

# Uloga različitih (neuro)kognitivnih čimbenika u objašnjenju znanstvenog rezoniranja

---

Andrić, Lara

Master's thesis / Diplomski rad

2024

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:131:323552>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
University of Zagreb  
Faculty of Humanities  
and Social Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[ODRAZ - open repository of the University of Zagreb  
Faculty of Humanities and Social Sciences](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Filozofski fakultet  
Odsjek za psihologiju

**ULOGA RAZLIČITIH (NEURO)KOGNITIVNIH ČIMBENIKA U OBJAŠNJENJU  
ZNANSTVENOG REZONIRANJA**

Diplomski rad

Lara Andrić

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Ivana Hromatko

Zagreb, 2024.

## IZJAVA

Pod punom moralnom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno te da u njemu nema kopiranih, prepisanih ili preuzetih dijelova teksta tuđih radova koji nisu propisno označeni kao citati s navedenim izvorom iz kojeg su preneseni.

U Zagrebu 19.3.2024.

Lara Andrić

## Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| Uvod .....  | 1  |
| Kompleksno područje ljudske racionalnosti .....   | 1  |
| Aktualna društvena problematika (i)racionalnog mišljenja i ponašanja .....                            | 3  |
| Znanstveno rezoniranje.....   | 5  |
| (Neuro)kognitivni čimbenici važni za objašnjenje znanstvenog rezoniranja.....                         | 6  |
| Kognitivna refleksivnost i izvršne funkcije.....  | 7  |
| Kognitivni stilovi.....   | 9  |
| Cilj i problemi.....  | 10 |
| Metoda .....  | 12 |
| Sudionici.....  | 12 |
| Nacrt istraživanja.....   | 12 |
| Mjerni instrumenti .....  | 13 |
| Postupak .....  | 16 |
| Rezultati.....  | 18 |
| Kompletna multipla regresijska analiza .....  | 20 |
| Medijacijska analiza .....  | 22 |
| Rasprava .....  | 24 |
| Intepretacija nalaza kompletne multiple regresije .....   | 24 |
| Medijacijska uloga izvršnih funkcija u vezi kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja ..... | 27 |
| Socijalna domena, teorijske i praktične implikacije.....  | 28 |
| Zaključak .....   | 30 |
| Literatura .....  | 31 |
| Prilozi .....   | 37 |

## **Uloga različitih (neuro)kognitivnih čimbenika u objašnjenju znanstvenog rezoniranja**

### **Sažetak**

Istraživanje različitih aspekata i manifestacija racionalnosti kompleksno je istraživačko usmjerenje koje zahtijeva balansiranje apstraktnih pojmova u području i kreativnih načina njihovih operacionalizacija. Znanstveno rezoniranje podzastupljeno je područje istraživanja te zahtijeva daljnja ispitivanja fenomena. Cilj ovog istraživanja bio je ispitati ulogu različitih (neuro)kognitivnih čimbenika u objašnjenju znanstvenog rezoniranja, te dodatno razjasniti konceptualni odnos kognitivne refleksivnosti i izvršnih funkcija. U istraživanju je sudjelovalo 155 sudionika koji su rješavali zadatke znanstvenog rezoniranja, kognitivne refleksivnosti, radnog pamćenja, inhibicije i kognitivne fleksibilnosti te ispunjavali upitničke mjere potrebe za kognicijom i povjerenja u intuiciju. Provedena je kompletna multipla regresijska analiza i testirana su tri jednostavna medijacijska modela. Korištena prediktorska baterija pokazala se statistički značajnom u predviđanju varijance znanstvenog rezoniranja, a na razini samostalnih doprinosa jedino su kognitivna refleksivnost i kognitivna fleksibilnost postigle statističku značajnost. Radno pamćenje i kognitivna fleksibilnost (ali ne i inhibicija) pokazali su se značajnim djelomičnim medijatorima u odnosu kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja. Dobiveni nalazi upućuju na važnu ulogu (neuro)kognicije u znanstvenom rezoniranju. Potrebno je nastaviti graditi teorijsku osnovu za istraživanje ovog fenomena, i uz to posvetiti pažnju kreiranju kvalitetnih intervencija s ciljem podizanja razine znanstvenog rezoniranja u obrazovnom i širem društvenom području.

**Ključne riječi:** znanstveno rezoniranje, izvršne funkcije, kognitivna refleksivnost, kognitivni stilovi

## **The role of different (neuro)cognitive factors in explaining scientific reasoning**

### **Abstract**

Researching various aspects and manifestations of rationality is a complex research direction that requires balancing abstract concepts in the field and creative ways of operationalizing them. Scientific reasoning is an underrepresented area of research and requires further investigation of phenomena. The aim of this research was to examine the role of different (neuro)cognitive factors in explaining scientific reasoning and further clarify the conceptual relationship between cognitive reflection and executive functions. The study involved 155 participants who completed tasks of scientific reasoning, cognitive reflection, working memory, inhibition, and cognitive flexibility, as well as questionnaire measures of the need for cognition and faith in intuition. A complete multiple regression analysis was conducted, and three simple mediation models were tested. The predictor battery proved to be statistically significant in explaining the variance of scientific reasoning. At the level of individual contributions, only cognitive reflection and cognitive flexibility achieved statistical significance. Working memory and cognitive flexibility (but not inhibition) were found to be significant partial mediators in the relationship between cognitive reflection and scientific reasoning. The findings suggest that (neuro)cognition is an important aspect of scientific reasoning, warranting continued building of theoretical foundations for researching this phenomenon, and attention to creating quality interventions aimed at enhancing scientific reasoning, both in educational and broader social areas.

**Key words:** scientific reasoning, executive functions, cognitive reflection, cognitive style

## Uvod

### Kompleksno područje ljudske racionalnosti

Područje ljudske racionalnosti kompleksno je kao istraživačko, ali i kao laičko općemisaono i filozofsko područje, u kojem se još uvijek, kao i u velikom broju tema u psihologiji, susrećemo s problemima kvalitetnog obuhvaćanja i definiranja koncepata. Racionalnost u najširem smislu možemo definirati kao odliku koja podrazumijeva usklađenost s razumom (Hrvatski jezični portal, n.d.), međutim ovakvom objašnjenju nedostaje znanstveno-istraživačke supstance u pogledu mogućnosti operacionalizacije. Jasni konsenzus oko točne znanstveno-istraživačke definicije još uvijek ne postoji, no iz perspektive kognitivnih znanosti, racionalnosti je važno pristupati na normativni način, kao kontinuumu u kojem stupnjujemo u kojoj su mjeri različite misli i ponašanja racionalna (Stanovich, 2011). Kontinuum više ili manje racionalnih misli i ponašanja promatra se bez vrijednosne skale. Na taj način, manje racionalno ne mora značiti i manje vrijedno, već je jednostavno jedna od konstantnih varijacija prisutnih u ljudskoj racionalnosti, koja za sobom može povlačiti više ili manje briga i problema. Kada govorimo o općoj podjeli racionalnosti, razlikujemo epistemičku i instrumentalnu racionalnost (Erceg i sur., 2019; Stanovich i sur., 2016; Stanovich i sur., 2017). Epistemička racionalnost odnosi se na to kako se neka uvjerenja dobro uklapaju u stvarnu strukturu svijeta, dok instrumentalna podrazumijeva usmjereno ponašanje kojim pojedinac efikasno koristi dostupne resurse i pristupa željenom cilju (Stanovich, 2011). Jednostavnije rečeno, epistemička racionalnost obuhvaća aspekt stvarnosti, odnosno istinitosti i utemeljenosti na dokazima, dok instrumentalna racionalnost usmjerava djelovanje (Erceg i sur., 2019). Oba dijela racionalnosti promatraju se zajedno, kao dva neodvojiva dijela cjeline.

U znanstvenoj literaturi, pratimo mnoge istraživačke pothvate operacionalizacije različitih aspekata i manifestacija racionalnosti, od uradaka na problemskim zadacima različitih sadržaja – poput donošenja odluka pod objektivnim rizikom, zablude kockara, heuristika i pristranosti, kognitivne refleksivnosti, probabilističkog, hipotetičkog, statističkog, znanstvenog rezoniranja (Barron i Leider, 2010; Erceg i sur., 2019; Frederick,

2005; Schiebener i sur., 2014; Stanovich i sur., 2016; Toplak i sur., 2011a) pa sve do samoprocjene različitih (i)racionalnih uvjerenja i ponašanja (Čavojević i sur., 2020; Erceg i sur., 2019; Evans i sur., 2020; Gervais, 2015; Pennycook i sur., 2012; Plohl i Musil, 2023; Vranić i sur., 2022). Mjere racionalnosti, odnosno racionalnog mišljenja, još uvijek su u fazi kontinuiranog testiranja i nastajanja (Erceg i sur., 2019; Stanovich i sur., 2016). Većina mjera razvija se za potrebe specifičnih istraživanja i sastoji se od zadataka koji se spajaju u potrebne cjeline. Neki zadatci češće se koriste i generalno su popularniji, a postoje i određeni dijelovi racionalnosti koji su nešto manje zastupljeni u literaturi, o čemu će biti više riječi u nastavku teksta.

Ulazeći dublje u neurobiološku i evolucijsku osnovu racionalnosti, susrećemo se s različitim nalazima, hipotezama i objašnjenjima, još uvijek na razini na kojoj nije lako izvući jednoglasne zaključke. Glavna je poanta ove perspektive – evolucijske sile oblikovale su i racionalnost i iracionalnost, a postavlja se pitanje njihovih različitih i sličnih bioloških osnova (David i DiGiuseppe, 2010). Neke od glavnih pretpostavki i nalaza odnose se na lokalizaciju ovih procesa u mozgu, promatrajući racionalnost primarno kao smještenu u prefrontalnim područjima mozga (David i DiGiuseppe, 2010; Friedman i Robbins, 2022; Oldrati i sur., 2016; Miller i Cohen, 2001), s druge strane iracionalnost kao funkciju prefrontalnih, ali i subkortikalnih „starih“ struktura u mozgu (David i DiGiuseppe, 2010), u čemu potencijalno leži i sama zahtjevnost zadatka promjene i djelovanja na iracionalna uvjerenja i ponašanja. Okosnicu procesa u mozgu povezanih s racionalnosti pretpostavljeno čine različiti inhibitory procesi i mehanizmi koji zahtijevaju daljnja istraživanja (Oldrati i sur., 2016).

Kada govorimo o aktualnim teorijama u području, važno je istaknuti da racionalnost promatramo iz perspektive Teorije dualnih procesa (Evans, 2017; Evans i Stanovich, 2013) i njezine izravne nadogradnje – Trodijelne teorije uma (Ganuthula i Dyaram, 2019; Stanovich, 2009; Stanovich i sur., 2016). Umjesto ustaljene podjele na sustav 1 i sustav 2, terminološki je bolje ovu dualnost nazivati procesiranjem tipa 1 i tipa 2 (Evans i Stanovich, 2013; Stanovich, 2011). Ta dva načina funkcioniranja nisu nužno dva eksplicitno odvojena sustava unutar samog mozga, već procesiranje s različitim funkcijama, prednostima i nedostacima (Stanovich, 2011). Dok je procesiranje tipa 1 relativno neovisno o

informacijama viših struktura kontrole u mozgu i po svojoj prirodi automatsko, decentralizirano, brzo i heurističko, procesiranje tipa 2 zahtijeva puno kapaciteta viših kognitivnih struktura te je neautonomno, sporo i serijalno (Stanovich, 2011). Jedna od ključnih funkcija, a možemo reći i zadaća procesiranja tipa 2, prevladati je neadaptivno procesiranje tipa 1 uključivanjem inhibitornih mehanizama koji će generirati bolji i adaptivniji odgovor u datom trenutku. Unutar procesiranja tipa 2, odnosno „neautonomnog uma“ (Stanovich, 2016, str. 19), razlikujemo još i algoritmički te reflektivni um (odakle i potreba za reformulacijom dualne u trodijelnu teoriju). Takvom dodatnom podjelom procesiranja tipa 2, naglašava se distinkcija između kognitivnih kapaciteta kao baze razmišljanja (engl. *computational power*; Erceg i sur., 2019), koje predstavljaju algoritmički um, te dodatnih mogućnosti i sposobnosti reflektiranja o vlastitim kognitivnim procesima, koje predstavljaju reflektivni um. Za sposobnost racionalnog mišljenja algoritmički je um nužan preduvjet, ali i nedovoljan sam za sebe – potreban je i reflektivni dio. Upravo će pitanje aktivacije reflektivnog uma biti polazišna točka ovog diplomskog rada.

S navedenom teorijom možemo izravno povezati i pitanje odnosa kognitivnih sposobnosti i sposobnosti racionalnog mišljenja. Teorijski, ali i na temelju empirijskih nalaza (Burgoyne i sur., 2023; Toplak i sur., 2011b), govorimo o pozitivnoj povezanosti, ali i konceptualnoj odvojenosti, pri kojoj kognitivne sposobnosti (mjerene primjerice IQ testovima) zahtijevaju aktivaciju algoritmičkog, ali ne i reflektivnog aspekta rezoniranja, dok racionalno mišljenje zahtijevaju aktivaciju oboje. Erceg i sur. (2019) u svom istraživanju komentirajući ovaj odnos govore o pojmu tzv. disracionalije (koji prvi u literaturu uvodi Stanovich, 2009) - nemogućnosti racionalnog mišljenja i ponašanja unatoč adekvatnoj inteligenciji. Važno je produbiti ovu temu i postaviti pitanje - na koji je način disracionalija aktualna i prisutna u suvremenoj društvenoj tematici 21. stoljeća?

### **Aktualna društvena problematika (i)racionalnog mišljenja i ponašanja**

Što je to što ljudski mozak čini manje racionalnim te zašto je to uopće važno? Podloga iracionalnog mišljenja i ponašanja vrlo je kompleksna (Erceg i sur., 2019), a značajni teoretičari u području pisali su o sklonosti ljudi da budu iracionalni na sistematičan način (Anderson, 1991; prema Swami, 2013), nazivajući ih čak i predvidljivo iracionalnima



(Ariely, 2009; prema Swami, 2013). Strategije koje nas u uobičajenim okolnostima vode prema točnim i dobrim (epistemički i instrumentalno) odlukama, ponekad nas mogu navesti na krivi put, a to su tzv. pristranosti u procesu donošenja odluka (Acciarini i sur., 2021). Opisani problem možemo promatrati kroz dva aspekta, usmjeravajući se na širu društvenu domenu (način na koji društveni procesi i socijalne informacije oblikuju iracionalnost) te domenu individualne neurokognicije (način na koji kognitivni i neurokognitivni procesi igraju ulogu u objašnjenju racionalnosti; Sulik i McKay, 2021).

U aktualnoj eri društvenih mreža, pratimo različite oblike upitno racionalnog mišljenja i ponašanja, kao što su poricanje znanosti (Sulik i McKay, 2021), podložnost različitim (dez)informacijama i lažnim vijestima (Bronstein i sur., 2019; Bronstein i sur., 2021; Pennycook i Rand, 2020; Saltor i sur., 2023), podložnost pseudodubokoumnim besmislicama (Pennycook i sur., 2015), neuspješno razlikovanje besmislica od činjeničnih informacija (Čavojová i sur., 2020), podložnost manipulacijama znanstvenog sadržaja gdje se znanstveni žargon koristi kako bi se zavarali čitatelji (Evans i sur., 2020), teorijama zavjere (Kantorowicz-Reznichenko i sur., 2022; Vranić i sur., 2022). Izvore ovakvih pojava možemo tražiti u različitim mehanizmima ljudskog funkcioniranja. Upravo je oslanjanje na intuitivne (paralela s procesiranjem tipa 1), a ne analitičke i reflektivne procese, točka kojoj valja pristupiti s interesom i dubljim istraživanjem. Ovdje u priču dolazi znanstvena metoda sa svojim postupcima testiranja i revidiranja hipoteza, odnosno kao metoda „izumljena“ specifično kao alat analitičkog procesiranja koji se bori protiv pristranosti (Gropen i sur., 2011).

Iz perspektive akademske zajednice, negiranje znanosti i antiznanstvena retorika gorući je društveni problem (Sulik i McKay, 2021). Javlja se i ostaje kao svojevrsna kognitivna zagonetka, jer još uvijek nismo odgovorili na pitanje zašto se točno suočavamo s tolikim porastom antiznanstvene retorike (Vranić i sur., 2022). Kao što Vranić i sur. (2022) navode, od krucijalne je važnosti ponovna izgradnja povjerenja u znanost i znanstvenike, kako bismo krenuli djelovati u smjeru suzbijanja antiznanstvenih uvjerenja. Sve su veće polarizacijske razlike između grupa i pojedinaca u ovom području (Plohl i Musil, 2023), koje povlače za sobom jako važne praktične implikacije. Philipp-Muller i sur. (2022) kao strategije borbe predlažu rad na percepciji znanstvenika i znanosti te trening znanstvenog

rezoniranja. Poboljšanje generalne znanstvene pismenosti u populaciji navode kao lošu strategiju, koja intuitivno zvuči dobro, ali zapravo, za razliku od znanstvenog rezoniranja, ne uči ljude kako kompetentno raščlaniti i vrednovati znanstvene informacije.

Upravo iz tog razloga, ovaj bi se diplomski rad usmjerio na znanstveno rezoniranje kao jednu specifičnu manifestaciju racionalnosti koja je doista relevantna za suvremenu društvenu problematiku, a zanemarena u domaćoj, a djelomično i široj znanstveno-istraživačkoj literaturi.

### **Znanstveno rezoniranje**

Korijene koncepta znanstvenog rezoniranja pratimo unazad nekoliko desetljeća, a starije konceptualizacije i danas utječu na to kako ga promatramo i definiramo (Faust, 1984; Klahr i Dunbar, 1988; prema Zimmerman, 2000). Područje još uvijek nije usustavljeno na razini na kojoj postoji općeprihvaćeni teorijski okvir i model, tako da čitanjem različitih izvora literature pratimo različite definicije, podjele i načine mjerenja znanstvenog rezoniranja. Bao i sur. (2009) navode više perspektiva iz kojih se znanstveno rezoniranje može promatrati, a općenito možemo reći da znanstveno rezoniranje predstavlja skup kognitivnih vještina i sposobnosti koje omogućuju pojedincima uspješno razumijevanje i evaluaciju znanstvenih informacija te reflektiranje o cjelokupnom znanstvenom procesu (Wilkening i Sodian, 2005; prema Gropen i sur., 2011). U terminu specifičnih vještina i sposobnosti, najčešće govorimo o generiranju, testiranju, revidiranju i razumijevanju teorija i hipoteza (Bao i sur., 2009; Gropen i sur., 2011), a kada govorimo o točnim zadacima kojima se ispituju različiti aspekti znanstvenog rezoniranja, oni zaista u velikoj mjeri variraju od mjernog instrumenta do mjernog instrumenta. Kako bi popunili rupu u literaturi vezanu uz konceptualnu zbrku oko pojma znanstvenog rezoniranja, Opitz i sur. (2017) rade pregled 38 testova koji mjere ovu varijablu. Naglašavaju da u području znanstvenog rezoniranja ne postoji dovoljno dobar teorijski i istraživački konsenzus. Mjere nisu savršene, a teorijske pretpostavke variraju – je li znanstveno rezoniranje unidimenzionalan ili multidimenzionalan konstrukt te je li to konstrukt koji možemo promatrati kao generalan ili pak specifičan za različite domene?

Drummond i Fischhoff (2015) razvijaju i kroz tri istraživanja validiraju jednu pristupačnu i lako primjenjivu mjeru individualnih razlika u znanstvenom rezoniranju – *Scientific Reasoning Scale* (SRS), koja je u cijelosti dostupna online. Oni znanstveno rezoniranje definiraju kao vještine potrebne za evaluaciju znanstvenih nalaza u terminima faktora koji određuju njihovu kvalitetu, a znanstvenom rezoniranju pristupaju kao unidimenzionalnom konstrukt koji je generalan za različite domene.

Kako područje znanstvenog rezoniranja obuhvaća široku domenu čimbenika koje je važno uzeti u obzir pri upoznavanju sa specifičnim mehanizmima funkcioniranja, ovaj rad usmjerit će se na jedan uži spektar varijabli, točnije na kognitivne i neurokognitivne aspekte znanstvenog rezoniranja. Iako u navedenoj, a i široj literaturi postoji raspon razumijevanja o tome što čini znanstveno rezoniranje, postoji generalno slaganje da je ono integralna komponenta procesa znanstvenog istraživanja, zbog čega njegova vrijednost kao takva nije upitna. Osborne (2013) govori o iznimnoj važnosti transformiranja znanstvenog obrazovanja u skladu s potrebama 21. stoljeća te problem vidi upravo u nepostojanju dovoljno dobrog modela znanstvenog rezoniranja i njegova mjerenja. Zbog toga je važno promišljati i analizirati praktične implikacije uvođenja sustavnih treninga znanstvenog rezoniranja u redoviti odgojno-obrazovni sustav (Bao i sur., 2009; Han, 2013; Lawson, 2004). U istraživanjima provedenim u Hrvatskoj, znanstveno rezoniranje varijabla je koja se gotovo niti ne spominje. Erceg i sur. (2019) u istraživanju disracionalije među hrvatskim studentima, u kojem mjere aspekte racionalnog rezoniranja, spominju varijablu znanstvenog rezoniranja koju nisu uključili, ali koju smatraju da bi valjalo uključiti u buduća istraživanja. U skladu s time, identificirana je svojevrsna rupa u literaturi te potreba za definiranjem i uključivanjem znanstvenog rezoniranja u istraživanja na hrvatskoj populaciji.

### **(Neuro)kognitivni čimbenici važni za objašnjenje znanstvenog rezoniranja**

Iako nedostaje istraživanja u području, postoje određeni nalazi i teorijska podloga koja ukazuje na to što bi sve od širokog spektra kognitivnih i neurokognitivnih (ovaj termin koristit će se kao pojam koji u ovom kontekstu primarno obuhvaća izvršne funkcije, zbog naglašene neuropsihologijske prirode njihove definicije u okviru kognitivnih znanosti, bez obzira što znamo da sve varijable imaju i svoju osnovu u procesima u mozgu) varijabli moglo

biti relevantno za objašnjenje varijacija u znanstvenom rezoniranju. Na taj način, sinteza tih nalaza služit će kao racionala u podlozi nacрта istraživanja ovog diplomskog rada. S obzirom da je analitičko mišljenje kombinacija kognitivnih kapaciteta i kognitivnih stilova, u istraživanju znanstvenog rezoniranja usmjerit ćemo se na varijable kognitivne reflektivnosti (kao svojevrsne spona i kapaciteta i stilova), izvršnih funkcija te dvije vrste kognitivnih stilova, analitičkog i intuitivnog.

### ***Kognitivna reflektivnost i izvršne funkcije***

Kognitivnu reflektivnost u literaturu prvi puta uvodi Frederick 2005. godine, konstrukcijom Testa kognitivne reflektivnosti (tzv. CRT), s ciljem da mjeri tendenciju i mogućnost sudionika da odbace intuitivni netočni odgovor i reflektiranjem dođu do točnog, ne-intuitivnog rješenja (Frederick, 2005). Kognitivna reflektivnost po svojoj je definiciji sposobnost ili dispozicija prema otpornosti izvještavanja o odgovoru koji nam prvi padne na pamet (Toplak i sur., 2011a). Različiti autori navode ga kao izrazito zanimljiv fenomen, iz razloga što drugi testovi učinka ne zahvaćaju taj aspekt rezoniranja i „lijenog“ procesiranja (engl. *miserly-processing*) koji on uspijeva vrlo lako zahvatiti (Toplak i sur., 2011a). Istraživanja su još uvijek u procesu dokučivanja konceptualne i manifestne zavrzlake kognitivne reflektivnosti. Kognitivna reflektivnost dobro se uklapa u aktualne modele dualnih procesa, a nalazi se na sponi domene kognitivnih sposobnosti i dispozicija u mišljenju. Istraživanja izvještavaju o umjerenom povezanosti i s kognitivnim sposobnostima (od .17 do .40) i sa sposobnošću racionalnog mišljenja (.49; Toplak i sur., 2011a). Zanimljivo je što se i pojedincima koji točno odgovore na probleme prvo javljaju impulzivni, netočni odgovori (Oldrati i sur., 2016), što upućuje na to da kognitivna reflektivnost zahtijeva aktivaciju mehanizma koji inhibira impulzivne reakcije. Iz biološke perspektive, Oldrati i sur. (2016) navode ulogu dorsolateralnog prefrontalnog korteksa (DLPFC), međutim nema dovoljno istraživanja neurobiološke osnove kognitivne reflektivnosti. Odrasli s višim razinama kognitivne reflektivnosti u odnosu na one s nižima pokazuju i više razine normativnih dispozicija u mišljenju, tj. prihvaćanja normi koje se smatraju ispravnima u procesu razmišljanja (potreba za kognicijom, aktivno otvoreno mišljenje; Stanovich i sur., 2016), imaju sveobuhvatnije razumijevanje znanosti (Shtulman i McCallum, 2014) i u većem

postotku prihvaćaju znanost kao istinitu (Gervais, 2015). Nadalje, koriste superiorne strategije kauzalnog zaključivanja (Don i sur., 2016) i socijalne koordinacije (Corgnet i sur., 2015), te su bolji u odbijanju lažnih vijesti (Pennycook i sur., 2019), paranormalnih vjerovanja (Pennycook i sur., 2012) i generičkih stereotipa (Hammond i Cimpian, 2017). Iz ovih nalaza možemo izvući važnost kognitivne refleksivnosti i za socijalnu, a ne samo kognitivnu psihologiju. Gong i sur. (2021) navode da je veza između kognitivne refleksivnosti i racionalnog mišljenja robusna i kroz različite dobi i kulture. Znanstvena kognicija još je jedna vrsta kognicije koja suprotstavlja intuiciju i analitiku – učenje znanosti zahtijeva „borbu“ s tim intuicijama, kao i znanstveno rezoniranje (Chi, 1992; Shtulman, 2022; Vosniadou, 1994), a kognitivna refleksivnost predviđa razumijevanje znanosti i postizanje konceptualne promjene (Shtulman i McCallum, 2014).

U svojoj srži kognitivna refleksivnost vjerojatno nosi više različitih sposobnosti – nadgledanje pogrešaka, inhibiciju odgovora, kognitivnu fleksibilnost i analitičko rezoniranje (Shtulman i Young, 2023). Iz toga proizlazi i njezin odnos s izvršnim funkcijama – možda je iznenađujuće da kognitivna refleksivnost objašnjava racionalnost povrh izvršnih funkcija jer bismo pretpostavili da su u osnovi i kao preduvjet kognitivne refleksivnosti upravo izvršne funkcije poput radnog pamćenja, kognitivne fleksibilnosti (u nedostatku boljeg prijevoda tzv. *set-shiftinga*) i inhibitorne kontrole (Shtulman i Young, 2020, 2023). Ta veza još ostaje nerazjašnjena u potpunosti, čime postaje implikacija za daljnju analizu. Istraživanja koja promatraju inhibitorna i *set-shifting* svojstva izvršnih funkcija ukazuju na to da je ovaj set procesa teorijski jako zanimljiv za prirodu racionalnosti. Izvršne su funkcije ključan koncept u neuroznanosti i psihologiji, a često su smatrane teškim i zbunjujućim (García-Madruga i sur., 2022). One su brojni komponentni procesi koji se vežu uz funkcioniranje različitih prefrontalnih, ali i drugih kortikalnih i subkortikalnih dijelova mozga, posebno fronto-strijatalne petlje (Andres, 2003; Jurado i Rosselli, 2007; prema Schiebener i sur., 2014). Istraživači se još uvijek ne mogu usuglasiti oko jedinstvene definicije niti modela ili teorije izvršnih funkcija (Schiebener i sur., 2014), a područje je generalno fragmentirano i obiluje mini teorijama koje su nedovoljno međusobno povezane (García-Madruga i sur., 2022). Sumirano, izvršne funkcije kontroliraju sustav viših kognitivnih funkcija, čime omogućavaju ljudima da reguliraju svoje ponašanje i kogniciju na način koji je planiran, usmjeren cilju,

fleksibilan i učinkovit. Swami (2013, str. 204) ih naziva „rukovoditeljskim sustavom mozga“.

Rhodes i sur. (2016) u području usvajanja znanstvenih koncepata učenju znanosti kod djece i adolescenata ističu važnu ulogu radnog pamćenja, dok inhibicija u njihovom istraživanju nije bila povezana s kriterijskim varijablama. Lawson (2004) ponovno ističe radno pamćenje kao bazu znanstvenog rezoniranja, odnosno njezina hipotetičko-deduktivnog obrasca rezoniranja, a Gropen i sur. (2011) ističu ulogu izvršnih funkcija u ranom znanstvenom obrazovanju. Iako se izvršne funkcije postavljaju kao logična podloga kognitivne refleksivnosti (Young i Shtulman, 2020), kognitivna ih refleksivnost nadilazi u predikciji racionalnog mišljenja. Moguće je da kognitivna refleksivnost nadilazi izvršne funkcije pod pretpostavkom da zahtijeva nešto više – sposobnost upogonjavanja i koordiniranja ovih funkcija (Shtulman i Young, 2023).

Zaključno, Evans i sur. (2020) naglašavaju kombinaciju kognitivne refleksivnosti i izvršnih funkcija kao glavnu liniju obrane od oslanjanja na intuitivne kognitivne procese.

### ***Kognitivni stilovi***

Istraživanja pokazuju kako kognitivni stilovi, često susretani u literaturi i kao dispozicije u mišljenju (Stanovich, 2011) predstavljaju značajne prediktore različitih oblika racionalnog mišljenja (Macpherson i Stanovich, 2007; Smith i Levin, 1996; West i sur., 2008). Definiramo ih kao stabilne karakteristike pojedinaca koje usmjeravaju procese i postupke rezoniranja, rješavanja problema, percepcije, učenja (Messik, 1976; prema Kozhevnikov, 2007). U području kognitivnih stilova, najraširenija i najpoznatija je Kognitivno-iskustvena teorija samopoimanja (Epstein, 1991, 1994, 1998; prema Erceg i Bubić, 2015), koja se izravno nadovezuje na prethodno opisanu Teoriju dualnih procesa. Govori o podjeli na dva glavna kognitivna stila – analitički (paralela s procesiranjem tipa 2) i intuitivni (paralela s procesiranjem tipa 1). U analitičkoj domeni, često govorimo o varijabli potrebe za kognicijom, tzv. *NFC* (engl. *need for cognition*) – tendenciji ljudi da razmišljaju u većoj količini, a usput i uživaju u tom razmišljanju (Frederick, 2005). Potreba za kognicijom generalna je sklonost osobe da se bavi kognitivno zahtjevnim zadacima i u stalnoj je potrazi za informacijama i teži racionalnom načinu prosuđivanja (West i sur.,

2008). Osobe s izraženijom potrebom za kognicijom postižu bolje rezultate u domeni logičkih zadataka, verbalnih i matematičkih sposobnosti te su akademski uspješnije (Baugh i Mason, 1986; Dornic i sur., 1991; Sadowski i Gülgös, 1996; Tidwell i sur., 2000; prema Erceg i Bubić, 2015).

Za razliku od potrebe za kognicijom, osobe na drugoj strani kontinuuma, one s visokim povjerenjem u intuiciju (engl. *Faith in intuition*) sklone su intuitivnom rezoniranju, koje je često predivjesno, afektivno i holističko. Osobe koje visoko vjeruju svojoj intuiciji u nju se pouzdaju pri donošenju odluke te generalno imaju manju tendenciju prevladati intuiciju analitičkim procesima i refleksijom, pokazujući manje inhibicije (Evans i sur., 2020; Kaufman, 2009; West i sur., 2008).

Oba opisana kognitivna stila zanimljiva su za dovođenje u vezu sa znanstvenim rezoniranjem (upravo zbog procesa prevladavanja intuicija i jednostavnih rješenja kako bi se razumjela kompleksna znanstvena problematika) i teorijski se čine relevantnima za njegovo objašnjenje, no samo je pitanje u kojoj mjeri i na koji način, uz prethodno opisane (i mnoge druge) prediktore.

Nakon analize problematika i uvida u rupu koja postoji u hrvatskoj znanstveno-istraživačkoj literaturi vezano uz područje znanstvenog rezoniranja, jasno je da postoji potreba da se koncept kao takav nastavi istraživati, ali i da se usustavi kvalitetna mjera za njegovo ispitivanje.

## **Cilj i problemi**

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati ulogu različitih (neuro)kognitivnih čimbenika u objašnjenju znanstvenog rezoniranja kao jedne od manifestacija racionalnosti, te dodatno kroz tu prizmu razjasniti i konceptualni odnos kognitivne refleksivnosti i izvršnih funkcija. Nastavno na cilj, postavljeni su i sljedeći problemi:

Problem 1: Ispitati ulogu potrebe za kognicijom, povjerenja u intuiciju, kognitivne refleksivnosti te izvršnih funkcija (radnog pamćenja, inhibicije i kognitivne fleksibilnosti), u objašnjenju individualnih razlika u znanstvenom rezoniranju odraslih osoba.

**H:** Odabrani prediktori u ovome istraživanju objašnjavat će značajan dio varijance kriterija, rezultata na *Skali znanstvenog rezoniranja*. Pritom će sve varijable imati značajan samostalni doprinos u objašnjenju njegove varijance.

1. Samoprocjena potrebe za kognicijom bit će značajno pozitivno povezana sa znanstvenim rezoniranjem – osobe koje izvještavaju o izraženijoj potrebi za kognicijom na *Skali potrebe za kognicijom* postizat će više rezultate na *Skali znanstvenog rezoniranja*.
2. Samoprocjena povjerenja u intuiciju bit će značajno negativno povezana sa znanstvenim rezoniranjem – osobe koje izvještavaju o izraženijem povjerenju u intuiciju na *Skali povjerenja u intuiciju* postizat će niže rezultate na *Skali znanstvenog rezoniranja*.
3. Kognitivna refleksivnost bit će značajno pozitivno povezana sa znanstvenim rezoniranjem – osobe s višim postignutim rezultatima na *Testu kognitivne refleksivnosti* postizat će više rezultate na *Skali znanstvenog rezoniranja*.
4. Uradak na zadacima izvršnih funkcija bit će značajno pozitivno povezan sa znanstvenim rezoniranjem – osobe s višim postignutim rezultatima na zadacima radnog pamćenja (*Verbalni N-back zadatak*), inhibicije (*Flanker zadatak*) i kognitivne fleksibilnosti (*Wisconsin test sortiranja karata*) postizat će više rezultate na *Skali znanstvenog rezoniranja*.

Problem 2: Ispitati medijacijsku ulogu izvršnih funkcija (radnog pamćenja, inhibicije i kognitivne fleksibilnosti) u odnosu između kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja.

**H:** Izvršne funkcije (radno pamćenje, inhibicija i kognitivna fleksibilnost) imat će značajnu medijacijsku ulogu, odnosno bit će značajan mehanizam u podlozi pozitivne povezanosti između kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja. Sudionici s višim postignutim rezultatom na *Testu kognitivne refleksivnosti*, postizat će više rezultate na zadacima izvršnih funkcija (*Verbalni N-back zadatak*, *Flanker zadatak*, *Wisconsin test sortiranja karata*), te će oni koji postižu više rezultate na zadacima izvršnih funkcija, imati više rezultate na *Skali znanstvenog rezoniranja*.



Pri tome medijacija neće biti potpuna, već će između uratka na *Testu kognitivne refleksivnosti* i rezultata na *Skali znanstvenog rezoniranja* postojati i izravna pozitivna veza, a ne isključivo posredovana uratkom na zadacima izvršnih funkcija.

## Metoda

### Sudionici

U ovom istraživanju sudjelovalo je 155 sudionika, odraslih osoba u rasponu dobi od 18 do 75 godina ( $M = 29.8$ ,  $SD = 13.2$ ), od kojih je 81 žena (52.3%) te 73 muškaraca (47.1%). Jedna osoba označila je opciju „ostalo“ u pogledu izjašnjavanja roda. Što se tiče razine završenog stupnja obrazovanja, najveći broj sudionika ima završenu srednju školu (njih 74, odnosno 47.7%), zatim preddiplomski studij (njih 38, odnosno 24.5%), diplomski studij (njih 34, odnosno 21.9%), poslijediplomski studij (njih 7, odnosno 4.5%) te osnovnu školu (njih 2, odnosno 1.3%). Detaljniji uvid u sociodemografsku strukturu uzorka dostupan je u Prilogu A.

Prije samog prikupljanja sudionika za istraživanje, korišten je program G\*Power 3.1.9.7 (prema uputama Faul i sur., 2009) i izračunat je potreban broj sudionika za linearnu multiplu regresiju uz sljedeće parametre –  $f^2 = .15$  (za detekciju srednje veličine efekta),  $\alpha$  err prob = .05, power = .95, broj prediktora = 6, te je dobiveni broj u programu 146, čime opisani uzorak možemo smatrati zadovoljavajućim po veličini. Svi sudionici u istraživanju sudjelovali su uživo, dolaskom na prostor Filozofskog fakulteta, dali su svoj pristanak za dobrovoljno sudjelovanje, a studenti i studentice psihologije s Filozofskog fakulteta u Zagrebu za svoje sudjelovanje bili su kompenzirani eksperimentalnim satima.

### Nacrt istraživanja

Istraživanje je provedeno kao neeksperimentalni, korelacijski nacrt s prediktorskim varijablama potrebe za kognicijom, povjerenja u intuiciju, kognitivne refleksivnosti, radnog pamćenja, inhibicije i kognitivne fleksibilnosti te kriterijskom varijablom znanstvenog rezoniranja. Korištene su i tri sociodemografske varijable (rod, dob i razina završenog obrazovanja) za detaljniji uvid u strukturu uzorka sudionika.

## **Mjerni instrumenti**

Za potrebe provedbe istraživanja, korišten je softver E-Prime 3.0 (Psychology Software Tools, Pittsburgh, PA), naširoko korišten za provođenje psihologijskih istraživanja i prikupljanje podataka. Za korištenje programa potrebna je licenca, koja je u ovom slučaju za potrebe izrade diplomskog rada ustupljena na korištenje od strane Odsjeka za psihologiju Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U programu E-Prime 3.0 prezentirani su zadatci kojima je cilj bio ispitati izvršne funkcije. Podatci za preostale varijable u istraživanju prikupljeni su putem Google Forms obrasca. Sudionici su oba dijela istraživanja rješavali na stolnim računalima, koristeći tipkovnicu i miš.

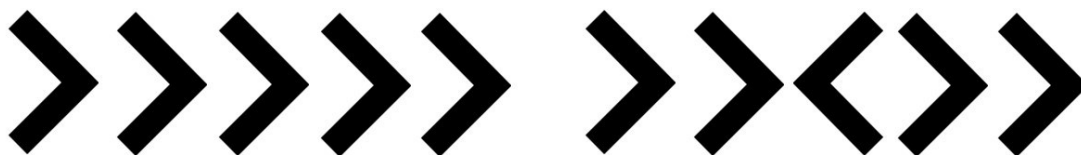
## ***Mjere izvršnih funkcija***

**Verbalni n-Back zadatak.** Kao mjera radnog pamćenja korišten je verbalni 3-Back zadatak (proizašao iz n-Back paradigme Kirchnera, 1958) iz baze eksperimenata E-Prime 3.0 programa, s uputama i podražajnim materijalima prevedenima na hrvatski jezik. Zadatak sudionika u sklopu 3-Backa pratiti je niz slova koja se kontinuirano i u pravilnim vremenskim razmacima jedno za drugim prikazuju na ekranu, te putem tipkovnice za svako prezentirano slovo naznačiti je li „meta“ ili „nije meta“. Meta je u uputi definirana kao slovo koje je već prethodno prikazano i tri slova unatrag. Primjerice, ako su prva tri prikazana slova A, B i C, a nakon njih slijedi A, sudionik mora prepoznati da je A u ovom slučaju meta. Nadalje, da je sljedeće prezentirano slovo D, sudionik bi odgovorio da to slovo nije meta. Pritiskom na tipku „p“ na tipkovnici sudionici su naznačili da se radi o meti, a pritiskom na tipku „q“ da se ne radi o meti. Svako slovo na ekranu prikazano je u trajanju od 500 ms, a između podražaja je prazan, bijeli ekran prikazan u trajanju od 3000 ms. Prije stvarnih zadataka, sudionici su riješili blok za vježbu, koji su mogli ponavljati koliko puta su smatrali da je potrebno. Nakon vježbe, prikazana je povratna informacija o postotku točnih odgovora. Stvarni zadatci sastojali su se od 3 bloka od po 30 podražaja (bilo je 30 meta i 60 ne-meta) te je okvirno vrijeme rješavanja bilo 5 minuta. Na kraju rješavanja, sudionici su dobili uvid u svoj uradak. Rezultat sudionika iskazan je kao broj točnih odgovora na mete, u stvarnim zadacima. Veći broj točnih odgovora ukazuje na bolju sposobnost radnog pamćenja.

**Flanker zadatak.** Kao mjera inhibicije, korišten je Flanker zadatak (originalno konstruiran od strane Eriksena i Eriksen, 1974), također prezentiran sudionicima uz pomoć E-Prime 3.0 programa. Zadatak sudionika bio je putem tipkovnice (pritiskom na tipku 1 ili tipku 2) indicirati je li središnja strelica na prikazanim podražajnim materijalima usmjerena ulijevo (1) ili udesno (2). Trećina podražaja bila je kongruentna (okolne strelice i središnja strelica imale su isto usmjerenje), trećina nekongruentna (okolne strelice bile su u suprotnom smjeru od središnje strelice) te trećina neutralna (oko središnje strelice nalazili su se oblici romba, koji nisu imali naglašeno usmjerenje). Slika 1 prikazuje primjere ovih zadataka. Prvi prikazani set bio je za vježbu (12 podražaja), te ga je slijedilo 6 blokova od po 20 podražaja stvarnih zadataka. Svakom podražaju prethodio je fiksacijski križić u trajanju od 1000 ms koji je ukazao na mjesto na ekranu gdje će biti prikazana središnja strelica, nakon kojega je slijedio podražaj također u trajanju od 1000 ms te povratna informacija („Točno/Netočno/Nije detektiran odgovor“) u trajanju od 1500 ms, čime je okvirno vrijeme rješavanja stvarnih zadataka bilo 7 minuta. Rezultat sudionika izračunat je kao prosječna razlika u vremenu reakcije na kongruentne i nekongruentne podražaje, s time da manja razlika ukazuje na bolju sposobnost inhibicije.

**Slika 1**

*Prikaz podražajnog materijala u Flanker zadatku – kongruentna situacija (lijevo) i nekongruentna situacija (desno)*



**Wisconsin test sortiranja karata.** Kao mjera kognitivne fleksibilnosti, korišten je Wisconsin test (originalno potekao iz istraživanja Granta i Berga, 1948), u ovom istraživanju također prezentiran sudionicima pomoću programa E-Prime 3.0. Zadatak sudionika bio je kategorizirati igraće karte na temelju različitih pravila. Pravila su bila sljedeća – kategorizacija na temelju boje, oblika i broja simbola. Na ekranu je u gornjoj polovici

prikazan niz od četiri karte, a na donjem dijelu nalazila se karta koju je trebalo kategorizirati. U praksi, svaki sudionik klikom je miša označio kartu iz gornjeg reda koju, s obzirom na pravilo treba „upariti“ s donjom kartom. U bloku za vježbu (10 podražaja) pravila su bila eksplicitno navedena na sredini ekrana, kako bi sudionik mogao uvježbati kategoriziranje. U stvarnim zadacima (njih 30) pravilo nije bilo navedeno, već je sudionik na temelju pokušaja i pogrešaka morao prilagođavati svoje odgovore i na taj način pokazati razinu svoje kognitivne fleksibilnosti. Prije svakog podražaja (opisanog niza karata), prikazan je fiksacijski križić u trajanju od 1000 ms, nakon čega su karte prikazane u trajanju od 10000 ms, te povratna informacija („Točno/Netočno/Nije detektiran odgovor“) u trajanju od 1500 ms, čime je okvirno vrijeme rješavanja stvarnih zadataka iznosilo 6 minuta. Rezultat sudionika iskazan je kao ukupan broj točnih odgovora na podražaje, s time da veći broj ukazuje na bolju sposobnost kognitivne fleksibilnosti.

### ***Mjere samoprocjene***

**Skala potrebe za kognicijom i Skala povjerenja u intuiciju.** Upitničke mjere u ovom istraživanju dvije su subskale Racionalno-iskustvenog inventara (Epstein i sur., 1996), korištene u hrvatskom prijevodu, a dobivene od hrvatskih autora koji su ih koristili u jednom od svojih istraživanja - Erceg i Bubić (2015). Obje skale sastoje se od 5 izjava (npr. „*Više volim raditi nešto što predstavlja izazov mojim misaonim sposobnostima nego nešto što zahtijeva malo razmišljanja*“; „*Uglavnom mogu osjetiti kada je netko u pravu ili u krivu, čak i ako ne mogu objasniti kako to znam*“), a sudionik mora na skali od 1 (tvrdnja uopće ne vrijedi za mene) do 5 (tvrdnja u potpunosti vrijedi za mene) označiti koliko svaka tvrdnja vrijedi za njih. Tri čestice na *Skali potrebe za kognicijom* bilo je potrebno rekodirati jer su napisane u negativnom obliku. Rezultati na obje skale iskazani su kao aritmetička sredina odgovora. Pouzdanosti skala iskazane putem koeficijenta pouzdanosti unutarnje konzistencije Cronbachov  $\alpha$  iznose .744 za potrebu za kognicijom i .854 za povjerenje u intuiciju, a iskazane kao McDonaldov  $\omega$  iznose .755 za potrebu za kognicijom i .861 za povjerenje u intuiciju. U sklopu ovog dijela istraživanja uključeno je i jedno pitanje za

provjeru pažnje koje je glasilo „*Vjerujem da čitate ovo, kao i ostatak pitanja. Ovo je zadatak provjere pažnje, označite broj dva*“. Svi sudionici u istraživanju prošli su provjeru pažnje.

### **Objektivne mjere**

**Test kognitivne refleksivnosti.** U ovom istraživanju korištena je verzija testa kognitivne refleksivnosti koja se sastoji od tri numeričke (originalne Frederickove, 2005) i četiri verbalne čestice (Thomson i Oppenheimer, 2016). Zadatak sudionika odgovoriti je na pitanje kratkim odgovorom (npr. „*U jezeru se nalazi skupina lopoča. Svakog dana njihova se površina udvostruči. Ako je lopočima potrebno 48 dana da prekriju cijelo jezero, koliko bi im vremena trebalo da prekriju pola jezera?*“) Rezultat sudionika izračunat je kao proporcija točnih odgovora na čestice. Pouzdanost tipa unutarnje konzistencije testa iskazana putem koeficijenta pouzdanosti Cronbachov  $\alpha$  iznosi .693, a iskazana kao McDonaldov  $\omega$  također .693.

**Skala znanstvenog rezoniranja.** Za procjenu razine znanstvenog rezoniranja sudionika, korištena je Skala znanstvenog rezoniranja Drummonda i Fischoffa (2015), u obliku neobjavljenog prijevoda na hrvatski jezik (Tonković, 2022). Skala se sastoji od 11 točno/netočno pitanja, a pokriva 11 područja relevantnih za znanstveno rezoniranje. Pitanja iz skale i navedena područja prikazana su, uz dopuštenje autorice hrvatskog prijevoda, u prilogu F. U okviru 9. pitanja, dodatno je pojašnjeno što znači kontrolna, a što tretmanska skupina. Zadatak sudionika bio je za svaku česticu odgovoriti „Točno“ ili „Netočno“. Rezultat svakog sudionika izračunat je kao ukupni broj točnih odgovora. Pouzdanost skale iskazana putem koeficijenta pouzdanosti unutarnje konzistencije Cronbachov  $\alpha$  iznosi .641, a iskazana kao McDonaldov  $\omega$  iznosi .651.

### **Postupak**

U pozivu za sudionike objašnjena je svrha i okvirna tema istraživanja, način prikupljanja podataka te ključne smjernice vezane uz sam proces prikupljanja i obrade podataka. Poziv je upućen studentima i studenticama psihologije Filozofskog fakulteta u

Zagrebu putem službenih kanala Odsjeka za psihologiju, ali i neformalnim kanalima poput grupa na društvenim mrežama. Poziv je također neformalnim kanalima komunikacije prosljeđen i zainteresiranim sudionicima koji nisu studenti psihologije. Kako je sama provedba (uslijed prirode određenog broja varijabli) zahtijevala od sudionika da na mjerenje dođu uživo na prostor Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, ponuđeni su termini u koje su se sudionici zapisivali putem Google tablice. Zainteresiranim sudionicima koji nisu studenti psihologije poslani su i upute kako doći do prostorije gdje se provodilo istraživanje. U terminima koji su ponuđeni u rasporedu, sudionici su dolazili u prostoriju Malog praktikuma na Filozofskom fakultetu. Na stolu u pojedinačnim boksovima za provedbu istraživanja dočekala ih je detaljna uputa o dva dijela istraživanja te informacija da nastavkom na rješavanje daju svoj informirani pristanak za sudjelovanje u oba dijela. Prvi dio istraživanja sastajao se od rješavanja tri zadatka za ispitivanje različitih aspekata izvršnih funkcija (radnog pamćenja, inhibicije, kognitivne fleksibilnosti) na računalu te je trajao 20ak minuta, ovisno o individualnoj brzini rješavanja i ponavljanju zadataka za vježbu u prvom zadatku radnog pamćenja. Sudionici su sjedili otprilike 50 cm udaljeni od ekrana računala u osvijetljenoj prostoriji. Uz glavnu istraživačicu, u samoj provedbi istraživanja po potrebi su (ovisno o popunjenosti termina) sudjelovale i dvije pomoćne eksperimentatorice. Svaki od zadataka u E-Primeu 3.0 pokretale su eksperimentatorice, koje su tijekom rješavanja bile dostupne za pitanja i potencijalna pojašnjenja navedenih uputa. Nakon tri zadatka izvršnih funkcija, sudionici su na računalu riješili i drugi dio istraživanja, koji se sastojao od preostalih upitničkih mjera i skala (Skala potrebe za kognicijom, Skala povjerenja u intuiciju, Test kognitivne refleksivnosti, Skala znanstvenog rezoniranja, tri sociodemografska pitanja) te je trajao otprilike 15 minuta. Kako bi se što više prevenirao broj nedostajućih podataka, nakon svake mjere, sudionici su trebali provjeriti svoje odgovore i označiti kućicu pored izjave „Molim Vas provjerite jeste li odgovorili na sva pitanja“. Sudionici koji su trebali eksperimentalne sate na samom kraju obrasca za odgovore ostavljali su svoje ime i prezime za evidenciju eksperimentalnih sati. Kako bi se prvi i drugi dio istraživanja mogli kasnije spojiti na razini sudionika, svaki je sudionik dobio svoj redni broj, koji je bio naveden na papiru pored monitora računala, na vidljivom mjestu. U program E-Prime 3.0 redni su broj unosile eksperimentatorice, a kasnije u Google Forms sudionici sami.

## Rezultati

Podaci su obrađeni statističkim programom *jamovi*, verzija 2.4.14 (The jamovi project, 2023). Uvidom u deskriptivnu statistiku korištenih prediktorskih i kriterijske varijable (Tablica 1), uočljivo je kako postoje dva *missing* podatka (99% sudionika ima sve potrebne podatke) - jednom sudioniku nedostaje odgovor na treće pitanje Skale potrebe za kognicijom, a jednom sudioniku nedostaje odgovor na prvo pitanje Skale povjerenja u intuiciju. S obzirom da se radi o tako malom broju, pretpostavka je da se radi o slučaju gdje su podatci MCAR ili MAR, odnosno „*missing (completely) at random*“ (Bennett, 2001; Scheffer, 2002), te je korišten *listwise* pristup za izbacivanje nedostajućih podataka, uslijed ograničenja programa *jamovi*, koji u okviru svog programskog paketa ne nudi *pairwise* pristup rješavanju podataka koji nedostaju.

Podatci za sociodemografske varijable roda, dobi i obrazovanja prikazane su u Prilogu A. U tablicama su prikazane pripadajuće aritmetičke sredine i standardne devijacije kontinuiranih varijabli, a za ne-kontinuirane varijable (i dob, za detaljniji uvid u dobnu strukturu) prikazane su frekvencije. Uočljivo je da je u istraživanju sudjelovalo nešto više žena (52.3 %), nego muškaraca (47.1 %), međutim možemo reći da je taj broj podjednak.

### Tablica 1

*Prikaz deskriptivne statistike za korištene varijable u istraživanju (potreba za kognicijom, povjerenje u intuiciju, kognitivna refleksivnost, radno pamćenje, inhibicija, kognitivna fleksibilnost, znanstveno rezoniranje, N = 155)*

| Varijable                | <i>M</i> | Teorijski raspon | <i>SD</i> |
|--------------------------|----------|------------------|-----------|
| Potreba za kognicijom    | 3.58     | 1 – 5            | 0.75      |
| Povjerenje u intuiciju   | 3.45     | 1 – 5            | 0.82      |
| Kognitivna refleksivnost | 0.67     | 0 – 1            | 0.231     |
| Radno pamćenje           | 20.80    | 0 – 30           | 6.58      |
| Inhibicija               | 59.70    | /                | 29.30     |
| Kognitivna fleksibilnost | 20.50    | 0 – 30           | 5.83      |
| Znanstveno rezoniranje   | 7.98     | 0 – 11           | 2.23      |

Kako bismo mogli na podacima računati Pearsonove koeficijente korelacije, važno je provjeriti jesu li zadovoljeni uvjeti intervalne mjerne ljestvice i normaliteta distribucije rezultata. Pitanja na upitničkim mjerama (potreba za kognicijom i povjerenje u intuiciju) u provedenom istraživanju označavala su se na ljestvici Likertovog tipa (1-5) koja se uobičajeno tretira kao prikladnom za izračunavanje Pearsonovog koeficijenta korelacije, a ukupni rezultati na svim ostalim mjerama također su iskazani na ljestvicama koje odgovaraju značenju intervalne mjerne ljestvice. Iako ne možemo reći da su korištene mjerne ljestvice sa stopostotnom sigurnošću intervalne, tretirat ćemo ih kao kontinuirane kao i većinu ljestvica takvoga tipa u psihologijskim testiranjima.

Provedba Shapiro-Wilk testa na svakoj od prediktorskih i kriterijskih varijabli ukazala je na statistički značajna odstupanja od normalne distribucije. Međutim, uzimajući u obzir vrijednosti izduženosti (engl. *skewness*) i spljoštenosti (engl. *kurtosis*), vidljivo je da one ne prelaze raspon od -2 do 2 za izduženost i od -7 do 7 za spljoštenost (Ryu, 2011), zbog čega, u kombinaciji s vizualnom inspekcijom histograma, zaključujemo da je opravdano nastaviti s provedbom parametrijskog statističkog postupka. Detaljniji uvid u podatke vezane uz provjeru uvjeta za provedbu parametrijskih testove (u ovom slučaju Pearsonova koeficijenta korelacije) dostupan je u sklopu Priloga B.

Inspekcijom početne korelacijske matrice (Tablica 2, a točni iznosi  $p$  vrijednosti dostupni su u Prilogu C) koja prikazuje Pearsonove koeficijente korelacije korištenih varijabli u istraživanju, možemo uočiti da niti jedna korelacija prediktora međusobno ne prelazi vrijednost od .384 (iako se ta korelacija ističe među ostalima, što ukazuje na potrebu da se nalaz detaljnije analizira), na temelju čega se najčešće pretpostavlja da nema multikolinearnosti među prediktorima. Korelacije prediktora s kriterijem ne prelaze vrijednost od .418, što nam također ukazuje na smislenost i opravdanost korištenja upravo ovih prediktora (da smo imali prediktor koji izrazito visoko korelira s kriterijem, pitali bismo se jesu li te varijable zapravo iste i koji je smisao korištenja jedne za predikciju druge). Najveća značajna korelacija u matrici ona je između kognitivne fleksibilnosti i znanstvenog rezoniranja ( $r = .418$ ;  $p < .001$ ), a najmanja između kognitivne refleksivnosti i kognitivne fleksibilnosti ( $r = .169$ ;  $p < .05$ )



**Tablica 2**

*Korelacijska matrica koja prikazuje bivarijatne Pearsonove korelacije svih varijabli (prediktora i kriterija) korištenih u istraživanju i njihovu statističku značajnost (N = 153)*

|                          | Potreba za kognicijom | Povjerenje u intuiciju | Kognitivna reflektivnost | Radno pamćenje | Inhibicija | Kognitivna fleksibilnost |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------------|------------|--------------------------|
| Potreba za kognicijom    | -                     |                        |                          |                |            |                          |
| Povjerenje u intuiciju   | -.071                 | -                      |                          |                |            |                          |
| Kognitivna reflektivnost | .233**                | -.114                  | -                        |                |            |                          |
| Radno pamćenje           | .234**                | -.283**                | .384**                   | -              |            |                          |
| Inhibicija               | -.123                 | -.019                  | .015                     | .123           | -          |                          |
| Kognitivna fleksibilnost | .150                  | -.038                  | .169*                    | .267**         | -.044      | -                        |
| Znanstveno rezoniranje   | .115                  | -.059                  | .370***                  | .310***        | -.092      | .418***                  |

**Legenda:** \*- razina značajnosti  $p < .05$ , \*\* razina značajnosti  $p < .01$ , \*\*\* razina značajnosti  $p < .001$

### **Kompletna multipla regresijska analiza**

Prije provedbe same multiple regresijske analize, provjereni su preduvjeti za njezinu provedbu. Vizualnom inspekcijom Q-Q plota (vidljiv u Prilogu D) koji nam govori o normalitetu distribucije reziduala, možemo zaključiti da je preduvjet o normalitetu zadovoljen, odnosno da vrijednosti na grafu generalno ne odstupaju od linearnog pravca. Analizom vrijednosti statistika kolinearnosti (VIF i Tolerance), uočljivo je (Prilog E) da su sve VIF vrijednosti manje od 1.4, a sve Tolerance vrijednosti veće od 0.7, što upućuje na zadovoljene preduvjete u odnosu na zadane cut-off vrijednosti ( $<10$  za VIF i  $>0.1$  za Tolerance - Kumari, 2008).

Provedbom kompletne multiple regresijske analize dobiven je statistički značajan koeficijent multiple korelacije između skupa prediktora (potrebe za kognicijom, povjerenja u intuiciju, kognitivne reflektivnosti, radnog pamćenja, inhibicije, kognitivne fleksibilnosti) i kriterija (znanstvenog rezoniranja;  $R = .548$ ). O značajnosti same predikcije možemo zaključiti na temelju statistički značajnog F-omjera ( $F(6,146) = 10.5, p < .001$ ), koji ukazuje na dobit u predikciji u odnosu na situaciju bez prediktora. Odabrani prediktori objašnjavaju 30.1% varijance kriterija znanstvenog rezoniranja ( $R^2 = .301$ ).

O samostalnim doprinosima pojedinih prediktora zaključujemo na temelju beta pondera, odnosno standardiziranih regresijskih koeficijenata, koji su navedeni u Tablici 3. Značajne beta koeficijente imaju varijabla kognitivne reflektivnosti te varijabla kognitivne fleksibilnosti. Varijabla radnog pamćenja ispitana verbalnim 3-Back zadatkom postigla je statističku značajnost blisku graničnoj,  $p = .057$ . Beta koeficijenti govore nam o tome do kolikog će „pomaka“ u terminima standardne devijacije doći u varijabli kriterija, kada se rezultat u prediktoru promijeni za jediničnu vrijednost. Iz tih nalaza i uvida u smjer povezanosti varijabli slijedi i sljedeća interpretacija: s porastom razine kognitivne reflektivnosti raste i razina znanstvenog rezoniranja, te s porastom razine kognitivne fleksibilnosti, raste i razina znanstvenog rezoniranja. Kognitivna fleksibilnost ima veću razinu samostalnog doprinosa u objašnjenju varijable znanstvenog rezoniranja. Varijable potrebe za kognicijom, povjerenja u intuiciju, radnog pamćenja i inhibicije pokazale su se kao neznačajni samostalni prediktori znanstvenog rezoniranja.

**Tablica 3**

*Tablični prikaz samostalnih standardiziranih doprinosa pojedinih prediktorskih varijabli u predviđanju kriterija ( $N = 153$ )*

| Prediktori                  | $\beta$ | $t$   | $p$   |
|-----------------------------|---------|-------|-------|
| Potreba za kognicijom       | -.041   | -0.56 | .577  |
| Povjerenje u intuiciju      | .025    | 0.34  | .731  |
| Kognitivna<br>reflektivnost | .264    | 3.46  | <.001 |
| Radno pamćenje              | .156    | 1.92  | .057  |
| Inhibicija                  | -.010   | -1.47 | .143  |

|                          |      |      |       |
|--------------------------|------|------|-------|
| Kognitivna fleksibilnost | .348 | 4.81 | <.001 |
|--------------------------|------|------|-------|

### Medijacijska analiza

Provedena je i medijacijska analiza u *medmod* modulu statističkog programa *jamovi*, kako bi se testirala tri postavljena jednostavna medijacijska modela, u kojem pojedinačne izvršne funkcije (radno pamćenje, inhibicija, kognitivna fleksibilnost) predstavljaju medijator veze kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, a glavni su rezultati (oni o značajnosti indirektnih efekata) prikazani u Tablici 4, te ostatak u Prilozima G, H i I (za pojedinačne medijacijske modele). Dobiveni su statistički značajni indirektni efekti ( $ab = .734, Z = 2.07, p < .001$  te  $ab = .597, Z = 1.97, p < .001$ ) odnosno medijacijski efekti radnog pamćenja i kognitivne fleksibilnosti.

**Tablica 4**

*Rezultati provedbe analize jednostavnih medijacijskih modela koji se sastoje od varijabli kognitivne reflektivnosti, radnog pamćenja/inhibicije/kognitivne fleksibilnosti i znanstvenog rezoniranja (N = 153)*

|  | Vrijednost koeficijenta | Z     | p     | % objašnjenja |
|--|-------------------------|-------|-------|---------------|
| CRT – radno pamćenje - ZR (ab)           | .734                    | 2.07  | <.001 | 20.50         |
| CRT – inhibicija - ZR (ab)               | -.014                   | -0.18 | .855  | 0.39          |
| CRT – kognitivna fleksibilnost - ZR (ab) | .597                    | 1.97  | <.001 | 16.70         |

**Legenda:** *ab* – indirektni, odnosno medijacijski efekt, *Z* – Sobelov *Z* koeficijent, CRT – kognitivna reflektivnost, ZR – znanstveno rezoniranje

Za model u kojem je radno pamćenje postavljeno kao medijator veze, i pojedinačni samostalni doprinosi *a* i *b* ( $a = 10.931, Z = 4.47, p < .001$  i  $b = 0.067, Z = 2.51, p = .012$ ) statistički su značajni, a interpretiramo ih na način da jedinični pomak u varijablama prediktorima (kognitivna reflektivnost za *a* i radno pamćenje za *b*) prati pomak u varijablama

koje se predviđaju (radno pamćenje; znanstveno rezoniranje) za iznos koeficijenta. Sadržajno, kognitivna reflektivnost pozitivno predviđa radno pamćenje (sudionici koji postižu više rezultate na kognitivnoj reflektivnosti, postižu i više rezultate u zadatku radnog pamćenja), a radno pamćenje pozitivno predviđa znanstveno rezoniranje (sudionici koji postižu više rezultate na radnom pamćenju postižu i više rezultate na znanstvenom rezoniranju). Direktni efekt koji kvantificira izravnu vezu kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, također se pokazao statistički značajnim ( $c' = 2.845$ ,  $Z = 3.68$ ,  $p < .001$ ). Postoji značajan dio veze kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja koji nije objašnjen medijacijskom ulogom radnog pamćenja, iz čega proizlazi zaključak da se radi o djelomičnoj, a ne potpunoj medijaciji. Totalni efekt koji govori o sumi spomenutog indirektnog i direktnog efekta također se pokazao statistički značajnim ( $c = 3.579$ ,  $Z = 5.08$ ,  $p < .001$ ). Uvidom u postotak objašnjenja veze pojedinim efektima (Tablica 5), uočljivo je kako je manji dio veze kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja (20.5% u odnosu na preostalih 79.5%) objašnjeno medijacijskom ulogom radnog pamćenja.

Sličan trend i interpretacija vrijedi i za kognitivnu fleksibilnost kao medijator veze između kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, sa značajnim pojedinačnim doprinosima ( $a = 4.258$ ,  $Z = 2.13$ ,  $p = .033$  te  $b = 0.140$ ,  $Z = 5.25$ ,  $p < .001$ ). Iz toga slijedi interpretacija da sudionici koji postižu više rezultate na testu kognitivne reflektivnosti, postižu i više rezultate u zadatku kognitivne fleksibilnosti, te oni sudionici koji postižu više rezultate u zadatku kognitivne fleksibilnosti, postižu i više rezultate na znanstvenom rezoniranju. S obzirom na statistički značajan direktni efekt ( $c' = 2.981$ ,  $Z = 4.42$ ,  $p < .001$ ), vidljivo je da se ponovno radi o djelomičnoj medijaciji. Totalni efekt također je statistički značajan ( $c = 3.579$ ,  $Z = 4.96$ ,  $p < .001$ ), a uočljivo je da je 16.7% varijance veze kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja objašnjeno medijacijskom ulogom kognitivne fleksibilnosti.

Inhibicija se pokazala neznačajnim medijatorom veze, a pratimo da niti pojedinačni doprinosi nisu statistički značajni ( $a = 1.881$ ,  $Z = 0.185$ ,  $p = .853$  te  $b = -0.0075$ ,  $Z = -1.314$ ,  $p = .189$ ).

## Rasprava

Glavni cilj provedenog istraživanja bio je istražiti ulogu različitih prediktora u kombinaciji, u ovom slučaju (neuro)kognitivnih čimbenika, u objašnjenju varijance kriterijske varijable znanstvenog rezoniranja. Paralelno s time, vidjeti na koji način dobiveni podatci mogu dodatno rasvijetliti odnos i mehanizam odnosa kognitivne reflektivnosti i izvršnih funkcija, o kojem se u literaturi često govori kao o temi koja nema konzistentnih nalaza i jasnih zaključaka (Toplak i sur., 2011a; Young i Shtulman, 2020).

### Intepretacija nalaza kompletne multiple regresije

Dobiveni nalazi kompletne multiple regresijske analize potvrdili su da je korištena prediktorska baterija statistički značajna u objašnjenju znanstvenog rezoniranja, no što se tiče samostalnih doprinosa, jedino su se varijable kognitivne reflektivnosti i kognitivne fleksibilnosti pokazale značajnima (osobe izraženije kognitivne reflektivnosti i kognitivne fleksibilnosti uspješnije znanstveno rezoniraju), uz radno pamćenje koje je u pogledu samostalnog doprinosa, u istom, pozitivnom smjeru, bilo vrlo blizu granične vrijednosti statističke značajnosti. Takav nalaz djelomično odstupa od inicijalno postavljenih hipoteza, koje su pretpostavile da će svi prediktori imati svoje značajne samostalne doprinose.

Nalazi ukazuju na to da su kognitivna reflektivnost i kognitivna fleksibilnost zaista robusne varijable u predviđanju racionalnosti, u ovom slučaju znanstvenog rezoniranja. Prema Trodijelnoj teoriji uma (Toplak i sur., 2011b), i kognitivnu reflektivnost i kognitivnu fleksibilnost možemo povezati s aktivacijom reflektivnog uma, uz podržavajuće kapacitete algoritmičkog uma kao pretpostavljenom bazom znanstvenog rezoniranja koje se oslanja na više kognitivne procese nužne za evaluaciju kvalitete znanstvenih dokaza (Drummond i Fischhoff, 2015). Na taj način, obje mjere pokazale su svoju značajnost u još jednom istraživačkom području, uz mnoge u kojima pokazuju svoju posebnost i važnost (Erceg i sur., 2019; Gropen i sur., 2011; Plohl i Musil, 2023; Rhodes i sur., 2016; Schiebener i sur., 2014; Shtulman i McCallum, 2014; Toplak i sur., 2011a; Young i Shtulman, 2020). S obzirom na ekstenzivnu i aktualnu literaturu o značajnim efektima kognitivne reflektivnosti u području racionalnosti, ne iznenađuje da je efekt detektiran i u ovom istraživanju. Usprkos svojim nesavršenostima i manama u pogledu efekata uvježbavanja i poznatosti zbog široke

prisutnosti u online prostoru (Woike, 2019), jasno je da je kognitivna reflektivnost zaslužila svoju titulu varijable koja nastavlja biti informativna i valjana za ovo i šire područje, razjašnjavajući i predviđajući široki spektar kognitivnih fenomena. Jedno od potencijalnih poboljšanja mjerenja ove sposobnosti bilo bi mjerenje i vremena reakcije sudionika pri davanju odgovora, a ne samo točnosti, kako bi se potaknuo nastavak generiranja spoznaja o samom mehanizmu njena djelovanja. Kao što Young i Shtulman (2020) navode, točan mehanizam funkcioniranja još uvijek nije do kraja razjašnjen. Što se tiče kognitivne fleksibilnosti, izrazito je važno spomenuti da je korištena mjera (Wisconsin test sortiranja karata) jedna od najraširenijih mjera u području kliničke i eksperimentalne neuropsihologije (Barceló, 2001). Iako je u ovom istraživanju, kao i mnogim drugima (Barceló i sur., 2000; Huizinga i Van der Molen, 2007; Roberts i sur., 2017; Westwood i sur., 2016) korišten kao mjera kognitivne fleksibilnosti, važno je istaknuti da on vjerojatno mjeri i puno heterogeniji opseg različitih kognitivnih procesa, zbog čega je njegov efekt potencijalno i zbog toga naglašen u trenutnom istraživanju. Iako bismo očekivali da će veći samostalni doprinos znanstvenom rezoniranju imati radno pamćenje (kao teorijski i empirijski pretpostavljeni mehanizam koji čini bazu znanstvenog rezoniranja (Lawson, 2004), pomalo iznenađuje da se kognitivna fleksibilnost ovdje pokazala značajnijim prediktorom. Postoji mogućnost da je mjera kojom je mjerena kognitivna fleksibilnost jednostavno uspješnije zahvatila srž sposobnosti koja se htjela ispitati, ali i da je svojom uputom i izvedbom u okviru korištenog programa bila prikladnija skupini sudionika istraživanja. Određeni broj sudionika naknadno na samo rješavanje zadataka spomenuo je da su imali poteškoća s razumijevanjem upute za verbalni 3-Back zadatak, što je potencijalno moglo dovesti do toga da odgovori sudionika nisu odraz željene izvršne funkcije, već razlika u razumijevanju upute i pristupu zadatku. Buduća istraživanja trebala bi obratiti pažnju i na taj aspekt planiranja i provedbe.

Nalaz da varijabla inhibicije (uradak na Flanker zadatku) nije pokazala značajan samostalni doprinos, u određenoj mjeri iznenađuje. Ponajviše iz perspektive gdje teorijski pretpostavljamo da su upravo inhibitorni procesi u mozgu baza aktivacije reflektivnog uma i osnova za racionalno mišljenje. U ovom slučaju znanstveno rezoniranje, koje zahtijeva visoku razinu inhibicije intuitivnih, zdravorazumskih razmišljanja i ideja. Postoji mogućnost, a kao što i Toplak i sur. (2011a) navode u svojem radu u kojem dovode u vezu inhibiciju s

različitim aspektima racionalnosti, da inhibicija kao koncept nije dobro obuhvaćen korištenom mjerom, te da bi u budućnosti valjalo inhibiciju ispitivati koristeći veći broj zadataka koji će na sveobuhvatniji način uspjeti „pokriti“ to područje. Postoji mogućnost da je Flanker zadatak bio prelagan sudionicima ovog istraživanja, s obzirom da je, bez obzira na to što se radi o perceptivno brzom zadatku, u proporciji točnih odgovora vidljivo da je većina sudionika na sve zadatke odgovorila točno. Iako je vrijeme reakcije ovdje važnija mjera uratka na temelju kojega se zaključuje o inhibiciji, važno je promatrati i taj aspekt rezultata. U idealnim uvjetima bilo bi korisno različite izvršne funkcije zaista obuhvatiti većim brojem zadataka, a u okviru ovog istraživanja bilo je važno paziti da vremenski ne preopteretimo sudionike i racionalno rasporedimo rješavanje zadataka.

Što se tiče upitničkih mjera potrebe za kognicijom i povjerenja u intuiciju, bez obzira na to što su se pokazale dobrim mjerama u pogledu psihometrijskih karakteristika, vidljivo je da u okviru ovog istraživanja ne pratimo njihov značajan samostalni doprinos znanstvenom rezoniranju. Potencijalno je objašnjenje u podlozi toga da jednostavno ne dodaju nikakvu dodanu vrijednost prediktorima koji su već „ubačeni“ u prediktorsku bateriju, a što se tiče mehanizama koje obuhvaćaju, prethodni prediktori već dovoljno dobro obuhvaćaju varijancu refleksivnog uma i inhibitornih mehanizama potrebnih za uspješno znanstveno rezoniranje. Također, javlja se i mogućnost da su skale prekratke kako bi obuhvatile cijeli kognitivni stil u svojoj širini. Buduća istraživanja trebala bi se okrenuti i drugim mjerama kontinuuma analitičko-intuitivnog kognitivnog stila, i provjeriti na koji način kognitivni stilovi mogu ili pak ne mogu dopuniti sliku objašnjenja racionalnosti. Ovdje se izravno nadovezuje i prijedlog drugačijeg pristupa statističkoj analizi, u sklopu koje bi bilo korisno provesti i argumentiranu hijerarhijsku regresijsku analizu, da bi se vidjelo kakav je to odnos dodane varijance objašnjavanja pojedinih (poželjno i različitih od onih korištenih u ovom istraživanju) prediktora.

Uz navedeno, buduća istraživanja u svoj set varijabli trebala bi uključiti i mjere kognitivnih sposobnosti, kako bismo mogli izolirati taj dio varijance, i vidjeti na koji način prediktorska baterija mijenja svoj doprinos kada kontroliramo dio kognitivnih sposobnosti.

Kako je ovo prvi puta da se Skala znanstvenog rezoniranja (Drummond i Fischhof, 2015; prema Tonković, 2022) koristi i objavljuje u okviru jednog hrvatskog istraživanja,

važno je osvrnuti se i na nju kao mjeru i na potrebu za njezinim daljnjim razvijanjem. Za početak, važno je spomenuti kako Skala nije ostvarila visoku razinu pouzdanosti. Drummond i Fischhoff (2015) u svojem radu osvrću se upravo na taj podatak te navode da je takav nalaz redovit u područjima koja su dosta konceptualno heterogena, kao što je slučaj znanstvenog rezoniranja, a pogotovo kada se radi o mjerama koje se sastoje od scenarija na koje sudionici odgovaraju. Bez obzira što se dobiveni koeficijent pouzdanosti službeno smatra zadovoljavajućim za provedbu i uključivanje u obradu rezultata, jasno je da postoji velika potreba da se nastavi istraživati faktorska struktura upitnika i razvijati skala koja će biti što bolja po svojim psihometrijskim karakteristikama. S obzirom da je skala validirana na američkom uzorku, važno je usmjeriti se i na njezinu validaciju na hrvatskom uzorku. Uvidom u Prilog F i usporedbom s podacima validacijskog istraživanja Drummonda i Fischhoffa (2015), uočljivo je da su u ovom istraživanju sudionici točnije odgovarali na skalu, odnosno ona im je bila lakša, na što se nadovezuje i sljedeći komentar za poboljšanje. U pogledu vanjske valjanosti istraživanja, primarno na razini varijable znanstvenog rezoniranja (s obzirom da većinu uzorka čine studenti psihologije, za koje znamo da u sklopu svog studija dobivaju ekstenzivno znanstveno obrazovanje), ali i ostalih varijabli, postavlja se jedno klasično pitanje o mogućnosti generaliziranja dobivenih efekata na širu populaciju odraslih osoba. Kako bi se prikupili daljnji dokazi o mogućnosti generaliziranja nalaza, važno je proširiti uzorak i ispitivanjem obuhvatiti što širi spektar karakteristika sudionika. Čini se važnim provjeriti i u kolikom udjelu znanstveno obrazovanje igra ulogu u objašnjenju uratka na Skali znanstvenog rezoniranja (Drummond i Fischhoff, 2015; prema Tonković, 2022).

Uz spomenute metodološke nedostatke samog istraživanja, važno je kratko naglasiti i pozitivne strane, poput uspješne prevencije vrijednosti koje nedostaju, provjere pažnje sudionika i osiguravanja podjednakog broja muškaraca i žena u istraživanju.

### **Medijacijska uloga izvršnih funkcija u vezi kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja**

U pogledu medijacijskih efekata, dobiven je nalaz da su radno pamćenje i kognitivna fleksibilnost (ali ne i inhibicija) značajni djelomični medijatori veze između kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja, što se smisleno uklapa u prethodne rezultate



istraživanja i teorijske modele koji su još uvijek u razvoju (Toplak i sur., 2011a). S obzirom da se radilo o istraživanju u jednoj vremenskoj točki, ne možemo niti jedan dio rezultata interpretirati u uzročno-posljedičnim terminima, no jasno je da o izvršnim funkcijama možemo govoriti kao o bazi ove veze. U spoznajnom smislu, dobiveni rezultat ipak sa sobom nose određene praktične implikacije. Jasno je da su izvršne funkcije nužna baza za operacije kognitivne reflektivnosti, te djeluju kao svojevrsna odskočna daska za njezinu prediktivnu vrijednost, ali kognitivna reflektivnost ipak objašnjava nešto više varijance znanstvenog rezoniranja nego što to pružaju same izvršne funkcije. U nekoliko navrata, autori znanstvenih radova izrazili su pretpostavku o tome što bi se to moglo nalaziti u podlozi veze između kognitivne reflektivnosti i izvršnih funkcija, a da objašnjava njihovu povezanost i nepotpuno preklapanje. Pretpostavljeni mehanizam u podlozi je metakonceptualna svjesnost (Toplak i sur., 2011a; Young i Shtulman, 2020), na koju bi se buduća istraživanja mogla usmjeriti pri daljnjem raspetljavanju konceptualne spona kognitivne reflektivnosti i izvršnih funkcija.

### **Socijalna domena, teorijske i praktične implikacije**

Komentirajući varijablu znanstvenog rezoniranja, ne smijemo zaboraviti da jedan cijeli „dio priče“ u ovom istraživanju nije obuhvaćen. Čini se važnim naglasiti potrebu za uključivanjem daljnjih sociodemografskih, ali i drugih varijabli iz domene socijalne psihologije u analizu problematike vezane uz znanstveno rezoniranje. Kako je već spomenuto, znanstveno rezoniranje nije fenomen koji možemo promatrati samo na razini pojedinca i njegove kognicije, već je važno pokrenuti raspravu i o širim društvenim mehanizmima, zbog čega je ključno u daljnja istraživanja uključiti varijable poput političkog svjetonazora (sami principi i baza znanosti često su u konfliktu s određenim političkim i vjerskim svjetonazorima – Lewandowski i Oberauer, 2021), religioznosti, različitih drugih vjerovanja i uvjerenja (primjerice epistemički suspektne uvjerenja – Erceg i sur., 2019), stavova i kulturnih obrazaca. Iz toga će proizaći i nalazi koji će upućivati na to koliko je problematika aktualna u različitim društvenim kontekstima, ali i ovisna o specifičnostima vezanima uz identitet pojedinaca i njihove načine funkcioniranja u društvu. Philip-Muller i sur. (2022) ističu da u današnje doba, različite antiznanstvene grupe putem društvenih mreža vrlo lako mogu doprijeti do svojih pratitelja i različitim (implicitnim i eksplicitnim)

tehnikama djelovati na ljude i formiranje antiznanstvenih stavova. Lakše je prihvatiti intuitivno i jednostavno rješenje problema, nego ulagati puno kognitivnog napora u objašnjenje koje je možda teško za razumjeti, konfliktno, obuhvaća više faktora, te nema „lijepo upakirani“ odgovor na problem. Pravi izazov za znanstvenike iskristalizirao se i zasada ostaje – kako kvalitetno, pravovremeno i na razumljiv način komunicirati i promovirati svoj rad široj javnosti, uzimajući u obzir i znanstvenu nesigurnost (Howell, 2020) kao integralni dio znanstvenog procesa. Philip-Muller i sur. (2022) ističu da je prevencija antiznanstvenih vjerovanja puno važnija od intervencija, što je velika implikacija za razvojnu perspektivu, pogotovo u području znanstvenog obrazovanja od rane dobi.

Postoji i velika potreba za mjerenjem ishoda znanstvenog rezoniranja, odnosno okretanje perspektive istraživanja na to da je znanstveno rezoniranje prediktor, a različiti životni ishodi kriteriji. Tako bi se onda potreba za dodatnim istraživanjem, implementacijom treninga i intervencija u području znanstvenog rezoniranja mogla kvalitetno argumentirati, a šira javnost više senzibilizirala za ovu tematiku. Pojam „znanstvenog rezoniranja“ kao takav može zvučati dosta apstraktno i zbunjujuće. Nastavno na to, zadatak znanstvenika zapravo je i široj javnosti kvalitetno iskomunicirati što znanstveno rezoniranje zapravo je i koje sve aspekte obuhvaća.

Na samome kraju, važno je sumirati zašto je uopće potrebno promišljati o problematici ovog područja i na koji način ovakva istraživanja mogu usmjeravati implikacije za daljnje primijenjeno djelovanje. I kognitivna refleksivnost, i izvršne funkcije, i znanstveno rezoniranje, područja koja su u istraživanjima pokazana kao područja u kojima je sposobnosti i vještine moguće trenirati i unaprijediti (Shtulman i Young, 2023; Diamond i Lee, 2011; Garcia-Madruga i sur., 2016). Da bi vjerovao znanosti, pojedinac mora razumjeti što znanstveni proces zapravo jest (Vranić i sur., 2023), a ovdje u priču ulazi važnost intervencija u obrazovnom sustavu. Bilo bi izrazito korisno u područje uključiti i eksperimentalna istraživanja koja bi mogla razjasniti uzročno-posljedične veze u zamršenom sustavu kognitivnih i ne-kognitivnih varijabli relevantnih za područje unaprjeđenja racionalnosti. Kao što su Garcia-Madruga i sur. (2022) istaknuli, rad na kontinuiranom poboljšanju ljudskih sposobnosti razmišljanja i rezoniranja nije lagan zadatak te zahtijeva kreativne pristupe i

rješenja, no ostaje kao teorijski i praktični relevantan smjer za buduće istraživače, nastavnike, učenike i donositelje odluka u društvu.

### **Zaključak**

Pri ispitivanju uloge varijabli potrebe za kognicijom, povjerenja u intuiciju, kognitivne reflektivnosti, radnog pamćenja, inhibicije i kognitivne fleksibilnosti u objašnjenju individualnih razlika u znanstvenom rezoniranju, korištena je kompletna multipla regresijska analiza kako bi se identificirala snaga prediktorske baterije i samostalni doprinosi pojedinih prediktora. Pokazalo se da su prediktori zajednički korisni pri predikciji varijance korištenog kriterija, međutim da su jedino kognitivna reflektivnost i kognitivna fleksibilnost varijable koje samostalno doprinose objašnjenju kriterija. Testirana su i tri medijacijska modela, koja su pokazala da postoje značajni medijacijski efekti radnog pamćenja i kognitivne fleksibilnosti (ali ne i inhibicije) u objašnjenju veze između kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, u terminima djelomične medijacije, čime se dodatno rasvjetljuje konceptualni odnos kognitivne reflektivnosti i izvršnih funkcija. Postavljene hipoteze istraživanja djelomično su potvrđene. Postoji potreba da se područje znanstvenog rezoniranja nastavi uključivati u hrvatska istraživanja te da se buduće intervencije baziraju upravo na tim istraživanjima i prikupljenim podacima, a koje bi onda kvalitetno mogle usmjeriti daljnji razvoj novog i aktualnog pristupa znanstvenom obrazovanju i borbi protiv rastuće antiznanstvene retorike.

## Literatura

- Acciarini, C., Brunetta, F. i Boccardelli, P. (2021). Cognitive biases and decision-making strategies in times of change: a systematic literature review. *Management Decision*, 59(3), 638-652. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2019-1006>
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K.M., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L. i Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586-587. <https://doi.org/10.1126/science.1167740>
- Barceló, F., Muñoz-Céspedes, J. M., Pozo, M. A., i Rubia, F. J. (2000). Attentional set shifting modulates the target P3b response in the Wisconsin card sorting test. *Neuropsychologia*, 38(10), 1342-1355. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0028-3932\(00\)00046-4](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0028-3932(00)00046-4)
- Bennett, D. A. (2001). How can I deal with missing data in my study?. *Australian and New Zealand journal of public health*, 25(5), 464-469. <https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.2001.tb00294.x>
- Barron, G., i Leider, S. (2010). The role of experience in the Gambler's Fallacy. *Journal of Behavioral Decision Making*, 23(1), 117-129. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/bdm.676>
- Bronstein, M. V., Pennycook, G., Bear, A., Rand, D. G., i Cannon, T. D. (2019). Belief in fake news is associated with delusionality, dogmatism, religious fundamentalism, and reduced analytic thinking. *Journal of applied research in memory and cognition*, 8(1), 108-117. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0101832>
- Bronstein, M. V., Pennycook, G., Buonomano, L., i Cannon, T. D. (2021). Belief in fake news, responsiveness to cognitive conflict, and analytic reasoning engagement. *Thinking & Reasoning*, 27(4), 510-535. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/13546783.2020.1847190>
- Bubić, A. i Erceg, N. (2015). Uloga kognitivnih stilova u razumijevanju kognitivnog funkcioniranja pojedinaca. *Suvremena psihologija*, 18(2), 159-173.
- Burgoyne, A. P., Mashburn, C. A., Tsukahara, J. S., Hambrick, D. Z. i Engle, R. W. (2023). Understanding the relationship between rationality and intelligence: a latent-variable approach. *Thinking & Reasoning*, 29(1), 1-42. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/13546783.2021.2008003>
- Chi, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. U R. Giere (Izd.), *Cognitive models of science* (str. 129–186). University of Minnesota Press.
- Corgnet, B., Espín, A. M., i Hernán-González, R. (2015). The cognitive basis of social behavior: Cognitive reflection overrides antisocial but not always prosocial motives. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 287. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00287>

- Čavojová, V., Brezina, I., i Jurkovič, M. (2020). Expanding the bullshit research out of pseudo-transcendental domain. *Current Psychology*, 1-10.  
<https://doi.org/10.1007/s12144-020-00617-3>
- David, D., i DiGiuseppe, R. (2010). Social and cultural aspects of rational and irrational beliefs: A brief reconceptualization. *Rational and irrational beliefs: Research, theory, and clinical practice*, 49-61.  
<http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195182231.003.0003>
- Diamond, A. i Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959-964.  
<https://doi.org/10.1126%2Fscience.1204529>
- Don, H. J., Goldwater, M. B., Otto, A. R., i Livesey, E. J. (2016). Rule abstraction, model-based choice, and cognitive reflection. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 1615–1623. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1012-y>
- Erceg, N., Galić, Z., i Bubić, A. (2019). “Dysrationalia” among university students: The role of cognitive abilities, different aspects of rational thought and self-control in explaining epistemically suspect beliefs. *Europe's Journal of Psychology*, 15(1), 159.  
<https://doi.org/10.5964/ejop.v15i1.1696>
- Epstein, S., Pacini, R., Denes-Raj, V., i Heier, H. (1996). Individual differences in intuitive–experiential and analytical–rational thinking styles. *Journal of personality and social psychology*, 71(2), 390. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-3514.71.2.390>
- Eriksen, B.A. i Eriksen, C.W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16, 143–149.
- Evans, J. S. B. (2017). Dual process theory: Perspectives and problems. *Dual process theory 2.0*, 137-155.
- Evans, J. S. B., i Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on psychological science*, 8(3), 223-241.  
<https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Evans, A., Slegers, W., i Mlakar, Ž. (2020). Individual differences in receptivity to scientific bullshit. *Judgment and Decision Making*, 15(3), 401-412.  
<https://doi.org/10.1017/S1930297500007191>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A. i Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Faust, D. (1984). *The limits of scientific reasoning*. U of Minnesota Press.
- Frederick, S. (2005). Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic perspectives*, 19(4), 25-42. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1257/089533005775196732>

- Friedman, N. P., i Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72-89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- García-Madruga, J. A., Gómez-Veiga, I., i Vila, J. Ó. (2016). Executive functions and the improvement of thinking abilities: The intervention in reading comprehension. *Frontiers in psychology*, 7, 58. <https://psycnet.apa.org/doi/10.3389/fpsyg.2016.00058>
- García-Madruga, J. A., Orenes, I., Chaves, J. Ó. V., i Gómez-Veiga, I. (2022). Executive Functions and Improvement of Thinking: An Intervention Program to Enhance Deductive Reasoning Abilities. *The Spanish Journal of Psychology*, 25, e32. <https://doi.org/10.1017/sjp.2022.26>
- Gervais, W. M. (2015). Override the controversy: Analytic thinking predicts endorsement of evolution. *Cognition*, 142(September), 312–321. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.05.011>
- Gong, T., Young, A. G., i Shtulman, A. (2021). The development of cognitive reflection in China. *Cognitive Science*, 45(4), 12966. <https://doi.org/10.1111/cogs.12966>
- Grant, D. A., i Berg, E. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in Weigl-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 404-411.
- Gropen, J., Clark-Chiarelli, N., Hoisington, C. i Ehrlich, S. B. (2011). The importance of executive function in early science education. *Child Development Perspectives*, 5(4), 298-304. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00201.x>
- Han, J. (2013). *Scientific reasoning: Research, development, and assessment* (Doktorska disertacija, The Ohio State University).
- Hammond, M. D., i Cimpian, A. (2017). Investigating the cognitive structure of stereotypes: Generic beliefs about groups predict social judgments better than statistical beliefs. *Journal of Experimental Psychology: General*, 146(5), 607–614. <https://doi.org/10.1037/xge0000297>
- Howell, E. L. (2020). Science communication in the context of reproducibility and replicability: How nonscientists navigate scientific uncertainty. *Harvard Data Science Review*, 2(4), 12. <https://doi.org/10.1162/99608f92.f2823096>
- Hrvatski jezični portal. (n.d.) *racionalan*. [https://hjp.znanje.hr/index.php?show=search\\_by\\_id&id=d11vWRU%3D](https://hjp.znanje.hr/index.php?show=search_by_id&id=d11vWRU%3D)
- Huizinga, M., i Van der Molen, M. W. (2007). Age-group differences in set-switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task. *Developmental neuropsychology*, 31(2), 193-215. <https://doi.org/10.1080/87565640701190817>
- Kantorowicz-Reznichenko, E., Folmer, C. R., i Kantorowicz, J. (2022). Don't believe it! A global perspective on cognitive reflection and conspiracy theories about COVID-19

- pandemic. *Personality and individual differences*, 194, 111666.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2022.111666>
- Kaufman, S. B. (2009). Faith in intuition is associated with decreased latent inhibition in a sample of high-achieving adolescents. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3(1), 28. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0014822>
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of experimental psychology*, 55(4), 352.
- Kumari, S. S. (2008). Multicollinearity: Estimation and elimination. *Journal of Contemporary research in Management*, 3(1), 87-95.
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 307-338.  
<https://doi.org/10.1007/s10763-004-3224-2>
- Lewandowsky, S., i Oberauer, K. (2021). Worldview-motivated rejection of science and the norms of science. *Cognition*, 215, 104820.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104820>
- Macpherson, R., i Stanovich, K. E. (2007). Cognitive ability, thinking dispositions, and instructional set as predictors of critical thinking. *Learning and individual differences*, 17(2), 115-127. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.lindif.2007.05.003>
- Miller, E. K., i Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Oldrati, V., Patricelli, J., Colombo, B., i Antonietti, A. (2016). The role of dorsolateral prefrontal cortex in inhibition mechanism: A study on cognitive reflection test and similar tasks through neuromodulation. *Neuropsychologia*, 91, 499-508.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.010>
- Opitz, A., Heene, M., i Fischer, F. (2017). Measuring scientific reasoning—a review of test instruments. *Educational Research and Evaluation*, 23(3-4), 78-101.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/13803611.2017.1338586>
- Pennycook, G., Cheyne, J. A., Seli, P., Koehler, D. J., i Fugelsang, J. A. (2012). Analytic cognitive style predicts religious and paranormal belief. *Cognition*, 123(3), 335–346.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.03.003>
- Pennycook, G., Cheyne, J. A., Barr, N., Koehler, D. J., i Fugelsang, J. A. (2015). On the reception and detection of pseudo-profound bullshit. *Judgment and Decision making*, 10(6), 549-563. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/S1930297500006999>
- Pennycook, G., i Rand, D. G. (2019). Lazy, not biased: Susceptibility to partisan fake news is better explained by lack of reasoning than by motivated reasoning. *Cognition*, 188(July), 39–50. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.06.011>

- Pennycook, G., & Rand, D. G. (2020). Who falls for fake news? The roles of bullshit receptivity, overclaiming, familiarity, and analytic thinking. *Journal of personality, 88*(2), 185-200. <https://doi.org/10.1111/jopy.12476>
- Philipp-Muller, A., Lee, S. W., & Petty, R. E. (2022). Why are people antiscience, and what can we do about it? *Proceedings of the National Academy of Sciences, 119*(30), e2120755119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2120755119>
- Plohl, N., & Musil, B. (2023). Assessing the incremental value of intellectual humility and cognitive reflection in predicting trust in science. *Personality and Individual Differences, 214*, 112340. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2023.112340>
- Psychology Software Tools, Inc. [E-Prime 3.0]. (2016). Preuzetoss <https://support.pstnet.com/>.
- Rhodes, S. M., Booth, J. N., Palmer, L. E., Blythe, R. A., Delibegovic, M., & Wheate, N. J. (2016). Executive functions predict conceptual learning of science. *British Journal of Developmental Psychology, 34*(2), 261-275. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1111/bjdp.12129>
- Roberts, M. E., Tchanturia, K., Stahl, D., Southgate, L., & Treasure, J. (2007). A systematic review and meta-analysis of set-shifting ability in eating disorders. *Psychological medicine, 37*(8), 1075-1084. <https://doi.org/10.1017/s0033291707009877>
- Ryu, E. (2011). Effects of skewness and kurtosis on normal-theory based maximum likelihood test statistic in multilevel structural equation modeling. *Behavior research methods, 43*, 1066-1074. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0115-7>
- Salto, J., Barberia, I., & Rodríguez-Ferreiro, J. (2023). Thinking disposition, thinking style, and susceptibility to causal illusion predict fake news discriminability. *Applied Cognitive Psychology, 37*(2), 360-368. <https://doi.org/10.1002/acp.4008>
- Scheffer, J. (2002). Dealing with missing data. *Research Letters in the Information and Mathematical Sciences, 3*, 153-160. <http://hdl.handle.net/10179/4355>
- Schiebener, J., Wegmann, E., Gathmann, B., Laier, C., Pawlikowski, M., & Brand, M. (2014). Among three different executive functions, general executive control ability is a key predictor of decision making under objective risk. *Frontiers in psychology, 5*, 1386. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01386>
- Shtulman, A. (2022). Navigating the conflict between science and intuition. U M. Belanger, P. Potvin, S. Horst, A. Shtulman, & E. Mortimer (Izd.), *Multidisciplinary perspectives on representational pluralism in human cognition* (pp. 122–140). Routledge.
- Shtulman, A., & McCallum, K. (2014). Cognitive reflection predicts science understanding. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 36, No. 36). <https://doi.org/10.1177/0956797620954449>
- Shtulman, A., & Young, A. G. (2023). The development of cognitive reflection. *Child Development Perspectives, 17*(1), 59-66. <https://doi.org/10.1111/cdep.12476>



- Smith, S. M., i Levin, I. P. (1996). Need for cognition and choice framing effects. *Journal of Behavioral Decision Making*, 9(4), 283-290.  
[https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/\(SICI\)1099-0771\(199612\)9:4%3C283::AID-BDM241%3E3.0.CO;2-7](https://psycnet.apa.org/doi/10.1002/(SICI)1099-0771(199612)9:4%3C283::AID-BDM241%3E3.0.CO;2-7)
- Stanovich, K. E. (2009). Distinguishing the reflective, algorithmic, and autonomous minds: Is it time for a tri-process theory. *In two minds: Dual processes and beyond*, 55-88.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1093/acprof:oso/9780199230167.003.0003>
- Stanovich, K. (2011). *Rationality and the reflective mind*. Oxford University Press, USA.
- Stanovich, K. E. (2016). The comprehensive assessment of rational thinking. *Educational Psychologist*, 51(1), 23-34.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/00461520.2015.1125787>
- Stanovich, K., West, R., i Toplak, M. (2016). *The rationality quotient: Toward a test of rational thinking*. MIT Press.
- Sulik, J., i McKay, R. (2021). Studying science denial with a complex problem-solving task. U *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 43, Br. 43). <http://dx.doi.org/10.31234/osf.io/huxm7>
- Swami, S. (2013). Executive functions and decision making: A managerial review. *IIMB Management Review*, 25(4), 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2013.07.005>
- Ganuthula, V. R. R., i Dyaram, L. (2016). Rationality and the reflective mind: A case for typical performance measure of cognitive ability. *Learning and Individual Differences*, 49, 216-223. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.lindif.2016.06.019>
- The jamovi project (2023). *jamovi* (Verzija 2.4) [Computer Software]. Preuzeto s <https://www.jamovi.org>
- Thomson, K. S., i Oppenheimer, D. M. (2016). Investigating an alternate form of the cognitive reflection test. *Judgment and Decision making*, 11(1), 99-113.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1017/S1930297500007622>
- Tonković, M. (2022). Prijevod Skale znanstvenog rezoniranja [Neobjavljeni rukopis].
- Toplak, M. E., West, R. F., i Stanovich, K. E. (2011). The Cognitive Reflection Test as a predictor of performance on heuristics-and-biases tasks. *Memory & cognition*, 39(7), 1275-1289. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0104-1>
- Toplak, M. E., Stanovich, K. E., i West, R. F. (2011). Intelligence and rationality. *Cambridge handbook of intelligence*, 784-826.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45-69. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90018-3)
- Vranić, A., Hromatko, I., i Tonković, M. (2022). "I Did My Own Research": Overconfidence, (Dis) trust in Science, and Endorsement of Conspiracy

Theories. *Frontiers in Psychology*, 13, 931865.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.931865>

West, R. F., Toplak, M. E., i Stanovich, K. E. (2008). Heuristics and biases as measures of critical thinking: Associations with cognitive ability and thinking dispositions. *Journal of educational psychology*, 100(4), 930.  
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0012842>

Westwood, H., Stahl, D., Mandy, W., i Tchanturia, K. (2016). The set-shifting profiles of anorexia nervosa and autism spectrum disorder using the Wisconsin Card Sorting Test: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 46(9), 1809-1827. <https://doi.org/10.1017/s0033291716000581>

Young, A. G., i Shtulman, A. (2020). Children's cognitive reflection predicts conceptual understanding in science and mathematics. *Psychological Science*, 31(11), 1396-1408. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/0956797620954449>

Young, A. G., i Shtulman, A. (2020). How children's cognitive reflection shapes their science understanding. *Frontiers in Psychology*, 11, 1247.  
<https://doi.org/10.3389%2Fpsyg.2020.01247>

Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental review*, 20(1), 99-149. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1006/drev.1999.0497>

## Prilozi

### Prilog A

Tablični prikaz sociodemografskih varijabli u istraživanju ( $N = 155$ )

| Varijabla   | Kategorija    | <i>N</i> | %    |
|-------------|---------------|----------|------|
| Rod         | Žena          | 81       | 52.3 |
|             | Muškarac      | 73       | 47.1 |
|             | Ostalo        | 1        | 0.6  |
| Dob         | 18-25         | 90       | 58.1 |
|             | 26-35         | 26       | 16.8 |
|             | 36-45         | 9        | 5.8  |
|             | 46-55         | 19       | 12.3 |
|             | 56-65         | 10       | 6.4  |
|             | 66-75         | 1        | 0.6  |
| Obrazovanje | Osnovna škola | 2        | 1.3  |

|  |    |      |
|--|----|------|
| Srednja škola                                  | 74 | 47.7 |
| Preddiplomski studij (stručni ili sveučilišni) | 38 | 24.5 |
| Diplomski studij (stručni ili sveučilišni)     | 34 | 21.9 |
| Poslijediplomski studij                        | 7  | 4.5  |

**Legenda:** % - postotak sudionika koji se nalazi u navedenim kategorijama varijabli

## Prilog B

*Provjera preduvjeta za provedbu parametrijskih statističkih testova*

| Varijabla                | <i>Shapiro-Wilk p</i> | <i>Skewness</i> | <i>Kurtosis</i> |
|--------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Potreba za kognicijom    | 0.012                 | -0.427          | 0.039           |
| Povjerenje u intuiciju   | 0.001                 | -0.490          | -0.003          |
| Kognitivna refleksivnost | <.001                 | -0.941          | 0.212           |
| Radno pamćenje           | <.001                 | -0.815          | -0.135          |
| Inhibicija               | <.001                 | 0.643           | 3.460           |
| Kognitivna fleksibilnost | <.001                 | -0.633          | -0.853          |
| Znanstveno rezoniranje   | <.001                 | -0.481          | -0.610          |

## Prilog C

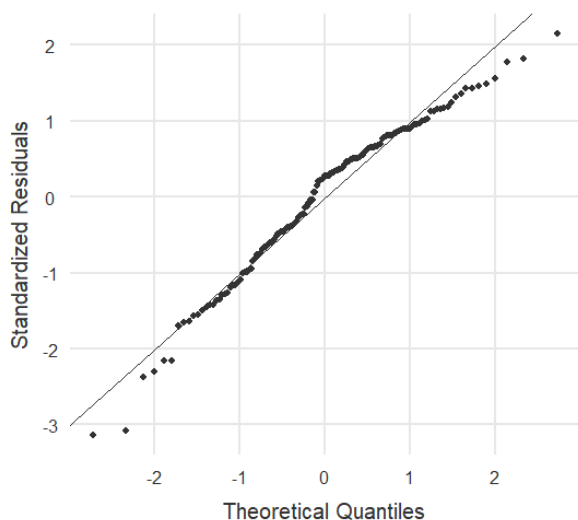
*Tablica koja prikazuje p vrijednosti za bivarijatne Pearsonove korelacije svih varijabli (prediktora i kriterija) korištenih u istraživanju (N = 153)*

|                          | Potreba za kognicijom | Povjerenje u intuiciju | Kognitivna refleksivnost | Radno pamćenje | Inhibicija | Kognitivna fleksibilnost |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------------|------------|--------------------------|
| Potreba za kognicijom    | -                     |                        |                          |                |            |                          |
| Povjerenje u intuiciju   | .380                  | -                      |                          |                |            |                          |
| Kognitivna refleksivnost | .004                  | .159                   | -                        |                |            |                          |
| Radno pamćenje           | .003                  | <.001                  | <.001                    | -              |            |                          |
| Inhibicija               | .130                  | .816                   | .854                     | .127           | -          |                          |

|                          |      |      |       |       |      |       |
|--------------------------|------|------|-------|-------|------|-------|
| Kognitivna fleksibilnost | .064 | .639 | .036  | <.001 | .584 | -     |
| Znanstveno rezoniranje   | .154 | .464 | <.001 | <.001 | .255 | <.001 |

## Prilog D

*Q-Q Plot – grafički prikaz distribuciju reziduala*



**Legenda:** x-os: teorijski kvantili, y-os: standardizirani reziduali

## Prilog E

*Statistiki kolinearnosti*

| Varijabla                | <i>VIF</i> | <i>Tolerance</i> |
|--------------------------|------------|------------------|
| Potreba za kognicijom    | 1.12       | 0.895            |
| Povjerenje u intuiciju   | 1.09       | 0.918            |
| Kognitivna refleksivnost | 1.21       | 0.824            |
| Radno pamćenje           | 1.39       | 0.722            |
| Inhibicija               | 1.05       | 0.956            |
| Kognitivna fleksibilnost | 1.10       | 0.913            |

**Legenda:** *VIF* – faktor inflacije varijance

## Prilog F

*Prijevod Skale znanstvenog rezoniranja (Tonković, 2022) i prikaz postotka točnih odgovora po pojedinim česticama*

| Čestica Skale  | Postotak točnih odgovora sudionika |
|--|------------------------------------|
| <p><b>1. Slijepo/dvostruko slijepo ispitivanje</b> - U testiranju okusa kave, sudionici su trebali probati kavu marke A ili kavu marke B. Šalice u kojima su bile poslužene kave bile su identične, osim što je jedna imala bijelu, a druga crnu oznaku. Opažač je promatrao i bilježio izraze lica sudionika nakon što su probali kavu.</p> <p>Bilo bi dobro da opažač nije vidio u koju šalicu je stavljena koja vrsta kave. (T/N)</p> | 66.2%                              |
| <p><b>2. Kauzalnost</b> - Jedan je istraživač otkrio da države koje imaju veće parkove imaju manje ugroženih biljnih i životinjskih vrsta.</p> <p>Ovaj nalaz upućuje na to da ćemo povećanjem veličine parkova doprinijeti smanjenju broja ugroženih vrsta. (T/N)</p>  | 64.3%                              |
| <p><b>3. Varijable koje ometaju interpretaciju</b> - Istraživač je tražio od sudionika da rješavaju puzzle ili u hladnoj prostoriji s upaljenim glasnim radijem, ili u toploj prostoriji bez radija. Sudionici su puzzle slagali brže u toploj prostoriji bez radija.</p> <p>Znanstvenik ne može znati je li radio uzrokovao sporije slaganje puzzle. (T/N)</p>  | 84.1%                              |
| <p><b>4. Konstruktna valjanost</b> - Istraživač je htio izmjeriti opću matematičku sposobnost na uzorku studenata matematike. Svi su pohađali nastavu iz geometrije i matematičke analize.</p> <p>Istraživač može izmjeriti opću matematičku sposobnost tako da studentima da test iz geometrije. (T/N)</p>  | 77.7%                              |
| <p><b>5. Kontrolna skupina</b> - Dva znanstvenika testirala su kremu protiv akni na tinejdžerima. Znanstvenik A htio je kremu dati svim tinejdžerima uključenima u istraživanje. Znanstvenik B kremu je htio dati polovini</p>   | 80.9%                              |

|  |       |
|--|-------|
| tinejdžera, a drugoj polovini je htio dati kremu koja nema sastojke protiv akni.<br>Oba predložena načina testiranja kreme jednako su dobra. (T/N)   |       |
| <b>6. Ekološka valjanost</b> - Istraživač je grupi sudionika u istraživanju zadao zadatak igranja igre u kojoj trebaju zarađivati novac prodajući i kupujući žetone. Sudionici su svi jednako plaćeni za sudjelovanje u istraživanju. Istraživač može pouzdano reći da ponašanje pri kupnji i prodaji u ovom eksperimentu odražava ono u stvarnom životu. (T/N)  | 79%   |
| <b>7. Povijest</b> - Slučajno odabran uzorak stanovnika neke zemlje odgovorio je na anketu o Bolesti A prije i nakon šestomjesečne medijske kampanje informiranja o toj bolesti. Usred medijske kampanje jedna slavna osoba je umrla od te bolesti. Anketa je pokazala da je znanje o Bolesti A nakon kampanje više nego što je bilo prije nje. Medijska kampanja možda nije dovela do povećanja znanja o Bolesti A. (T/N) | 75.8% |
| <b>8. Maturacija</b> - Sudionici u eksperimentu trebali su pritisnuti gumb svaki puta kada se na ekranu ispred njih pojavila plava točka. Na početku je zadatak sudionicima bio lagan. No, s vremenom su počeli činiti sve veći broj grešaka. Kako je zadatak odmicao, plava točka se vjerojatno pojavljivala sve češće. (T/N)   | 79.6% |
| <b>9. Slučajan raspored u skupine</b> - Cilj jednog istraživanja bio je utvrditi može li jedna zdravstvena intervencija pomoći učenicima da izgube kilograme. Svaki učenik je smješten ili u kontrolnu ili u tretmansku skupinu. Istraživači bi trebali svu djecu s viškom kilograma staviti u tretmansku skupinu. (T/N)   | 77.7% |
| <b>10. Pouzdanost</b> - Znanstvenik je razvio novu metodu za mjerenje površinske napetosti tekućina. Nova je metoda konzistentnija nego stara metoda. Nova metoda onda daje i točnije rezultate nego stara. (T/N)  | 45.9% |

---

**11. Pristranost odgovaranja** - Dva istraživača osmišljavaju anketu 70.7%

kojom žele ispitati što korisnici misle o korisničkoj službi. Istraživač A predložio je da korisnici procjenjuju slaganje s tvrdnjom "Zadovoljan sam korisničkom službom" na skali od 5 točaka na kojoj 1 znači "izrazito se slažem", a 5 znači "izrazito se ne slažem". Istraživač B predložio je da se korisnička služba procjenjuje na skali od 5 točaka pri čemu 1 znači "nisam uopće nezadovoljan/na", a 5 znači "vrlo sam nezadovoljan/na".

Ova dva pitanja jednako su dobra za ispitivanje zadovoljstva s korisničkom službom. (T/N)

---

**Prilog G**

*Dotadni rezultati provedbe analize jednostavnog medijacijskog modela koji se sastoji od varijabli kognitivne refleksivnosti, radnog pamćenja i znanstvenog rezoniranja (N = 155)*

---

|  | Vrijednost koeficijenta | Z    | p     | % objašnjenja |
|--|-------------------------|------|-------|---------------|
| CRT – radno pamćenje – znanstveno rezoniranje (ab) | 0.734                   | 2.07 | <.001 | 20.5          |
| CRT – radno pamćenje (a)                           | 10.931                  | 4.47 | <.001 |               |
| Radno pamćenje – znanstveno rezoniranje (b)        | 0.067                   | 2.51 | .012  |               |
| CRT – znanstveno rezoniranje (c')                  | 2.845                   | 3.68 | <.001 | 79.5          |
| CRT – znanstveno rezoniranje (c)                   | 3.579                   | 5.08 | <.001 | 100.0         |

---

**Legenda:** *a* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne reflektivnosti pri predikciji radnog pamćenja, *b* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos radnog pamćenja pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *ab* – indirektni efekt, odnosno medijacijski efekt radnog pamćenja u vezi kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, *c'* – direktni efekt, odnosno nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne reflektivnosti pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *c* – totalni efekt, suma indirektnog i direktnog efekta (*ab* + *c'*), CRT – test kognitivne reflektivnosti

## Prilog H

*Dodatni rezultati provedbe analize jednostavnog medijacijskog modela koji se sastoji od varijabli kognitivne reflektivnosti, inhibicije i znanstvenog rezoniranja (N = 155)*

|   | Vrijednost koeficijenta | Z      | p     | % objašnjenja |
|---|-------------------------|--------|-------|---------------|
| CRT – inhibicija – znanstveno rezoniranje ( <i>ab</i> ) | -0.0104                 | -0.183 | .855  | 0.39          |
| CRT – inhibicija ( <i>a</i> )                           | 1.881                   | 0.185  | .853  |               |
| Inhibicija – znanstveno rezoniranje ( <i>b</i> )        | -0.007                  | -1.314 | .189  |               |
| CRT – znanstveno rezoniranje ( <i>c'</i> )              | 3.593                   | 5.006  | <.001 | 99.61         |
| CRT – znanstveno rezoniranje ( <i>c</i> )               | 0.493                   | 4.959  | <.001 | 100.00        |

**Legenda:** *a* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne reflektivnosti pri predikciji inhibicije, *b* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos inhibicije pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *ab* – indirektni efekt, odnosno medijacijski efekt inhibicije u vezi kognitivne reflektivnosti i znanstvenog rezoniranja, *c'* – direktni efekt, odnosno nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne reflektivnosti pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *c* – totalni efekt, suma indirektnog i direktnog efekta (*ab* + *c'*), CRT – test kognitivne reflektivnosti



## Prilog I

*Dodatni rezultati provedbe analize jednostavnog medijacijskog modela koji se sastoji od varijabli kognitivne refleksivnosti, kognitivne fleksibilnosti i znanstvenog rezoniranja (N = 155)*

|   | Vrijednost koeficijenta | Z    | p     | % objašnjenja |
|---|-------------------------|------|-------|---------------|
| CRT – kognitivna fleksibilnost – znanstveno rezoniranje ( <i>ab</i> ) | 0.597                   | 1.97 | <.001 | 16.70         |
| CRT –kognitivna fleksibilnost ( <i>a</i> )                            | 4.258                   | 2.13 | .033  |               |
| Kognitivna fleksibilnost – znanstveno rezoniranje ( <i>b</i> )        | 0.140                   | 5.25 | <.001 |               |
| CRT – znanstveno rezoniranje ( <i>c'</i> )                            | 2.981                   | 4.42 | <.001 | 83.30         |
| CRT – znanstveno rezoniranje ( <i>c</i> )                             | 3.579                   | 4.96 | <.001 | 100.0         |

**Legenda:** *a* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne refleksivnosti pri predikciji kognitivne fleksibilnosti, *b* – nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne fleksibilnosti pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *ab* – indirektni efekt, odnosno medijacijski efekt kognitivne fleksibilnosti u vezi kognitivne refleksivnosti i znanstvenog rezoniranja, *c'* – direktni efekt, odnosno nestandardizirani regresijski koeficijent/samostalni doprinos kognitivne refleksivnosti pri predikciji znanstvenog rezoniranja, *c* – totalni efekt, suma indirektnog i direktnog efekta (*ab* + *c'*), CRT – test kognitivne refleksivnosti