakon sniženja te utvrđivanje isplativosti u odnosu na početnu cijenu, procjena rizičnosti medicinskih tretmana ili razvoja zdravstvenih teškoća, razumijevanje statističkih informacija vezanih uz sport te donošenje različitih financijskih odluka zahtijevaju primjenu matematičkog rasuđivanja (Cipora i sur., 2022; Rolison i sur., 2020; Scheibe i sur., 2023). Unatoč visokoj relevantnosti i širokoj primjenjivosti matematičkih koncepata, primjetna je znatna sklonost izbjegavanju i odbojnost prema matematičkom sadržaju, odnosno matematička anksioznost (MA) (Megreya i sur., 2024). Dosadašnja istraživanja navedenog konstrukta pretežito su bila usmjerena na proučavanje utjecaja MA na ishode učenja i ukupnu izvedbu na matematičkim zadacima, pri čemu se izvedba najčešće operacionalizirala kroz broj točno riješenih zadataka ili vrijeme potrebno za njihovo rješavanje (Morsanyi i sur., 2019). No, takav pristup pruža samo djelomičnu sliku o ulozi MA u matematičkoj izvedbi, pri čemu se zanemaruje način na koji se ona može odraziti na pojedine faze samog procesa rješavanja.

U tom se kontekstu posljednjih godina razvijaju teorijski okviri koji omogućuju dublji uvid u metakognitivne procese uključene u rješavanje problemskih zadataka i rasuđivanje, među kojima se kao jedan od najzastupljenijih ističe okvir kojeg su predložili Ackerman i Thomson (2017). U središtu navedenog teorijskog okvira nalazi se koncept meta-rasuđivanja koji podrazumijeva nadgledanje i kontrolu u kontekstu rasuđivanja i rješavanja problemskih zadataka. Primjenom pretpostavki metakognitivnog okvira Ackerman i Thompson (2017) u

matematičkoj domeni dobiva se uvid u pojedinčevu inicijalnu procjenu sadržaja i zahtjeva prezentiranog matematičkog zadatka, način na koji postavlja ciljeve vezane uz ishod rješavanja i odabir strategija rješavanja. Navedeni teorijski okvir pruža detaljan prikaz načina na koji pojedinac prati vlastiti napredak prema postavljenom cilju te, u skladu s tim procjenama, regulira proces izvedbe na problemskim zadacima, bilo kroz promjenu inicijalno odabrane strategije, bilo kroz odluku o prekidu daljnjeg ulaganja mentalnog napora. Međutim, iako ovaj pristup nudi vrijedne spoznaje o procesima metakognitivnog nadgledanja i regulacije tijekom rješavanja problemskih zadataka, recentnija literatura ukazuje na nedostatno razmatranje uloge individualnih karakteristika pojedinca, osobito u pogledu kognitivnih resursa (kapacitet radnog pamćenja) te afektivnih čimbenika (npr. matematička anksioznost) (Azevedo, 2020; Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Recentniji modeli rasuđivanja u matematičkoj domeni, poput Modela regulirane pažnje pri rješavanju matematičkih problema (RAMPS, Scheibe i sur., 2023) i teorijskog okvira Morsanyi i suradnica (2019), pružaju detaljniji prikaz odnosa matematičke anksioznosti (kao crte i kao stanja), radnog pamćenja i metakognitivnih aktivnosti u okviru svake faze procesa rješavanja zadatka, od inicijalne procjene složenosti zadatka, odabira i primjene strategije rješavanja, do spremnosti na ulaganje dodatnog truda i moguće promjene prvotno odabrane strategije.

1.4.1. Teorijski okvir Morsanyi i suradnica (2019)

Teorijskim okvirom Morsanyi i suradnica (2019) dolazi do integracije spoznaja dosadašnjih istraživanja o ulozi MA u izvedbi na problemskim zadacima sa spoznajama teorijskog okvira meta-rasuđivanja (Ackerman i Thomson, 2017) koji pružaju uvid u procese metakognitivnog nadgledanja i kontrole tijekom rješavanja problema i rasuđivanja. Navedeni okvir pruža detaljan prikaz načina na koji matematička anksioznost (MA), kao relevantan afektivni čimbenik, može utjecati na (meta)kognitivne procese prilikom pristupanja prezentiranom zadatku, kao i na procese nadgledanja tijeka rješavanja istog u vidu procjene primjerenosti odabrane strategije i napretka prema konačnom rješenju. Nadalje, okvir obuhvaća i procese kontrole, koji se očituju u procjeni sigurnosti u ispravnost dobivenog rješenja i donošenju odluka o promjeni prvotne strategije rješavanja i njezine zamjene adaptivnijom ili odustajanju od daljnjih pokušaja rješavanja i pogađanju rješenja (Ackerman i Thompson, 2017; Morsanyi i sur., 2019).

Preciznije, prilikom analize prezentiranog zadatka, matematičko anksioznijim pojedincima potrebno je više vremena kako bi utvrdili relevantne informacije i zahtjeve zadatka te se teže dosjećaju prethodnog znanja i iskustva sa sličnim problemima (Jiang i sur., 2021; Pelegrina i sur., 2020). Procjenu složenosti zadatka, a time i očekivanje uspješne izvedbe te definiranje cilja, donose na temelju površnih karakteristika, poput zaokruženosti i veličine brojeva sadržanih u samom zadatku ili tipa odgovora na zadatak (npr. cijeli brojevi i decimalne vrijednosti; višestruku izbor i otvoreni tip). Osobe s višom razinom MA imaju nisku matematičku samoeфикаsnost, odnosno percipiraju vlastito matematičko znanje i vještine lošima

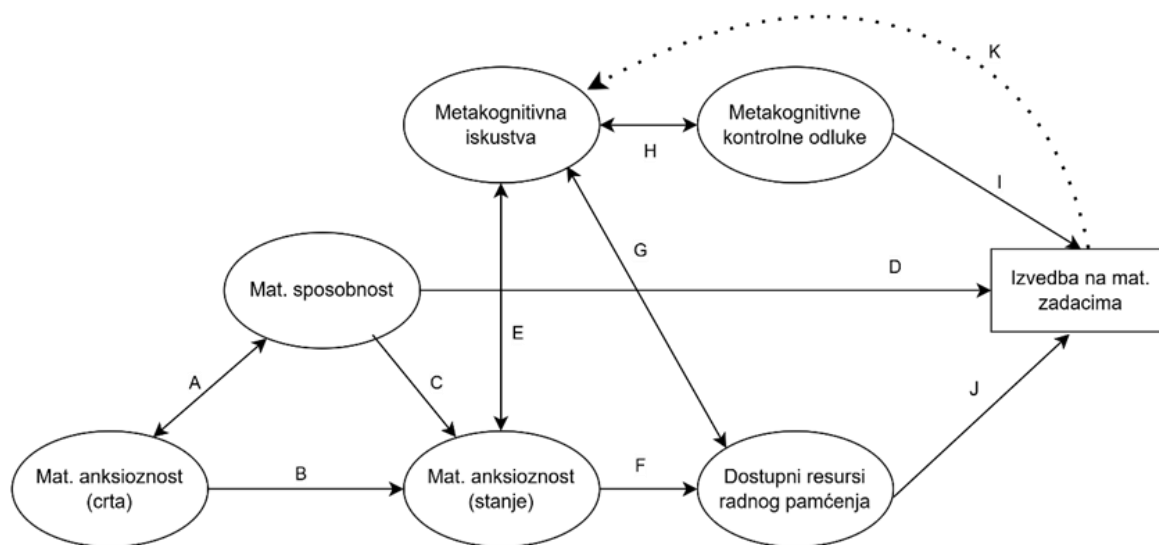
(Li i sur., 2021). Navedeno može rezultirati većom sumnjom u ispravno prepoznavanje relevantnih informacija i zahtjeva zadatka, podcjenjivanjem ukupnog broja točno riješenih zadataka te manjom sigurnosti u točnost danog odgovora (Morsany i sur., 2019). Studenti s višom razinom MA imaju niže pouzdanje u uspješno rješavanje prezentiranog zadatka i češće griješe (Desender i Sasanguie, 2022; Pelegrina i sur., 2020). U slučaju neadekvatne prvotne strategije, skloniji su odustajanju od daljnjeg rješavanja nego li ulaganju truda u ponovni odabir i primjenu nove strategije učenja (Jiang i sur., 2021). U kontekstu promatranja međuođnosa između MA i metakognitivnih procesa, spomenuti teorijski okvir (Morsanyi i sur., 2019) ističe ulogu kognitivnih resursa pojedinca, točnije kapaciteta radnog pamćenja. Polazi od pretpostavke da se razlike u mehanizmima koji leže u osnovi rješavanja problemskih zadataka između pojedinaca s različitim razinama MA dijelom mogu pripisati funkcioniranju radnog pamćenja (Morsany i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Naime, kognitivna briga i ruminacija koje prate povišenu matematičku anksioznost iscrpljuju ograničeni kapacitet radnog pamćenja, smanjujući dostupne resurse za adekvatno nadgledanje i kontrolu procesa rješavanja, što rezultira slabijom izvedbom. Ovaj učinak posebno je izražen prilikom rješavanja složenijih matematičkih zadataka koji uključuju više koraka, poput matematičkih problemskih zadataka riječima (Ashcraft, 2019).

Navedenim teorijskim okvirom postavljene su relevantne pretpostavke o međuođnosu MA, meta-rasuđivanja i izvedbe na matematičkim zadacima, uz osvrt na dodatne individualne karakteristike pojedinca, poput samoeđikasnosti i kapaciteta radnog pamćenja (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). U svrhu stjecanja dubljeg uvida u ulogu radnog pamćenja, kao i detaljnijeg razmatranja metakognitivnih aktivnosti prisutnih u trenutku izvođenja problemskih zadataka, predložen je RAMPS model (Scheibe i sur., 2023).

1.4.2. Model regulirane pažnje pri rješavanju matematičkih problema (engl. *The Regulated Attention in Mathematical Problem Solving model, RAMPS*)

Na temelju dosadašnjih istraživanja o ulozi individualnih karakteristika u metakognitivnom nadgledanju i regulaciji rješavanja problema i rasuđivanja, razvijen je Model regulirane pažnje pri rješavanju matematičkih problema (RAMPS, Scheibe i sur., 2023). U odnosu na dosadašnje teorijske okvire, navedeni model u većoj mjeri razrađuje doprinos radnog pamćenja u kontekstu emocija i metakognitivnih procjena prisutnih tijekom procesa rješavanja zadatka. Dodatno, MA konceptualizira na dva načina, kao dispozicijsku, stabilnu crtu te kao stanje potaknuto trenutnim iskustvom rješavanja određenog problemskog zadatka (Slika 2.). U svrhu pružanja detaljnijeg prikaza procesa metakognitivnog nadgledanja i njegovog međuođnosa s radnim pamćenjem i matematičkom anksioznošću, uvodi koncept metakognitivnih iskustava. Povrh metakognitivnih procjena koje pojedinac donosi tijekom procesa rješavanja (npr. inicijalna procjena rješivosti zadatka), a koje su i predviđene prethodnim teorijskim okvirima, metakognitivna iskustva obuhvaćaju i metakognitivne osjećaje koji su prisutni tijekom različitih faza procesa rješavanja zadatka. RAMPS model pretpostavlja da metakognitivni osjećaji usmjeravaju metakognitivne procjene, te da su oba faktora u interakciji s MA i radnim pamćenjem. Međudjelovanje opisanih komponenti procesa

rješavanja zadatka informira kontrolne odluke koje pojedinac donosi tijekom samog procesa rješavanja. To uključuje odluke o promjeni prvotne strategije rješavanja te njezine zamjene adaptivnijom, predaju rješenja unatoč prisutnoj nesigurnosti u njegovu točnost ili odustajanje od daljnjih pokušaja rješavanja i pogađanje rješenja. Navedeno se u konačnici može odraziti na ukupnu izvedbu pojedinca, odnosno na pružanje točnog ili netočnog odgovora na zadatak.



Slika 2.

RAMPS teorijski okvir (Scheibe i sur., 2023)

Uz prikaz odnosa navedenih koncepata na razini varijabli (Slika 2.), RAMPS model pruža detaljan opis njihovog međudnosa u svakoj fazi procesa rješavanja zadatka. Autori modela ističu da je navedeno potrebno uslijed dinamične prirode metakognitivnih iskustava, odnosno kontinuirane izmjene metakognitivnih procjena i osjećaja tijekom rješavanja problemskih zadataka.

Prilikom pristupanja prezentiranom matematičkom zadatku pojedinac donosi procjenu o njegovoj rješivosti („Mogu li uspješno riješiti ovaj zadatak?“) temeljem karakteristika samog zadatka, poput njegove složenosti ili jasnoće te individualnih karakteristika, poput prethodnog znanja i iskustva (Morsanyi i sur., 2029, Seufert, 2018; Scheibe i sur., 2023). Procjena rješivosti zadatka donosi se i na temelju pojedinčevog uvjerenja u vlastite sposobnosti (matematička samoeфикаsnost), ali i inicijalne odbojnosti i tjeskobe prilikom suočavanja s matematičkim sadržajem, odnosno matematičke anksioznosti (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Navedena procjena odražava se na kognitivne i metakognitivne procese u sljedećoj fazi rješavanja, u vidu odabira i primjene određene strategije rješavanja (kognitivni procesi),

procjene prikladnosti odabrane strategije i napretka prema konačnom rješenju (metakognitivne procjene). Metakognitivne procjene mogu potaknuti određene metakognitivne osjećaje koji se odvijaju u trenutku rješavanja zadatka, poput znatiželje, uzbuđenja, zbunjenosti ili anksioznosti, a ovisno o razini MA (kao crte i kao stanja) i samoeфикаsnosti. Ukoliko se tijekom rješavanja pokaže da zadatak zahtijeva više vremena i uloženog truda nego što je inicijalno procijenjeno, osobe s višom matematičkom samoeфикасношću i nižom razinom MA mogu doživjeti umjerene razine zbunjenosti ili znatiželje. S obzirom na očuvano uvjerenje o vlastitoj sposobnosti uspješnog izvršavanja zadatka i niskoj MA kao crte, ovakve situacije u pravilu ne dovode do izraženih negativnih emocija, poput straha, frustracije ili anksioznosti. Posljedično, pojedincima ostaje dovoljno raspoloživih kognitivnih resursa, odnosno kapaciteta radnog pamćenja, koji se mogu usmjeriti na optimalnu provedbu samoregulacijskih procesa, odnosno metakognitivnog nadgledanja i regulacije (Scheibe i sur., 2023). Dostupni resursi omogućuju ponovnu procjenu karakteristika i zahtjeva zadatka, odabir učinkovitijih strategija rješavanja te evaluaciju njihove primjerenosti i napretka prema konačnom rješenju. Međudjelovanje navedenih komponenti metakognitivnog iskustva i individualnih karakteristika pojedinca pritom usmjerava kontrolne odluke koje se donose u sljedećim fazama procesa rješavanja (regulacija). Navedeno uključuje procjenu sigurnosti u ispravnost dobivenog rješenja te odluke o predaji odgovora kao konačnog, ponovnom pokušaju rješavanja zadatka ili pak odustajanju od daljnjeg rješavanja i pogađanje odgovora (Scheibe i sur., 2023).

Primjena RAMPS teorijskog okvira omogućila je stjecanje vrijednih uvida u međuodnos matematičke anksioznosti, radnog pamćenja i metakognitivnih iskustava tijekom rješavanja matematičkih zadataka, ali je istodobno otvorila i niz novih istraživačkih pitanja (Scheibe i sur., 2023). S obzirom na to da je riječ o relativno recentnom teorijskom pristupu, potrebna su daljnja empirijska istraživanja usmjerena na provjeru pretpostavki o odnosu njegovih pojedinih komponenti.

1.5. Afektivne, motivacijske i (meta)kognitivne odrednice samoregulacije procesa rješavanja matematičkih zadataka

1.5.1. Matematička anksioznost

U kontekstu matematičkog rasuđivanja, brojne studije naglašavaju važnost matematičke anksioznosti (MA) odnosno osjećaja tjeskobe, nesigurnosti i odbojnosti prema matematičkom sadržaju (Barroso i sur., 2021; Cipora i sur., 2022; Dowker i sur., 2016; Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Matematička anksioznost pokazala se kao relevantan emocionalni čimbenik koji otežava manipulaciju brojevima u širokom rasponu situacija, bilo u obrazovnom okruženju ili svakodnevnom životu (odabir zanimanja) (Scheibe i sur., 2023). Ashcraft (2002) je opisuje kao strah povezan s matematičkim sadržajem i situacijama koje zahtijevaju primjenu matematičkih koncepata. Osobe s višim razinama MA imaju poteškoće u razumijevanju i usvajanju matematičkog gradiva, procjenjuju vlastito matematičko znanje i vještine lošima te su skloni izbjegavati situacije koje obuhvaćaju matematički sadržaj (Cipora i sur., 2022;

Morsanyi i sur., 2019). S druge strane, izbjegavajuća ponašanja i negativna uvjerenja o vlastitim matematičkim sposobnostima povezana s povišenom MA mogu se nepovoljno odraziti na matematičku izvedbu na svim razinama obrazovanja (Demedts i sur., 2023). Studenti s višom razinom MA skloniji su izbjegavanju matematičkih aktivnosti te postižu slabije akademske rezultate, neovisno o njihovim stvarnim sposobnostima (Daker i sur., 2021). Matematička anksioznost može imati i širi utjecaj od uspjeha u školskom/akademsom kontekstu te se kao takva može odraziti i na vjerojatnost odabira zanimanja u STEM području, mogućnost zapošljavanja, adekvatnu procjenu rizičnosti određenih financijskih odluka te prihode u odrasloj dobi (Choe i sur., 2019; Cipora i sur., 2022; Olango, 2016; Rolison i sur. 2020). Također, odrasle osobe s višim razinama MA pokazuju slabije razumijevanje statistički prezentiranih informacija o rizičnosti određenih medicinskih tretmana i zdravstvenih ponašanja (Rolison i sur., 2016; Rolison i sur., 2020).

Recentnija literatura ukazuje na značajan odnos između MA i izvedbe na matematičkim zadacima, pri čemu navedeni odnos može biti izravan, ali i neizravan putem određenih kognitivnih resursa te afektivnih i motivacijskih mehanizama procesa rješavanja zadatka (Korem i sur., 2022; Passolunghi i sur., 2019; Skagerlund i sur., 2019). Radno pamćenje pritom se izdvaja kao jedan od najistraživanijih kognitivnih resursa u objašnjenju odnosa između MA i izvedbe. Nalazi dosadašnjih istraživanja potvrđuju značajnu povezanost između MA i kapaciteta radnog pamćenja, pri čemu je taj odnos izraženiji kod mlađih populacija te u kontekstu zadataka verbalnog radnog pamćenja koji uključuju numerički sadržaj (Finell i sur., 2022; Korem i sur., 2022). Od motivacijskih komponenti, ističe se odnos MA i matematičke samoeфикаsnosti, pri čemu osobe koje imaju nižu samoeфикаsnost, iskazuju višu anksioznost (Li i sur., 2021; Shimizu, 2025). Dodatno, recentnija studija ukazuje da je odnos navedena dva konstrukta recipročan (Ahmed i sur., 2012; Du i sur., 2021; Zhang i sur., 2023). Uloga MA u kontekstu samoregulacije procesa rješavanja detaljno je razrađena unutar prethodno opisanih modela rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Empirijske studije u velikoj mjeri podupiru pojedine njihove pretpostavke, osobito u pogledu odnosa MA te određenih aspekata metakognitivnog nadgledanja i regulacije tijekom rješavanja zadataka. Primjerice, istraživanja provedena na studentskoj populaciji ukazuju na to da su studenti s višom razinom MA skloniji primjeni suboptimalnih, manje naprednih strategija pri rješavanju matematičkih zadataka (Ashkenazi i Eisner, 2022). Preciznije, iskazuju manju fleksibilnost u odabiru strategija i manju spremnost na promjenu inicijalno odabrane strategije kada se ona pokaže neučinkovitom. Uz to, ulažu manje napora u proces rješavanja te su skloniji odustajanju, što je djelomično povezano s izraženijim izbjegavajućim obrascima ponašanja (Jiang i sur., 2021). Dodatno, primjetan je i značajan odnos MA i metakognitivnih procjena. Studenti s višim razinama MA iskazuju nižu sigurnost u točnost danog odgovora prije pristupanja zadatku (prospektivno) i nakon izvedbe na zadatku (retrospektivno) te veću sklonost podcjenjivanju vlastite izvedbe. Ujedno, viša razina MA povezana je s većom usklađenosti prospektivnih procjena sigurnosti u točnost odgovora sa stvarnom izvedbom (Desender i Sasanguie, 2022).

Koncept MA sve više dobiva na važnosti u obrazovnim kontekstu, a stručnjaci različitih područja nastoje razumjeti njegove ponašajne, neuropsihološke te psihometrijske karakteristike. Unatoč brojnim istraživanjima (Ashcraft, 2002; Dowker sur., 2016; Hopko i sur., 2003; Hunt i sur., 2011; Demedts i sur., 2023) koji sežu unazad gotovo tri desetljeća i dalje postoje određena nesuglasja vezano uz sastavnice i način procjene. Iako se MA smatra multidimenzionalnim konstruktom, još nije postignut konsenzus o sastavnicama koje obuhvaća. Sukladno faktorskoj strukturi MARS upitnika (engl. *Mathematical Anxiety Rating Scale*; Richardson i Suinn, 1972), jednog od prvih instrumenata usmjerenog na procjenu MA, razlikujemo dvije komponente. Prva se odnosi na anksioznost uzrokovanu ispitivanjem i provjerom znanja iz matematike, a druga na numeričku anksioznost, odnosno anksioznost koja se javlja tijekom rješavanja različitih matematičkih zadataka (Cipora i sur., 2019). Budući da navedeni instrument obuhvaća 98 čestica, njegova primjena je vremenski zahtjevnija. Na dvofaktorsku strukturu ukazuje i skraćena skala matematičke anksioznosti (engl. *Abbreviated Math Anxiety Scale*, AMAS; Hopko i sur., 2003), koja razlikuje anksioznost vezanu uz usvajanje gradiva iz matematike te anksioznost vezanu uz situacije procjene znanja iz matematike. S obzirom da obuhvaća samo devet čestica te pokazuje dobre psihometrijske karakteristike u različitim kulturama i dobnim skupinama, AMAS je jedna od najčešće korištenih mjera za procjenu matematičke anksioznosti (Cipora i sur., 2019; Linna i sur., 2024).

No, postoje instrumenti, poput skraćene verzije MARS skale (engl. *shortened Mathematical Anxiety Rating Scale*, sMARS; Alexander i Martray, 1989) koja ukazuje na tri komponente navedenog konstrukta: anksioznost vezana uz nastavu (engl. *math course anxiety*), anksioznost vezana uz polaganje ispita (engl. *math test anxiety*) te numeričku anksioznost (engl. *numerical task anxiety*). Uz prethodno navedene komponente koje se odnose na kontekst obrazovanja, ističe se važnost promatranja MA u svakodnevnim situacijama (Cipora i sur., 2022). Potonje navedena komponenta sadržana je u Skali matematičke anksioznosti (engl. *Mathematics Anxiety Scale-UK*, MAS-UK, Hunt i sur., 2011), uz anksioznost vezanu za ispitivanje matematičkih sposobnosti te anksioznost uslijed izloženosti matematičkom sadržaju bez direktne uključenosti (promatranje učitelja koji rješava zadatke na ploči).

Potrebno je istaknuti da su prethodno navedeni upitnici namijenjeni procjeni MA kod djece i adolescenata, a sadržaj tvrdnji dominantno je vezan uz školsko okruženje. Iako su predviđeni za mlađu populaciju, uslijed njihove visoke pouzdanosti, primjenjuju se i na odraslima (Szczygieł, 2022a). S obzirom na usmjerenost čestica upitnika na zadaću, ispite i nastavu iz matematike, upitna je njihova prikladnost za populaciju odraslih. Jedan od recentnijih instrumenata koji podrazumijeva procjenu MA izvan konteksta formalnog obrazovanja je Upitnik matematičke anksioznosti za odrasle (engl. *Math Anxiety Questionnaire for Adults*, MAQA, Szczygieł, 2022a). Tvrdnje sadržane u upitniku odnose se na numeričku anksioznost u situacijama rješavanja zadataka i anksioznost prilikom rješavanja svakodnevnih matematičkih problema (računanje postotka određene cijene) te nisu usmjerena na usvajanje i ispitivanje znanja iz matematike.

Matematička anksioznost najčešće se procjenjuje putem upitnika samoprocjene, koji se oslanjaju na subjektivnu percepciju sudionika te su podložni različitim izvorima pristranosti,

uključujući socijalno poželjno odgovaranje. Upravo ta metodološka ograničenja potaknula su razvoj i primjenu objektivnijih mjera procjene, osobito psihofizioloških i neurofizioloških mjera. Takvi pristupi omogućuju zahvaćanje fizioloških reakcija koje se javljaju prilikom suočavanja s matematičkim sadržajem, poput promjena u brzini otkucaja srca, krvnom tlaku, razini kortizola ili obrascima neuralne aktivnosti (Dowker i sur., 2016; Strohmaier i sur., 2020). U okviru pristupa koji zalažu uporabu psihofizioloških mjera, polazi se od pretpostavke da će osobe s izraženijom MA matematičke zadatke procjenjivati kao izrazito stresne, što će se očitovati povišenom fiziološkom pobuđenošću u vidu ubrzanog srčanog ritma i povišenih razina kortizola (Dowker i sur., 2016). Uzimajući u obzir navedene reakcije, dio autora naglašava i kliničku dimenziju MA, opisujući je u terminima iracionalnog straha, specifične fobije ili osjećaja bespomoćnosti tijekom rješavanja matematičkih zadataka (Cipora i sur., 2022; Ramirez i sur., 2018).

1.5.2. Epistemičke emocije

Uz to što čine sastavni dio svakodnevnog života i najistaknutija su obilježja međuljudskih odnosa, emocije imaju značajnu ulogu i u obrazovnom kontekstu te su uključene u gotovo sve aspekte procesa učenja i poučavanja (Efklides i sur., 2017; Sorić, 2014). Određenje konstrukta emocija nije jednoznačno, no među različitim teorijskim pristupima postoji opća suglasnost da se emocije mogu shvatiti kao složen i višedimenzionalan konstrukt koji integrira fiziološke, kognitivne, afektivne, motivacijske i ekspresivne komponente. Najčešće se opisuju u terminima niza koordiniranih složenih reakcija koje podrazumijevaju fiziološke promjene (npr. ubrzan rad srca i znojenje), kognitivne procjene (npr. briga), subjektivne doživljaje (npr. nelagoda), motivacijske tendencije (npr. sklonost izbjegavanju) i ekspresivne tendencije (npr. anksiozne facijalne ekspresije) (Schukajlow i sur., 2023; Sorić, 2014).

U obrazovnom kontekstu posebna se pozornost posvećuje emocijama koje se javljaju tijekom procesa učenja, poučavanja i postignuća, odnosno obrazovnim (školskim, akademskim) emocijama (Sorić, 2014). Navedeni koncept obuhvaća emocionalna iskustva koja pojedinci doživljavaju u okviru različitih aktivnosti unutar školskog i fakultetskog okruženja, poput dosade ili znatiželje tijekom predavanja, uživanja u aktivnom sudjelovanju u nastavi te frustracije povezane s polaganjem testova i ispita (Putwain i sur., 2018). U dosadašnjoj literaturi prisutno je više teorijskih okvira za njihovu klasifikaciju, pri čemu se jedna od temeljnih podjela odnosi na razlikovanje obrazovnih emocija kao crta te obrazovnih emocija kao stanja (Bieg i sur., 2013; Schoenherr i sur., 2025). Obrazovne emocije kao crte odnose se na relativno stabilne obrasce emocionalnog doživljavanja u akademskim situacijama. Najčešće su povezane s određenim predmetima (npr. matematika, hrvatski jezik) ili područjima znanja (npr. prirodna i društvena područja) te su u značajnoj mjeri oblikovani prethodnim iskustvima učenja i subjektivnim uvjerenjima pojedinca (Bieg i sur., 2013; Schoenherr i sur., 2025). Obrazovne emocije kao stanje odnose se na trenutačna emocionalna iskustva koja se javljaju u specifičnoj obrazovnoj situaciji i u određenoj vremenskoj točki. One su situacijski uvjetovane te u većoj mjeri ovise o promjenjivim karakteristikama obrazovnog sadržaja, zahtjevima zadatka i

kontekstualnim obilježjima okoline u kojoj se učenje odvija, unutar pojedine epizode učenja (Bieg i sur., 2013; Schoenherr i sur., 2025).

U okviru teorije kontrole i vrijednosti (Pekrun, 2006), obrazovne emocije kategoriziraju se prema trima osnovnim dimenzijama: valencija, razina aktivacije i objekt emocije. Ovisno o valenciji i dimenziji aktivacije razlikujemo pozitivne aktivirajuće emocije (uživanje, ponos), pozitivne deaktivirajuće (olakšanje), negativne aktivirajuće (anksioznost, frustracija) i negativne deaktivirajuće (dosada) emocije (Pekrun 2024; Pekrun i sur., 2023). S obzirom na objekt emocija, mogu se podijeliti na emocije postignuća, emocije povezane s obrazovnim sadržajem, socijalne emocije i epistemičke emocije (Muis i sur., 2018; Pekrun 2024). Emocije postignuća podrazumijevaju emocije vezane uz aktivnosti ili ishode u situacijama postignuća, odnosno doživljaj uspjeha ili neuspjeha u procesu učenja (npr. uživanje u učenju) ili na provjerama znanja (npr. ponos ili anksioznost vezana uz postignuće na provjerama znanja) (Pekrun, 2024; Pekrun i Linnenbrink-Garcia, 2012). Emocije povezane s obrazovnim sadržajem odnose se na emocionalne reakcije koje se javljaju kao odgovor na određeni sadržaj kojem je pojedinac izložen tijekom učenja ili za vrijeme nastave (Pekrun i Linnenbrink-Garcia, 2012). Primjerice, pri obradi pojedinih nastavnih cjelina iz povijesti, poput gradiva o Drugom svjetskom ratu, kod učenika se mogu javiti osjećaji frustracije, ljutnje ili tuge. Za razliku od emocija postignuća i epistemičkih emocija, emocije vezane uz obrazovni sadržaj ne odnose se izravno na proces učenja ili rješavanja zadataka, već proizlaze iz samog sadržaja koji se obrađuje (Pekrun i Linnenbrink-Garcia, 2012). Treću kategoriju čine socijalne emocije koje proizlaze iz interakcija s drugim osobama u školskom ili fakultetskom okruženju, poput divljenja ili ljubomore usmjerenih prema kolegama u razredu ili na godini te nastavnicima (Pekrun i Linnenbrink-Garcia, 2012; Schoenherr i sur., 2025). Riječ je o emocijama koje proizlaze iz procjena usmjerenih na informacije, odnosno rezultat su obrade informacija o prezentiranom gradivu ili zadatku i pripadajućim (meta)kognitivnim aktivnostima te njihovom usporedbom s postojećim znanjem, uvjerenjima ili očekivanjima.

Posljednju kategoriju čine epistemičke emocije koje se mogu opisati kao emocionalna stanja proizašla iz stupnja kognitivne (ne)usklađenosti između novih informacija i postojećih struktura znanja, uvjerenja i očekivanja pojedinca. Sukladno tome, moguće je razlikovati pozitivne epistemičke emocije, poput iznenađenja, znatiželje i uživanja, te negativne, poput frustracije, anksioznosti, zbunjenosti i dosade (Muis i sur., 2018). Znatiželja se najčešće javlja kad postoji motivacija za usvajanje nepoznatog sadržaja, pri čemu kognitivna neusklađenost proizlazi iz nedostatnog prethodnog znanja u odnosu na informacije koje pojedinac nastoji steći (Pekrun i sur., 2023; Pekrun i Linnenbrink-Garcia, 2012). U slučajevima kad pojedinac pristupi zadatku s uvjerenjem da je on jednostavan, a tijekom njegova rješavanja uoči da je složeniji i zahtjevniji nego što je inicijalno očekivao, dolazi do neusklađenosti između novih informacija i postojećih uvjerenja, što može rezultirati emocijama zbunjenosti, frustracije ili anksioznosti. S druge strane, kad su informacije o zahtjevnosti zadatka u skladu s inicijalnim očekivanjima i uvjerenjima, mogu se javiti pozitivne emocije, poput ponosa i uživanja.

Iako su pojedini teoretičari u inicijalnim fazama proučavanja samoregulacije učenja naglasak stavljali na ulogu (meta)kognitivnih procesa, većina teorijskih modela ipak prepoznaje

emocionalna iskustva kao relevantnu komponentu procesa učenja i rješavanja problema. U okviru Zimmermanovog modela (2000) emocije se navode u kontekstu pojedinačne reakcije (pripisivanje ishoda izvedbe) tijekom posljednje faze samoregulacije (samorefleksija), dok se Pintrich (2004) u sklopu svog modela usmjerava na pojavu i utjecaj ispitne anksioznosti (Zheng i sur., 2023). Iako prepoznaju relevantnost afektivnih čimbenika u procesu regulacije učenja, Zimmerman ne precizira emocije koje mogu biti prisutne u okviru faze samorefleksije, a Pintrich promatra samo jedan tip emocija, ne osvrćući se na druge koje se mogu odraziti na proces učenja (Zheng i sur., 2023). Navedenu prazninu popunjava Boekaerts u okviru Modela dualnog procesiranja (Boekaerts i Cascallar, 2006). Ističe da prisutnost pozitivnih, odnosno negativnih emocija uslijed procjene prezentiranog zadatka ima ključnu ulogu u odabiru putanje procesa samoregulacije. U odnosu na prethodno navedene teorijske modele, Metakognitivni i afektivni model samoregulacije učenja (Efklides, 2011), u središte stavlja emocije i promatra njihovu interakciju s motivacijskim i (meta)kognitivnim čimbenicima na dvije razine samoregulacije. U okviru opće, makrorazine usmjerene na osobu, emocije se u većoj mjeri konceptualiziraju kao crte, odnosno stabilne karakteristike pojedinca koje su povezane s odabirom i primjenom kognitivnih i metakognitivnih strategija u okviru određenih aktivnosti (usvajanja gradiva ili rješavanja problema) (Efklides, 2011, Pandero, 2017). Na mikrorazini koja podrazumijeva interakciju karakteristika zadatka i osobe, emocije se više promatraju kao stanja. Pretpostavlja se da epistemičke emocije mogu imati značajan učinak na procese koji se odvijaju u svim trima fazama ciklusa samoregulacije, od početne faze promišljanja i planiranja, preko faze izvedbe, do završne faze refleksije (prema Zimmermenovom modelu). Navedeni model pruža uvid u statičnu (emocije kao crte) i dinamičnu (emocije kao stanja) prirodu emocija na dvije razine samoregulacije učenja/rješavanja problema (Zheng i sur., 2023).

Slično motivacijskim procesima, suvremena empirijska istraživanja sve više usmjeravaju pozornost na ulogu emocija u procesima usvajanja gradiva i rješavanja problemskih zadataka. Utvrđen je značajan odnos između akademskih emocija te ukupne izvedbe, školskog i akademskog uspjeha, pri čemu uživanje i nada doprinose istom (Schoenherr i sur., 2025). Dodatno, epistemičke emocije mogu poticati ili inhibirati procese samoreguliranog učenja, osobito u pogledu postavljanja ciljeva usmjerenih na izvedbu u fazi promišljanja, ulaganja truda tijekom faze izvedbe, primjene kognitivnih i metakognitivnih strategija te sklonosti ponovnom uključivanju u slične zadatke u budućnosti (Chevrier i sur., 2019; Muis i sur., 2018, Putwain i sur., 2018). Epistemičke emocije mogu se odraziti i na ustrajnost tijekom procesa učenja/rješavanja zadatka, ali i na motivacijska uvjerenja pojedinca (npr. samoefikasnost, vrijednost zadatka) (Atlaga i Burić, 2025).

S porastom interesa za epistemičke emocije u suvremenim istraživanjima samoregulacije učenja i rješavanja zadataka, sve se više otvara pitanje njihove adekvatne operacionalizacije i mjerenja. Jedan od najčešće korištenih instrumenata za procjenu epistemičkih emocija jest Skala epistemičkih emocija (engl. *Epistemically-Related Emotion Scales*, EES) (Pekrun i sur., 2017), koji obuhvaća prethodno navedenih sedam epistemičkih emocija procijenjenih pomoću 21 čestice. Riječ je o mjeri samoprocjene kojom se ispituje intenzitet doživljavanja epistemičkih emocija tijekom specifičnih kognitivnih aktivnosti, primjerice rješavanja problemskih zadataka.

Iako Pekrun i suradnici (2017) ističu da se epistemičke emocije mogu promatrati kao relativno stabilne crte ili kao situacijska stanja, većina dosadašnjih istraživanja navedeni instrument primjenjuje prvenstveno za procjenu epistemičkih emocija u specifičnim situacijama učenja ili rješavanja problema. Jedan od dodatnih pristupa mjerenju epistemičkih emocija uključuje primjenu popisa emocija, pri čemu sudionici označavaju emocije koje su bile prisutne tijekom određene aktivnosti (Muis i sur., 2018). Ovakav pristup omogućuje zahvaćanje epistemičkih emocija kao trenutnih emocionalnih stanja povezanih s procesom učenja ili rješavanja zadataka. Balaž i Pavlin- Bernardić (2022) ističu da, iako takve mjere pružaju vrijedne spoznaje o trenutnim emocionalnim iskustvima, njihova je mogućnost generalizacije ograničena, osobito u odnosu na tipične obrazovne situacije s kojima se učenici i studenti svakodnevno susreću. Sukladno navedenom, autorice su provele prilagodbu upute izvorne verzije upitnika EES s ciljem usmjeravanja mjere na zahvaćanje epistemičkih emocija kao stabilnih crta, odnosno u svakodnevnom školskom kontekstu. Dobiveni rezultati upućuju na zadovoljavajuće psihometrijske karakteristike prilagođene verzije instrumenta te na mogućnost promatranja i mjerenja epistemičkih emocija konceptualiziranih kao crte (Balaž i Pavlin-Bernardić, 2022). U odnosu na *online* metode procjene emocionalnih procesa samoregulacije, poput protokola razmišljanja na glas ili opažanja, mjere samoprocjene omogućuju jednostavniju i vremenski ekonomičniju primjenu te uzrokuju minimalne prekide u tijeku samoreguliranih aktivnosti (Pekrun, 2016).

1.5.3. Matematička samoeфикаsnost

U okviru samoregulacije procesa rješavanja matematičkih zadataka, matematička samoeфикаsnost zauzima središnje mjesto među motivacijskim čimbenicima koji usmjeravaju pristup zadatku, ulaganje truda i ustrajnost tijekom rješavanja (Sorić, 2014). Matematička samoeфикаsnost odnosi se na uvjerenje pojedinca o vlastitoj sposobnosti uspješnog usvajanja znanja i rješavanja zadataka iz matematičke domene. Ovaj se konstrukt može razmatrati na općoj razini, pri čemu se procjenjuje globalna percepcija vlastite učinkovitosti u matematici, ali i na razini specifičnih zadataka ili dijelova gradiva (Street i sur., 2024). U potonjem slučaju matematička samoeфикаsnost se konceptualizira kao situacijski specifična, pri čemu isti pojedinac može iskazivati visoku razinu uvjerenja u vlastitu uspješnost pri rješavanju problemskih zadataka s riječima, ali istodobno procjenjivati nisku samoeфикаsnost pri suočavanju sa zadacima iz geometrije (Bandura, 1986; Morsanyi i sur., 2019). Uz matematičku samoeфикаsnost, nužno je razlikovati i srodni konstrukt samopoimanja. Dok se samoeфикаsnost odnosi na uvjerenje pojedinca o vlastitoj sposobnosti uspješnog savladavanja gradiva određenog predmeta ili rješavanja specifičnog tipa zadatka, samopoimanje obuhvaća općenitija uvjerenja o vlastitim sposobnostima, oblikovana u odnosu na postojeću sliku o sebi te u usporedbi s drugima (Marsh i sur., 2019). U matematičkom kontekstu, samopoimanje se stoga odnosi na procjenu u kojoj mjeri pojedinac sebe doživljava kompetentnim u matematici općenito, kao i u odnosu na osobe iz svoje okoline. Dodatno, samopoimanje se u većoj mjeri temelji na stabilnim procjenama oblikovanim prethodnim iskustvima, dok samoeфикаsnost

predstavlja situacijski i vremenski specifične procjene usmjerene na budući uspjeh (Klee i sur., 2022).

Matematička samoeфикаsnost jedan je od značajnijih motivacijskih čimbenika u kontekstu samoregulacije procesa rješavanja i uspješnosti na matematičkim zadacima (Arens i sur., 2022; Street i sur., 2024). Dosadašnje korelacijske i longitudinalne studije potvrđuju značajan odnos navedenog konstrukta i ukupne izvedbe, pri čemu je njihov odnos recipročan (Shimizu i sur., 2025; Yousuf i Rajeswari, 2024). Matematička samoeфикаsnost može doprinijeti izvedbi na zadacima djelujući na određene kognitivne i motivacijske aspekte procesa rješavanja zadataka, uključujući veću spremnost pojedinca na aktivno uključivanje u zadatak, ulaganje dodatnog truda te ustrajnost u suočavanju sa zahtjevima zadatka (Street i sur., 2024). Samoeфикасни učenici postavljaju izazovnije i preciznije ciljeve, koriste učinkovitije strategije te lakše otkrivaju izvore pogreški i imaju dovoljno resursa za njihovo ispravljanje (Chen i sur., 2024; Yousuf i Rajeswari, 2024). Istovremeno, izvedba na određenom zadatku predstavlja povratnu informaciju koja oblikuje percepciju vlastite sposobnosti, odnosno može doprinijeti percepciji vlastite sposobnosti u kontekstu budućih zadataka (Sorić, 2014; Yousuf i Rajeswari, 2024). Nadalje, pojedinci s višom razinom samoeфикаsnosti skloniji su uspjehe pripisivati vlastitim sposobnostima, dok neuspjehe češće objašnjavaju uzrocima koje percipiraju kao promjenjive i podložne kontroli (Sorić, 2014).

Dodatno, matematička samoeфикаsnost može se odraziti i na određene afektivne čimbenike procesa rješavanja matematičkih zadataka, pri čemu je najistaknutiji matematička anksioznost (Klee i sur., 2022). Sukladno socijalno-kognitivnoj teoriji (Bandura, 1986), matematička samoeфикаsnost predstavlja ključan čimbenik za razumijevanje razvoja i izraženosti MA, pri čemu se MA javlja kao posljedica niskog uvjerenja pojedinca u vlastitu sposobnost uspješnog savladavanja matematičkog gradiva ili rješavanja matematičkih zadataka. Meta-analiza Li i suradnika (2021) ukazuje na umjerenu povezanost navedena dva koncepta. Dosadašnja istraživanja ističu značajnu ulogu navedenog konstrukta u izvedbi na matematičkim zadacima i povrh drugih relevantnih čimbenika, poput procjene složenosti prezentiranih zadataka (UKO), matematičke anksioznosti i određenih demografskih varijabli (Schiebe i sur., 2023; Shimizu, 2025).

1.5.4. Radno pamćenje

Radno pamćenje je kognitivni podsustav ograničenog kapaciteta koji omogućava privremeno zadržavanje ili pohranjivanje skupa podataka, uz istovremenu obradu tog, ili nekog drugog skupa podataka tijekom izvođenja određenih kognitivnih aktivnosti (Korem i sur., 2022).

Sukladno jednoj od najrašireniji podjela (Baddeley i Hitch, 1974), navedeni podsustav obuhvaća tri komponente: središnji izvršitelj (centralni procesor), fonološka (artikulativna) petlja i vizuospacijalni ekran. Središnji izvršitelj predstavlja najvažniju komponentu modela odgovornu za koordinaciju procesa pažnje, ali i manipulaciju informacijama koje primamo putem potonje dvije sastavnice. U kontekstu rješavanja određenog zadatka, središnji izvršitelj

koordinira funkcije prebacivanja pažnje između različitih matematičkih operacija i mentalnih setova, nadgleda i koordinira nove informacije koje pristižu tijekom procesa rješavanja te ovisno o njihovoj relevantnosti ažurira postojeće informacije u radnom pamćenju. Dodatno, inhibira informacije koje nisu relevantne za trenutni zadatak, poput negativnih misli i brige koje su prisutne kod pojedinaca s višom matematičkom anksioznošću (Baddeley i Hitch, 1974; Sternberg, 2005). Fonološka petlja predstavlja aktivno spremište ograničenog kapaciteta u kojem se verbalni i akustički (fonološki) podaci zadržavaju bez ponavljanja do 2 sekunde, a s ponavljanjem koliko je potrebno. S obzirom na njezinu dvojaku funkciju u vidu kratkotrajnog pohranjivanja verbalnog sadržaja, ali i pretvaranja vizualnog materijala u fonološki kod putem kontrolnih procesa subvokalnog ponavljanja, razlikujemo dva podsustava navedene sastavnice, fonološko skladište i ponavljajuću petlju (Sternberg, 2005). Fonološko skladište služi kratkotrajnoj pohrani verbalnih informacija u obliku u kojem su zaprimljene. Ti se zapisi zadržavaju vrlo kratko, približno do dvije sekunde, ukoliko se ne aktivira ponavljajuća petlja. Ponavljajuća petlja obuhvaća artikulacijske kontrolne procese koji djeluju protiv nestajanja podataka iz fonološkog skladišta tako što ponavljanjem obnavljaju memorijske tragove. Vizuospacijalni ekran je podsustav odgovoran za pohranjivanje i obradu vizualnih, spacijalnih i kinestetičkih podataka (Sternberg, 2005). U okviru modela Baddeleya i Hitcha (1974), potonje dvije sastavnice radnog pamćenja smatraju se pomoćnim sustavima, pri čemu se, s obzirom na vrstu informacija koje pohranjuju i obrađuju, fonološka petlja povezuje s verbalnim radnim pamćenjem, dok vizuospacijalni ekran odražava vizuospacijalno radno pamćenje. U revidiranom modelu (Baddeley, 2000), predlaže se i četvrta komponenta radnog pamćenja, epizodički međuspremnik. Navedena sastavnica predstavlja privremeno skladište pod kontrolom središnjeg izvršitelja koji je zadužen za integraciju i kratkotrajnu pohranu informacija iz oba pomoćna sustava, ali i dugoročnog pamćenja.

Produbljivanjem razumijevanja konstrukta radnog pamćenja i njegovih sastavnica dolazi do paralelnog razvoja mjera namijenjenih njegovoj procjeni. Funkcioniranje ovog kognitivnog sustava moguće je operacionalizirati kroz više temeljnih pokazatelja, među kojima se najčešće ističu brzina obrade, stabilnost izvedbe i kapacitet radnog pamćenja (Sternberg, 2005). Brzina radnog pamćenja odnosi se na vrijeme potrebno za izvršavanje zadataka koji zahtijevaju njegovo angažiranje, dok se stabilnost rada očituje u učestalosti pogrešaka tijekom njihove izvedbe (Sternberg, 2005). Kapacitet radnog pamćenja uobičajeno se definira kao količina informacija koju je pojedinac sposoban istodobno održavati aktivnom i njome manipulirati tijekom izvođenja složenih kognitivnih aktivnosti (Cowan, 2016). U dosadašnjim istraživanjima najveća pozornost usmjerila se upravo na procjenu kapaciteta radnog pamćenja, što je rezultiralo razvojem širokog spektra mjernih instrumenata (Mathy i sur., 2018). Odabir konkretne mjere kapaciteta radnog pamćenja ovisi o nizu čimbenika, uključujući teorijski model ustrojstva radnog pamćenja, svrhu procjene (istraživačku ili primijenjenu) te dob sudionika. Na konceptualnoj razini, mjere procjene kapaciteta radnog pamćenja dijele se na jednostavne mjere raspona (engl. *simple span tasks*) i složene mjere raspona (engl. *complex span tasks*). U okviru jednostavnih mjera procjena, sudionicima se prezentira određeni sadržaj, poput slova, brojeva ili riječi, koje sudionici trebaju zapamtiti i neposredno nakon prezentacije reproducirati istim redoslijedom (npr. *digit span task*) (Conway i sur., 2005; Mathy i sur., 2018).

Primjetno je da navedene mjere procjene podrazumijevaju samo privremeno zadržavanje i dosjećanje određenog skupa informacija aktivnim, bez aspekta manipulacije istim, odnosno zahtijevaju aktivaciju samo jedne od sastavnica radnog pamćenja (npr. fonološke petlje). Uslijed navedenog, u većoj mjeri odražavaju kratkoročno pamćenje, nego li radno pamćenje (Mathy i sur., 2018; Unsworth i Engle, 2006). Za razliku od njih, složene mjere procjene obuhvaćaju aspekt obrade, odnosno manipulacije jednim skupom informacija, uz istovremenu privremenu pohranu drugog skupa informacija. Aktivnost koja zahtjeva svjesnu obradu podataka, poput čitanja rečenica ili rješavanja jednostavnih matematičkih zadataka, prezentira se između čestica koje sudionik treba držati aktivnima, a u svrhu njihovog naknadnog dosjećanja (Unsworth i Engle, 2006). U okviru najpoznatijih složenih mjera kapaciteta radnog pamćenja, Zadatka raspona operacija (engl. *Operation span*, OSPAN) i Zadatka raspona rečenica (engl. *Reading span*, RSPAN), sekundarni zadatak podrazumijeva privremenu pohranu slova, a potom i njihovo reproduciranje istim redoslijedom kojim su prikazani. Primarni zadatak u okviru OSPAN-a obuhvaća procjenu točnosti jednostavnih algebarskih jednadžbi, odnosno u okviru RSPAN-a, procjenu smislenosti prezentiranih rečenica (Conway i sur., 2005). Struktura složenih mjera raspona odražava konceptualizaciju kapaciteta radnog pamćenja kao konstrukta s dvije funkcije, kakvu su predložili Engle i suradnici (1999). U skladu s tim pristupom, kapacitet radnog pamćenja ne odnosi se primarno na količinu informacija koje se mogu privremeno pohraniti, već na sposobnost kontrolirane pažnje, odnosno održavanja informacija relevantnih za trenutni zadatak aktivnim (npr. slova ili riječi koje je potrebno zapamtiti) unatoč istodobnim zahtjevima obrade i potencijalnoj interferenciji koja proizlazi iz primarnog zadatka.

Jedna od kognitivnih aktivnosti koja zahtjeva održavanje određenog skupa informacija aktivnim, uz istovremenu obradu i manipulaciju drugim skupom je i rješavanje matematičkih problemskih zadataka. Dosadašnja istraživanja ukazuju na značajan odnos kapaciteta radnog pamćenja i izvedbe na matematičkim zadacima, uz njihovu umjerenu povezanost (Berkowitz i sur., 2022; Musso i sur., 2019; Peng i sur., 2016). Osobe koji postižu bolje rezultate na zadacima radnog pamćenja, imaju i bolju ukupnu izvedbu na testovima i zadacima iz matematičke domene, neovisno o dobi (Anjariyah i sur., 2022; Medrano i Miller-Cotto, 2025; Peng i sur., 2016). Navedeno se povezuje s pretpostavkom da pojedinci s većim kapacitetom radnog pamćenja učinkovitije zadržavaju, manipuliraju i ažuriraju informacije relevantne za trenutni zadatak, pri čemu istodobno uspješnije inhibiraju irelevantne informacije i ometajuće podražaje, kao i aktivno prizivaju relevantne sadržaje iz dugoročnog pamćenja (Berkowitz i sur., 2022). No, u dosadašnjoj literaturi primjetni su određeni nekonzistentni nalazi po pitanju odnosa navedena dva konstrukta, pri čemu se ističe potreba uzimanja u obzir tipova matematičkih zadataka, ali i zadataka radnog pamćenja (Finell i sur., 2022; Korem i sur., 2022; Peng i sur., 2016). Primjetno je da se određeni matematički zadaci u većoj mjeri oslanjaju na resurse radnog pamćenja, ovisno o njihovoj složenosti, odnosno broju koraka koje je potrebno izvesti kako bi se isti riješili, uz istovremeno dohvaćanje relevantnog znanja iz dugoročnog pamćenja i nadgledanja cjelokupnog procesa rješavanja. Zadaci poput rješavanja algebarskih jednadžbi te izvođenja matematičkih operacija s višeznamenkastim brojevima postavljaju veće opterećenje na kognitivne sustave i snažnije su povezani s kapacitetom radnog pamćenja, u

odnosu na zadatke iz geometrije ili zadatke rješavanja razlomaka (Peng i sur., 2016). Naj snažniji odnos utvrđen je u slučaju problemskih zadataka riječima koji zahtijevaju adekvatno razumijevanje tekstualnog sadržaja te prepoznavanje i usmjerenost na dijelove zadatka relevantne za njegovo rješavanje, uz potiskivanje irelevantnih, ometajućih informacija. Također, navedeni tip zadatka podrazumijeva pretvaranje tekstualnih informacija u numeričke simbole, izražavanje njihovih odnosa kroz numeričke izraze ili jednačbe, njihovo računanje te ponovno prevođenje konačnog rezultata u tekstualne informacije (Peng i sur., 2016; Ramirez i sur., 2018; Scheibe i sur., 2023). Prilikom tumačenja odnosa između kapaciteta radnog pamćenja i matematičke izvedbe potrebno je uzeti u obzir i vrstu zadatka za procjenu kapaciteta, odnosno domenu koju isti odražavaju. Dosadašnja istraživanja ukazuju na snažniji odnos verbalnog radnog pamćenja, u odnosu na vizuospacijalno, osobito u slučaju rješavanja složenijih matematičkih zadataka (Berkowitz i sur., 2022; Finell i sur., 2022). Dodatno, složene mjere raspona (npr. OSPAN i RSPAN) u većoj mjeri doprinose ukupnoj izvedbi, u odnosu na jednostavne mjere procjene kapaciteta radnog pamćenja (Passolunghi i sur., 2019). U kontekstu složenijih mjera kapaciteta RP primjetna je snažnija povezanost mjera koje uključuju numerički sadržaj s ukupnom izvedbom na vremenski ograničenim matematičkim zadacima, dok za mjere bez numeričkog sadržaja takva povezanost nije utvrđena (Korem i sur., 2022). U recentnom istraživanju Anjariyah i suradnika (2022) dobiveno je da sudionici s višim rezultatima na mjeri kapaciteta koja uključuje numeričke primarne zadatke, odnosno OSPAN-u, ostvaruju bolju izvedbu na matematičkim problemskim zadacima.

Doprinos radnog pamćenja uspješnosti u rješavanju matematičkih zadataka može se djelomično objasniti njegovom povezanošću s kognitivnim i afektivnim aspektima samoregulacije procesa rješavanja. Pojedinci s višim kapacitetom radnog pamćenja skloniji su odabiru naprednijih strategija rješavanja te iskazuju veću fleksibilnost u njihovoj primjeni, što se očituje u većoj spremnosti na promjenu inicijalno odabrane strategije. Nadalje, imaju razvijenije sposobnosti kontrole pažnje koja se očituje u preciznijem prepoznavanju informacija relevantnih za rješavanje zadatka te uspješnijoj inhibiciji irelevantnih informacija (Finell i sur., 2022). Dosadašnje studije ističu MA kao značajan afektivni čimbenik u odnosu između kapaciteta radnog pamćenja i izvedbe na matematičkim zadacima (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Anksioznost vezana uz matematički sadržaj okupira kapacitet radnog pamćenja zbog prisutnosti negativnih intruzivnih misli, brige i straha (Finell i sur., 2022; Scheibe i sur., 2023). Uslijed navedenog, pojedinac nije u mogućnosti odabrati i primijeniti adekvatnu strategiju, inhibirati informacije irelevantne za rješavanje zadatka, kontinuirano nadgledati proces izvedbe te procijeniti napredak prema postavljenom cilju.

1.5.5. (Meta)kognitivne odrednice

Uz prethodno opisane afektivne i motivacijske odrednice te kognitivne resurse pojedinca, posljednju kategoriju komponenti samoregulacije procesa rješavanja zadataka čine kognitivni i metakognitivni procesi. Kognitivni procesi obuhvaćaju razumijevanje, predviđanje, rješavanje i rezoniranje, ali najčešće se promatraju strategije učenja, odnosno rješavanja problema (Winne, 2017). Strategije učenja podrazumijevaju razmišljanja i ponašanja koja olakšavaju usvajanje

novih informacija, njihovo integriranje s postojećim znanjem i uspješno dosjećanje (Musso i sur., 2012). U jednostavnijem obliku, navedeni se koncept može definirati kao skup prema cilju usmjerenih aktivnosti učenja koje pojedinci koriste s ciljem unapređenja vlastitog učenja ili učinkovitijeg rješavanja problema (Schellings, 2011). Pojedinci s višom razinom znanja o različitim strategijama učenja i rješavanja zadataka uspješnije se suočavaju sa složenijim zadacima (manje UKO i VKO), spremniji su uložiti više truda (IKO), pri čemu takvi zadaci u manjoj mjeri opterećuju njihove kognitivne resurse u usporedbi s osobama koje raspolažu nižom razinom znanja o kognitivnim strategijama (Seufert i sur., 2024).

Metakognicija se definira kao znanje ili svjesnost o kognitivnim procesima te sposobnost korištenja samoregulacijskih mehanizama, odnosno aktivnog praćenja i regulacije navedenih procesa (Flavell, 1987). Iz navedene definicije proizlazi da metakognicija obuhvaća dvije ključne sastavnice, metakognitivno znanje i metakognitivnu regulaciju (Veenman i sur., 2006). Metakognitivno znanje podrazumijeva znanje koje osoba ima o sebi, o karakteristikama zadataka i o adaptivnim strategijama za postizanje cilja u određenoj situaciji učenja, odnosno rješavanja zadataka. Metakognitivna regulacija odnosi se na sposobnost nadgledanja i kontrole procesa učenja, odnosno rješavanja zadataka (Lingel i sur., 2019). S obzirom na vremenski okvir odvijanja navedenih regulacijskih aktivnosti, razlikujemo planiranje prije zadataka, praćenje za vrijeme izvođenja zadataka i evaluaciju nakon izvedbe na zadatku (Sorić, 2014). U kontekstu rješavanja problemskih zadataka, Ackerman i Thompson (2017) predlažu model meta-rasuđivanja u kojem se oslanjaju na temeljne principe metamemorije o postojanju dvosmjernog protoka informacija između sadržajne i meta-razine (Nelson i Narens, 1990). U skladu s tim postavkama razlikuju se dvije komponente, metakognitivno nadgledanje i metakognitivna kontrola. Metakognitivno nadgledanje odnosi se na subjektivne procjene uspješnosti kognitivne izvedbe, odnosno na procjenu toga koliko će uspješno određeni kognitivni zadatak biti izvršen ili je već izvršen. Navedena komponenta uključuje različite oblike metakognitivnih procjena, poput procjene rješivosti prezentiranog zadataka (engl. *judgment of solvability*), procjene stupnja u kojem pojedinac percipira inicijalno rješenje ili primijenjenu strategiju kao ispravne (engl. *feeling of rightness*) te razinu sigurnosti u ispravnost dobivenog rješenja ili odabrane strategije, bilo tijekom samog procesa rješavanja ili po njegovu završetku (engl. *intermediate/final confidence*) (Ackerman i Thompson, 2015). Navedene procjene, koje proizlaze iz procesa metakognitivnog nadgledanja, određuju aktivnosti u okviru metakognitivne kontrole, odnosno usmjeravaju kontrolne odluke u daljnjem procesu rješavanja određenog zadataka (Morsanyi i sur., 2019; Scheiter i sur., 2020). Sukladno modelu meta-rasuđivanja, metakognitivna kontrola odnosi se na iniciranje, prekidanje ili prilagodbu ulaganja kognitivnog napora u rješavanje zadataka. U tom smislu obuhvaća odluke o promjeni inicijalno odabrane strategije rješavanja, nastavku ili odustajanju od daljnjih pokušaja rješavanja, kao i o prihvatanju pretpostavljenog rješenja kao konačnog (Ackerman i Thompson, 2017; Morsanyi i sur., 2019). Iako je u dosadašnjoj literaturi dostupno više mjera za procjenu metakognitivnih aspekata samoregulacije procesa rješavanja zadataka, tvrdnje samoprocjene su najzastupljenije, ponajprije zbog njihove jednostavne primjene (Veenman i van Cleef, 2019; Scheiter i sur., 2020). U kontekstu procjene metakognitivnog nadgledanja, metakognitivne procjene mogu se primjenjivati prospektivno, odnosno prije pristupanja pojedinom zadatku ili skupu zadataka, kao i retrospektivno, nakon

izvedbe na svakom pojedinom zadatku ili nakon cijelog seta zadataka (Lingel i sur., 2019). Prospektivne procjene temelje se na prethodno stečenom znanju i iskustvu s određenim tipom zadataka, poznavanju mogućih strategija rješavanja te na uvjerenjima o vlastitim sposobnostima za njihovo uspješno izvršavanje. Retrospektivne procjene oblikuju se na temelju naknadne refleksije o tijeku i ishodu procesa rješavanja, odnosno procjeni razine razumijevanja zadatka, učinkovitosti planiranja, odabira i primjene strategija rješavanja te regulacije uloženog truda i vremena, uključujući eventualnu promjenu inicijalne strategije (Lingel i sur., 2019). Primjerice, sudionici mogu davati prospektivne procjene očekivanog broja točno riješenih zadataka u odnosu na ukupan broj prezentiranih zadataka (npr. 10), kao i retrospektivne procjene istog ishoda nakon dovršetka rješavanja svih zadataka. Dodatni aspekt metakognicije odnosi se na procjene sigurnosti u točnost vlastitih odgovora, koje se mogu tražiti prije započinjanja rješavanja zadatka (prospektivno), nakon njegova dovršetka i podnošenja odgovora (retrospektivno) ili za vrijeme rješavanja zadatka (*online*) (Baars i sur., 2020; Scheiter i sur., 2020). S obzirom na to da se radi o tvrdnjama samoprocjene uspješnosti rješavanja zadatka (broj točno riješenih zadataka i sigurnost u točnost), odnosno o mjerama metakognitivnog nadgledanja, nužno ih je dovesti u vezu s objektivnim mjerama izvedbe (npr. broj točno riješenih zadataka).

U procjeni usklađenosti metakognitivnih procjena točnosti i sigurnosti sa stvarnom izvedbom razlikuju se dvije temeljne skupine pokazatelja. Mjere apsolutne točnosti, odnosno kalibracije, upućuju na stupanj preciznosti procjena broja točno riješenih zadataka, odnosno sigurnosti u ispravnost rješenja u odnosu na njegovu objektivnu točnost (Schraw i sur., 2014). Jedan od pokazatelja apsolutne točnosti jest indeks pristranosti čije više pozitivne vrijednosti ukazuju na pretjeranu samouvjerenost, odnosno sklonost precjenjivanju vlastite izvedbe, dok negativne vrijednosti upućuju na podcjenjivanje u odnosu na stvarno postignuće (Bajšanski i Močibob, 2014; Scheiter i sur., 2020). Drugi aspekt metakognitivne točnosti odnosi se na relativnu točnost (diskriminaciju), koja odražava stupanj u kojem su procjene točnosti i/ili sigurnosti povezane s izvedbom unutar pojedinca na razini pojedine čestice (npr. matematičkog zadatka). Relativna točnost ukazuje na to u kojoj mjeri pojedinac može razlikovati dobro usvojeni materijal od onoga slabije usvojenog, odnosno koliko uspješno diskriminira zadatke koji su riješeni ispravno od onih koji nisu (Scheiter i sur., 2020; Schraw, 2009). Ova dimenzija metakognitivne točnosti najčešće se operacionalizira kao intraindividualna povezanost između subjektivnih procjena i objektivne izvedbe na pojedinim zadacima, odnosno dobiva se izračunom Pearsonova koeficijenta korelacije ili Goodman–Kruskalova gama koeficijenta (Bajšanski, 2011; Schraw, 2009). U metakognitivnim istraživanjima takav pristup uglavnom se primjenjuje kad je po sudioniku uključeno najmanje deset čestica (npr. matematičkih zadataka), čime se nastoji osigurati zadovoljavajuća razina pouzdanosti dobivene procjene (Scheiter i sur., 2020).

Dosadašnja istraživanja ukazuju na umjerenu povezanosti između metakognitivnog nadgledanja i ukupne izvedbe u matematičkoj domeni (Desoete i De Craene, 2019). Osobe s razvijenijim vještinama metakognitivnog nadgledanja i kontrole postižu bolje rezultate u različitim tipovima zadataka (Desender i Sasanguie, 2022; Özcan i Eren Gümüş, 2019). Pri

razmatranju odnosa između metakognitivnog nadgledanja i izvedbe na zadacima potrebno je uzeti u obzir način operacionalizacije mjera metakognitivnih procjena (Desoete i De Craene, 2019). Najснаžнији однос утврђује се при примјени *online* мјера метакognitivnog nadgledanja, док је тај однос слабије изражен у случају retrospectivnih мјера (Veenman i van Cleef, 2019). На разину прецизности метакognitivnih procjena, као аспект метакognitivnog nadgledanja, у односу на објективну изведбу може утјецати и формат одговора на задатак. Повезаност између procjena i postignuća израженја је у задацима вишеstrukог избора, у успореdbи са задацима отвореног типа (Vuorre i Metcalfe, 2022).

У оквиру испитивања повезаности метакognitivnih procjena i изведбе на задацима, retrospectivne мјере показале су се значајнијим предиктором изведбе у односу на prospectivne procjene (Baars i sur., 2020; Desender i Sasanguie, 2022). Metakognitivno nadgledanje особито је релевантно у контексту рјешавања проблемских задатака, будући да на основу procjena рјешивости задатка или рazine сигурности у тоčnost даног одговора појединац доноси одлуке о улагању додатног труда или ранијем прекидању рјешавања задатка. Nadalje, метакognitivne вјештине могу утјецати на одабир и примјену strategija рјешавања задатака, али и разину самоefikasности што се последично може одразити на вишу или нижу разину изведбе (Tian i sur., 2018; Zhao i sur., 2019). Уз когнитивне и мотивацијске аспекти регулације процеса рјешавања, наведени конструкт релевантан је и у контексту односа с афективним чимбеницима, попут математичке анксиозности (Morsanyi i sur., 2019).

1.6. Однос MA i KO у контексту саморегулације процеса рјешавања задатака

Сукладно претпоставкама Интегрираног модела саморегулације и когнитивног оптерећења (Seufert, 2018) i теоријских оквира расуђивања у математичкој домени (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023), у даљњем тексту приказат ће се односи (meta)когнитивних аспеката процеса саморегулације рјешавања задатка, доживљеног когнитивног оптерећења i индивидуалних карактеристика појединца (MA, математичка самоefikasност, радно памћење), који ће уједно бити разматрани у оквиру овог докторског истраживања.

С обзиром на индивидуалне ресурсе, попут razine математичке анксиозности i самоefikasности, одређени математички проблемски задатак једна особа може доживјети релативно једноставним i разумљивим (ниско UKO i VKO), док ће га друга особа percipirati врло слоženим i нејасно постављеним (високо UKO i VKO). У случају ниског или умјереног унутрашњег KO те ниског ванjsког KO, percipirana rазина усредotoчености i труда може се разликовати (IKO). Будући да има dostatне ресурсе, појединац се може активније укључити у процес рјешавања задатка, односно уложити додатне ресурсе како би дошао до точног одговора (високо IKO), а тојеком његовог рјешавања доживјет ће угодне емоције, попут знатиželје i поноса. С друге стране, постоји могућност да ће уложити мање труда те ће се у мањој мјери укључити у рјешавање ако је ријеч о задатку који је испод razine његових способности i не представља изазов, при чему може бити присутна i виша rазина досаде. С обзиром на склоност избјегавајућем понашању, а потенцијално i ниско увјерење о властитим способностима i знанју

iz matematike, pretpostavlja se da će osobe s višim razinama MA biti sklonije percipirati prezentirane zadatke kao složenije (UKO) i manje jasne te se iskazivati veće teškoće prilikom prepoznavanja informacija relevantnih za rješavanje zadatka (VKO). Dodatno, bit će sklonije uložiti manje truda tijekom rješavanja zadataka (IKO). Viša MA prije rješavanja zadatka može biti povezana i s većom prisutnošću neugodnih emocija tijekom i nakon rješavanja određenog zadatka, te se odraziti na odabir i primjenu strategije rješavanja (Seufert, 2020; Sorić, 2014). Trenutna negativna afektivna stanja mogu se promatrati i kao vanjsko KO, pri čemu procesiranje misli o emocijama uzrokovanim situacijom rješavanja zadatka (frustracija, anksioznost) i pokušaj regulacije istih opterećuje radno pamćenje. Pojedinčeva pažnja se odvlači od informacija relevantnih za rješavanje zadatka te se smanjuju resursi raspoloživi za uspješnu izvedbu (Plass i Kalyuga, 2019). Navedeno se može odraziti na metakognitivno nadgledanje i kontrolu procesa rješavanja, pri čemu će osobe s višom MA biti sklonije davati niže prospektivne procjene rješivosti i sigurnosti u točnost danog odgovora, ali i podcijeniti svoju izvedbu nakon što je zadatak riješen, u vidu manje sigurnosti u točnost danog odgovora nakon njegove predaje (Morsanyi i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023).

Prilikom pristupanja prezentiranom zadatku, pojedinac donosi procjenu njegove rješivosti temeljem karakteristika samog zadatka, poput složenosti ili jasnoće (u kontekstu Integriranog modela UKO i VKO) te individualnih karakteristika, poput prethodnog znanja i iskustva (Morsanyi i sur., 2019, Scheibe i sur., 2023; Seufert 2018). Procjenu temelji i na određenim afektivnim i motivacijskim čimbenicima, točnije uvjerenju u vlastite sposobnosti (matematička samoeфикаsnost), ali i inicijalnoj odbojnosti i tjeskobi prilikom suočavanja s matematičkim sadržajem, odnosno razini matematičke anksioznosti. Čak i ako se zadatak procijeni složenim, slabo poznatim ili nejasnim (visoka razina UKO i VKO), ali osoba procjenjuje da ima sposobnosti i znanje za uspješno rješavanje matematičkih zadataka (ukazuje na visoku matematičku samoeфикаsnost i nižu matematičku anksioznost), procjena o rješivosti će biti visoka te će doprinijeti spremnosti pojedinca da se aktivno uključi u proces rješavanja (IKO), da uloži resurse u adekvatnu analizu zahtjeva zadatka i relevantnih informacija te odabere primjerenu strategiju rješavanja (Morsanyi i sur., 2019; Seufert, 2018, 2020). Navedena inicijalna procjena o rješivosti doprinosi kognitivnim i metakognitivnim aktivnostima u sljedećoj fazi rješavanja, u vidu primjene odabrane strategije rješavanja i procjene njezine primjerenosti u odnosu na to koliko smo bliže konačnom rješenju zadatka (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Primjerice, osobe koje imaju višu matematičku samoeфикаsnost te nižu matematičku anksioznost, bit će sklonije odabrati adekvatnu strategiju rješavanja, ispravno je primijeniti, a dobiveno rješenje s većom sigurnošću procijeniti kao ispravno (metakognitivna procjena). U situacijama kad je zadatak složeniji u odnosu na inicijalnu procjenu te osoba procijeni da prvotno odabrana strategija nije ispravna, bit će spremnija uložiti dodatan trud (IKO) i resurse u odabir i primjenu novu strategiju rješavanja. Kao trenutne emocije mogu se javiti zbunjenosti, ali i znatiželja koja potiče osobu na ponovnu procjenu zahtjeva zadatka, usporedbu s prethodnim znanjem, odabir nove strategije i ponovnu procjenu njene prikladnosti tijekom nadgledanja daljnjeg procesa rješavanja.

S druge strane, kod osoba koje u određenoj mjeri sumnjaju u vlastite sposobnosti uspješnog rješavanja (niža matematička samoeфикаsnost) te iskazuju višu matematičku anksioznost, trajanje zadatka dulje od očekivanog ili potreba ulaganja više truda, može potaknuti negativne metakognitivne emocije, poput frustracije, srama i anksioznosti. Dodatno, navedene negativne trenutne emocije (epistemičke emocije, odnosno metakognitivni osjećaji prema RAMPS modelu) mogu doprinijeti anksioznosti i ruminaciji vezanoj uz prezentirani tip zadatka (matematička anksioznost kao stanje) i rezultirati brigom koja će okupirati kognitivne resurse. Drugim riječima, pažnja će biti usmjerena na doživljenu razinu anksioznosti, a dio kapaciteta radnog pamćenja bit će „potrošen“ na pripadajuće negativne misli, pri čemu neće biti dovoljno slobodnih resursa za obradu informacija relevantnih za rješavanja prezentiranog zadatka. Uslijed navedenog, osoba neće imati dovoljno resursa za adekvatno nadgledanje i kontrolu daljnjeg procesa rješavanja zadatka te će biti sklonija izbjegavajućem ponašanju, poput predaje suboptimalnog rješenja za koje u manjoj mjeri procjenjuje da je ispravno (niska metakognitivna procjena sigurnosti u točnost danog odgovora), ili odustajanje od daljnjih pokušaja rješavanja i pogađanje odgovora (Morsanyi i sur., 2019). Pojedinci koji imaju veći kapacitet radnog pamćenja, djelotvornije i uz manje kognitivno opterećenje obrađuju nadolazeće informacije na sadržajnoj razini (Prinz i sur., 2020; Seufert i sur., 2020; Wirth i sur., 2020). Navedenim se oslobađaju resursi za odabir i procjenu adekvatne strategije učenja te učinkovitije nadgledanje i regulaciju procesa izvedbe, ali i za inhibiranje irelevantnih misli koje se mogu javiti uslijed više MA i niže matematičke samoeфикаsnosti.

Iz navedenog se naslućuje potreba za dodatnim proširenjem postojećih spoznaja o međuodnosu ključnih komponenti Integriranog modela u matematičkoj domeni te empirijskog proučavanja određenih pretpostavki metakognitivnih teorijskih modela matematičkog rasuđivanja (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Ovim doktorskim istraživanjem nastojat će se doprinijeti boljem razumijevanju odnosa između matematičke anksioznosti, samoeфикаsnosti i izvedbe na matematičkim problemskim zadacima, s posebnim naglaskom na medijacijsku ulogu kognitivnog opterećenja i kapaciteta radnog pamćenja. U tom će se kontekstu ispitivati doprinos pojedinih tipova kognitivnog opterećenja, uključujući percipiranu složenost i jasnoću zadatka te količinu uloženog kognitivnog napora. Navedeno je u skladu s nalazima recentnih istraživanja koja upućuju na potrebu razlikovanja i zasebnog razmatranja tipova kognitivnog opterećenja. Promatranjem određenih metakognitivnih čimbenika, ovim doktorskim istraživanjem nastojat će se dobiti dublji uvid u proces rješavanja matematičkih problemskih zadataka. Povrh uzimanja u obzir metakognitivne perspektive, dodatni doprinos ogleda se u primjeni analiza usmjerenih na osobu kojima će se nastojati utvrditi odnos različitih obrazaca izraženosti pojedinih tipova KO te određenih metakognitivnih i emocionalnih čimbenika procesa rješavanja i izvedbe na matematičkim zadacima. Navedeno može doprinijeti boljem razumijevanju složene dinamike između kognitivnog opterećenja i samoregulacije u okviru matematičkog rasuđivanja. Uzimajući u obzir dosadašnje spoznaje o važnosti odabira adekvatnih mjera procjene kapaciteta radnog pamćenja u odnosu na zahtjeve matematičkih zadataka, u okviru predistraživanja razvijene su hrvatske verzije složenih mjera kapaciteta

radnog pamćenja (OSPAN i RSPAN), pri čemu će se u glavnom istraživanju dodatno provjeriti primjerenost njihovih skraćenih verzija.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

U okviru ovog doktorskog istraživanja nastojat će se utvrditi odnos matematičke anksioznosti (MA) i ukupne izvedbe na matematičkim problemskim zadacima, uz posredstvo percipiranog kognitivnog opterećenja (KO). Također, ispitat će se razina samoeфикаsnosti, kao relevantna motivacijska odrednica u procesu rješavanja zadataka te njezin odnos s percipiranim KO, odnosno s procjenom složenosti i jasnoće zadatka te količine truda uloženog u rješavanje, ali i odnos s ukupnom izvedbom. Uz spomenute motivacijske i afektivne čimbenike, nastojat će se utvrditi i kapacitet radnog pamćenja (RP) putem dviju mjera procjene (OSPAN i RSPAN), kao i njegova uloga u odnosu između MA, percipiranog KO i izvedbe na zadacima. Navedene analize predstavljaju pristup usmjeren na ispitivanje međusobnih odnosa promatranih varijabli u okviru Integriranog modela (Seufert, 2018) te metakognitivnih teorijskih modela rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023).

U svrhu stjecanja dubljeg uvida u složenu dinamiku između KO i samoregulacije u okviru matematičkog rasuđivanja, odnos navedenih varijabli promatrat će se i u kontekstu pristupa usmjerenog na osobu. Kako bi se utvrdili specifični profili sudionika prema izraženosti pojedinih aspekata percipiranog KO, provest će se analiza latentnih profila. Nastojat će se ispitati razlike među dobivenim profilima u određenim (meta)kognitivnim aspektima regulacije procesa rješavanja zadataka (procjena broja točno riješenih zadataka, procjena sigurnosti u točnost danog odgovora, procjena o korištenim strategijama rješavanja) s obzirom na dobivene profile percipiranog KO. Dodatno, nastojat će se utvrditi razlikuju li se studenti određenih profila KO u razini MA i samoeфикаsnosti, kapacitetu RP te ukupnoj izvedbi. Uzet će se u obzir i pojedine epistemičke emocije, odnosno anksioznost, zbunjenost, dosada i znatiželja, koje mogu biti povezane s percepcijom težine i jasnoće zadataka te količinom truda koju je pojedinac spreman uložiti u rješavanje zadatka (Plass i Kalyuga, 2019).

2.1. Problemi istraživanja i hipoteze

1. Ispitati medijatorsku ulogu tri aspekta kognitivnog opterećenja (KO) u odnosu između matematičke anksioznosti (MA) i izvedbe na matematičkim problemskim zadacima.

H1a: Očekuje se izravan i pozitivan učinak MA na unutrašnje i vanjsko KO te izravan i negativan učinak MA na inherentno KO. Sudionici s višim razinama MA procjenjivat će zadatke složenijima i neprecizno/nejasno formuliranima te će ulagati imanje truda u proces rješavanja zadatka.

H1b: Očekuje se neizravan učinak MA na ukupnu izvedbu posredstvom sva tri aspekta KO. Matematička anksioznost narušava izvedbu na matematičkim zadacima uslijed povećanog

doživljaja zadataka kao težih i nejasnih te manje spremnosti na ulaganje dodatnog truda u proces rješavanja.

2. Ispitati medijatorsku ulogu kapaciteta radnog pamćenja (RP) u odnosu između matematičke anksioznosti i izvedbe na zadacima.

H2a: Očekuje se izravan, negativan učinak MA na kapacitet RP. Više razine MA rezultiraju manjim dostupnim kapacitetom RP uslijed anksioznih intruzivnih misli i brige koje “troše” ograničene resurse RP.

H2b: Očekuje se da će visoka MA narušiti ukupnu izvedbu na matematičkim problemskim zadacima uslijed smanjenog dostupnog kapaciteta RP.

3. Ispitati medijatorsku ulogu kapaciteta radnog pamćenja u odnosu između MA i kognitivnog opterećenja.

H3a: Osobe s višom MA u većoj će mjeri percipirati zadatke kao složene (UKO) i nejasno formulirane (VKO) te će uložiti manje truda u njihovo rješavanje (IKO), a uslijed nedovoljno slobodnih/dostupnih resursa RP koji se mogu usmjeriti na adekvatnu analizu prezentiranih zadataka.

4. Ispitati medijatorsku ulogu tri aspekta KO u odnosu matematičke samoeфикаsnosti i izvedbe na matematičkim problemskim zadacima.

H4a: Očekuje se izravan i negativan učinak matematičke samoeфикаsnosti na unutrašnje i vanjsko KO te izravan i pozitivan učinak matematičke samoeфикаsnosti na inherentno KO te matematičku izvedbu (broj točno riješenih zadataka). Sudionici s nižim razinama matematičke samoeфикаsnosti procjenjivat će zadatke složenijima i neprecizno/nejasno formuliranima, ulagat će manje truda u proces rješavanja zadatka te će imati lošiju izvedbu (manji broj točno riješenih zadataka).

H4b: Očekuje se neizravan učinak matematičke samoeфикаsnosti na ukupnu izvedbu posredstvom sva tri tipa KO. Osobe koje imaju višu matematičku samoeфикаsnost (vjeruju da mogu uspješno riješiti zadatke), u manjoj mjeri će procjenjivati prezentirane zadatke složenima (UKO) i nejasnima (VKO) te će uložiti više truda u njihovo rješavanje (IKO), što će rezultirati boljom ukupnom izvedbom.

5. Identificirati profile studenata s obzirom na percipiranu razinu pojedinog tipa kognitivnog opterećenja (unutrašnje, vanjsko, inherentno KO).

H5a: Temeljem dosadašnje literature očekuje se da će se, pored profila s visokim procjenama sva tri tipa KO te niskim procjenama sva tri tipa KO, identificirati i skupine studenata s niskim unutrašnjim i vanjskim KO, te visokim inherentnim KO, odnosno s visokim unutrašnjim i vanjskim KO, te niskim inherentnim opterećenjem.

6. Ispitati razlikuju li se dobiveni profili u razini MA i samoeфикаsnosti, kapacitetu RP, određenim aspektima procesa rješavanja matematičkih problemskih zadataka (korištene strategije, metakognitivne procjene, vrijeme proteklo od odabira rješenja do konačne predaje istog, prisutne epistemičke emocije) te izvedbi na zadacima.

H6a: Očekuje se da će studenti s profilom niskog unutrašnjeg i vanjskog KO te visokog inherentnog KO imati niže razine MA, višu matematičku samoeфикаsnost i veću izraženost ugodnih epistemičkih emocija, poput znatiželje. Dodatno, bit će sigurniji u točnost danih odgovora, njihove metakognitivne procjene o točnosti odgovora bit će u većoj mjeri usklađene s objektivnom točnošću zadatka (preciznije metakognitivno nadgledanje), bit će manje skloni preskakati odgovore te će imati bolju izvedbu. Studenti koji procjenjuju sva tri tipa KO visokim te studenti s profilom visokog unutrašnjeg i vanjskog KO te niskog inherentnog KO imat će višu razinu MA i procjenjivat će se manje sposobnima za uspješno rješavanje matematičkih zadataka (niska matematička samoeфикаsnost). Iskazivat će manju sigurnost u točnost danih odgovora, bit će skloniji podcjenjivanju vlastite izvedbe i pogađanju odgovora te će imati slabiju izvedbu.

3. METODA

Istraživanjem su obuhvaćeni studenti prijediplomskog studija različitih studijskih programa Sveučilišta u Zagrebu i Sveučilišta u Rijeci. Doktorsko istraživanje provedeno je u dvije etape, pri čemu su u prvoj provedena dva predistraživanja, a u drugoj glavno doktorsko istraživanje.

Prvo predistraživanje provedeno je u svrhu provjere prikladnosti dijela upitničkih mjera i utvrđivanja težine matematičkih problemskih zadataka predviđenih za primjenu u glavnom istraživanju. S obzirom na ograničenu dostupnost cjelovitih instrumenata za procjenu RP na hrvatskom jeziku, provedeno je drugo predistraživanje s ciljem prevođenja i prilagodbe dviju složenih mjera procjene kapaciteta RP, odnosno Zadatka raspona operacija (engl. *Operation span*, OSPAN) i Zadatka raspona rečenica (engl. *Reading span*, RSPAN). Dodatno, nastojala se ispitati jasnoća uputa te prikladnost broja i načina prezentiranja zadataka, kao i opća funkcionalnost softverske platforme *lab.js* unutar koje su oblikovani navedeni zadaci.

U drugoj etapi provedeno je glavno istraživanje u okviru izrade dokorskog rada usmjereno na ispitivanje odnosa između MA, matematičke samoeфикаsnosti, percipiranog KO i RP te uspješnosti u rješavanju matematičkih problemskih zadataka. Također, promatrane su razlike među sudionicima s različitim profilima izraženosti percipiranog KO s obzirom na razinu MA, kapacitet RP te afektivne, kognitivne i metakognitivne aspekte procesa rješavanja zadataka.

3.1. Prva etapa: predistraživanja

3.1.1. Prvo predistraživanje

3.1.1.1. Sudionici i postupak

Predistraživanje je obuhvatilo 231 studenta (88,7 % ženskog spola) društvenih znanosti, odnosno psihologije i komunikologije s Fakulteta hrvatskih studija i Filozofskog Fakulteta u Rijeci. Raspon dobi kretao se između 19 i 41 godinu, uz prosječnu dob od 22 godine ($M = 22,02$, $SD = 2,69$). Većina sudionika pohađala je prijediplomsku razinu studija (17,3 % su studenti druge godine, 52,40 % treće godine, 9,50 % prve godine diplomskog studija i 20,80 % druge godine diplomskog studija).

Predistraživanje je provedeno u okviru nastave obveznih kolegija, pri čemu su studenti za sudjelovanje mogli ostvariti dva kolegijska, odnosno eksperimentalna boda. Nakon davanja suglasnosti za sudjelovanje, sudionici su ispunili kratki upitnik sociodemografskih podataka (dob, spol, godina studija, fakultet i smjer studiranja) te upitnik matematičke anksioznosti. Potom im je prezentirano šest matematičkih problemskih zadataka riječima, nakon čega je uslijedilo ispunjavanje upitnika kognitivnog opterećenja. Cjelokupni istraživački postupak trajao je u prosjeku približno 45 minuta.

3.1.1.2. Instrumenti

3.1.1.2.1. Upitnik matematičke anksioznosti za odrasle (engl. *Math Anxiety Questionnaire for Adults, MAQA*, Szczygiel, 2022a)

U svrhu procjene matematičke anksioznosti izvan obrazovnog okruženja primijenjen je Upitnik matematičke anksioznosti za odrasle (Szczygiel, 2022a). Navedeni upitnik obuhvaća 14 tvrdnji kojima se nastoji procijeniti razina MA u širokom rasponu situacija rješavanja matematičkih problema ili manipulacije numeričkim informacijama izvan razrednog konteksta (primjer čestice: „Biste li osjećali anksioznost kada bi trebali... izračunati iznos prosječnih mjesečnih primanja u slučaju povećanja od 5 %?“). Sudionici su za svaku tvrdnju, odnosno situaciju, trebali označiti u kojoj mjeri bi ista izazvala anksioznost koristeći se Likertovom skalom od 5 stupnjeva (od 1 - *uopće ne osjećam anksioznost* do 5 - *osjećam izrazitu anksioznost*). Ukupan rezultat izračunava se kao prosjek odgovora na svim tvrdnjama, pri čemu viši rezultat ukazuje na višu matematičku anksioznost.

U svrhu provjere jednofaktorske strukture, provedena je eksploratorna faktorska analiza, uz metodu zajedničkih faktora i ortogonalnu Varimax rotaciju. Vrijednosti Kaiser-Meyer-Olkin testa (0,91) i Bartlettovog testa sfericiteta ($\chi^2 = 1212,97$, $df = 91$, $p < 0,001$) ukazuju na prikladnost podataka za provedbu analize. Prema Kaiser-Guttman kriteriju, kao i Cattellovom *scree plot*-u, ekstrahirana su dva faktora koja zajedno objašnjavaju 44,10 % varijance. Primjetno je da tri čestice (primjer čestice: „...izračunati površinu geometrijskog tijela kugle“) imaju niska faktorska zasićenja (ispod 0,30), zbog čega su isključene iz daljnjih analiza (Goretzko i sur., 2021; Howard, 2016). Sedam čestica koje zasićuju prvi faktor odnose se na anksioznost pri primjeni matematičkog znanja u svakodnevnim situacijama (primjer

čestice: "...izračunati iznos prosječnih mjesečnih primanja u slučaju povećanja od 5 %"), dok četiri čestice drugog faktora odražavaju anksioznost pri primjeni znanja u klasičnim situacijama rješavanja zadataka (primjer čestice: "...odrediti broj simetrala u trokutu"). Navedeno dvofaktorsko rješenje nije u skladu s jednofaktorskom strukturom utvrđenom na originalnoj verziji upitnika (Szczygieł, 2022a) što bi se dijelom moglo pripisati razlikama u uzorku, pri čemu su u navedenom istraživanju, uz studente društvenih znanosti, obuhvaćeni i studenti STEM područja. Vrijednosti Cronbach α koeficijenta i McDonaldsovog omega koeficijenta na uzorku ovog predistraživanja ukazuju na dobru unutarnju konzistenciju prvog faktora „MA u svakodnevnim situacijama“ ($\alpha = 0,84$; $\omega = 0,85$) i drugog faktora „MA pri rješavanju zadataka“ ($\alpha = 0,81$; $\omega = 0,81$).

3.1.1.2.2. Upitnik kognitivnog opterećenja (engl. *Cognitive load survey*, Zu i sur., 2021)

Za procjenu percipiranog kognitivnog opterećenja povezanog s rješavanjem matematičkih problemskih zadataka korišten je Upitnik kognitivnog opterećenja (Zu i sur., 2021). U odnosu na izvornu verziju instrumenta, koja se odnosila na proces rješavanja testa, tvrdnje su u manjoj mjeri prilagođene kako bi odražavale opterećenje tijekom rješavanja matematičkih zadataka. Upitnik obuhvaća osam tvrdnji, od kojih se tri odnose na unutrašnje KO (primjer čestice: „Gradivo obuhvaćeno matematičkim zadacima bilo je vrlo složeno“), tri na vanjsko KO (primjer čestice: „Matematički zadaci pisani su zbunjujućim jezikom koji mi nije bio razumljiv“) te dvije na inherentno KO (primjer čestice: „Uložio/la sam mnogo mentalnog truda u pronalaženje i primjenu relevantnih koncepata potrebnih za rješavanje matematičkih zadataka“). Sudionici su stupanj slaganja sa svakom tvrdnjom procjenjivali na Likertovoj skali od 1 (*u potpunosti se ne slažem*) do 7 (*u potpunosti se slažem*). Ukupan rezultat računa se za svaku podljestvicu kao prosječna vrijednost pripadajućih čestica, pri čemu viši rezultat ukazuje na veću percipiranu složenost (UKO), veću prisutnost nejasnih i irelevantnih informacija (VKO) te višu razinu uloženog truda u rješavanje zadataka (IKO).

Česticama upitnika pridružena aktivna tvrdnja mentalnog napora („Uložio/la sam mnogo napora u rješavanje matematičkih zadataka“). Navedeno je učinjeno kako bi se provjerila konceptualna povezanost trokomponentne strukture KO te aktivnog određenja istog, ali i opravdanost proširenja originalne verzije odabranog upitnika (Klepsch i Seufert, 2021). Sukladno faktorskoj strukturi utvrđenoj u radu Klepsch i Seufert (2021), tvrdnja aktivnog opterećenja, odnosno mentalnog napora projicirat će se na faktor inherentnog KO. U svrhu provjere trofaktorske strukture upitnika Zu i sur. (2021), ali i zaključka o mogućnosti proširenja postojeće podljestvice inherentnog KO s tvrdnjom aktivnog opterećenja provedena je eksploratorna faktorska analiza, uz metodu zajedničkih osi i kosokutnu *Direct Oblimin* rotaciju. Vrijednosti Kaiser-Meyer-Olkin testa (0,77) i Bartlettovog testa sfericiteta ($\chi^2 = 1263,14$, $df = 36$, $p < 0,001$) ukazuju na prikladnost podataka za provedbu analize. Prema Kaiser-Guttman kriteriju, kao i Cattellovom *scree plot*-u, utvrđene su tri glavne komponente koje zajedno objašnjavaju 70,70 % varijance. Čestice upitnika Zu i suradnika (2021) dominantno saturiraju zadane faktore. Sukladno teorijskoj pretpostavci, ali i nalazima Klepsch i Seufert (2021), tvrdnja aktivnog opterećenja, odnosno mentalnog napora zasićuje faktor koji se odnosi na

inherentno KO. Vrijednosti Cronbach α koeficijenta i McDonaldsovog omega koeficijenta ukazuju na dobru unutarnju konzistenciju sve tri podljestvice (UKO: $\alpha = 0,91$; $\omega = 0,91$; VKO: $\alpha = 0,78$; $\omega = 0,78$; IKO: $\alpha = 0,88$; $\omega = 0,89$).

Dosadašnja istraživanja (Klepsch i Seufert, 2021; Schnaubert i Schneider, 2022) ukazuju na mogućnost konceptualizacije kognitivnog opterećenja kao dvofaktorskog konstrukta, pri čemu jedna komponenta podrazumijeva mentalno opterećenje i obuhvaća UKO i VKO, a druga se odnosi na mentalni napor, odnosno IKO. U svrhu provjere održivosti navedenog na podacima glavnog istraživanja, izračunate su korelacije među faktorski definiranim skalama. Umjerena pozitivna povezanost između UKO i VKO ($r = 0,58$) i neznčajne povezanosti između UKO i IKO ($r = -0,1$) te VKO i IKO ($r = -0,2$), ali i unutarnja konzistencija podljestvice koja obuhvaća tvrdnje UKO i VKO ($\alpha = 0,86$; $\omega = 0,87$) idu u prilog mogućem predstavljanju KO s dvije podljestvice, uz navedeno trofaktorsko rješenje.

3.1.1.2.3. *Skala epistemičkih emocija (engl. Epistemically-Related Emotion Scales, Pekrun i sur., 2016; adaptacija na hrvatski jezik Balaž, 2021)*

Ugodne i neugodne epistemičke emocije, odnosno emocije koje se javljaju tijekom rješavanja matematičkih problemskih zadataka, procijenjene su primjenom Skale epistemičkih emocija (Pekrun i sur., 2016; adaptacija na hrvatski Balaž, 2021). Navedena skala obuhvaća 21 česticu, pri čemu je svaka od sedam emocija procjenjivana s tri čestice. S obzirom na sadržaj u kojem se promatraju epistemičke emocije, odnosno matematičke problemske zadatke, kao i na nastojanje da se obuhvate pozitivne i negativne aktivirajuće emocije (Pekrun i sur., 2016), u ovom predistraživanju primijenjene su četiri podljestvice koje odražavaju znatiželju, zbunjenost, frustraciju i anksioznost. Od sudionika se tražilo da na Likertovoj skali od 5 stupnjeva (1 – *uopće ne*, 5 – *vrlo jako*) procijene u kojoj su mjeri tijekom rješavanja matematičkih problemskih zadataka doživjeli svaku od navedenih emocija. Za svaku emociju izračunat je ukupan rezultat kao prosječna vrijednost odgovora na tri pripadajuće čestice, pri čemu više vrijednosti odražavaju veću razinu izraženosti pojedine epistemičke emocije.

U svrhu provjere teorijske faktorske strukture navedene četiri emocije na podacima ovog predistraživanja, provedena je eksploratorna faktorska analiza, uz metodu zajedničkih osi i kosokutnu *Direct Oblimin* rotaciju. Vrijednosti Kaiser-Meyer-Olkin testa (0,89) i Bartlettovog testa sfericiteta ($\chi^2 = 2011,852$, $df = 66$, $p < 0,001$) ukazuju na prikladnost podataka za provedbu faktorske analize. Raspodjela odabranih 12 tvrdnji na četiri faktora u skladu je s teorijski pretpostavljenom, a isti zajedno objašnjavaju 73,22 % varijance. Prethodna istraživanja ukazuju na zadovoljavajuću unutarnju konzistenciju s pouzdanosti koja se kreće od 0,71 do 0,88 (Balaž i sur., 2021). U ovom predistraživanju dobivena je relativno dobra pouzdanost primijenjenih podljestvica, uz vrijednosti Cronbach α koeficijenta od 0,87 za frustraciju, 0,82 za zbunjenost, 0,87 za anksioznost te 0,95 za znatiželju. Navedeno potvrđuju i vrijednosti McDonaldsovog omega koeficijenta koje redom iznose 0,88 (frustracija), 0,82 (zbunjenost), 0,89 (anksioznost) i 0,95 (znatiželja).

3.1.1.2.4. Izvedba na zadatku

Izvedba na zadatku operacionalizirana je kao ukupan broj točno riješenih matematičkih problemskih zadataka riječima, od ukupno šest prezentiranih zadataka. Zadaci su preuzeti iz ispita državne mature, pri čemu se njihovi indeksi težine kreću u rasponu od 0,50 do 0,82. Svaki zadatak sadržavao je kratki opis svakodnevnih situacija, na temelju kojih su sudionici trebali identificirati relevantne informacije, prevesti ih u numeričke simbole, prikazati njihove odnose u obliku algebarskih jednadžbi. Sudionici su mogli postići od 0 do 6 točnih odgovora. Vrijednosti Cronbachova α i KR-20 koeficijenta u iznosu od 0,52 upućuju na relativno nisku unutarnju konzistenciju, što se, barem djelomično, može dovesti u vezu s manjim brojem zadataka te s njihovom planiranom heterogenošću u pogledu težine.

3.1.2 Rezultati i rasprava

U svrhu utvrđivanja izraženosti matematičke anksioznosti, percipiranog kognitivnog opterećenja i izvedbe na zadacima izračunati su deskriptivni pokazatelji.

Prosječna vrijednost u iznosu od 2,16 ($SD = 0,85$), uz pozitivno asimetričnu distribuciju rezultata na podljestvici matematičke anksioznosti u svakodnevnim situacijama, upućuju na prevladavanje nižih procjena prisutnosti anksioznosti na uzorku predistraživanja. Nasuprot tome, na podljestvici anksioznosti pri rješavanju zadataka zabilježene su umjerene razine anksioznosti ($M = 2,89$, $SD = 0,99$). S obzirom na pojedine tipove KO, prosječne vrijednosti te pozitivno asimetrične distribucije upućuju na pomak odgovora prema nižim vrijednostima na podljestvici VKO ($M = 2,35$, $SD = 1,40$), na niske do umjerene razine UKO ($M = 3,31$, $SD = 1,80$), dok su na podljestvici IKO rezultati blago pomaknuti prema višim vrijednostima ($M = 5,06$, $SD = 1,92$). Od ukupno šest prezentiranih matematičkih problemskih zadataka, sudionici su u prosjeku točno riješili dva zadatka ($M = 2,20$, $SD = 1,55$), pri čemu su se proporcije točnosti kretale u rasponu od 0,27 do 0,65.

Dobiveni pokazatelji izvedbe upućuju na umjerenu težinu većine primijenjenih zadataka, uz iznimku jednog zadatka koji je na državnoj maturi imao proporciju riješenosti od 0,50, dok je u ovom predistraživanju manje od trećine sudionika pružilo ispravan odgovor. Niske vrijednosti Cronbachova α i KR-20 koeficijenta ukazuju na potrebu proširenja broja zadataka u glavnom istraživanju (Anselmi i sur., 2019). Relativno niža uspješnost u rješavanju matematičkih zadataka dodatno upućuje na opravdanost uključivanja nešto lakših zadataka. Uočeni niži postignuti rezultati mogu se djelomično pripisati i strukturi uzorka u predistraživanju, koji je bio dominantno sastavljen od studenata društvenih znanosti, ponajprije psihologije. U tom smislu, u glavnom istraživanju preporučuje se uključivanje sudionika iz drugih znanstvenih područja, poput prirodnih znanosti, kao i iz različitih polja unutar društvenih znanosti. Dodatno, korelacije između pojedinih epistemičkih emocija ukazuju na relativno visoku povezanost između emocije frustracije i anksioznosti ($r = 0,76$). S obzirom na navedeno, u glavnom istraživanju, umjesto frustracije uključit će se emocija dosade tijekom rješavanja matematičkih problemskih zadataka. Relevantnost uključivanja emocije dosade u kontekstu

rješavanja matematičkih zadataka ogleda se i u dosadašnjim istraživanjima (Pekrun, 2024; Schwartze i sur., 2024).

3.2. Drugo predistraživanje: razvoj mjera radnog pamćenja

Drugo predistraživanje je obuhvaćalo dvije faze, pri čemu je provedbi empirijskog nacrt, u okviru kojeg je oblikovan i provjeren program za primjenu zadataka radnog pamćenja, prethodila kvalitativna faza u obliku dviju fokusnih grupa. Provedba fokusnih grupa omogućila je dublje razumijevanje iskustava sudionika tijekom rješavanja skraćenih verzija zadataka RP te prepoznavanje mogućih nejasnoća u uputama i strukturi zadataka. Dodatno, spoznaje dobivene tijekom njihove provedbe pridonijele su utvrđivanju primjerenosti različitih načina unosa odgovora na sekundarni zadatak, odnosno dosjećanja slova pojedinog niza. Dobivene povratne informacije poslužile su kao temelj za izradu i prilagodbu cjelovitih hrvatskih verzija dviju mjera procjene RP, koje su korištene u sklopu diplomskog rada (Slunjski, 2025) i ovog predistraživanja.

3.2.1. Prva faza - Fokusne grupe

U prvoj fazi organizirane su dvije fokusne grupe u kojima je sudjelovalo ukupno 42 studenta prve godine diplomskog studija psihologije Fakulteta hrvatskih studija, među kojima je pet sudionika bilo muškog spola. Sudjelovanje je bilo dobrovoljno, a studentima je omogućavalo stjecanje dva dodatna boda na kolegiju u sklopu kojeg su se provodile.

Za potrebe provedbe fokusnih grupa oblikovan je vodič s pitanjima koji se sadržavao tri dijela. Prvi, uvodni dio je sadržavao pitanja usmjerena na utvrđivanje upoznatosti studenata s kognitivnim podsustavom RP, njegovim sastavnicama te s konceptom kapaciteta RP i načinima njegove procjene. Središnji dio vodiča sadržavao je pitanja o jasnoći i detaljnosti uputa koje su prethodile izvođenju dostupnih skraćenih verzija zadataka RP, broju primjera potrebnih za uvježbavanje, primjerenosti težine primarnih zadataka (OSPAN – jednostavne aritmetičke jednadžbe; RSPAN – smislenost rečenica) te trajanje sekundarnog zadatka, odnosno duljine prikazivanja slova nakon svakog primarnog zadatka (6 sekundi). Također, postavljena su pitanja o minimalnoj i maksimalnoj duljini niza (od tri do sedam slova), načinu unosa prezentiranih slova (putem tipkovnice – slobodno dosjećanje, ili odabirom između ponuđenih slova prikazanih u matrici), kao i o potrebi uključivanja opcije davanja povratnih informacija o točnosti odgovora na primarnom i sekundarnom zadatku nakon svakog niza.

Obje fokusne grupe vodila je istraživačica, autorica doktorske disertacije, uz primjenu unaprijed pripremljenog vodiča s pitanjima, tijekom studenoga 2024. godine. Nakon kratkog uvoda u temu radnog pamćenja, sudionici su rješavali dvije skraćene verzije Zadatka raspona čitanja (RSPAN) i Zadatka raspona operacija (OSPAN) s javno dostupnih engleskih mrežnih stranica namijenjenih provedbi *online* eksperimentalnih istraživanja (*Pavlov.org*), u trajanju od približno deset minuta. Po završetku rješavanja zadataka, uslijedila je rasprava o prikladnosti prikazivanja pojedinih elemenata zadataka i načina odgovaranja na iste. U završnom dijelu istraživačica je sažeo ključne odgovore sudionika na pitanja iz središnjeg dijela

rasprave, s naglaskom na potrebu zasebnog uvježbavanja primarnog i sekundarnog zadatka, težinu i jasnoću primarnih zadataka, duljinu prezentacije slova u okviru sekundarnog zadatka, prikladnost načina dosjećanja, odnosno unosa pamćenih slova, te korisnosti uključivanja povratnih informacija o točnosti nakon svakog niza. Svaka je fokusna grupa trajala približno 40 minuta.

3.2.2. Druga faza - oblikovanje i provjera mjera procjena radnog pamćenja

3.2.2.1. Sudionici i postupak

U empirijskom istraživanju sudjelovala su 82 studenta prijediplomskog studija psihologije Fakulteta hrvatskih studija i Filozofskog fakulteta u Rijeci, pri čemu je 86,60% sudionika bilo ženskog spola. Raspon dobi kretao se od 18 do 34 godine, uz prosječnu dob od 21 godinu ($M = 21,02$, $SD = 2,23$). Većina sudionika bili su studenti druge godine (63,40 %), a njih 31 su pohađali treću godinu prijediplomskog studija.

Istraživanje je provedeno uživo u računalnim dvoranama navedenih fakulteta, u skupinama do najviše 20 sudionika tijekom mjeseca siječnja 2025. godine. U dogovoru s nastavnicima pojedinih godina studija, sudionicima je unaprijed poslan poziv na sudjelovanje i poveznica za prijavu na određeni termin provedbe istraživanja. Postupak istraživanja započeo je kratkom usmenom uputom u kojoj je iznesen opći cilj istraživanja te je naglašeno da je sudjelovanje dobrovoljno i anonimno. Sudionicima su putem računala najprije prikazani Informativni letak i Obrazac informiranog pristanka, nakon čega su bili preusmjereni na rješavanje zadataka radnog pamćenja. U svrhu eliminacije efekta redoslijeda, provedena je randomizacija mjera procjena kapaciteta RP, pri čemu se jednom dijelu studenata prvo se prikazao OSPAN, a drugom dijelu RSPAN. Nakon svake mjere procjene uslijedile su dvije tvrdnje usmjerene na procjenu subjektivnog iskustva rješavanja navedenih mjera procjena (OSPAN i RSPAN). Istraživački postupak završio je kratkim upitnikom matematičke anksioznosti (AMAS) i upitnikom sociodemografskih podataka. Cjelokupni istraživački postupak je trajao oko 40 minuta.

3.2.2.2. Instrumenti

Mjere procjene kapaciteta radnog pamćenja korištene u ovom predistraživanju razvijene su na temelju skraćenih verzija koje su prethodno primijenjene u fokusnim grupama, a potom su proširene i prilagođene sukladno povratnim informacijama sudionika. Primarni zadatak OSPAN-a, koji se sastoji od jednostavnih algebarskih jednadžbi, preuzet je iz verzije programirane u okviru platforme *Pavlov.org*, dok su rečenice u okviru primarnog zadatka RSPAN-a preuzete iz istraživanja Đokić i suradnika (2018) te su prevedene s bosanskog na hrvatski jezik.

Sekundarni zadatak za obje mjere, odnosno 12 slova koji u različitim kombinacijama oblikuju nizove duljine od tri do sedam slova, također je preuzet iz istraživanja Unsworth i suradnika (2005) te Đokić i suradnika (2018). Svi instrumenti, uključujući upitnike i mjere procjene radnog pamćenja, oblikovani su u programu *lab.js*.

3.2.2.2.1. Zadatak raspona operacija (engl. Operation span, OSPAN)

Primarni zadatak u okviru OSPAN-a sastojao se od prezentacije riješenih jednostavnih matematičkih izračuna koje su uključivale osnovne matematičke operacije – zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje. Sudionici su trebali procijeniti je li matematički izračun točno riješen ili nije. Svaki izračun bio je prikazan na zaslonu maksimalno šest sekundi, pri čemu je vremensko ograničenje utvrđeno na temelju rezultata dobivenih u fokusnim grupama. Nakon prezentacije izračuna, prikazao se ekran za procjenu, na kojem su sudionici trebali označiti odgovor „da“ ako su smatrali da je izračun točan, odnosno „ne“ ako su procijenili da nije ispravan. Sudionicima je bilo omogućeno da prije isteka maksimalnog vremena prikaza (6 sekundi) prijeđu na ekran za procjenu odabirom opcije „Dalje“. Sekundarni je zadatak slijedio neposredno nakon procjene točnosti matematičkog izračuna, pri čemu se na ekranu vrlo kratko, u trajanju od jedne sekunde, prikazivalo jedno slovo koje su sudionici trebali zapamtiti. Slova su bila odabrana iz sljedećeg skupa: F, G, H, K, L, N, P, R, S, T, V i Z. Neposredno nakon prezentacije slova, program je prikazao sljedeći izračun. Nakon što su prikazana sva slova određenog niza, uslijedio je ekran za dosjećanje u sklopu kojeg je prezentiran niz od prethodno navedenih 12 slova. Sudionici su trebali, uz pomoć miša, odabrati samo ona slova koja su se pojavila u prethodnom nizu i to onim redoslijedom kojim su bila prikazana. Ukoliko se nisu mogli dosjetiti određenog slova, dobili su naputak da odaberu znak „_“, koji je bio prikazan uz slova. Po završetku svakog niza unutar pojedinog bloka, sudionici su dobili povratnu informaciju o broju slova kojih se sudionik točno dosjetio te o postotku ispravno procijenjenih matematičkih izračuna u tom nizu.

Glavni dio OSPAN-a obuhvaćao je tri bloka, a svaki blok sadržavao je pet nizova duljine od tri do maksimalno sedam riješenih jednadžbi nakon kojih je uslijedilo jedno slovo. Redoslijed zadataka i pripadajućih slova unutar pojedinog niza bio je unaprijed određen i fiksiran, dok je redoslijed nizova unutar bloka bio nasumičan. Ukupno gledajući, glavni dio zadatka raspona operacija (OSPA) obuhvaćao je 75 kombinacija izračuna i slova. Glavnom dijelu, prethodio je blok za uvježbavanje, u kojem su sudionici trebali riješiti dva cjelovita zadatka za vježbu, pri čemu su istovremeno prezentirani primarni i sekundarni zadatak. Tijekom uvježbavanja prikazana su im dva niza duljine od tri slova.

3.2.2.2.2. Zadatak raspona čitanja (engl. Reading span, RSPAN)

Struktura zadatka RSPAN-a bila je istovjetna onoj u prethodno opisanom OSPAN-u, uz izmjenu sadržaja primarnog zadatka. Umjesto procjene točnosti matematičkog izračuna, primarni zadatak u okviru RSPAN-a obuhvaćao je prikaz rečenica za koje su sudionici trebali procijeniti sadržajnu smislenost. Svaka je rečenica bila prikazana na ekranu maksimalno šest sekundi, nakon čega je uslijedio ekran za procjenu. U sklopu navedenog ekrana sudionici su trebali označiti odgovor „da“ ako su procijenili da je rečenica sadržajno smisljena, odnosno „ne“ ako su smatrali da nije. Sudionicima je, u slučaju ranije donesene procjene, bio omogućen prijelaz na ekran za procjenu prije isteka maksimalnog vremena prikaza (do šest sekundi)

odabirom opcije „Dalje“. Nakon svake procjene smislenosti rečenice uslijedio je sekundarni zadatak, pri čemu se na ekranu, u trajanju od jedne sekunde, prikazalo jedno slovo koje su sudionici trebali zapamtiti. Slova za pamćenje bila su jednaka slovima iz OSPAN-a. Neposredno nakon prikaza slova, program je prikazao sljedeću rečenicu. Po završetku prikaza svih slova u određenom nizu, uslijedio je ekran s nizom od dvanaest slova istovjetnih onima korištenima u OSPAN zadatku. Sudionici su između ponuđenih slova trebali odabrati ona koja su se pojavila u prethodnom nizu, i to redoslijedom kojim su bila prikazana. U slučajevima kada se nisu mogli prisjetiti određenog slova, bili su upućeni da odaberu znak „_“, koji je bio prezentiran uz slova. Nakon unosa slova kojih su se dosjetili, sudionicima je pružena povratna informacija o broju slova koja su točno odabrali te o postotku uspješno procijenjene smislenosti rečenica.

Sukladno strukturi zadatka u OSPAN-u, glavni dio RSPAN-a obuhvaćao je tri bloka, a svaki blok sadržavao je pet nizova duljine od tri do maksimalno sedam kombinacija rečenica i pripadajućeg slova. Redoslijed nizova unutar bloka bio nasumičan dok je redoslijed rečenica i slova unutar niza bio fiksni. Prije glavnog dijela, koji je obuhvaćao 75 kombinacija rečenica i slova, sudionici su prošli kroz blok za uvježbavanje. U sklopu navedenog bloka, sudionici su trebali riješiti dva cjelovita zadatka za vježbu, pri čemu su istovremeno prezentirani primarni i sekundarni zadatak. Tijekom uvježbavanja prikazana su im dva niza duljine od tri slova.

Ukupan rezultat na Zadacima raspona operacija, odnosno rečenica može se izračunati na više načina, odnosno temeljem dviju dimenzija, apsolutni - djelomični izračun te ponderirani - neponderirani izračun (Đokić i sur., 2018). Za razliku od apsolutnog izračuna (engl. *absolute scoring*), koji u ukupan rezultat uključuje samo ona točno reproducirana slova iz nizova koji su cijelosti točno reproducirani, djelomičan izračun ukupnog rezultata (engl. *partial scoring*) obuhvaća sva slova koja su točno reproducirana na odgovarajućem položaju u nizu, neovisno o tome je li niz u potpunosti ili samo djelomično točno repliciran. U slučaju ponderiranih izračuna, točno zapamćena slova iz duljih nizova imaju veći udio u ukupnom rezultatu, dok se u sklopu neponderiranih izračuna, svaki niz tretira jednako, odnosno jednako doprinosi ukupnom rezultatu, neovisno o svojoj duljini. Drugim riječima, u slučaju neponderiranog načina izračuna, svako ispravno reproducirano slovo na ispravnom mjestu u nizu ima jednaki udio u ukupnom rezultatu neovisno o tome je li dio kraćeg (npr. niz od 3 čestice) ili duljeg niza (npr. niz od 7 čestica).

Sukladno navedenom, moguće je oblikovati apsolutni rezultat, apsolutni ponderirani i apsolutni neponderirani rezultat, djelomični rezultat te djelomično ponderirani i neponderirani rezultat. S obzirom na nižu pouzdanost i konvergentnu valjanost apsolutnih izračuna utvrđenu u istraživanju Đokić i suradnika (2018), u okviru ovog predistraživanja prednost je dana metodi djelomičnog izračuna. Za svaku mjeru procjene (OSPA i RSPA) izračunata su tri pokazatelja: (a) djelomičan rezultat (DR) koji predstavlja ukupan broj točno reproduciranih slova u svim nizovima; (b) djelomično ponderirani rezultat (DPR) koji se dobiva kao omjer broja točno reproduciranih slova u svim nizovima i ukupnog broja prikazanih slova u svim nizovima (75 slova); (c) djelomično neponderirani rezultat (DNR) koji se računa kao aritmetička sredina

proporcija točno reproduciranih slova svakog niza (omjer broja točno reproduciranih slova i ukupnog broja slova u pojedinom nizu), pri čemu svaki niz ima jednaku težinu neovisno o svojoj duljini.

3.2.2.2.3. *Skraćena skala matematičke anksioznosti (engl. The Abbreviated Math Anxiety Scale, AMAS, Hopko i sur., 2003)*

U svrhu procjene matematičke anksioznosti kao crte primijenjena je Skraćena skala matematičke anksioznosti koja obuhvaća devet čestica raspodijeljenih u dvije podljestvice. Prva podljestvica odnosi se na anksioznost prilikom usvajanja matematičkog sadržaja (npr. anksioznost kad bi „...slušali predavanja na satu iz matematike“), a druga podrazumijeva anksioznosti u situacijama procjene znanja iz matematike (npr. anksioznost kad bi „...razmišljali o testu iz matematike kojeg pišete sljedeći dan“). Za svaku tvrdnju, odnosno situaciju sudionici su trebali procijeniti stupanj anksioznosti koju bi osjećali koristeći skalu od 1 (*niska anksioznost*) do 5 (*visoka anksioznost*). Ukupan rezultat predstavlja prosječnu vrijednost odgovora na česticama svake podljestvice.

U svrhu provjere dvofaktorske strukture provedena je eksploratorna faktorska analiza, uz metodu zajedničkih faktora i kosokutnu *Direct Oblimin* rotaciju. Prikladnost podataka za provedbu navedene analize potvrđena je Kaiser-Meyer-Olkin testom, u iznosu od 0,82 kao i Bartlettovim testa sfericiteta (OSPAN, $\chi^2 = 304,24$, $df = 36$, $p < 0,001$ čije vrijednosti ukazuju da se matrica korelacija značajno razlikuje od matrice identiteta. Sukladno Kaiser-Guttman kriteriju i Cattellovom *scree plot*-u, ekstrahirana su dva faktora koji zajedno objašnjavaju 53,3 % varijance. Većina čestica projicira se na zadani faktor, izuzev pete čestice: „Koliko anksioznosti biste osjećali kada biste dobili puno teških zadataka koje trebate riješiti za zadaću do sljedećeg sata iz matematike“, koja pokazuje približno jednaka zasićenja na prvom i drugom faktoru. Uzimajući u obzir relativno malen broj sudionika u odnosu na preporučene standarde za pouzdanu provedbu eksploratorne faktorske analize (Kyriazos 2018), navedena je čestica, u skladu s faktorskom strukturom originalne verzije instrumenta (Hopko i sur., 2003), ipak pridružena drugom faktoru, odnosno subskali matematičke anksioznosti u situacijama procjene znanja. Vrijednosti Cronbach α i McDonaldsovog omega koeficijenta ukazuju na dobru pouzdanost, pri čemu je za podljestvicu anksioznosti pri usvajanju sadržaja Cronbach α iznosio 0,80 ($\omega = 0,81$), a za podljestvicu anksioznosti u situacijama procjene 0,81 ($\omega = 0,82$).

3.2.2.2.4. *Iskustvo rješavanja zadataka RP*

U svrhu procjene prikladnosti broja zadataka u mjerama procjene kapaciteta RP, odnosno potrebe primjene cjelovitih verzija i mogućnosti njihovog skraćivanja u glavnom istraživanju, oblikovane su dvije tvrdnje samoprocjene o iskustvu rješavanja zadataka OSPAN-a i RSPAN-a. Prva tvrdnja odnosila se na subjektivnu procjenu prikladnosti broja zadataka, dok je druga bila usmjerena na procjenu mogućeg doprinosa smanjenja broja zadataka uspješnosti izvedbe. Sudionici su trebali procijeniti stupanj slaganja sa svakom tvrdnjom

koristeći Likertovu skalu od 5 stupnjeva (1 - *uopće se ne odnosi na mene*; 5 - *u potpunosti se odnosi na mene*).

3.2.2.2.5. Upitnik sociodemografskih podataka

Navedeni upitnik oblikovan je za potrebe ovog predistraživanja, a sadrži pitanja o spolu i dobi sudionika, vrsti studija i godini studija. Dodatno, obuhvaća pitanja o prethodnom školskom uspjehu iz hrvatskoga jezika i matematike, izraženom kroz zaključne ocjene na završnoj godini srednje škole te razini i ocjeni postignutoj na državnoj maturi.

3.2.2.3. Rezultati

Iz početnog uzorka od 82 studenta isključena su četiri sudionika ($\bar{X} = 3$; $M = 1$) zbog prethodno utvrđene prisutnosti emocionalnih teškoća i/ili teškoća u učenju što se očitovalo u težem razumijevanju i praćenju uputa te sporijem prolaženju kroz pojedine dijelove istraživačkog postupka.

Kako bi osigurali veću vjerodostojnost dobivenih nalaza te uzeli u obzir samo one sudionike koji su kontinuirano bili usredotočeni za rješavanja svih elemenata zadataka za procjenu kapaciteta RP, u dosadašnjim istraživanjima primijenjeni su različiti kriteriji točnosti na primarnim zadacima OSPAN-a i RSPAN-a. Navedeno podrazumijeva da se u obradi podataka isključuju oni sudionici čija je točnost u procjeni ispravnosti matematičkih izračuna (OSPAN), odnosno smislenosti rečenica (RSPAN) ispod određenog praga točnosti (npr. prag od 85 % točnosti). Nalazi Đokić i suradnika (2018) ukazuju na istovjetne psihometrijske pokazatelje OSPAN-a i RSPAN-a, ali i obrasce povezanosti između broja grešaka na primarnom zadatku i broja točno reproduciranih riječi, neovisno o primjeni kriterija točnosti. U svrhu procjene opravdanosti primjene kriterija točnosti u glavnom doktorskom istraživanju, predviđene analize najprije su provedene na cijelom uzorku ($N = 78$), a zatim i na poduzorku sudionika čija izvedba na primarnim zadacima procjene kapaciteta RP udovoljava kriteriju točnosti od najmanje 85 %. Drugim riječima, poduzorak je obuhvatio studente koji su s najmanje 85 % ukupne točnosti uspješno prepoznavali ispravnost matematičkih izračuna te smislenost rečenica ($N = 76$). Uvidom u točnost procjene matematičkih izračuna (OSPAN) i smislenosti rečenica (RSPAN) utvrđeno je da dvije sudionice nisu zadovoljile navedeni kriteriji. Njihov ukupni broj točnih odgovora na primarnom zadatku OSPAN-a iznosio je 55 odnosno 58, što je ispod granične vrijednosti od 64, koja odgovara približno 85 % od ukupno 75 matematičkih izračuna čiju je točnost bilo potrebno procijeniti.

3.2.2.3.1. Pouzdanost unutarnje konzistencije

U svrhu utvrđivanja unutarnje pouzdanosti Zadatka raspona operacija (OSPAN), oblikovane su tri podljestvice. Prva podljestvica obuhvaća nizove svih duljina (od 3 do 7) koji

su prikazani u sklopu prvog bloka, odnosno one nizove koji su sudionicima prvi prezentirani. Druga podljestvica odnosi se na broj točno reproduciranih slova u nizovima svih duljina iz druge prezentacije, dok treća podljestvica obuhvaća nizove posljednje, treće prezentacije. Cronbach α koeficijent izračunat je na temelju ukupnih rezultata triju navedenih subskala. Istraživanje Đokić i suradnika (2018) ukazuje na dobru pouzdanost OSPAN-a ($\alpha = 0,81$), što je potvrđeno i u okviru ovog predistraživanja, pri čemu je dobiven Cronbach α koeficijent u iznosu od $\alpha = 0,81$ ($\omega = 0,81$) na cijelom uzorku, odnosno od $\alpha = 0,79$ ($\omega = 0,79$) na poduzorku.

Način izračuna Cronbach α koeficijenta za Zadatak raspona rečenica (RSPAN) bio je istovjetan postupku opisanom pri procjeni pouzdanosti Zadatka raspona operacija (OSPAN). Dobivene vrijednosti na cijelom uzorku ($\alpha = 0,70$; $\omega = 0,73$), ali i poduzorku ($\alpha = 0,70$; $\omega = 0,73$) ukazuje na zadovoljavajuću razinu unutarnje konzistencije u ovom predistraživanju, što je u skladu s nalazima Đokića i suradnika (2018), koji su izvijestili o nešto višoj pouzdanosti ($\alpha = 0,80$), ali na znatno većem uzorku ($N = 484$).

3.2.2.3.2. Deskriptivni pokazatelji izvedbe na zadacima radnog pamćenja

U Tablici 1. i 2. prikazane su vrijednosti Kolmogorov-Smirnovljevog testa normalnosti te odgovarajuće mjere centralne tendencije i mjere raspršenja za ukupan rezultat na primarnim zadacima (procjena ispravnosti matematičkih izračuna / smislenosti rečenica) te tri pokazatelja ukupnog rezultata na sekundarnom zadatku (djelomičan rezultat - DR; djelomično ponderiran rezultat - DPR; djelomično neponderirani rezultat - DNR) svake mjere procjene (OSPAN i RSPAN), na cijelom uzorku (Tablica 1.) te na poduzorku (Tablica 2.).

Tablica 1.

Deskriptivni pokazatelji ukupne izvedbe na OSPAN-u i RSPAN-u na cijelom uzorku ($N = 78$)

	<i>M(SD)</i>	<i>Mdn (IQR)</i>	K-S	Asim.	Spljošt.
Tri bloka					
OSPAN_primarni	71,52 (3,36)	72 (4,00)	0,21**	-9,38	17,56
OSPAN_sekundarni	59,86 (11,26)	61 (12,25)	0,14**	-5,15	4,38
OSPAN_DPR	0,79 (0,15)	0,81 (0,16)	0,14**	-5,15	4,38
OSPAN_DNR	0,82 (0,14)	0,84 (0,14)	0,16**	-6,13	6,09
RSPAN_primarni	73,19 (1,76)	74 (3,00)	0,19**	-4,13	1,70
RSPAN_sekundarni	56,86 (10,98)	57 (16,25)	0,07	-1,57	-0,72
RSPAN_DPR	0,76 (0,15)	0,76 (0,22)	0,07	-1,57	-0,72
RSPAN_DNR	0,79 (0,14)	0,80 (0,20)	0,07	-2,22	-0,17
Dva bloka					
OSPAN_DPR	0,81 (0,15)	0,84 (0,17)	0,15**	-5,10	4,36

OSPAN_DNR	0,83 (0,14)	0,86 (0,17)	0,14**	-5,48	4,62
RSPAN_DPR	0,76 (0,15)	0,78 (0,21)	0,10	-1,61	-0,98
RSPAN_DNR	0,79 (0,14)	0,81 (0,20)	0,07	-2,69	-0,13

Napomena: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; asim. – asimetrija ; spljošt. – spljoštenost; OSPAN_primarni - suma točno riješenih primarnih zadataka; OSPAN_sekundarni - suma točno reproduciranih slova; RSPAN_primarni - suma točno riješenih primarnih zadataka; RSPAN_sekundarni - suma točno reproduciranih slova; OSPAN_DPR - djelomično ponderirani rezultat; OSPAN_DNR - djelomično neponderirani rezultat; RSPAN_DPR - djelomično ponderirani rezultat; RSPAN_DNR - djelomično neponderirani rezultat

Vrijednosti Kolmogorov-Smirnovljevog testa normalnosti na cijelom uzorku ukazuju na značajno odstupanje od normalnosti raspodjela kod svih pokazatelja ukupnog rezultata OSPAN-a te primarnog zadatka RSPAN-a (Tablica 1.). Navedeno je primjetno i na poduzorku sudionika (Tablica 2.). Vrijednosti indeksa (a)simetrije ukazuju na negativnu asimetriju svih pokazatelja ukupnog rezultata na primarnom i sekundarnom zadatku OSPAN-a te na negativnu asimetriju ukupnog rezultata na primarnom zadatku i djelomično neponderiranog rezultata sekundarnog zadatka RSPAN-a. Distribucije djelomičnog rezultata i djelomično ponderiranog rezultata sekundarnog zadatka RSPAN-a su simetrične (Tablica 1.).

Tablica 2.

Deskriptivni pokazatelji ukupne izvedbe na OSPAN-u i RSPAN-u na poduzorku (N=76)

	<i>M(SD)</i>	<i>Mdn (IQR)</i>	K-S	Asim.	Spljošt.
Tri bloka					
OSPAN_primarni	71,92 (2,32)	72 (4,00)	0,19**	-3,13	1,12
OSPAN_sekundarni	60,5 (10,47)	61,5 (11,00)	0,13**	-4,93	4,55
OSPAN_DPR	0,81 (0,14)	0,82 (0,15)	0,13**	-4,93	4,55
OSPAN_DNR	0,83 (0,13)	0,85 (0,14)	0,15**	-5,88	6,29
RSPAN_primarni	73,16 (1,77)	73,5 (3,00)	0,19**	-3,97	1,55
RSPAN_sekundarni	57,05 (11,05)	57 (16,00)	0,07	-1,70	-0,66
RSPAN_DPR	0,76 (0,15)	0,76 (0,21)	0,07	-1,70	-0,66
RSPAN_DNR	0,79 (0,14)	0,81 (0,20)	0,07	-2,36	-0,06
Dva bloka					
OSPAN_DPR	0,82 (0,15)	0,84 (0,17)	0,15**	-5,45	5,50
OSPAN_DNR	0,84 (0,14)	0,87 (0,15)	0,14**	-5,77	5,67
RSPAN_DPR	0,76 (0,15)	0,78 (0,21)	0,10*	-1,93	-0,85
RSPAN_DNR	0,79 (0,14)	0,82 (0,20)	0,08	-2,51	0,07

Napomena: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; asim. – asimetrija ; spljošt. – spljoštenost; OSPAN_primarni - suma točno riješenih primarnih zadataka; OSPAN_sekundarni - suma točno reproduciranih slova; RSPAN_primarni -

suma točno riješenih primarnih zadataka; RSPAN_sekundarni- suma točno reproduciranih slova; OSPAN_DPR - djelomično ponderirani rezultat; OSPAN_DNR - djelomično neponderirani rezultat; RSPAN_DPR - djelomično ponderirani rezultat; RSPAN_DNR - djelomično neponderirani rezultat

Indeksi (a)simetrije dobiveni na poduzorku sudionika potvrđuju negativnu asimetriju prethodno navedenih varijabli, što se očituje u pomaku distribucija ukupnih rezultata na primarnim zadacima obiju mjera procjena, svih pokazatelja ukupnog rezultata na sekundarnom zadatku OSPAN-a te djelomično neponderiranog rezultata zadatka RSPAN prema višim vrijednostima (Tablica 2.).

Promatrajući ukupnu izvedbu na primarnom zadatku obiju mjera procjena, primjetno je da su sudionici s visokom razinom točnosti procjenjivali ispravnost matematičkih izraza, odnosno smislenost rečenica (Tablica 2.). Navedeno je prisutno na cijelom uzorku ($Mdn_{OSPAN} = 72$, $IQR_{OSPAN} = 4,00$; $M_{RSPAN} = 73,19$, $SD_{RSPAN} = 1,76$), kao i na poduzorku sudionika ($Mdn_{OSPAN} = 72$, $IQR_{OSPAN} = 4,00$; $M_{RSPAN} = 73,16$, $SD_{RSPAN} = 1,77$). Što se tiče pokazatelja ukupnog rezultata na sekundarnom zadatku, sudionici su se ispravno dosjetili i reproducirali oko 61 slovo ($Mdn_{DR} = 61,00$, $IQR_{DR} = 12,25$), od ukupno 75 slova u slučaju OSPAN-a, odnosno oko 57 slova ($M_{DR} = 56,86$, $SD_{DR} = 10,98$) u slučaju RSPAN-a. U terminima ponderiranih i neponderiranih pokazatelja ukupnog rezultata, sudionici su sekundarni zadatak OSPAN-a rješavali su s točnošću od 81,33 %, ($Mdn_{DPR} = 0,813$, $IQR_{DPR} = 0,16$), odnosno 84,5 % kad se uzme u obzir jednaki doprinos svakog niza neovisno o njegovoj duljini ($Mdn_{DNR} = 0,85$, $IQR_{DNR} = 0,14$). U slučaju RSPAN-a, točnost reproduciranih slova na ispravnom mjestu kad se uzme u obzir duljina niza iznosila je 75,81 % ($M_{DPR} = 0,758$, $SD_{DPR} = 0,15$), odnosno 80,34 % prema djelomično neponderiranom rezultatu ($Mdn_{DNR} = 0,803$, $IQR_{DNR} = 0,20$). Potrebno je istaknuti da je prosječna izvedba sudionika na sekundarnom zadatku nešto viša u slučaju neponderiranog načina izračuna ukupnog rezultata, odnosno kad svako ispravno reproducirano slovo jednako doprinosi ukupnom rezultatu neovisno o duljini niza.

Nešto bolja izvedba na sekundarnim zadacima OSPAN-a, u odnosu na RSPAN utvrđena je i na poduzorku sudionika koji su primarne zadatke rješavali s točnošću od najmanje 85 %. U okviru OSPAN-a u prosjeku je ispravno reproducirano oko 62 slova ($Mdn = 61,50$, $IQR = 11,00$), dok je na RSPAN-u taj broj iznosio približno 57 slova ($M = 57,05$, $SD = 11,05$). Promatrano kroz ponderirane pokazatelje ukupnog rezultata, sudionici su sekundarni zadatak OSPAN-a rješavali s točnošću od 82 % ($Mdn_{DPR} = 0,82$, $IQR_{DPR} = 0,15$), dok su na RSPAN-u ostvarili točnost od 76 % ($M_{DPR} = 0,76$, $SD_{DPR} = 0,15$). U slučaju neponderiranog izračuna ukupnog rezultata, uspješnost izvedbe je nešto veća te iznosi 85 % ($Mdn_{DNR} = 0,85$, $IQR_{DNR} = 0,14$) na sekundarnom zadatku OSPAN-a, odnosno oko 81 % na sekundarnom zadatku RSPAN-a ($Mdn_{DNR} = 0,81$, $IQR_{DNR} = 0,20$).

Trend nešto višeg postotka ispravno reproduciranih slova pri neponderiranom načinu izračuna ukupnog rezultata utvrđen je i na poduzorku, jednako kao i na cjelokupnom uzorku. Usporedbom točnosti izvedbe na primarnim zadacima obiju mjera (OSPAN i RSPAN), kao i vrijednosti različitih načina oblikovanja ukupnog rezultata sekundarnog zadatka na cjelokupnom uzorku i na poduzorku, uočene su tek neznatne razlike. Ujednačenost

deskriptivnih pokazatelja ukupnih rezultata upućuje na ograničenu opravdanost isključivanja sudionika na temelju unaprijed definiranog praga točnosti.

S obzirom na opsežnost mjera procjena kapaciteta RP, u vidu 75 kombinacija matematičkih izračuna i slova, odnosno rečenica i slova u glavnom dijelu, analizirani su i odgovori na tvrdnjama samoprocjena o prikladnosti broja zadataka za obje mjere procjene (Prilog 1). Uvidom u frekvencije odgovora primjetno je kako se nešto manje od 60% sudionika djelomično ili u potpunosti slaže da bi smanjivanje zadataka u okviru OSPAN-a i RSPAN-a doprinijelo njihovoj ukupnoj izvedbi (Prilog 1). U tu svrhu oblikovani su novi ukupni rezultati primarnih i sekundarnih zadataka koji sadrže izvedbu na samo dva, umjesto inicijalnih tri bloka. Navedeno je učinjeno kako bi se procijenila opravdanost primjene samo dva bloka zadataka obiju mjera procjena u glavnom doktorskom istraživanju. Postupak oblikovanja navedenih pokazatelja ukupnih izvedbi istovjetan je originalnom načinu izračuna s tri bloka, samo što se u obzir uzima izvedba sudionika na prva dva bloka. U svrhu utvrđivanja primjerenosti skraćivanja mjera procjena, odnosno isključivanja jednog bloka zadataka, izračunati su deskriptivni pokazatelji ukupne izvedbe dva bloka primarnih i sekundarnih zadataka obiju mjera procjena kapaciteta RP (Tablica 1. i 2.). Uočene su tek neznatne razlike u prosječnoj izvedbi sudionika na sekundarnim zadacima kod obje mjere procjene kapaciteta RP kada se u obzir uzmu vrijednosti sva tri bloka u usporedbi s vrijednostima dvaju blokova. Približno jednake vrijednosti zabilježene su kod oba pokazatelja izračuna ukupnog rezultata sekundarnog zadatka. Isti je trend prisutan i u poduzorku sudionika kod kojih je primijenjen kriterij točnosti od 85 % (Tablica 2.).

3.2.2.4. Rasprava

Promatrajući deskriptivne pokazatelje različitih načina izračuna ukupnih rezultata primarnih i sekundarnih zadataka (DPR i DNR), na cjelokupnom uzorku i na poduzorku, primjetne su neznatne razlike u njihovim vrijednostima. Neovisnost pokazatelja ukupne izvedbe na sekundarnom zadatku o primijenjenom kriteriju točnosti primarnog zadatka potvrđena je i istraživanjem provedenim na sličnom uzorku studenata psihologije (Đokić i sur., 2018). U navedenom istraživanju nisu utvrđene značajne razlike u prosječnim ukupnim rezultatima između cjelokupnog uzorka i poduzoraka oblikovanih prema različitim pragovima točnosti (85 %, 80 %, 75 % i 50 %). Dodatno, uzimanje u obzir kriterija točnosti nije rezultiralo poboljšanjima psihometrijskih obilježja mjera procjene kapaciteta RP. Opravdanost izostavljanja takvog kriterija dodatno podupiru stabilni obrasci povezanosti između pogrešaka na primarnim zadacima i broja točno reproduciranih slova na ispravnom položaju u nizu (Đokić i sur., 2018). Ujednačeni obrasci povezanosti pokazatelja uspješnosti primarnih i sekundarnih zadataka na cjelokupnom uzorku i na poduzorku zabilježeni su i u ovom predistraživanju.

Više vrijednosti ukupne izvedbe na sekundarnom zadatku kod neponderiranog načina izračuna, u odnosu na ponderirani način oblikovanja ukupnog rezultata prisutne su kod obje mjere procjene (OSPA i RSPA), te na cjelokupnom uzorku i na poduzorku. Navedeno je potvrđeno i u istraživanju provedenom na studentima psihologije (Đokić i sur., 2018), u kojem

je također zabilježen nešto viši postotak ispravno reproduciranih slova pri neponderiranom načinu izračuna, neovisno o korištenoj mjeri procjene i primjeni kriterija točnosti. Prednost pojedinog načina izračuna nije jednoznačno određena, već se odluka prepušta istraživačima, pri čemu ranija istraživanja ipak daju blagu prednost neponderiranom načinu izračuna.

Nalazi navedenog istraživanja (Đokić i sur., 2018) upućuju na to da uvođenje kriterija točnosti ne doprinosi poboljšanju psihometrijskih karakteristika OSPAN-a i RSPAN-a u mjeri koja bi opravdala isključivanje sudionika iz daljnjih analiza, odnosno smanjivanje inicijalne veličine uzorka. U okviru ovog predistraživanja primjetne su tek neznatne razlike deskriptivnih pokazatelja ukupnih rezultata na primarnim i sekundarnim zadacima obiju mjera procjena što upućuje na ograničenu opravdanost isključivanja sudionika na temelju unaprijed definiranog praga točnosti.

Sukladno nalazima predistraživanja, u okviru glavnog istraživanja neće se primjenjivati kriterij točnosti, odnosno u analize će biti uključeni podaci svih sudionika, neovisno o njihovoj uspješnosti na primarnim zadacima (procjeni točnosti matematičkih izračuna, odnosno smislenosti rečenica). Također, uspješnost izvedbe na sekundarnom zadatku u pijedinim analizama bit će prikazana uporabom ponderiranih i neponderiranih pokazatelja. Dodatno, svaka mjera procjene kapaciteta RP umjesto originalnih tri bloka obuhvaćat će dva bloka primarnih i sekundarnih zadataka. Drugim riječima, u okviru OSPAN-a bit će prikazano ukupno 10 nizova duljine od tri do maksimalno sedam kombinacija matematičkih izračuna / rečenica i pripadajućeg slova.

3.3. Druga etapa: glavno istraživanje

3.3.1. Sudionici

Istraživanju je inicijalno pristupilo 335 studenata, pri čemu je 86,6 % ($n = 290$) bilo ženskog spola, a 13,40 % ($n = 45$) muškog spola. Šest sudionika pohađalo je prvu ili drugu godinu diplomskog studija te, budući da nisu odgovarali kriterijima unaprijed definirane ciljne populacije, isključeni su iz daljnjih statističkih analiza. Nakon njihova isključenja, uzorak je obuhvaćao 329 sudionika. Tijekom provedbe istraživanja kod troje sudionika uočene su značajne poteškoće u praćenju uputa, kao i izražene emocionalne smetnje, uključujući smanjenu koncentraciju i znakove povišene tjeskobe, pri čemu je jedan sudionik na vlastiti zahtjev prekinuo sudjelovanje prije završetka istraživačkog postupka. S obzirom na mogući utjecaj navedenih čimbenika na razumijevanje uputa te ispunjavanje upitnika i zadataka, navedena su tri sudionika ($M = 2$, $\bar{Z} = 1$) isključena iz daljnjih statističkih analiza. Konačan uzorak obuhvaćao je 326 studenata, od čega je 87,4 % ($n = 285$) ženskog spola, a 12,6 % ($n = 41$) muškog spola. Raspon dobi kretao se od 18 do 28 godina, uz prosječnu dob od 20 godina i 6 mjeseci ($M = 20,48$, $Mdn = 20$, $SD = 1,64$). U uzorku su većinom bili zastupljeni studenti druge godine prijediplomskog studija (44,20 %, $n = 144$), slijede studenti treće godine prijediplomskog studija (37,10 %, $n = 121$) te prve godine prijediplomskog studija (18,70 %, $n = 61$). Najveći udio sudionika (87,70 %, $n = 286$) studira na Sveučilištu u Zagrebu, dok njih

12,3% ($n = 40$) studira na Sveučilištu u Rijeci. S obzirom na znanstvena područja, u najvećoj mjeri zastupljene su društvene znanosti (96,30 %, $n = 314$), potom prirodne znanosti (1,9 %, $n = 6$) te humanističke i tehničke znanosti (0,90 %, $n = 3$). Najviše sudionika studira na Fakultetu hrvatskih studija (45,10 %, $n = 147$), zatim na Filozofskom fakultetu u Zagrebu (20,20 %, $n = 66$), Edukacijsko-rehabilitacijskom fakultetu (18,10 %, $n = 59$), Filozofskom fakultetu u Rijeci (9,20 %, $n = 30$), Ekonomskom fakultetu u Rijeci (3,10 %, $n = 10$), Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (1,80 %, $n = 6$), Pravnom fakultetu u Zagrebu (1,50 %, $n = 5$) te Fakultetu prometnih znanosti (0,90 %, $n = 3$). Struktura uzorka po smjerovima prikazana je u Tablici 3.

U pogledu rezultata na državnoj maturi, A razini iz matematike pristupilo je 80,70 % ($n = 263$) sudionika, dok je B razinu polagalo 19,0 % sudionika. Nadalje, A razini iz hrvatskog jezika pristupilo je 56,10 % ($n = 183$) sudionika, B razini jedan sudionik, dok je 43,30 % ($n = 141$) sudionika državnu maturu polagalo u razdoblju u kojem je bila dostupna samo jedna razina iz hrvatskog jezika. Jedan sudionik nije pristupio državnoj maturi. Najveći udio sudionika ostvario je ocjenu dobar na državnoj maturi iz matematike (52,80 %, $n = 172$), dok je na državnoj maturi iz hrvatskog jezika najčešća ocjena izvrstan (51,50 %, $n = 168$). U pogledu matematike, gotovo podjednak udio sudionika imao je završnu ocjenu vrlo dobar (35,0 %, $n = 114$) i završnu ocjenu izvrstan (33,40 %, $n = 109$). Također, više od polovice sudionika ostvarilo je završnu izvrstan iz hrvatskog jezika (63,50 %, $n = 207$). Detaljna raspodjela sudionika prema ocjenama na državnoj maturi i završnim ocjenama prikazana je u Tablici 3.

Tablica 3.

Struktura uzorka s obzirom na ocjene i smjer studiranja ($N = 326$)

		<i>n</i>	%
Studij	Psihologija	214	0,66
	Socijalna pedagogija	47	0,14
	Dvopredmetni studij komunikologije i sociologije	15	0,05
	Logopedija	10	0,03
	Marketing	10	0,03
	Demografija	9	0,03
	Geografija	6	0,02
	Sociologija	5	0,02
	Socijalni rad	5	0,02
	Informacijsko-komunikacijski promet/transportni sustavi i logistika	3	0,01
	Edukacijska rehabilitacija	2	0,01
Ocjena na maturi_matematika	Dovoljan (2)	55	0,17
	Dobar (3)	172	0,53

	Vrlo dobar (4)	77	0,24
	Izvrstan (5)	21	0,06
	Nije polagao	1	0,003
Završna ocjena_matematika	Dovoljan (2)	24	0,08
	Dobar (3)	79	0,24
	Vrlo dobar (4)	114	0,35
	Izvrstan (5)	109	0,33
Ocjena na maturi_hrvatski jezik	Dovoljan (2)	4	0,01
	Dobar (3)	35	0,11
	Vrlo dobar (4)	118	0,36
	Izvrstan (5)	168	0,52
	Nije polagao	1	0,003
Završna ocjena_hrvatski jezik	Dovoljan (2)	2	0,01
	Dobar (3)	13	0,04
	Vrlo dobar (4)	104	0,32
	Izvrstan (5)	207	0,64

3.3.2. Instrumenti

Za potrebe doktorskog istraživanja oblikovan je upitnik koji je obuhvaćao sociodemografska pitanja, mjerne instrumente za procjenu matematičke anksioznosti i samoeфикаsnosti, epistemičkih emocija i kognitivnog opterećenja te matematičke problemske zadatke i zadatke za procjenu kapaciteta radnog pamćenja. Upitničke mjere i matematički zadaci oblikovani su u alatu *Qualtrics*, a zadaci radnog pamćenja u programu za *online* provedbu istraživanja *lab.js*. Tijekom rješavanja matematičkih zadataka sudionici su bili potaknuti na korištenje pomoćnih papira za raspisivanje postupka, a konačno rješenje unosili su u računalni program.

3.3.2.1. Upitnik sociodemografskih podataka

U svrhu utvrđivanja demografske strukture uzorka, kao i prikupljanja podataka o studentskom statusu sudionika oblikovan je Upitnik koji je sadržavao pitanja o dobi, spolu, fakultetu kojeg sudionici pohađaju, vrsti studija i godini studija. Dodatno, prikupljeni su podaci o prethodnom školskom uspjehu u dvama ključnim nastavnim predmetima, matematici i hrvatskom jeziku, uključujući razinu i ostvarenu ocjenu na državnoj maturi te završnu ocjenu u posljednjem razredu srednje škole. Upitnik je također obuhvaćao pitanja o prisutnosti određenih emocionalnih teškoća (anksioznost, depresivno raspoloženje) i teškoća u učenju (disleksija, disgrafija).

3.3.2.2. Skala matematičke samoeфикаsnosti (Rovan, 2011)

Skala matematičke samoeфикаsnosti (Rovan, 2011) razvijena je u svrhu procjene samoeфикаsnosti studenata u matematici. Skala sadrži šest čestica (primjer čestice: „Siguran sam da mogu... razumjeti i najsloženije dijelove gradiva iz matematike“), a slaganje s česticama sudionici su izražavali na Likertovoj skali od 1 (*uopće se ne slažem*) do 7 (*u potpunosti se slažem*). Ukupan rezultat računa se kao prosječna vrijednost odgovora na pripadajućim česticama, a viši rezultat ukazuje na višu matematičku samoeфикаsnost.

U svrhu provjere pretpostavljene jednofaktorske strukture (Rovan, 2011; Rovani i sur., 2022), na podacima glavnog istraživanja provedena je konfirmatorna faktorska analiza (CFA). S obzirom na značajnost Mardia testa multivarijantne normalnosti ($p < 0,01$ za asimetriju i spljoštenost), korištene su robusne metode za procjenu parametara, odnosno metoda maksimalne vjerojatnosti (engl. *maximum likelihood*) s robusnim standardnim pogreškama. Rezultati CFA ukazuju na zadovoljavajuće pristajanje jednofaktorskog modela, pri čemu su određeni indeksi pristajanja graničnih vrijednosti ($\chi^2/df = 3,84$, CFI = 0,94, TLI = 0,90, RMSEA = 0,20 [0,13 - 0,28], SRMR = 0,04). Vrijednosti Cronbach α koeficijenta i McDonaldsovog omega koeficijenta na uzorku ovog istraživanja ukazuju na dobru unutarnju konzistenciju ($\alpha = 0,94$; $\omega = 0,95$), što je u skladu s prethodnim istraživanjem u kojima je dobiven Cronbach α od 0,93 (Rovani i sur., 2022).

3.3.2.3. Upitnik matematičke anksioznosti za odrasle (engl. *Math Anxiety Questionnaire for Adults*, MAQA, Szczygieł, 2022a)

U svrhu procjene matematičke anksioznosti izvan obrazovnog okruženja primijenjen je Upitnik matematičke anksioznosti za odrasle (Szczygieł, 2022a). Navedeni upitnik obuhvaća 14 tvrdnji kojima se nastoji procijeniti razina matematičke anksioznosti u širokom rasponu situacija rješavanja matematičkih problema ili manipulacije numeričkim informacijama izvan razrednog konteksta (primjer čestice: „Biste li osjećali anksioznost kada bi trebali... izračunati iznos prosječnih mjesečnih primanja u slučaju povećanja od 5%“). Sudionici su za svaku tvrdnju, odnosno situaciju, trebali označiti u kojoj mjeri bi ista izazvala anksioznost koristeći se Likertovom skalom od 5 stupnjeva (od 1 - *uopće ne osjećam anksioznost*) do 5 - *osjećam izrazitu anksioznost*). Ukupan rezultat izračunava se kao prosjek odgovora na svim tvrdnjama, pri čemu više vrijednosti ukazuju na višu matematičku anksioznost.

U prvom predistraživanju provedenom na studentskoj populaciji, utvrđena je dvofaktorska struktura upitnika, pri čemu se prvi faktor odnosio na MA u svakodnevnim situacijama (MAss), a drugi na MA pri rješavanju zadataka (MARjad). Kako bi se provjerila faktorska valjanost upitnika na podacima glavnog doktorskog istraživanja, provedena je CFA. S obzirom na značajnost Mardia testa multivarijantne normalnosti ($p < 0,01$ za asimetriju i spljoštenost), korištene su robusne metode za procjenu parametara, odnosno metoda maksimalne vjerojatnosti s robusnim standardnim pogreškama. Rezultati CFA ukazuju na dobro pristajanje dvofaktorskog modela, ($\chi^2/df = 2,67$, CFI = 0,92, TLI = 0,90, RMSEA = 0,07 [0,06 - 0,09], SRMR = 0,05), uz zadovoljavajuću pouzdanost obje podljestvice (MAss: $\alpha = 0,83$; $\omega = 0,84$; MARjad: $\alpha = 0,79$; $\omega = 0,79$).

3.3.2.3. Skraćena skala matematičke anksioznosti (engl. *The Abbreviated Math Anxiety Scale*, AMAS, Hopko i sur., 2003)

U svrhu procjene matematičke anksioznosti vezane uz razredno okruženje primijenjena je Skraćena skala matematičke anksioznosti (Hopko i sur., 2003) koja obuhvaća devet čestica raspodijeljenih u dvije podljestvice. Prva podljestvica odnosi se na anksioznost prilikom usvajanja matematičkog sadržaja (primjer čestice: „Koliku anksioznost biste osjećali kad biste...slušali predavanja na satu iz matematike“), a druga podrazumijeva anksioznost u situacijama procjene znanja iz matematike (primjer čestice: „Koliku anksioznost biste osjećali kad biste...razmišljali o testu iz matematike kojeg pišete sljedeći dan“). Sudionici su za svaku tvrdnju, odnosno opisanu situaciju, retrogradno procjenjivali razinu anksioznosti koju bi u takvim okolnostima osjećali i to na Likertovoj skali od 1 (*niska anksioznost*) do 5 (*visoka anksioznost*). Ukupni rezultati izračunati su kao prosječne vrijednosti odgovora za svaku podljestvicu, pri čemu više vrijednosti upućuju na izraženiju matematičku anksioznost. Teorijska dvofaktorska struktura potvrđena je u predistraživanju na studentskoj populaciji, uz dobru unutarnju konzistenciju (podljestvica Anksioznost pri usvajanju sadržaja $\alpha = 0,79$, podljestvica Anksioznost u situacijama procjene znanja $\alpha = 0,81$). Rezultati CFA na uzorku glavnog istraživanja također ukazuju na dobro pristajanje dvofaktorskog modela, pri čemu su određeni indeksi pristajanja graničnih, ali i dalje prihvatljivih vrijednosti ($\chi^2/df = 3,29$, CFI = 0,95, TLI = 0,93, RMSEA = 0,08 [0,06 - 0,10], SRMR = 0,07). Vrijednosti Cronbach α upućuju na zadovoljavajuću pouzdanost, pri čemu je za podljestvicu anksioznosti pri usvajanju sadržaja α iznosio 0,80 (uz $\omega = 0,81$), a za podljestvicu anksioznosti u situacijama procjene 0,82 (uz $\omega = 0,84$).

3.3.2.4. Skala epistemičkih emocija (engl. *Epistemically-Related Emotion Scales*, Pekrun i sur., 2016; adaptacija na hrvatski jezik Balaž, 2021)

Ugodne i neugodne epistemičke emocije, odnosno emocije uslijed rješavanja matematičkih problemskih zadataka mjerene su Skalom epistemičkih emocija (Pekrun i sur., 2016, adaptacija na hrvatski Balaž, 2021). Primijenjena skala omogućava procjenu sedam epistemičkih emocija, pri čemu je svaka od njih zastupljena s tri čestice. U okviru ovog istraživanja korištene su četiri podljestvice, odnosno ispitivane su četiri epistemičke emocije: znatiželja, zbunjenost, dosada i anksioznost. Od sudionika se tražilo da na Likertovoj skali od pet stupnjeva procijene u kojoj je mjeri svaka od navedenih emocija bila prisutna tijekom rješavanja matematičkih problemskih zadataka (od 1 - *uopće ne* do 5 - *vrlo jako*). Za svaku emociju izračunat je ukupni rezultat kao prosječna vrijednost odgovora na tri pripadajuće čestice, pri čemu više vrijednosti upućuju na veću izraženost odgovarajuće epistemičke emocije. U prethodnom istraživanju utvrđena je zadovoljavajuća unutarnja konzistencija s pouzdanosti koja se kreće od 0,71 do 0,88 (Balaž i Pavlin-Bernardić, 2022). U ovom istraživanju također je dobivena zadovoljavajuća unutarnja konzistencija primijenjenih podljestvica, uz vrijednosti Cronbach α koeficijenta od 0,71 za dosadu, 0,75 za zbunjenost, 0,86 za anksioznost te 0,93 za znatiželju. Navedeno potvrđuju i vrijednosti McDonaldsovog omega

koeficijenta koje redom iznose 0,75 (dosada), 0,77 (zbunjenost), 0,86 (anksioznost) i 0,93 (znatiželja).

3.3.2.5. Upitnik kognitivnog opterećenja (engl. *Cognitive load Survey*, Zu i sur., 2021)

Za procjenu triju tipova percipiranog kognitivnog opterećenja povezanog s rješavanjem matematičkih problemskih zadataka primijenjen je Upitnik kognitivnog opterećenja (Zu i sur., 2021). Instrument se sastoji od osam tvrdnji, pri čemu se tri odnose na unutrašnje KO, odnosno percipiranu složenost zadatka, tri na vanjsko KO, koje odražava percipiranu jasnoću zadatka, te dvije na inherentno KO, odnosno percipiranu razinu uloženog mentalnog truda. Sudionici su za svaku tvrdnju procjenjivali stupanj slaganja koristeći Likertovu skalu od sedam stupnjeva, u rasponu od 1 (*u potpunosti se ne slažem*) do 7 (*u potpunosti se slažem*). Ukupan rezultat računa se za svaku podljestvicu kao prosječna vrijednost pripadajućih čestica, pri čemu viši rezultat ukazuje na veću percipiranu složenost (UKO), veću prisutnost nejasnih i irelevantnih informacija (VKO) te višu razinu uloženog truda u rješavanje zadataka (IKO). Česticama navedenog upitnika pridružena je tvrdnja aktivnog opterećenja, odnosno mentalnog napora („Uložio/la sam mnogo napora u rješavanje matematičkih zadataka“) za koju je u sklopu predistraživanja potvrđeno da odražava inherentno KO.

Kako bi se provjerila faktorska valjanost upitnika kognitivnog opterećenja (Zu i sur., 2021) proširenog tvrdnjom mentalnog truda (Klepsch i Seufert, 2021) na podacima glavnog doktorskog istraživanja, provedena je konfirmatorna faktorska analiza (CFA). S obzirom na značajnost Mardia testa multivarijantne normalnosti ($p < 0,01$ za asimetriju i spljoštenost), korištena je metoda maksimalne vjerojatnosti (engl. *maximum likelihood*) s robusnim standardnim pogreškama. Provjeren je trofaktorski model u kojem unutrašnje, vanjsko i inherentno KO obuhvaćaju po tri manifestne varijable. Rezultati CFA ukazuju na dobro pristajanje trofaktorskog modela, pri čemu su određeni indeksi pristajanja graničnih, ali i dalje prihvatljivih vrijednosti ($\chi^2/df = 2,45$, CFI = 0,96, TLI = 0,94, RMSEA = 0,07 [0,05-0,09], SRMR = 0,08). U prvom predistraživanju provedenom na uzorku hrvatskih studenata, utvrđena je dobra pouzdanost podljestvica upitnika KO, pri čemu je Cronbach α iznosio 0,91 za UKO, 0,78 za VKO i 0,88 za IKO. Na uzorku ovog istraživanja dobivena je zadovoljavajuća unutarnja konzistencija (UKO: $\alpha = 0,83$; $\omega = 0,83$; VKO: $\alpha = 0,71$; $\omega = 0,72$; IKO: $\alpha = 0,71$; $\omega = 0,76$).

Po uzoru na predistraživanje te dosadašnje spoznaje (Klepsch i Seufert, 2021; Schnaubert i Schneider, 2022) o mogućnosti konceptualizacije kognitivnog opterećenja kao dvofaktorskog konstrukta koji obuhvaća mentalno opterećenje (UKO i VKO) i mentalni napor (IKO), provedena je CFA radi provjere tog modela na podacima glavnog istraživanja. Prvi faktor obuhvaća čestice unutrašnjeg i vanjskog KO (mentalno opterećenje), a drugi čestice inherentnog KO (mentalni napor). Rezultati CFA na uzorku glavnog istraživanja ukazuju na prihvatljivo pristajanje dvofaktorskog modela, pri čemu su određeni indeksi pristajanja graničnih vrijednosti ($\chi^2/df = 4,50$, CFI = 0,90, TLI = 0,86, RMSEA = 0,10 [0,08 - 0,12], SRMR = 0,10). Vrijednosti Cronbach α upućuju na zadovoljavajuću pouzdanost, pri čemu je za podljestvicu mentalnog opterećenja (UKO i VKO) α iznosio 0,84 (uz $\omega = 0,84$), a za podljestvicu mentalnog napora (IKO) iznosio je 0,71 (uz $\omega = 0,76$).

3.3.2.6. Izvedba na matematičkim zadacima

Ukupna matematička izvedba operacionalizirana je kao broj točno riješenih zadataka na deset matematičkih problemskih zadataka preuzetih s ispita državne mature iz matematike (NCVVO 2017./2018.- 2022./2023.). Zadaci su bili oblikovani kao kratki narativni opisi ili situacije iz svakodnevnog života, pri čemu je za dolazak do točnog rješenja bilo potrebno primijeniti odgovarajuće matematičke operacije ili postaviti algebarske jednadžbe. Sudionici su zadatke rješavali koristeći pomoćne papire, dok su konačno rješenje odabirali putem računala, među četiri ponuđena odgovora. Ukupan rezultat formiran je kao zbroj točno riješenih zadataka te se mogao kretati u rasponu od 0 do 10. Dobivene vrijednosti Cronbach α koeficijenta od 0,58 i KR-20 statistika u iznosu od 0,61 upućuju na nižu razinu unutarnje konzistencije, što se može djelomično pripisati namjernoj heterogenosti zadataka s obzirom na njihovu težinu, ali i gradivo koje obuhvaćaju. Indeks težine odabranih zadataka na državnoj maturi kretao se u rasponu od 0,48 do 0,88, dok je na uzorku ovog istraživanja varirao od 0,38 do 0,82. Većina zadataka (80 %) nalazila se u rasponu od 0,30 do 0,70 što ukazuje na primjerenu težinu zadataka, uz dva zadatka koja su se pokazala kao laganima ($> 0,70$; Bhat i Prasad, 2021).

3.3.2.7. Metakognitivne procjene broja točno riješenih zadataka

Prije pristupanja rješavanju zadataka sudionici su procjenjivali očekivani broj matematičkih problemskih zadataka koje će riješiti točno čime su prikupljene prospektivne metakognitivne procjene (PP). Po završetku rješavanja zadataka sudionici su ponovno procjenjivali broj zadataka koje su smatrali točno riješenima, čime su dobivene retrospektivne metakognitivne procjene (RP). Obje tvrdnje oblikovane su kao otvoreno pitanje. Tvrdnja prospektivne procjene glasila je „Od 10 zadataka, smatram da ću točno riješiti njih...“, dok je tvrdnja za retrospektivnu procjenu glasila „Od 10 zadataka, smatram da sam točno riješio/la njih...“.

Radi ispitivanja usklađenosti između metakognitivnih procjena broja točno riješenih zadataka i objektivne izvedbe izračunat je indeks pristranosti kao pokazatelj apsolutne točnosti procjena (kalibracije). Indeks je zasebno izračunat za prospektivne i retrospektivne procjene za svakog sudionika, i to kao razlika između proporcije ukupnog broja točno riješenih zadataka i proporcije procijenjenog broja točnih odgovora prije početka rješavanja (prospektivne procjene), odnosno nakon završetka rješavanja svih zadataka (retrospektivne procjene). Pozitivne vrijednosti indeksa upućuju na sklonost precjenjivanju vlastite uspješnosti, dok negativne vrijednosti ukazuju na podcjenjivanje u odnosu na stvarno postignuće. Vrijednost indeksa jednaka nuli označava potpunu podudarnost procjene i izvedbe, odnosno apsolutnu točnost prospektivnih ili retrospektivnih procjena (Bajšanski, 2011, Maki i sur., 2005; Schraw, 2008).

3.3.2.8. Metakognitivne procjene sigurnosti u točnost danog odgovora

Radi preciznijeg uvida u procese metakognitivnog nadgledanja tijekom rješavanja zadataka, oblikovane su tvrdnje za procjenu sigurnosti u točnost danog odgovora. Radi se o procjenama sigurnosti koje se prezentiraju odmah po završetku rješavanja pojedinog zadatka i predaje odgovora. Drugim riječima, sudionici su nakon rješavanja svakog zadatka trebali označiti razinu sigurnosti u ispravnost odabranog rješenja pripadajućeg zadatka, koristeći klizač u rasponu od 25 % do 100 % sigurnosti. Navedeni raspon odabran je s obzirom na format odgovora na pojedine zadatke, odnosno višestruki izbor s četiri opcije, pri čemu 25 % ukazuje na pogađanje, a 100 % na potpunu sigurnost. Pripadajuća tvrdnja bila je formulirana kao „Koliko ste sigurni da ste točno riješili prethodni matematički zadatak“.

Indeks pristranosti izračunat je kao pokazatelj apsolutne točnosti metakognitivnih procjena sigurnosti, odnosno stupnja podudarnosti između izražene razine sigurnosti u točnost odgovora i objektivne izvedbe. Indeks je operacionaliziran kao razlika između prosječne procjene sigurnosti, transformirane na skalu od 0 do 100 radi lakše interpretacije, te postotka točnih odgovora na deset prezentiranih zadataka (Stankov i sur., 2014). Više pozitivne vrijednosti navedenog pokazatelja ukazuju na pretjeranu samouvjerenost, odnosno sklonost precjenjivanju, dok negativne vrijednosti ukazuju na prenisku samouvjerenost, odnosno sklonost podcjenjivanju izvedbe (Bajšanski i Močibob, 2014; Bajšanski i sur., 2025). Iako je indeks pristranosti relevantan indikator sklonosti sudionika precjenjivanju ili podcjenjivanju, važno je istaknuti da se temelji na ukupnim procjenama sigurnosti i postignuću promatranom na razini skupa zadataka. Takav pristup ne uzima u obzir moguće varijacije u procjenama sigurnosti u točnost na razini pojedinih zadataka, pri čemu sudionik može u nekim slučajevima precjenjivati, a u drugima podcjenjivati sigurnost u vlastitu izvedbu. S obzirom na navedeno, mjeri apsolutne točnosti, pridružena je i mjera relativne točnosti metakognitivnih procjena sigurnosti. Kao pokazatelj relativne točnosti metakognitivnih procjena korišten je Goodman-Kruskalov gama-koeficijent korelacije. Navedeni pokazatelj dobiven je izračunom gama-korelacije između točnosti odgovora na svaki pojedini matematički zadatak i odgovarajuće procjene sigurnosti (transformirane na skalu od 0 do 100), za svakog sudionika. Gama-koeficijent može poprimiti vrijednosti od -1 do +1, pri čemu više pozitivne vrijednosti ukazuju na bolju sposobnost razlikovanja točnih i netočnih odgovora, odnosno na sklonost pojedinca da iskazuje višu procjenu sigurnosti za točne u odnosu na netočne odgovore. Negativne vrijednosti ukazuju na suprotan trend, točnije na više procjene sigurnosti u slučaju netočnih u odnosu na točne odgovore, a vrijednost 0 na izostanak razlikovanja točnosti odgovora (Bajšanski i sur., 2025).

3.3.2.9. Strategije rješavanja problemskih zadataka: samoprocjena

U svrhu uvida u načine rješavanja matematičkih problemskih zadataka, sudionicima je nakon svakog pojedinog zadatka bila prezentirana tvrdnja samoprocjene primijenjene strategije rješavanja. Sudionici su pritom odabirali jednu od šest unaprijed definiranih strategija (Tablica 5.) za koju su procijenili da su je u najvećoj mjeri koristili tijekom rješavanja pripadajućeg zadatka. Ponuđene strategije oblikovane su na temelju samoprocjena korištenih strategija, kao

i opaženih obrazaca rješavanja utvrđenih u predistraživanju. Sudionici su u predistraživanju rangirali strategije rješavanja prema učestalosti njihove primjene u matematičkim zadacima, pri čemu su im bile ponuđene sljedeće opcije: (1) „Odmah sam prepoznao/la strategiju i nisam je mijenjao/la“, (2) „Razmatrao/la sam više mogućih strategija rješavanja prije odabira konačne“, (3) „Prepoznao/la sam da prvotno odabrana strategija nije primjerena te sam je zamijenio/la prikladnijom“, (4) „Primijenio/la sam više strategija, no na kraju sam pogađao/la“, (5) „Započeo/la sam s primjenom jedne strategije, no brzo sam odustao/la te sam pogađao/la rješenja“, (6) „Pročitao/la sam zadatak, no nisam ga pokušao/la riješiti već sam pogađao/la rješenje“ te (7) „Preskočio sam zadatak bez da sam naveo/la odgovor“.

3.3.2.10. Strategije rješavanja problemskih zadataka: opažanje

Dva neovisna procjenjivača analizirala su pomoćne papire na kojima su sudionici rješavali prezentirane matematičke problemske zadatke. Na temelju zapisanog postupka na papirima za svaki je zadatak određena jedna od ukupno deset strategija rješavanja, pri čemu su četiri bile namijenjene točno riješenim zadacima, a šest netočno riješenim zadacima (Tablica 6.).

Prije početka analize postupka rješavanja matematičkih problemskih zadataka provedena je standardizirana edukacija procjenjivača. Edukacija je bila usmjerena na jasno definiranje i razlikovanje kategorija strategija rješavanja zadataka te na ujednačavanje postupka unosa podataka, zasebno za točno i netočno riješene zadatke, a isti je postupak prethodno primijenjen i u prvom predistraživanju. U sklopu edukacije procjenjivači su analizirali više primjera pomoćnih papira sudionika glavnog istraživanja kako bi uvijekbali postupak utvrđivanja strategije rješavanja svakog pojedinog zadatka. Dobivene vrijednosti Cohenova kappa koeficijenta upućuju na relativno visoku usklađenost među procjenjivačima (McHugh, 2012). U slučaju strategija primijenjenih kod točno riješenih zadataka, vrijednosti su se kretale u rasponu od 0,88 do 0,96, dok su za strategije kod netočno riješenih zadataka iznosile između 0,82 i 0,91.

3.3.2.11. Zadatak raspona operacija (Operation span, OSPAN)

Postupak provedbe i struktura Zadatka raspona operacija bili su istovjetni onima u drugom predistraživanju, uz smanjenje broja prezentiranih blokova s tri na dva bloka. Sudionici su procjenjivali točnost kratkih matematičkih izračuna nakon čega im je prezentirano slovo koje su se trebali dosjetiti po završetku pojedinog niza. Svaki matematički izračun, odnosno riješena jednadžba bila je prikazana na ekranu maksimalno šest sekundi, dok su slova koja je sudionik trebao zapamtiti bila prikazana jednu sekundu. Slova su bila odabrana iz sljedećeg skupa: F, G, H, K, L, N, P, R, S, T, V i Z. Neposredno nakon prezentacije slova, program je prikazao sljedeći matematički izračun. Nakon što su prikazana sva slova određenog niza, uslijedio je ekran za dosjećanje u sklopu kojeg su sudionici trebali odabrati samo ona slova koja su se pojavila u prethodnom nizu i to onim redoslijedom kojim su bila prikazana. Nakon dva niza za uvježbavanje, uslijedio je glavni dio OSPAN-a, koji se sastojao od dva bloka. Svaki blok

uključivao je pet nizova, duljine od tri do maksimalno sedam izračuna, a nakon svakog je prikazano jedno slovo. Redoslijed zadataka i pripadajućih slova unutar pojedinog niza bio je unaprijed određen i fiksiran, dok je redoslijed nizova unutar bloka bio nasumičan. Ukupno gledajući, glavni dio zadatka raspona operacija (OSPAN) obuhvaćao je 50 kombinacija jednakosti i slova.

3.3.2.12. Zadatak raspona čitanja (engl. *Reading span*, RSPAN)

Struktura Zadataka raspona čitanja bila je istovjetna onoj u prethodno opisanom OSPAN-u, uz izmjenu sadržaja primarnog zadatka. Umjesto procjene točnosti matematičkog izračuna, primarni zadatak u okviru RSPAN-a obuhvaćao je prikaz rečenica za koje su sudionici trebali utvrditi jesu li sadržajno smislene. Slova za pamćenje bila su identična onima korištenima u OSPAN-u, a neposredno nakon njih prikazivala se sljedeća rečenica. Po završetku prezentacije svih slova u pojedinom nizu, sudionici su na ekranu za dosjećanje vidjeli niz od dvanaest slova između kojih su trebali odabrati ona slova koja su se pojavila u prethodnom nizu, i to istim redoslijedom kojim su bila prikazana. Iako su postupak primjene i struktura zadatka RSPAN-a bili jednaki onima u predistraživanju, glavni dio obuhvaćao je dva, umjesto tri bloka. Svaki blok sadržavao je pet nizova duljine od tri do maksimalno sedam kombinacija rečenica i pripadajućeg slova. Redoslijed nizova unutar bloka bio nasumičan dok je redoslijed rečenica i slova unutar niza bio fiksiran. Prije glavnog dijela, koji je obuhvaćao 50 kombinacija rečenica i slova, sudionici su prošli dva cjelovita zadatka za vježbu.

3.3.3. Postupak

Istraživanje je provedeno u računalnim učionicama Fakulteta hrvatskih studija te drugih fakulteta koji su osigurali dostupnost računalnih učionica, u razdoblju tijekom svibnja i lipnja, te tijekom listopada i studenog 2025. godine. Poziv na sudjelovanje upućen je prodekanima za nastavu te profesorima koji su izvodili nastavu na prijediplomskim studijima. Profesori su poziv na sudjelovanje i poveznicu za prijavu u termine provedbe istraživanja prosljedili studentima, dok je na pojedinim fakultetima istraživač studente dodatno usmeno pozvao na sudjelovanje, na početku nastavnog sata.

Istraživanje je provedeno pomoću alata *Qualtrics* i programa *lab.js*, a sudionici su mu pristupali putem poveznice koju je istraživač unaprijed otvorio na svakom računalu prije njihova dolaska. Istraživački postupak započeo je kratkom usmenom uputom u kojoj je naglašeno da je sudjelovanje u istraživanju dobrovoljno, da sudionici mogu odustati u bilo kojem trenutku te da će se svi prikupljeni podaci pohranjivati pod jedinstvenom šifrom koju će oblikovati prema zadanim uputama u svrhu osiguravanja anonimnosti. Sudionicima je također istaknuto da će, uz ispunjavanje upitnika, rješavati matematičke zadatke pri čemu su postupak rješavanja trebali zapisivati na unaprijed pripremljene pomoćne papire, nakon čega će pristupiti zadacima radnog pamćenja. Nakon uvodne upute sudionici su pristupili istraživanju putem računala. Najprije su im prezentirani Informativni letak i Obrazac suglasnosti za sudjelovanje,

nakon čega su dobili upute za oblikovanje osobne šifre. Uslijedilo je ispunjavanje upitnika sociodemografskih podataka, skale matematičke samoeфикаsnosti te upitnika matematičke anksioznosti. Središnji dio istraživačkog postupka obuhvaćao je rješavanje deset matematičkih problemskih zadataka riječima, kojima je prethodila procjena očekivanog broja točno riješenih zadataka (prospektivna procjena), a ista je ponovljena i po završetku rješavanja svih zadataka (retrospektivna procjena). Nakon svakog pojedinog zadatka sudionici su procjenjivali sigurnost u točnost danog odgovora te su birali strategiju koju su primijenili tijekom rješavanja. Za rješavanje zadataka sudionici su na raspolaganju imali 30 minuta, nakon kojih je uslijedila uputa istraživača da krenu dalje s ispunjavanjem preostalih upitnika. Nakon retrospektivne procjene broja točno riješenih zadataka, sudionici su ispunili skalu epistemičkih emocija i upitnik percipiranog kognitivnog opterećenja. Potom im je prezentirana poveznica koja ih je usmjerila na završni dio istraživanja, odnosno zadatke procjene kapaciteta radnog pamćenja provedene u programu *lab.js* (Slika 3.). Prije pristupanja tim zadacima sudionici su ponovno unosili osobnu šifru.



Slika 3.

Istraživački postupak u okviru programa lab.js.

Po završetku Zadatka raspona operacija i Zadatka raspona čitanja sudionicima je prikazana poruka zahvale te mogućnost unosa *e-mail* adrese u svrhu sudjelovanja u nagradnoj igri. Nakon predaje odgovora, sudionici su obavijestili istraživača, koji je provjerio pravilno zatvaranje programa, prikupio pomoćne papire te sudionicima uručio simboličan znak zahvale za sudjelovanje. Redoslijed svih dijelova istraživanja bio je fiksiran, uz iznimku zadataka procjene kapaciteta radnog pamćenja, čiji je redoslijed bio nasumično rotiran među sudionicima. Cjelokupni istraživački postupak u prosjeku je trajao oko 65 minuta.

3.3.4. Analiza podataka

U svrhu opisa distribucija promatranih varijabli u glavnom istraživanju analizirane su vrijednosti Kolmogorov–Smirnovljeva testa kako bi se procijenila odstupanja od normalnosti raspodjele. O simetričnosti i zakrivljenosti distribucija zaključivalo se putem koeficijenata asimetrije i spljoštenosti, pri čemu se vrijednosti asimetrije u rasponu ± 3 te spljoštenosti u rasponu ± 10 smatraju prihvatljivima za primjenu parametrijskih statističkih postupaka (Kline, 2016).

Radi utvrđivanja razina izraženosti varijabli obuhvaćenih glavnim istraživanjem provedena je deskriptivna statistika koja je obuhvatila izračun mjera centralne tendencije i raspršenja, kao i frekvencija pojedinih strategija rješavanja zadataka. Za ispitivanje međuodnosa varijabli relevantnih za postavljene istraživačke probleme promatrane su vrijednosti Pearsonovog koeficijenta korelacije.

U svrhu odgovora na prva četiri istraživačka problema, odnosno ispitivanje medijatorskih uloga pojedinih varijabli oblikovani su medijacijski modeli. Provedene su analiza traga (engl. *path analyses*) kao posebni oblik strukturalnog modeliranja (sa i bez latentnih varijabli). Za procjenu pristajanja modela podacima korišteni su sljedeći pokazatelji: χ^2 test, odnosno omjer χ^2 testa i broja stupnjeva slobode (χ^2/df), komparativni indeks pristajanja (CFI), Tucker-Lewisov indeks pristajanja (TLI), korijen srednje kvadratne pogreške aproksimacije (engl. *Root Mean Square Error of Approximation*, RMSEA) i standardizirana prosječna kvadratna kovarijanca reziduala (engl. *Standardized Root Mean Square*, SRMR). U slučaju dobrog pristajanja modela, χ^2 test ne bi trebao biti statistički značajan, a omjer χ^2/df bi trebao biti manji od 3 (Schermerle-Engel i sur., 2003), odnosno manji od 5 kad se radi o prihvatljivom pristajanju modela (Jöreskog, 1969). Prema postojećim smjernicama (Sivo i sur., 2006, Kline, 2016), vrijednosti CFI i TLI veće od 0,95, uz vrijednosti RMSEA manje od 0,06 i SRMR manje od 0,08 upućuju na dobro pristajanje modela podacima, dok vrijednosti CFI i TLI veće od 0,9 te RMSEA i SRMR manje od 0,10 ukazuju na prihvatljivo pristajanje modela podacima.

Uz prethodno navedene analize, koje su primarno usmjerene na ispitivanje međuodnosa promatranih varijabli na razini cijelog uzorka (pristup usmjeren na varijable), drugi dio istraživačkih problema temelji se na pristupu usmjerenom na osobu. Ovaj pristup polazi od pretpostavke da unutar uzorka mogu postojati podskupine sudionika koje se međusobno razlikuju prema obrascima rezultata na određenim varijablama, a unutar sebe su homogeni (Pahljina-Reinić, 2022). U skladu s navedenim, u okviru ovog doktorskog istraživanja nastojali su se identificirati latentni profili sudionika s obzirom na izraženost pojedinih tipova percipiranog kognitivnog opterećenja (KO). U tu svrhu primijenjena je analiza latentnih profila (LPA), koja pripada skupini modela mješovitih distribucija. Ova analiza omogućuje identifikaciju optimalnog broja latentnih grupa koje se međusobno razlikuju prema obrascima odgovora na kontinuiranim manifestnim varijablama. U ovom istraživanju manifestne varijable obuhvaćaju tvrdnje koje se odnose na unutrašnje, vanjsko i inherentno KO. Analiza podrazumijeva testiranje modela u kojima se postupno povećavaju latentne grupe, odnosno profili, a konačna solucija određuje se na temelju statističkih pokazatelja pristajanja modela, ali

i teorijske smislenosti dobivenih profila (Masyn, 2013). Pri određivanju optimalnog broja latentnih profila na uzorku glavnog istraživanja razmatrane su vrijednosti pokazatelja pristajanja modela, uključujući Akaikeov informacijski kriterij (AIC), Bayesov informacijski kriterij (BIC), Vuong–Lo–Mendell–Rubinov (VLMR) test omjera vjerojatnosti te prilagođeni Lo–Mendell–Rubinov (LMR) test. Prednost se daje modelu koji ostvaruje niže vrijednosti AIC i BIC kriterija, uz p vrijednosti VLMR i LMR testa manjima od 0,05, što upućuje na bolje pristajanje u odnosu na model s jednim profilom manje. Uz navedene pokazatelje, pri usporedbi modela uzete su u obzir vrijednosti entropije ($> 0,70$) koja ukazuje na kvalitetu klasifikacije, teorijska smislenost dobivenih profila i veličina najmanje grupe u modelu (Asparouhov i Muthén, 2021). U svrhu utvrđivanja razlika u razini MA, matematičke samoeфикаsnosti, u kapacitetu RP, pojedinim aspektima procesa rješavanja matematičkih zadataka te ukupnoj izvedbi među utvrđenim profilima primijenjen je Bolck-Croon-Hagenaars (BCH) pristup (Bolck i sur., 2004). Navedeni pristup provodi se nakon odabira konačne solucije profila, kao završni korak LPA analize, pri čemu se razlike među profilima utvrđuju temeljem ponderirane analize varijance (engl. *weighted ANOVA*).

Prethodno navedene analize provedene u statističkim programima IBM SPSS (v.26), Mplus (v.9, Muthén i Muthén, 2017), JASP (v.0.95.4, JASP Team, 2025) i Amos (v.27, Arbuckle, 2020).

4. REZULTATI

4.1. Deskriptivna statistika

Prije provedbe glavnih analiza povezanih s definiranim istraživačkim problemima, provedene su preliminarne analize koje su obuhvaćale deskriptivnu statistiku i Pearsonov koeficijent korelacije. Time se nastojao steći inicijalni uvid u izraženost varijabli glavnog doktorskog istraživanja te u njihove međusobne odnose. U Tablici 4. prikazani su rezultati deskriptivne analize i podaci o oblicima raspodjela varijabli relevantnih za analize obuhvaćene istraživačkim problemima. Koeficijenti asimetrije i spljoštenosti na varijablama matematičke samoeфикаsnosti i matematičke anksioznosti ne ukazuju na značajnija odstupanja od univarijantne normalnosti raspodjele, iako su u slučaju matematičke samoeфикаsnosti i podljestvice anksioznosti u situacijama procjene (AMAS_procjena) raspodjele, ali i prosječne vrijednosti blago pomaknute prema višim vrijednostima (Tablica 4.). Raspodjele i prosječne vrijednosti na varijablama MA u svakodnevnim situacijama (MAss) i situacijama usvajanja gradiva (AMAS_učenje) upućuju na trend pomaka odgovora prema nižim vrijednostima, dok je u slučaju anksioznosti pri rješavanju matematičkih zadataka (MARjzad) u prosjeku primjetna umjerena razina anksioznosti.

U terminima ponderiranih i neponderiranih pokazatelja kapaciteta radnog pamćenja, sudionici su sekundarni zadatak OSPAN-a rješavali s točnošću od 82 %, ($Mdn_{DPR} = 0,82$, $IQR_{DPR} = 0,22$), odnosno 84 % kad se uzme u obzir jednaki doprinos svakog niza neovisno o

njegovoj duljini ($Mdn_{DNR} = 0,84$, $IQR_{DNR} = 0,19$). U slučaju RSPAN-a, točnost reproduciranih slova na ispravnom mjestu kad se uzme u obzir duljina niza iznosi 78 % ($Mdn_{DPR} = 0,78$, $IQR_{DPR} = 0,24$), odnosno 81 % prema djelomično neponderiranom rezultatu ($Mdn_{DNR} = 0,81$, $IQR_{DNR} = 0,21$).

U pogledu pojedinih tipova kognitivnog opterećenja, koeficijenti asimetrije UKO i VKO upućuju na pozitivno asimetrične raspodjele, koje se ipak zadržavaju unutar granica prihvatljivih odstupanja od normalnosti (Kline, 2016). Oblik raspodjela, uz nešto niže prosječne vrijednosti navedenih podljestvica sugerira da su sudionici percipirali prezentirane zadatke kao relativno jasne i razumljive te donekle zahtjevne. Distribucija podljestvica IKO ne odstupa značajnije od univarijantne normalnosti raspodjele, pri čemu su studenti u prosjeku izvještavali o umjerenoj razini truda i usredotočenosti tijekom rješavanja zadataka. Koeficijenti asimetrije i spljoštenosti podljestvica emocija vezanih uz proces rješavanja matematičkih zadataka također su u okvirima koji omogućuju provedbu parametrijskih statističkih analiza, iako su raspodjele i prosječne vrijednosti podljestvica anksioznosti i dosade pomaknute prema nižim vrijednostima (Tablica 4.).

Od deset prezentiranih matematičkih problemskih zadataka riječima, sudionici su u prosjeku točno riješili približno šest zadataka, pri čemu je točnost među pojedinim zadacima varirala od 38 % do 81,80 %. Njihove prospektivne i retrospektivne procjene broja točno riješenih zadataka (oko pet zadataka) u prosjeku su bile relativno bliske stvarnoj izvedbi (Tablica 4.). U svrhu objektivnijeg utvrđivanja usklađenosti metakognitivnih procjena broja točno riješenih zadataka i stvarne izvedbe korištene su mjere apsolutne točnosti. Kao pokazatelj apsolutne točnosti izračunat je indeks pristranosti, dobiven kao razlika između proporcije objektivnog broja točno riješenih zadataka, te proporcija prospektivne (prije rješavanja), odnosno retrospektivne (poslije rješavanja) procjene broja točnih riješenih zadataka. Pozitivne vrijednosti indeksa upućuju na sklonost precjenjivanju vlastite uspješnosti, dok negativne vrijednosti ukazuju na podcjenjivanje u odnosu na stvarnu izvedbu. U slučaju prospektivnih procjena, studenti obuhvaćeni ovim istraživanjem u prosjeku su pokazivali relativnu usklađenost sa stvarnim brojem točno riješenih zadataka, dok je u slučaju retrospektivnih procjena primjetna vrlo blaga, gotovo zanemariva tendencija prema precjenjivanju.

Prosječna razina procijenjene sigurnosti u točnost odgovora na svim problemskim zadacima pokazuje da su sudionici, u prosjeku, izražavali približno 43 % sigurnosti u ispravnost vlastitih rješenja. Apsolutna točnost procjena nastojala se utvrditi izračunom indeksa pristranosti, definiranog kao razlika između prosječne procjene sigurnosti i postotka točnih odgovora na svih deset zadataka. Više pozitivne vrijednosti navedenog pokazatelja ukazuju na pretjeranu samouvjerenost, dok negativne vrijednosti ukazuju na nižu samouvjerenost u točnost danog odgovora. U svrhu utvrđivanja relativne točnosti procjena sigurnosti, promatrane su vrijednosti Goodman-Kruskalov gama-koeficijenta korelacije. Više pozitivne vrijednosti gama-koeficijenta ukazuju na bolju sposobnost razlikovanja točnih i netočnih odgovora, a negativne vrijednosti na trend davanja viših procjena sigurnosti u slučaju netočnih u odnosu na točne odgovore. Što se tiče apsolutne točnosti, primjetna je blaga tendencija prema nižoj samouvjerenosti, odnosno sudionici su skloniji iskazivati manju sigurnosti u točnost svojih

rješenja. U kontekstu relativne točnosti, vrijednost gama-koeficijenta ukazuje na relativno dobru sposobnost razlikovanja točnih i netočnih odgovora, odnosno veću sklonost davanju viših procjena sigurnosti za točne odgovore (Tablica 4.).

Tablica 4.

Deskriptivni pokazatelji matematičke anksioznosti i samoeфикаsnosti, radnog pamćenja, kognitivnog opterećenja, epistemičkih emocija, izvedbe i metakognitivnih procjena na problemskih zadacima (N = 326)

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>IQR</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Asim</i>	<i>Spljošt.</i>	<i>K-S</i>
MSE	5,12	1,27	5,17	1,83	1,67	7,00	-0,48	-0,36	0,08**
MAss	1,97	0,75	1,86	1,14	1,00	4,71	0,70	-0,09	0,11**
MArjzad	2,89	0,99	3,00	1,50	1,00	5,00	-0,05	-0,67	0,07**
AMAS_procjena	3,42	0,93	3,50	1,50	1,00	5,00	-0,35	-0,39	0,08**
AMAS_učenje	1,79	0,73	1,60	1,20	1,00	4,40	0,95	0,32	0,15**
OSPAN_DPR	0,79	0,17	0,82	0,22	0,20	1,00	-1,06	0,99	0,13**
RSPAN_DPR	0,74	0,18	0,78	0,24	0,20	1,00	-1,10	1,73	0,10**
OSPAN_DNR	0,81	0,16	0,84	0,19	0,18	1,00	-1,33	1,94	0,12**
RSPAN_DNR	0,77	0,17	0,81	0,21	0,03	1,00	-1,42	2,86	0,10**
UKO	2,71	1,22	2,33	1,67	1,00	6,67	0,87	0,38	0,15**
VKO	1,97	1,02	1,67	1,33	1,00	5,67	1,19	0,91	0,18**
IKO	3,99	1,30	4,00	2,00	1,00	7,00	0,07	-0,46	0,06**
Znatiželja	2,97	1,21	3,00	2,00	1,00	5,00	-0,05	-1,01	0,10**
Zbunjenost	2,92	0,99	3,00	1,33	1,00	5,00	0,09	-0,63	0,08**
Anksioznost	2,37	1,15	2,00	2,00	1,00	5,00	0,59	-0,73	0,15**
Dosada	2,21	0,94	2,00	1,33	1,00	5,00	0,71	-0,13	0,13**
Izvedba	5,63	2,19	6,00	3,00	1,00	10,00	0,02	-0,69	0,11**
PP	4,77	1,81	5,00	2,00	0,00	10,00	0,06	0,16	0,19**
RP	4,38	2,42	4,00	4,00	0,00	10,00	0,25	-0,75	0,12**
PP_IP	0,09	0,22	0,10	0,30	-0,50	0,70	-0,15	-0,22	0,11**
RP_IP	0,12	0,19	0,10	0,30	-0,40	0,70	0,01	-0,24	0,12**
Sigurnost	43,27	24,79	41,33	37,67	0,00	100,00	0,24	-0,83	0,05*
Sigurnost_IP	-0,13	0,21	-0,15	0,28	-0,69	0,60	0,27	0,01	0,04
Sigurnost_gama	0,44	0,49	0,57	0,62	-1,00	1,00	-1,09	0,89	0,14**

Napomena: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$, MSE – matematička samoeфикаsnost, MAss – MA u svakodnevnim situacijama, MArjzad – MA pri rješavanju zadataka, OSPAN_DPR – djelomično ponderirani rezultat, RSPAN_DPR – djelomično ponderirani rezultat, OSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, RSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, UKO – unutrašnje KO, VKO – vanjsko KO, IKO – inherentno KO, PP – prospektivna procjena, RP – retrospektivna procjena, PP_IP – indeks pristranosti prospektivne procjene točnosti, RP_IP – indeks pristranosti retrospektivne procjene točnosti, Sigurnost – prosječna sigurnost na razini svih zadataka, Sigurnost_IP – indeks pristranosti procjena sigurnosti, Sigurnost_gama – gama koeficijent procjena sigurnosti

U svrhu stjecanja dubljeg uvida u način pristupanja i proces rješavanja matematičkih problemskih zadataka, sudionici su za svaki zadatak trebali procijeniti strategiju rješavanja koju su primjenjivali u pripadajućem zadatku. Na temelju samoprocjena sudionika određena je dominantna strategija rješavanja na razini svih zadataka, zasebno za točno i netočno riješene zadatke (Tablica 5.). U slučaju točno riješenih zadataka, studenti su u prosjeku najčešće navodili da su odmah prepoznali strategiju koja vodi do ispravnog rješenja te je tijekom rješavanja nisu mijenjali (46,77 %). Manji udio sudionika izvijestio je da su prije odabira konačne strategije razmotrili više mogućih pristupa rješavanju zadatka (5,54 %) ili da su tijekom postupka morali promijeniti prvotno odabranu strategiju (3,69 %). Kod približno 13 % sudionika točni odgovori su dominantno rezultat pogađanja, budući da su naveli kako u procesu rješavanja nisu primijenili određenu strategiju, već su zadatak preskočili (6,15 %) ili su započeli s rješavanjem, ali su ubrzo odustali (6,77 %). Kod gotovo trećine sudionika (28,00 %), nije bilo moguće utvrditi dominantnu strategiju, odnosno sudionici su u okviru 10 zadataka jednako često primjenjivali dvije ili više strategije rješavanja. Sličan obrazac uočen je i kod zadataka koji nisu bili ispravno riješeni (32,00 %). U slučaju netočno riješenih zadataka (Tablica 5.), sudionici su najčešće navodili da su pokušali primijeniti jednu strategiju rješavanja, no da postupak nisu u potpunosti razradili, već su odustali i pokušali pogoditi odgovor (18,15 %). Također, dio sudionika izvijestio je da su zadatak pročitali, ali ga nisu pokušali riješiti već su pogađali točan odgovor (16,62 %). Promatrajući strategije rješavanja utvrđene opažanjem (Tablica 6.), odnosno analizom pomoćnih papira na kojima su sudionici zapisivali postupke rješavanja, uočeno je da su do točnih rješenja najčešće dolazili pogađanjem odgovora, pri čemu ispravno rješenje nije smisleno proizlazilo iz prikazanog postupka (38,46 %). Gotovo jednako često (36,31 %) sudionici su do točnog rješenja dolazili primjenom jedne smislene strategije koju su odmah primijenili na odgovarajući način, bez naknadnih ispravaka tijekom rješavanja. Slično kao i u samoprocjenama, približno trećina sudionika je u slučaju netočno riješenih zadataka primjenjivala više različitih strategija, pri čemu nije bilo moguće jasno utvrditi dominantnu strategiju (31,40 %). Kod njih 23,69 % ipak je primjetno da su krenuli s primjenom jedne strategije koju su tek djelomično raspisali, odnosno nisu dovršili postupak rješavanja. Tri sudionika su pogrešno riješila sve matematičke zadatke, zbog čega nije bilo moguće utvrditi primijenjene strategije kod točno riješenih zadataka. Dodatno, oko 5 % sudionika je točno riješilo sve zadatke, zbog čega nije bilo moguće utvrditi strategije rješavanja kod zadataka na koje je pogrešno odgovoreno.

Tablica 5.

Frekvencija dominantnih samoprocjenjenih strategija rješavanja (N = 325)

Točno riješeni zadaci	
Strategija	f (%)
Odmah prepoznata ispravna strategija	152 (46,77)

Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	91 (28,00)
Djelomična primjena jedne, uz odustajanje	22 (6,77)
Pročitani zadaci, bez primjene strategije	20 (6,15)
Prije odabira razmatrano više strategija	18 (5,54)
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	12 (3,69)
Primjena više različitih strategija	7 (2,15)
Svi zadaci su pogrešno riješeni	3 (0,92)
Netočno riješeni zadaci	
Strategija	f (%)
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	104 (32,00)
Djelomična primjena jedne, uz odustajanje	59 (18,15)
Pročitani zadaci, bez primjene strategije	54 (16,62)
Odmah prepoznata ispravna strategija	43 (13,23)
Primjena više različitih strategija	29 (8,92)
Svi zadaci su točno riješeni	17 (5,23)
Prije odabira razmatrano više strategija	10 (3,08)
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	9 (2,77)

Tablica 6.

Frekvencija opaženih strategija rješavanja (N = 325)

Točno riješeni zadaci	
Strategija	f (%)
Neočekivano točno, pogađanje	125 (38,46)
Odmah prepoznata ispravna strategija	118 (36,31)
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	58 (17,85)
Ispravna strategija, uz manje korekcije	15 (4,62)
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	6 (1,85)
Svi zadaci su pogrešno riješeni	3 (0,92)
Netočno riješeni zadaci	
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	102 (31,38)
Pogrešna, djelomično raspisana	77 (23,69)

Pogrešna, cjelovito raspisana	51 (15,69)
Izostaje pokušaj rješavanja	33 (10,15)
Primjena dvije ili više strategija	22 (6,77)
Prepoznavanje relevantnih informacija, bez primjene strategije	20 (6,15)
Svi zadaci su točno riješeni	17 (5,23)
Ispravna strategija, netočno rješenje	3 (0,92)

4.2. Povezanosti među promatranim varijablama

Uz deskriptivnu statistiku kao vid preliminarnih analiza, izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije kako bi se stekao uvid u povezanosti među varijablama uključenima u glavne analize (Tablica 7.). U kontekstu međuodnosa određenih individualnih karakteristika pojedinca, primjetne su umjereno visoke, negativne povezanosti među svim tipovima MA i matematičkom samoeфикасношћu, dok su korelacije s kognitivnim resursima, odnosno mjerama kapaciteta RP pozitivne i niske u slučaju samoeфикасношћu, odnosno negativne i niske s većinom mjera MA. S obzirom na percipirano KO, utvrđene su niske do umjerene pozitivne korelacije između MA te UKO i VKO, pri čemu je potrebno istaknuti povezanost s MA u svakodnevnim situacijama (MAss). Primjetno je da su sudionici koji se u većoj mjeri procjenjuju samoeфикасношћu manje skloni percipirati matematičke zadatke složenima (UKO) i nejasnima (VKO). Procjena uloženog truda, odnosno IKO bio je značajno, nisko i pozitivno povezana s mjerama RP, ali ne i s matematičkom samoeфикасношћu i MA.

U pogledu doživljenih epistemičkih emocija dobivene su niske do umjerene povezanosti između matematičke samoeфикасношћu i svih emocija, pri čemu su sudionici koji su iskazali višu matematičku samoeфикасношћu u manjoj mjeri doživjeli zbunjenost, dosadu i anksioznost, a u većoj mjeri znatiželju prilikom rješavanja zadataka. MA je nisko pozitivno povezana s dosadom, umjereno pozitivno s razinom zbunjenosti i anksioznosti tijekom rješavanja zadataka te nisko negativno sa znatiželjom. Rezultati ukazuju na to da sudionici koji su tijekom procesa rješavanja zadataka izvještavali o višim razinama zbunjenosti i anksioznosti imaju tendenciju procjenjivati zadatke kao složenije i manje jasne što je razvidno iz umjerenih pozitivnih korelacija između navedenih varijabli. Niže razine doživljene znatiželje i više razine dosade nisko su povezane s nižim procjenama uloženog truda (IKO) te nisko do umjereno s višom percipiranom složenošću (UKO) i manjom jasnošću prezentiranih zadataka (VKO).

U kontekstu povezanosti s metakognitivnim procjenama točnosti i sigurnosti, dobivene su umjerene, negativne korelacije između MA te prospektivnih i retrospektivnih procjena broja točno riješenih zadataka, ali i prosječne sigurnosti u ispravnost danih odgovora. Suprotan trend primjetan je u slučaju povezanosti s matematičkom samoeфикасношћu gdje su utvrđene umjerene pozitivne korelacije. Dodatno, sudionici s višom MA, pogotovo MA u situacijama procjene, bili su skloniji davati više procjene sigurnosti u ispravnost kod netočnih u odnosu na točno riješene zadatke. Promatrajući povezanosti metakognitivnih procjena te percipiranih

epistemičkih emocija i KO, primjetne su umjerene i negativne korelacije između zbunjenosti, anksioznosti, dosade, percepcije složenosti (UKO) i jasnoće zadataka (VKO) te manje prosječne sigurnosti u ispravnost rješenja i manje prospektivne i retrospektivne procjene broja točno riješenih zadataka. Ukupna izvedba na matematičkim zadacima pokazala se umjereno i pozitivno povezanom s matematičkom samoeфикасношću, odnosno nisko do umjereno negativno s MA. Viša razina znatiželje te niže razine dosade, zbunjenosti, anksioznosti te UKO i IKO umjereno su povezani s boljom izvedbom na matematičkim problemskih zadacima.

Tablica 7.

Povezanosti među glavnim varijablama

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1. MS	1																				
2. MAss	-,041**	1																			
3. MARjzad	-,041**	0,57**	1																		
4. AMAS_procjena	-0,35**	0,53**	0,44**	1																	
5. AMAS_učenje	-0,45**	0,55**	0,44**	0,56**	1																
6. OSPAN	0,23**	-0,26**	-0,17**	-0,23**	-0,23**	1															
7. RSPAN	0,17**	-0,14*	-0,08	-0,17**	-0,12*	0,54**	1														
8. UKO	-0,33**	0,41**	0,33**	0,28**	0,33**	-0,12*	-0,08	1													
9. VKO	-0,35**	0,47**	0,30**	0,29**	0,38**	-0,25**	-0,21**	0,60**	1												
10. IKO	0,05	0,01	0,01	0,08	0,06	0,18**	0,17**	0,29**	0,02	1											
11. Znatiželja	0,37**	-0,29**	-0,29**	-0,19**	-0,19**	0,22**	0,12*	-0,13*	-0,23**	0,27**	1										
12. Zbunjenost	-0,35**	0,49**	0,36**	0,39**	0,34**	-0,14*	-0,09	0,39**	0,48**	-0,02	-0,34**	1									
13. Anksioznost	-0,26**	0,44**	0,35**	0,44**	0,39**	-0,18**	-0,13*	0,37**	0,37**	0,10	-0,25**	0,66**	1								
14. Dosada	-0,33**	0,30**	0,23**	0,23**	0,27**	-0,21**	-0,17**	0,18**	0,37**	-0,28**	-0,51**	0,48**	0,20**	1							
15. Izvedba	0,35**	-0,46**	-0,28**	-0,25**	-0,23**	0,26**	0,16**	-0,38**	-0,42**	0,11	0,33**	-0,49**	-0,38**	-0,34**	1						
16. PP	0,54**	-0,52**	-0,45**	-0,42**	-0,44**	0,21**	0,10	-0,29**	-0,32**	0,10	0,34**	-0,41**	-0,31**	-0,30**	0,39**	1					
17. RP	0,38**	-0,51**	-0,36**	-0,35**	-0,28**	0,25**	0,15**	-0,37**	-0,43**	0,13*	0,46**	-0,64**	-0,47**	-0,41**	0,65**	0,61**	1				
18. PP_IP	-0,09	-0,03	0,08	0,09	0,12*	0,07	0,07	-0,14**	-0,15**	0,01	0,04	-0,15**	-0,12*	-0,09	0,66**	-0,43**	0,13*	1			
19. RP_IP	-0,08	0,12*	0,13*	0,15**	0,08	-0,02	-0,01	0,03	0,06	-0,04	-0,21**	0,24**	0,16**	0,13*	0,32**	-0,32**	-0,52**	0,58**	1		
20. Sigurnost	0,43**	-0,55**	-0,38**	-0,36**	-0,34**	0,31**	0,16**	-0,37**	-0,45**	0,16**	0,45**	-0,60**	-0,45**	-0,39**	0,62**	0,63**	0,87**	0,10	-0,39**	1	
21. Sigurnost_IP	0,15**	-0,18**	-0,16**	-0,17**	-0,16**	0,10	0,02	-0,04	-0,09	0,08	0,19**	-0,20**	-0,14*	-0,10	-0,31**	0,35**	0,37**	-0,59**	-0,81**	0,55**	1
22. Sigurnost_gama	0,14*	-0,32**	-0,18**	-0,16**	-0,16**	0,14*	-0,03	-0,18**	-0,27**	0,04	0,17**	-0,26**	-0,24**	-0,14*	0,32**	0,25**	0,31**	0,10	-0,03	0,31**	0,04

Napomena: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, MSE – matematička samoeфикаsnost, MAss – MA u svakodnevним situacijama, MARjzad – MA pri rješavanju zadataka, OSPAN_DPR – djelomično ponderirani rezultat, RSPAN_DPR – djelomično ponderirani rezultat, OSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, RSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, UKO – unutrašnje KO, VKO – vanjsko KO, IKO – inherentno KO, PP – prospektivna procjena, RP – retrospektivna procjena, PP_IP – indeks pristranosti prospektivne procjene točnosti, RP_IP – indeks pristranosti retrospektivne procjene točnosti, Sigurnost – prosječna sigurnost na razini svih zadataka, Sigurnost_IP – indeks pristranosti procjena sigurnosti, Sigurnost_gama – gama koeficijent procjena sigurnosti

4.3. Medijacijski modeli odnosa MA, KO, RP, matematičke samoefikasnosti i izvedbe

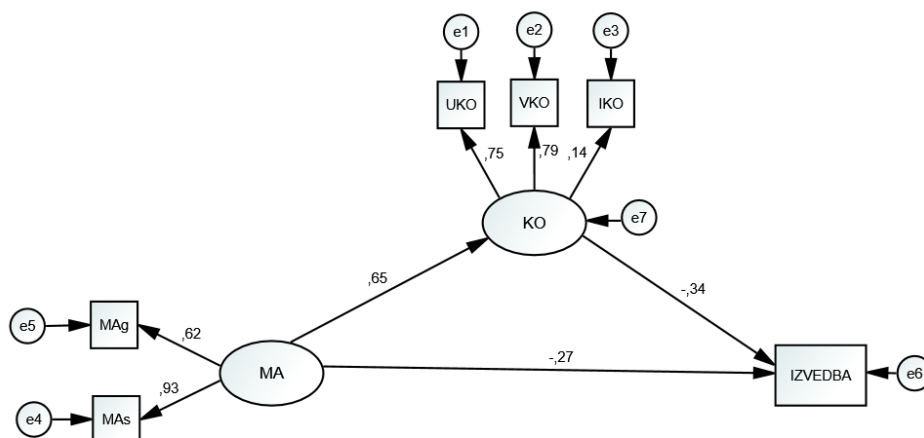
U svrhu testiranja hipoteza prvih četiri istraživačka problema, odnosno ispitivanja medijatorskih uloga pojedinih tipova KO te obje mjere kapaciteta radnog pamćenja, provedena je analiza traga kao poseban oblik strukturalnog modeliranja u programu Amos (v.27, Arbuckle, 2020), dok su u programu IBM SPSS (v.26) PROCESS makro, verzija 4.2. (Model 4, Hayes, 2018) analizirani jednostavni i paralelni medijacijski modeli.

Odabir statističkog pristupa ovisio je o zastupljenosti latentnih u odnosu na manifestne varijable u modelu te o broju uključenih medijatora. Modeli koji su uključivali latentne kriterijske i medijatorske varijable analizirani su u Amos-u, dok su modeli s manifestnim medijatorskim varijablama te paralelnim medijatorima analizirani primjenom statističkog programa PROCESS makro, verzija 4.2. Ukupno je analizirano 25 pretpostavljenih medijacijskih modela.

4.3.1. Medijatorska uloga KO u odnosu između MA i izvedbe

U svrhu utvrđivanja medijatorske uloge pojedinih tipova KO u odnosu između MA i ukupne izvedbe provedena je analiza traga u kojoj su matematička anksioznost i kognitivno opterećenje latentne varijable, a ukupna izvedba je unesena kao manifestna varijabla. Indikatore latentnih varijabli predstavljaju ukupni rezultati na pripadajućim podljestvicama dobiveni kao prosječne vrijednosti čestica. S obzirom na uporabu dva instrumenta za procjenu MA, testirana su dva modela, pri čemu su u prvom kao indikatori MA unesene podljestvice Upitnika matematičke anksioznosti za odrasle (Szczygiel, 2022), a u drugom podljestvice Skraćene skale matematičke anksioznosti (AMAS, Hopko i sur., 2003). Latentnu varijablu KO predstavljaju indikatori unutrašnjeg, vanjskog i inherentnog KO. Intervali pouzdanosti (CI) određeni su *bootstrap* metodom u okviru koje je značajnost postavljena na 90% ($k = 5000$).

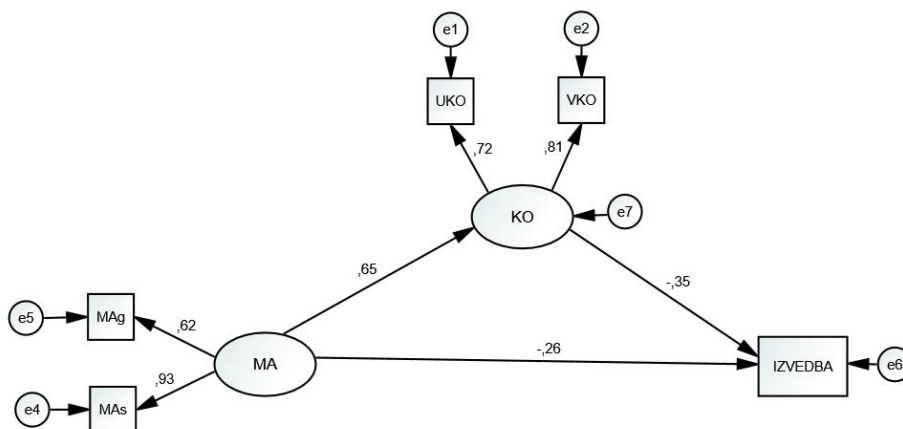
Testiranjem modela (Slika 4.) utvrđeni su relativno loši indeksi pristajanja ($\chi^2 = 59,49$, $df = 7$, $p < 0,01$, $\chi^2/df = 8,49$, CFI = 0,90, TLI = 0,78, RMSEA = 0,15 [0,12 - 0,19], SRMR = 0,13). MA pozitivno predviđa KO ($\beta = 0,65$, CI = [0,51 – 0,74], $p < 0,001$) te KO negativno predviđa izvedbu ($\beta = -0,34$, CI = [-0,49 – -0,16], $p < 0,001$). Neizravni učinak MA preko KO pokazao se značajnim ($a \cdot b = -0,23$, CI = [-0,33 – -0,09]) kao i izravni učinak MA na izvedbu ($\beta = -0,27$, CI = [-0,43 – -0,13], $p < 0,01$). Iako je došlo do smanjenja ukupnog učinka, isti je i dalje značajan što ukazuje na djelomičnu medijaciju ($\beta = -0,49$, CI = [-0,57 – -0,41]).



Slika 4.

Model odnosa MA, KO i izvedbe

U navedenom modelu (Slika 4.) uočena je relativno niska saturacija latentne varijable KO podljestvicom IKO, što može upućivati na potrebu njihova odvojenog razmatranja u kontekstu daljnje provjere modela i postavljenih hipoteza. Uslijed navedenog testiran je alternativni model (Slika 5.) u kojem je IKO isključen kao indikator latentne varijable KO. Navedena izmjena odrazila se na indekse pristajanja, pri čemu je novi model pokazao zadovoljavajuće vrijednosti istih ($\chi^2 = 4,01$, $df = 3$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,34$, CFI = 0,998, TLI = 0,993, RMSEA = 0,03 [0,00 - 0,10], SRMR = 0,02). U okviru ovog modela također je dobiveno da MA pozitivno predviđa KO ($\beta = 0,65$, CI = [0,51 – 0,74], $p < 0,001$), a KO negativno predviđa izvedbu ($\beta = -0,35$, CI = [-0,49 – -0,16], $p < 0,001$). Neizravni učinak MA preko KO i dalje je značajan ($a^*b = -0,23$, CI = [-0,34 – -0,13]) kao i izravni učinak MA na izvedbu ($\beta = -0,26$, CI = [-0,39 – -0,12], $p < 0,01$). Utvrđena je djelomična medijacija, pri čemu je ukupni učinak i dalje značajan ($\beta = -0,49$, CI = [-0,57 – -0,41], $p < 0,01$).

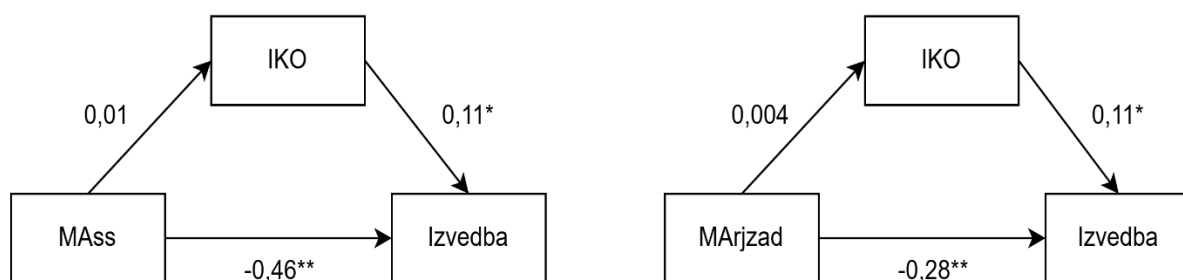


Slika 5.

Alternativni model odnosa MA, KO i izvedbe

S obzirom na zadovoljavajuće indekse pristajanja alternativnog modela, kognitivno opterećenje je u daljnjim modelima uključeno kao latentna varijabla definirana podljestvicama UKO i VKO, koje konceptualno odgovaraju mentalnom opterećenju. Navedeni modeli analizirani su u programu Amos. IKO koje odražava aktivno ulaganje truda, odnosno mentalni napor, predstavljen je kao manifestna varijabla, a njegova medijatorska uloga ispitana je putem programa PROCESS makro, verzija 4.2. Značajnost učinaka u svim medijacijskim modelima određena je *bootstrap* metodom u okviru koje je značajnost postavljena na 95 % ($k = 5000$). Učinak se smatra značajnim ukoliko interval pouzdanosti ne sadrži 0 (Hayes, 2018).

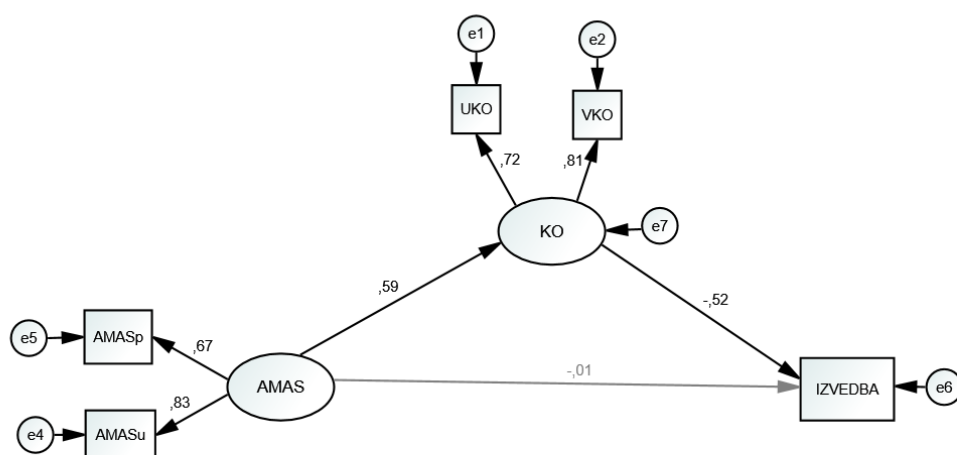
Kako bi ispitili medijatorsku ulogu IKO u odnosu MA i izvedbe na matematičkim zadacima provedene su dvije medijacijske analize (Slika 6.) u programu PROCESS verzija 4.2. (Model 4), zasebno za svaku podljestvicu Upitnika matematičke anksioznosti za odrasle (Szczygiel, 2022). MA u svakodnevnim situacijama (MAss) ne predviđa značajno IKO ($\beta = 0,01$, $CI = [-0,18 - 0,20]$, $p = 0,90$), ali IKO značajno pozitivno predviđa ukupnu izvedbu na matematičkim zadacima ($\beta = 0,11$, $CI = [0,02 - 0,35]$, $p < 0,05$). MA pri rješavanju zadataka iz matematičke domene (MARjzad) nije se pokazala kao značajan prediktor IKO ($\beta = 0,004$, $CI = [-0,14 - 0,15]$, $p = 0,95$), no IKO značajno pozitivno predviđa ukupnu izvedbu ($\beta = 0,11$, $CI = [0,004 - 0,36]$, $p < 0,05$). Neizravni učinak MA preko IKO na ukupnu izvedbu nije se pokazao značajnim ni u prvom ($a*b = 0,002$, $CI = [-0,04 - 0,05]$), a ni u drugom modelu ($a*b = 0,001$, $CI = [-0,01 - 0,02]$). Izravni učinak MAss na izvedbu ($\beta = -0,46$, $CI = [-1,62 - -1,05]$, $p < 0,001$), nakon što je isključen učinak IKO, pokazao se značajnim. Ukupni učinak u prvom modelu je također značajan ($\beta = -0,46$, $CI = [-1,61 - -1,05]$, $p < 0,001$). Navedeno je utvrđeno i u sklopu drugog modela, pri čemu su izravni učinak MARjzad ($\beta = -0,28$, $CI = [-0,85 - -0,39]$, $p < 0,001$) i ukupni učinak ($\beta = -0,28$, $CI = [-0,85 - -0,39]$, $p < 0,001$) značajni.



Slika 6.

Model odnosa MA u svakodnevnim situacijama, IKO i izvedbe

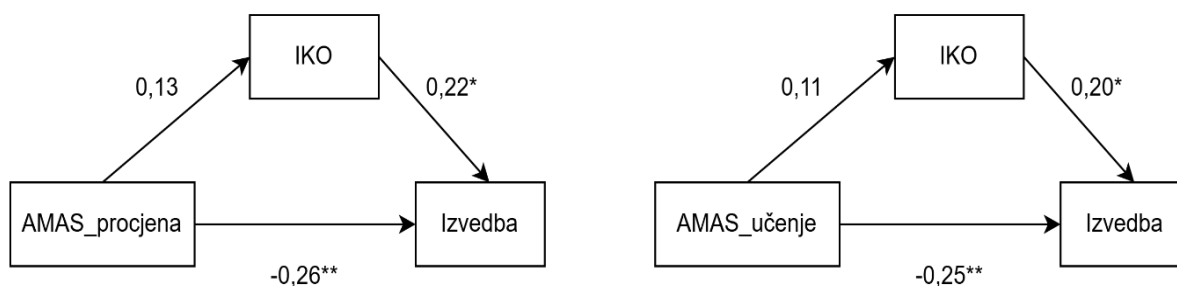
U okviru sljedećeg modela (Slika 7.), latentnu varijablu MA predstavljaju prosječne vrijednosti podljestvica AMAS-a, a u slučaju KO indikatori su samo prosječne vrijednosti na podljestvicama UKO i VKO. Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja ($\chi^2 = 3,14$, $df = 3$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,04$, CFI = 1,00, TLI = 0,99, RMSEA = 0,01 [0,00 - 0,09], SRMR = 0,03). AMAS pozitivno predviđa KO ($\beta = 0,59$, CI = [0,47 – 0,68], $p < 0,001$), a KO negativno predviđa izvedbu ($\beta = -0,52$, CI = [-0,68 – -0,39], $p < 0,001$). Neizravni učinak AMAS-a preko KO na izvedbu je značajan ($a*b = -0,31$, CI = [-0,44 – -0,20]). Izravni učinak AMAS-a na ukupnu izvedbu nije se pokazao značajnim ($\beta = -0,01$, CI = [-0,16 – 0,16], $p > 0,05$), ali ukupni učinak je značajan ($\beta = -0,01$, CI = [-0,41 – -0,20]) što upućuje na potpunu medijaciju.



Slika 7.

Odnos AMAS, KO i izvedbe

Kako bi se ispitala medijatorska uloga IKO provedene su dvije zasebne medijacijske analize (PROCESS, Model 4, CI 95%, k=5000; Slika 8.). AMAS_procjena ($\beta = 0,13$, CI = [-0,02 – 0,28], $p = 0,10$), kao i AMAS_učenje ne predviđaju značajno IKO ($\beta = 0,11$, CI = [-0,09 – 0,30], $p = 0,28$). IKO se pokazao kao značajan pozitivan prediktor ukupne izvedbe u matematičkim zadacima, i u slučaju medijacijske analize u kojoj je prediktorska varijabla AMAS_procjena ($\beta = 0,22$, CI = [0,04 – 0,39], $p < 0,05$), kao i u medijacijskom modelu u kojem je prediktor AMAS_učenje ($\beta = 0,20$, CI = [0,02 – 0,38], $p < 0,05$). Neizravni učinak AMAS_procjene ($a*b = 0,03$, CI = [-0,01 – 0,08]) te AMAS_učenje preko IKO ($a*b = 0,021$, CI = [-0,01 – 0,08]) nije značajan. U slučaju prvog medijacijskog modela, utvrđen je značajan izravni učinak AMAS_procjene na ukupnu izvedbu ($\beta = -0,26$, CI = [-0,87 – -0,37], $p < 0,001$), kao i značajan ukupni učinak ($\beta = -0,25$, CI = [-0,84 – -0,34], $p < 0,001$). U okviru drugog medijacijskog modela, izravni učinak AMAS_učenja ($\beta = -0,25$, CI = [-1,05 – -0,42], $p < 0,001$), kao i ukupni učinak su značajni ($\beta = -0,24$, CI = [-1,03 – -0,40], $p < 0,001$).



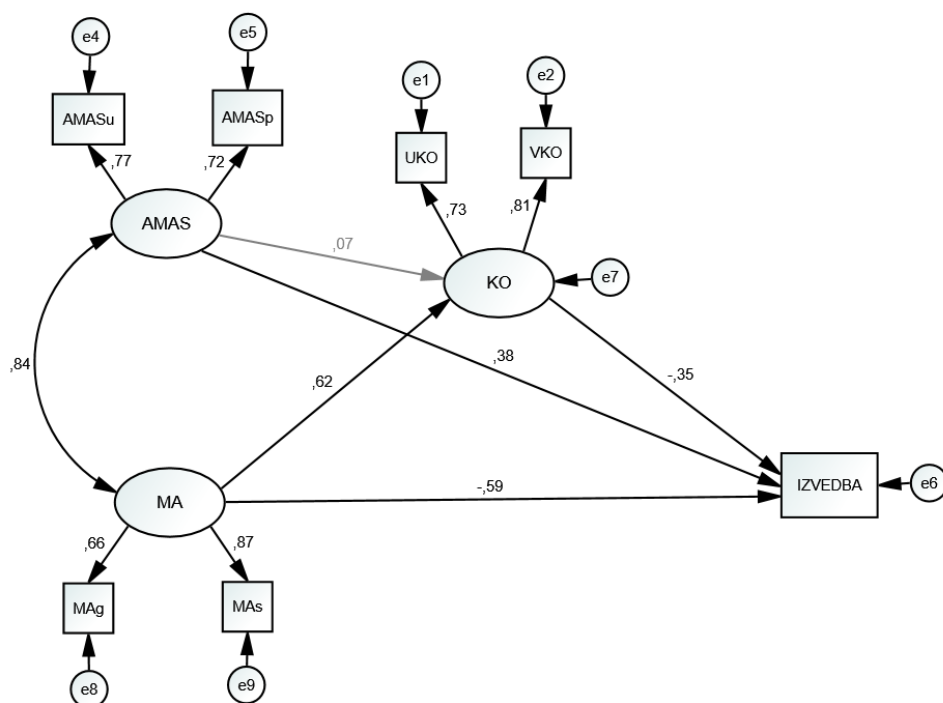
Slika 8.

Model odnosa AMAS, IKO i izvedbe

Zaključno možemo reći da MA vjerojatno doprinosi lošijoj izvedbi na matematičkim problemskim zadacima riječima, ali samo preko percipiranog mentalnog opterećenja (UKO i VKO), ne i percipiranog mentalnog napora (IKO). MA pozitivno predviđa KO predstavljeno podljestvicama UKO i VKO, ali ne i IKO. Također, utvrđen je izravni učinak MA na ukupnu izvedbu, ali samo u modelu s KO u kojem je MA predstavljena podljestvicama Upitnika matematičke anksioznosti za odrasle, pri čemu se izravni učinak MA prikazane AMAS-om nije pokazao značajnim. U medijacijskim modelima u kojima je ispitivana medijatorska uloga IKO-a, izravni učinak MA na ukupnu izvedbu pokazao se značajnim, neovisno o mjeri procjene MA. Navedeno može upućivati na drugačije obrasce odnosa MA i izvedbe ovisno o mjeri procjene, ali i tipu kognitivnog opterećenja (mentalno opterećenje nasuprot mentalnom naporu). Hipoteze proizašle iz prvog istraživačkog problema doktorskog istraživanja djelomično su potvrđene i to u onim aspektima koji se odnose na UKO i VKO, odnosno mentalno opterećenje.

S obzirom na nešto drugačije odnose u modelima ovisno o mjeri procjene, odnosno indikatorima kojima je predstavljena latentna varijabla MA, oblikovan je složeniji model (Slika 9.) u koji su istodobno unesene dvije latentne varijable MA: MA u svakodnevnim situacijama predstavljena podljestvicama Upitnika MA za odrasle (MA) te MA vezana uz razredno okruženje predstavljena podljestvicama AMAS-a (AMAS). KO je i dalje predstavljeno s podljestvicama UKO i VKO. Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja ($\chi^2 = 13,03$, $df = 9$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,45$, CFI = 0,995, TLI = 0,988, RMSEA = 0,037 [0,00 - 0,078], SRMR = 0,029). Za razliku od prethodnog modela s jednom latentnom varijablom u kojem AMAS pozitivno predviđa KO, u okviru složenijeg modela AMAS ne predviđa značajno KO ($\beta = 0,07$, CI = [-0,31 – 0,39], $p > 0,05$), već samo MA predstavljenu Upitnikom MA za odrasle ($\beta = 0,62$, CI = [0,30 – 0,98], $p < 0,01$). Dobiven je samo jedan značajan neizravni učinak i to MA u svakodnevnim situacijama (MA) preko KO na izvedbu ($a_2 * b = -0,22$, CI [-0,36 - -0,09]). Neizravni učinak AMAS-a na ukupnu izvedbu posredstvom KO nije se pokazao značajnim ($a_1 * b = -0,024$, CI=[-0,17 – 0,084]). Dodatno, izravni učinak AMAS-a na ukupnu izvedbu, kad se isključe učinci KO, postaje značajan ($\beta = 0,38$, CI = [0,31– 0,39], $p < 0,01$), kao i izravni učinak MA na izvedbu ($\beta = -0,62$, CI = [-0,30– -0,98], $p < 0,01$). Utvrđen je značajni ukupni učinak AMAS-a na izvedbu ($\beta=0,35$ CI=[0,07 – 0,85], $p < 0,05$), kao i MA na ukupnu izvedbu ($\beta= -0,81$ CI=[-1,29 – -0,55], $p < 0,001$).

U kontekstu novog, složenijeg modela potrebno je istaknuti i relativno visoku povezanost obje latentne varijable MA ($r = 0,84$), ali i značajan pozitivan učinak AMAS-a na izvedbu što može upućivati na supresiju koja je potencijalno dovela do promjena u veličinama i značajnostima pojedinih učinaka u odnosu na prvotne modele. Uslijed navedenog, u programu Amos oblikovani su i analizirani složeniji modeli zasebno za svaku latentnu varijablu MA, odnosno modeli koji uključuju isključivo MA operacionaliziranu Upitnikom MA za odrasle (Tablica 11., Slika 10. – 13.) te modeli u kojima je MA predstavljena AMAS-om (Tablica 12., Slika 14. – 17.).



Slika 9.

Složeniji model odnosa dvije latentne varijable MA, KO i izvedbe na matematičkim zadacima

4.3.2. Medijatorska uloga kapaciteta RP u odnosu između MA i izvedbe

Kako bi ispitali medijatorsku ulogu kapaciteta RP iskazanog kroz dvije mjere procjene (OSPAN i RSPAN) u odnosu između MA i izvedbe, provedene su četiri paralelne medijacijske analize u programu PROCESS makro (verzija 4.2., Model 4). Nastojali su se utvrditi koeficijenti puta (a i b), neizravni učinci preko RP i ukupni učinci (Tablica 8.), pri čemu se značajnost testirala *bootstrap* metodom (CI 95 %, k = 5000).

MA negativno predviđa rezultat na OSPAN-u, neovisno o mjeri procjene MA, a OSPAN je značajan pozitivni prediktor ukupne izvedbe na matematičkim problemskim zadacima. U slučaju modela s RSPAN-om kao medijatorom, MA značajno predviđa rezultat na RSPAN-u u svim modelima, izuzev modela koji obuhvaća MA prilikom rješavanja zadataka (Model 2: MARjzad). RSPAN se nije pokazao kao značajni prediktor izvedbe niti u jednom modelu. Neizravni učinci MA na ukupnu izvedbu u matematičkim zadacima, posredstvom OSPAN-a su značajni, dok se neizravni učinci MA na izvedbu putem RSPAN-a nisu pokazali značajnima. U svim paralelnim medijacijskim analizama utvrđeni su značajni izravni učinci MA na izvedbu, kao i ukupni učinci (Tablica 8.).

Uslijed navedenog, hipoteze obuhvaćene drugim istraživačkim problemom djelomično su potvrđene. U okviru treće hipoteze doktorskog istraživanja potvrđen je značajan učinak većine pokazatelja MA na obje mjere kapaciteta RP, uz iznimku da se MA u situacijama rješavanja zadataka nije pokazala kao značajan prediktor ukupnog broja ispravno reproduciranih slova u RSPAN-u. Navedeno dominantno upućuje da više razine MA smanjuju izvedbu na sekundarnim zadacima (dosjećanje slova) obje mjere kapaciteta RP. Hipoteza o neizravnom učinku MA na izvedbu putem RP, potvrđena je samo u slučaju OSPAN-a, pri čemu više razine MA narušavaju ukupnu izvedbu na matematičkim zadacima s riječima uslijed lošije izvedbe na sekundarnom zadatku OSPAN-a. RSPAN nije imao posredujući učinak između MA i izvedbe na zadacima.

Tablica 8.

Rezultati medijacijskih analiza odnosa MA i izvedbe, posredstvom RP (N = 314)

Kriterij: izvedba	Model 1: MAss		Model 2: MArjzad		Model 3: AMAS_procjena		Model 4: AMAS_učenje	
Učinak/put	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Put a ₁ (MA → OSPAN)	-0,26 (0,01)	[-0,08 – -0,03]	-0,18 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,23 (0,01)	[-0,06 – -0,02]	-0,23 (0,01)	[-0,07 – -0,03]
Put a ₂ (MA → RSPAN)	-0,14 (0,01)	[-0,06 – -0,01]	-0,07 (0,01)	[-0,03 – 0,01]	-0,16 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,12 (0,01)	[-0,05 – -0,001]
Put b ₁ (OSPAN → izvedba)	0,14 (0,83)	[0,24 – 3,52]	0,20 (0,88)	[1,02 – 4,49]	0,21 (0,89)	[1,07 – 4,58]	0,20 (0,89)	[1,02 – 4,55]
Put b ₂ (RSPAN → izvedba)	0,03 (0,77)	[-1,17 – 1,86]	0,03 (0,83)	[-1,21 – 2,04]	0,01 (0,83)	[-1,45 – 1,83]	0,03 (0,83)	[-1,30 – 1,98]
Neizravni (MA → OSPAN → izvedba)	-0,04 (0,02)	[-0,07 – -0,01]	-0,04 (0,02)	[-0,07 – -0,01]	-0,05 (0,02)	[-0,09 – -0,01]	-0,05 (0,02)	[-0,09 – -0,01]
Neizravni (MA → RSPAN → izvedba)	-0,003 (0,01)	[-0,02 – 0,01]	-0,002 (0,01)	[-0,02 – 0,01]	-0,002 (0,01)	[-0,02 – 0,02]	-0,003 (0,01)	[-0,02 – 0,01]
Izravni (MA → izvedba)	-0,42 (0,15)	[-1,54 – -0,95]	-0,24 (0,12)	[-0,76 – -0,29]	-0,20 (0,13)	[-0,73 – -0,22]	-0,19 (0,17)	[-0,90 – -0,25]
Ukupni	-0,46 (0,15)	[-1,64 – -1,07]	-0,28 (0,12)	[-0,84 – -1,07]	-0,25 (0,13)	[-0,85 – -0,34]	-0,24 (0,16)	[-1,04 – -0,40]

Napomena: MAss – model u kojem je prediktor podljestvica MA u svakodnevnim situacijama, MArjzad – model u kojem je prediktor podljestvica MA pri rješavanju zadataka, AMAS_procjena – model u kojem je prediktor podljestvica AMAS-a koja se odnosi na MA u situacijama procjene, AMAS_učenje – model u kojem je prediktor podljestvica AMAS-a povezana s usvajanjem gradiva, vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara, putevi su značajni kad 95%-tni interval pouzdanosti (CI) ne uključuju 0, značajni učinci su podebljani

4.3.3. Medijatorska uloga RP u odnosu između MA i KO

Odnos između MA i ukupne izvedbe na matematičkim zadacima, posredstvom RP, iskazanog putem dvije mjere procjene (OSPAN i RSPAN), nastojao se utvrditi provedbom osam paralelnih medijacijskih analiza (PROCESS, verzija 4.2., Model 4, CI 95%, $k = 5000$). S obzirom na teorijsku i u određenoj mjeri empirijsku opravdanost promatranja UKO i VKO kao jedinstveni konstrukt mentalnog opterećenja, odvojenog od mentalnog napora (IKO), za potrebe odgovora na treći istraživački problem, oblikovana je kompozitna varijabla KO koja obuhvaća vrijednosti na tvrdnjama podljestvica UKO i VKO. Uslijed navedenog, prve četiri medijacijske analize sadržavale su KO kao kriterijsku varijablu, dok je u posljednje četiri kriterij bio IKO (Tablica 9.).

MA pokazala se kao značajan negativan prediktor obje mjere RP, u sva četiri medijacijska modela, izuzev Modela 2 gdje izostaje značajan odnos MA pri rješavanju zadataka i izvedbe na RSPAN-u. Primjetno je da mjere kapaciteta RP (OSPAN i RSPAN) ne predviđaju značajno razinu doživljenog mentalnog opterećenja, odnosno percepciju složenosti i jasnoće zadataka.. Nisu utvrđeni značajni neizravni učinci MA na mentalno opterećenje, posredstvom RP. U svim paralelnim medijacijskim modelima koji su uključili KO kao kriterijsku varijablu, dobiveni su značajni izravni učinci MA na mentalno opterećenje, kao i ukupni učinci, što ukazuje na djelomične medijacije (Tablica 9.).

Kako bi ispitali medijacijsku ulogu kapaciteta RP iskazanog kroz dvije mjere procjene (OSPAN i RSPAN) u odnosu između MA i mentalnog napora (IKO), također su provedene četiri paralelne medijacijske analize (Tablica 9.). Promatrajući rezultate medijacijskih modela s IKO-om kao kriterijem, primjetni su različiti obrasci odnosa ovisno o mjeri procjene MA. U okviru modela u kojima je MA predstavljena podljestvicama Upitnika MA za odrasle utvrđen je značajan negativan učinak MA u svakodnevnim situacijama na obje mjere procjene RP, te značajan negativan učinak MA pri rješavanju zadataka na OSPAN. Ostali učinci nisu se pokazali značajnima (Tablica 9.). U slučaju zadnja dva modela, dobiveno je da AMAS u situacijama procjene (Model 3) i AMAS vezan uz usvajanje gradiva (Model 4) značajno negativno predviđaju izvedbu na OSPAN-u i RSPAN-u. Dodatno, izvedba na sekundarnim zadacima OSPAN-a pokazala se kao značajan pozitivan prediktor percipiranog mentalnog napora (IKO), a utvrđen je i značajan neizravan, negativan učinak MA iskazane podljestvicama AMAS-a na IKO, posredstvom OSPAN-a. U slučaju AMAS-a u situacijama procjene, utvrđeni su značajni izravni i ukupni učinak, dok je u pogledu AMAS-a povezanog s usvajanjem gradiva utvrđen samo značajan izravni učinak.

U kontekstu odgovora na treći istraživački problem, pripadajuća hipoteza je djelomično potvrđena. Odnos MA i percipiranog mentalnog opterećenja (KO: UKO i VKO), posredstvom RP nije se pokazao značajnim, neovisno o mjeri procjene MA. Drugim riječima nije potvrđeno da osobe s višom MA iskazuju više mentalno opterećenje uslijed nedostatnih dostupnih resursa RP. Značajan odnos RP i mentalnog napora (IKO) dobiven je samo u modelima u kojima je MA predstavljena podljestvicama AMAS i to samo u slučaju OSPAN-a. Osobe s višim vrijednostima na mjerama procjena koje odražavaju MA vezanu uz razredno okruženje, iskazuju niže razine mentalnog napora, uslijed nedostatnih resursa RP (OSPAN). Većinski je

utvrđen značajan negativan učinak MA i izvedbe na sekundarnim zadacima OSPAN-a i RSPAN-a.

Tablica 9.

Rezultati medijacijskih analiza odnosa MA i pojedinih tipova KO, posredstvom RP (N = 314)

Kriterij: KO								
	Model 1: MAss		Model 2: MArjzad		Model 3: AMAS_procjena		Model 4: AMAS_učenje	
Učinak/put	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Put a_1 (MA → OSPAN)	-0,26 (0,01)	[-0,08 – -0,03]	-0,18 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,23 (0,01)	[-0,06 – -0,02]	-0,23 (0,01)	[-0,07 – -0,03]
Put a_2 (MA → RSPAN)	-0,14 (0,01)	[-0,06 – -0,01]	-0,07 (0,01)	[-0,03 – 0,01]	-0,16 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,12 (0,01)	[-0,05 – -0,001]
Put b_1 (OSPAN → KO)	-0,04 (0,36)	[-0,96 – 0,47]	-0,10 (0,39)	[-1,37 – 0,15]	-0,10 (0,39)	[-1,40 – 0,14]	-0,07 (0,38)	[-1,19 – 0,29]
Put b_2 (RSPAN → KO)	-0,07 (0,34)	[-1,05 – 0,27]	-0,08 (0,36)	[-1,15 – 0,27]	-0,05 (0,37)	[-1,00 – 0,44]	-0,07 (0,35)	[-1,09 – 0,30]
Neizravni (MA → OSPAN → KO)	-0,01 (0,02)	[-0,03 – 0,06]	0,02 (0,01)	[-0,004 – 0,05]	0,02 (0,02)	[-0,01 – 0,06]	0,02 (0,02)	[-0,01 – 0,05]
Neizravni (MA → RSPAN → KO)	0,01 (0,01)	[-0,01 – 0,04]	0,01 (0,01)	[-0,01 – 0,02]	0,01 (0,01)	[-0,01 – 0,03]	0,01 (0,01)	[-0,003 – 0,03]
Izravni (MA → KO)	0,49 (0,07)	[0,51 – 0,77]	0,35 (0,05)	[0,24 – 0,44]	0,31 (0,06)	[0,21 – 0,44]	0,41 (0,07)	[0,41 – 0,68]
Ukupni	0,51 (0,06)	[0,54 – 0,79]	0,37 (0,05)	[0,26 – 0,47]	0,34 (0,06)	[0,25 – 0,47]	0,43 (0,07)	[0,44 – 0,71]

Kriterij: IKO								
	Model 1: MAss		Model 2: MArjzad		Model 3: AMAS_procjena		Model 4: AMAS_učenje	
Učinak/put	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI	β (SE)	95% CI
Put a_1 (MA → OSPAN)	-0,26 (0,01)	[-0,08 – -0,03]	-0,18 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,23 (0,01)	[-0,06 – -0,02]	-0,23 (0,01)	[-0,07 – -0,03]
Put a_2 (MA → RSPAN)	-0,14 (0,01)	[-0,06 – -0,01]	-0,07 (0,01)	[-0,03 – 0,01]	-0,16 (0,01)	[-0,05 – -0,01]	-0,12 (0,01)	[-0,05 – -0,001]
Put b_1 (OSPAN → IKO)	0,13 (0,55)	[-0,04 – 2,11]	0,13 (0,54)	[-0,03 – 2,10]	0,16 (0,53)	[0,20 – 2,31]	0,15 (0,54)	[0,11 – 2,14]
Put b_2 (RSPAN → IKO)	0,10 (0,51)	[-0,21 – 1,78]	0,10 (0,51)	[-0,22 – 1,77]	0,11 (0,50)	[-0,13 – 1,84]	0,10 (0,50)	[-0,21 – 1,77]
Neizravni (MA → OSPAN → IKO)	-0,03 (0,02)	[-0,07 – 0,002]	-0,02 (0,01)	[-0,05 – 0,001]	-0,05 (0,03)	[-0,11 – -0,01]	-0,03 (0,02)	[-0,07 – -0,002]
Neizravni (MA → RSPAN → IKO)	-0,01 (0,01)	[-0,05 – 0,002]	-0,01 (0,01)	[-0,03 – 0,003]	-0,03 (0,02)	[-0,07 – 0,003]	-0,01 (0,01)	[-0,04 – 0,003]

Izravni (MA → IKO)	0,04 (0,10)	[-0,13 – 0,26]	0,05 (0,07)	[-0,08 – 0,21]	0,18 (0,08)	[0,09 – 0,40]	0,12 (0,10)	[0,01 – 0,41]
Ukupni	-0,01 (0,10)	[-0,21 – 0,18]	0,02 (0,07)	[-0,12 – 0,17]	0,12 (0,08)	[0,02 – 0,33]	0,07 (0,10)	[-0,07 – 0,33]

Napomena: MAss – model u kojem je prediktor podljestvica MA u svakodnevnim situacijama, MAržad – model u kojem je prediktor podljestvica MA pri rješavanju zadataka, AMAS_procjena – model u kojem je prediktor podljestvica AMAS-a koja se odnosi na MA u situacijama procjene, AMAS_učenje – model u kojem je prediktor podljestvica AMAS-a povezana s usvajanjem gradiva, vrijednosti predstavljaju standardizirane procjene parametara, KO – kognitivno opterećenje, kompozitna varijabla UKO i VKO, IKO – inherentno KO, putevi su značajni kad 95%-tni interval pouzdanosti (CI) ne uključuju 0, značajni učinci su podebljani

4.3.4. Medijatorska uloga KO u odnosu između matematičke samoeфикаsnosti i izvedbe

U svrhu ispitivanja medijatorske uloge pojedinih tipova KO u odnosu između matematičke samoeфикаsnosti i ukupne izvedbe na matematičkim zadacima, provedena je paralelna medijacijska analiza (Tablica 10.) u programu PROCESS makro (Model 4). Za potrebe odgovora na četvrti istraživački problem, oblikovana je kompozitna varijabla KO koja obuhvaća čestice UKO i VKO. Matematička samoeфикаsnost značajno negativno predviđa KO, odnosno mentalno opterećenje ($\beta = -0,36$, CI = [-0,36 – -0,20], $p < 0,001$), no ne predviđa značajno IKO, odnosno razinu mentalnog napora ($\beta = 0,04$, CI = [-0,07– 0,16], $p > 0,05$). Mentalno opterećenje (KO) i mentalni napor (IKO) značajno predviđaju ukupnu izvedbu na zadacima, pri čemu je mentalno opterećenje negativan prediktor ($\beta = -0,41$, CI = [-1,14 – -0,68], $p < 0,001$), a IKO pozitivan prediktor izvedbe ($\beta = 0,18$, CI = [0,14 – 0,46], $p < 0,001$). Dodatno, utvrđeni su značajni neizravni učinci matematičke samoeфикаsnosti na ukupnu izvedbu, posredstvom KO, odnosno mentalnog opterećenja, ali ne i IKO-a, odnosno mentalnog napora (Tablica 10.). S obzirom na značajnosti ukupnog učinka ($\beta = 0,35$, CI = [0,43– 0,78], $p < 0,001$), ali i izravnog učinka ($\beta = 0,19$, CI = [0,16– 0,51], $p < 0,001$), u ovom modelu dobivena je djelomična medijacija.

U kontekstu postavljenih hipoteza, dobiveni rezultati djelomično potvrđuju očekivanja. Utvrđeno je da niža matematička samoeфикаsnost značajno predviđa više mentalno opterećenje (UKO i VKO), odnosno percepciju prezentiranih zadataka kao složenih te neprecizno i nejasno formuliranih, ali ne predviđa značajno mentalni napor (IKO). Matematička samoeфикаsnost ima značajan učinak na izvedbu, posredstvom percipirane složenosti i jasnoće zadataka, ali ne i mentalnog napora. Sudionici koji imaju višu matematičku samoeфикаsnost imat će bolju izvedbu na matematičkim zadacima, a djelomično uslijed doživljenog nižeg mentalnog opterećenja.

Tablica 10.

Neizravni učinci u sklopu modela matematičke samoeфикаsnosti – KO – izvedbe (N=325)

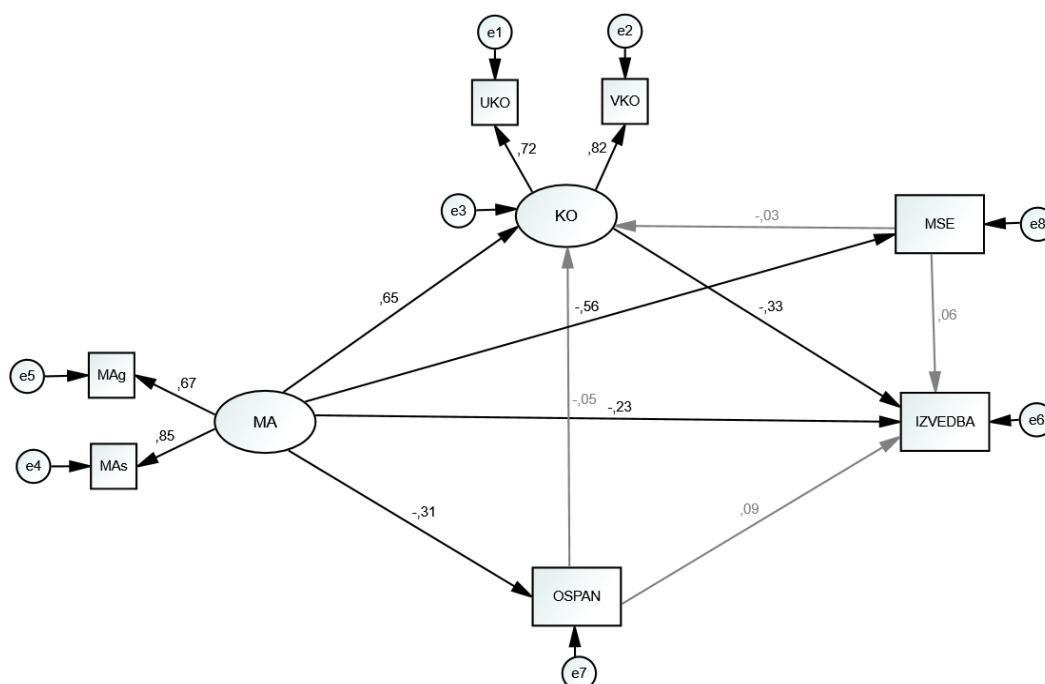
Neizravni učinak MSE					
Kriterij	→ izvedba preko...	B	β	SE	95% CI
Izvedba	KO	0,25	0,15	0,03	[0,10 – 0,21]
	IKO	0,01	0,01	0,01	[-0,01 – 0,03]

Napomena: MSE – matematička samoeфикаsnost, KO – kognitivno opterećenje, kompozitna varijabla UKO i VKO, IKO – inherentno KO, značajni učinci su podebljani

4.3.5. Prijedlog složenijih modela

U svrhu stjecanja dubljeg uvida u međudnos promatranih konstrukata, na temelju parcijalnih modela oblikovani su složeniji modeli koji istodobno uključuju oba medijatora: kognitivno opterećenje i radno pamćenje. S obzirom na prethodno utvrđene drugačije obrasce povezanosti ovisno o mjeri MA, kao i na potrebu razlikovanja mentalnog opterećenja (UKO i VKO) od mentalnog napora (IKO), ukupno je formirano osam složenih modela. U prva četiri modela prediktor je bio latentna varijabla MA predstavljena podljestvicama Upitnika MA za odrasle (MA u svakodnevnim situacijama), pri čemu se u prva dva promatrala medijatorska uloga latentne varijable KO (UKO i VKO) i RP, zasebno za svaku mjeru procjene RP (OSPAN i RSPAN). U druga dva modela promatrala se medijatorska uloga manifestne varijable IKO te OSPAN-a ili RSPAN-a. Svi modeli sadržavali su i manifestnu varijablu matematičke samoeфикаsnosti te njezin odnos s pojedinim tipovima KO i izvedbom.

Navedeni modeli pokazali su zadovoljavajuće indekse pristajanja, pri čemu su pojedini pokazatelji (TLI i RMSEA) u okviru modela s IKO-om imali granične, ali i dalje prihvatljive vrijednosti. Učinci MA prema oba medijatora, odnosno prema pojedinim tipovima percipiranog KO te obje mjere procjene RP, ali i prema izvedbi, istovjetni su onima dobivenim u prethodno prikazanim parcijalnim modelima. Za razliku od inicijalnih modela s latentnom varijablom KO, u okviru složenijih modela OSPAN se pokazao kao granično značajni prediktor izvedbe na što ukazuju intervali pouzdanosti (Model 1 i Model 3: $\beta = 0,09$, $CI = [0,01 - 0,17]$, $p = 0,07$). Nešto veće promjene u značajnostima efekata primjetne su u slučaju modela koji obuhvaćaju mentalni napor (IKO) kao jednu od medijatorskih varijabli. U odnosu na paralelne medijacijske modele, u složenijim modelima IKO se pokazao kao granično značajan prediktor ukupne izvedbe isključivo u modelu u kojem je RSPAN uključen kao medijator, što potvrđuju i pripadajući intervali pouzdanosti (Model 4: $\beta = 0,09$, $CI = [0,005 - 0,18]$, $p = 0,08$). Dodatno, dobiven je značajan odnos obje mjere procjene RP i mentalnog napora, pri čemu je izvedba na OSPAN-u ($\beta = 0,19$, $CI = [0,09 - 0,23]$, $p < 0,01$) te RSPAN-u ($\beta = 0,17$, $CI = [0,07 - 0,26]$, $p < 0,01$) pozitivno predviđala percipiranu razinu uloženog truda i spremnosti na uključivanje u proces rješavanja zadataka. Primjetan je i značajan odnos MA vezane uz primjenu znanja i rješavanja zadataka u svakodnevnim situacijama te razine percipiranog mentalnog napora, posredstvom OSPAN-a i RSPAN-a (Tablica 11., Slika 10. – 13.).

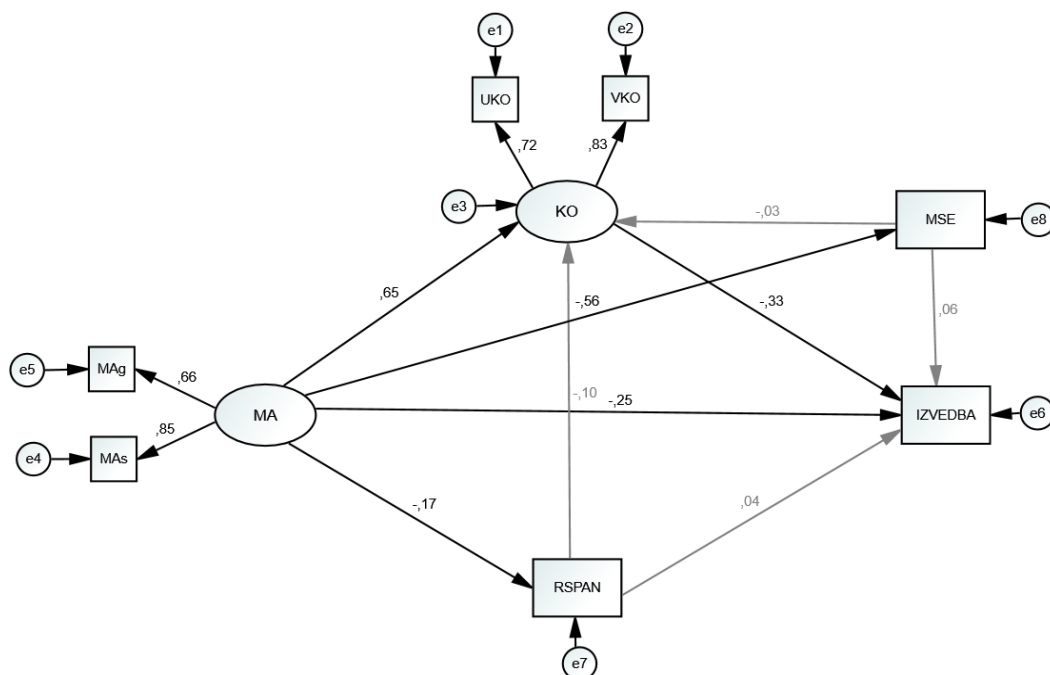


Slika 10.

Model 1: složeniji model s MA u svakodnevnom situacijama (Upitnik MA za odrasle, prediktor), KO (UKO i VKO) i OSPAN-om (medijatori)

Napomena: MA – latentna varijabla MA u svakodnevnom situacijama (MAss/MAs+ MArjad/MAg), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), MSE – matematička samoeфикаsnost, neznаčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja ($\chi^2 = 21,55$, $df = 8$, $p < 0,01$, $\chi^2/df = 2,69$, CFI = 0,98, TLI = 0,94, RMSEA = 0,074 [0,04 - 0,11], SRMR = 0,04).

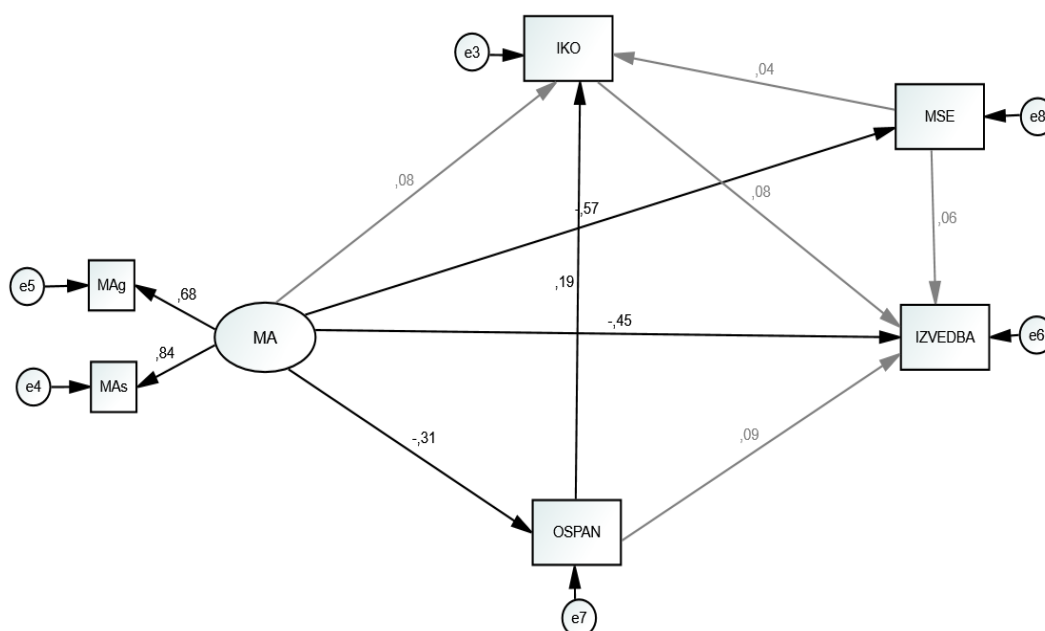


Slika 11.

Model 2: složeniji model s MA u svakodnevnom situacijama (Upitnik MA za odrasle, prediktor), KO (UKO i VKO) i RSPAN-om (medijatori)

Napomena: MA – latentna varijabla MA u svakodnevnom situacijama (MAss/ MAs+ MArjad/MAg), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), MSE – matematička samoeфикаsnost, neznаčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja, uz granične, ali prihvatljive vrijednosti RMSEA-e ($\chi^2 = 24,27$, $df = 8$, $p < 0,01$, $\chi^2/df = 3,03$ CFI = 0,97 TLI = 0,925, RMSEA = 0,081 [0,05- 0,12], SRMR = 0,04).

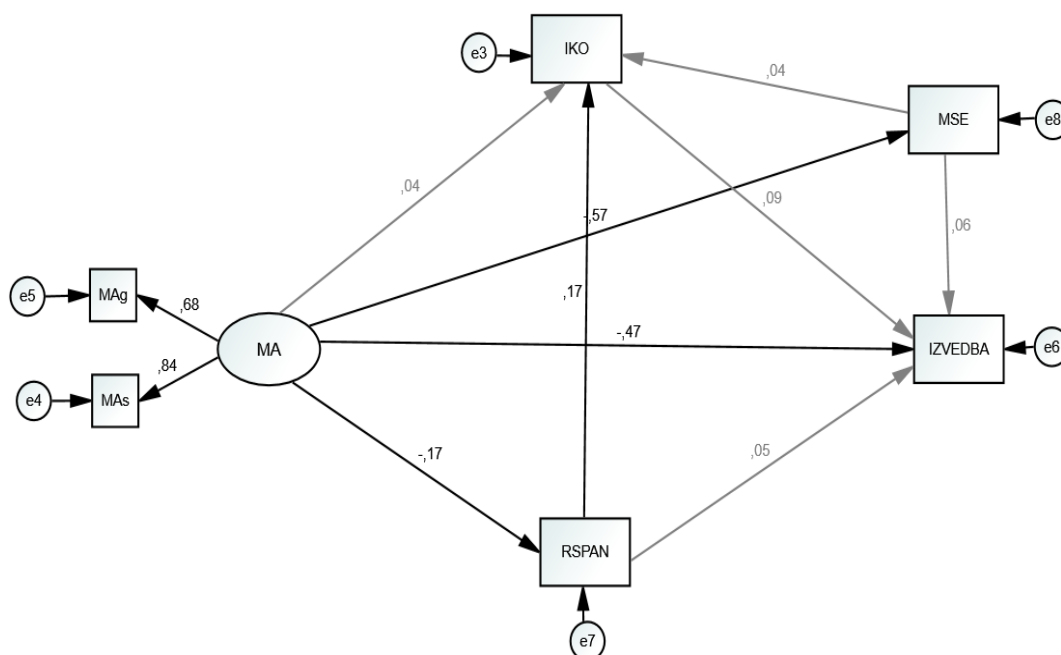


Slika 12.

Model 3: složeniji model s MA u svakodnevnim situacijama (Upitnik MA za odrasle, prediktor), IKO i OSPAN-om (medijatori)

Napomena: MA – latentna varijabla MA u svakodnevnim situacijama (MAss/ MAs+ MARjad/MAg), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoefikasnost, neznčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja, uz granične, ali prihvatljive vrijednosti pojedinih pokazatelja ($\chi^2 = 12,46$, $df = 4$, $p < 0,05$, $\chi^2/df = 3,12$ CFI = 0,97 TLI = 0,90, RMSEA = 0,08 [0,03 - 0,14], SRMR = 0,04).



Slika 13.

Model 4: složeniji model s MA u svakodnevnom situacijama (Upitnik MA za odrasle, prediktor), IKO i RSPAN-om (medijatori)

Napomena: MA – latentna varijabla MA u svakodnevnom situacijama (MAss/ MAs+ MARjad/MAg), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoefikasnost, neznčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja, uz granične, ali prihvatljive vrijednosti pojedinih pokazatelja ($\chi^2 = 14,22$, $df = 4$, $p < 0,01$, $\chi^2/df = 3,55$ CFI = 0,97 TLI = 0,88, RMSEA = 0,09 [0,04 - 0,14], SRMR = 0,04).

Tablica 11.

Neizravni učinci složenijih modela s MA u svakodnevnom situacijama (N = 314)

Indirektni učinak	Nestandardizirana procjena	95 % CI
Model 1		
MA → KO → izvedba	-0,75	[-1,23 – -0,39]
MA → OSPAN → KO	0,02	[-0,02 – 0,07]
MA → OSPAN → izvedba	-0,09	[-0,19 – -0,01]
MSE → KO → izvedba	0,06	[0,03 – 0,11]
Model 2		

MA → KO → izvedba	-0,74	[-1,21 – -0,39]
MA → RSPAN → KO	0,02	[-0,002 – 0,05]
MA → RSPAN → izvedba	-0,02	[-0,07 – 0,02]
MSE → KO → izvedba	0,04	[0,01 – 0,08]
Model 3		
MA → IKO → izvedba	0,02	[-0,02 – 0,10]
MA → OSPAN → IKO	-0,12	[-0,19 – -0,06]
MA → OSPAN → izvedba	-0,10	[-0,20 – -0,01]
MSE → IKO → izvedba	-0,01	[-0,02 – 0,00]
Model 4		
MA → IKO → izvedba	0,01	[-0,03 – 0,09]
MA → RSPAN → IKO	-0,06	[-0,13 – -0,01]
MA → RSPAN → izvedba	-0,03	[-0,08 – 0,01]
MSE → IKO → izvedba	-0,01	[-0,02 – 0,00]

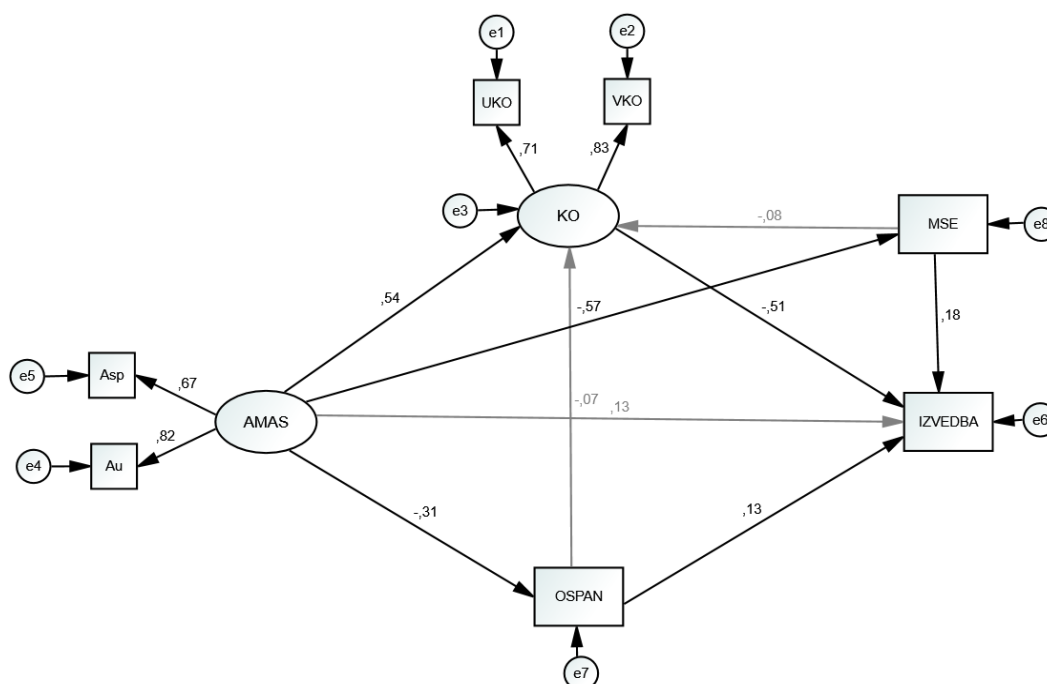
Napomena: MA – latentna varijabla MA u svakodnevnim situacijama (MAss+ MARjad), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoeфикаsnost, značajni učinci su podebljani

Drugi set modela obuhvaćao je latentnu varijablu MA predstavljenu podljestvicama AMAS upitnika. U prva dva modela promatrala se medijatorska uloga latentne varijable KO (UKO i VKO) i RP, zasebno za svaku mjeru procjene RP (OSPAAN i RSPAN). U druga dva modela promatrala se medijatorska uloga manifestne varijable IKO te OSPAN-a ili RSPAN-a (Tablica 12., Slika 14. – 17.).

Testiranjem modela utvrđeni su dobri indeksi pristajanja, pri čemu su vrijednosti pojedinih pokazatelja nešto bolje u odnosu na modele s MA predstavljenom podljestvicama Upitnika MA za odrasle. Nadalje, dobiveni su obrasci povezanosti MA operacionalizirane putem upitnika AMAS s mentalnim opterećenjem i RP koji su u skladu s nalazima parcijalnih modela. U skladu s prethodno opisanim modelima, dobiven je izravan učinak MA na izvedbu samo u modelima s IKO-om kao medijatorskom varijablom. Upravo u modelima koji sadrže manifestnu varijablu IKO primjetne su promjene u određenim učincima. Za razliku od nalaza paralelnih medijacija, u složenijim modelima dobiven je značajan odnos MA i razine percipiranog mentalnog napora (IKO) ($\beta = 0,28$, CI = [0,13 – 0,45], $p < 0,01$), kao i RSPAN-a i mentalnog napora (IKO) ($\beta = 0,19$, CI = [0,09 – 0,28], $p < 0,01$). Dodatno, iako su p vrijednosti na granici značajnosti, intervali pouzdanosti (Hayes, 2018) ukazuju da razina uloženog truda doprinosi boljoj izvedbi na matematičkim problemskim zadacima riječima (Model 3 i Model 4: $\beta = 0,11$, CI = [0,02 – 0,20], $p = 0,05$).

U pogledu odnosa matematičke samoeфикаsnosti, pojedinih tipova KO i izvedbe na matematičkim zadacima, uočena su određena odstupanja u odnosu na nalaze paralelne

medijacije. Naime, u složenijim modelima nije potvrđen značajan odnos s mentalnim opterećenjem (UKO i VKO), ni u modelima u kojima je MA predstavljena podljestvicama Upitnika MA za odrasle ($\beta = 0,03$, $CI = [-0,17 - 0,12]$, $p > 0,05$), ni u modelima s AMAS-om ($\beta = 0,04$, $CI = [-0,04 - 0,11]$, $p > 0,05$). Dodatno, intervali pouzdanosti ukazuju na granično značajan odnos IKO i izvedbe u svim modelima, izuzev modela s MA u svakodnevnim situacijama i OSPAN-om kao medijatorom ($\beta = 0,08$, $CI = [-0,001 - 0,17]$, $p > 0,05$). Nadalje, povezanost s ukupnom izvedbom varira ovisno o operacionalizaciji MA kao latentne varijable, pri čemu ostaje statistički značajna isključivo u modelima u kojima je MA predstavljena podljestvicama AMAS upitnika.

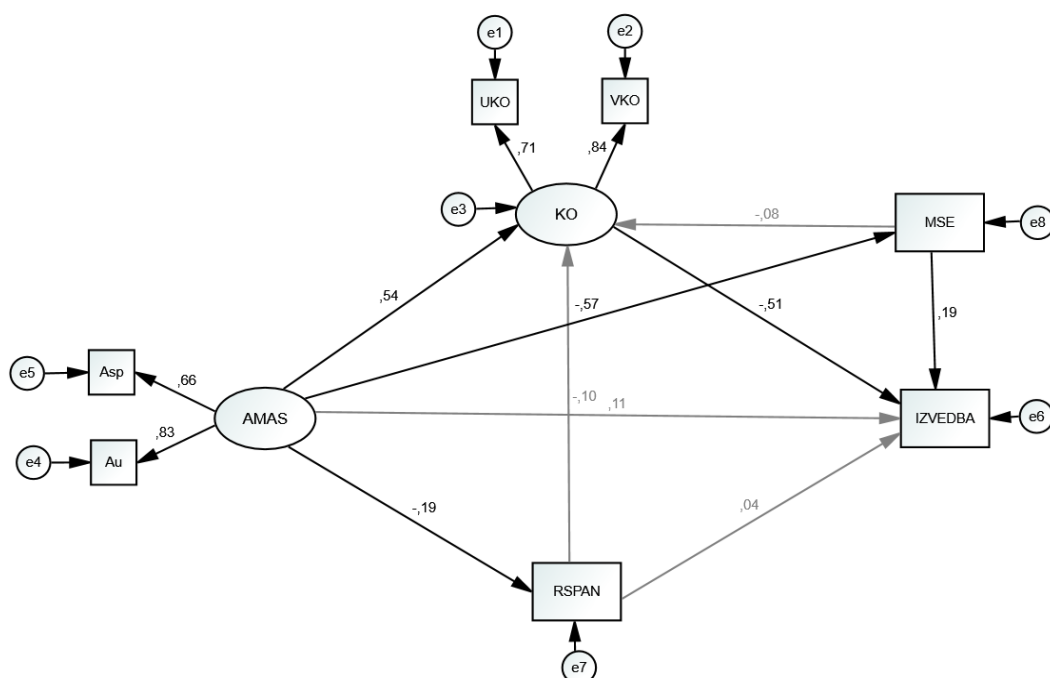


Slika 14.

Model 1: složeniji model s MA vezanom uz razredno okruženje (AMAS, prediktor), KO (UKO i VKO) i OSPAN-om (medijatori)

Napomena: AMAS – latentna varijabla MA u razrednom okruženju (Asp/ AMAS_procjena + Au/AMAS_učenje), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), MSE – matematička samoeфикаsnost, neznčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao dobre indekse pristajanja ($\chi^2 = 10,64$ $df = 8$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,33$, CFI = 0,995 TLI = 0,987, RMSEA = 0,032 [0,00 - 0,78], SRMR = 0,02).

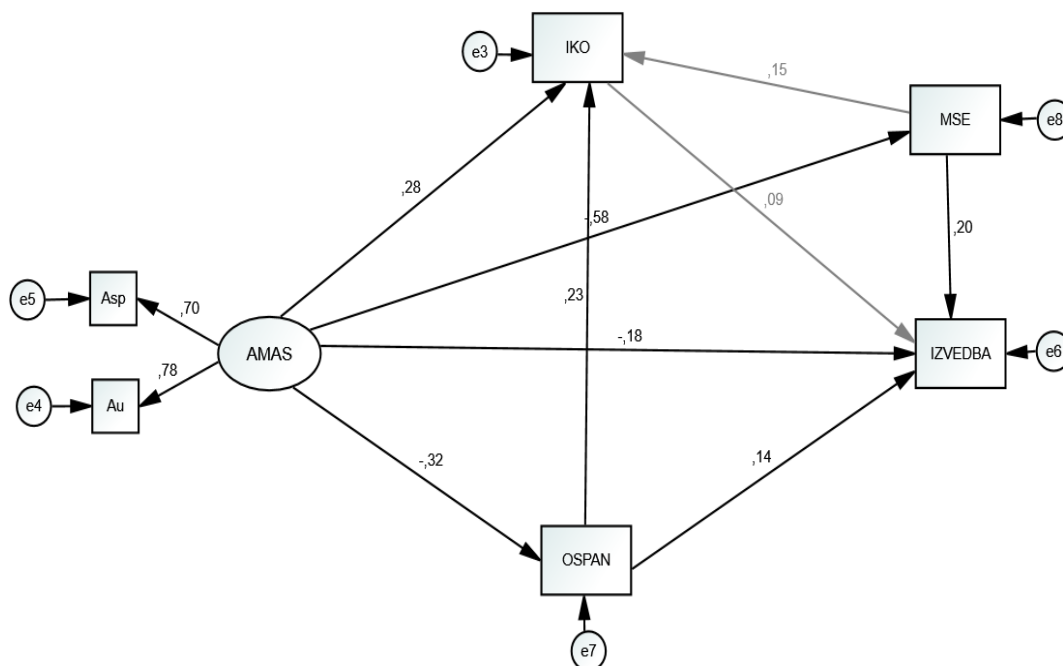


Slika 15.

Model 2: složeniji model s MA vezanom uz razredno okruženje (AMAS, prediktor), KO (UKO i VKO) i RSPAN-om (medijatori)

Napomena: AMAS – latentna varijabla MA u razrednom okruženju (Asp/ AMAS_procjena + Au/AMAS_učenje), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), MSE – matematička samoeфикаsnost, neznаčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao dobre indekse pristajanja ($\chi^2 = 13,98$, $df = 8$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,75$, CFI = 0,988 TLI = 0,970, RMSEA = 0,049 [0,00 - 0,09], SRMR = 0,02).

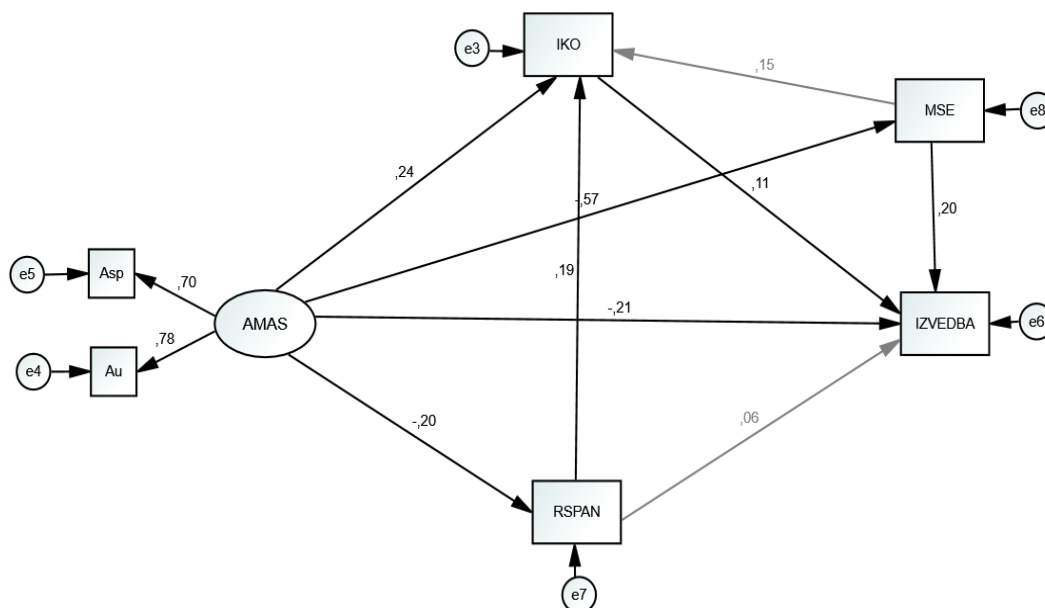


Slika 16.

Model 3: složeniji model s MA vezanom uz razredno okruženje (AMAS, prediktor), IKO i OSPAN-om (medijatori)

Napomena: AMAS – latentna varijabla MA u razrednom okruženju (Asp/ AMAS_procjena + Au/AMAS_učenje), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoeфикаsnost, neznačajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao dobre indekse pristajanja ($\chi^2 = 5,80$, $df = 4$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,45$ CFI = 0,994 TLI = 0,997, RMSEA = 0,04 [0,00 - 0,10], SRMR = 0,02).



Slika 17.

Model 4: složeniji model s MA vezanom uz razredno okruženje (AMAS, prediktor), IKO i RSPAN-om (medijatori)

Napomena: AMAS – latentna varijabla MA u razrednom okruženju (Asp/ AMAS_procjena + Au/AMAS_učenje), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoeфикаsnost, neznаčajni učinci su označeni sivom bojom

Model je pokazao zadovoljavajuće indekse pristajanja ($\chi^2 = 7,76$, $df = 4$, $p > 0,05$, $\chi^2/df = 1,94$ CFI = 0,986 TLI = 0,947, RMSEA = 0,055 [0,00 - 0,11], SRMR = 0,02).

Tablica 12.

Neizravni učinci složenijih modela s MA u razrednom okruženju (N = 314)

Indirektni učinak	Nestandardizirana procjena	95 % CI
Model 1		
AMAS → KO → izvedba	-0,99	[-1,61 – -0,58]
AMAS → OSPAN → KO	0,03	[-0,02 – 0,09]
AMAS → OSPAN → izvedba	-0,15	[-0,27 – -0,04]
MSE → KO → izvedba	0,11	[0,06 – 0,17]
Model 2		
AMAS → KO → izvedba	-1,00	[-1,59 – -0,58]

AMAS → RSPAN → KO	0,03	[0,001 – 0,06]
AMAS → RSPAN → izvedba	-0,03	[-0,09 – 0,02]
MSE → KO → izvedba	0,07	[0,03 – 0,13]

Model 3

AMAS → IKO → izvedba	0,10	[0,00 – 0,25]
AMAS → OSPAN → IKO	-0,17	[-0,28 – -0,08]
AMAS → OSPAN → izvedba	-0,17	[-0,31 – -0,06]
MSE → IKO → izvedba	-0,01	[-0,03 – 0,00]

Model 4

AMAS → IKO → izvedba	0,10	[0,01 – 0,24]
AMAS → RSPAN → IKO	-0,09	[-0,18 – -0,02]
AMAS → RSPAN → izvedba	-0,05	[-0,12 – 0,01]
MSE → IKO → izvedba	-0,01	[-0,02 – -0,01]

Napomena: AMAS – latentna varijabla MA u razrednom okruženju (Asp/ AMAS_procjena + Au/AMAS_učenje), KO – latentna varijabla KO (UKO + VKO), IKO – inherentno KO, MSE – matematička samoeфикаsnost, značajni učinci su podebljani

4.4. Utvrđivanje latentnih profila s obzirom na KO

U svrhu odgovora na peti istraživački problem, odnosno utvrđivanje profila s obzirom na tri tipa percipiranog KO provedena je analiza latentnih profila.

Vrijednosti pokazatelja pristajanja modela upućuju na kontinuirano smanjenje informacijskih kriterija AIC i BIC s porastom broja profila, sve do modela s pet latentnih grupa (Tablica 13., Slika 19.). Međutim, unatoč daljnjem smanjenju navedenih kriterija u modelu s pet profila, *p*-vrijednosti VLMR i LMR testa veće od 0,05 sugeriraju da uvođenje dodatne grupe ne dovodi do značajnijeg poboljšanja pristajanja u odnosu na model s četiri latentne grupe. U prilog tome idu i niže vrijednosti entropije kod modela s pet profila. Uslijed navedenog promatrane su vrijednosti informacijskih kriterija i *p* - vrijednosti VLMR i LMR testa modela s četiri profila koji potvrđuju njegovo dobro pristajanje (Tablica 13.) i kvalitetu klasifikacije (entropija > 0,70). No, pri odabiru konačne solucije, uz spomenute pokazatelje, uzeta je u obzir i teorijska interpretabilnost dobivenih profila te njihova veličina. U modelu s četiri latentne grupe, odnosno profila uočena je neujednačenost u raspodjeli sudionika, pri čemu najmanja grupa obuhvaća svega 10 sudionika (3,00 % ukupnog uzorka). Slijedom navedenog razmotren je te u konačnici odabran model s tri latentne grupe. Vrijednost entropije navedenog modela upućuje na dobru kvalitetu klasifikacije (0,87 > 0,70) i prihvatljiviju veličinu pojedinih profila.

Tablica 13.*Indeksi pristajanja za analizu latentnih profila (N=324)*

k	AIC	BIC	p_{VLMR}	p_{LMR}	Entropija	Veličine grupa
1	3073,96	3096,65	-	-	-	324
2	2870,55	2908,36	< 0,00	< 0,00	0,89	260, 64
3	2833,10	2886,04	0,02	0,02	0,87	58, 26, 240
4	2796,28	2864,34	0,03	0,03	0,89	10, 232, 25, 57
5	2767,95	2851,12	0,17	0,18	0,86	153, 92, 9, 47, 23

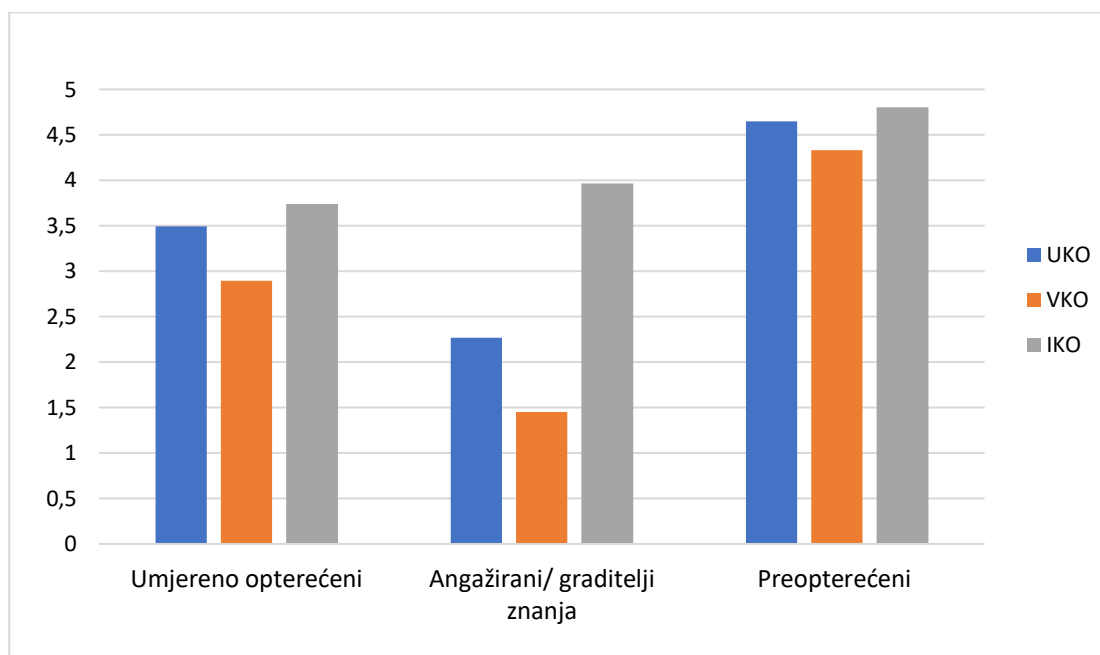
Napomena: k – broj latentnih profila u modelu; AIC = Akaikeov informacijski kriterij; BIC = Bayesov informacijski kriterij; p_{VLMR} = Vuong-Lo-Mendell-Rubinov test omjera vjerojatnosti; p_{LMR} = Lo--Mendell-Rubinov prilagođeni test omjera vjerojatnosti

U svrhu utvrđivanja razlika u tipovima KO s obzirom na utvrđena tri profila, proveden je Wald test (Tablica 14.). Primjetno je da se profili značajno razlikuju u pogledu procjene složenosti (UKO) i jasnoće (VKO) matematičkih zadataka, dok u slučaju količine uloženog napora (IKO) nije dobivena značajna razlika, iako je značajnost granična. Temeljem prosječnih vrijednosti pojedinih tipova KO, latentne grupe su nazvane (1) umjereno opterećeni, (2) graditelji znanja/angažirani i (3) preopterećeni. Studenti koji su umjereno opterećeni prilikom rješavanja problemskih zadataka (17,90 %) iskazuju relativno prosječne razine svih tipova KO u odnosu na preostale dvije latentne grupe. Drugim riječima, prezentirane zadatke ocjenjuju kao umjereno složene, donekle jasne i jednoznačne, te u njihovo rješavanje ulažu umjerenu količinu truda. Druga grupa, angažirani/ graditelji znanja (74,07 %) iskazuju relativno niske rezultate na UKO i VKO u odnosu na ostale profile, uz prosječne vrijednosti IKO. U odnosu na druga dva profila, skupinu preopterećenih studenata (8,03 %) karakteriziraju povišene vrijednosti na sva tri tipa KO. Takvi sudionici percipiraju matematičke zadatke kao prilično složene, teže prepoznaju relevantne informacije, ali procjenjuju da su tijekom njihovog rješavanja uložili znatnu količinu truda (Tablica 14., Slika 18).

Tablica 14.*Razlike u prosječnim vrijednostima KO s obzirom na profile (N = 324)*

Varijabla	Umjereno opterećeni (n = 58)		Angažirani (n = 240)		Preopterećeni (n = 26)		χ^2	p
	M	SE	M	SE	M	SE		
UKO	3,49	0,22	2,27	0,08	4,65	0,27	95,57	< 0.001
VKO	2,89	0,16	1,45	0,05	4,33	0,16	351, 85	< 0.001
IKO	3,74	0,23	3,97	0,09	4,81	0,37	5,58	0,06

Napomena: UKO – unutrašnje KO, VKO – vanjsko KO, IKO – inherentno KO



Slika 18.

Profili studenata s različitim obrascima kognitivnog opterećenja

4.5. Razlike među utvrđenim latentnim profilima

Razlike u MA, matematičkoj samoeфикаsnosti, radnom pamćenju, epistemičkim emocijama i varijablama vezanim uz izvedbu s obzirom na profile KO ispitivane su BCH metodom (Tablica 15.). Angažirani studenti (graditelji znanja) iskazuju značajno više razine matematičke samoeфикаsnosti i niže razine svih tipova MA u odnosu na preostale dvije latentne grupe. Preopterećeni studenti u značajno manjoj mjeri vjeruju u svoje sposobnosti uspješnog rješavanja zadataka (matematička samoeфикаsnost) te prijavljuju više razine MA u svakodnevnim situacijama i u situacijama procjene znanja iz matematike u odnosu na umjereno opterećene studente. Potonje dvije skupine iskazuju podjednake razine MA vezane uz rješavanje zadataka i učenje gradiva iz matematike.

S obzirom na mjere radnog pamćenja, primjetne su značajne razlike na OSPAN-u i na RSPAN-u između preopterećenih i angažiranih studenata, pri čemu je kod potonje skupine utvrđeno bolje dosjećanje slova, odnosno veći kapacitet. Dodatno, pokazalo se da preopterećeni studenti postižu slabije rezultate od umjereno opterećenih, ali samo u vidu OSPAN-a, dok u slučaju RSPAN-a nije utvrđena značajna razlika. Umjereno opterećeni postižu približno jednake rezultate kao angažirani studenti na obje mjere kapaciteta radnog pamćenja.

U usporedbi s umjereno opterećenim i preopterećenim studentima, angažirani studenti (graditelji znanja) prijavljuju niže razine zbunjenosti, anksioznosti i dosade te višu razinu

znatiželje prilikom rješavanja matematičkih zadataka. Dodatno, preopterećeni studenti u značajno većoj mjeri doživljavaju zbunjenost i anksioznost prilikom rješavanja zadataka u odnosu na umjereno opterećene studente. U pogledu metakognitivnih procjena točnosti, primjetna je blaga sklonost precjenjivanju broja točno riješenih zadataka prije pristupanja istima (prospektivna procjena) kod angažiranih studenata u odnosu na umjereno opterećene studente. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u navedenoj mjeri između preostalih skupina. Nadalje, identificirani profili ne razlikuju se značajno u pogledu retrospektivnih procjena točno riješenih zadataka.

Kad je riječ o procjenama sigurnosti, angažirani studenti (graditelji znanja) u prosjeku su značajno više sigurniji u ispravnost danih odgovora, neovisno o njihovoj točnosti. Sve latentne grupe iskazuju podjednako blagu tendenciju podcjenjivanju, no preopterećeni studenti pokazuju bolju sposobnost razlikovanja točnih i netočnih odgovora u odnosu na umjereno opterećene i angažirane studente. Konačno, angažirani studenti (graditelji znanja) imaju značajno bolju izvedbu na matematičkim zadacima u odnosu na ostale grupe. Umjereno opterećeni i preopterećeni studenti imaju podjednaku ukupnu izvedbu na matematičkim zadacima riječima. Nije utvrđena značajna razlika među profilima u pogledu prosječnog vremena koje je proteklo od odabira jednog od ponuđenih odgovora/ rješenja zadatka do njegove konačne predaje.

Tablica 15.

Razlike u matematičkoj samoeфикаsnosti, MA, epistemičkim emocijama, RP i metakognitivnim procjenama s obzirom na profile percipiranog KO primjenom BCH metode (N = 324)

Varijabla	Umjereno opterećeni (n = 58)		Angažirani (n = 240)		Preopterećeni (n = 26)		χ^2	p
	M	SE	M	SE	M	SE		
MSE	4,73	0,18	5,34	0,08	4,07	0,26	29,004	< 0,001
MAss	2,30	0,11	1,78	0,05	2,94	0,15	71,63	< 0,001
MArjzad	3,26 _a	0,14	2,72	0,07	3,61 _a	0,15	35,76	< 0,001
AMAS_procjena	3,64	0,12	3,28	0,06	4,17	0,18	27,29	< 0,001
AMAS_učenje	2,15 _a	0,12	1,62	0,04	2,54 _a	0,18	39,91	< 0,05
OSPAN_DNR	0,79 _a	0,02	0,83 _a	0,11	0,68	0,05	12,74	< 0,05
RSPAN_DNR	0,76 _{ab}	0,03	0,79 _b	0,01	0,67 _a	0,04	9,33	< 0,01
Znatiželja	2,62 _a	0,17	3,11	0,08	2,49 _a	0,27	10,07	< 0,01
Zbunjenost	3,39	0,11	2,66	0,07	4,02	0,14	92,98	< 0,001
Anksioznost	2,76	0,16	2,13	0,08	3,49	0,22	42,75	< 0,001
Dosada	2,53 _a	0,13	2,03	0,06	3,06 _a	0,24	27,79	< 0,001
Izvedba	4,28 _a	0,29	6,201	0,14	3,85 _a	0,39	59,54	< 0,001
PP_IP	0,01 _a	0,04	0,11 _b	0,01	0,03 _{ab}	0,05	8,886	< 0,05

RP_IP	0,11	0,03	0,13	0,01	0,16	0,05	0,76	0,69
Sigurnost	28,12 _a	3,25	49,38	1,62	24,98 _a	3,99	57,49	< 0,001
Sigurnost_IP	-0,15	0,03	-0,13	0,01	-0,14	0,05	0,37	0,83
Sigurnost_gama	0,27 _a	0,09	0,20 _a	0,12	0,53	0,03	13,23	< 0,01
Odabir-predaja:_vrijeme	96,16	19,62	107,33	9,26	134,38	70,47	0,36	0,86

Napomena: profili s istim slovom unutar retka ne razlikuju se značajno na $p < 0,05$, MSE – matematička samoefikasnost, MAss – MA u svakodnevnom situacijama, MARjad – MA pri rješavanju zadataka, OSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, RSPAN_DNR – djelomično neponderirani rezultat, PP_IP – indeks pristranosti prospektivne procjene točnosti, RP_IP – indeks pristranosti retrospektivne procjene točnosti, Sigurnost – prosječna sigurnost na razini svih zadataka, Sigurnost_IP – indeks pristranosti procjena sigurnosti, Sigurnost_gama – gama koeficijent procjena sigurnosti, Odabir-predaja:_vrijeme – vrijeme proteklo od odabira rješenja do njegove konačne predaje (u sek)

Kako bi se ispitalo razlikuju li se strategije rješavanja matematičkih problemskih zadataka, dobivene samoprocjenom sudionika i opažanjem (analizom pomoćnih papira), s obzirom na tri utvrđena profila sudionika, promatrane su vrijednosti hi-kvadrat testa. U svrhu smanjenja rizika od pogreške tipa 1 (lažno pozitivni rezultati), a uslijed primjene višestrukih hi-kvadrata, provedena je Bonferroni korekcija.

Samoprocjene sudionika o primijenjenim strategijama pritom su izražene kroz dvije varijable: jedna se odnosila na strategije korištene u slučaju objektivno točno riješenih zadataka, a druga na strategije primijenjene u zadacima čije rješenje nije bilo točno. Potom je na temelju samoprocjena sudionika utvrđena dominantna strategija rješavanja na razini svih deset zadataka, zasebno za točno i netočno riješene zadatke (Tablica 16.). Isti postupak primijenjen je i u slučaju strategija utvrđenih opažanjem, odnosno analizom pomoćnih papira (Tablica 17.). Na temelju opisanog postupka oblikovane su četiri varijable: dominantna strategija dobivena samoprocjenama u zadacima koji su bili točno riješeni, dominantna strategija dobivena samoprocjenama u zadacima koji nisu bili točno riješeni te dominantna strategija rješavanja u slučaju točno i netočno riješenih zadataka utvrđena analizom pomoćnih papira.

Rezultati hi-kvadrat testa ukazuju na postojanje statistički značajnih razlika u dominantnoj strategiji dobivenoj samoprocjenama u slučaju točno riješenih zadataka, s obzirom na tri profila KO ($\chi^2 = 41,49$, $df = 14$, $p < 0,001$, $\phi = 0,36$). Angažirani studenti su u značajno većoj mjeri navodili da su u slučaju točno riješenih zadataka odmah prepoznali odgovarajuću strategiju rješavanja te je adekvatno primijenili, bez naknadnih ispravaka ($p < 0,001$). Nešto veća učestalost primjene navedene strategije u odnosu na teorijski očekivanu primjetna je i kod skupine umjereno opterećenih, ali se nije pokazala statistički značajnim ($p = 0,08$). Razlike u dominantnoj strategiji dobivenoj samoprocjenama kod netočno riješenih zadataka nisu se pokazale statistički značajnima ($\chi^2 = 21,61$, $df = 14$, $p = 0,09$, $\phi = 0,26$). Nadalje, utvrđene su i značajne razlike u učestalosti primjene pojedinih strategija rješavanja dobivenih opažanjem, i to za zadatke koji su točno riješeni ($\chi^2 = 27,41$, $df = 10$, $p < 0,01$, $\phi = 0,29$) i one čije rješenje nije bilo točno ($\chi^2 = 31,85$, $df = 14$, $p < 0,01$, $\phi = 0,31$). U slučaju strategija utvrđenih opažanjem za točno riješene zadatke, rezultati ukazuju da angažirani studenti značajno češće od teorijski

očekivanog dolaze do točnih rješenja primjenom jedne odgovarajuće i dosljedno provedene strategije ($p < 0,05$), ali i pogađanjem, odnosno postupkom iz kojeg se ispravno rješenje ne proizlazi jasno i smisleno ($p < 0,001$). Kod preopterećenih studenata točan odgovor u najvećoj mjeri bio posljedica pogađanja među ponuđenim opcijama, bilo zbog primjene neadekvatne strategije, pogrešaka tijekom provedbe inače odgovarajuće strategije ili izostanka pokušaja sustavnog rješavanja ($p < 0,05$). U slučaju strategija utvrđenih opažanjem koje su sudionici dominantno primjenjivali pri rješavanju netočno riješenih zadataka (Tablica 17.), frekvencije upućuju na nešto veću sklonost umjereno opterećenih i angažiranih studenata preskakanju zadataka i pogađanju odgovora u odnosu na očekivanu primjenu drugih strategija. Međutim, nakon provedbe Bonferroni korekcije navedene razlike nisu se pokazale statistički značajnima (umjereno opterećeni, $p = 0,07$; angažirani, $p = 0,06$). Iako se nije pokazalo značajnim, vrijedi spomenuti da se kod angažiranih studenata uočava i određena zastupljenost primjene barem jedne strategije rješavanja, bilo djelomično ili u potpunosti raspisane, kao dominantnog pristupa u slučaju netočno riješenih zadataka. Nasuprot tome, kod skupine preopterećenih studenata nema značajnih razlika u učestalosti primjene određenih strategija kod zadataka koji nisu ispravno riješeni (Tablica 17.).

Tablica 16.

Razlike u učestalosti primjene strategija rješavanja dobivenih samoprocjenom ($N = 324$)

	Umjereno opterećeni	Angažirani	Preopterećeni
Strategija	Točno riješeni zadaci (f)		
Svi zadaci su pogrešno riješeni	1	2	0
Odmah prepoznata ispravna strategija	16	131	5
Prije odabira razmatrano više strategija	3	14	1
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	0	11	1
Primjena više različitih strategija	4	2	1
Djelomična primjena jedne, uz odustajanje	4	13	5
Pročitani zadaci, bez primjene strategije	6	11	3
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	24	56	10
	Netočno riješeni zadaci (f)		
Svi zadaci su točno riješeni	0	15	0
Odmah prepoznata ispravna strategija	8	33	2
Prije odabira razmatrano više strategija	1	8	1
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	2	7	0
Primjena više različitih strategija	9	19	1

Djelomična primjena jedne, uz odustajanje	13	39	8
Pročitani zadaci, bez primjene strategije	9	36	9
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	16	83	5

Tablica 17.

Razlike u učestalosti primjene strategija rješavanja dobivenih opažanjem (N = 324)

	Umjereno opterećeni	Angažirani	Preopterećeni
Strategija	Točno riješeni zadaci (f)		
Svi zadaci su pogrešno riješeni	0	3	0
Odmah prepoznata ispravna strategija	13	99	6
Ispravna strategija, uz manje korekcije	1	14	0
Prvotno odabrana nije ispravna, primjena druge	0	6	0
Neočekivano točno, pogađanje	30	76	18
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	14	42	2
	Netočno riješeni zadaci (f)		
Svi zadaci su točno riješeni	0	17	0
Ispravna strategija, netočno rješenje	1	2	0
Pogrešna, cjelovito raspisana	6	43	1
Pogrešna, djelomično raspisana	14	56	7
Primjena dvije ili više strategija	3	18	1
Prepoznavanje relevantnih info, bez primjene strategije	3	12	5
Izostaje pokušaj rješavanja	13	16	4
Nema dominantne - podjednaka primjena više strategija	18	75	8

5. RASPRAVA

S obzirom na promjenjive i dinamične uvjete učenja i svjesnost o ulozi obrazovnog sustava u pripremi osobe na cjeloživotno učenje, sve se više prepoznaje važnost usvajanja vještina adekvatne samoregulacije procesa učenja i rješavanja problema. Navedeno se stavlja i u kontekst eksponencijalnog rasta informacija kojima su mladi svakodnevno izloženi, ali i ograničenih kognitivnih resursa pojedinca. Uslijed navedenog, u posljednjih dva desetljeća, primjetan je porast istraživanja usmjerenih na integraciju dva istaknuta područja u okviru psihologije obrazovanja: teorije samoregulacije i teorije kognitivnog opterećenja (Sweller, 2011). Osim što čini sastavni dio kurikuluma obveznih razina obrazovanja, kao i različitih studijskih programa, osobito u STEM području, rješavanje problemskih zadataka sve više postaje neizostavan dio svakodnevice, čime dodatno dolazi do izražaja važnost usvajanja vještina učinkovite regulacije procesa rješavanja istih (Radüntz, 2020). U tom kontekstu, razvijene vještine problemskog rješavanja ne doprinose samo akademskom uspjehu, već i svakodnevnom funkcioniranju, primjerice prilikom donošenja financijskih ili medicinskih odluka (Cipora i sur., 2022). Unatoč postojanju brojnih modela koji povezuju principe kognitivnog opterećenja i samoregulacije te modela rasuđivanja u matematičkoj domeni, ovo istraživanje usmjerilo se na ispitivanje međuodnosa pojedinih komponenti Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) u matematičkoj domeni, uz istodobno uključivanje pretpostavki teorijskih okvira Morsanyi i suradnika (2019) i RAMPS modela (Scheibe i sur., 2023). Također, u obzir su uzeti relevantni afektivni (matematička anksioznost) i motivacijski čimbenici (matematička samoefikasnost) procesa rješavanja te kognitivni resursi pojedinca (radno pamćenje).

Rezultati provedenog istraživanja pružaju uvid u složeni međuodnos individualnih karakteristika u vidu matematičke anksioznosti i samoefikasnosti, kapaciteta radnog pamćenja te pojedinih tipova kognitivnog opterećenja i ukupne izvedbe na matematičkim zadacima. Dodatno, analizama usmjerenim na osobu dobivene su vrijedne spoznaje o razlikama u određenim afektivnim i (meta)kognitivnim aspektima regulacije procesa rješavanja, ali i individualnim karakteristikama s obzirom na percipirano mentalno opterećenje i napor koji su bili prisutni tijekom rješavanja problemskih matematičkih zadataka.

5.1. Medijacijski modeli

5.1.1. Odnos MA, KO, RP i ukupne izvedbe na zadacima

U svrhu provjere određenih pretpostavki Integriranog modela (Seufert, 2018) o odnosu individualnih resursa (MA) te kognitivnog opterećenja i izvedbe, provedene su medijacijske analize i analize puta.

Kognitivno opterećenje inicijalno je uneseno kao latentna varijabla koju predstavljaju sva tri tipa KO, no indeksi pristajanja i dobivene saturacije ukazale su na potrebu zasebnog promatranja IKO od UKO i VKO. Na opravdanost odvojenog promatranja uloge UKO i VKO u odnosu na IKO ukazuju i dosadašnje studije koje ističu da prva dva tipa KO u većoj mjeri

odražavaju pasivno, mentalno opterećenje izazvano obradom informacija vezanih uz zadatak, dok IKO predstavlja mentalni napor, odnosno spremnost na aktivno uključivanje u proces rješavanja i ulaganje truda (Klepsch i Seufert, 2020; Seufert, 2020). Iz navedenog proizlazi mogućost konceptualizacije mentalnog opterećenja kao kognitivnog aspekta, u odnosu na mentalni napor kao motivacijske tendencije pojedinca da se uključi u proces rješavanja određenog zadatka. Na mogućnost razdvajanja mentalnog opterećenja (UKO i VKO) od mentalnog napora (IKO) ukazuju i rezultati ovog istraživanja, u vidu boljih indeksa pristajanja modela u kojima je KO predstavljeno samo s UKO i VKO, kao i drugačijih obrazaca odnosa s MA, RP i ukupnom izvedbom u okviru provedenih medijacijskih analiza i analiza puta. Dodatno, konfirmatorna faktorska analiza provedena na podacima ovog istraživanja upućuje na prihvatljivo pristajanje dvofaktorskog modela, pri čemu UKO i VKO zasićuju jedan faktor, dok IKO čini zaseban faktor. U prilog takvoj strukturi idu i nalazi Zu i suradnika (2021), koji su na uzorku sudionika s nižom razinom prethodnog znanja o prezentiranom materijalu također utvrdili odvajanje čestica UKO i VKO u odnosu na čestice IKO. U kontekstu odnosa MA i KO, dobiveno je da više razine MA značajno pozitivno predviđaju mentalno opterećenje, ali ne i mentalni napor. Studenti koji iskazuju više razine MA u većoj mjeri percipiraju prezentirane zadatke kao složene te nejasno i neadekvatno formulirane. Dobiveni nalazi u skladu s teorijskim okvirima rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsany i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023) koji ističu MA kao relevantan afektivni čimbenik u svim fazama procesa rješavanja. Naime, uslijed tjeskobe i odbojnosti prema matematičkom sadržaju, osobe s višim razinama MA sklonije su percipirati prezentirane zadatke težima i manje jasnim te procjenu njihove složenosti temeljiti na površnim karakteristikama zadatka, poput veličine i zaokruženosti brojeva obuhvaćenih zadatkom (Morsany i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023). Navedeno posljedično rezultira suboptimalnim regulacijskim aktivnostima, pri čemu osobe s višom razinom MA iskazuju manju fleksibilnost u odabiru strategija rješavanja te manju spremnost na promjenu inicijalno odabrane strategije i primjenjuju više različitih strategija (Ashkenazi i Eisner, 2022; Pelegrina i sur., 2024). U većoj mjeri su skloniji odustajanju od novih pokušaja rješavanja, predaji polovičnih rješenja ili preskakanju zadataka uz pogađanje mogućeg odgovora između ponuđenih opcija (Choe i sur., 2019; Jiang i sur., 2021). Iako odnos MA i strategija rješavanja problemskih zadataka nije izravno ispitan u okviru ovog doktorskog istraživanja, navedeno se u određenoj mjeri može povezati s nalazima analiza usmjerenih na osobu. Rezultati usporedbe profila s obzirom na percipirano KO ukazuju da su u slučaju preopterećenih studenata, kod kojih su ujedno prisutne i više razine MA u odnosu na ostale skupine, točni odgovori značajno češće bili posljedica pogađanja među ponuđenim opcijama, bilo zbog primjene neadekvatne strategije, pogrešaka ili izostanka pokušaja primjene konkretne strategije. Utvrđeni suboptimalni pristup problemskim zadacima dovodi do lošije ukupne izvedbe, neovisno o gradivu koje je obuhvaćeno matematičkim zadatkom (Barroso i sur., 2021).

Dosadašnja istraživanja ukazuju na umjerenu negativnu povezanost između MA i izvedbe na matematičkim zadacima, pri čemu je ta povezanost izraženija kod složenijih zadataka čije rješavanje zahtjeva veći broj koraka (Caviola i sur., 2022; Namkung i sur., 2019; Skagerlund i sur., 2019). Značajan odnos MA i ukupne izvedbe, pri čemu više razine MA predviđaju lošiju ukupnu izvedbu na zadacima djelomično je potvrđen medijacijskim analizama ovog

istraživanja. Naime, primjetni su drugačiji obrasci odnosa MA i izvedbe, ovisno o mjeri procjene MA. U slučaju modela s mentalnim opterećenjem kao medijatorom, MA mjerena Upitnikom MA za odrasle (Szczygieł, 2022a), koji odražava MA u svakodnevnim situacijama te situacijama rješavanja zadataka, značajno negativno predviđa izvedbu. S druge strane, MA mjerena AMAS upitnikom (Hopko i sur., 2003) koji obuhvaća procjenu MA u razrednom okruženju (prilikom usvajanja gradiva i procjene znanja iz matematike) nije značajno povezana s izvedbom. No, u modelima u kojima se promatra odnos MA i izvedbe, posredstvom mentalnog napora, navedeni odnos je prisutan. Dosadašnja literatura ističe važnost promatranja MA kao multidimenzionalnog konstrukta u odnosu na izvedbu, pri čemu su prisutne određene razlike u povezanosti ovisno o primijenjenom instrumentu, promatranim komponentama i dobi sudionika (Barroso i sur., 2021; Hart i Ganley, 2019; Lanfaloni i sur., 2023; Zhang i sur., 2019). Snažniji odnos MA i izvedbe utvrđen je za mjere procjene koje odražavaju kognitivnu komponentu MA u vidu brige, te su usmjereni na procjenu MA u situacijama učenja. Iako je dobiven značajan negativan odnos i u slučaju mjera procjena koje odražavaju emocionalnu komponentu MA te su usmjerene na MA u situacijama procjene, isti je bio nešto slabiji u odnosu na prvotno navedene (Barroso i sur., 2021; Caviola i sur., 2022). U pogledu dobni skupina sudionika, drugačiji obrasci odnosa MA i izvedbe s obzirom na primijenjeni instrument, istaknutiji su kod adolescenata i odraslih sudionika (Barroso i sur., 2021). U kontekstu ovog istraživanja, primjetno je da višu povezanost s izvedbom iskazuje MA u svakodnevnim situacijama koja pripada Upitniku MA za odrasle (Szczygieł, 2022a) i time je potencijalno prikladniji za populaciju studenata, u odnosu na podljestvicu istog upitnika koja je više usmjerena na MA u situacijama rješavanja zadataka te podljestvice AMAS upitnika (Hopko i sur., 2003) koje su usmjerene na procjenu MA vezane uz razredno okruženje (prilikom usvajanja matematičkog sadržaja te prilikom procjene znanja iz matematike).

U kontekstu tumačenja povezanosti MA i izvedbe, ističe se i važnost razmatranja mehanizama koji leže u podlozi navedenog odnosa, točnije ispitivanja relevantnih motivacijskih i kognitivni čimbenika kao potencijalnih medijatora. Ovim istraživanjem ispitana je medijatorska uloga pojedinih tipova percipiranog KO, kao i kognitivnih resursa pojedinca, odnosno kapaciteta RP. U skladu s pretpostavkama Integriranog modela (Seufert, 2018) i modela rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsany i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023) utvrđen je značajan odnos MA i mentalnog opterećenja, neovisno o mjeri procjene, pri čemu studenti s višim razinama MA u svakodnevnim situacijama, situacijama procjene i učenja percipiraju prezentirane zadatke složenijima i manje jasnima. Dodatno, više razine percipiranog mentalnog opterećenja doprinijele su i lošijoj izvedbi na matematičkim zadacima. S obzirom na sklonost izbjegavajućem ponašanju, ali i odbojnosti prema matematičkom sadržaju, ističe se da su osobe s višom MA u manjoj mjeri sklone aktivno se uključiti u proces rješavanja zadatka i uložiti dodatni trud, što posljedično dovodi do veće sklonosti odustajanju i pogađanju te lošijoj izvedbi (Baars i sur., 2017; Maloney i Retanal, 2020). Za razliku od dosadašnjih istraživanja i pretpostavki promatranih teorijskih modela i okvira (Morsany i sur., 2019; Seufert, 2018), testiranjem parcijalnih modela u ovom istraživanju, nije utvrđena značajna povezanost između MA i IKO, odnosno mentalnog napora. Međutim, testiranjem složenijih modela koji obuhvaćaju odnose svih relevantnih varijabli utvrđeno je da MA vezana uz školsko okruženje

(AMAS) značajno predviđa razinu uloženog truda u proces rješavanja matematičkih zadataka. Sudionici su pritom u prosjeku iskazali umjerenu razinu mentalnog napora (IKO), što je vjerojatno u određenoj mjeri doprinijelo boljoj ukupnoj izvedbi. Istodobno, u dosadašnjoj literaturi o odnosu mentalnog napora, odnosno uloženog truda i uspješnosti na zadacima, prisutne su određene neusklađenosti. S jedne strane, nalazi upućuju na negativnu povezanost između percepcije uloženog mentalnog napora i ukupne izvedbe, pri čemu pojedinci koji procjenjuju da su uložili veći napor ujedno postižu slabije rezultate (Blisset i sur., 2018). S druge strane, primjetna je pozitivna povezanost aktivnog KO (mentalni napor, IKO) te ishoda učenja ili rješavanja zadataka (Hoch i sur., 2023). U kontekstu teorije kognitivnog opterećenja, smjer odnosa mentalnog napora i izvedbe ovisi o težini percipiranog zadatka i dostupnosti resursa radnog pamćenja, pri čemu će navedeni odnos biti pozitivan ukoliko je riječ o zadacima umjerene težine, što je prisutno u okviru ovog doktorskog istraživanja (Sweller i sur., 2019). Dodatno, recentnija meta-analiza ukazuje da mentalni napor ne doprinosi izravno izvedbi, već isključivo posredstvom metakognitivnih procjena (primjerice, sigurnost u ispravnost rješenja) (David i sur., 2024). Značajna povezanost mentalnog opterećenja i mentalnog napora te ukupne izvedbe potvrđena je u istraživanju Hoch i suradnika (2023) na zadacima iz verbalne i neverbalne domene. Istaknut je snažniji doprinos procjene složenosti (UKO) i jasnoće zadataka (VKO), u odnosu na mentalni napor, na što ukazuju i nalazi ovog istraživanja. Prethodno opisani nekonzistentni nalazi djelomično se pripisuju načinu operacionalizacije mentalnog napora, pri čemu neke studije taj konstrukt procjenjuju putem jedne tvrdnje, dok ga druge definiraju kao linearnu kombinaciju odgovora na tvrdnje koje odražavaju razinu uloženog truda (IKO) te na tvrdnje VKO-a koji se u većoj mjeri dovodi u vezu s pasivnim mentalnim opterećenjem (Schleinschok i sur., 2017; Seufert i sur., 2024).

U pogledu medijatorske uloge pojedinih tipova KO, ovim istraživanjem utvrđeno je da MA doprinosi lošijoj izvedbi na matematičkim zadacima riječima, ali isključivo posredstvom mentalnog opterećenja, ne i mentalnog napora. Drugim riječima, sudionici s višim razinama MA imaju slabiju izvedbu na zadacima, uslijed povećanog doživljaja prezentiranih zadataka kao teških i nejasnih, ali ne i manjeg truda i spremnosti za aktivnim uključivanjem u proces rješavanja. Spomenuti teorijski okviri rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsanyi i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023) negativan odnos MA, opterećenja i izvedbe objašnjavaju nedostatnim resursima RP za istovremeno inhibiranje irelevantnih misli uslijed viših razina MA te učinkovitu obradu informacija na sadržajnoj i meta-razini razini što u konačnici rezultira lošijom izvedbom. Negativne intruzivne misli i briga koji se mogu javiti kod matematičko anksioznijih pojedinaca prilikom pristupanja matematičkim zadacima okupiraju ograničeni kapacitet RP (Ashcraft, 2019; Morsanyi i sur., 2019), čime se smanjuje dostupnost kognitivnih resursa za adekvatnu analizu karakteristika i zahtjeva zadatka (Scheibe i sur., 2023). Dodatno, emocionalno opterećenje povezano s MA može narušiti učinkovito funkcioniranje RP u vidu smanjene mogućnosti inhibicije irelevantnih podražaja i usmjeravanja pažnje na informacije relevantne za rješavanje prezentiranog zadatka. Preciznije, strah i tjeskoba koji se javljaju prije pristupanja zadatku, ali i tijekom njegova rješavanja, mogu djelovati kao distraktori, odvlačeći pažnju pojedinca s relevantnih informacija (Tapola i sur., 2025). Posljedično, studenti mogu percipirati zadatke kao složenije i manje jasne u odnosu na njihovu objektivnu težinu i dizajn,

ali i imati veće teškoće u točnom prepoznavanju i izdvajanju važnih elemenata zadatka (Anjariyah i sur., 2022; Desender i Sasanguie, 2022; Finell i sur., 2022; Wirth i sur., 2020).

U suprotnosti s pretpostavkama teorijskih modela (Seufert, 2018; Scheibe i sur., 2023) o kognitivnim resursima kao mogućim mehanizmom u podlozi povezanosti MA i KO, ovim istraživanjem nije utvrđen značajan odnos mjera kapaciteta RP i razine doživljenog mentalnog opterećenja, kao ni značajan odnos MA i mentalnog opterećenja posredstvom RP. Studenti s višom razinom MA percipiraju prezentirane zadatke složenijima (UKO) i manje jasnima (VKO), neovisno o izvedbi na zadacima kapaciteta RP. S druge strane, primjetno je da bolja izvedba na zadacima RP doprinosi percepciji višeg mentalnog napora, odnosno uloženog truda te da RP ima značajnu medijatorsku ulogu u odnosu između MA i doživljenog napora (IKO), ali samo u slučaju OSPAN-a i MA vezane uz razredno okruženje (AMAS). Studenti koji su izvještavali o višim razinama MA u situacijama procjene i uslijed usvajanja gradiva, u manjoj mjeri su bili spremni uključiti se u proces rješavanja i uložiti dodatan trud (mentalni napor), uslijed nižeg kapaciteta RP. Navedeno ukazuje na specifične obrasce odnosa MA vezane uz prethodno iskustvo u školskom okruženju, mjera kapaciteta RP koje obuhvaćaju matematički sadržaj te komponente KO koji odražava motivacijske tendencije pojedinca da se aktivno uključi u proces rješavanja i uloži trud (IKO). Potrebno je istaknuti da je navedeni nalaz temeljen na analizi jednostavnijih medijacijskih modela. Testiranjem složenijih modela u kojima su istovremeno promatrani KO i RP kao medijatorske varijable dobiveno je da obje mjere kapaciteta RP značajno pozitivno predviđaju percipiranu razinu mentalnog napora, neovisno o mjeri procjene MA.

Ovim doktorskim istraživanjem dobiveno je da MA negativno predviđa izvedbu na mjerama kapaciteta RP, pri čemu se studenti, koji iskazuju više razine MA, osobito MA u svakodnevnim situacijama i situacijama procjene, slabije dosjećaju slova u okviru sekundarnih zadataka RP. Potrebno je istaknuti da je navedeni odnos prisutan u slučaju obje mjere procjene kapaciteta RP i za sve pokazatelje MA, izuzev MA pri rješavanju zadataka i RSPAN-a. Dobiveni nalaz u skladu je s dosadašnjim istraživanjima koja ukazuju na umjerenu, negativnu povezanost MA i RP (Pelegrina i sur., 2024; Skagerlund i sur., 2019; Tapola i sur., 2024). Također, djelomično su u skladu s nalazima Korem i suradnika (2022) koji ukazuju na značajnu povezanost MA samo s mjerom procjene RP koja obuhvaća manipulaciju numeričkim informacijama (u okviru ovog istraživanja OSPAN). U pogledu odnosa RP s izvedbom, u ovom istraživanju primjetni su drugačiji obrasci ovisno o mjeri kapaciteta RP. Za razliku od RSPAN-a koji ne predviđa značajno izvedbu na matematičkim zadacima, bolja izvedba na mjeri kapaciteta RP koja obuhvaća numeričke primarne zadatke (OSPA) doprinosi boljoj izvedbi na matematičkim zadacima. Navedeno je u skladu s recentnijim studijama koje ukazuju na bolju izvedbu na matematičkim problemskim zadacima kod sudionika s višim kapacitetom RP, također operacionaliziranim kao rezultat na OSPAN-u (Anjariyah i sur., 2022). Iako većina istraživanja potvrđuje značajan i pozitivan odnos RP i izvedbe (Pelegrina i sur., 2024; Tapola i sur., 2024), primjetni su određeni nekonzistentni nalazi (Juniati i Budayasa, 2020), pri čemu se ističe potreba uzimanja u obzir matematičkog gradiva obuhvaćenog zadacima, ali i mjera procjena RP (Finell i sur., 2022; Korem i sur., 2022; Peng i sur., 2016). Naime, povezanost s

kapacitetom RP izraženija je kod zadataka čije rješavanje uključuje primjenu većeg broja matematičkih operacija, poput problemskih zadataka riječima, koji su korišteni i u ovom istraživanju. Takvi zadaci zahtijevaju prevođenje tekstualnih informacija u numeričke izraze ili jednačbe, njihov izračun te ponovno prevođenje dobivenog rezultata u tekstualni odgovor. Zbog većeg broja koraka potrebnih za dolazak do rješenja, kao i istodobne aktivacije relevantnih kognitivnih shema iz dugoročnog pamćenja te kontinuiranog nadgledanja procesa rješavanja, pretpostavlja se da ovaj tip zadataka u većoj mjeri ovisi o resursima RP (Peng i sur., 2016; Ramirez i sur., 2018; Scheibe i sur., 2023). Nalazi Skagerlund i suradnika (2019) ukazuju na snažniji doprinos kapaciteta RP izvedbi na matematičkim zadacima, ali i medijatorske uloge RP u odnosu između MA i izvedbe u slučaju problemskih zadataka riječima, u odnosu na zadatke koji zahtijevaju primjenu jednostavnih matematičkih operacija (aritmetički zadaci).

Prilikom tumačenja odnosa MA, RP i izvedbe potrebno je uzeti u obzir višekomponentnu prirodu RP, kao i specifičnosti pripadajućih mjera procjena. Naime, istraživanja ukazuju na izraženiju povezanost verbalne komponente RP, u odnosu na vizuospacijalnu, te zadataka RP koje obuhvaćaju manipulaciju numeričkim sadržajima (npr. OSPAN) u odnosu na mjere kapaciteta bez numeričkog sadržaja (Anjariyah i sur., 2022; Finell i sur., 2022; Korem i sur., 2022). Navedeno je osobito istaknuto pri rješavanju složenijih matematičkih zadataka, kao što su problemski zadaci riječima (Berkowitz i sur., 2022; Ching i sur., 2017). Složene mjere kapaciteta RP, poput OSPAN-a i RSPAN-a, u većoj mjeri doprinose ukupnoj izvedbi, u usporedbi s jednostavnijim mjerama procjene kapaciteta RP (npr. *Digit span*) (Passolunghi i sur., 2019). Dodatno, RP može biti konceptualizirano kao sposobnost inhibicije irelevantnih podražaja i usmjeravanja pažnje na informacije relevantne za aktualni zadatak, ali i kao broj čestica kojih se pojedinac može dosjetiti, što je slučaj u ovom doktorskom istraživanju (Scheibe i sur., 2023). U okviru ovog istraživanja također je dobiveno da MA narušava ukupnu izvedbu na matematičkim zadacima, a isključivo uslijed lošije izvedbe na sekundarnom zadatku OSPAN-a. Korem i suradnici (2022) potvrđuju spoznaje o različitim obrascima odnosa između RP i izvedbe, ovisno o primijenjenim mjerama procjene. Preciznije, mjera koja uključuje manipulaciju numeričkim informacijama pokazala je izraženiju povezanost s izvedbom na aritmetičkim zadacima s vremenskim ograničenjem, dok je mjera bez numeričkog sadržaja bila povezana samo s izvedbom u zadacima bez vremenskog ograničenja.

Zaključno gledano, MA pokazala se dosljednim negativnim prediktorom ukupne izvedbe na mjerama kapaciteta RP, kao i ukupne izvedbe na matematičkim problemskim zadacima riječima. Osobe s višom razinom MA postižu slabije rezultate na matematičkim problemskim zadacima uslijed višeg percipiranog mentalnog opterećenja, kao i lošije izvedbe na mjeri kapaciteta RP koja obuhvaća numeričku komponentu.

5.1.2. Odnos matematičke samoeфикаsnosti, KO i izvedbe

U okviru promatranja odnosa individualnih resursa, KO i izvedbe, Integrirani model samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018, 2020), ističe važnosti motivacijskih

čimbenika, osobito samoeфикаsnosti koja se može odraziti na sve faze procesa samoregulacije. Osobe koje u većoj mjeri vjeruju u vlastite sposobnosti percipiraju manje kognitivno opterećenje tijekom obrade informacija na sadržajnoj razini (UKO i VKO). Dodatno, više razine samoeфикаsnosti doprinose većoj spremnosti pojedinca na aktivno uključivanje u zadatak, ulaganje dodatnog truda te ustrajnost u suočavanju sa zahtjevima zadatka (IKO) što dovodi i do bolje ukupne izvedbe (Seufert, 2018; Street i sur., 2024; Zakariya, 2021). Nalazi ovog istraživanja djelomično su u skladu s navedenim pretpostavkama Integriranog modela i nalazima dosadašnjih istraživanja. U okviru paralelnih medijacijskih analiza, matematička samoeфикаsnost pokazala se kao negativan prediktor isključivo mentalnog opterećenja, pri čemu studenti koji u većoj mjeri vjeruju u vlastite sposobnosti savladavanja matematičkog sadržaja percipiraju zadatke kao manje složene i jasnije. Međutim, u složenijim modelima nije potvrđen značajan odnos matematičke samoeфикаsnosti i mentalnog opterećenja. Dodatno, rezultati parcijalnih modela upućuju na to da matematička samoeфикаsnost izravno doprinosi boljoj ukupnoj izvedbi, ali i neizravno, putem niže razine percipiranog mentalnog opterećenja, odnosno opterećenja uzrokovanog obradom informacija vezanih uz karakteristike i zahtjeve zadataka (UKO i VKO). U okviru Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja, takvo smanjenje može se objasniti oslobađanjem resursa RP koji se mogu usmjeriti na procese na meta-razi, uključujući odabir i adekvatnu primjenu strategija rješavanja i metakognitivno nadgledanje (Seufert, 2018; Zhang, 2024). Navedenom u prilog ide pozitivna povezanost matematičke samoeфикаsnosti te izvedbe na obje mjere kapaciteta RP utvrđene u ovom istraživanju. Osobe s višom matematičkom samoeфикаsnosti u većoj mjeri su uključene – u proces rješavanja, primjenjuju naprednije strategije te iskazuju ponašanja koja upućuju na adekvatno metakognitivno nadgledanje i regulaciju (Chen i sur., 2024; Yousuf i Rajeswari, 2024). Iako u ovom istraživanju razlike u strategijama rješavanja s obzirom na matematičku samoeфикаsnost nisu izravno ispitivane, na njihovu povezanost djelomično ukazuju nalazi analize latentnih profila. Naime, kod skupine sudionika s višim razinama samoeфикаsnosti (angažirani studenti) primjetan je optimalniji pristup rješavanju zadataka. Nadalje, u pogledu odnosa samoeфикаsnosti i metakognitivnih procjena, sudionici s višom matematičkom samoeфикаsnosti iskazivali su veću sigurnost u točnost svojih odgovora, kao i više prospektivne i retrospektivne procjene broja točno riješenih zadataka.

Važnosti uvjerenja u vlastite sposobnosti tijekom inicijalne analize zahtjeva zadataka, a potom i u donošenju određenih kontrolnih odluka tijekom procesa rješavanja u pogledu aktivnog uključivanja i ulaganja truda prepoznata je i u recentnom modelu rasuđivanja u matematičkoj domeni (RAMPS, Scheibe i sur., 2023). Sukladno pretpostavkama RAMPS modela, više razine samoeфикаsnosti mogu ublažiti ili nadvladati potencijalnu zabrinutost i tjeskobu prisutnu kod osoba s višom razinom MA. Navedeno je djelomično u skladu s nalazima ovog istraživanja. MA pokazala se značajnim negativnim prediktorom matematičke samoeфикаsnosti u svim složenijim modelima. Međutim, matematička samoeфикаsnost ne doprinosi značajno percipiranoj razini mentalnog napora, odnosno stupnju aktivne uključenosti u proces rješavanja i razini uloženog truda. Jedno od mogućih objašnjenja odstupanja od dosadašnjih pretpostavki može se pronaći u načinu operacionalizacije matematičke samoeфикаsnosti. Naime, u ovom istraživanju primijenjen je instrument koji procjenjuje opću

matematičku samoeфикаsnost (Rovan, 2011), odnosno uvjerenje o sposobnosti usvajanja gradiva i rješavanja matematičkih zadataka općenito, a ne sposobnost rješavanja problemskih zadataka riječima. U svrhu preciznijeg uvida u odnos matematičke samoeфикаsnosti, izvedbe i potencijalnih medijacijskih mehanizama, potrebno je uskladiti mjere samoeфикаsnosti s gradivom obuhvaćenim matematičkim zadacima (Street i sur., 2024).

5.2. Profili s obzirom na percipiranu razinu KO

U svrhu dobivanja dubljeg uvida u međuodnos KO, individualnih resursa te određenih afektivnih i kognitivnih aspekata samoregulacije procesa rješavanja matematičkih zadataka riječima na razini pojedinca, provedena je analiza latentnih profila. Na temelju vrijednosti pokazatelja pristajanja modela poput AIC i BIC, teorijske smislenosti dobivenog rješenja te veličine najmanje grupe u odnosu na ostale, utvrđena su tri profila percipiranih razina pojedinih tipova KO. Angažirani studenti, odnosno „graditelji znanja“ prezentirane zadatke percipirali su kao relativno jednostavne, jasne i jednoznačne, a u njihovo rješavanje bili su aktivno uključeni i ulagali su trud. Umjereno opterećeni studenti također su bili aktivno uključeni u proces rješavanja zadataka, pri čemu su iste procjenjivali nešto složenijima i manje jasnima u odnosu na angažirane studente. Posljednja skupina obuhvaća preopterećene sudionike koji su doživjeli znatno veće unutrašnje i vanjsko KO, u odnosu na ostale skupine, uz relativno visoku razinu uloženog truda. Potrebno je istaknuti da su navedene skupine relativno neujdnačene s obzirom na veličinu, pri čemu najbrojniju skupinu čine angažirani studenti (graditelji znanja) kojoj pripada 74 % studenata, potom slijedi skupina umjereno opterećenih koju čini 18 % uzorka, dok najmanji udio sudionika, njih svega 8 % pripada skupini preopterećenih studenata. Primjetno je da su se navedeni profili značajno razlikovali samo u vidu UKO i VKO, odnosno mentalnog opterećenja, pri čemu nije utvrđena značajna razlika s obzirom na mentalni napor, odnosno percepciju uloženog truda i aktivne uključenosti u prezentirani zadatak (IKO). U kontekstu teorije kognitivnog opterećenja (Sweller, 2011), procjene UKO temelje se na razini složenosti zadatka u odnosu na prethodno znanje pojedinca, pri čemu osobe s višom razinom znanja ili iskustva brže i učinkovitije usvajaju informacije o karakteristikama i zahtjevima zadatka jer imaju postojeće sheme. Uslijed navedenog oslobađaju se resursi RP što se očituje u nižem UKO (Paas i sur., 2016). Pojedinci koji imaju slabije prethodno znanje, informacije obrađuju sporije, pojedinačno i teže prepoznaju relevantne informacije, pri čemu su resursi RP (pre)opterećeni procesiranjem informacija na sadržajnoj razini što može dovesti do procjene prezentiranih zadataka kao složenijih ili manje jasnih nego što to objektivno jesu (Leahy i Sweller, 2019; Seufert, 2018, 2020). Navedeno bi moglo objasniti postojeće razlike u pasivno doživljenom opterećenju (UKO i VKO) između profila unatoč primjeni zadataka za koje je u predistraživanju i glavnom istraživanju utvrđena prosječna umjerena težina. Također, isti su preuzeti s državne mature što u određenoj mjeri sugerira da su jasno postavljeni, bez veće prisutnosti irelevantnih informacija. U kontekstu prethodnog znanja i iskustva s prezentiranim zadacima, kao mogućeg objašnjenja razlika u percipiranom UKO i VKO, potrebno je istaknuti da se uporabom zadataka s državne mature nastojala osigurati relativna ujednačenost sudionika u pogledu prethodnog iskustva. Pretpostavilo se da su se svi sudionici susreli s takvim tipom

zadataka, ako ne i istim zadacima tijekom priprema za ispit. Dodatno, u istraživanje su uključeni samo studenti prijediplomskog studija. Unatoč navedenom, potrebno je uzeti u obzir da uzorak obuhvaća studente različitih fakulteta, čiji se studijski programi razlikuju s obzirom na zastupljenost i zahtjevnost statističkih i/ili matematičkih kolegija, zbog čega su se studenti mogli u različitoj mjeri susresti sa sličnim tipovima zadataka, osobito matematičkim zadacima riječima nakon mature. Iako su korišteni zadaci s državne mature i uzorak je ograničen na studente prijediplomskog studija, navedeno je moglo dovesti do razlika u prethodnom znanju i upoznatosti s prezentiranim zadacima.

Uz prethodno znanje i iskustvo, pojedinac procjenu složenosti i jasnoće prezentiranog zadatka temelji i na određenim afektivnim i motivacijskim čimbenicima (Minkley i sur., 2021; Seufert, 2018). Sukladno modelima rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsany i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023), uvjerenje u vlastite sposobnosti za uspješno rješavanja zadataka, stavovi prema prezentiranom zadatku, ali i inicijalna odbojnost i tjeskoba u vidu MA može doprinijeti procjeni doživljenog mentalnog opterećenja. U slučaju niskog uvjerenja u vlastite sposobnosti te više razine MA, prezentirani zadaci mogu se doživjeti kao svojevrsna prijetnja te percipirati znatno složenijima i nejasno postavljenima, u odnosu na njihovu objektivnu težinu. U kontekstu utvrđenih profila može se uočiti da skupina preopterećenih studenata, koja je iskazivala više razine UKO i VKO u odnosu na preostale skupine, ujedno je prijavila i više razine MA te niže razine matematičke samoeфикаsnosti. Iako su utvrđene značajne razlike u navedenim varijablama, potrebno je uzeti u obzir da njihove prosječne vrijednosti i oblici raspodjela ukazuju na do umjerenu razinu MA (ovisno o mjeri procjene), odnosno trend prema višim vrijednostima u pogledu matematičke samoeфикаsnosti. Dodatno, razlike u doživljenom mentalnom opterećenju između utvrđenih profila dijelom se mogu objasniti i metakognitivnim osjećajima, odnosno emocijama prisutnim tijekom procesa rješavanja. U okviru ovog istraživanja, preopterećeni studenti izvještavaju o višim razinama zbunjenosti i anksioznosti tijekom rješavanja zadataka. Trenutna negativna afektivna stanja mogu se promatrati kao aspekt VKO, pri čemu procesiranje misli o emocijama uzrokovanim situacijom rješavanja zadatka (strah, anksioznost) i pokušaj regulacije istih opterećuje resurse RP i doprinosi većem mentalnom opterećenju (Grund i sur., 2024; Plass i Kalyuga, 2019; Seufert, 2020).

Unatoč razlikama u procjeni doživljenog mentalnog opterećenja, odnosno UKO i VKO, nisu dobivene razlike u razini mentalnog napora, odnosno IKO. Drugim riječima, studenti koji su u većoj mjeri prezentirane zadatke percipirali kao složene, nejasne te su imali određenih teškoća s prepoznavanjem relevantnih informacija (skupina preopterećenih), iskazivali su relativno slične procjene uloženog napora i razine usredotočenosti tijekom rješavanja kao skupina umjereno opterećenih i skupina angažiranih studenata. Navedeno može sugerirati na to da se procjene uloženog napora temelje na različitim pokazateljima (Grund i sur., 2024; de Bruin, 2020). Veća razina IKO kod skupine angažiranih studenata može biti odraz učinkovite regulacije procesa rješavanja, u vidu aktivacije postojećih kognitivnih shema povezanih s prezentiranim zadatkom i odabira učinkovite strategije, ali i adekvatnog metakognitivnog nadgledanja na temelju kojeg se reguliraju daljnje aktivnosti na sadržajnoj razini (Klepsch i Seufert, 2020). Na potencijalno veće usmjeravanje resursa prema procesima meta-razine

upućuju niže procjene UKO i VKO u odnosu na ostale skupine, što sugerira da obrada informacija na sadržajnoj razini nije predstavljala značajno opterećenje. Navedeno se u određenoj mjeri može povezati i s većom prosječnom sigurnosti u točnost odgovora i boljom izvedbom kod angažiranih studenata. Kod skupine umjereno opterećenih studenata razina uloženog truda i usredotočenosti nešto je niža, iako ne značajno u odnosu na preostale skupine. Takav obrazac može se tumačiti u okviru koncepta poželjnih poteškoća (engl. *desirable difficulties*; de Bruin, 2023; Grund i sur., 2024), pri čemu se određena razina napora u prepoznavanju relevantnih informacija i razumijevanju zahtjeva zadatka – vidljiva u nešto višim procjenama UKO i IKO – može promatrati kao kognitivno poticajan izazov koji doprinosi aktivnom uključivanju u proces rješavanja. U tom smislu, navedeni napor može odražavati obradu informacija potrebnih za razumijevanje zadatka, ali i pokušaje aktivacije postojećih kognitivnih shema. Nasuprot tome, u skupini preopterećenih studenata viša razina IKO vjerojatnije odražava napor povezan sa suboptimalnom obradom informacija o karakteristikama i zahtjevima zadatka na sadržajnoj razini. Kod takvih pojedinaca već i sam pokušaj prepoznavanja relevantnih informacija i razumijevanja zahtjeva može biti doživljen kao visoka razina uloženog napora i aktivne uključenosti. Takav obrazac može biti povezan s nižom razinom prethodnog znanja ili iskustva s navedenim tipom zadataka, ali i s određenim afektivnim čimbenicima (Grund i sur., 2024). Naime, kad se zadatak doživljava kao izrazito zahtjevan ili odbojan (primjerice uslijed više razine MA), potrebno je uložiti dodatan napor kako bi pojedinac ostao aktivno uključen i usredotočen na njegovo rješavanje te u njemu ustrajao, što se posljedično može odraziti i na više procjene IKO.

Pretraživanjem dosadašnje literature o aspektima KO, pronađena je jedna empirijska studija koja je nastojala utvrditi profile s obzirom na pojedine tipove KO (Wang i sur., 2023). Nalazi studije Wang i suradnika (2023) ukazuju na postojanje tri latentne grupe, čiji obrasci doživljenog KO okvirno odgovaraju onima utvrđenim u ovom istraživanju. Povrh profila koji su istovjetni sa skupinom angažiranih studenata, u vidu niskog UKO i VKO, uz visoki IKO, te preopterećenih studenata koji iskazuju visoke procjene na sva tri tipa KO, dodatno je istaknut profil s visokim UKO i VKO, ali niskim IKO (zadatkom opterećeni učenici, engl. *task-loaded learners*). U okviru ovog istraživanja nije utvrđen profil koji bi upućivao na visoke procjene pasivnog KO, odnosno mentalnog opterećenja, uz istodobno nižu razinu mentalnog napora. Umjesto toga, identificiran je profil koji, u odnosu na ostale skupine, iskazuje prosječne razine sva tri tipa KO. Izostanak navedenog obrasca može se djelomično objasniti specifičnostima uzorka obuhvaćenog ovim istraživanjem, kojeg većinski čine studenti psihologije i drugih društvenih znanosti, a koji su potencijalno spremniji aktivno se uključiti i uložiti dodatan trud u različite aktivnosti. Dodatno, moguće je da su na dobivene rezultate utjecale i razlike u prirodi problemskih zadataka, pri čemu su u istraživanju Wang i suradnika (2023) korišteni problemski zadaci iz područja medicine, kao i prisutnost nagrada za sudjelovanje u ovom istraživanju. Naposljetku, određenu ulogu mogu imati i razlike u instrumentima korištenima za procjenu KO. Dobiveni profili percipiranog kognitivnog opterećenja bi se djelomično mogli dovesti u vezu s profilima studenata dobivenim u istraživanju Lin i suradnika (2023), a temeljenima na procjenama mentalnog opterećenja te mentalnog truda u okviru virtualne stvarnosti. Od četiri identificirane skupine, skupina djelomično, odnosno povremeno uključenih sudionika (engl.

dabbling) iskazuje umjerene razine mentalnog opterećenja i uloženog truda, što u određenoj mjeri odgovara skupini umjereno opterećenih studenata. Nadalje, identificirana je i skupina dubinski uključenih sudionika (engl. *immersive*) koju karakterizira visoka razina uloženog truda i nisko percipirano mentalno opterećenje, što je u skladu s obrascem angažiranih studenata (graditelja znanja) u ovom istraživanju.

Zaključno gledano, u skladu s istraživanjem Wang i suradnika (2023), ali i očekivanjima ovog istraživanja, pored profila s visokim procjenama na sva tri tipa KO, utvrđen je i profil s nižim UKO i VKO te visokim IKO-om. Za razliku od inicijalne hipoteze te rada Wang i suradnika (2023), nisu identificirane grupe studenata koji prezentirane zadatke percipiraju relativno jednostavnima i jasnim, ali procjenjuju da nisu uložili trud, odnosno koji zadatke procjenjuju vrlo složenima i nejasnim te uslijed toga nisu bili spremni aktivno se uključiti u njihovo rješavanje.

5.2.1. Razlike među profilima

Promatrajući varijable vezane uz sam proces rješavanja matematičkih zadataka, u vidu kognitivnih i metakognitivnih aspekata samoregulacije te pripadajućih metakognitivnih osjećaja, odnosno epistemičkih emocija primjetne su određene razlike među profilima. Kod angažiranih studenata koji ujedno iskazuju višu matematičku samoefikasnost i nižu MA u odnosu na druge skupine, primjetna je blaga sklonost precjenjivanju broja točno riješenih zadataka prije rješavanja u odnosu na skupinu umjereno opterećenih te veća prosječna sigurnost u ispravnost predanih rješenja. Dobiveni nalazi djelomično su u skladu s nalazima dosadašnjih istraživanja koji ukazuju da skupine s nižom MA iskazuju veću sklonost precjenjivanju vlastite izvedbe prije i nakon pristupanja zadatku (Desender i Sasanguie, 2022; Morsanyi i sur., 2019). Dodatno, navedeno ide u prilog pojedinim pretpostavkama Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) prema kojima osobe koje doživljavaju nisko do umjereno mentalno opterećenje, imaju dostatne kognitivne resurse za adekvatno metakognitivno nadgledanje, u vidu procjena broja ispravno riješenih zadataka (Seufert, 2018, 2020). U prilog većoj dostupnosti kognitivnih resursa djelomično idu i nalazi ovog istraživanja o boljem dosjećanju, odnosno boljoj izvedbi na mjeri procjene kapaciteta RP (OSPAN) skupine angažiranih studenata koji su prijavili najmanje mentalno opterećenje. U kontekstu odnosa mentalnog opterećenja i metakognitivnog nadgledanja, ističe se da sudionici koji procjenjuju kako su u zadatak uložili višu razinu mentalnog napora istodobno iskazuju nižu razinu sigurnosti u točnost svojih odgovora, odnosno pružaju niže metakognitivne procjene sigurnosti (de Bruin, 2020). Ovim istraživanjem nisu dobivene značajne razlike među profilima u pogledu mentalnog napora (IKO), ali jesu u pogledu mentalnog opterećenja, pri čemu je primjetno da skupina preopterećenih studenata (s najvišim razinama UKO i VKO) iskazuje nižu prosječnu sigurnost u ispravnost odgovora u odnosu na skupinu koja prijavljuje najniže razine UKO i VKO (angažirani studenti).

Profili percipiranog KO utvrđeni ovom istraživanju međusobno se ne razlikuju u prospektivnim i retrospektivnim procjenama broja točno riješenih zadataka, kao ni razini

samouvjerenosti u dobivena rješenja. Skupina preopterećenih studenata koju karakteriziraju najviše razine MA (osobito MA u svakodnevnim situacijama i situacijama procjene znanja iz matematike) i mentalnog opterećenja nije iskazala veću sklonost podcjenjivanju vlastite izvedbe u odnosu na ostale grupe. Ovi rezultati su u skladu s nalazima Wang i suradnika (2023) koji također nisu utvrdili značajne razlike u retrospektivnim procjenama točnosti zadataka s obzirom na različite profile percipiranog KO. Skupina angažiranih studenata, kod koje su primjetne niske razine percipiranog mentalnog opterećenja, uz visoki mentalni napor, iskazivala je relativno slične procjene točnosti vlastitih rješenja kao i skupina preopterećenih studenata te skupina s visokim mentalnim opterećenjem i niskom razinom mentalnog napora (Wang i sur., 2023). Navedeni nalazi u određenoj mjeri odstupaju od pretpostavki Integriranog modela (Seufert, 2018) o negativnom odnosu mentalnog opterećenja i preciznosti metakognitivnih procjena, kao i od pretpostavki modela rasuđivanja u matematici koji ukazuju da će osobe s višom MA biti sklonije davati niže prospektivne procjene rješivosti i sigurnosti u točnost danog odgovora, ali i podcijeniti svoju izvedbu nakon što je zadatak riješen (Morsanyi i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023). Spomenuti modeli nemogućnost preciznog nadgledanja i regulacije u određenoj mjeri pripisuju nedostatnim resursima RP, koji se u takvim uvjetima usmjeravaju ili na procesiranje informacija na sadržajnoj razini (UKO i VKO) ili na kognitivno opterećujuće procese povezane s brigom i tjeskobom uslijed povišene MA. Međutim, važno je naglasiti da, iako skupina preopterećenih studenata postiže niže rezultate na mjerama kapaciteta RP u odnosu na druge skupine, njihovi prosječni rezultati i dalje ukazuju na adekvatan kapacitet RP, sukladan istraživanju Đokića i suradnika (2018). Drugo moguće objašnjenje navedenih neusklađenosti je i relativno mali broj sudionika koji pripada skupini preopterećenih studenata čime se dovodi u pitanje valjanost dobivenih nalaza.

Zanimljivim se pokazao i nalaz prema kojem preopterećeni studenti iskazuju veću sposobnost razlikovanja točnih od netočnih odgovora u usporedbi s ostalim skupinama. Kao moguće objašnjenje bolje relativne točnosti, odnosno preciznije diskriminacije osoba s višom MA, Morsanyi i suradnice (2019) ističu da takvi pojedinci, u situacijama kada procjenjuju da bi zadatak mogli riješiti ispravno, nastoje poteškoće u obradi informacija uzrokovane povišenom MA djelomično kompenzirati pojačanim nadgledanjem i regulacijom procesa rješavanja. Navedeno se može očitovati u višestrukom provjeravanju prepoznatih relevantnih informacija i zahtjeva zadatka te primjerenost odabranih strategija rješavanja. U okviru nalaza ovog istraživanja, takvo obrazloženje može se dovesti u vezu s većom razinom percipiranog mentalnog opterećenja u skupini preopterećenih studenata, ali istodobno i s njihovom podjednakom izvedbom kao i kod skupine umjereno opterećenih studenata. Iako nisu dobivene značajne razlike u prosječnom vremenu proteklom od odabira jednog od ponuđenih rješenja do njegove konačne predaje između tri profila, primjetno je da skupina preopterećenih studenata nešto više vremena provodi u promišljanju nakon odabira jedne od opcija. Navedeno bi moglo upućivati na svojevrсно okljevanje prije predaje konačnog rješenja zadatka (Morsanyi i sur., 2019).

S druge strane, u kontekstu zahtjevnijih i netočno riješenih zadataka, takvi su studenti skloniji procijeniti da je vjerojatnost njihova uspješnog rješavanja relativno niska, što upućuje

na i realističniji obrazac procjene vlastite uspješnosti (Morsanyi i sur., 2019). Takav pristup može rezultirati većom usklađenošću između objektivne točnosti i subjektivne sigurnosti u vlastite odgovore (Desender i Sasanguie, 2021) što je u okviru ovog doktorskog istraživanja primjetno u većoj usklađenosti točnosti i sigurnosti procjena sa stvarnom izvedbom kod preopterećenih studenata. Međuodnos MA i metakognitivnih procjena nije još dovoljno istražen u kontekstu metakognitivnih istraživanja što i rezultira relativno neusklađenim nalazima u dosadašnjoj literaturi, ali pruža smjer za buduća istraživanja.

Percipirana složenost i jasnoća prezentiranih zadataka djelomično se odrazila na procese metakognitivnog nadgledanja, ali i na emocije doživljene tijekom rješavanja zadataka. Angažirani studenti (graditelji znanja) prijavljuju niže razine zbunjenosti, anksioznosti i dosade te višu razinu znatiželje prilikom rješavanja matematičkih zadataka. Navedeno se može pripisati nižim razinama MA te višim razinama matematičke samoeфикаsnosti kod navedene skupine (Atlaga i Burić, 2025; Klee i sur., 2022). Dosadašnja istraživanja ukazuju na značajan doprinos emocija prisutnih tijekom učenja ili rješavanja zadataka primjeni učinkovitijih strategija, kao i većoj ustrajnosti (npr. Chevrier i sur., 2019; Muis i sur., 2018; Putwain i sur., 2018). U kontekstu ovog istraživanja, navedeni se nalazi mogu povezati s optimalnijim pristupom problemskim zadacima kod skupine angažiranih studenata, koji izvještavaju o većoj prisutnosti ugodnih i manjoj izraženosti neugodnih emocija. Recentni teorijski okvir rasuđivanja u matematičkoj domeni (RAMPS, Schiebe i sur., 2023) ističe važnost metakognitivnih osjećaja, odnosno emocija koje pojedinac doživljava tijekom proces rješavanja problema, pogotovo u kontekstu metakognitivnih procjena. Navedenom u prilog idu i značajne povezanosti promatranih epistemičkih emocija s prospektivnim i retrospektivnim procjenama broja točno riješenih zadataka i prosječnom sigurnosti u točnost predanih rješenja, dobivene u ovom istraživanju.

U kontekstu primijenjenih strategija rješavanja problemskih zadataka, primjetno je da su angažirani studenti značajno češće procjenjivali da su u slučaju objektivno točno riješenih zadataka odmah prepoznali ispravnu strategiju rješavanja koju su adekvatno raspisali bez većih ispravaka i istom došli do točnog rješenja. Analiza pomoćnih papira potvrđuje nalaz veće prisutnosti ispravnog prepoznavanja zahtjeva zadataka i adekvatne primjene ispravne strategije iz prve kod skupine angažiranih studenata. Sklonost prema dominantnoj primjeni jedne ispravno prepoznate strategije u slučaju točnih odgovora iskazuju i umjereno opterećeni sudionici, no ista se pokazala graničnom s obzirom na značajnost. S druge strane, kod preopterećenih studenata točan odgovor dominantno je rezultat pogađanja uslijed primjene neadekvatne strategije rješavanja, neprepoznatih grešaka u primjeni ispravne, ili izostanka bilo kakvog pokušaja rješavanja zadataka. Dodatno, u slučaju netočno riješenih zadataka, preopterećeni studenti istima su pristupali na različite načine, pri čemu nije bilo moguće utvrditi specifičnu strategiju. Dobiveni nalazi o razlikama u primjeni strategija rješavanja s obzirom na profile percipiranog KO, djelomično su u skladu s nalazima Wang i suradnika (2023). Naime, u navedenom istraživanju dobiveni profili nisu se značajno razlikovali s obzirom na učestalost uporabe pojedinih strategija rješavanja medicinskih problemskih zadataka. No, razlike su bile primjetne u sadržajnim aspektima primijenjenih strategija, pri čemu je skupina angažiranih studenata u većoj mjeri iskazivala ponašanja koja odražavaju kontinuirano nadgledanje procesa

rješavanja te strategije evaluacije i elaboracije dobivenog rješenja. Upravo su angažirani studenti u većoj mjeri primjenjivali optimalnije strategije rješavanja u odnosu na preostale dvije skupine. Kod skupina koje karakteriziraju visoke razine mentalnog opterećenja primjetna je primjena raznolikih, djelomično provedenih strategija. Navedeno potencijalno ukazuje na nesigurnost po pitanju adekvatnog prepoznavanja relevantnih informacija ili zahtjeva zadatka (Wang i sur., 2023). Izostanak značajnih razlika u samoprocjeni strategija rješavanja netočno riješenih zadataka kod profila utvrđenih u ovom istraživanju, ali i izostanak razlika u strategijama dobivenih opažanjem postupaka rješavanja netočno riješenih zadataka kod preopterećenih studenata, dijelom se može pripisati neujednačenosti profila s obzirom na broj članova, ali i većem broju kategorija u slučaju netočno riješenih zadataka.

Dobiveni nalazi djelomično su u skladu s pretpostavkama Integriranog modelu samoregulacije i kognitivnog opterećenja koje ukazuju da smanjenjem individualnih resursa u vidu dostupnog kapaciteta RP, interesa i samoeфикаsnosti potencijalno dolazi do većeg percipiranog mentalnog opterećenja (UKO i VKO) što dovodi do suboptimalnih samoregulacijskih aktivnosti. U kontekstu ovog istraživanja, upravo je u skupini preopterećenih studenata primjetna niža samoeфикаsnost i lošija izvedba na obje mjere kapaciteta RP, u odnosu na ostale profile. Drugim riječima, pojedinac nema dovoljno slobodnih resursa za adekvatno nadgledanje i kontrolu procesa rješavanja što se može negativno odraziti na odabir i primjenu kognitivnih i metakognitivnih strategija rješavanja. Suboptimalni načini pristupanja zadacima kod pojedinaca s nedostatnim resursima utvrđeni su i u recentnijoj studiji (Anjariyah i sur., 2022), pri čemu sudionici s nižim kapacitetom RP imali su teškoća u prepoznavanju relevantnih informacija u zadacima, iskazali su manju fleksibilnost u primjeni većeg broja i složenijih strategija, a u težim zadacima u većoj su mjeri bili usmjereni na irelevantne informacije (distraktore). Navedeno je potvrđeno u istraživanju Seufert i suradnika (2024) u kojoj je dobiveno da s porastom percipirane složenosti zadataka (UKO), dolazi do smanjivanja dostupnih resursa u vidu interesa i samoeфикаsnosti što dovodi do manje spremnosti uporabe različitih kognitivnih strategija učenja i rješavanja zadataka. Seufert i suradnici (2024) navode da su sudionici bili skloniji primijeniti raznolikije i složenije strategije učenja i rješavanja u slučaju gradiva i zadataka koji su percipirani kao umjereno složeni. Nadalje, percipirano KO bilo je povezano s učestalijom uporabom metakognitivnih strategija. Unatoč vrijednim spoznajama dobivenim u istraživanju Seufert i suradnika (2024), pripadajuće nalaze potrebno je tumačiti s oprezom. Naime u navedenom istraživanju, konstrukt KO dobiven je kao prosječna vrijednost tvrdnji koje se odnose na VKO i onih koje odražavaju IKO, odnosno spajanjem tvrdnji pasivnog, mentalnog opterećenja te aktivnog, mentalnog napora. Dodatno, na razini cijelog uzorka utvrđene razine UKO i VKO bile su umjerene, što bi moglo ukazivati na suženi varijabilitet. Slično je primjetno i kod izraženosti navedenih tipova KO među profilima u ovom doktorskom istraživanju. Iako je utvrđeno da preopterećeni studenti iskazuju više procjene UKO i VKO, prosječne vrijednosti ukazuju na umjerenu prema blago povišenim razinama UKO i VKO.

5.3. Konceptualizacija KO

Nalazi pojedinih statističkih analiza provedenih u ovom istraživanju upućuju na mogućnost konceptualizacije KO kao dvokomponentnog konstrukta, pri čemu se tri tipa KO (UKO, VKO i IKO) mogu razmatrati u kontekstu pasivno doživljenog mentalnog opterećenja (UKO i VKO), konceptualno odvojenog od aktivno uloženog truda (IKO), odnosno mentalnog napora. Prvi testni model u kojem su sva tri tipa KO uključena kao medijatori ukazivao je na lošije pristajanje modela. Relativno niske saturacije percipiranog IKO ukazivale su na potrebu njegovog zasebnog promatranja od UKO i VKO u okviru samih modela. Odvajanjem podljestvice IKO u zaseban model dobiveno je bolje pristajanje modela podacima što djelomično ukazuje na moguću konceptualnu različitost IKO-a, u odnosu na preostala dva tipa kognitivnog opterećenja. Dodatno, primjetni su i drugačiji obrasci odnosa varijabli u modelima ovisno o tipu kognitivnog opterećenja. Za razliku od mentalnog napora (IKO), mentalno opterećenje (UKO i VKO) pokazalo se kao dosljedan prediktor ukupne izvedbe na matematičkim problemskim zadacima, a značajno je povezan i s MA, neovisno o mjeri procjene.

U suprotnosti nalazima ovog istraživanja, pojedini autori (Orru i Longo, 2019; Sweller, 2019) zastupaju stajalište prema kojem IKO ne predstavlja zaseban tip KO, već podrazumijeva dio kapaciteta RP koji se usmjerava s vanjskih, irelevantnih aspekata zadatka (VKO) prema onima koji su izravno povezani s učenjem ili rješavanjem problema (UKO). Navedeno odražava rekonceptualizaciju KO prema kojoj UKO ovisi o karakteristikama zadatka, VKO o stupnju interakcije elemenata materijala koji se uči ili problemskog zadatka kojeg je potrebno riješiti, dok IKO ovisi o individualnim resursima pojedinca, odnosno resursima RP koji su usmjereni na procesiranje informacija relevantnih za prezenitirani materijal (UKO) (Orru i Longo, 2019). Kao argument protiv izdvajanja IKO-a kao zasebnog tipa KO, navodi se i njegova otežana pouzdana procjena primjenom standardnih mjera samoprocjene (Orru i Longo, 2019; Sweller, 2019). Također, ističu se i nalazi eksperimentalnih istraživanja u kojima su potvrđeni učinci manipulacije razinama UKO i VKO, primjerice variranjem težine zadataka ili prisutnosti suvišnih informacija, pri čemu su takve manipulacije rezultirale promjenama u samoprocjenama doživljenog opterećenja (Eitel, Bender i Renkl, 2020b; Nückles i sur., 2020). S druge strane, pokušaji poticanja IKO-a nisu doveli do usporedivih promjena u subjektivnim procjenama mentalnog napora (Sweller, 2023). Međutim, izostanak takvog učinka ne mora nužno upućivati na zaključak da IKO ne predstavlja zasebnu dimenziju kognitivnog opterećenja. Klepsch i Seufert (2021) pritom ističu način operacionalizacije navedenog konstrukta kao moguće objašnjenje izostanka učinka, budući da se IKO procjenjuje kombiniranjem tvrdnji uloženog mentalnog napora s pokazateljima ishoda učenja. Navedeno potvrđuju nalazi studije Klepsch i Seufert (2020), u kojoj je primijenjen upitnik kognitivnog opterećenja (Klepsch i sur., 2017). Promjene u odgovorima na tvrdnje podljestvice IKO upućuju na značajan učinak aktivnosti usmjerenih na poticanje navedenog aspekta KO. Dodatno, Grund i suradnici (2024) navode da pretpostavka prema kojoj IKO ne predstavlja zasebnu dimenziju KO zanemaruje motivacijsku komponentu procesa učenja i rješavanja zadataka. Naime, KO u svojoj najširoj konceptualizaciji podrazumijeva opterećenje izazvano obradom informacija o

karakteristikama i zahtjevima prezentiranog zadatka na sadržajnoj razini, ali i količinu resursa koje je pojedinac spreman aktivno uložiti u svrhu rješavanja zadataka (Hoch i sur., 2023). Takvo određenje upućuje na interakciju kognitivnih i motivacijskih procesa u okviru KO (Grund i sur., 2024). Promatrajući navedeni koncept iz motivacijske perspektive, Grund i suradnici (2024) opisuju tri aspekta KO: napor uslijed složenosti (engl. *effort-by-complexity*), napor uslijed frustracije potreba (engl. *effort-by-need-frustration*) i napor uslijed ulaganja resursa (engl. *effort-by-allocation*). Prva dva aspekta odnose se na opterećenje koje proizlazi iz obrade informacija povezanih s prezentiranim zadatkom. Pri tome je napor uslijed složenosti primarno određen objektivnim zahtjevima i karakteristikama gradiva ili zadatka, poput njegove težine i složenosti, dok se napor uslijed frustracije potreba odnosi na afektivne zahtjeve zadatka koji uključuju negativne emocionalne reakcije tijekom učenja ili rješavanja (primjerice, doživljaj zadatka kao dosadnog, iscrpljujućeg). U odnosu na prethodna dva aspekta koja proizlaze iz zahtjeva i karakteristika zadataka, treći aspekt podrazumijeva napor kojeg je pojedinac spreman uložiti u svrhu suočavanja s tim zahtjevima (Muenks i sur., 2016). Napor uslijed ulaganja resursa podrazumijeva aktivno uključivanje i ustrajnost u procesu učenja ili rješavanja zadataka te se kao takav smatra ishodom trenutne motivacije (Grund i sur., 2024).

U prilog promatranju IKO-a kao zasebne i neizostavne dimenzije KO, ide i razlikovanje regulacije mentalnog napora vođenog podacima (engl. *data-driven effort*) i regulacije napora vođenog ciljevima (engl. *goal-driven effort*) (Hoch i sur., 2023). Regulacija napora vođenog podacima odnosi se na opterećenje koje proizlazi iz samog iskustva rada na zadatku te je primarno uvjetovan njegovim karakteristikama, poput težine ili jasnoće prezentiranih informacija. Nasuprot tome, regulacija napora vođenog ciljevima odražava razinu truda koju je pojedinac spreman svjesno uložiti u proces učenja ili rješavanja zadataka, odnosno stupanj motivacijskog angažmana usmjerenog na postizanje željenog ishoda (Hoch i sur., 2023; Scheiter i sur., 2020). U kontekstu navedene klasifikacije, Seufert (2020) ističe da napor vođen podacima proizlazi iz unutarnjih (složenost zadatka u odnosu na prethodno znanje i iskustvo pojedinca) ili vanjskih obilježja zadatka (jasnoća zadatka), dok napor vođen ciljevima upućuje na aktivaciju unutarnjih resursa u svrhu aktivnog uključivanja u proces rješavanja. Navedenu podjelu moguće je dovesti u vezu s konceptualizacijom Klepsch i Seufert (2021), prema kojoj je UKO određeno vanjskim podražajima, odnosno proizlazi iz zahtjeva samoga zadatka, zbog čega se doživljava kao pasivno nametnuto. Nasuprot tome, IKO podrazumijeva aktivno ulaganje kognitivnih resursa te je usmjereno osobnim ciljevima pojedinca, odnosno određeno je „iznutra“. Navedeno je detaljnije razrađeno u radu Schnotz i suradnika (2009) u kojem se razmatraju motivacijski aspekti sva tri tipa kognitivnog opterećenja, a osobito inherentnog KO. Ističe se kako se IKO samo dijelom temelji na dostupnim resursima RP koji se usmjeravaju na procesiranje informacija relevantnih za prezentirani zadatak. Međutim, sama dostupnost tih resursa ne podrazumijeva da će ih pojedinac automatski i u potpunosti usmjeriti u proces rješavanja. U tom kontekstu važnu ulogu u spremnosti na aktivno uključivanje u rješavanje zadatka (IKO) imaju afektivni i motivacijski čimbenici, poput emocija prisutnih prije i tijekom procesa rješavanja, interesa i ciljnih orijentacija pojedinca (Schnotz i sur., 2009).

Unatoč razlikama u konceptualizaciji i terminologiji KO, u literaturi su prisutna određena preklapanja, osobito u naglašavanju potrebe promatranja IKO-a kao zasebne dimenzije KO, ali i oblikovanja mjera koje će jasno razlikovati kognitivne (UKO i VKO) od motivacijskih (IKO) izvora opterećenja (Grund i sur., 2024; Klepsch i Seufert, 2021; Seufert, 2020; Zu i sur., 2021). UKO i VKO se određuju kao pasivno doživljeni, vođeni podacima, odnosno usmjereni na obradu informacija vezanih uz sami zadatak, dok se IKO opisuje kao spremnost pojedinca da se aktivno uključi u proces učenja ili rješavanja zadatka te da u istom ustraje. Uslijed navedenog UKO i VKO se u većoj mjeri dovode u vezu s kognitivnom komponentom opterećenja, a IKO s motivacijskom (Feldon i sur., 2019; Grund i sur., 2024).

Razlikovanje navedenih komponenti KO relevantno je u kontekstu povezivanja s konceptima metakognitivnog nadgledanja i regulacije. Izvor opterećenja kapaciteta RP, odnosno usmjeravanje resursa na vanjske podražaje (UKO i VKO), u odnosu na inherentne procese koji se ogledaju u spremnosti pojedinca da aktivno uloži napor (IKO) može se odraziti na metakognitivne procjene, ali i kontrolne odluke u okviru regulacije procesa učenja i rješavanja zadataka (Baars i sur., 2020). Motivacijski procesi opterećenja (IKO) mogu se odraziti i na primjenu učinkovitih strategija učenja, odnosno rješavanja zadataka, neovisno o objektivnim zahtjevima zadataka. Pojedinci neće primijeniti učinkovite strategije ukoliko nisu spremni aktivno uložiti napor u isto (nisko IKO), iako su objektivni zahtjevi optimalni, a resursi radnog pamćenja dostatni (Seufert, 2020).

U okviru ovog istraživanja dobivene su značajne povezanosti između pojedinih tipova KO i metakognitivnih procjena. Studenti koji su percipirali veće UKO i VKO tijekom rješavanja zadataka u prosjeku iskazuju manju sigurnosti u točnosti svojih odgovora i nešto nižu sposobnost razlikovanja točnih od netočnih odgovora. Također, pružaju niže prospektivne i retrospektivne procjene broja točno riješenih zadataka, pri čemu su visine korelacija umjerene i u slučaju procjena prije pristupanja zadacima, kao i nakon rješavanja istih. Dobiveni rezultati upućuju na to da studenti koji percipiraju prezentirane zadatke složenijima i manje jasnima iskazuju nižu točnost i sigurnost u vidu metakognitivnih procjena. Navedeno je u skladu s dosadašnjom literaturom o uporabi percipiranog napora kao pokazatelja napretka prema cilju, a na temelju kojeg se oblikuju metakognitivne procjene i daljnje kontrolne odluke (Baars i sur., 2020, David i sur., 2024; Koriat, 2018). Dodatno, studenti koji su izvještavali o višim razinama mentalnog napora (IKO) u prosjeku su bili nešto sigurniji u svoje odgovore i davali više procjene broja ispravno riješenih zadataka, ali samo nakon procesa rješavanja (retrospektivne procjene). Za razliku od ovog istraživanja, pojedine studije ukazuju na negativnu, umjerenu povezanost između percipiranog mentalnog napora tijekom rješavanja problemskih zadataka i procjena sigurnosti u vlastitu izvedbu (Baars i sur., 2017; Blissett i sur., 2018). Navedeno odstupanje djelomično se može pripisati razlikama u operacionalizaciji mentalnog napora, ali i metakognitivne procjene sigurnosti. U okviru ovog istraživanja korišten je upitnik Zu i suradnika (2021), dok je u većini dosadašnjih istraživanja isti procjenjivan odgovorom na jednu tvrdnju koju je predložio Paas (1992) ili odgovorom na tvrdnju oblikovanu od strane autora istraživanja (Baars i sur., 2017; Blissett i sur., 2018; David i sur., 2024). Dodatno, sigurnost u točnost odgovora procjenjivana je nakon predaje odgovora za svaki pojedini zadatak, dok su u

slučaju istraživanja Baars i suradnika (2017) primijenjene *online* metakognitivne procjene sigurnosti, odnosno sudionici su trebali procijeniti sigurnosti u ispravnost različitih koraka tijekom procesa rješavanja zadatka. Razlike u složenosti, ali i tipu sadržaja u odnosu na koji se procjenjivao percipirani mentalni napor mogu biti moguće objašnjenje utvrđenih odstupanja, pri čemu je u slučaju problemskih zadataka primjetna snažnija negativna veza napora i metakognitivnih procjena (Baars i sur., 2020). Uslijed izloženosti teškim zadacima, a time i posljedično višem mentalnom opterećenju pojedinac nema dovoljno resursa za adekvatno metakognitivno nadgledanje što se može odraziti na preciznosti metakognitivnih procjena, ali i njihov odnos s izvedbom i percipiranim opterećenjem (Seufert, 2018). No, u okviru ovog istraživanja apsolutne i relativne mjere točnosti ukazuju na relativno dobru usklađenost metakognitivnih procjena i ukupne izvedbe. Dodatno, prema nalazima recentne meta-analize (David i sur., 2024), tip zadatka i njegova težina, ali i vrsta metakognitivne procjene (razina naučenog i sigurnost) nisu značajno posredovali odnos između mentalnog napora, metakognitivnih procjena i izvedbe.

U kontekstu odnosa KO i metakognitivnih procjena potrebno je istaknuti i drugačije obrasce povezanosti UKO i VKO te metakognitivnih procjena, u odnosu na IKO i procjene točnosti i sigurnosti. Izvor opterećenja, u vidu je li vođeno podacima ili je vođeno ciljevima pokazao se kao značajan moderator odnosa između mentalnog napora i metakognitivnih procjena (Baars i sur., 2020; Koriat, 2018; Schnaubert i Schneider, 2022). U skladu s nalazima ovog istraživanja, recentno empirijsko istraživanje (Schnaubert i Schneider, 2022) utvrdilo je da porast opterećenja vođenog podacima (UKO i VKO), dovodi do negativnih metakognitivnih procjena, dok je u slučaju opterećenja vođenog ciljevima (IKO) primjetan suprotan trend. Promatrajući odnos metakognitivnih procjena i ukupne izvedbe primjetno je da studenti obuhvaćeni ovim istraživanjem, koji su u prosjeku iskazivali veću sigurnost u ispravnost svojih rješenja te pružali veće procjene broja točno riješenih zadataka imaju i bolju izvedbu. Potrebno je istaknuti da su visine povezanosti nešto veće u slučaju retrospektivnih procjena broja točno riješenih zadataka u odnosu na prospektivne procjene što je u skladu s dosadašnjim nalazima (Baars i sur., 2020; Desender i Sasanguie, 2022; Siedlecka i sur., 2016). Siedlecka i suradnici (2016) utvrdili su da je povezanost između metakognitivne procjene sigurnosti i ishoda učenja slabija kad se iste daju prije pristupanja određenom gradivu ili zadatku, odnosno u slučaju prospektivnih procjena. Dodatno, retrospektivne procjene sigurnosti pokazale su se kao značajniji prediktor izvedbe u odnosu na prospektivne procjene (Desender i Sasanguie, 2022). Jedno od mogućih objašnjenja navedenih nalaza je to da se prospektivne procjene u većoj mjeri oslanjaju na prethodno iskustvo s zadacima sličnog tipa, preciznije matematičkih zadataka riječima, dok se procjene donesene tijekom rješavanja zadatka (*online*) ili neposredno nakon njegova dovršetka temelje na aktualnom iskustvu obrade informacija i suočavanja sa specifičnim zahtjevima zadatka (Baars i sur., 2020).

5.4. Metodološka ograničenja i smjernice za buduća istraživanja

Prilikom interpretacije nalaza i zaključaka ovog istraživanja važno je uzeti u obzir i određena metodološka ograničenja. Istraživanje je provedeno na prigodnom uzorku studenata društvenih znanosti, osobito psihologije, čime se dovodi u pitanje reprezentativnost uzorka, ali i mogućnost generalizacije dobivenih rezultata. S obzirom na to da se istraživanje provodilo uživo, obuhvaćeni su studenti samo onih fakulteta koji su imali mogućnost ustupanja računalnih dvorana te fakulteta koji su bili prostorno blizu Fakulteta hrvatskih studija na kojima se dominantno provodio istraživački postupak. Uslijed navedenog, nisu adekvatno obuhvaćena određena polja prirodnih i tehničkih znanosti koja su relevantna za temu samog istraživanja (MA i samoeфикаsnost, izvedba na matematičkim zadacima). Za buduća istraživanja preporučuje se ispitati odnos varijabli ovog istraživanja na raznovrsnijem uzorku studenata, uzimajući u obzir razlike prema spolu i području studija, uključujući različite programe društveno-humanističkih znanosti, ali i STEM područja. Iako su studenti STEM usmjerenja u istraživanjima MA često slabije zastupljeni zbog u prosjeku nižih razina MA koje iskazuju, važno je naglasiti da i unutar te populacije postoji značajan udio pojedinaca koji doživljavaju povišenu MA, razvijaju negativne stavove prema matematici te postižu slabiji uspjeh (Szczygieł, 2022b). Navedeno dodatno naglašava potrebu za sustavnijim uključivanjem ove skupine u buduća istraživanja. Dosadašnja istraživanja sugeriraju postojanje spolnih razlika u razini matematičke anksioznosti, kao i u njezinu doprinosu ukupnoj izvedbi na zadacima, pri čemu su i razine i povezanosti izraženije kod ženskog spola (Geary i sur., 2018, 2023; Yu i sur., 2023). Međutim, istodobno se naglašava da su utvrđeni učinci relativno mali, a pojedina istraživanja ne pronalaze značajne razlike s obzirom na spol (Barroso i sur., 2021; Szczygieł, 2020; Szczygieł i Hohol, 2024). Neujednačenost nalaza upućuje na potrebu daljnjih istraživanja, osobito u kontekstu percepcije kognitivnog opterećenja te (meta)kognitivnih aktivnosti tijekom procesa rješavanja zadataka.

Nadalje, radi se o korelacijskom istraživanju u okviru kojeg nije moguće donošenje uzročno-posljedičnih zaključaka, što je važno imati na umu pri interpretaciji nalaza medijacijskih analiza. Provedba istraživanja u više računalnih dvorana dovodi u pitanje standardizaciju istraživačkog postupka, iako se navedeno nastojalo osigurati istovjetnom uvodnom uputom za sve grupe i pripremom prostora prije početka istraživanja. Dodatno, varijabilnost veličine grupa tijekom provedbe istraživanja, od 5 do 25 sudionika, mogla se u određenoj mjeri odraziti na mogućnost usredotočenosti na pojedine dijelove postupka, pogotovo zadnje dijelove koji uključuju procjenu kapaciteta RP. Iako se navedeno nastojalo svesti na najmanju moguću mjeru razdvajanjem sudionika s barem jednim mjestom razmaka te kontinuiranim nadgledanjem od strane istraživačice, bilo bi dobro da se budući istraživački postupci provode na ujednačenijim skupinama. Jedno od važnijih ograničenja ovog istraživanja odnosi se na duljinu istraživačkog postupka, koji je u prosjeku trajao više od jednog sata, pri čemu je moguće da je došlo do pojave zamora sudionika. Navedeno se moglo odraziti na njihove odgovore na tvrdnjama upitnika i izvedbu na zadacima u završnim fazama postupka, osobito na mjerama kapaciteta RP. Iako su sudionici u prosjeku ostvarili zadovoljavajuće rezultate na mjerama RP te su iste skraćene u odnosu na predistraživanje, ne može se isključiti

moгуćnost da bi procjene bile pouzdanije da su provedene na početku istraživačkog postupka, prije izlaganja matematičkim zadacima. Dodatno, manji broj sudionika nije ostvario valjane izlazne rezultate na mjerama RP, što se može pripisati odustajanju tijekom provedbe, neadekvatnom odgovaranju na primarne ili sekundarne zadatke, ali i tehničkim poteškoćama (gašenje računala tijekom provedbe zadataka). U budućim istraživanjima preporučuje se uvođenje pauza između pojedinih dijelova postupka kako bi se potencijalni učinak zamora sudionika na valjanost rezultata sveo na najmanju moguću mjeru.

Procjene epistemičkih emocija i doživljenog mentalnog opterećenja i truda temeljile su se isključivo na samoprocjenama sudionika. Buduća istraživanja trebala bi razmotriti uključivanje objektivnijih metoda procjene, poput tehnika praćenja pokreta očiju (engl. *eye-tracking*) ili fizioloških pokazatelja. Dodatno, metakognitivne procjene točnosti zadataka, epistemčke emocije kao i procjene KO, prikupljane su na globalnoj razini, odnosno na razini cijelog seta od deset zadataka, čime nije bilo moguće dobiti uvid u njihove promjene tijekom samog rješavanja. S obzirom da je riječ o dinamičnim procesima, buduća bi istraživanja mogla razmotriti primjenu procjena na razini svakog pojedinog zadatka kako bi se omogućio precizniji uvid u njihove fluktuacije, a ovisno o težini ili poznatosti zadatka ili iskustvu rješavanja na zadatku prije. U ovom istraživanju takav pristup nije primijenjen kako bi se izbjeglo dodatno opterećenje sudionika, povrh samog procesa njihova rješavanja te procjena primijenjene strategije i sigurnosti u ispravnost dobivenog rješenja. Potrebno je istaknuti da je u okviru ovog istraživanja podljestvica inherentnog KO (Zu i sur., 2021) proširena česticom koja se odnosi na mentalni napor (Klepsch i Seufert, 2018). Iako rezultati faktorskih analiza i koeficijenti pouzdanosti predistraživanja i glavnog istraživanja upućuju na opravdanost uključivanja navedene čestice, potrebno je pouzdanost podljestvice dodatno provjeriti na heterogenijem uzorku sudionika te u kontekstu zadataka iz verbalne domene.

Dodatni aspekt kojeg je važno razmotriti odnosi se na ekološku valjanost ovog istraživanja. Iako je istraživanje provedeno uživo, korišten je specifičan tip matematičkih problemskih zadataka riječima preuzetih s državne mature. Nadalje, zbog vremenskih i prostornih ograničenja provedbe, sudionici su za rješavanje zadataka imali na raspolaganju samo 30 minuta. S obzirom na sadržajnu specifičnost mjera MA, matematičke samoefikasnosti te RP (verbalnog i neverbalnog), buduća istraživanja trebala bi razmotriti uključivanje zadataka iz različitih područja matematike, poput geometrije, i različite kontekste učenja koji bi vjernije odražavali proces učenja ili rješavanja zadataka studenata.

Iako se ovim istraživanjem nastojalo obuhvatiti široki raspon individualnih karakteristika koje bi se mogli odraziti na samoregulaciju procesa rješavanja matematičkih zadataka, postoje brojni kognitivni i motivacijski čimbenici koji nisu uzeti u obzir. Prethodno znanje ili iskustvo rješavanja određenih zadataka, interes za matematiku, ciljne orijentacije samo su neke od varijabli koje bi se mogle odraziti na percipirano mentalno opterećenje i napor, ali i na (meta)kognitivna i afektivna iskustva tijekom rješavanja zadataka (Seufert i sur., 2024).

5.5. Znanstveni i praktični doprinos

Unatoč navedenim ograničenjima, nalazi ovog istraživanja predstavljaju empirijsku potvrdu određenih pretpostavki Integriranog modela (Seufert) o međudjelovanju individualnih resursa, KO, strategija rješavanja i metakognitivnog nadgledanja, kao i ulozi RP u odnosu MA i (meta)kognitivnih aktivnosti tijekom rješavanja matematičkih zadataka (Morsanyi i sur., 2019; Scheibe i sur., 2023). Njihovo međudjelovanje razmatrano je kroz pristup usmjeren na varijable i pristup usmjeren na osobu. Pri tome je, uz medijacijske analize i analize puta koje omogućuju uvid u odnose među varijablama na razini uzorka, provedena analiza latentnih profila, čime je osiguran dublji uvid u individualne razlike u resursima te afektivnim i metakognitivnim aspektima regulacije u odnosu na doživljeno KO.

Nalazi ovog istraživanja u određenoj mjeri doprinose postojećim spoznajama o potrebi jasnije konceptualizacije KO te njegovog razmatranja kao višedimenzionalnog konstrukta. Nalazi upućuju na mogućnost promatranja UKO i VKO pod zajedničkim konstruktom mentalnog opterećenja, odvojenog od IKO, koji u većoj mjeri odražava mentalni napor. Drugačiji obrasci povezanost navedenih koncepata s individualnim karakteristikama pojedinca, odnosno MA, samoeфикаsnosti i RP, ide u prilog razmatranjima da mentalno opterećenje (UKO i VKO) u većoj mjeri odražava kognitivni aspekt opterećenja, za razliku od mentalnog napora (IKO) koji više ukazuje na motivacijske tendencije pojedinca (Feldon i sur., 2019). U okviru ovog istraživanja, primijenjene su različite mjere samoprocjene MA, pri čemu se uz jedan od najučestalije primijenjenih upitnika, AMAS (Hopko i sur., 2003), primijenio i Upitnik MA za odrasle (Szczygieł, 2022a). U odnosu na AMAS čije tvrdnje u većoj mjeri odražavaju MA u situacijama vezanim uz razredno okruženje (pisanje testova i domaćih zadaća), navedeni upitnik podrazumijeva procjenu MA izvan konteksta formalnog obrazovanja. Primjenom obje mjere nastojale su se proširiti dosadašnje spoznaje o drugačijim obrascima odnosa određenih aspekata MA te RP i izvedbe na zadacima. Nadalje, ovim istraživanjem empirijski su potvrđene određene pretpostavke Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja (Seufert, 2018) i modela rasuđivanja u matematičkoj domeni (Morsanyi i sur., 2019, Schiebe i sur., 2023), osobito u pogledu odnosa MA, mentalnog opterećenja i radnog pamćenja. Naime, utvrđeno je da studenti s višom razinom MA postižu slabije rezultate na matematičkim problemskim zadacima uslijed višeg percipiranog mentalnog opterećenja, kao i lošije izvedbe na mjeri kapaciteta RP koja obuhvaća numeričku komponentu (OSPAN). Dodatni doprinos ogleda se i u operacionalizaciji kapaciteta RP kroz dvije složene mjere procjene kapaciteta, pri čemu jedna sadrži numerički sadržaj (OSPAN), a druga se temelji na zadacima iz verbalne domene (procjena smislenosti rečenica, RSPAN). Vrijedi istaknuti da su navedene mjere oblikovane i provjerene u okviru drugog predistraživanja, koje je uključivalo fokusne grupe i empirijsko istraživanje, a uslijed ograničene dostupnosti njihovih cjelovitih verzija na hrvatskom jeziku.

Nalazi vezani uz identificiranje profila s obzirom na pojedine tipove KO ukazuju na razlike među profilima s obzirom na mentalno opterećenje, uz podjednaku spremnost na ulaganje truda. Navedeno se u određenoj mjeri dotiče pitanja o različitim pokazateljima koje pojedinci koriste u procjeni mentalnog napora, odnosno razine spremnosti da se uključe u proces rješavanja potaknutog EMR okvirom (de Bruin, 2020; de Bruin i sur., 2025).

Nalazi dobiveni doktorskim istraživanjem mogu se primijeniti u praktičnom poučavanju i učenju matematičkog sadržaja. Relevantnost empirijskog istraživanja odnosa između KO i samoregulacije u matematičkom rasuđivanju ogleda se u potrebi za kreiranjem obrazovnog okruženja koje potiče i podržava razvoj samoeфикаsnosti te primjenu matematičkih sadržaja u svakodnevnom životu. Dodatno, nalazi se mogu primijeniti u svrhu izrade intervencija namijenjenih smanjivanju matematičke anksioznosti, a koja se može odraziti na procjenu složenosti i jasnoće zadataka, spremnost na ulaganje truda te usvajanje gradiva iz matematičke domene.

6. ZAKLJUČAK

Nalazi ovog istraživanja pružaju vrijedan uvid u složenu dinamiku individualnih resursa, percipiranog KO i (meta)kognitivnih aktivnosti tijekom procesa rješavanja matematičkih problemskih zadataka.

Rezultati provedenih medijacijskih analiza i analiza puta ukazuju na drugačije obrasce odnosa među ključnim konstruktima, ovisno o mjeri procjene MA, tipu percipiranog KO te mjeri kapaciteta RP. Naime, MA vezana uz svakodnevne situacije primjene znanja i rješavanja zadataka dosljedno predviđa izvedbu na matematičkim problemskim zadacima riječima. S druge strane, MA koja je dominantno vezana uz školsko okruženje (AMAS) značajno doprinosi izvedbi samo u modelima koji obuhvaćaju mentalni napor (IKO). Dobiveno je da MA značajno predviđa isključivo kognitivni aspekt opterećenja (UKO i VKO), u vidu procjene prezentiranih zadataka kao složenijih i manje jasnih te da mentalno opterećenje posreduje odnos između MA i izvedbe. Zanimljivo je da mentalni napor (IKO), odnosno razina uloženog truda, u parcijalnim modelima, nije povezana s razinom MA, kao ni matematičkom samoeфикаsnosti, no značajno doprinosi boljoj ukupnoj izvedbi. Dobiveni nalazi djelomično su u skladu s pretpostavkama Integriranog modela samoregulacije i kognitivnog opterećenja i to u pogledu odnosa individualnih resursa, procjene složenosti (UKO) i jasnoće prezentiranih zadataka (VKO) te ukupne izvedbe (Seufert 2018; Seufert i sur., 2024).

S obzirom na ulogu kapaciteta RP, primjetno je da više razine MA, osobito MA u svakodnevnim situacijama i situacijama procjene, smanjuju izvedbu na sekundarnim zadacima (dosjećanje slova) obje mjere kapaciteta RP. No, kao značajan prediktor izvedbe na matematičkim zadacima pokazala se samo mjera kapaciteta koja obuhvaća numerički sadržaj (OSPAN), a ista i posreduje odnos između MA i ukupne izvedbe. Navedeni nalaz predstavlja svojevrsnu empirijsku potvrdu pretpostavki teorijskih okvira rasuđivanja u matematičkoj domeni o međuodnosu MA, RP izvedbe, a doprinosi i dosadašnjoj literaturi koja ističe potrebu uzimanja u obzir vrste mjere procjene RP. U kontekstu uloge kognitivnih resursa u odnosu između MA i doživljenog opterećenja, primjetni su drugačiji obrasci odnosa ovisno o tipu opterećenja te mjeri procjene RP i MA. Naime, primjetno je da obje mjere kapaciteta RP ne doprinose značajno percepciji mentalnog opterećenja, no u pogledu mentalnog napora, OSPAN se pokazao značajnim prediktorom, ali samo u slučaju procjene MA mjerom vezanom uz školsko okruženje (AMAS). Potrebno je istaknuti da nalazi analiza složenijih modela ukazuju na značajan doprinos obje mjere kapaciteta RP razini truda uloženog u proces rješavanja matematičkih zadataka (mentalni napor), neovisno o mjeri procjene MA.

U okviru analiza usmjerenih na osobu, identificirana su tri profila percipiranog KO koji se međusobno razlikuju u doživljenom mentalnom opterećenju, dok iskazuju podjednake procjene uloženog napora. Uz razlike u pojedinim individualnim karakteristikama, osobito MA i samoeфикаsnosti, primjetne su i razlike u (meta)kognitivnim aktivnostima i epistemičkim emocijama. Naime, angažirani studenti koje karakterizira niža razina doživljenog mentalnog opterećenja te viša razina mentalnog napora prijavljuju više razine znatiželje, niže razine zbunjenosti, dosade i trenutne anksioznosti. U prosjeku su sigurniji u svoje odgovore koji su

većinski rezultat primjene odgovarajućih strategija rješavanja te u konačnici imaju bolju izvedbu na zadacima. Navedeno je djelomično u skladu s pretpostavkama Integriranog modela (Seufert, 2018) prema kojima međudjelovanje percipiranog KO i individualnih karakteristika, određuje razinu samoregulacijskih aktivnosti, dominantno u pogledu emocija doživljenih tijekom procesa rješavanja te primijenjenih strategija.

Zaključno gledano, dosadašnja literatura (Feldon i sur., 2019; Grund i sur., 2024; Seufert, 2020), ali dijelom i nalazi ovog istraživanja ukazuju na važnost razlikovanja UKO i VKO kao dominantno kognitivne komponente, odnosno IKO kao motivacijske komponente opterećenja. Iako se sve više prepoznaje važnost uzimanja u obzir motivacijskih aspekata u kontekstu kognitivnog opterećenja, kao i procesa metakognitivnog nadgledanja i regulacije, ti se koncepti primarno razrađuju na teorijskoj razini u okviru modela kognitivnog opterećenja. Važnost integracije KO, ali i procesa metakognitivnog nadgledanja i regulacije s motivacijskim konceptima i teorijama sve se više ističe kao sljedeći relevantni korak u daljnjoj razradi i povezivanju Teorije kognitivnog opterećenja te samoregulacije (de Bruin i sur., 2025; Scheiter, 2025).

7. LITERATURA

- Ackerman, R. (2014). The diminishing criterion model for metacognitive regulation of time investment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(3), 1349–1368. <https://doi.org/10.1037/a0035098>.
- Ahmed, W., Minnaert, A., Kuyper, H., i van der Werf, G. (2012). Reciprocal relationships between math self-concept and math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 22(3), 385–389. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.12.004>
- 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>
- Anselmi, P., Colledani, D., i Robusto, E. (2019). A comparison of classical and modern measures of internal consistency. *Frontiers in Psychology*, 10, članak 2714. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02714>
- Anjariyah, D., Juniati, D., i Siswono, T. Y. E. (2022). How does working memory capacity affect students' mathematical problem solving?. *European Journal of Educational Research*, 11(3), 1427–1439. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.3.1427>
- Arbuckle, J. L. (2020). *IBM SPSS Amos 27 user's guide*. IBM.
- Arens, A. K., Frenzel, A. C., i Goetz, T. (2022). Self-concept and self-efficacy in math: Longitudinal interrelations and reciprocal linkages with achievement. *The Journal of Experimental Education*, 90(3), 615–633. <https://doi.org/10.1080/00220973.2020.1786347>
- Atlaga, M i Burić, I. (2025). Medijacijska uloga epistemičkih emocija u odnosu motivacijskih uvjerenja i uključenosti učenika. *Društvena istraživanja*, 34(2), 191–211. <https://doi.org/10.5559/di.34.2.03>
- Ashcraft, M. H. (2019). Models of math anxiety. U: I. C. Mammarella, S. Caviola, i A. Dowker (ur.), *Mathematics anxiety: What is known and what is still to be understood* (1–19). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429199981-1>
- Asparouhov, T. i Muthén, B. (2021). Auxiliary variables in mixture modeling: Using the BCH method in Mplus to estimate a distal outcome model and an arbitrary secondary model. *Mplus Web Notes*, 21, 1–80.
- Ayres, P., Lee, J. Y., Paas, F., i van Merriënboer, J. J. G. (2021). The validity of physiological measures to identify differences in intrinsic cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 12, članak 702538. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.702538>
- 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, članak 1346. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01346>

- Baddeley, A.D. i Hitch, G.J. (1974). Working memory. U: G. Bower (ur.), *The psychology of learning and motivation* (47-89). AcademicPress.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Bajšanski, I. (2011). Nadgledanje razumijevanja narativnoga i ekspozitornoga teksta: Odnos između apsolutne i relativne točnosti metakognitivnih procjena. *Psihologijske teme / Psychological Topics*, 20(1), 153–170. <https://hrcak.srce.hr/68729>
- Bajšanski, I., Močibob, M. i Valerjev, P. (2014). Metacognitive judgments and syllogistic reasoning. *Psihologijske teme / Psychological Topics*, 23(1), 143–165. <https://hrcak.srce.hr/file/178357>
- Bajšanski, I., Žauhar, V. i Valerjev, P. (2025). Povezanost prihvatanja psiholoških miskoncepcija s metakognitivnim procjenama, obrazovanjem, kognitivnim stilom i paranormalnim vjerovanjima. *Psihologijske teme / Psychological Topics*, 34(3), 393-414. <https://doi.org/10.31820/pt.34.3.2>
- Balaž, B. (2021). *Odrednice i ishodi epistemičkih emocija u obrazovnom kontekstu* (doktorska disertacija). Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:607480>
- Balaž, B., i Pavlin-Bernardić, N. (2022). A mixed-method study on measuring epistemic emotions as a trait. *Psihologijske teme/ Psychological Topics*, 31(3), 619–639. <https://doi.org/10.31820/pt.31.3.8>
- Bandura, A., i National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., i Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Berkowitz, M., Edelsbrunner, P., Stern, E. (2022). The relation between working memory and mathematics performance among students in math-intensive STEM programs. *Intelligence*, 92, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2022.101649>
- Bhat, S. K., i Prasad, K. H. L. (2021). Item analysis and optimizing multiple-choice questions for a viable question bank in ophthalmology: A cross-sectional study. *Indian Journal of Ophthalmology*, 69(2), 343–346. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1610_20
- Bieg, M., Goetz, T., i Hubbard, K. (2013). Can I master it and does it matter? An intraindividual analysis on control–value antecedents of trait and state academic emotions. *Learning and Individual Differences*, 28, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.09.006>
- Blissett, S., Sibbald, M., Kok, E., i Van Merriënboer, J. (2018). Optimizing self-regulation of performance: Is mental effort a cue? *Advances in Health Sciences Education*, 23(5), 891–898. <https://doi.org/10.1007/s10459-018-9838-x>

- Boekaerts, M., i Pekrun, R. (2016). Emotions and emotion regulation in academic settings. U: L. Corno i E. M. Anderman (ur.), *Handbook of educational psychology* (76–90). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Bolck, A., Croon, M. i Hagenaars, J. (2004). Estimating latent structure models with categorical variables: One-step versus three-step estimators. *Political Analysis*, 12(1), 3–27. <https://doi.org/10.1093/pan/mph001>
- Caviola, S., Toffalini, E., Giofrè, D., Ruiz, J. M., Szűcs, D., i Mammarella, I. C. (2022). Math performance and academic anxiety forms, from sociodemographic to cognitive aspects: A meta-analysis on 906,311 participants. *Educational Psychology Review*, 34(1), 363–399. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09618-5>
- Chevrier, M., Muis, K. R., Trevors, G. J., Pekrun, R., i Sinatra, G. M. (2019). Exploring the antecedents and consequences of epistemic emotions. *Learning and Instruction*, 63(101209). <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.006>
- Ching, B. H.-H. (2017). Mathematics anxiety and working memory: Longitudinal associations with mathematical performance in Chinese children. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 99–113. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.006>
- Choe, K. W., Jenifer, J. B., Rozek, C. S., Berman, M. G., i Beilock, S. L. (2019). Calculated avoidance: Math anxiety predicts math avoidance in effort-based decision-making. *Science Advances*, 5(11), članak eaay1062. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1062>
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., i Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769–786. <https://doi.org/10.3758/bf03196772>
- Cowan N. (2016). Working memory maturation: Can we get at the essence of cognitive growth?. *Perspectives on Psychological Science : A Journal of the Association for Psychological Science*, 11(2), 239–264. <https://doi.org/10.1177/1745691615621279>
- Daker, R. J., Gattas, S. U., Sokolowski, H. M., Green, A. E., i Lyons, I. M. (2021). First-year students' math anxiety predicts STEM avoidance and underperformance throughout university, independently of math ability. *NPJ Science of Learning*, 6(1), članak 17. <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00095-7>
- David, L., Biwer, F., Baars, M., Wijn, L., Paas, F. i de Bruin, A. (2024). The relation between perceived mental effort, monitoring judgments, and learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(66), 1–36. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09903-z>
- de Bruin, A. B. H., Biwer, F., Hui, L., Onan, E., David, L., i Wiradhany, W. (2023). Worth the effort: The start and stick to desirable difficulties (S2D2) framework. *Educational Psychology Review*, 35(2), članak 41. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09766-w>
- De Bruin, A. B., Roelle, J., Carpenter, S. K., Baars, M., i Efg-Mre. (2020). Synthesizing cognitive load and self-regulation theory: A theoretical framework and research agenda. *Educational Psychology Review*, 32(4), 903–915. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09576-4>

- Demedts, F., Cornelis, J., Reynvoet, B., Sasanguie, D., i Depaepe, F. (2023). measuring math anxiety through self-reports and physiological data. *Journal of Numerical Cognition*, 9(3), članak e9735. <https://doi.org/10.5964/jnc.9735>
- Desender, K., i Sasanguie, D. (2022). Math anxiety relates positively to metacognitive insight into mathematical decision making. *Psychological Research*, 86(3), 1001–1013. <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01511-8>
- Desoete, A. i De Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: An overview. *ZDM Mathematics Education* 51, 565–575. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01060-w>
- Dönmez, A. A., Çalik, A., Terzi, K., i 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>
- Dowker, A., Sarkar, A., i Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?. *Frontiers in Psychology*, 7, članak 508. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46(1), 6–25. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.538645>
- Efklides, A., Bennett, L. i Brown, V. (2017). Motivation and affect in self-regulated learning does metacognition play a role? U: D. H. Schunk i J. A. Greene (ur.), *Handbook of self-regulation of learning ad performance* (str. 63–80). Routledge/Taylor & Francis Group.
- Efklides, A. (2018). Affect, epistemic emotions, metacognition, and self-regulated learning. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 119(13), 1–22. <https://doi.org/10.1177/016146811711901302>
- Eitel, A., Endres, T., i Renkl, A. (2020a). 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>
- Eitel, A., Bender, L., i Renkl, A. (2020b). Effects of informed use: A proposed extension of the self-management effect. In S. Tindall-Ford, S. Agostinho, i J. Sweller (ur.), *Advances in cognitive load theory: Rethinking teaching* (str. 168–179). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780429283895-14>
- Evans, P., Vansteenkiste, M., Parker, P., Kingsford-Smith, A., i Zhou, S. (2024). Cognitive load theory and its relationships with motivation: A self-determination theory perspective. *Educational Psychology Review*, 36(1), članak 7. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09841-2>
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. U: F. E. Weinert i R. H. Kluwe (ur.), *Metacognition, motivation, and understanding* (20–29). Erlbaum.

- Feldon, D. F., Callan, G., Juth, S., i Jeong, S. (2019). Cognitive load as motivational cost. *Educational Psychology Review*, 31(2), 319–337. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09464-6>
- Finell, J., Sammallahiti, E., Korhonen, J., Eklöf, H., i Jonsson, B. (2022). Working memory and its mediating role on the relationship of math anxiety and math performance: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 12, članak 798090. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.798090>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Chu, F., Scofield, J. E., i Hibbard, D. F. (2019). Sex differences in mathematics anxiety and attitudes: Concurrent and longitudinal relations to mathematical competence. *Journal of Educational Psychology*, 111(8), 1447–1461. <https://doi.org/10.1037/edu0000355>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Ünal, Z. E., i Greene, N. R. (2023). Sex differences and similarities in relations between mathematics achievement, attitudes, and anxiety: A seventh-to-ninth grade longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 115(5), 767–782. <https://doi.org/10.1037/edu0000793>
- Goretzko, D., Pham, T.T.H. i Bühner, M. (2021). Exploratory factor analysis: Current use, methodological developments and recommendations for good practice. *Current Psychology* 40, 3510–352. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-00300-2>
- 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>
- Grund, A., Fries, S., Nückles, M., Renkl, A., i Roelle, J. (2024). When is learning “effortful”? Scrutinizing the concept of mental effort in cognitively oriented research from a motivational perspective. *Educational Psychology Review*, 36(1), članak 11. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09852-7>
- Hart, S. A., i Ganley, C. M. (2019). The nature of math anxiety in adults: Prevalence and correlates. *Journal of Numerical Cognition*, 5(2), 122–139. <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.195>
- 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(2), članak 61. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09779-5>
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L. i Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. <https://doi.org/10.1177/1073191103010002008>
- Howard, M. C. (2016). A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(1), 51–62. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1087664>

- JASP Team (2025). *JASP* (Version 0.95.4)[Computer software]
- Jenifer, J. B., Rozek, C. S., Levine, S. C., i Beilock, S. L. (2022). Effort(less) exam preparation: Math anxiety predicts the avoidance of effortful study strategies. *Journal of Experimental Psychology: General*, 151(10), 2534–2541. <https://doi.org/10.1037/xge0001202>
- Jiang, R., Liu, R.-d., Star, J., Zhen, R., Wang, J., Hong, W., Jiang, S., Sun, Y., i Fu, X. (2021). How mathematics anxiety affects students' inflexible perseverance in mathematics problem-solving: Examining the mediating role of cognitive reflection. *British Journal of Educational Psychology*, 91(1), 237–260. <https://doi.org/10.1111/bjep.12364>
- Joreskog, K. G. (1969). A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 34(2), 183–202. <https://doi.org/10.1007/BF02289343>
- Juniati, D., i Budayasa, I. K. (2020). Working memory capacity and mathematics anxiety of mathematics undergraduate students and its effect on mathematics achievement. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 271–290. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.653518>
- Klee, H. L., Miller, A. D., i Buehl, M. M. (2022). mathematics anxiety, self-concept, and self-efficacy: A multidimensional scaling consideration of measures. *Journal of Experimental Education*, 91(3), 494–516. <https://doi.org/10.1080/00220973.2021.2024788>
- 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>
- 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, članak 1997. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01997>
- Koriat A. (2018). Agency attributions of mental effort during self-regulated learning. *Memory & Cognition*, 46(3), 370–383. <https://doi.org/10.3758/s13421-017-0771-7>
- 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>
- Kyriazos, T. A. (2018). Applied psychometrics: sample size and sample power considerations in factor analysis (EFA, CFA) and SEM in general. *Psychology*, 9(8), članak 2207. <https://doi.org/10.4236/psych.2018.98126>
- Lanfalconi, G. A., Piccirilli, M., D'Alessandro, P., Ilicini, S., Baccarelli, P., i Elisei, S. (2023). The relationship between math anxiety and math achievement: differentiating the role of learning math anxiety and math evaluation anxiety. *Psychiatria Danubina*, 35(Suppl 3), 53–56.
- Leahy, W., i Sweller, J. (2019). Cognitive load theory, resource depletion and the delayed testing effect. *Educational Psychology Review*, 31(2), 457–478. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09476-2>

- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., i Van Merriënboer, J. J. (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, Q., Cho, H., Cosso, J., i Maeda, Y. (2021). Relations between students' mathematics anxiety and motivation to learn mathematics: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 33(3), 1017–1049. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09589-z>
- Lin, X. F., Wong, S. Y., Zhou, W., Shen, W., Li, W., i Tsai, C. C. (2024). Undergraduate students' profiles of cognitive load in augmented reality–assisted science learning and their relation to science learning self-efficacy and behavior patterns. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(2), 419–445. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10376-9>
- Lingel, K., Lenhart, J. i Schneider, W. (2019). Metacognition in mathematics: do different metacognitive monitoring measures make a difference?. *ZDM Mathematics Education* 51, 587–600. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01062-8>
- Linna, D., Xinghua, W., Haiying, Y., Pavlova, A., Ismatullina, V., Malykh, A., Kolyasnikov, P., i Malykh, S. (2024). Psychometric properties of AMAS and math anxiety prevalence among Chinese and Russian schoolchildren: a comparative study. *Frontiers in Psychology*, 15, članak 1485753. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1485753>
- Maloney, E. A., i Retanal, F. (2020). Higher math anxious people have a lower need for cognition and are less reflective in their thinking. *Acta Psychologica*, 202, članak 102939. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.102939>
- Maki, R. H., Shields, M., Wheeler, A. E., i Zacchilli, T. L. (2005). Individual differences in absolute and relative metacomprehension accuracy. *Journal of Educational Psychology*, 97, 723–731. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.4.723>
- Marsh, H. W., Pekrun, R., Parker, P. D., Murayama, K., Guo, J., Dicke, T., i Arens, A. K. (2019). The murky distinction between self-concept and self-efficacy: Beware of Lurking Jingle-Jangle Fallacies. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 331–353. <https://doi.org/10.1037/edu0000281>
- Mathy, F., Chekaf, M., i Cowan, N. (2018). Simple and complex working memory tasks allow similar benefits of information compression. *Journal of Cognition*, 1(1), članak 31. <https://doi.org/10.5334/joc.31>
- Masyn, K. E. (2013). Latent class analysis and finite mixture modelling. U: T. D. Little (Ur.), *The Oxford handbook of quantitative methods Volume 2: Statistical analysis* (str. 551–611). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199934898.013.0025>
- Medrano, J., i Miller-Cotto, D. (2025). Understanding working memory as a facilitator of math problem-solving: Offloading as a potential strategy. *The British Journal of Educational psychology*, 95(3), 871–887. <https://doi.org/10.1111/bjep.12767>

- Megreya, A. M., Al-Emadi, A. A., Al-Ahmadi, A. M., Moustafa, A. A., i Szűcs, D. (2024). A large-scale study on the prevalence of math anxiety in Qatar. *The British Journal of Educational Psychology*, 94(2), 539–556. <https://doi.org/10.1111/bjep.12662>
- McHugh M. L. (2012). Interrater reliability: The kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282. <https://hrcak.srce.hr/89395>
- Miele, D. B., i Scholer, A. A. (2018). The role of metamotivational monitoring in motivation regulation. *Educational Psychologist*, 53(1), 1–21. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1371601>
- Minkley, N., Xu, K. M., Krell, M. (2021). Analyzing relationships between causal and assessment factors of cognitive load: Associations between objective and subjective measures of cognitive load, stress, interest, and self-concept. *Frontiers in Education*, 6, članak 632907. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.632907>
- Muenks, K., Miele, D. B., i Wigfield, A. (2016). How students' perceptions of the source of effort influence their ability evaluations of other students. *Journal of Educational Psychology*, 108(3), 438–454. <https://doi.org/10.1037/edu0000068>
- Muis, K. R., Chevrier, M., i Singh, C. A. (2018). The role of epistemic emotions in personal epistemology and self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 53(3), 165–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1421465>
- Muthén, L. K. i Muthén, B. O. (2017). *Mplus: statistical analysis with latent variables: User's guide* (Version 8.1). Muthén & Muthén.
- Mutlu-Bayraktar, D., Ozel, P., Altindis, F., i Yilmaz, B. (2023). Relationship between objective and subjective cognitive load measurements in multimedia learning. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1322–1334. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1833042>
- Musso, M. F., Boekaerts, M., Segers, M., i Cascallar, E. C. (2019). Individual differences in basic cognitive processes and self-regulated learning: Their interaction effects on math performance. *Learning and Individual Differences*, 71, 58–70. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.03.003>
- Namkung, J. M., Peng, P., i Lin, X. (2019). The relation between mathematics anxiety and mathematics performance among school-aged students: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 89(3), 459–496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>.
- Nelson, T.O. i Narens L. (1990) Metamemory: A theoretical framework and new findings. U: Bower, G. (ur.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, Academic Press, 125–173. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60053-5](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60053-5)
- 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>
- Orru, G. i Longo, L. (2019). The Evolution of Cognitive Load Theory and the Measurement of Its Intrinsic, Extraneous and Germane Loads: A Review. U: Longo, L. i Leva, M. (ur.), *Communications in Computer and Information Science: vol 1012. International*

- Symposium on Human Mental Workload: Models and Applications* (1-26). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-14273-5_3
- Özcan, Z. Ç., i Eren Gümüş, A. (2019). A modeling study to explain mathematical problem-solving performance through metacognition, self-efficacy, motivation, and anxiety. *Australian Journal of Education*, 63(1), 116–134.
<https://doi.org/10.1177/0004944119840073>
- Paas, F., van Gog, T. i Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational Psychology Review*, 22, 115–121. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>
- 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. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: a cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429–434.
- Pahljina-Reinić, R. (2022). Profili ciljnih orijentacija i strategije samoregulacije motivacije. *Psihologijske teme / Psychological Topics*, 31(3), 721–742.
<https://doi.org/10.31820/pt.31.3.13>
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, članak 422.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>
- Passolunghi, M.C., Cargnelutti, E. i Pellizzoni, S. (2019). The relation between cognitive and emotional factors and arithmetic problem-solving. *Educational Studies in Mathematics*, 100(3), 271–290. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9863-y>
- Pekrun, R., i Linnenbrink-Garcia, L. (2012). U: Academic emotions and student engagement. In S. L. Christenson, A. L. Reschly, i C. Wylie (ur.), *Handbook of research on student engagement* (259–282). Springer Science + Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_12
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., i Sinatra, G. M. (2016). Measuring emotions during epistemic activities: the Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition & Emotion*, 31(6), 1268–1276. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1204989>
- Pekrun, R., Marsh, H. W., Elliot, A. J., Stockinger, K., Perry, R. P., Vogl, E., Goetz, T., van Tilburg, W. A. P., Lüdtke, O., i Vispoel, W. P. (2023). A three-dimensional taxonomy of achievement emotions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 124(1), 145–178.
<https://doi.org/10.1037/pspp0000448>
- Pekrun, R. (2024). Control-value theory: From achievement emotion to a general theory of human emotions. *Educational Psychology Review*, 36, članak 83.
<https://doi.org/10.1007/s10648-024-09909-7>
- Pelegrina, S., Justicia-Galiano, M. J., Martín-Puga, M. E., i Linares, R. (2020). Math anxiety and working memory updating: Difficulties in retrieving numerical information from

- working memory. *Frontiers in Psychology*, 11, članak 669. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00669>
- Pelegrina, S., Martín-Puga, M. E., Lechuga, M. T., Justicia-Galiano, M. J., i Linares, R. (2024). Role of executive functions in the relations of state- and trait-math anxiety with math performance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1535(1), 76–91. <https://doi.org/10.1111/nyas.15140>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., i Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Putwain, D. W., Pekrun, R., Nicholson, L. J., Symes, W., Becker, S., i Marsh, H. W. (2018). Control-value appraisals, enjoyment, and boredom in mathematics: A longitudinal latent interaction analysis. *American Educational Research Journal*, 55(6), 1339–1368. <https://doi.org/10.3102/0002831218786689>
- 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, 36–56. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.002>
- Radüntz T. (2020). The Effect of Planning, Strategy Learning, and Working Memory Capacity on Mental Workload. *Scientific Reports*, 10(1), članak 7096. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63897-6>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., i Maloney, E. A. (2018). Math anxiety: Past research, promising interventions, and a new interpretation framework. *Educational Psychologist*, 53(3), 145–164. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1447384>
- Rovan, D. (2011). Odrednice odabira ciljeva pri učenju matematike u visokom obrazovanju (doktorska disertacija). Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Rovan, D., Trupčević, G. i Glasnović Gracin D. (2022). Motivacija za učenje matematike kod budućih učitelja razredne nastave, *Društvena istraživanja / Journal for General Social Issues*, 31(1), 113–133. <https://doi.org/10.5559/di.31.1.06>
- Scheiter, K. (2025). Commentary: How can we come to terms when discussing the role of effort from the perspective of cognitive load theory and theories of self-regulated learning? *Educational Psychology Review*, 37 članak 57. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10037-z>
- 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>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., i Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research*, 8(2), 23–74.

- Schleinschok, K., Eitel, A., i Scheiter, K. (2017). Do drawing tasks improve monitoring and control during learning from text? *Learning and Instruction*, 51, 10–25. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.02.002>
- 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, članak 648319. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.648319>
- Schnotz, W., Fries, S., i Horz, H. (2009). Motivational aspects of cognitive load theory. U M. Wosnitza, S. A. Karabenick, A. Efklides, i P. Nenniger (ur.), *Contemporary motivation research: From global to local perspectives* (69–96). Hogrefe & Huber Publishers.
- Schoenherr, J., Schukajlow, S. i Pekrun, R. (2025). Emotions in mathematics learning: a systematic review and meta-analysis. *ZDM Mathematics Education* 57, 603–620. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01651-w>
- Schraw, G. (2009). A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring. *Metacognition Learning* 4, 33–45. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9031-3>
- Schraw, G., Kuch, F., Gutierrez, A. P., i Richmond, A. S. (2014). Exploring a three-level model of calibration accuracy. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 1192–1202. <https://doi.org/10.1037/a0036653>
- Schukajlow, S., Rakoczy, K., i Pekrun, R. (2023). Emotions and motivation in mathematics education: Where we are today and where we need to go. *ZDM: The international journal on mathematics education*, 55(2), 249–267. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01463-2>
- Schwartz, M. M., Frenzel, A. C., Goetz, T., Lohbeck, A., Bednorz, D., Kleine, M., i Pekrun, R. (2024). Boredom due to being over- or under-challenged in mathematics: A latent profile analysis. *The British Journal of Educational Psychology*, 94(3), 947–958. <https://doi.org/10.1111/bjep.12695>
- Shimizu, Y. (2025). Relation between mathematics self-efficacy, mathematics anxiety, behavioural engagement, and mathematics achievement in Japan. *Psychology International*, 7(2), članak 36. <https://doi.org/10.3390/psycholint7020036>
- Siedlecka, M., Paulewicz, B., i Wierzchoń, M. (2016). But I was so sure! Metacognitive judgments are less accurate given prospectively than retrospectively. *Frontiers in Psychology*, 7, članak 218. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00218>
- Sivo, S. A., Fan, X., Witta, E. L., i Willse, J. T. (2006). The search for “optimal” cutoff properties: Fit index criteria in structural equation modeling. *The Journal of Experimental Education*, 74(3), 267–288. <https://doi.org/10.3200/JEXE.74.3.267-288>
- Skagerlund, K., Östergren, R., Västfjäll, D., i Träff, U. (2019). How does mathematics anxiety impair mathematical abilities? Investigating the link between math anxiety, working memory, and number processing. *PloS ONE*, 14(1), članak e0211283. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211283>
- Slunjski, I. (2025). *Emocije i percipirano kognitivno opterećenje pri rješavanju zadataka radnog pamćenja* (diplomski rad). Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet, Rijeka.

- Stankov, L., Kleitman, S. i Jackson, S. A. (2014). Measures of the trait of confidence. U: G. J. Boyle, D. H. Saklofske i G. Matthews (Ur.), *Measures of personality and social psychological constructs* (str. 158–189). Academic Press.
- Street, K.E.S., Malmberg, L.E. i Schukajlow, S. (2024). Students' mathematics self-efficacy: a scoping review. *ZDM Mathematics Education* 56, 265–280. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01548-0>
- Sternberg, R. J. (2005). *Kognitivna psihologija*. Naklada Slap.
- Strohmaier, A. R., Schiepe-Tiska, A., i Reiss, K. M. (2020). A comparison of self-reports and electrodermal activity as indicators of mathematics state anxiety.: An application of the control-value theory. *Frontline Learning Research*, 8(1), 16–32. <https://doi.org/10.14786/flr.v8i1.427>
- Szczygieł, M., i Hohol, M. (2024). *The gender gap in math anxiety (and in the link between math anxiety and math performance) is not so salient when other anxieties are controlled for*. PsyArxiv Preprint. <https://doi.org/10.31234/osf.io/5trew>
- Szczygieł, M. (2022a). Not only reliability! The importance of the ecological validity of the Math Anxiety Questionnaire for Adults. *European Journal of Psychological Assessment*, 38(2), 78–90. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000646>
- Szczygieł, M. (2022b). Math attitude and math anxiety of STEM students needs more attention. *Polish Psychological Bulletin*, 53(3), 203–211. <https://doi.org/10.24425/ppb.2022.141868>
- Szczygieł, M. (2020). Gender, general anxiety, math anxiety and math achievement in early school-age children. *Issues in Educational Research*, 30(3), 1126–1142. <https://www.iier.org.au/iier30/szczygiel.pdf>
- Szulewski, A., Gegenfurtner, A., Howes, D. W., Sivilotti, M. L. A., i van Merriënboer, J. J. G. (2017). Measuring physician cognitive load: Validity evidence for a physiologic and a psychometric tool. *Advances in Health Sciences Education: Theory and Practice*, 22(4), 951–968. <https://doi.org/10.1007/s10459-016-9725-2>
- Sweller, J. (2023). The development of cognitive load theory: Replication crises and incorporation of other theories can lead to theory expansion. *Educational Psychology Review*, 35(4), članak 95. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09817-2>
- 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>
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. U J. P. Mestre i B. H. Ross (ur.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (37–76). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Tapola, A., Rawlings, A. M., Mononen, R., Tähti, P., i Korhonen, J. (2026). The interplay of cognition and affect in fourth graders' math performance: Role of working memory in mediating the effects of math anxiety and math interest on arithmetic fluency. *Cognition and Emotion*, 40(2), 501–511. <https://doi.org/10.1080/02699931.2025.2516660>

- Tian, Y., Fang, Y., i Li, J. (2018). The effect of metacognitive knowledge on mathematics performance in self-regulated learning framework-multiple mediation of self-efficacy and motivation. *Frontiers in Psychology*, 9, članak 2518. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02518>
- Tinajero, C., Mayo, M. E., Villar, E., i Martínez-López, Z. (2024). Classic and modern models of self-regulated learning: integrative and componential analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, članak 1307574. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1307574>
- Unsworth, N., i Engle, R. W. (2006). Simple and complex memory spans and their relation to fluid abilities: Evidence from list-length effects. *Journal of Memory and Language*, 54(1), 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2005.06.003>
- Veenman, M.V.J., Van Hout-Wolters, B.H.A.M. i Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition & Learning* 1, 3–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6893-0>
- Vuorre, M. i Metcalfe, J. (2022). Measures of relative metacognitive accuracy are confounded with task performance in tasks that permit guessing. *Metacognition Learning* 17, 269–291. <https://doi.org/10.1007/s11409-020-09257-1>
- 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, članak 69. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09794-6>
- 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, 1127–1149. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09568-4>
- Yu, X., Zhou, H., Sheng, P., Ren, B., Wang, Y., Wang, H., i Zhou, X. (2024). Math anxiety is more closely associated with math performance in female students than in male students. *Current Psychology: A Journal for Diverse Perspectives on Diverse Psychological Issues*, 43(2), 1381–1394. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04349-y>
- Zakariya Y. F. (2021). Self-efficacy between previous and current mathematics performance of undergraduate students: An instrumental variable approach to exposing a causal relationship. *Frontiers in Psychology*, 11, članak 556607. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.556607>
- Zhang, J., Zhao, N., i Kong, Q. P. (2019). the relationship between math anxiety and math performance: A meta-analytic investigation. *Frontiers in Psychology*, 10, članak 1613. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01613>
- Zhang H. (2024). Cognitive load as a mediator in self-efficacy and English learning motivation among vocational college students. *PloS ONE*, 19(11), članak e0314088. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314088>
- Zhang, J., Chiu, M. M., i Lei, H. (2023). Achievement, self-concept and anxiety in mathematics and English: A three-wave cross-lagged panel study. *The British Journal of Educational Psychology*, 93(1), 56–72. <https://doi.org/10.1111/bjep.12539>

- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. U M. Boekaerts, P. R. Pintrich, i M. Zeidner (ur.), *Handbook of self-regulation* (str. 13–39). Academic Press.
- Zimmerman, B. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45, 166–183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>
- Zu, T., Munsell, J. i Rebello, N. S. (2021). Subjective measure of cognitive load depends on participants' content knowledge level. *Frontiers in Education*, 6, <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.647097>

8. PRILOZI

Prilog 1.

Frekvencija odgovora na tvrdnje o iskustvu rješavanja OSPAN-a i RSPAN-a (N = 78)

	Uopće se NE odnosi na mene	Djelomično se NE odnosi na mene	Niti se odnosi niti se ne odnosi	Djelomično se odnosi na mene	U potpunosti se odnosi na mene
	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)	f (%)
OSPAN_prikladnost	3 (0,04)	5 (0,06)	21 (0,27)	28 (0,36)	21 (0,27)
OSPAN_smanjivanje	8 (0,10)	8 (0,10)	16 (0,21)	20 (0,26)	26 (0,33)
RSPAN_prikladnost	6 (0,08)	11 (0,15)	12 (0,16)	19 (0,25)	27 (0,36)
RSPAN_smanjivanje	3 (0,04)	10 (0,13)	16 (0,21)	33 (0,42)	16 (0,21)