

# UTJECAJ KOFEINA IZ KAVE NA BRZINU SENZOMOTORIČKE REAKCIJE

---

Velkoski, Nika

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Applied Sciences "Lavoslav Ružička" in Vukovar / Veleučilište "Lavoslav Ružička" u Vukovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:150:360153>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University of Applied Sciences  
"Lavoslav Ružička" Vukovar](#)



**VELEUČILIŠTE „LAVOSLAV RUŽIČKA“ U VUKOVARU**

**ODJEL ZA ZDRAVSTVENE STUDIJE**

**SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ**

**PREVENTIVNA FIZIOTERAPIJA**

**UTJECAJ KOFEINA IZ KAVE NA**

**BRZINU SENZOMOTORIČKE**

**REAKCIJE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Nika Velkoski**

**Vukovar, 2024**

**VELEUČILIŠTE „LAVOSLAV RUŽIČKA“ U VUKOVARU**

**ODJEL ZA ZDRAVSTVENE STUDIJE**

**SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ**

**PREVENTIVNA FIZIOTERAPIJA**

**UTJECAJ KOFEINA IZ KAVE NA**

**BRZINU SENZOMOTORIČKE**

**REAKCIJE**

**DIPLOMSKI RAD**

**Mentor:**

**dr. sc. Erna Davidović Cvetko, v. pred.**

**522015**

**Student:**

**Nika Velkoski,**

**Vukovar, 2024**

**IZJAVA**

Izjavljujem da sam diplomski rad izradila samostalno koristeći se vlastitim znanjem, literaturom i provedenim istraživanjima.

U radu mi je pomogla savjetima i uputama voditeljica diplomskog rada dr. sc. Erna Davidović Cvetko, prof. struč. stud. te joj se iskreno zahvaljujem.

Također zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima na podršci tijekom svih godina studiranja.

Nika Velkoski

# SADRŽAJ

## SAŽETAK

## ABSTRACT

1. UVOD.....	1
2. IZVOR KOFEINA.....	3
3. MEHANIZAM DJELOVANJA I DOZA.....	7
4. BRZINA REAKCIJE.....	8
5. UČINAK KOFEINA NA SPORTSKU IZVEDBU.....	11
6. METODE I MATERIJALI.....	14
6.1. Uzorak.....	14
6.2. Metode istraživanja.....	14
6.3. Statistička obrada rezultata.....	15
7. REZULTATI.....	16
8. RASPRAVA.....	24
9. ZAKLJUČAK.....	29

## LITERATURA

## POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

## PRILOZI

## ŽIVOTOPIS

## SAŽETAK

Kofein je danas široko rasprostranjena namirnica koja se može pronaći u raznim oblicima, od kave, čaja i kaka kao prirodnih izvora pa do danas sve modernijih bezalkoholnih energetske napitaka i suplemenata. Literatura pokazuje različite rezultate kada se postavlja pitanje ubrzava li kofein vrijeme reagiranja kod pojedinaca pa tako neka istraživanja tvrde kako ima značajan utjecaj dok su rezultati drugih istraživanja pokazala suprotno kako kofein ima malen ili nikakav utjecaj na brzinu reakcije. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak kofeina u količini koja je prisutna u jednoj espresso kavi na brzinu senzomotoričke reakcije na vizualni podražaj. U istraživanju je sudjelovalo 76 studenata koji su testirani u tri situacije: bez konzumacije kave, nakon konzumacije kave s kofeinom i bezkofeinske kave. Mjerenje brzine reakcije provedeno je online verzijom Simple Reaction Time Testa bez i nakon konzumacije kave. Rezultati su pokazali da je došlo do blagog ubrzanja brzine reakcije nakon konzumiranja kave (60 mg kofeina), ali i kod konzumiranja bezkofeinske kave (5 mg kofeina), što sugerira placebo efekt. Iako konzumacija kave nije značajno utjecala na brzinu reakcije, ispitanici su je pozitivno percipirali u kontekstu energije i raspoloženja.

*Ključne riječi: brzina reakcije, kava, kofein*

## ABSTRACT

Today, caffeine is a widespread food that can be found in various forms, from coffee, tea and cocoa as natural sources to all modern non-alcoholic energy drinks and supplements. The literature shows different results when the question arises whether caffeine speeds up reaction time in individuals, so some studies claim that it has a significant effect, while the results of other studies have shown the opposite, that caffeine has little or no effect on reaction speed. The aim of this research was to determine the effect of caffeine in the amount present in one espresso coffee on the speed of the sensorimotor reaction to a visual stimulus. 76 students participated in the research and were tested in three situations: without coffee consumption, after consumption of caffeinated coffee and decaffeinated coffee. Reaction speed was measured using the online version of the Simple Reaction Time Test without and after coffee consumption. The results showed that there was a slight acceleration of the reaction after the consumption of coffee (60 mg of caffeine), but also when consuming decaffeinated coffee (5 mg of caffeine), which enhances the placebo effect. Although the consumption of coffee did not significantly affect the speed of reactions, the subjects perceived themselves positively in the context of energy and mood.

*Keywords: reaction speed, coffee, caffeine*

## 1. UVOD

Veliki broj ljudi danas svakodnevno konzumira kofein u raznim oblicima i količinama. Upravo zbog svoje sveprisutnosti u hrani i piću, sastavni je dio prehrane, a najvažniji nutritivni aspekti kofeina su njegova farmakokinetika i metabolizam te njegovi učinci na fiziološke sustave (Dews, 1982). Prema novijim podacima 89% stanovništva Sjedinjenih Američkih Država konzumira kofein svakodnevno. Glavni i najčešći izvor kofeina je kava, ali tu su i ostali napitci poput čaja, gaziranih i energetske napitaka te kakaa i čokoladnog mlijeka (Mahoney et al., 2018). Danas su naširoko poznati pozitivni učinci kofeina na ljudski organizam, posebno na vještine kognicije kao stimulans pažnje i koncentracije, ali u prošlosti se često povezivao s nastankom bolesti poput tumora i razvoja kardiovaskularnih bolesti. Također se povezivao s problemima u trudnoći, kao što je prijevremeni porod ili smanjena porođajna težina. Danas, u novijim istraživanjima pokazalo se kako kofein nije odgovoran za nastanak bolesti i problema u trudnoći pa tako ni za vrijeme dojenja jer putem majčinog mlijeka dojenče apsorbira svega, 0,06 – 1,5% kofeina, stoga nema razloga da se dojljama zabrani umjerena konzumacija kave (Severini et al., 2017). Godine 2012. Američka Agencija za hranu i lijekove (FDA) izjavila je da za zdrave odrasle pojedince unos kofeina od 400 mg/dan nema štetne učinke dok Health Canada preporučuje 45-85 mg/dan za djecu u dobi od 6-12 godina i 100-175 mg/dan za adolescente starije od 12 godina (Severini et al., 2017). U literaturi se navodi niz razloga za konzumiranje kofeina (Mahoney et al., 2018). Tako primjerice kirurzi unose kofein kako bi smanjili osjećaj umora, sportaši navode da unose kofein radi poboljšanja fizičke izvedbe dok adolescenti konzumiraju kofein kako bi osigurali više energije i bolju koncentraciju (Mahoney et al., 2018). Usjevi i proizvodi koji sadrže kofein čine veliki udio na međunarodnom tržištu i primarna su roba za mnoga nacionalna gospodarstva. Kofein se prirodno nalazi u zrnu kave, listovima čaja i kakaovcu te se dodaje u pića, hranu i lijekove (Lundsberg, 2019). Farmakokinetika kofeina varira između ljudi i životinjskih vrsta, što čini teškom usporedbu između njih. U zdravih pojedinaca, kofein se obično brzo eliminira iz tijela ako se uzima u dozi od 2 do 10 mg/kg tjelesne težine. Osim doze na kinetiku može utjecati prisutnost prehrambenih sastojaka u želudcu i želudčane patologije koje mogu odgoditi pražnjenje želudca



(Nehlig, 2018). Nakon konzumiranja kofeina u dozi od 4 mg/kg tjelesne težine koncentracija kofeina u krvi doseže svoj maksimum u roku od 1 do 2 sata, a da bi se koncentracija kofeina smanjila na polovičnu vrijednost potrebno je 2.5 do 5 sati, a kod nekih pojedinaca i duže, do 9.9 sati što ukazuje na raznolikost u tome kako tijelo obrađuje kofein. Glavni metaboliti kofeina su paraksantin, teobromin i teofilin. Teofilin pozitivno utječe na pacijente s astmom šireći dišne puteve, a može utjecati i na smanjenje upale (Nehlig, 2018). Zajedno s paraksantinom blokira određene receptore u tijelu (A1, A2A i A2B). Teobromin se može pretvoriti u pentoksifilin koji ima terapijski potencijal kod bolesti jetre uzrokovane alkoholom, ali trenutno nema jasnih zaključaka o njegovoj učinkovitosti. Općenito su istraživanja usmjerena na kofein, dok učinak metabolita kofeina još nije dovoljno istražen (Nehlig, 2018). Kofein ispoljava svoje djelovanje blokiranjem adenozijskih receptora. Nakon konzumiranja niskih (40 mg) do umjerenih (300 mg) doza kofeina budnost, pažnja i vrijeme reakcije se poboljšavaju, ali opažaju se manji učinci na pamćenje i izvršne funkcije višeg reda kao što su prosuđivanje i donošenje odluka. Učinci na tjelesnu izvedbu na niz metika kao što su izdržljivost, mišićna snaga te sprintevi visokog intenziteta očiti su nakon doza koje prelaze 200 mg (McLellan et al., 2016).

Cilj ovog diplomskog rada bio je ispitati kako će jednokratna doza kofeina iz espresso kave utjecati na brzinu odgovora na vizualni podražaj. Na temelju podataka iz literature o djelovanju kofeina na živčani sustav i brzinu reakcije, hipoteza ovog istraživanja je da će konzumiranje kave s kofeinom utjecati na brzinu senzomotoričke reakcije tako da će istu povećati, a što će biti vidljivo kroz kraće vrijeme reagiranja na vizualni podražaj u odnosu na vrijeme reagiranja bez konzumacije kave i nakon konzumacije bezkofeinske kave.

## 2. IZVOR KOFEINA

Kofein, posebno u napitcima, široko je konzumiran među ljudima različitih dobnih skupina. Prirodni izvor kofeina uključuju zrna kave, listovi čaja, kola orasi, kakao zrna, guarana i mate (Frary et al., 2005). U naše tijelo možemo ga unijeti na razne načine putem raznih pića i dodataka prehrani, a najčešće i najviše ga nalazimo u kavi i čaju koji su svijetu dostupni više od 500 godina. Nadalje, u nešto novijoj povijesti, konkretno početkom 20. stoljeća, dolazi do pojave bezalkoholnih gaziranih napitaka poput coca-cole i od nedavno do pojave energetskih napitaka koji su također izvor kofeina (Gurley, Steelman, Thomas, 2015). Ovi napitci poznati su kao nutraceutska hrana, a to su tvari koje se smatraju hranom ili dijelom hrane koje mogu pružiti neke zdravstvene koristi. Zbog svoje prirode takvi se napitci reklamiraju kao vitalizirajući, odnosno dovode do poboljšanja performansi i stimulacije metabolizma (McCusker et al., 2006). Djeca u dobnj skupini od 10 do 13 godina najviše unose kofein putem bezalkoholnih gaziranih pića i čaja, dok su među adolescentima i odraslim osobama energetska pića i kava najčešći izbor za unos kofeina (Laflamme, 2023).

Povijest kave započinje u Etiopiji. Kava kao biljka dolazi iz prordice *Rubiaceae* koja se sastoji od 124 vrste raspoređene u dva roda: *Coffea* i *Pedilanthus*. Među njima Arabica, *Coffea arabica* L. i Robusta kava, *Coffea canephora* imaju veliki komercijalni značaj (Olechno et al., 2021). Proizvodnja i prodaja kave u stalnom su porastu pa tako statistički podatci iz 2020./2021. pokazuju porast od 1,1% u odnosu na 2017./2018. U 2019. proizvodnja kave dosegla je 9,9 milijuna tona, a u 2020. zabilježen je porast od 6,4%, odnosno 10,5 milijuna tona kave. Proizvodnja Arabica kave veća je u odnosu na Robusta kavu pa tako podatci iz 2020. pokazuju da je proizvodnja Arabice iznosila 6,3 milijuna tona, a Robuste 4,2 milijuna tona (Olechno et al., 2021). Kolečina kofeina u sirovoj kavi može značajno varirati, ovisno o mnogim čimbenicima, među kojima su najvažniji podrijetlo i sorta. U prosjeku sirova Arabica sadrži kofein u rasponu od 0,9 do 1,5%, dok Robusta sadrži dvostruko više, oo 1,2 do 2,4% kofeina (Severini et al., 2017). Što se tiče bezkofeinske kave, niti jedan brend nije u potpunosti bezkofeinski, zadovoljavaju međunarodne standarde koji zahtjevaju ukljanjanje 97% kofeina, dok EU standardi zahtjevaju čak 99.9% ukljanjanja kofeina (Sadiq et al., 2018).

Povijest kofeina koji je prisutan u čaju seže još iz 1827. godine te je tada nazvan „tein“. Nakon nekog vremena tein su pronašli i u drugim biljkama koje su slične čajevcima, a pokazalo se kako je po sastavu sličan kofeinu iz kave pa se termin tein prestao upotrebljavati (Amaresh et al., 2011). Čaj se dobiva od listova završnih izdanaka biljke *Camellia sinensis L.* koja je autohtona biljka u azijskim zemljama poput Kine, Tajlanda i Šri Lanke. Različite vrste čaja sadrže različite količine kofeina, a osim kofeina čaj sadrži i polifenol katehin koji igra važnu ulogu u boji i okusu čaja. Crni čaj se proizvodi potpunom fermentacijom listova čaja čime se dobiva karakteristična crna ili smeđa boja, oolong je nepotpuno fermentiran crni čaj, dok se zeleni čaj dobiva parenjem ili prženjem svježih listova čaja zbog čega ima zelenu boju (Khasnabis et al., 2015). Crni čaj ima najviše kofeina kao i oolong čaj dok nešto manje kofeina sadrže zeleni i bijeli čaj sadrži. Svi ovi čajevi mogu se dekofeinizirati, a jedino je biljni čaj (kamilica, menta, limun), čaj koji prirodno ne sadrži kofein (Amaresh et al., 2011). Najmanju količinu kofeina ima yerba mate čaj koji se tradicionalno proizvodi i konzumira u zemljama Južne Amerike poput Brazila, Argentine, Urugvaja i Paragvaja (Gawron-Gzella et al., 2021). Prema podacima Tfouni i suradnika (2018). crni čaj na 100 mL sadrži 8,9 mg kofeina, dok bijeli čaj sadrži 14 mg kofeina. Zeleni čaj sadrži nešto manje kofeina od bijelog čaja, na 100 mL 13 mg kofeina, a mate čaj sadrži svega 4 mg kofeina. U usporedbi s kavom, razina kofeina u listovima čaja i prženim zrnima kave je slična, ali čaj ima nižu koncentraciju kofeina nego kava što se može objasniti činjenicom da je za pripremu napitka kave potrebno 50 g kave na 100 mL vode, dok je za čaj taj omjer 0,75 g na 100 mL vode (Tfouni et al., 2018).

Energetska pića uvezna su na tržište prije nešto više od desetljeća te je njihova popularnost naglo porasla pogotovo među adolescentima i mladim odraslim osobama. Porast popularnosti konzumacije ovih napitaka evidentan je i među vojnim osobljem. Vojno osoblje konzumira energetska pića kako bi povećali budnost i smanjili mentalni umor pri izvršavanju vojnih misija. U današnje vrijeme, kada su energetska pića široko i lako dostupna moguć je i negativan utjecaj njihove konzumacije te intoksikacije. Simptomi tako uključuju anksioznost, nemir, nesanicu, gastrointestinalne probleme i tahikardiju, a u rijetkim slučajevima i smrt (Attipoe et al., 2016). S obzirom na ove negativne učinke Europska agencija za sigurnost hrane nalaže da energetska pića koja sadrže udio kofeina veći od 150 mg/L moraju biti naznačena kao „pića s visokim udjelom

kofeina“ te na limenci mora biti naznačena točna količina. Mnoge zemlje stoga se bore kako bi ograničile ili u potpunosti zabranile prodaju i konzumaciju energetskih napitaka pa je tako primjerice Australija zabranila energetska pića s udjelom kofeina većim od 320 mg/L klasificirajući ih kao droge. Zemlje poput Danske, Turske i Urugvaja u potpunosti su zabranile energetska pića dok je u Švedskoj prodaja zabranjena maloljetnim osobama (Quinlivan et al., 2015). Najpoznatiji brendovi energetskih pića danas su Red Bull, Monster Energy i Rockstar Energy. Na 250 mL najviše kofeina sadrži Monster Energy s 86 mg, zatim Rockstar Energy s 82 mg i Red Bull s 80 mg na 250 mL (Rosenbloom, 2014) (Slika 2.1.).



Slika 2.1. Sastav Red Bull-a (a) i Rockstar Energyja (b)

Izvori: <https://www.fitnessvending.com.au/products/energy-drink-original?variant=32304927965280> , <https://killcliff.com/blogs/the-tasty-times/do-rockstar-energy-drinks-actually-work> (22.6.2024.)

Jedna od uobičajnih strategija za poboljšanje sportske izvedbe je korištenje kofeina kao ergogenog sredstva, a čak 90% rekreativnih i profesionalnih sportaša koristi kofeinske suplemente. Sportaši su tako spremni potrošiti oko 1000 dolara na pripremu za natjecanje koja uključuje dodatke prehrani koji često sadrže kofein (Kreutzer et al., 2022). Primjenu suplementacije kofeinom podržavaju Međunarodni olimpijski odbor i Međunarodno društvo sportske prehrane koji priznaju kofein kao dodatak prehrani koji ima ergogene učinke kod sportaša (Stein et al., 2020). Suplementacija u obliku praška sadrži iznimno visoku dozu kofeina od čak 3620 mg/100g. Prema preporukama, optimalna doza kofeina je od 3 do 6 mg/kg tjelesne mase, dok unos kofeina iznad 400 mg dnevno može imati ozbiljne nuspojave. Ovaj oblik suplementacije obično dolazi s malom žlicom za doziranje te se ne preporučuje više od dvije mjerice dnevno što bi bilo ekvivalentno tri espressa. Kofein u obliku kapsula ima standardnu vrijednost od 200 mg po kapsuli. To bi značilo unos od 2,7 mg/kg tjelesne mase za osobu od 75 kg što bi bilo malo ispod prosjeka za ergogene učinke u sportu iako postoje dokazi da i unos manji od 3 mg/kg tjelesne mase ima pozitivne učinke na sportsku izvedbu (Rocha et al., 2022).

### 3. MEHANIZAM DJELOVANJA I DOZA

Nakon oralne konzumacije, kofein se brzo apsorbira u tankom crijevu, nakon otprilike 45 minuta. Metabolizira se u jetri putem enzima koji ga razgrađuje na glavne metabolite poput paraksantina, teobromina i teofilina. Ovi metaboliti se dalje razgrađuju i izlučuju se uglavnom putem urina, dok se mali dio kofeina izlučuje nepromjenjen u žuči, slini, spermi i majčinom mlijeku (Rodak et al., 2021). Ergogeni učinak kofeina na sportsku izvedbu uglavnom se temelji na dva faktora. Prvo, kofein potiče središnji živčani sustav blokirajući adenozienske receptore i potičući oslobađanje neurotransmitera poput dopamina, kateholamina i acetilkolina. To poboljšava kognitivne funkcije kao što su nadzor, učenje, pažnja i vrijeme reakcije. Drugo, kofein poboljšava mišićne kontrakcije na način da omogućuje bolje oslobađanje kalcija iz sarkoplazmatskog retikuluma u sarkoplazmu nakon mišićnog potencijala te povećava regrutiranje motornih jedinica (Grgic, Mikulic, 2021).

Kofein je središnji stimulans koji ima učinke na kognitivno i psihomotorno funkcioniranje na način da poboljšava budnost, vrijeme reagiranja i pamćenje kod mladih i starijih osoba. Doze kofeina koje uzrokuju pozitivne reakcije na kogniciju su niske doze kofeina koje se kreću između 100 i 200 mg, dok visoke doze kofeina (>400 mg) mogu narušiti kognitivne funkcije (Waer et al., 2021). Niske doze kofeina ne mijenjaju promjene izazvane vježbanjem u perifernim odgovorima cijelog tijela na vježbanje i povezane su s vrlo malo ili nikakvim nuspojavama. Niska doza kofeina poboljšava budnost, pažnju i raspoloženje, odnosno ima utjecaja i na kognitivne procese, a noviji dokazi su pokazali pozitivan učinak niskih i vrlo niskih doza koje se uzimaju tijekom dugotrajnog vježbanja na sportsku izvedbu. Općenito govoreći, dokazi pokazuju da unos umjerene doze kofeina između 3 i 6 mg/kg otprilike sat vremena prije nastupa poboljšava izdržljivost i snagu te omogućuje kontinuiranu visokointenzivnu izvedbu (Arguedas-Soley et al., 2022). Umjerene do visoke doze kofeina unesene jedan sat prije ili tijekom vježbanja povećavaju izdržljivost te pojačavaju fiziološke odgovore na vježbanje što uključuje povećanje srčane frekvencije, povišenje razine laktata u krvi te se povećava razina slobodnih masnih kiselina i glicerola u krvi (Spriet, 2014).

## 4. BRZINA REAKCIJE

Brzina reakcije ključna je u našim svakodnevnim aktivnostima, a sproije vrijeme reagiranja može imati ozbiljne posljedice. Brzina reakcije je vrijeme potrebno organizmu da prepozna podražaj, odabere odgovor, planira pokret i na kraju ga izvede. Kraće vrijeme reakcije znači bolju učinkovitost mentalnih procesa, a na njega mogu utjecati razni čimbenici poput spola, dobi, umora, inteligencije i fizičke spremnosti (Firmansyah et al., 2024). Tijekom godina, istraživanja o vremenu reakcije su se povećala, posebno u području gerontologije. Poznato je da je vrijeme reakcije povezano s dobi pa se tako nakon 30. godine života u pravilu kreće usporavati, a to usporavanje je još značajnije nakon 60. godine. Brzinu reakcije možemo dobiti na različite podražaje, a neki od testova na vizualne podražaje su Go/No-Go Test, Simple Reaction Time Test i Visual Choice Reaction Time Test. (Ferreira et al., 2024).

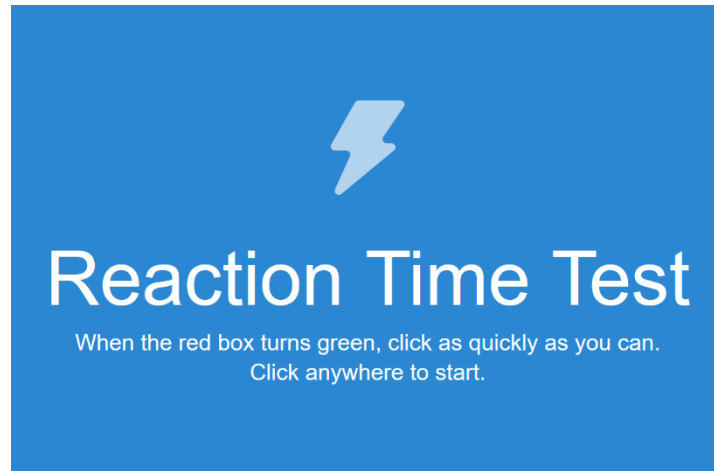
U Go/No-Go Testu (Slika 4.1) od ispitanika se traži da reagiraju kada se na ekranu pojavi okvir u kojem piše „Go“ pritiskom tipke na tastaturi i da ne reagiraju ukoliko piše „No go“ (Horinouchi et al., 2023).



Slika 4.1. Go/No-Go Test

Izvor: [https://www.psyt toolkit.org/experiment-library/experiment\\_go-no-go.html](https://www.psyt toolkit.org/experiment-library/experiment_go-no-go.html)

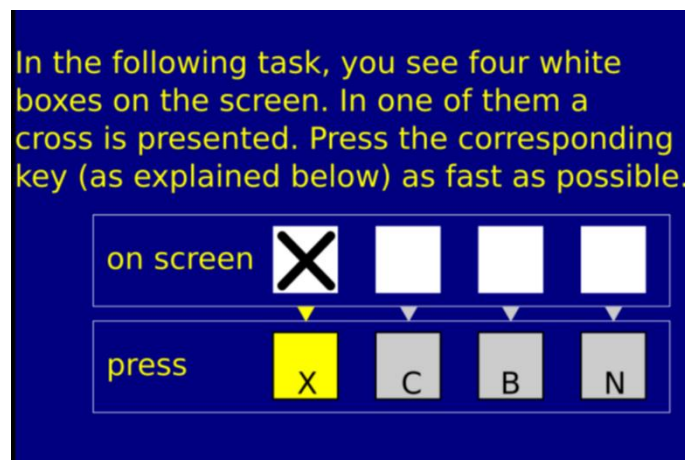
Simple Reaction Time Test (Slika 4.2) od ispitanika traži da pritisne tipku na tastaturi kada se pojavi zeleno svjetlo na ekranu, dakle postoji jedan podražaj i jedan odgovor (Brenner, Smeets, 2019).



Slika 4.2. Simple Reaction Time Test

Izvor: <https://humanbenchmark.com/tests/reactiontime>

U Visual Choice Reaction Time Testu (Slika 4.3) od ispitanika se traži da pričekaju dok se na ekranu ne pojavi crni križ u jednom od četiri kvadrata, dakle četiri različita podražaja i kada se to dogodi moraju pritisnuti odgovarajuću tipku na tastaturi što znači da postoje i četiri različita odgovora (Asar et al., 2022).





### Slika 4.3. Visual Choice Reaction Time Test

Izvor: [https://www.psychtoolkit.org/lessons/experiment\\_simple\\_choice\\_rts.html](https://www.psychtoolkit.org/lessons/experiment_simple_choice_rts.html)

## 5. UČINAK KOFEINA NA SPORTSKU IZVEDBU

Kofein je svojedobno bio uključen na antidopinški popis s koncentracijom u urinu od 15 mg/mL koja je predstavljala pozitivan uzorak. Budući da su trenutačne preporuke za unos kofeina 3 do 6 mg/kg vrlo je malo vjerojatno da bi takve smjernice dovele do pozitivnog uzorka na doping testu. Unatoč tome, Svjetska antidopinška agencija (WADA) je 2004. uklonila kofein što znači da ga sportaši mogu slobodno koristiti kao dio svoje prehrane, iako WADA nastavlja pratiti njegovu primjenu u sportu (Saunders et al., 2023). Što se tiče tjelesnih performansi kod mlađih osoba pokazalo se kako akutna konzumacije kofeina može poboljšati izdržljivost, mišićnu snagu i jakost dok kod starijih osoba poboljšava sposobnost za obavljanje svakodnevnih aktivnosti i lokomotorne funkcije općenito (Waer et al., 2021).

Sportaši koji nastoje poboljšati izdržljivost i bave se sportovima u kojima ona ima vrlo važnu ulogu poput biciklizma i trčanja, često koriste kofein iz kave kako bi poboljšali intenzitet treninga i natjecateljske performanse. Na temelju pregledanih studija u radu Higgins i suradnika (2016) postoje umjereni dokazi koji podržavaju korištenje kave kao ergogenog sredstva za poboljšanje performansi izdržljivosti (Higgins et al., 2016). Slično je potvrdilo i istraživanje Karayigit i suradnika iz 2020. prema kojem unos kofeina u dozi od 3 do 6 mg po kilogramu tjelesne mase, 60 minuta prije vježbanja, poboljšava snagu i aerobno-mišićnu izdržljivost. Osim toga primjećen je hipotalgezijski učinak kofeina, odnosno smanjenje percepcije boli u mišićima tijekom vježbanja visokog intenziteta koje uzrokuje bol, na način da blokira centralne i periferne adenozijske receptore koji utječu na signalizaciju boli (Karayigit et al., 2020). Vidljivo je kako različite doze kofeina imaju različit učinak na organizam kada su u pitanju mišićna snaga i izdržljivost što je bilo predmet istraživanja Grgića i suradnika (2019). U istraživanju je sudejlovalo 28 muškaraca koji su primali doze kofeina od 2, 4 i 6 mg/kg. Mišićnu snagu procjenili su testom maksimalne snage u jednom ponavljanju (1RM), a izdržljivost je procjenjena maksimalnim brojem ponavljanja na 60% 1RM. Rezultati su pokazali da doza kofeina od 2 mg/kg poboljšala je snagu donjeg dijela tijela, dok su doze od 4 i 6 mg/kg poboljšale snagu gornjeg dijela tijela. Sve tri doze kofeina poboljšale su izdržljivost donjeg dijela tijela dok nisu pronađeni značajni učinci na mišićnu izdržljivost gornjeg dijela tijela (Grgic et al., 2019). Nadalje, sustavni pregled i meta analiza Wang i suradnika

iz 2022. također potvrđuje dokaze prethodnih istraživanja koja podržavaju unos kofeina u sportovima izdržljivosti poput trčanja. Također su primjetili kako se kofein čini ergogenijim za trčanja do iscrpljenosti u odnosu na vremenske testove što sugerira da bi kofein mogao imati veći učinak za dugotrajna trčanja poput maratona gdje je trčanje do iscrpljenosti bitan faktor izvedbe (Wang et al., 2022).

Kod sportaša timskih sportova učinkovitost kofeina manje je jasna nego u drugim sportskim disciplinama, jer se uspjeh objašnjava kombinacijom fizičkih, tehničkih i taktičkih vještina (Gomez-Bruton et al., 2021). Brown i suradnici su još 2013. godine sugerirali kako kofein nema učinke na sposobnost ponavljanja sprinta (Brown et al., 2013), no međutim taj je zaključak opovrgnut u kasnijem istraživanju koje je potvrdilo poboljšanja u sprinterskim izvedbama i okomitom skoku kod sportaša u sportovima s loptom (Chia el al., 2017). Sličan zaključak dodatno su izveli Salinero i suradnici, prema čijem istraživanju unos umjerene doze kofeina prije vježbanja pokazao se učinkovitim u povećanju nekoliko varijabli fizičkih performansi kod sportaša timskih sportova, konkretno, kofein je značajno povećao performanse skoka, sprinta, agilnosti, izdržljivosti te pretrčanu udaljenost i udaljenost sprinta tijekom utakmica timskih sportova što doprinosi uspjehu u ovim vrstama sportova (Salinero et al., 2019). Kofein ne samo da poboljšava vertikalnu visinu skoka, već ima učinak i na vrijeme reakcije i eksplozivnost što može biti osobito važno u raznim aspektima sportova, poput blokiranja u odbojci ili košarci, skakanju prilikom hvatanja u američkom nogometu, ili brzjoj reakciji i predviđanju u tenisu ili nogometu (Chtourou et al., 2019).

Nutricionističke studije su istražile učinak kofeina na sportove koji zahtjevaju fokusiranost i preciznost poput golfa i streljaštva. Istraživanja pokazuju kako kofein može imati povoljan učinak na fokus te povećava udaljenost i preciznost udarca (Zoffer, 2022). U sustavnom pregledu literature izdvojene su tri studije koje su analizirale utjecaj kofeina na izvedbu sportaša u disciplinama koje zahtjevaju visoku preciznost. Prva studija izvjestila je da unos kofeina putem energetskog napitka za vrijeme runde golfa značajno poboljšava ukupni rezultat i udaljenost udarca. Sličan zaključak je imala i druga studija u kojoj je primjećena bolja izvedba kod „puttanja“, odnosno udarca posebnom palicom koja se naziva putter, te su autori primjetili veći osjećaj budnosti kod golf igrača koji su pili kofeinizirani sportski napitak. Posljednja studija u

ovom pregledu izvjestila je o značajnom poboljšanju na vrijeme reakcije i preciznost kod mačevalaca koji su prije treninga konzumirali energetska napitak (Jiménez et al., 2021).

## **6. METODE I MATERIJALI**

Istraživanje je provedeno tijekom travnja i svibnja 2024. Svi ispitanici upoznati su sa ciljevima istraživanja, te su potpisali informirani pristanak za sudjelovanje. Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva za znanstveno-stručna istraživanja/projekte Veleučilišta „Lavoslav Ružička“ u Vukovaru (klasifikacijska oznaka: 602-01/24-02/01, ur.br. 2196-115/01-24-64).

### **6.1. Uzorak**

U istraživanju je sudjelovalo 76 studenata oba spola (40 žena i 36 muškaraca) starosti od 19 do 26 godina, koji su se dobrovoljno prijavili za sudjelovanje. Kriteriji uključenja bili su dob iznad 18 godina, dobro opće zdravstveno stanje, a kriterij isključenja postojanje dijagnoze kroničnih bolesti povezanih s kardio-vaskularnim i neurološkim sustavom, te ozljede koje bi mogle utjecati na rezultate: ozljede oka i/ili dominantne ruke.

### **6.2. Metode istraživanja**

Anonimnim upitnikom, izrađenim za potrebe istraživanja (Prilog 1) su prikupljeni podaci o uobičajenoj konzumaciji kave, te subjektivni doživljaj utjecaja kave na energiju, spavanje i raspoloženje. Nakon toga, online testom izmjerena je brzina reagiranja na vizualni podražaj svakog ispitanika u 3 situacije (3 mjerenja izvedena u različitim danima): 1) mjerenje bez administracije kofeina kavom, 2) mjerenje 1 h nakon što popiju kavu i 3) mjerenje 1 h nakon što popiju kavu bez kofeina. Kava koja je korištena je Nesspresso kava (napravljena pomoću Nesspresso aparata za kavu i originalnih Nesspresso kapsula za kavu), koja po dozi (po kapsuli) ima 60 mg kofeina za običnu kavu, te 5 mg kofeina za bezkofeinsku kavu. Zbog objektivnosti rezultata ispitanici nisu bili upoznati koja kava je sa, a koja bez kofeina, te je redosljed tri navedena mjerenja bio različit

za različite ispitanike. Ispitanicima je savjetovano da ne mijenjaju svoje uobičajene navike vezane uz konzumaciju kofeina. U istraživanju nisu uzimani nikakvi osobni podaci ispitanika (ime ili bilo koji podatak pomoću kojeg bi se mogao otkriti identitet ispitanika koji su sudjelovali u istraživanju), tako da je anonimnost ispitanika u potpunosti zagarantirana.

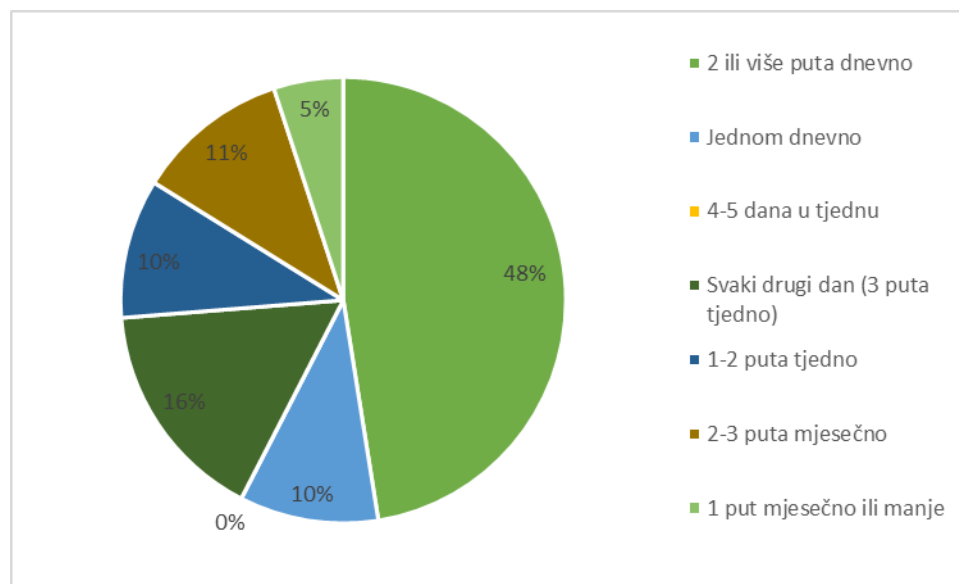
### **6.3. Statistička obrada rezultata**

Statistička obrada napravljena je uz pomoć software-a IBM Statistics SPSS 22. Nivo statističke značajnosti postavljen je na  $\alpha=0.05$ . Normalnost razdiobe podataka potvrđena je Shapiro-Wilk testom. S obzirom na mala odstupanja od normalnosti, numeričke varijable su prikazane aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom. Razlike u brzini reakcije na vizualni podražaj u različitim situacijama u koje su dovedeni ispitanici testirane su Anova testom za ponavljana mjerenja (Repeated Measures Anova) uz between-subjects faktor spol. Razlika među spolovima u zastupljenosti odgovora vezanih uz navike ispitanika povezane s konzumiranjem kofeina u svakodnevnom životu, te u njihovom doživljaju utjecaja kofeina na njihovo raspoloženje i opće stanje, koji su mjereni nominalnom skalom testirane su hi-kvadrat testom.

## 7. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 76 ispitanika oba spola (40 žena i 36 muškaraca) u dobi od 19 do 26 godina, prosječne starosti  $22.4 \pm 1.9$  godina. 90% ispitanika (68 ispitanika) je izjavilo da inače konzumiraju kavu a ostalih 8 da nisu konzumenti kave. Pripadnici spolova nisu se statistički značajno razlikovali niti po godinama ( $p=0.423$ ) niti po tome jesu li konzumenti kave ili ne ( $p=0.372$ ).

Podaci o tome koliko često konzumiraju kavu (za ispitanike koji ju konzumiraju) prikazani su grafikonom 7.1.

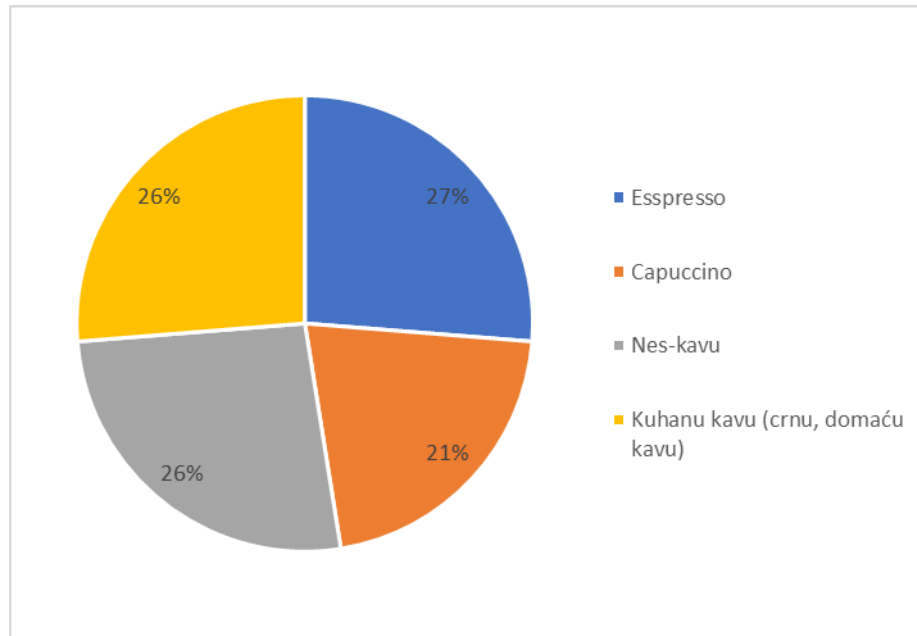


Grafikon 7.1. Raspodjela odgovora na pitanje: koliko često pijete kavu

Iz prikazanih podataka je vidljivo da najveći udio ispitanika (gotovo polovina) konzumira kavu 2 ili više puta dnevno, dok su ostali odgovori manje zastupljeni. Spolovi se ne razlikuju statistički značajno po učestalosti konzumiranja kave ( $p=0.794$ )

Na pitanje o prosječnoj količini kave koju popiju u danima kada piju kavu najviše ispitanika je odgovorilo da je to 1 kava (95%), a ostalih 5% konzumira 3 ili više kava. Niti na ovo pitanje odgovori nisu statistički značajno različiti među spolovima ( $p=0.539$ )

Grafikon 7.2. prikazuje raspodjelu odgovora o vrsti kave koju najčešće konzumiraju ispitanici.



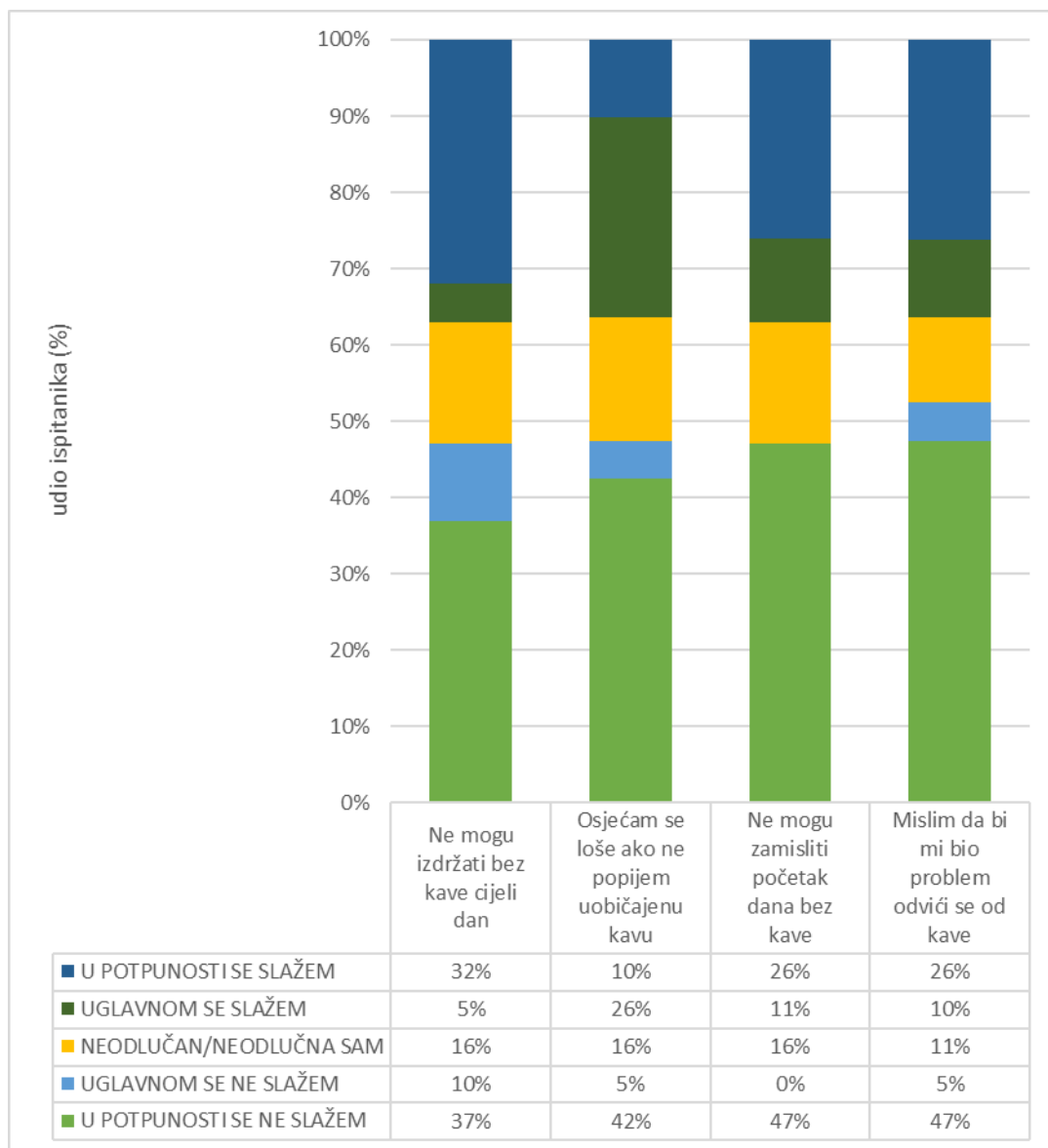
Grafikon 7.2. Vrste kave koju najčešće konzumiraju ispitanici.

Iz prikazanih podataka vidljivo je da su podjednako zastupljeni odgovori espresso, capuccino, nes-kava i kuhana (crna, domaća) kava. Nitko od ispitanika nije se odlučio za ponuđenu filter-kavu niti neku drugu vrstu napitka s kofeinom. Razlika u odgovorima među spolovima nije statistički značajna ( $p=0.431$ )

Iskustva, mišljenja i doživljaj utjecaja konzumiranja kave na ispitanike ispitani su kroz 5 kategorija: ovisnost o kavi, utjecaj kave na energiju, fokus i pozornost, utjecaj na raspoloženje, na snagu i apetit, te negativni utjecaji kave. Slaganje ispitanika s pojedinim tvrdnjama u okviru ovih kategorija prikazani su grafikonima 3-7.

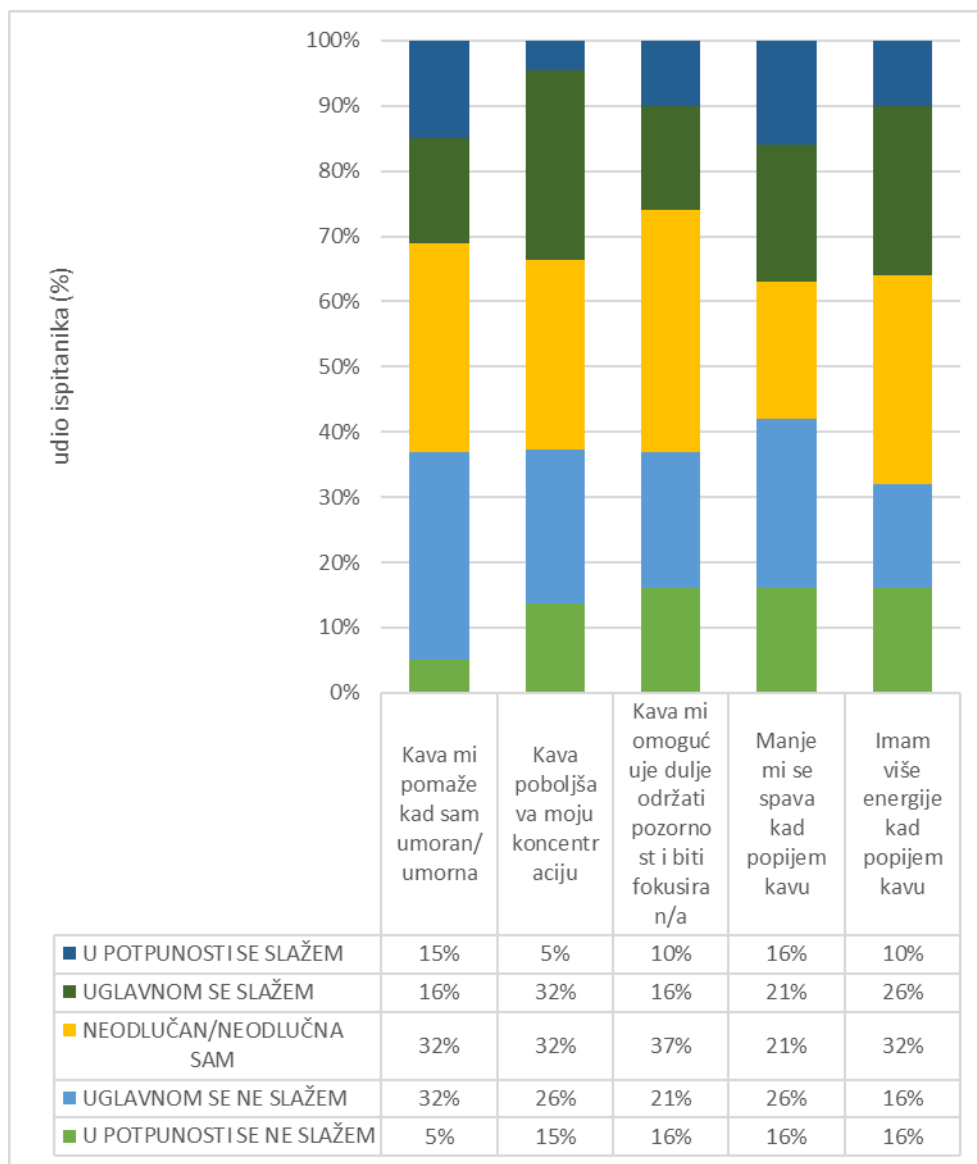
Iz prikazanih podataka u grafikonu 7.3. vidi se da prevladavaju negativna mišljenja na tvrdnje koje indiciraju ovisnost o kavi. Razlika u mišljenjima muškaraca i žena nije statistički značajna ni za jedno navedeno pitanje ( $p=0.703$ ,  $p=0.779$ ,  $p=0.576$ ,  $p=0.310$  respektivno po pitanjima navedenim u grafikonu).





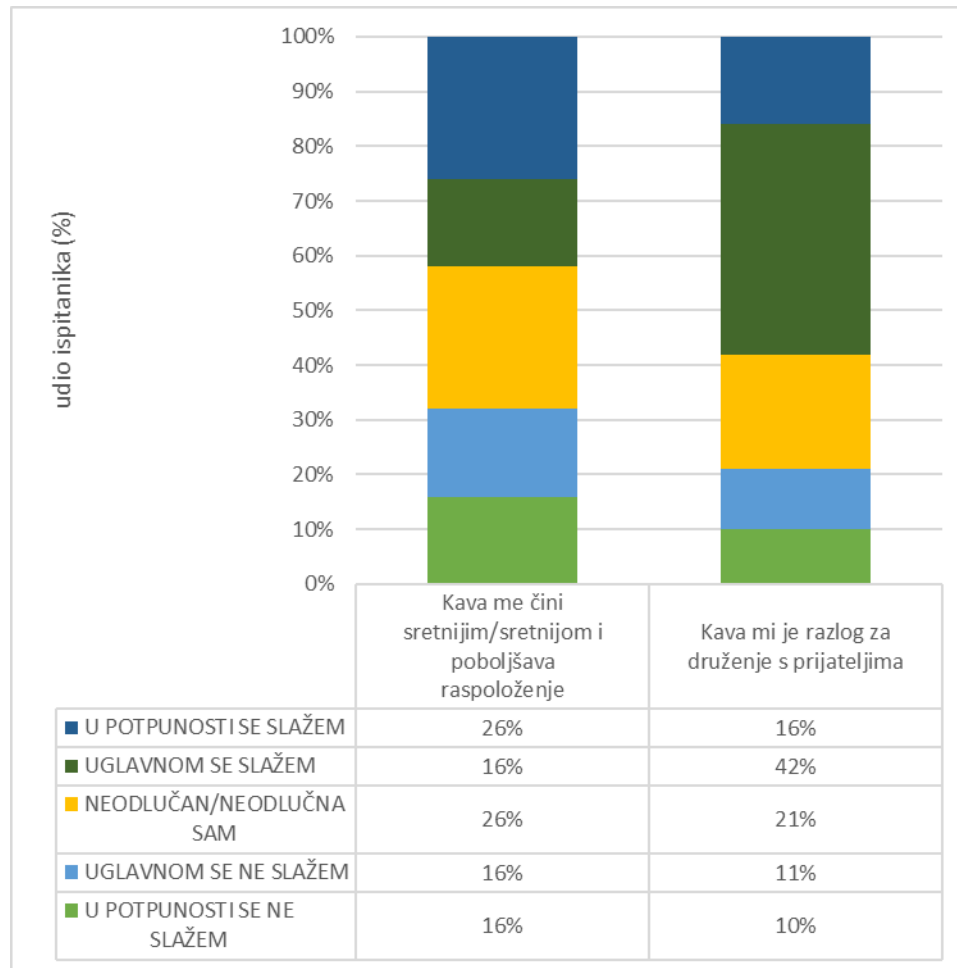
Grafikon 7.3. Stavovi ispitanika vezano uz ovisnost o kavi

Grafikonom 7.4. prikazani su stavovi ispitanika o utjecaju kave na koncentraciju, fokus i energiju. Niti po odgovorima na ova pitanja spolovi se ne razlikuju statistički značajno ( $p=0.771$ ,  $p=0.739$ ,  $p=0.782$ ,  $p=0.692$ ,  $p=0.500$ , respektivno). Odgovori su vrlo raznoliki, uz najveći dio neodlučnih ispitanika.



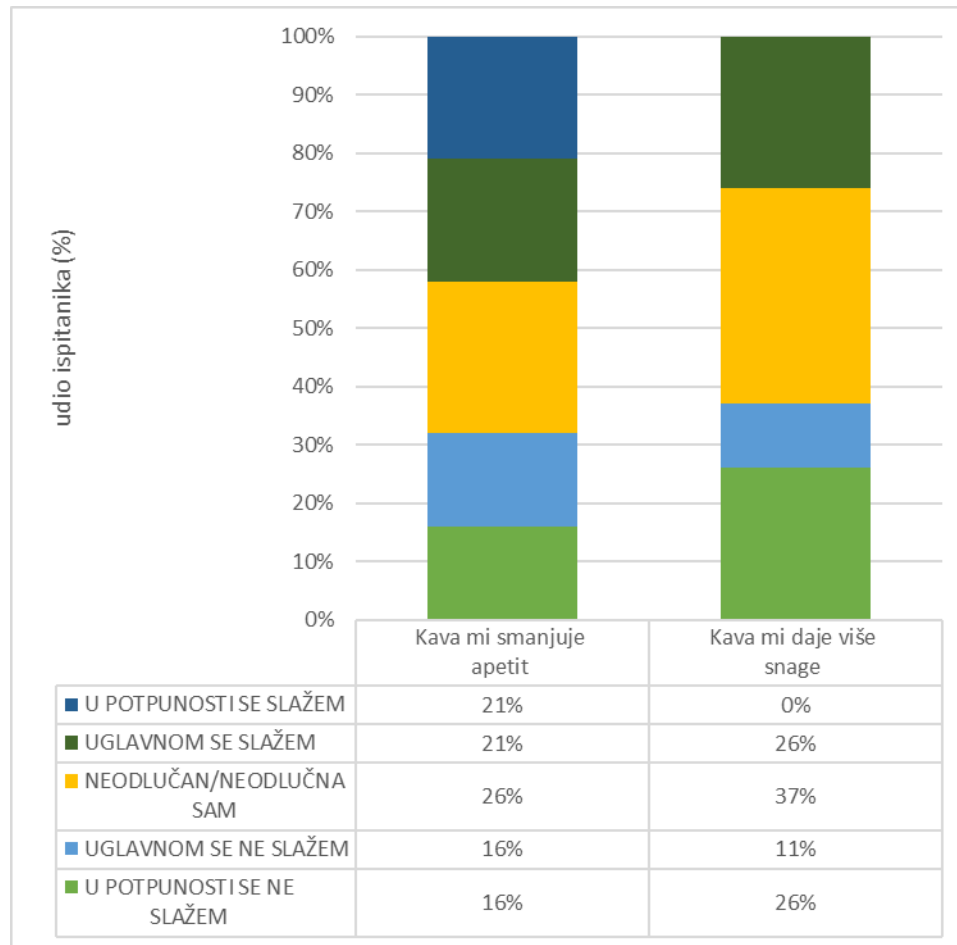
Grafikon 7.4. Stavovi ispitanika o tome kako konzumacija kave utječe na koncentraciju, fokus i energiju

Grafikonom 7.5. prikazani su podaci o mišljenju ispitanika o utjecaju kave na raspoloženje i društvenost. Iako su sva mišljenja zastupljena, ipak je veći dio pozitivnih stavova o utjecaju kave na raspoloženja i društveni život. Razlike po spolu nisu statistički značajne ( $p=0.771$ ,  $p=0.731$ , respektivno).



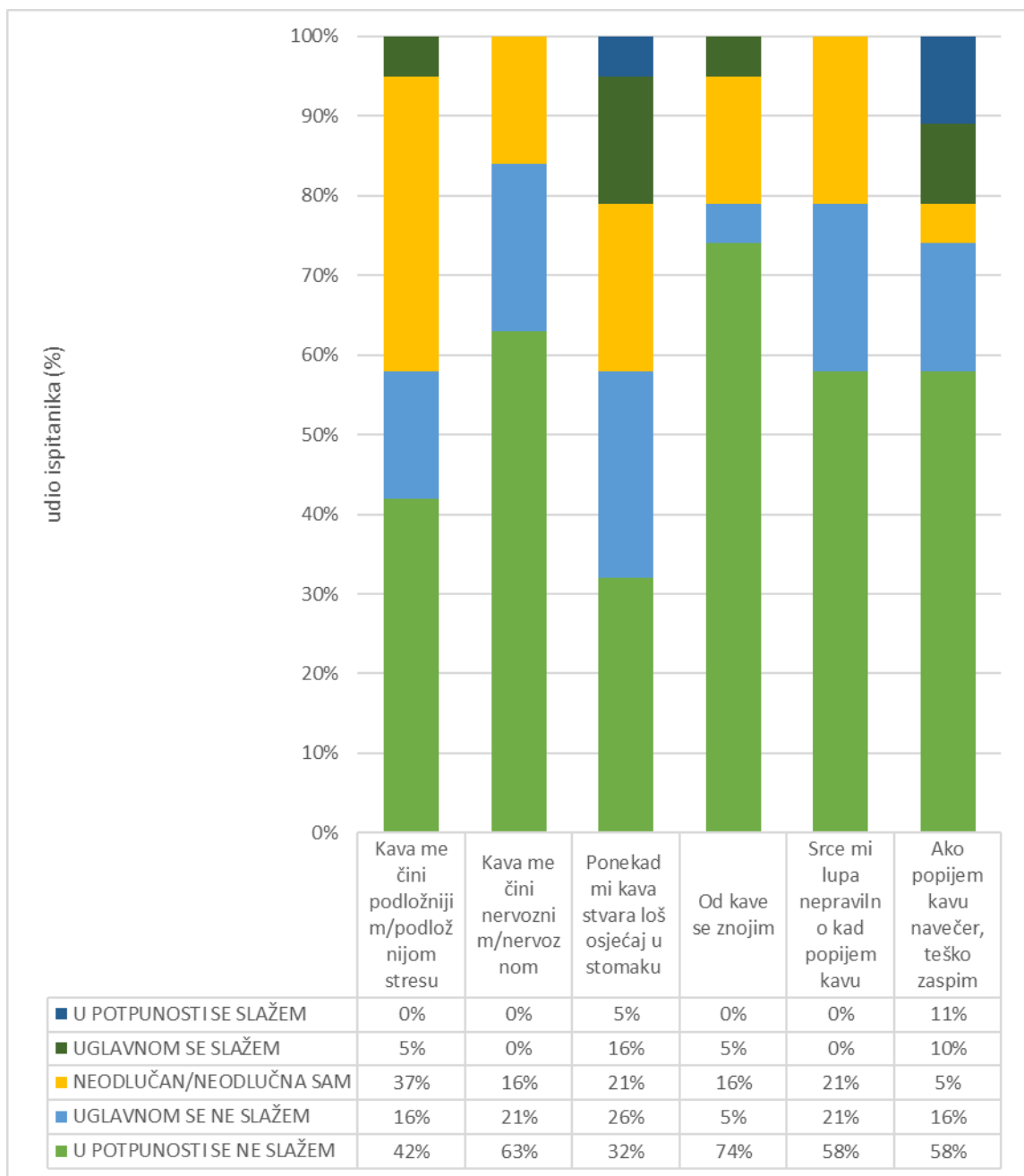
Grafikon 7.5. Stavovi ispitanika o utjecaju kave na raspoloženje i društveni život

Stavovi ispitanika vezani uz utjecaj kave na apetit i snagu prikazani su grafikonom 7.6. Najviše je neodlučnih ispitanika. Niti ovdje nema statistički značajne razlike među spolovima ( $p=0.725$ ,  $p=0.273$ , respektivno).



Grafikon 7.6. Stavovi ispitanika o utjecaju kave na apetit i mišićnu snagu

Doživljaji negativnih utjecaja kave na ispitanike prikazani su grafikonom 7.7. Iz prikazanih podataka vidljivo je da ispitanici imaju izrazito negativno mišljenje o negativnim utjecajima kave na njih i njihov život i zdravlje, te negiraju većinu negativnih utjecaja kave. Niti ovdje se mišljenja žena i muškaraca ne razlikuju statistički značajno ( $p=0.273$ ,  $p=0.405$ ,  $p=0.105$ ,  $p=0.333$ ,  $p=0.367$ ,  $p=0.785$ ).



Grafikon 7.7. Mišljenja ispitanika o negativnim utjecajima kave

Razlike u brzini reakcije na vizualni podražaj izražene u vremenu reagiranja date su u tabeli 7.1. Kao što je vidljivo po rezultatima tabele vrijeme reagiranja je približno isto u svim situacijama u kojim su ispitanici mjereni: bez konzumiranja kofeina iz kave, nakon konzumacije kave bez kofeina i nakon konzumacije kave s kofeinom. Prosječna razlika u vremenu reagiranja.

Tabela 7.1. vrijeme reagiranja na vizualni podražaj u različitim situacijama

	<b>M (N=36)</b>				<b>Ž (N=40)</b>				<b>Cijeli uzorak (N=76)</b>			
	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max	AS	SD	Min	Max
<b>vrijeme reagiranja bez kave (ms)</b>	396	52.9	330	470	405	50.0	292	492	403	49.4	292	492
<b>vrijeme reagiranja s kavom bez kofeina (5 mg kofeina) (ms)</b>	364	15.6	353	375	398	69.5	330	469	384	53.2	330	469
<b>vrijeme reagiranja s kavom (60 mg kofeina) (ms)</b>	373	8.1	364	379	399	67.9	323	522	394	60.7	323	522

*AS- aritmetička sredina, SD- standardna devijacija*

Razlika u vremenu reagiranja nakon konzumiranja kofeina iz jedne šalice espresso kave i bez kofeina približno je isto, prosječno je iznosila 0.79 ms, tj manje od 1% vremena potrebnog za reakciju na vizualni podražaj bez kave (u kontrolnoj situaciji). Anova za ponavljana mjerenja potvrdila je statističku neznačajnost ovih rezultata ( $F=2.364$ ,  $p=0.143$ )

## 8. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi učinak kave na brzinu senzomotoričke reakcije na vizualni podražaj. Rezultati su pokazali da konzumiranje jednog esspressa i kofein koji se tom prilikom unosi u organizam ne utječe na povećanje brzine reagiranja na vizualni podražaj jer rezultati ovog istraživanja ukazuju na ubranu reakciju kod ispitanika koji konzumiraju kavu s kofeinom, ali i kod ispitanika koji su konzumirali bezkofeinsku kavu. Naime, poznato je kako je kava bogata spojevima poput polifenola, kofeina, diterpena, melanoida i trigonelina koji mogu stimulirati moždanu aktivnost. Stoga je moguća povezanost s kognicijom predmet zajedničkog istraživanja brojnih studija (Paz-Graniel et al., 2021). Kofeinski napici su uobičajeni u svakodnevnom životu i postali su normalan dio života. Studenti na fakultetu konzumiraju kofeinske napitke iz različitih izvora, pri čemu je kava bila najčešći kofeinski proizvod (Choi, 2020). Djelujući kao stimulans za mozak, kava rezultira povećanjem budnosti, uzbuđenosti, poboljšanjem brzine izvršavanja zadataka i poboljšanjem pamćenja što je povezano s pažnjom, raspoloženjem i kognitivnom funkcijom koja utječe na svakodnevni život (Yuan et al., 2020). Najčešće prijavljeni učinci kofeina su povećanje osjećaja budnosti i poboljšanje vremena reagiranja. Međutim, u literaturi postoji kontradikcija, s nekim studijama koje izvještavaju o nepostojanju učinka kofeina i drugima koji pronalaze učinke samo u određenim situacijama ili određenim skupinama populacije (Haskell et al., 2005). Doza kofeina koja odgovara uobičajenom sadržaju jednog esspressa nije dovela do značajne razlike u brzini reagiranja u odnosu na brzinu nakon konzumiranja bezkofeinske kave, što može biti posljedica premale doze kofeina, s obzirom na navike sudionika istraživanja vezane uz uobičajenu konzumaciju kofeinskih proizvoda.

Istraživanje Kamimori i suradnika iz 2015. proučavalo je učinak kofeina na vojnike tijekom produženog razdoblja s ograničenim snom. Rezultati su pokazali da kofein ubrzava vrijeme reakcije, budnost i logičko rasuđivanje što je posebno korisno u situacijama koje zahtijevaju stalnu budnost (Kamimori et al., 2015). Razvoj moderne tehnologije doveo je do razvoja nove discipline i oblika sporta, elektronski sportovi, odnosno e-sportovi koji predstavljaju novu disciplinu koja podrazumjeva natjecateljske turnire u video igrama. Prema rezultatima

istraživanja Sainz i suradnika (2020) konzumacija 3 mg/kg tjelesne mase smanjuje vrijeme reakcije na podražaj bojom, vrijeme potrebno za pogađanje mete te poboljšava točnost pogađanja nepomične mete kod profesionalnih e-sportaša. Kao praktična preporuka, e-sportaši trebali bi unositi gore navedenu koncentraciju 45-60 minuta prije početka treninga ili natjecanja, ali isto tako autori preporučuju primjenu kofeina samo u danima kada su sportaši pod velikim opterećenjem zbog treninga ili prije natjecanja kako bi se izbjegao razvoj tolerancije na kofein (Sainz et al., 2020).

S druge strane, neka istraživanja sugeriraju kako kofein nema toliki učinak na brzinu reakcije. U istraživanju iz 2020. sudjelovalo je 20 studenata koji su bili podijeljeni u dvije skupine. Jedna je unosila piće koje je sadržavalo 125 mg kofeina, dok je druga skupina konzumirala placebo piće bez kofeina. Brzinu reakcije ispitali su jednostavnim online testom u kojem su zahtjevali klik mišem što je brže moguće kada se na ekranu računala promjeni boja. Nije uočena statistička razlika između ove dvije grupe ispitanika te autori zaključuju da možda doza kofeina od 125 mg nije dovoljna da bi dovela do značajnijeg smanjenja vremena reagiranja (Surratt et al., 2020). S obzirom da je većina ispitanika u ovom radu u anketi izjavila da kavu konzumira svakodnevno, može se uzeti u obzir razvoj tolerancije na kofein, a slično potvrđuju i Graczyk i suradnici u svojem istraživanju (Graczyk et al., 2018). Danas je konzumiranje kave bez kofeina u porastu. U nastojanju da se suzdrže od kofeina zbog štetnih utjecaja, ljudi sve češće zamjenjuju obični kavu s bezkofeinskom. Međutim, kao i u ovom istraživanju Sane i suradnici (2019) potvrđuju kako i bezkofeinska kava ima učinak na brže vrijeme reagiranja (Sane et al., 2019).

Iz pregleda literature vidljivo je kako doza kofeina uvelike utječe na rezultate istraživanja. Kamimori i suradnici su primjenjivali visoke doze kofeina što je dovelo do znatnog poboljšanja brzine reakcije i budnosti ispitanika. S druge strane istraživanje Surrata i suradnika koristilo je manje doze kofeina koja potencijalno nije bila dovoljna da bi pokazala značajan učinak na brzinu reakcije što je potencijalno slučaj i u ovom istraživanju u kojem je primjenjivana još manja doza kofeina u odnosu na istraživanje Surrata i suradnika (Kamimori et al., 2015, Surratt et al., 2020). Nadalje, moguće je da su razlike u rezultatima posljedica uvjeta pod kojima su provedena istraživanja, ali isto tako ne možemo generalizirati rezultate na sve populacije. Tako



Kamimori i suradnici provode istraživanje na vojnicima koji su svakodnevno suočeni sa stresnim situacijama dok Surrata i suradnici provode istraživanje na studentima. U istraživanju u kojem su sudjelovali vojnici (Kamimori et al., 2015) koji su svakodnevno u stresnom okruženju, učinak kofeina bio je očigledniji u usporedbi sa studentima (Surratt et al., 2020)

Prema perspektivi ispitanika iz istraživanja Rodrigues i suradnika (2020) kava nije među namirnicama koje smatraju korisnima za zdravlje, međutim to ne znači da je kava loša za zdravlje, osim ako se konzumira u prekomjernim količinama. Dakle, u usporedbi s ostalim suvremenim namirnicama poput energetskih napitaka, gaziranih pića, industrijski prerađene i brze hrane, kava nije viđena kao negativac iako ju ne svrstavaju niti u zdravu prehranu (Rodrigues et al., 2020), a slične stavove imaju i naši ispitanici koji negiraju negativne učinke kave. Stavovi ispitanika podudaraju se u još jednom mišljenju. Naime, mladi koji su sudjelovali u istraživanju smatraju kavu izuzetno važnom ne samo kao izvor energije za usklađivanje obaveza studija i karijere, već im služi kao instrument socijalizacije (Rodrigues et al., 2020). Društveni učinak kofeina potvrđuje i istraživanje o aktivnostima kafića u Engleskoj (Ferreira et al., 2021) u kojem se pokazalo kako kafići potencijalno igraju važnu društvenu ulogu gdje se ljudi mogu okupljati i komunicirati, ostaviti po strani brige s posla i kuće, pridonoseći društvenoj vitalnosti zajednice.

U ovom istraživanju sudjelovali su ispitanici koji imaju različite navike konzumiranja kofeina. U uzorku je vidljivo kako pojedini ispitanici nisu česti konzumenti kave i kofeina dok s druge strane u istraživanju su sudjelovali ispitanici koji svakodnevno konzumiraju kavu barem jedan puta dnevno. Ovakvi rezultati ankete sugeriraju kako je kod nekih ispitanika razvijena tolerancija na kofein uslijed svakodnevne konzumacije. Kod osoba koje redovito konzumiraju kofein, tijelo se može prilagoditi, smanjujući osjetljivost na njegove stimulativne učinke (Lara et al., 2019). To može objasniti zašto studenti, koji svakodnevno piju kavu, nisu pokazali poboljšanje brzine reakcije u nekim istraživanjima, jer je njihova tolerancija na kofein smanjila učinak na njihove performanse. Istraživanja koja proučavaju razvoj tolerancije na kofein i njegov utjecaj na brzinu reakcije pokazuju da se tolerancija na ergogene učinke kofeina može razviti s vremenom, osobito kod svakodnevne konzumacije što potvrđuje studija koja je

proučavala učinke dnevnih doza kofeina od 3 mg/kg kroz 20 dana i otkrila da je učinak kofeina na fizičku izvedbu smanjen kod ispitanika koji su ga redovito konzumirali (Lara et al., 2019).

Osim doze kofeina, populacije i tolerancije na kofein, na njegov učinak ima utjecaj i tjelesna masa ispitanika koja u ovom istraživanju nije mjerena. Istraživanje iz 2019. nije pokazalo značajnu povezanost između indeksa tjelesne mase (BMI) i ukupnog vremena reakcije kod mladih muškaraca. Međutim, otkriveno je da veći omjer struka i visine produžava premotorno vrijeme, odnosno interval od trenutka kada osoba primi stimulans do trenutka kada započne motorni odgovor, što ukazuje na sporiju centralnu obradu informacija kod osoba s većom tjelesnom masom. Ova studija sugerira da centralna pretilost može utjecati na određene aspekte kognitivne obrade, iako ne nužno na ukupno vrijeme reakcije (Narimani et al., 2019). U nekim studijama, poput one Sanea i suradnika (2019), bezkofeinska kava je također pokazala blago poboljšanje brzine reakcije, što sugerira da sam ritual ispijanja kave ili očekivanja učinka mogu psihološki utjecati na performanse ispitanika, bez obzira na stvarni sadržaj kofeina (Sane et al., 2019). Ukupno gledano, postoje istraživanja koja podupiru rezultate ovog istraživanja, ali postoje i ona koja sugeriraju suprotno od dobivenih rezultata. Kako bi se izbjegao utjecaj ponavljanja testa na brzinu reagiranja ispitanici u ovom istraživanju bili su izloženi različitim situacijama (testiranju nakon konzumiranja kave sa kofeinom i kave bez kofeina, te testiranju bez konzumiranja kave) različitim redoslijedom, te su bili zaslijepljeni u smislu da nisu znali kada konzumiraju kavu s a kada kavu bez kofeina, čime je osigurano da rezultati budu što je moguće objektivniji. Samim tim i greška u mjerenju je manja, te na osnovu rezultata ovog istraživanja možemo reći da kofein u dozi jedne espresso kave ne utječe na brzinu senzomotoričke reakcije ništa više od placebo (bezkofeinske kave) kod studentske populacije.

Ovo istraživanje ima i neka ograničenja: prvo je što su u istraživanje bili uključeni samo studenti, što onemogućuje generaliziranje rezultata na opću populaciju s obzirom na specifičnosti navika koje mogu biti prilično različite za ispitanike u odnosu na opću populaciju. Sljedeće ograničenje je što u samom istraživanju nisu mjerene antropometrijske varijable ispitanika, posebno tjelesna masa, što bi omogućilo precizno određivanje doze kofeina u mg/kg tjelesne mase za svaku osobu. Ipak, s obzirom da je cilj istraživanja bio utvrditi utjecaj konzumiranja jedne espresso kave na brzinu reakcije, smatramo da nije toliko važna

koncentracija kofeina jer je doza unesenog kofeina mala i pokazalo se nedovoljna da izazove neki učinak na brzinu reagiranja. Na kraju, i sama uobičajena konzumacija kofeinskih proizvoda može utjecati na osjetljivost na kofein, te bi rezultati vjerojatno bili pouzdaniji da su sudjelovale samo osobe koje uopće ne konzumiraju kavu u uobičajenom životu. Ipak uzorak nije ograničavan u tom smislu jer je cilj bio ispitati stanje u populaciji kakva jest, a ona sadrži i konzumente i one koji ne konzumiraju kavu, pa niti jedna grupa nije bila isključena iz istraživanja.

Uzevši u obzir ograničenja poput različitih populacija, različite doze kofeina i potencijalnog razvoja tolerancije na kofein pretpostavka je da je došlo do placebo efekta s obzirom da se podjednaki rezultati pojavljuju nakon konzumiranja kave s i bez kofeina. Rezultati istraživanja nisu potvrdili postavljenu hipotezu da će kofein konzumiran na ovaj način uzrokovati skraćenje vremena reakcije na vizualni podražaj. Količina kofeina konzumirana na ovaj način vjerojatno je bila nedovoljna da izazove mjerljive promjene.

## 9. ZAKLJUČAK

Kofein je danas široko rasprostranjena, lako dostupna i za neke osobe neizostavna namirnica. Njegova konzumacija može imati pozitivne učinke na organizam, ali u umjerenim količinama. Ukoliko je količina kofeina prevelika, može doći do ozbiljnih posljedica i intoksikacije. Kako je danas lako dostupan koriste ga različite populacije unoseći kofein svakodnevno u raznim oblicima. Kofein može imati utjecaj na vrijeme reagiranja ovisno o primjenjenoj dozi tj koncentraciji, a cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj kofeina iz 1 šalice kave na brzinu senzomotoričke reakcije. Rezultati istraživanja pokazuju kako su ispitanici koji su konzumirali kavu s 60 mg kofeina imali bržu reakciju u odnosu na testiranje bez konzumiranja kave, a slično se pokazalo i s ispitanicima koji su konzumirali bezkofeinsku kavu. Ovakav rezultat sugerira povezanost s placebo efektom i samim ritualom ispijanja kave, koji može psihološki utjecati na percepciju budnosti i koncentracije. Osobna očekivanja i uvjerenja ispitanika o učincima kave mogli su pridonijeti poboljšanju performansi, bez obzira na stvarni sadržaj kofeina. Ukupno gledano, konzumacija kave česta je među ispitanicima i percipirana je kao pozitivna u smislu energije i raspoloženja, ali ne dovodi do značajnih promjena u brzini reakcije na vizualni podražaj. Dakle, kofein konzumiran iz jedne kave ne dovodi do povećanja brzine reagiranja. Za bolje razumijevanje ovakvih rezultata potrebna su daljna istraživanja koja bi istražila utjecaj jedne kave samo na osobe koje ne konzumiraju uobičajeno kavu, te kako utječe konzumiranje više šalica kave , tj koliko je kave potrebno popiti kako bi se poboljšalo vrijeme reagiranja na vizualni podražaj.

## LITERATURA

1. Amaresh, N., Mullaicharam, A. R., & El-Khider, M. A. (2011). Chemistry and pharmacology of caffeine in different types of tea leaves. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 1(2), 110-115.
2. Asar, S., Ezabadi, R. R., Baghini, A. S., & Maleksabet, N. (2022). The Relationship Between Reaction Time, Eye-Hand Coordination with Visual Field in Elite Tennis Tennis Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 13(2) e115787.
3. Attipoe, S., Leggit, J., & Deuster, P. A. (2016). Caffeine content in popular energy drinks and energy shots. *Military Medicine*, 181(9), 1016-1020.
4. Brenner, E., & Smeets, J. B. (2019). How can you best measure reaction times?. *Journal of Motor Behavior*, 51(5) 486-495
5. Brown, S. J., Brown, J., & Foskett, A. (2013). The effects of caffeine on repeated sprint performance in team sport athletes-a meta-analysis. *Sport Science Review*, 22(1-2), 25.
6. Chia, J. S., Barrett, L. A., Chow, J. Y., & Burns, S. F. (2017). Effects of caffeine supplementation on performance in ball games. *Sports Medicine*, 47, 2453-2471.
7. Choi, J. (2020). Motivations influencing caffeine consumption behaviors among college students in Korea: Associations with sleep quality. *Nutrients*, 12(4), 953.
8. Chtourou, H., Trabelsi, K., Ammar, A., Shephard, R. J., & Bragazzi, N. L. (2019). Acute effects of an “Energy drink” on short-term maximal performance, reaction times, psychological and physiological parameters: insights from a randomized double-blind, placebo-controlled, counterbalanced crossover trial. *Nutrients*, 11(5), 992.
9. Dews, P. B. (1982). Caffeine. *Annual review of nutrition*, 2(1), 323-341.
10. Ferreira, J., Ferreira, C., & Bos, E. (2021). Spaces of consumption, connection, and community: Exploring the role of the coffee shop in urban lives. *Geoforum*, 119, 21-29.
11. Firmansyah, O., Muniroh, M., Bakhtiar, Y., & Basyar, E. (2024). Effectiveness of Cocoa and Black Coffee Drinks on Post Activity Reaction Time. *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 20(3), 186-192.
12. Frary, C. D., Johnson, R. K., & Wang, M. Q. (2005). Food sources and intakes of caffeine in the diets of persons in the United States. *Journal of the american dietetic association*, 105(1), 110-113.

13. Gawron-Gzella, A., Chanaj-Kaczmarek, J., & Cielecka-Piontek, J. (2021). Yerba mate—a long but current history. *Nutrients*, 13(11), 3706.
14. Gomez-Bruton, A., Marin-Puyalto, J., Muñiz-Pardos, B., Matute-Llorente, A., Del Coso, J., Gomez-Cabello, A., Vicente-Rodriguez, G., Casajus, J.A. & Lozano-Berges, G. (2021). Does acute caffeine supplementation improve physical performance in female team-sport athletes? Evidence from a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(10), 3663.
15. Graczyk, A. M., Ziegler, A. M., Bendlin, A., Sion, T., Vattana, K., & Temple, J. L. (2018). Effects of caffeine administration on reaction time, attention, and inhibitory control in children and adolescents. *Journal of cognitive enhancement*, 2, 276-286.
16. Grgic, J., & Mikulic, P. (2021). Acute effects of caffeine supplementation on resistance exercise, jumping, and Wingate performance: no influence of habitual caffeine intake. *European Journal of Sport Science*, 21(8), 1165-1175.
17. Grgic, J., Sabol, F., Venier, S., Mikulic, I., Bratkovic, N., Schoenfeld, B. J., Pickering, C., Bishop, D.J., Pedasic, Z. & Mikulic, P. (2019). What dose of caffeine to use: acute effects of 3 doses of caffeine on muscle endurance and strength. *International journal of sports physiology and performance*, 15(4), 470-477.
18. Gurley, B. J., Steelman, S. C., & Thomas, S. L. (2015). Multi-ingredient, caffeine-containing dietary supplements: history, safety, and efficacy. *Clinical therapeutics*, 37(2), 275-301.
19. Haskell, C. F., Kennedy, D. O., Wesnes, K. A., & Scholey, A. B. (2005). Cognitive and mood improvements of caffeine in habitual consumers and habitual non-consumers of caffeine. *Psychopharmacology*, 179, 813-825.
20. Higgins, S., Straight, C. R., & Lewis, R. D. (2016). The effects of preexercise caffeinated coffee ingestion on endurance performance: an evidence-based review. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 26(3), 221-239.
21. Horinouchi, T., Watanabe, T., Kuwabara, T., Matsumoto, T., Yunoki, K., Ito, K., Ishida, H. & Kirimoto, H. (2023). Reaction time and brain oscillations in Go/No-go tasks with different meanings of stimulus color. *Cortex*, 169, 203-219.
22. Jiménez, S. L., Díaz-Lara, J., Pareja-Galeano, H., & Del Coso, J. (2021). Caffeinated drinks and physical performance in sport: a systematic review. *Nutrients*, 13(9), 2944.

23. Kamimori, G. H., McLellan, T. M., Tate, C. M., Voss, D. M., Niro, P., & Lieberman, H. R. (2015). Caffeine improves reaction time, vigilance and logical reasoning during extended periods with restricted opportunities for sleep. *Psychopharmacology*, 232, 2031-2042.
24. Karayigit, R., Naderi, A., Akca, F., Cruz, C. J. G. D., Sarshin, A., Yasli, B. C., Ersoz, G. & Kaviani, M. (2020). Effects of different doses of caffeinated coffee on muscular endurance, cognitive performance, and cardiac autonomic modulation in caffeine naive female athletes. *Nutrients*, 13(1), 2.
25. Khasnabis, J., Rai, C., & Roy, A. (2015). Determination of tannin content by titrimetric method from different types of tea. *Journal of chemical and pharmaceutical research*, 7(6), 238-241.
26. Kreutzer, A., Graybeal, A. J., Moss, K., Braun-Trocchio, R., & Shah, M. (2022). Caffeine supplementation strategies among endurance athletes. *Frontiers in sports and active living*, 4, 821750.
27. Laflamme, S. (2023). How does the Ergogenic Benefits, Consumption, and Overall Perspective of Caffeine Differ between Athletes in Different Sports?
28. Lara, B., Ruiz-Moreno, C., Salinero, J. J., & Del Coso, J. (2019). Time course of tolerance to the performance benefits of caffeine. *PLoS One*, 14(1), e0210275.
29. Lundsberg, L. S. (2019). Caffeine consumption. In *Caffeine* (pp. 199-224). CRC Press.
30. Mahoney, C. R., Giles, G. E., Marriott, B. P., Judelson, D. A., Glickman, E. L., Geiselman, P. J., & Lieberman, H. R. (2019). Intake of caffeine from all sources and reasons for use by college students. *Clinical nutrition*, 38(2), 668-675.
31. McCusker, R. R., Goldberger, B. A., & Cone, E. J. (2006). Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *Journal of analytical toxicology*, 30(2), 112-114.
32. McLellan, T. M., Caldwell, J. A., & Lieberman, H. R. (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 71, 294-312.
33. Narimani, M., Esmailzadeh, S., Pesola, A. J., Azevedo, L. B., Moradi, A., Heidari, B., & Kashfi-Moghadam, M. (2019). Impact of obesity on central processing time rather than overall reaction time in young adult men. *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 24(6), 1051-1061.

34. Nehlig, A. (2018). Interindividual differences in caffeine metabolism and factors driving caffeine consumption. *Pharmacological reviews*, 70(2), 384-411.
35. Olechno, E., Puścion-Jakubik, A., Zujko, M. E., & Socha, K. (2021). Influence of various factors on caffeine content in coffee brews. *Foods*, 10(6), 1208.
36. Paz-Graniel, I., Babio, N., Becerra-Tomás, N., Toledo, E., Camacho-Barcia, L., Corella, D., & Salas-Salvadó, J. (2021). Association between coffee consumption and total dietary caffeine intake with cognitive functioning: cross-sectional assessment in an elderly Mediterranean population. *European journal of nutrition*, 60, 2381-2396.
37. Quinlivan, A., Irwin, C., Grant, G. D., Anoopkumar-Dukie, S., Skinner, T., Leveritt, M., & Desbrow, B. (2015). The effects of Red Bull energy drink compared with caffeine on cycling time-trial performance. *International journal of sports physiology and performance*, 10(7), 897-901.
38. Rocha, P. L. D. A., Lima, A. L. C., Saunders, B., & Reis, C. E. G. (2022). Development of a caffeine content table for foods, drinks, medications and supplements typically consumed by the Brazilian population. *Nutrients*, 14(20), 4417.
39. Rodak, K., Kokot, I., & Kratz, E. M. (2021). Caffeine as a factor influencing the functioning of the human body—friend or foe?. *Nutrients*, 13(9), 3088.
40. Rodrigues, R. P., de Almeida, L. F., & Spers, E. E. (2020). Coffee and health in the perspective of young consumers. *Coffee consumption and industry strategies in Brazil* 343-366. Woodhead Publishing.
41. Rosenbloom, C. (2014). Energy drinks, caffeine, and athletes. *Nutrition today*, 49(2), 49-54.
42. Sadiq, M. A., Zohra, E., Jamil, M. A., Wasim, M., Riaz, H., Raza, S. A., Aslam, M.S., Hussain, S., Javed, O. & Ahmad, M. A. (2018). Estimation of caffeine concentration in decaffeinated coffee and tea available in Pakistan. *Journal of Pure & Applied Microbiology*, 12(1), 229-247
43. Sainz, I., Collado-Mateo, D., & Del Coso, J. (2020). Effect of acute caffeine intake on hit accuracy and reaction time in professional e-sports players. *Physiology & behavior*, 224, 113031.



44. Salinero, J. J., Lara, B., & Del Coso, J. (2019). Effects of acute ingestion of caffeine on team sports performance: a systematic review and meta-analysis. *Research in Sports Medicine*, 27(2), 238-256.
45. Sane, R. M., Jadhav, P. R., & Subhedar, S. N. (2019). The acute effects of decaffeinated versus caffeinated coffee on reaction time, mood and skeletal muscle strength. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 30(5), 20180119.
46. Saunders, B., da Costa, L. R., de Souza, R. A. S., Barreto, G., & Marticorena, F. M. (2023). Caffeine and sport. *Advances in Food and Nutrition Research* 106, 95-127. Academic Press.
47. Severini, C., Derossi, A., Ricci, I., Fiore, A. G., & Caporizzi, R. (2017). How much caffeine in coffee cup? Effects of processing operations, extraction methods and variables. *Quest. Caffeine*, 45-85.
48. Spriet, L. L. (2014). Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports medicine*, 44, 175-184.
49. Stein, J. A., Ramirez, M., & Heinrich, K. M. (2020). Acute caffeine supplementation does not improve performance in trained CrossFit® athletes. *Sports*, 8(4), 54.
50. Surratt, E., Nordling, A., Han, D., & Silvers, W. M. (2020). Effect of caffeine consumption on reaction time in undergraduate students at Whitworth. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*, 8(8), 73.
51. Tfouni, S. A. V., Camara, M. M., Kamikata, K., Gomes, F. M. L., & Furlani, R. P. Z. (2018). Caffeine in teas: levels, transference to infusion and estimated intake. *Food Science and Technology*, 38, 661-666.
52. Waer, F. B., Laatar, R., Jouira, G., Srihi, S., Rebai, H., & Sahli, S. (2021). Functional and cognitive responses to caffeine intake in middle-aged women are dose depending. *Behavioural Brain Research*, 397, 112956.
53. Wang, Z., Qiu, B., Gao, J., & Del Coso, J. (2022). Effects of caffeine intake on endurance running performance and time to exhaustion: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 15(1), 148.
54. Yuan, Y., Li, G., Ren, H., & Chen, W. (2020). Caffeine effect on cognitive function during a stroop task: fNIRS study. *Neural Plasticity*, 2020(1), 8833134.

55. Zoffer, M. (2022). Competitive Golf: How Longer Courses Are Changing Athletes and Their Approach to the Game. *Nutrients*, 14(9), 1732.

## **POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA**

Slika 2.1. Sastav Red Bull-a (a) i Rockstar Energyja (b)

Slika 4.1. Go/No-Go Test

Slika 4.2. Simple Reaction Time Test

Slika 4.3. Visual Choice Reaction Time Test

Grafikon 7.1. Raspodjela odgovora na pitanje: koliko često pijete kavu

Grafikon 7.2. Vrste kave koju najčešće konzumiraju ispitanici

Grafikon 7.3. Stavovi ispitanika vezano uz ovisnost o kavi

Grafikon 7.4. Stavovi ispitanika o tome kako konzumacija kave utječe na koncentraciju, fokus i energiju

Grafikon 7.5. Stavovi ispitanika o utjecaju kave na raspoloženje i društveni život

Grafikon 7.6. Stavovi ispitanika o utjecaju kave na apetit i mišićnu snagu

Grafikon 7.7. Mišljenja ispitanika o negativnim utjecajima kave

Tabela 7.1. Vrijeme reagiranja na vizualni podražaj u različitim situacijama

## PRILOZI

Prilog 1. Anketni upitnik

### UPITNIK

Ovaj upitnik kreiran je za potrebe izrade diplomskog rada koji se bavi utjecajem kofeina iz kave na brzinu senzomotoričke reakcije. Svi podatci koji budu skupljeni upitnikom bit će objavljeni u diplomskom radu samo kroz frekvencije pojedinih odgovora i mjere srednjih vrijednosti i mjere varijabilnosti, bez bilo kakvih osobnih podataka koji bi mogli ukazivati na ispitanika. Tako je u potpunosti osigurana zaštita identiteta i osobnih podataka ispitanika, te potpuna anonimnost. Na pitanja se odgovara zaokruživanjem jednog od ponuđenih odgovora ili upisivanjem odgovora na ponuđeno mjesto. Molimo Vas da na pitanja odgovarate iskreno i samostalno. Hvala unaprijed!

Kojeg ste spola: M    Ž

Koliko godina imate (upisati broj godina):

Da li ste konzument kave?

- a) Da
- b) Ne
- c) Prije sam pio/la, ali više ne

Koliko često konzumirate kavu i napitke od kave?

- a) 2 ili više puta dnevno
- b) Jednom dnevno
- c) 4-5 dana u tjednu
- d) Svaki drugi dan (3 puta tjedno)
- e) 1-2 puta tjedno
- f) 2-3 puta mjesečno
- g) 1 puta mjesečno ili manje

Kada pijete kavu koliko popijete odjednom?

- a) 1 kavu
- b) 2 kave
- c) 3 ili više kava

Koji napitak od kave najčešće konzumirate?

- a) Espresso
- b) Capuccino
- c) Nes-kavu
- d) Kuhanu kavu (crnu. domaću kavu)
- e) Filter-kavu
- f) Ništa od navedenog

Kako bismo procijenili kako kava djeluje na Vas, molimo Vas da ocijenite svoje slaganje sa svim navedenim tvrdnjama okruživanjem ocjene koja najviše odgovara Vašem stavu, pri čemu **ocjena 1** znači da se **u potpunosti ne slažete** s tvrdnjom (Vaš stav je suprotan tvrdnji) a **ocjena 5** znači da se **u potpunosti slažete** s tvrdnjom.

Ne mogu izdržati bez kave cijeli dan	1	2	3	4	5
Osjećam se loše ako ne popijem uobičajenu kavu	1	2	3	4	5
Ne mogu zamisliti početak dana bez kave	1	2	3	4	5
Mislim da bi mi bio problem odvići se od kave	1	2	3	4	5
Kava mi pomaže kad sam umoran/umorna	1	2	3	4	5
Kava poboljšava moju koncentraciju	1	2	3	4	5
Kava mi omogućuje dulje održati pozornost i biti fokusiran/a	1	2	3	4	5
Manje mi se spava kad popijem kavu	1	2	3	4	5
Imam više energije kad popijem kavu	1	2	3	4	5
Kava mi smanjuje apetit	1	2	3	4	5
Kava me čini sretnijim/sretnijom i poboljšava mi raspoloženje	1	2	3	4	5
Kava mi je razlog za druženje s prijateljima	1	2	3	4	5
Kava mi daje više snage	1	2	3	4	5
Kava me čini podložnijim/podložnijom stresu	1	2	3	4	5

Kava me čini nervoznim/nervoznom	1	2	3	4	5
Ponekad mi kava stvara loš osjećaj u stomaku	1	2	3	4	5
Od kave se znojim	1	2	3	4	5
Srce mi lupa nepravilno kad popijem kavu	1	2	3	4	5
Ako popijem kavu navečer, teško zaspim	1	2	3	4	5

# ŽIVOTOPIS

## Osobni podaci

Prezime(na) / Ime(na) **Velkoski Nika**  
Adresa(e) Ante Starčevića 54, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska  
E-mail nika.prusina@gmail.com  
Datum rođenja 06.06.2000.  
Spol Ž

## Obrazovanje i osposobljavanje

Datumi 2022.  
Naziv dodijeljene bacc.physioth.  
kvalifikacije  
Ime i vrsta organizacije Veleučilište "Lavoslav Ružička" u Vukovaru  
pružatelja obrazovanja i osposobljavanja

## Osobne vještine i kompetencije

Materinski jezik(ci) Hrvatski jezik  
Drugi jezik(ci) Engleski jezik  
Poznavanje rada u Microsoft Office programima  
Računalne vještine i kompetencije

**Mentor**

---

potpis

**Datum obrane diplomskog rada**

---

**Predsjednik Povjerenstva za ocjenu i obranu  
diplomskog rada**

---

potpis



