Univerzitet u Beogradu
Filozofski fakultet

Katarina N. Stekić Stojanović

Razvoj fonološke svesnosti u plitkoj ortografiji: bihejvioralni i neurokognitivni pokazatelji

Doktorska disertacija

Beograd, 2026.

University of Belgrade
Faculty of Philosophy

Katarina N. Stekić Stojanović

Development of phonological awareness in shallow orthography: behavioral and neurocognitive indicators

Doctoral dissertation

Belgrade, 2026.

Mentor:

dr Vanja Ković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet

Članovi komisije:

dr Dejan Lalović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet

dr Anđela Šoškić, docent, Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet

dr Vojislav Jovanović, naučni saradnik, Univerzitet u Beogradu, Filozofski fakultet

dr Milica Janković, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet

Datum:

_____

Zahvalnica

Kako se zahvaliti za sve što je nesebično pruženo, kada je sve dar, pa i ova privilegija da se završi doktorat? Pa, da krenemo od početka.

Zahvalna sam najpre Bogu koji je spojio moje roditelje i našao za shodno da me kroz njihovu ljubav stvori u postojanje. To što su rešili da tu ljubav fokusiraju samo na mene je verovatno najvažniji razlog zašto ovo mogu i da pišem danas. Svaki životni korak sam sa svojim roditeljima podelila, a oni su me pomno pratili i bodrili u svakom suludom poduhvatu, svakom odlasku na Festival nauke, svakom ekscentričnom naučnom projektu, svakoj vožnji do Petnice, i svakom tantrumu tokom spremanja ispita. Kad smo kod tantruma, posebnu zahvalnost dugujem mojoj baka Ljubi koja je najduže poživela da ih se nasluša i natrpi, a i najviše ručkova da skuva kako bih ja neometano mogla da se bavim studijama. Ništa manje zahvalna nisam baka Jeleni, deka Viti i deka Žiki na svom uloženom vremenu i trudu u moje vaspitanje (a znam da im nije bilo lako), na svakoj „muškoj“ igrački koju su mi kupili kad bi mi lutke dosadile, i na svakoj veštini koju su me naučili i izgradili me, što mi je omogućilo da mogu ovako rečito da se zahvalim, ali i apsolutno ništa pošteno da realizujem u kuhinji.

Moram izraziti zahvalnost i vaspitačici koja je svojim ponašanjem podstakla moju majku da me ispiše iz vrtića, jer sam zahvaljujući njoj celo detinjstvo provela istražujući svet na način koji je meni najviše prijao. Zahvalna sam mom bratu od tetke, Aleksandru, što je takođe kao izgnanik iz vrtića proveo sa mnom detinjstvo puno iskopavanja dinosaurusa, eruptiranja koka kola, gumiranja jaja, disekcije jelenaka, lova na guštere, i svih ostalih istraživačkih poduhvata koji su u nama samo sve više budili radoznalost, a našim majkama sve više pravili glavobolju. Ipak, radoznalost se nije tu zaustavila, samo se prenela u školske dane gde se moram zahvaliti mojoj učiteljici Elizabeti koja je večito podsticala moje sulude ideje. Posebno se zahvaljujem svim drugarima iz odeljenja koji su me godinama maltretirali jer sam bila najveći štreber. Pomogli su mi da postanem još veći štreber. Zahvalna sam mom nastavniku fizike Zoranu koji me je trpeo dovoljno da ostaje debelo nakon radnog vremena da me sprema za takmičenja, da bih tek toliko godina kasnije kroz ovaj doktorat shvatila šta su zapravo dipol i napon. Najveću zahvalnost u mom životnom usmerenju dugujem ipak Istraživačkoj stanici Petnica i svakom saradniku i rukovodiocu sa kojim sam radila. Jedan mali istraživački san se ovde rodio, i doživeo je da se sada ispuni. Posebno sam zahvalna mom prvom mentoru Filipu, uz koga sam zavolela psihologiju, nauku, učenje iz grešaka, i Mimi Mercedes.

Svako ko me poznaje znao je da kada se pripremao prijemni za fakultet, za mene je jedina opcija bila Filozofski, te posebnu zahvalnost dugujem svim mojim prijateljima i porodici koji su me istrpeli kroz tu najstresniju godinu života. Posebno sam zahvalna mojim sapatnicima koji su kroz zajedničke pripreme uspeli da pogode čak dva pitanja koja su došla na TOI, bez kojih ne bih ni pisala ovo sada. Zahvalna sam svim mojim kolegama koji su učinili studije psihologije nezaboravnim (a ponekad i zaboravnim) iskustvom, a posebno Ceci, Isidori, Đoletu, Višnji, Bogdanu, Nastasiji, Jelici, i Peci. Mojim kumama Neveni i Kaći sam posebno zahvalna što su se prihvatile kumovanja na morskoj i nadmorskoj visini, i što su ostale na doktorantskom putu da možemo vazda da drugoj i trećoj kukamo, ali sa razumevanjem. Uz takvu podršku, ovaj doktorat kao da se sam napisao. Najviše upućen u sadržaj ove teze, ne uvek svojom voljom, ipak je moj dragi suprug Dušan, kojem sam beskrajno zahvalna na strpljenju i podršci u najgorim trenucima. Bio je tu da me podigne svaki put kada padnem, da me stavi na štake podrške dok ne prohodam, i torpeduje me u stratosferu kada počnem da sumnjam u sebe. Takođe sam mu zahvalna što mi je ustupio auto za prelazak skoro 2000km zarad prikupljanja podataka za ovaj doktorat, i to bez negodovanja.

Ovaj doktorat ne bi postojao ni bez nesebične pomoći vaspitačice Violete i njenih saradnika iz vrtića Dečiji vrt, Otkrivalica, Bajka, i Kindergarten, kao ni stručnih saradnika iz škola iz Batajnice, Svetislav Golubović Mitraljeta i Boško Pakovljević Pinki. Posebno hvala Jeleni, Ani, i Katarini za

asistenciju u svakom koraku, bez koje sprovođenje istraživanja u školi ne bi bilo izvodljivo. Kad smo kod izvodljivosti, ne bi bilo moguće snimiti bilo šta od EEG podataka da nije saradnika sa ETF-a koji su mi ustupili opremu na korišćenje, kao i divnih ljudi iz mBrainTrain kompanije koji su uvek bili tu da reše nemoguće probleme sa opremom. Posebno hvala Milici i Ivanu za savršen balans panične savesnosti i satirične utehe, kao i Jeleni za otkrivanje rupe na saksiji EEG-a koju sam sa oba oka previdela.

U završnici doktorata posebnu zahvalnost dugujem Anđeli, koja je do te mere bila posvećena ERP analizi da je malo falilo da laptop ponese u porodilište. Zahvalna sam i njenom suprugu, Lazaru, što ju je sprečio da tu ideju sprovede u delo. Ova teza ne bi bila kompletna ni bez nesebične pomoći Petra, koji je birao da svoj diplomski rad posveti analizi eye-tracking podataka iz ove teze, iako je mogao da se bavi, ali bukvalno, bilo čim drugim. Zahvalna sam i Vojislavu koji je pomogao u rasterivanju EEG duhova koji su me proganjali, kao i za vršenje egzorcizma nad MATLAB-om.

Bezmalo najveću zahvalnost za sprovođenje ove teze u delo dugujem mojoj mentorki, Vanji, koja je učinila da doktorat bude iskustvo koje bi svako poželeo. Otvorila mi je mnoga vrata za koja nisam znala da postoje, a ni da su vrata uopšte. Svaki put kada bih zalutala mi je pomogla da se pronađem, ali mi je uvek dozvoljava da lutam taman toliko da znam kako da se vratim. Zahvalna sam za svaku reč podrške, svaku kritiku, svaki podsticaj i svaku priliku koju mi je pružila da bih bila ovde gde sam danas.

Na samom kraju, ponovo hvala Gospodu za nadahnuće i snagu da ovaj rad zaokružim. Neka bude na korist mnogima i slavu Njegovu.

Sažetak

Fonološka svesnost predstavlja sposobnost prepoznavanja i manipulacije govornim jedinicama manjim od reči. Ona predstavlja kompozitnu sposobnost koja se sastoji od više sposobnosti nižeg reda, poput fonemske svesnosti i slogovne svesnosti. Danas se fonološka svesnost smatra jednim od najpouzdaniji prediktora čitalačke veštine, ali se njen razvoj nalazi u recipročnom odnosu sa ranim razvojem sposobnosti dekodiranja reči pisanog jezika. S obzirom da teorijska razmatranja danas najviše podržavaju mišljenje da u osnovi disleksije i drugih poteškoća sa čitanjem stoji fonološki deficit, pravovremena stimulacija fonološke svesnosti je krucijalna za rano prepoznavanje ovih poteškoća i njihovu prevenciju. Specifičnost ortografije srpskog jezika je takva da je odnos grafem-fonem skoro u potpunosti jednoznačan, čime se svrstava u plitke ortografije. Literature o razvoju fonološke svesnosti u plitkim ortografijama, međutim, ima vrlo malo, a uz to postoji i primetan jaz između teorije i prakse u trenutnim obrazovnim politikama po pitanju ranog razvoja pismenosti. Cilj ove disertacije je da, u pokušaju da popuni ovaj jaz, empirijski doprinese razumevanju razvoja fonološke svesnosti u plitkoj ortografiji srpskog jezika radi uspostavljanja optimalnog perioda za stimulaciju ovih veština i pravovremenog uvođenja početnog dekodiranja u obrazovni sistem. Ispitivanju ovog cilja pristupljeno je kroz dve bihejvioralne i jednu neurokognitivnu studiju sa longitudinalnim praćenjem.

U Studiji 1, ispitano je 250 predškolaca uzrasta 3.5-6 godina (48% devojčica, M = 5.5 godina, SD = 0.98) na merama fonemske analize i fonemske sinteze. Razvoj fonemske svesnosti, najrobusnijeg prediktora čitalačkih sposobnosti od svih fonoloških veština, ispitan je kroz 4 analize koje su se koristile različitim kriterijumima. Sve analize sprovedene u Studiji 1 jednoznačno pokazuju da se razvoj fonemske svesnosti dešava u predškolskom uzrastu, pri čemu se optimalni period za potpuni razvoj fonemske analize kreće između 4.8 i 6 godina, a period za potpuni razvoj fonemske sinteze između 5.8 i 6.6 godina. Ova studija je takođe utvrdila nelinearnu prirodu razvoja fonemske svesnosti na predškolskom uzrastu, pokazujući da deca počinju sa naglim rastom u sposobnosti fonemske sinteze već od 4 godine, a fonemske analize od 4.2 godine. Utvrđeno je i na kom uzrastu se najbolje razlikuju pojedinci sa razvijenom od onih sa slabije razvijenom fonemskom svesnošću. Zaključak Studije 1 je da stav kognitivnog sazrevanja nema empirijske potvrde u srpskom jeziku, te da je moguće u potpunosti razviti fonemsku svesnost kod predškolaca i uvesti u predškolski program početnu obuku dekodiranja.

Studija 2 proverila je efekte jedne vrste obuke (ALGO) koja se bazira na implicitnom učenju znanja slova i dekodiranja kroz stimulaciju fonološke svesnosti. U ovoj studiji učestvovalo je 57 dece uzrasta 48–70 meseci, od kojih je deo pripadao eksperimentalnoj grupi koja je učestvovala u ALGO intervenciji od 36 sesija (N = 23, 39.1% devojčica, M = 63 meseca, SD = 5.87 meseci), dok deca iz kontrolne grupe nisu prolazila kroz nikakve intervencije vezane za razvoj rane pismenosti u ovom periodu (N = 34, 47% devojčica, M = 61 mesec, SD = 3.88 meseci). Obe grupe su ispitane na merama fonemske analize i sinteze, znanja slova, i dekodiranja reči pre i nakon intervencije. Rezultati su pokazali da je eksperimentalna grupa bila dosledno bolja od kontrolne grupe u svim zadacima nakon intervencije, pri čemu su veći napredak imala deca koja u intervenciju ušla sa nižim stepenom sposobnosti. Eksperimentalna grupa je takođe pokazala veći napredak u svim zadacima u ovom periodu, dok je napredak u kontrolnoj grupi bio zanemarljiv. Zaključak Studije 2 je da predškolske intervencije mogu biti kratkoročno uspešne i pospešiti razvoj predčitalačkih sposobnosti na ovom uzrastu.

Studija 3 je imala za cilj da ispita dugoročnost efekata ove intervencije, te su učesnici Studije 2 koji su prošli kroz intervenciju ispitani 5 godina kasnije na ERP merama fonološke osetljivosti (MMN paradigma) i ortografske osetljivosti (N1 paradigma), dok je njihova kognitivna efikasnost čitanja ispitana praćenjem očnih pokreta tokom čitanja teksta. Eksperimentalna grupa (N=13) uparena je sa novom kontrolnom grupom (N=13) po polu (38% devojčica), uzrastu (M=10.08 godina, SD=0.69

godina) i TIP-1 rezultatima (M=114, SD=10.9). Iako ni ERP ni mere očnih pokreta nisu pokazale puno statistički značajnih efekata, najverovatnije zbog malog uzorka i male veličine efekata, razlike se pokazuju u očekivanom pravcu i 5 godina nakon intervencije. Deca iz eksperimentalne grupe pokazuju nešto veću (ali statistički neznačajnu) fonološku osetljivost u vremenskom prozoru 300-500 ms na zadatku auditivne diskriminacije, dok se u N1 eksperimentu pokazuje statistički značajno veći negativni otklon u vremenskom prozoru 100-300 ms u eksperimentalnoj grupi, ali očekivana razlika između reakcije na reči i pseudofont izostaje. U N1 eksperimentu su efekti dominantno fronto-centralni, što pokazuje da u zadatku procene modeliteta, koji je ovde korišćen, ne učestvuju samo vizuelni procesi, već je pre moguće da ova razlika odslikava bolju audio-vizuelnu integraciju kod dece koja su prošla kroz ALGO intervenciju u predškolskom uzrastu. Mere očnih pokreta, iako statistički neznačajne, se takođe kreću u predviđenom pravcu, pokazujući da eksperimentalna grupa može i dalje imati potencijalno efikasnije kognitivne strategije tokom čitanja. Zaključci Studije 3 nisu sasvim jednoznačni, ali upućuju na postojanje dugoročnih neurokognitivnih razlika koje mogu poticati od pravovremene predškolske intervencije.

Ključne reči: fonološka svesnost, fonemska svesnost, čitanje, plitka ortografija, ERP, praćenje očnih pokreta

Naučna oblast: Psihologija

Uža naučna oblast: Kognitivna psihologija

UDK broj:

Summary

Phonological awareness is the ability to recognize and manipulate speech units smaller than words. It represents a composite ability consisting of several lower-order abilities, such as phonemic awareness and syllabic awareness. Today, phonological awareness is considered one of the most reliable predictors of reading skills, but its development is in a reciprocal relationship with the early development of the ability to decode words of written language. Given that theoretical considerations today mostly support the opinion that dyslexia and other reading difficulties are based on a phonological deficit, timely stimulation of phonological awareness is crucial for early recognition of these difficulties and their prevention. The specificity of the Serbian orthography is such that the grapheme-phoneme relationship is almost entirely unambiguous, which is why it is classified as a shallow orthography. However, there is very little literature on the development of phonological awareness in shallow orthographies, and there is also a noticeable gap between theory and practice in current educational policies regarding early literacy development. The aim of this dissertation is, in an attempt to fill this gap, to contribute empirically to the understanding of the development of phonological awareness in the shallow orthography of Serbian language in order to establish optimal periods for scaffolding these skills and the timely introduction of initial decoding into the educational system. The examination of this goal was approached through two behavioural and one neurocognitive study with longitudinal follow-up.

In Study 1, 250 preschoolers aged 3.5-6 years (48% girls, M = 5.5 years, SD = 0.98) were tested on measures of phonemic analysis and phonemic synthesis. The development of phonemic awareness, the most robust predictor of reading ability of all phonological skills, was examined through 4 analyses that used different criteria. All analyses carried out in Study 1 unambiguously show that the development of phonemic awareness occurs in preschool age, with the optimal period for the full development of phonemic analysis ranging between 4.8 and 6 years, and the optimal period for the full development of phonemic synthesis ranging between 5.8 and 6.6 years. This study also established the non-linear nature of the development of phonemic awareness at the preschool age, showing that children begin to improve rapidly in phonemic synthesis as early as age 4, and phonemic analysis as early as age 4.2. It was also determined at what age individuals with developed phonemic awareness are best distinguished from those with less developed phonemic awareness. The conclusion of Study 1 is that the position of cognitive maturation has no empirical confirmation in the Serbian language, and that it is possible to fully develop phonemic awareness in preschoolers and to introduce initial decoding training into the preschool program.

Study 2 tested the effects of one type of training (ALGO) based on implicit learning of letter knowledge and decoding through stimulation of phonological awareness. 57 children aged 48–70 months participated in this study, some of whom belonged to the experimental group that participated in a 36-sessions ALGO intervention (N = 23, 39.1% girls, M = 63 months, SD = 5.87 months), while children from the control group did not go through any interventions related to the development of early literacy during this period (N = 34, 47% girls, M = 61 months, SD = 3.88 months). Both groups were tested on measures of phonemic analysis and synthesis, letter knowledge, and word decoding before and after the intervention. The results showed that the experimental group was consistently better than the control group in all tasks after the intervention, with children who entered the intervention with a lower level of ability making greater progress. The experimental group also showed greater improvement on all tasks during this period, while the improvement in the control group was negligible. The conclusion of Study 2 is that preschool interventions can be short-term successful and promote the development of pre-reading skills at this age.

Study 3 aimed to examine the long-term effects of this intervention, so the participants of Study 2 who went through the intervention were examined 5 years later on ERP measures of phonological sensitivity (MMN paradigm) and orthographic sensitivity (N1 paradigm), while their cognitive

reading efficiency was examined by tracking eye movements during text reading. The experimental group (N=13) was matched with a new control group (N=13) by school, gender (38% girls), age (M=10.08 years, SD=0.69 years) and TIP-1 scores (M=114, SD=10.9). Although neither ERP nor eye movement measures showed many statistically significant effects, most likely due to the small samples and small effect sizes, the differences show the expected direction even 5 years after the intervention. Children from the experimental group show a slightly higher (but statistically insignificant) phonological sensitivity in the time window 300-500 ms on the auditory discrimination task, while in the N1 experiment, a statistically significantly higher negative deviation is shown in the time window 100-300 ms in the experimental group, but the expected difference between the reaction to words and pseudofonts is absent. In the N1 experiment, the effects are dominantly fronto-central, which shows that not only visual processes participate in the modality judgement task, which was used here, but rather it is possible that this difference reflects better audio-visual integration in children who went through the ALGO intervention in preschool age. Eye movement measures, although statistically nonsignificant, also show predicted patterns, indicating that the experimental group may still have potentially more effective cognitive strategies during reading. The conclusions of Study 3 are not completely unequivocal, but they point to the existence of long-term neurocognitive differences that may stem from timely preschool intervention.

Keywords: phonological awareness, phoneme awareness, reading, shallow orthography, ERP, eye-tracking

Scientific field: Psychology

Subfield: Cognitive psychology

UDK number:

“Nikada nisam svesno učila da čitam, ali nekako sam krišom upijala dnevne novine. Tokom dugih sati u crkvi – da li sam tada naučila? Nisam mogla da se setim vremena kada nisam umela da čitam crkvene pesme. Sada, kada sam bila primorana da o tome razmišljam, činilo se da je čitanje jednostavno došlo samo od sebe, kao što sam naučila da zakopčam donji veš napipavajući, bez gledanja, ili da od zamršenih pertli napravim dve uredne mašne. Nisam mogla da se setim kada su se linije iznad Atikusovog prsta koji se pomera razdvojile u reči, ali sam ih se sećala iz svih večeri svog detinjstva, kako u njih zurim dok slušam vesti dana, predloge zakona, dnevnike Lorenca Doua – bilo šta što bi Atikus čitao dok bih mu se svake večeri uvlačila u krilo. Sve dok se nisam uplašila da bih to mogla izgubiti, nikada nisam volela čitanje. Ne voli se disanje.“

Harper Li, *Ubiti pticu rugalicu*

Sadržaj

Uvod ... 1
Ratovi čitanja i uspon fonetskog pristupa ... 1
Priroda razvoja fonološke svesnosti ... 2
Teorijski okviri fonološke svesnosti ... 3
Fonološka svesnost i predikcija čitalačkih sposobnosti ... 7
Komponente fonološke svesnosti ... 9
Svesnost o rimi ... 10
Slogovna svesnost ... 10
Fonemska svesnost ... 11
Značaj transparentnosti ortografije za fonološku svesnost ... 12
Uloga znanja slova ... 14
Uloga verbalne kratkotrajne memorije ... 15
Stimulacija razvoja fonološke svesnosti ... 16
Fonološka svesnost i poteškoće u čitanju ... 19
Neuralni korelati fonološke svesnosti ... 20
Problem i cilj disertacije ... 23
Studija 1: Razvoj fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu u plitkoj ortografiji ... 23
Uvod ... 23
Cilj ... 26
Hipoteze ... 26
Metod ... 27
Uzorak ... 27
Procena fonemske svesnosti ... 27
Procedura ... 28
Rezultati ... 29
Razlike između vrtića ... 34
Razlike između uzrasnih grupa ... 36
Razlike u polu ... 37
Binarna logistička regresija sa blažim i strožim kriterijumom ... 38
Kriterijum ROC krive ... 40
Kriterijum segmentirane regresije ... 41
Diskusija ... 49
Zaključak ... 52
Ograničenja i usmerenja za dalji rad ... 53
Studija 2: Efekti intervencije na razvoj fonološke svesnosti u predškolskom uzrastu ... 54
Uvod ... 54
Jaz između prakse i empirije ... 54
Efekti rane stimulacije fonološke svesnosti ... 55
ALGO model obuke prečitalačkih veština ... 55
Cilj ... 56

Hipoteze 56
Metod 57
Uzorak 57
Instrumenti i testiranje 57
Procedura 58
Rezultati 58
Mere napretka 59
Diskusija 65
Zaključak 67
Ograničenja i usmerenja za dalji rad 68
Studija 3: Dugoročni neurokognitivni efekti rane stimulacije fonološke svesnosti 68
Uvod 68
Dugoročni neurokognitivni efekti intervencija za podsticanje razvoja pismenosti 69
Očni pokreti kao indikatori čitalačke sposobnosti 70
Osnove ERP metodologije 72
Sistematski pregled ERP indikatora fonološke svesnosti 72
Kriterijumi pretrage 73
Skrining apstrakata 73
Selekcija članaka 73
Rezultati kod dece uzrasta do 4 godine 75
Rezultati na predškolskom uzrastu 75
Rezultati na školskom uzrastu 76
Diskusija 76
Cilj 77
Hipoteze 78
Metod 79
Uzorak 79
Procedura 80
ERP preprocesiranje 85
Filtriranje podataka 85
Analiza nezavisnih komponenti za uklanjanje očnih artefakata 85
Re-referenciranje 86
Segmentacija na epohe 86
Interpolacija kanala 86
Odbacivanje artefakata 87
Uklanjanje ispitanika 87
Uprosečavanje ERP talasa po ispitaniku 88
Prosečna amplituda za MMN i N1 elektrode 88
Rezultati 90
MMN rezultati 90
N1 rezultati 93
Rezultati praćenja očnih pokreta 95
Korelacije neuralnih mera i obrazaca očnih pokreta 99
Diskusija 101
Zaključak 104

Ograničenja i usmerenja za dalji rad 105
Generalna diskusija 106
Teorijske i praktične implikacije 108
Generalni zaključak 109
Literatura 109
Prilozi 128
Biografija 143
Изјава о ауторству 144
Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада 146
Изјава о коришћењу 148

Uvod

Kako je pismenost postala dostupna kroz otvaranje škola i obavezno osnovno obrazovanje širom sveta, čitanje se počelo smatrati ne samo dovoljnim, već i nužnim preduslovom za bilo koju vrstu obrazovanja. Shodno tome, od svakog pojedinca se danas očekuje da nauči da čita, dok se sama sposobnost dekodiranja (mapiranja pisanih znakova na glasove jezika) smatra početnim korakom u usvajanju složenijih čitalačkih sposobnosti koje omogućavaju da čitanje postane sredstvo za usvajanje novog znanja. Naučno izučavanje čitalačkih sposobnosti počelo je najpre uz motivaciju da se razumeju deficiti u ovim sposobnostima. Pre ovih istraživanja, poteškoće u čitanju su se neretko pripisivale drugim oblicima poremećaja učenja, dok se nije počelo primećivati da sposobnost čitanja nosi specifičnosti koje su prepoznatljive u različitim domenima neuralne obrade (Houston et al., 2014). Danas je poznato da je čitanje vrlo složen proces koji uključuje vizuelnu percepciju, fonološku obradu, sintaksičko-semantičku integraciju, radnu i dugoročnu memoriju, pažnju i emocije (Kweldju, 2015).

U ovom radu će fokus biti na početnim čitalačkim sposobnostima, tj. na samom procesu usvajanja čitalačkih sposobnosti kroz proces dekodiranja. Naime, da bi pojedinac mogao da uspostavi stabilne veze između glasova koji čine jezik i znakova kojima se oni obeležavaju, potrebno je najpre razviti razumevanje da pisani simboli predstavljaju manje glasovne jedinice u govoru. Dok govor predstavlja kontinuirani akustički signal, sistemi pisanja zahtevaju njegovu segmentaciju na diskretne fonološke jedinice, koje same po sebi nisu očigledne u spontanoj percepciji govora (Liberman et al., 1967). Ova razlika dovela je do pretpostavke da uspešno usvajanje čitanja zavisi od sposobnosti deteta da razvije svesnost o fonološkoj strukturi reči. Liberman i saradnici (Liberman et al., 1974) sistematski su pokazali da sposobnost deteta da manipuliše fonemima snažno predviđa uspeh u učenju čitanja, što je dovelo do zaključka da fonološka svesnost predstavlja ključnu kognitivnu osnovu za ovladavanje čitalačkim veštinama. Fonološka svesnost je danas prepoznata kao sposobnost fonološkog prepoznavanja manjih glasovnih jedinica koje čine ljudski govor[1].

Interesovanje za koncept fonološke svesnosti naglo je poraslo tokom 1970-ih godina, paralelno sa istraživanjima razvoja sposobnosti čitanja u normalnoj populaciji. Dalja istraživanja potvrdila su da deca sa razvijenijom fonološkom svesnošću lakše usvajaju veze između slova i glasova i brže napreduju u čitanju (Bradley & Bryant, 1983), dok deca sa teškoćama u čitanju, posebno deca sa disleksijom, pokazuju izražene deficite upravo u ovoj oblasti (Stanovich, 1986). Ovi nalazi doveli su do razvoja fonetskog pristupa u istraživanju i podučavanju čitanja, koji naglašava eksplicitno usmeravanje pažnje na glasovnu strukturu reči kao osnovu za razvoj dekodiranja.

Ratovi čitanja i uspon fonetskog pristupa

Dok se fonološka svesnost konceptualno tek uspostavljala na naučnoj sceni, a fonološki pristup podučavanju čitanja začinjao u praksi, postojali su i drugi pristupi opismenjavanju koji su predstavljali suprotstavljenu struju mišljenja. Tokom 1980-ih i 1990-ih godina, pre svega u angloameričkom kontekstu, iz ovog sukoba nastaju tzv. „ratovi čitanja“ (eng. *reading wars*), dugotrajan teorijski i pedagoški spor u oblasti opismenjavanja između pristalica sistematske fonetske (eng. *phonics*) nastave i zagovornika globalnog pristupa (eng. *whole language*). Ovaj spor se intenzivirao krajem prošlog veka, ali njegovi koreni sežu znatno ranije, u rasprave o tome da li je čitanje primarno proces dekodiranja grafem–fonem odnosa ili proces konstruisanja značenja putem izlaganja bogatom jezičkom okruženju (Chall, 1967; Goodman, 1967).

[1] U literaturi na srpskom i jezicima regiona se sa engleskog *phonological awareness* može pronaći i prevod fonološka svest. U ovom radu je odlučeno da se koristi prevod fonološka svesnost, pošto bi svesnost bila onaj aspekt svesti koji pruža uvid u vlastito kognitivno funkcionisanje.

Globalni pristup, snažno povezan sa radovima Keneta Gudmana, polazi od pretpostavke da je čitanje prirodan, značenjski vođen proces i da se razvija slično kao usvajanje govora. Gudman (Goodman, 1967) je čitanje opisao kao „psiholingvističku igru pogađanja“, naglašavajući ulogu konteksta, predviđanja i semantičke obrade. U ovom okviru, eksplicitna fonetska nastava smatrana je nepotrebnom ili čak štetnom, jer navodno odvraća pažnju od razumevanja teksta. Nasuprot tome, fonetski orijentisani pristupi (eng. *systematic phonics*) isticali su centralnu ulogu fonološke obrade i eksplicitnog podučavanja grafem–fonem korespondencija. Već je Džin Šal (Chall, 1967) u svojoj analizi nastavnih metoda zaključila da sistematska fonetska nastava daje bolje rezultate u ranom čitanju u poređenju sa metodama bez eksplicitne obuke dekodiranja. Vrhunac institucionalnog odgovora na „ratove čitanja“ predstavlja izveštaj Nacionalnog panela za čitanje (National Reading Panel, 2000). Ovaj panel predstavlja grupu stručnjaka u ovoj oblasti koji je, na osnovu meta-analize velikog broja studija, zaključio da sistematska fonetska nastava značajno doprinosi razvoju dekodiranja i ranih čitalačkih sposobnosti. Panel je identifikovao pet ključnih komponenti efikasne nastave čitanja: fonemsku svesnost, foniku, fluentnost, vokabular i razumevanje pročitanog. Ovi nalazi značajno su uticali na obrazovne politike u Sjedinjenim Državama (npr. program *No Child Left Behind*). Međutim, spor nije bio isključivo metodološki, već i epistemološki. Dok su jedni zagovarali eksperimentalnu, kvantitativnu i kognitivnu paradigmu, drugi su isticali sociokulturnu prirodu pismenosti i ograničenja laboratorijskih mera u razumevanju stvarne čitalačke prakse (Gee, 1996). U tom smislu, „ratovi čitanja“ predstavljaju i sukob između kognitivno-psihološkog i konstruktivističko-pedagoškog modela čitanja. Savremena istraživanja nastoje da prevaziđu ovu dihotomiju. Modeli poput *Simple View of Reading* (Gough & Tunmer, 1986) integrišu dekodiranje i jezičko razumevanje kao dve komponente čitanja, dok noviji pristupi naglašavaju potrebu za uravnoteženom nastavom koja uključuje i eksplicitnu fonetsku obuku i rad na značenju, vokabularu i razumevanju teksta (Castles et al., 2018). U tom smislu, današnji konsenzus u kognitivnoj nauci o čitanju naginje ka stavu da je sistematska obuka grafem–fonem odnosa neophodna, ali ne i dovoljna komponenta uspešne pismenosti. Višedecenijski „ratovi čitanja“ su došli do primirja, ali su imali značajnu ulogu u razvoju empirijskog istraživanja čitanja, podstičući rigoroznija metodološka rešenja, meta-analitičke pristupe i jasnije razgraničenje između ideoloških i empirijskih argumenata u oblasti obrazovne politike i psihologije pismenosti. Značaj fonetskog pristupa do danas je dodatno potvrđen velikim brojem longitudinalnih i eksperimentalnih studija, koje su pokazale da fonološka svesnost ne samo da predviđa kasniji uspeh u čitanju, već da njeno sistematsko podsticanje dovodi do poboljšanja čitalačkih sposobnosti (Ehri et al., 2001; National Reading Panel, 2000). Ovi nalazi doprineli su uspostavljanju savremenog teorijskog okvira u kojem se fonološka svesnost smatra jednom od ključnih komponenti ranog razvoja pismenosti.

Priroda razvoja fonološke svesnosti

Jedno od temeljnih pitanja u istraživanjima rane pismenosti jeste da li se fonološka svesnost razvija spontano kao deo opšteg jezičkog sazrevanja, ili je njen razvoj u velikoj meri zavisan od iskustva sa pisanim jezikom i formalne instrukcije čitanja. Upravo iz tog razloga su još krajem 20. veka sprovedena istraživanja na populacijama nepismenih odraslih osoba, kako bi se ispitao status fonološke svesnosti u odsustvu školskog opismenjavanja. Prema hipotezi o spontanom razvoju, fonološka svesnost bi trebalo da bude prisutna i kod nepismenih odraslih govornika, jer predstavlja metajezičku sposobnost koja proizlazi iz same strukture govornog jezika. Međutim, klasična studija Moraisa i saradnika (Morais et al., 1979) pokazala je suprotno. U istraživanju sprovedenom na nepismenim odraslim govornicima portugalskog jezika utvrđeno je da ispitanici bez iskustva čitanja imaju izrazite teškoće u zadacima fonemske segmentacije i manipulacije, naročito kada su u pitanju pseudoreči. Nasuprot tome, odrasli koji su kasnije u životu opismenjeni pokazivali su znatno bolje rezultate. Autori su zaključili da se sposobnost eksplicitne analize fonemske strukture reči ne razvija spontano, već je snažno povezana sa iskustvom u alfabetnom sistemu pisanja (Morais et al., 1979).

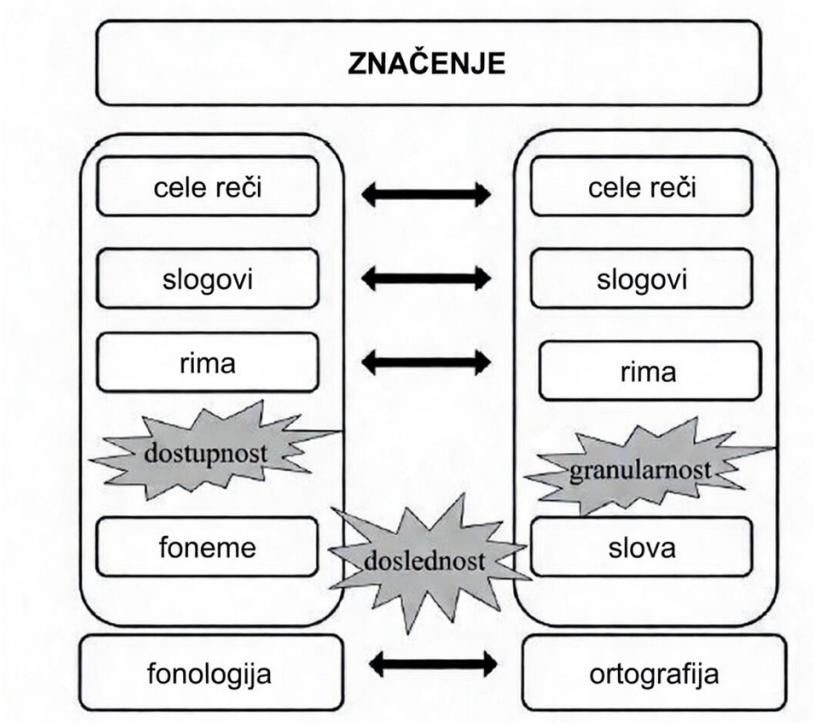
Slični nalazi studiji Moraisa i saradnika dobijeni su i u kontekstu srpsko-hrvatskog jezika. U studiji Lukatele i saradnika (Lukatela et al., 1995) ispitivani su nepismeni i delimično pismeni odrasli govornici. Autori su istakli da pismenost ne treba posmatrati kao binarnu kategoriju (pismen/nepismen), već kao kontinuum. Ključni nalaz pokazao je da su ispitanici koji su uspešno prepoznavali slova azbuke postizali bolje rezultate na zadacima fonemske svesnosti, čak i kada njihova opšta pismenost nije bila u potpunosti razvijena. Time je dodatno potvrđena teza da je poznavanje grafema i iskustvo sa pisanim kodom snažan katalizator razvoja fonoloških sposobnosti. U studiji Kosu i saradnika (Cossu et al., 1988), sprovedenoj na nepismenim govornicima italijanskog jezika, pokazano je da fonemska svesnost nije univerzalno prisutna pre opismenjavanja, čak ni u ortografijama sa transparentnim odnosom grafem–fonem. Autori su zaključili da alfabetna pismenost ima reorganizacioni efekat na fonološku reprezentaciju govora, omogućavajući finiju segmentaciju na nivou fonema. Dalja longitudinalna istraživanja pokazala su da se razvoj fonološke svesnosti odvija postepeno i hijerarhijski – od globalnijih jedinica ka finijim segmentima. Na primer, Gosvami i Brajant (Goswami & Bryant, 1990) pokazali su da su rima i slog dostupniji deci pre formalnog opismenjavanja, dok je eksplicitna fonemska segmentacija u većoj meri povezana sa učenjem čitanja. Slično tome, Eri i saradnici (Ehri et al., 2001) ističu da razvoj potpune grafem–fonem korespondencije dovodi do kvalitativne promene u načinu na koji deca analiziraju govor – fonemi postaju psihološki realne jedinice tek kroz sistematsko povezivanje sa slovima. Savremena longitudinalna istraživanja dodatno potvrđuju da fonemska svesnost i znanje slova imaju recipročan odnos. Na primer, Lervog i saradnici (Lervåg et al., 2009) pokazali su da fonemska svesnost i znanje slova nezavisno doprinose razvoju dekodiranja, ali da njihova interakcija ima snažniji efekat nego svaka komponenta izolovano. Ovi nalazi podržavaju stanovište da fonološka svesnost nije isključivo spontani razvojni produkt, već rezultat dinamičke interakcije jezičkog sazrevanja i iskustva sa pisanim sistemom.

Mada je jasno iz pomenutih studija da se fonemska svesnost može razviti uz iskustvo sa jezikom i eksplicitnu obuku čitanja u bilo kom periodu života, najveći broj studija pokazuje da je predškolski uzrast od 3 do 5 godina optimalan period za razvoj fonološke svesnosti, naročito kod dece sa predispozicijom za poteškoće u čitanju (Phillips et al., 2008; Rubio, 2025; Wolff & Gustafsson, 2022; Erbeli et al., 2024). Rani razvoj fonoloških veština se takođe pokazao vrlo značajnim kod dece nižeg socioekonomskog statusa (Lundberg et al., 2012). Iako postoje stavovi da ova vrsta učenja u predškolskom uzrastu može negativno da se odrazi na razvoj deteta kroz npr. smanjeno vreme za igru, istraživanja dosledno pokazuju da sa adekvatnim uklapanjem aktivnosti koje podstiču ranu pismenost kroz igrovni okvir, deca ne gube u drugim domenima, već samo dobijaju prednost u akademskoj pripremi. Studije ukazuju na postojanje ovog „senzitivnog prozora“ za usvajanje fonoloških veština koji je podešen na predškolski uzrast, s obzirom da ranije intervencije vode ka boljoj sposobnosti dekodiranja i spelovanja, kao i generalno razvijenijoj pismenosti, naspram kasnijih intervencija (Phillips et al., 2008; Veríssimo et al., 2021). Razvojno gledano, deca najpre osvešćuju veće fonološke jedinice (reči, slogove i rime), a tek naknadno manje jedinice (fonemi) (Anthony & Francis, 2005). Mada delom može postojati fonološka osetljivost pre osvešćivanja subleksičkih jedinica, istraživanja sugerišu da se tek sa eksplicitnom fonološkom instrukcijom ona pobuđuje i dolazi do svog razvojnog maksimuma.

Teorijski okviri fonološke svesnosti

Pitanje razvoja fonološke svesnosti nije se svelo samo na raspravu da li je urođena ili stečena, već i kako se ona razvija u interakciji sa ortografijom, jezičkom strukturom i instrukcijom čitanja. U nastavku će biti prikazani najuticajniji teorijski modeli koji pokušavaju da objasne prirodu i razvoj ove sposobnosti.

Jedan od najznačajnijih teorijskih okvira jeste teorija „veličine zrna“ (eng. *psycholinguistic grain size theory*) koju su razvili Johanes Zigler i Uša Gosvami (Ziegler & Goswami, 2005). Ova teorija polazi od pretpostavke da čitanje ne počiva isključivo na fonemi kao osnovnoj jedinici obrade, već da se deca oslanjaju na različite fonološke jedinice (od slogova i rime do fonema) u zavisnosti od karakteristika ortografije jezika koji uče. Teorija razlikuje ortografije po dubini ili transparentnosti, tj. prema direktnosti grafo-fonemskog odnosa. Plitke ili transparentne ortografije su one koje imaju direktnije ili pak jednoznačne grafo-fonemske veze, tako da je u čitanju jasnije koji se grafemski znak odnosi na koju fonemu. Primer ovakvih ortografija su italijanski ili srpski jezik, dok su na drugoj strani ovog kontinuuma transparentnosti npr. engleski i francuski, gde postoji više načina da se iste grafeme pročitaju u zavisnosti od konteksta. U plitkim ortografijama, deca relativno brzo prelaze na fonemsku segmentaciju kao dominantnu strategiju dekodiranja. U dubokim ortografijama, kao što je engleski, zbog nedoslednosti u grafo-fonemskim odnosima, veće jedinice poput rime zadržavaju važnu ulogu duže vreme. Ovaj model naglašava da razvoj fonološke svesnosti zavisi od međudejstva jezičke strukture i ortografskog sistema, te da alfabetna pismenost dovodi do restrukturacije fonoloških reprezentacija, ali na način koji je specifičan za svaku ortografiju. Uzimajući u obzir prethodno pomenute nalaze Moraisa i saradnika (1979) i Lukatele i saradnika (1995) i naglašavajući da fonemi nisu spontano dostupne jedinice svesti, već postaju psihološki realne kroz učenje čitanja, teorija postulira tri glavna problema: (1) dostupnost fonoloških jedinica u govornom jeziku, (2) doslednost ortografskih mapiranja i (3) granularnost ortografskog sistema (Slika 1).



Slika 1

Prikaz modela psiholingvističke teorije veličine zrna (adaptirano prema Ziegler & Goswami, 2005)

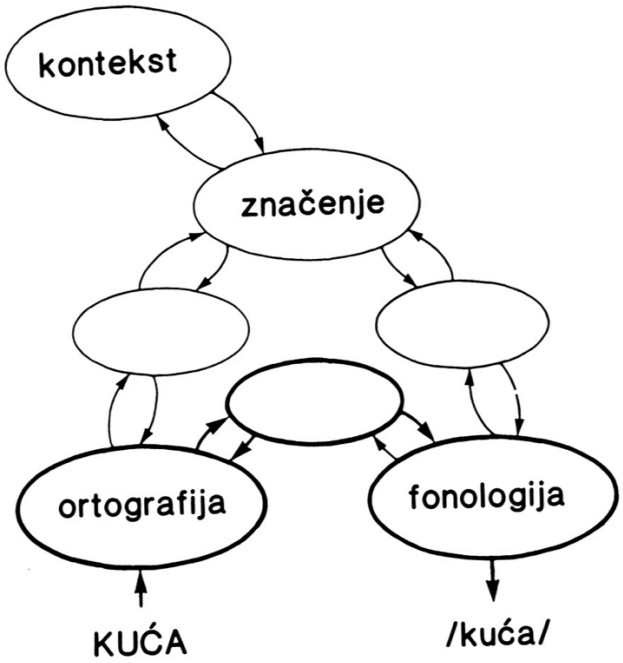
Ova teorija postulira, u skladu sa prethodnim nalazima, da fonemi nisu nužno spontano dostupne kao svesne jedinice pre učenja čitanja, već se njihova eksplicitna reprezentacija razvija kroz alfabetnu pismenost, dok se u početku češće koriste veće jedinice poput slogova i rima. Drugi problem, doslednost ortografskih mapiranja, odnosi se na stabilnost veze između grafema i fonema, pri čemu transparentne ortografije (npr. srpski) omogućavaju jednoznačnija mapiranja i raniji prelazak na fonemsku obradu, dok netransparentne (npr. engleski) zbog varijabilnosti odnosa usporavaju taj proces i produžavaju oslanjanje na veće jedinice. Granularnost ortografskog sistema

odnosi se na nivo jedinica koje pismo sistematski kodira, odnosno da li je osnovna operativna jedinica bliža fonemi ili većim segmentima poput slogova, što direktno utiče na to koje fonološke jedinice postaju dominantne u razvoju čitanja i u oblikovanju fonološke svesnosti. Psiholingvistička teorija veličine zrna podržava stanovište da alfabetna pismenost ima transformativni efekat na način na koji pojedinci percipiraju i segmentiraju govor. Empirijska podrška ovoj teoriji dolazi iz brojnih međujezičkih studija koje pokazuju da deca u različitim ortografijama razvijaju različite obrasce fonološke svesnosti i strategija dekodiranja. U dubokim ortografijama fonološke sposobnosti prepoznavanja rime i većih jedinica često imaju veću prediktivnu vrednost u ranom čitanju, dok u plitkim ortografijama fonemska svesnost brže postaje ključni faktor uspešnog dekodiranja (Ziegler & Goswami, 2005; Seymour et al., 2003). Teorija veličine zrna takođe se nadovezuje na nalaze o razvoju disleksije. Autori pretpostavljaju da teškoće u čitanju mogu proizaći iz poremećaja u uspostavljanju stabilnih mapiranja između ortografskih i fonoloških jedinica, ali da se manifestacija tih teškoća razlikuje u zavisnosti od ortografije. Na primer, u plitkim ortografijama disleksija se češće ispoljava kroz sporost čitanja (deficit fluentnosti), dok u dubokim ortografijama dolazi i do izraženijih grešaka u tačnosti (Ziegler & Goswami, 2005). Važan doprinos ove teorije jeste u tome što prevazilazi univerzalističke modele razvoja čitanja i integriše ortografsku specifičnost u objašnjenje kognitivnih mehanizama. Time se uspostavlja veza između fonološke svesnosti, ortografske strukture i razvojnih obrazaca čitalačkih sposobnosti. U tom smislu, ova teorija pruža koherentan okvir za razumevanje kako i zašto isti kognitivni mehanizmi mogu dovesti do različitih razvojnih ishoda u različitim jezicima.

Kasnija istraživanja stavila su veći akcenat na recipročan odnos između fonološke svesnosti i obuke čitanja, odakle su dalje nastali bidirekcioni modeli razvoja čitanja. Longitudinalne studije koje su sproveli Lervog i saradnici (Lervåg et al., 2009) pokazale su da fonemska svesnost i znanje slova nezavisno doprinose razvoju dekodiranja, ali da učenje čitanja istovremeno dodatno unapređuje fonološku analizu. Ovaj bidirekcioni model sugeriše da početne fonološke veštine olakšavaju usvajanje čitanja, dok samo čitanje dalje rafinira i produbljuje fonemsku svesnost, čime se uspostavlja dinamički razvojni ciklus. Fazni model razvoja čitanja koji je predložila Linea Eri (Ehri et al., 2005) pruža dodatnu perspektivu na ovaj proces. Prema ovom modelu, deca prolaze kroz kvalitativno različite faze – od prealfabetske, u kojoj se oslanjaju na vizuelne karakteristike reči, preko delimično i potpuno alfabetne faze, do konsolidovane alfabetne faze u kojoj dolazi do automatizovanog prepoznavanja ortografskih obrazaca. Fonološka svesnost i znanje slova razvijaju se paralelno i međusobno se osnažuju, pri čemu je sistematsko mapiranje grafema i fonema ključni mehanizam prelaska u potpunu alfabetnu fazu. Teorija jednostavnog modela čitanja (eng. *Simple View of Reading*) (Gough & Tunmer, 1986) dodatno razgraničava ulogu fonološke svesnosti. U ovom modelu čitanje je proizvod dekodiranja i jezičkog razumevanja. Fonološka svesnost ima ključnu ulogu u komponenti dekodiranja, ali sama po sebi nije dovoljna za razumevanje teksta. Time se objašnjava zašto fonemska svesnost snažno predviđa ranu tačnost i brzinu čitanja reči, ali ima slabiji direktni uticaj na razumevanje pročitanog, koje zavisi od šireg jezičkog i kognitivnog konteksta.

Konekcionistički modeli pokušali su da fonološku svesnost uvrste u šire modele sposobnosti čitanja (Harm & Seidenberg, 1999; Plaut et al., 1996). Osnovna pretpostavka ovih modela jeste da su reprezentacije reči distribuirane preko velikog broja jednostavnih procesnih jedinica koje povezuju ortografski ulaz (slova i nizove slova) sa fonološkim izlazom (fonemi i fonološke karakteristike izgovora). Učenje se odvija postepenim jačanjem veza između obrazaca aktivacije u ulaznim i izlaznim jedinicama, analogno procesu u kome deca tokom razvoja uspostavljaju veze između grafema i fonema (Snowling, 2002). Ovi modeli uspešno objašnjavaju činjenicu da su pravilne reči lakše za čitanje od izuzetaka, jer su obrasci preslikavanja grafem–fonem dosledniji i frekventniji (Treiman et al., 1990) dok je u ortografski transparentnijim jezicima, poput nemačkog ili italijanskog, proces učenja čitanja lakši nego u engleskom (Cossu et al., 1988; Wimmer, 1996). Najuticajniji konekcionistički okvir predstavlja tzv. „trougaoni model“ (Seidenberg & Mcclelland, 1989) koji uključuje ortografske i fonološke reprezentacije povezane preko skrivenih jedinica (Slika 2). Prva

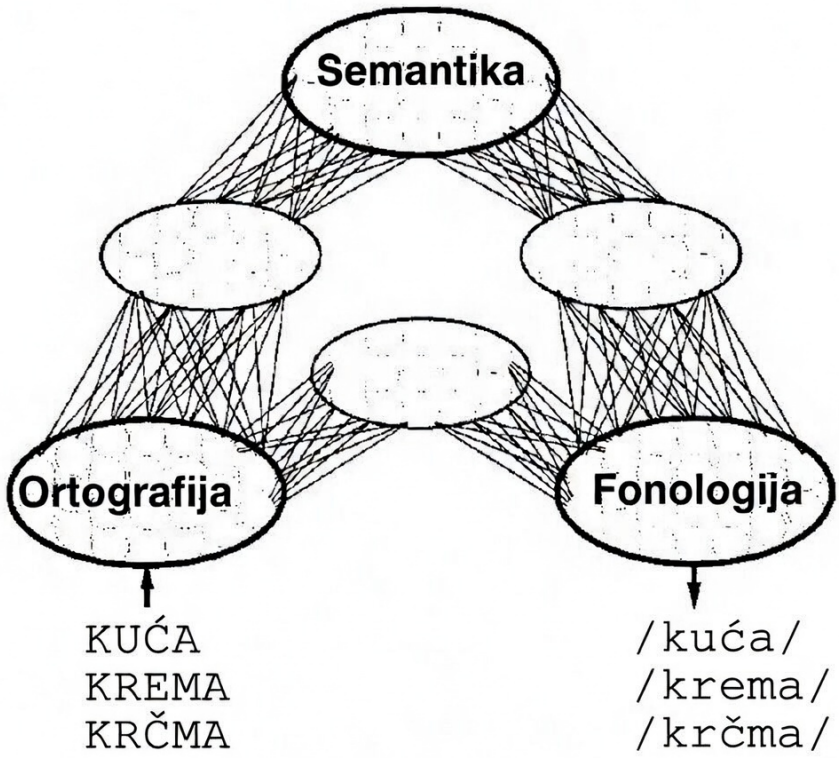
implementacija modela (SM89) simulirala je preslikavanje ortografije u fonologiju putem algoritma povratne propagacije greške, pokazujući sposobnost generalizacije na nove, netrenirane reči, što je analogno Šerovom (Share, 1995) konceptu „samoučenja“ kroz dekodiranje. Ipak, model je bio kritikovan jer je slabije simulirao čitanje pseudoreči (Besner et al., 1990), dok je semantička komponenta bila samo implicitno prisutna kroz značenje koje se javlja kao rezultat propagacije kroz skrivene slojeve.



Slika 2

Prikaz modela leksičkog procesiranja Sajdenberga i Meklilenda (adaptirano prema Seidenberg & Mcclelland, 1989)

Naredna generacija modela, koju su razvili Plaut i saradnici (Plaut et al., 1996), unapredila je reprezentacije uvođenjem eksplicitnih grafema i fonema, čime je poboljšana sposobnost čitanja novih reči (Slika 3). Kasnije je dodat i semantički put, koji doprinosi naročito u čitanju izuzetaka, dok fonološki put ostaje dominantan za pravilne reči i pseudoreči. Ovakva arhitektura omogućava razumevanje interakcije fonoloških i semantičkih veština tokom razvoja (Snowling, 1998) kao i individualnih razlika i poremećaja čitanja (Plaut, 1997). Konekcionistički modeli time nude integrativni okvir koji objašnjava kako se kroz iskustvo i statističke pravilnosti jezika oblikuje funkcionalni sistem čitanja.



Slika 3

Prikaz konekcionističkog modela prema Plautu i saradnicima, zasnovan na originalnom modelu Sajdeberga i Meklilenda (adaptirano prema Plaut, 1997)

Pomenuti i nešto savremeniji teorijski pristupi (poput bajezijanskih pristupa i statističkog učenja), zajedno sugerišu da fonološka svesnost nije ni isključivo spontani razvojni fenomen, niti isključivo posledica formalne instrukcije. Umesto toga, ona predstavlja razvojno utemeljenu, ali iskustvom moduliranu sposobnost. Globalnije jedinice poput slogova i rime dostupne su pre formalnog opismenjavanja, dok eksplicitna fonemska svesnost u velikoj meri zavisi od iskustva sa alfabetskim sistemom. Transparentnost ortografije utiče na brzinu i tok ovog prelaza, ali osnovni princip ostaje isti: interakcija govornog jezika, kognitivnog razvoja i pisanog sistema oblikuje strukturu i dostupnost fonoloških reprezentacija. Fonološka svesnost se stoga može razumeti kao dinamički konstrukt koji nastaje kroz recipročan odnos jezičkog sazrevanja i iskustva sa pismom.

Pitanje koje se može dalje postaviti je, s obzirom na to da se fonološka svesnost danas smatra jednim od najrobusnijih prediktora čitačkih sposobnosti, kako može biti prediktor ako je iskustvo sa čitanjem potrebno kako bi se ona razvila? Iz ovog pitanja proistekla je cela linija istraživanja o odnosu fonološke svesnosti sa čitalačkim veštinama.

Fonološka svesnost i predikcija čitalačkih sposobnosti

Dosadašnja istraživanja bila su prvenstveno usmerena na razumevanje fonološke svesnosti kao prediktora sposobnosti čitanja kod dece, budući da je fonološka svesnost dosledno povezana sa veštinama čitanja reči u različitim kulturama (npr. Caravolas et al., 2012; Compton, 2003; Wagner et al., 1994; Melby-Lervåg et al., 2012). S obzirom da u svakom školskom sistemu opismenjavanje kreće sa nekim oblikom interakcije sa znakovima (slovima ili slikama) i glasovnim jedinicama (fonemima ili slogovima), po logici redosleda usvajanja, opravdano je pretpostaviti da fonološka

svesnost mora prethoditi čitalačkim sposobnostima, zbog čega može biti njihov prediktor. Međutim, kako smo videli iz prethodnog poglavlja, neki vid iskustva sa pisanim jezikom je potreban kako bi se fonološka svesnost začela. Veliki broj istraživanja bio je usmeren upravo na razumevanje uzročno-posledičnih odnosa u razvoju čitanja (npr., Wagner et al., 1987; Read et al., 1986; Míguez-Álvarez et al., 2022; Wang et al., 2021; Bradley & Bryant, 1983). Međutim, ovaj odnos se pokazao kompleksnijim nego što se inicijalno smatralo. Kolić-Vehovec (2003) navodi da odnos između veština čitanja i fonološke svesnosti postoji i pre prvog razreda, ali samo ukoliko deca razvijaju rane čitalačke veštine kod kuće. Ovaj odnos dodatno se osnažuje kada se takvo rano učenje dopuni formalnom školskom nastavom čitanja. Pritom, početna prednost koju imaju rani čitaoci u odnosu na kasne čitaoce ostaje značajna najmanje do kraja trećeg razreda osnovne škole. Stoga, Kolić-Vehovec zaključuje da osnovni aspekti fonološke svesnosti predstavljaju neophodan preduslov za početak razvoja čitalačkih sposobnosti, ali da sama praksa čitanja dalje omogućava razvoj složenijih sposobnosti fonološke analize i sinteze. Ovaj zaključak se potvrđuje i kroz istraživanja koja pokazuju da rudimentarnije veštine, poput podele na slogove i rimovanje (Carroll et al., 2003; Li et al., 2025), kao i opšte sposobnosti usmenog jezika (Cooper et al., 2002), predviđaju složenije veštine fonološke svesnosti, poput fonemske svesnosti. Mnogi autori smatraju da je opravdano zaključiti da postoji dalji uzročni uticaj fonološke svesnosti na razvoj čitanja (npr., Melby-Lervåg et al., 2012; Engen & Høien, 2002).

Ukoliko fonološka svesnost bar delom prethodi čitanju i uspostavlja značajne veze sa njim, opravdano je pretpostaviti da može imati direktan uticaj na razvoj čitanja. Međutim, empirijski nalazi potvrđuju postojanje kako direktnih, tako i indirektnih i recipročnih veza između fonemske svesnosti i čitanja (Hogan et al., 2005; Kirby et al., 2025; Siregar et al., 2023), dok neki nalazi uopšte ne pronalaze direktne veze između fonološke svesnosti i kasnije čitalačke sposobnosti (Castles & Coltheart, 2004; Zugarramurdi et al., 2022; Pfost et al., 2019). Ova razlika pokazuje kompleksnost odnosa fonoloških veština i sposobnosti čitanja, koja se delom ogleda i u načinima na koje se operacionalizuje i meri fonološka svesnost, a delom u specifičnostima jezika i ortografije.

Poseban aspekat razvoja fonološke svesnosti uviđa se u razlikama između polova. Većina istraživanja dosledno pokazuje da devojčice imaju prednost u razvoju naspram dečaka i da pokazuju više razvijenu fonološku svesnost na istom uzrastu, ali ova razlika je vidljiva tek na kompleksnijim zadacima fonološke svesnosti (Mohamed et al., 2021; Lundberg et al., 2012; Winarto & Aprianti, 2023; Lazarević, 2014). Istraživanja na velikim uzorcima pokazala su da među decom sa veoma niskim početnim rezultatima na merama fonološke svesnosti ima više dečaka, dok su među najboljim ispitanicima češće devojčice, što ukazuje na jasnu polnu razliku već na ranom predškolskom uzrastu (Lundberg et al., 2012). Slični nalazi dobijeni su i u istraživanjima sa decom predškolskog i mlađeg školskog uzrasta, gde su devojčice pokazale bolje rezultate na više subtestova fonološke svesnosti i zadataka povezanih sa čitanjem (Winarto & Aprianti, 2023; Moura et al., 2009; Chipere, 2014). Neka istraživanja takođe sugerišu da devojčice razvijaju određene kognitivno-jezičke veštine povezane sa čitanjem ranije nego dečaci, što može doprineti njihovoj prednosti u fonološkoj obradi (Wilsenach & Makaure, 2018). Međutim, nisu sva istraživanja pronašla značajne polne razlike. Na primer, jedno istraživanje koje je koristilo zadatak brisanja fonema nije pronašlo glavni efekat pola, ali je zabeležilo interakciju između uzrasta i pola (Kim et al., 2018). Takođe, neka istraživanja percepcije fonetskih kontrasta u nematernjem jeziku (L2) nisu pronašla prednost devojčica, što sugeriše da su polne razlike izraženije u fonološkoj svesnosti na maternjem jeziku nego u percepciji glasova u drugom jeziku (Bryła-Cruz, 2021). Ovim se pokazuje da polne razlike nisu rezultat urođene predispozicije za fonološku osetljivost, koja se često pripisuje devojčicama, već su ove razlike uslovljene stečenim obrascima kroz prakse opismenjavanja.

Takođe, efekat socioekonomskog statusa (SES) vrlo je prisutan u različitim jezicima i obrazovnim kontekstima, pri čemu se dosledno pokazuje da je viši SES povezan sa razvojem fonološke svesnosti. Istraživanja pokazuju da deca iz porodica nižeg socioekonomskog statusa

dosledno postižu slabije rezultate na zadacima fonološke svesnosti u poređenju sa vršnjacima srednjeg ili višeg SES-a. Razlike su uočljive u više različitih subtestova fonološke svesnosti, kao i u verbalnoj memoriji i receptivnom jeziku (Saiegh-Haddad et al., 2020; Dodur et al., 2022; Bilvashree et al., 2010). Uticaj SES-a javlja se već u ranom predškolskom uzrastu i nastavlja da utiče na veštine povezane sa čitanjem, pri čemu fonološka svesnost često posreduje odnos između SES-a i kasnijeg uspeha u čitanju (Lundberg et al., 2012; McDowell et al., 2007; Bowey, 1995). Takođe, efekti socioekonomskog statusa na fonološku svesnost mogu se pojačavati sa uzrastom i indirektno uticati na razvoj čitanja kroz povezane kognitivne i jezičke prekursore (Zhang et al., 2013). Neka istraživanja dodatno ističu da fonološka i morfološka svesnost mogu različito doprineti ishodima u čitanju u zavisnosti od socioekonomskog statusa. Razlike u sposobnosti čitanja pokazale su relativno mali porast sa uzrastom kada se kontroliše fonološka i morfološka svesnost, što ukazuje da je SES indirektno uticao na čitanje kroz svoj uticaj na fonološke i morfološke prekursore čitanja (Schiff & Lotem, 2011). Ovaj efekat se najčešće objašnjava time što viši SES omogućava pristup bogatijoj jezički stimulativnoj sredini. Roditelji sa višim stepenom obrazovanja, sa kojim je SES visoko povezan, takođe češće čitaju svojoj deci i ranije ih uvode u svet pismenosti (Begić et al., 2019; Niklas et al., 2016).

Uzimajući u obzir sve pomenute faktore koji su u vezi sa razvojem fonološke svesnosti, potrebno je dobiti detaljniji uvid u fonološku svesnost kao kompozitnu sposobnost i pokazati jedinstven doprinos različitih veština koje je čine, kao i njenu ulogu u različitim jezičkim sistemima.

Komponente fonološke svesnosti

U početku je fonološka svesnost bila definisana kao jedinstven konstrukt koji se odnosi na svesnost o glasovima koji čine reči koje koristimo u svakodnevnom jeziku. Međutim, kumulativna istraživanja fonološke svesnosti tokom, najvećim delom, poslednjih šest decenija, pokazala su da je fonološka svesnost pre sposobnost koja se sastoji od više različitih komponenti, kao što su, na primer, rima, svesnost o fonemima i svesnost o slogovima (Stanovich, 1984; Stahl & Murray, 1994; Anthony & Francis, 2005). Pojedini autori tvrde i da postoji još finija razlika između fonološke svesnosti u smislu osetljivosti na sličnosti među glasovima i fonološke svesnosti u smislu segmentalne diskriminacije fonema (Carrillo, 1994; Carroll, 2001). Antoni i Fransis (2005) navode da je „fonološka svesnost jedinstvena, objedinjena sposobnost tokom predškolskog uzrasta i ranih razreda osnovne škole, koja se manifestuje kroz različite veštine tokom razvoja pojedinca“. Međutim, kako je pomenuto u prethodnom poglavlju, fonološka svesnost se ponaša drugačije u zavisnosti od jezika i veličine fonološke jedinice koja se posmatra, zbog čega je bilo neophodno postaviti teorijski okvir koji bi mogao da objasni ove kros-kulturalne razlike.

U plitkim ortografijama, gde su grafem–fonem korespondencije dosledne, najmanje jedinice (fonemi) predstavljaju efikasnu osnovu dekodiranja. U dubokim ortografijama, gde su ove korespondencije složenije i nedosledne, čitaoci se oslanjaju na veće jedinice, poput reči (Ziegler & Goswami, 2005). Na primer, u engleskom jeziku, zbog visoke ortografske nedoslednosti, fonemsko dekodiranje može biti nepouzdano, pa se rime pokazuju kao stabilnije jedinice za čitanje. Nasuprot tome, u jezicima sa transparentnom ortografijom, poput srpskog ili italijanskog, fonemsko dekodiranje je brzo automatizovano i predstavlja dominantnu strategiju u ranom opismenjavanju. S obzirom na razlike u veličini fonemskih jedinica i njihov jedinstven doprinos razumevanju razvoja čitalačkih sposobnosti u različitim jezicima, razvijen je veliki broj raznovrsnih zadataka kako bi se merili različiti aspekti fonološke svesnosti. Najjednostavnija podela bi mogla svesti zadatke na nefonemske, tj. mere šireg aspekta fonološke svesnosti kroz krupnije subleksičke jedinice (npr. slogove i rime), dok bi druga grupa potpala pod fonemske zadatke koji mere sposobnosti prepoznavanja i manipulacije pojedinačnih fonemima (Cassady et al., 2005). Ovi zadaci razlikuju se po težini u zavisnosti od stepena izloženosti podučavanju čitanja, kao i u odnosu na način na koji se čitanje podučava, odnosno da li je prepoznavanje i produkcija određenih jezičkih jedinica bila

predmet eksplicitnog podučavanja. Fonološka svesnost će ovde biti predstavljena kao kompozitna sposobnost koja se sastoji od više jedinstvenih i međusobno povezanih, ali nezavisnih sposobnosti: svesnost o rimi, slogovna svesnost, i fonemska svesnost[2].

Svesnost o rimi

Osećaj za rimu, ili sposobnost prepoznavanja rime, jedna je od rudimentarnih sposobnosti koja predviđa čitalačku spremnost. Kao mera se počela koristiti uz pretpostavku da ova vrsta fonološke senzitivnosti mora početi sa razvojem u ranom predškolskom uzrastu, naročito u periodu kada su deca izložena učestaloj stimulaciji rimom kroz dečije pesme u stihu. Kako bi se rima prepoznala, potrebno je podeliti reč bar na dva dela, tj. početak i kraj (eng. *onset* i *rime*). Gosvami i Brajant (Goswami & Bryant, 1990) su pokazali da se ova veština kod dece razvija pre ostalih fonoloških veština, te da može biti važan prekursor u razvoju složenijih oblika fonološke svesnosti.

U merenju svesnosti o rimi, najčešće se koriste zadaci procene rime koji uključuju instrukciju da se odluči da li se reči rimuju ili ne. Zadatak se može sprovoditi u vizuelnom, auditivnom ili vizuelno-auditivnom modalitetu. Ovi zadaci često uključuju i pseudoreči kako bi se varirala težina zadatka. Takođe, zadatak može biti organizovan u formi uparivanja, gde je potrebno izabrati koja od prikazanih ili izgovorenih reči se rimuje sa ciljnom reči (npr. test prepoznavanja rime sa prinudnim izborom u istraživanju (Lenel & Cantor, 1981)). Istraživači su koristili i zadatke pretrage, u kojima je potrebno izabrati dve reči koje se rimuju iz ponuđenog skupa reči, kao i zadatke izdvajanja uljeza, u kojima treba izostaviti reč koja se ne rimuje (npr., Bradley & Bryant, 1983). Uočena je značajna povezanost između uspešnosti na ovoj vrsti zadataka i uspešnosti na drugim zadacima fonološke svesnosti (Bryant et al., 1990). Pojedinci koji postižu slabije rezultate na zadacima rime obično imaju slabije rezultate i na drugim, složenijim zadacima fonološke svesnosti (Goswami & Bryant, 1990; Wang et al., 2021). Međutim, u poređenju sa ostalim fonološkim sposobnostima, sposobnost detekcije rime se pokazala kao slabiji prediktor kasnijih čitalačkih sposobnosti, ali nešto bolji prediktor razvoja percepcije govora i vokabulara (Macmillan, 2002; Mann & Foy, 2003). Ovi nalazi naveli su istraživače na zaključak da sposobnost prepoznavanja rime predstavlja osnovnu sposobnost na kojoj se izgrađuju druge fonološke veštine, ali da ona gubi prediktivnu ulogu kako se ostale fonološke sposobnosti razvijaju (Gathercole et al., 1991). Deca obično mogu da prepoznaju rimu znatno pre nego što započnu formalno učenje čitanja, te već krajem predškolskog uzrasta rima predstavlja manje važan prediktor sposobnosti čitanja.

Slogovna svesnost

Nešto složeniji oblik fonološke svesnosti predstavlja slogovna svesnost, koja se tipično meri zadacima slogovne analize, gde se od ispitanika traži da podeli datu reč na slogovne jedinice. Kompleksnost zadatka se može povećati sa povećanjem broja slogova u reči, ali i variranjem fonemske kompleksnosti. Pokazalo se da čitači u razvoju više greše u čitanju i segmentaciji slogova kada je ortografska kompleksnost viša, tj. gde postoje suglasnički klasteri (npr. u reči „brdo“) nego kada su konsonantske strukture razbijene vokalima (npr. u reči „kuća“) (Ziegler & Goswami, 2005; Seymour et al., 2003; Jovčić et al., 2026; Lazarević, 2014). U alfabetskim sistemima, slogovna svesnost se tipično razvija pre složenijih oblika fonološke svesnosti (npr. fonemske svesnosti), i ima značajan efekat kao prediktor najviše u početku razvoja čitalačkih sposobnosti (Milankov et al., 2021), pri čemu prediktivni uticaj diferencijalno varira u zavisnosti od specifičnosti jezika. U turskom

[2] Treba imati u vidu da ovaj skup užih sposobnosti nije iscrpan, već da se može razlikovati s obzirom na specifičnosti jezika i ortografskog sistema. Npr. aliteracija se koristi za zadatak u kom se identifikuju razlike između reči koje počinju istim fonemskim jedinicama. Ovaj zadatak je značajan u npr. engleskom jeziku gde reči mogu počinjati istom fonemskom jedinicom, a biti drugačije grafemski označene, ali nije relevantan u npr. srpskom jeziku u kom ne postoji ova vrsta grafo-fonemske netransparentnosti.

jeziku, učenici drugog razreda sa bolje razvijenom slogovnom svešću imali su značajno bolje rezultate u čitanju reči (Güldenoğlu, 2016). U meta-analizi sprovedenoj na španskom jeziku, svesnost o slogovima pokazala se kao snažniji prediktor razumevanja čitanja nego ostali aspekti fonološke svesnosti kod dece mlađe od 14 godina (Míguez-Álvarez et al., 2022), dok se npr. u severnom sotu jeziku (Južnoafrička Republika), koji ima ortografiju slične transparentnosti, pokazala kao manje važan faktor od fonemske svesnosti (Wilsenach, 2019).

Međutim, u jezicima koji se koriste slogovnim pismom (poput japanskih kana pisama, hiragane i katakane) ili alfaslogovnim pismom (poput indijskog bengali), slogovna svesnost se pokazala kao posebno značajna zbog načina na koji su ova pisma ustrojena. Naime, u slogovnim sistemima, logografski znakovi su mapirani direktno na slogove, tako da slogovna svesnost prirodno predviđa bolje sposobnost čitanja. Slično, jedno kros-kulturalno istraživanje na govornicima kineskog i engleskog jezika pokazalo je da svesnost o slogovima dosledno predviđa prepoznavanje kineskih karaktera više nego svesnost o fonemima (McBride-Chang et al., 2004). Rani čitaoci kanada pisma (Indija) su posebno osetljivi na slogove, a zadaci na nivou slogova (brisanje početnog ili srednjeg sloga) predstavljaju glavne nezavisne prediktore dekodiranja pseudoreči (Prabhu et al., 2025). Stoga, teško je doneti univerzalan zaključak o uticaju slogovne svesnosti na kasniju čitalačku spremu zbog raznolikosti u ortografskim pristupima u različitim jezicima, o čemu će biti više reči u narednim poglavljima.

Fonemska svesnost

Razvojno težim zadacima pripadaju veštine segmentacije pojedinačnih fonema. U zavisnosti od transparentnosti i tipa ortografije, ova sposobnost može biti više ili manje ključna u doprinosu predikciji čitalačkih sposobnosti, pri čemu je pokazano da je jedna od najsnažnijih prediktora sposobnosti čitanja reči, naročito kod poremećaja u vezi sa disleksijom (Melby-Lervåg et al., 2012). Za proveru razvoja fonemske svesnosti tipično se koriste zadaci analize, sinteze, i manipulacije fonemima.

Pod fonemskom analizom smatra se grupa zadataka usmerena na ispitivanje toga da li je razvijena sposobnost segmentacije reči na diskretne foneme. Tipični zadaci ove vrste uključuju analizu fonema, koja ponekad podrazumeva tapkanje ili brojanje fonema na prste (npr. Koje glasove čuješ u reči „pas“? Koliko glasova ima?), aliteraciju (identifikovanje reči koje počinju istim glasom) i izolaciju pojedinačnih glasova (npr. Koji je poslednji glas u reči „pas“?). Kompleksnost zadatka se povećava povećavanjem broja fonema u reči, čime se povećava opterećenje verbalne radne memorije, ali takođe i povećanjem lingvističke kompleksnosti reči (npr. uvođenjem suglasničkih klastera) ili korišćenjem pseudoreči (Chafouleas et al., 2001). Takođe, kompleksnost zadatka može varirati od jezika do jezika (Asadi, 2019; de Graaff et al., 2008), pri čemu se pokazuje da je u nekim jezicima segmentacija poslednjeg fonema lakša od prvog (npr. u arapskom), dok je u drugim jezicima obrnuto (npr. u holandskom). Da bi se testirale sposobnosti fonemske sinteze (ili spajanja), od ispitanika se traži da sastavi reč od diskretnih fonema (npr. Koju reč dobiješ kada spojiš /p/, /a/, /s/?). Broj fonemskih jedinica može varirati, pri čemu se kompleksnost zadatka može povećavati na isti način kao kod fonemske analize, sa dodatnom mogućnošću opterećenja radne memorije povećavanjem razmaka između izgovora fonema koje je potrebno sintetisati. Sposobnosti fonemske sinteze obično se razvijaju pre sposobnosti fonemske analize (Anthony & Francis, 2005), iako su međusobno značajno povezane (Wagner et al., 1994), pri čemu ovaj redosled takođe može zavisiti od transparentnosti ortografije (Lazarević, 2014).

Posebnu grupu zadataka fonemske svesnosti predstavljaju zadaci fonemske manipulacije, kojih postoji više vrsta i mogu se značajno razlikovati po kompleksnosti. Ovi zadaci su takođe tipično teži od zadataka fonemske analize i sinteze (de Graaff et al., 2011), ali i nose najveću prediktivnu moć za dalje čitalačke sposobnosti (Hulme et al., 2002; Melby-Lervåg et al., 2012; Golubović et al.,

2019). Jedan od najčešćih zadataka fonemske manipulacije je zadatak brisanja fonema. Ispitanicima se traži da izgovore (ne)reč koja ostaje kada se određeno slovo izbaci (npr. Kako zvuči reč „sat“ bez poslednjeg slova?), pri čemu se pozicija izostavljenog fonema može menjati. Tipično se najlakše brišu slova na početku reči, potom na kraju, a najteže u sredini. Od ispitanika se može tražiti i umetanje slova u već postojeće reči, pri čemu se pozicija umetnutog slova takođe može varirati (npr. Kako zvuči reč „sat“ kada na kraju dodaš slovo /e/?). Oba zadatka dodatno otežava kada se brisanjem ili umetanjem dobijaju nereči, kao i povećanje lingvističke kompleksnosti i dužine reči. Zahtevniji vid manipulacije fonemima predstavlja zadatak zamene fonema, s obzirom na to da kombinuje oba prethodna zadatka (npr. Koju reč dobiješ kada promeniš prvo slovo u reči „ćup“ u /t/?).

Iako su zadaci fonemske analize, sinteze, i manipulacije najzastupljeniji zadaci provere fonemske svesnosti, postoje i drugačiji načini ispitivanja fonemske svesnosti kod dece koju su razvili saradnici Žan Pijažea. Oni su tražili od dece da upoređuju reči prema njihovoj dužini (npr. Da li je reč „novine“ duža od reči „voz“?). Ukoliko je fonemska svesnost razvijena, deca bi trebalo da razumeju da dužina reči zavisi od broja fonema, što odražava princip konzervacije dužine. U jednom istraživanju (Berthoud-Papandropoulou, 1978) primećeno je da deca nisu uvek uspešna u ovoj vrsti zadatka, a čak i kada jesu, nije jasno koju kognitivnu strategiju koriste. Zbog toga je od dece uzrasta 5–6 godina traženo da navedu primere dugih i kratkih reči. Ovako je utvrđeno da deca često mešaju dužinu reči sa njenim značenjem kada fonemska svesnost još uvek nije razvijena, pa su, na primer, govorila da je reč „stolica“ duga reč „zato što ima duge noge da je drže“, dok je reč „oko“ kratka reč „zato što je malo“ (Berthoud-Papandropoulou, 1978).

Značaj transparentnosti ortografije za fonološku svesnost

U nekoliko navrata je prethodno u tekstu pomenuta transparentnost ortografije, a ovde će joj biti posvećena posebna pažnja kao često zanemarenom faktoru u istraživanjima fonološke svesnosti. Naime, najveći broj objavljenih istraživanja u polju fonološke svesnosti sproveden je na uzorcima sa engleskog govornog područja. Ovo je vremenom dovelo do formiranja zaključaka i teorija koje su specifične za engleski jezik, ali sa tendencijom generalizacije na druge jezike. Iz ovog razloga je već 90-ih godina prošlog veka pokrenuta rasprava o transparentnosti ili dubini ortografije kao važnom faktoru za razmatranje prilikom istraživanja u polju razvoja fonoloških sposobnosti. Dubina ortografije definiše se kao složenost i doslednost veza između grafema i fonema u određenom jeziku, pri čemu plitke ortografije imaju manje kompleksne i pravilnije odnose grafem–fonem (npr. srpski, bugarski ili italijanski), dok su u dubljim jezicima ovi odnosi manje transparentni i zavise od konteksta, što ih čini složenijim (npr. engleski ili francuski).

Iako su neki istraživači težili da fonološki razvoj predstave kao jezički univerzalan proces (npr. Goswami & Bryant, 1990; Anthony & Francis, 2005), dok su drugi pokazali da ovaj proces nije univerzalan (npr. Landerl et al., 2018), sve je više dokaza u prilog hipotezi ortografske dubine (eng. *Orthographic Depth Hypothesis – ODH*), koja pokazuje da dubina ortografije značajno utiče na razvoj fonoloških sposobnosti (Katz & Frost, 1992). U svojoj slabijoj formi, ODH pretpostavlja da stepen aktivacije preleksičkih procesa zavisi od dubine ortografije. Istraživanja koja porede čitanje u dubokim i plitkim ortografijama dosledno pokazuju da plitke ortografije podstiču preleksičke, fonološke strategije dekodiranja, dok duboke ortografije zahtevaju veće oslanjanje na leksičku i semantičku obradu. Na primer, međujezičke studije sa decom koja čitaju japansku hiraganu (plitka ortografija), različita alfabetska pisma i kanđi (duboka ortografija) pokazuju da tačnost čitanja opada, a tipovi grešaka se menjaju kako dubina ortografije raste (Ellis et al., 2004).

Mada su neka istraživanja pokazala da je fonološka svesnost manje važan faktor u razvoju čitalačkih sposobnosti u nekim plitkim ortografijama, npr. u španskom jeziku (Zugarramurdi et al., 2022), druga kros-kulturalna istraživanja su pokazala da je ipak značajan faktor i u plitkim

ortografijama, pri čemu u dubljim ortografijama ima nešto veći značaj (Ziegler et al., 2010). Istraživanja takođe uzimaju u obzir i vreme kada ovi faktori imaju doprinos, pri čemu se pokazalo da je fonološka svesnost najznačajniji prediktor prilikom usvajanja dekodiranja nezavisno od dubine ortografije, ali njena prediktivna moć opada ranije u procesu sticanja čitalačkih sposobnosti u plitkim ortografijama, s obzirom na to da se dekodiranje u proseku brže usvaja (Ziegler et al., 2010; Milankov et al., 2021; Defior et al., 2002; Seymour et al., 2003).

U posebnu grupu jezika, koji se uslovno rečeno mogu smatrati izuzetno dubokim, spadaju jezici koji se koriste logografskim pismom (mada je hipoteza o dubini ortografije primarno razvijena za alfabetske jezike). U logografskim pismima (npr. japansko kanđi i kinesko hanzi), nema dosledne grafem–fonem korespondencije, pri čemu znak najčešće predstavlja morfem/slog, a ne fonem, a iz samog znaka se često ne može pouzdano predvideti izgovor. Pored toga, većina logografskih znakova su fonetsko-semantčki složeni sklopovi, koji sadrže fonetsku komponentu, ali je ona i nosilac značenja. U logografskim jezicima, fonemska svesnost se ne pokazuje kao značajan faktor za usvajanje čitalačkih sposobnosti, ali slogovna svesnost nosi veći značaj. U studiji koju su sproveli Rid i saradnici (Read et al., 1986), učenici koji su učili isključivo logografsko pismo i oni koji su učili pinjin (alfabetsku verziju kineskog pisma) procenjivani su na više mera fonološke svesnosti. Oni koji su učili samo logografsko pismo postigli su vrlo niske rezultate na ovim zadacima, iako su bili tečni govornici i pisci kineskog jezika. Slično tome, Man (Mann, 1986) je uporedila japansku i američku decu na zadacima fonemske svesnosti. Iako japanska deca uče kanu, slogovno pismo, i ne podučavaju se alfabetu dok uče da čitaju, Man je pretpostavila da će japanska deca od šest godina imati slabije razvijenu fonemsku svesnost u poređenju sa američkom decom istog uzrasta – što se pokazalo tačnim. Međutim, japanska deca su bila vrlo uspešna u segmentaciji *more*, koja predstavlja japanski ekvivalent sloga. Budući da japanska deca uče slogovno pismo, to može objasniti njihovu uspešnost u ovom zadatku, ali isto i objasniti zašto im je fonološka svesnost slabije razvijena.

Kada govorimo o specifičnostima srpskog jezika i jezika u regionu (npr. hrvatskog, slovenačkog), ono što im je zajedničko je direktan grafo-fonemski odnos, što ih svrstava među najtransparentnije ortografije na svetu. Međutim, istraživanja na ovom govornom području pokazuju da je uloga fonološke svesnosti vrlo značajna i na ovom nivou transparentnosti ortografije. Subotić (2011) je konstruisao test fonološke svesnosti za srpski jezik i pokazao da analiza i sinteza fonema kod predškolaca predviđaju rani uspeh u čitanju. Slične rezultate su potvrdile Čolić i Savić (2025), koje su pokazale da različite komponente fonološke svesnosti kod dece predškolskog i ranog školskog uzrasta koreliraju sa ranim čitalačkim sposobnostima. Golubović i saradnici (2019) istraživali su razvoj fonološke svesnosti kod dece uzrasta od šest do osam godina i utvrdili da sistematsko vežbanje fonoloških veština, uključujući zadatke rime i aliteracije, značajno poboljšava sposobnost dekodiranja reči. Milankov i saradnici (2021) su kroz longitudinalnu studiju pokazali da fonološka svesnost predstavlja temelj uspešnog savladavanja pismenosti u transparentnim ortografijama, kao što je srpski jezik, a da njena rana stimulacija doprinosi boljoj preciznosti i brzini čitanja. U Hrvatskoj i Sloveniji, Kuvač Kraljević i saradnici (2019) su pokazali da kombinacija fonološke svesnosti i znanja slova predviđa rani razvoj čitanja kod dece u predškolskom i ranom školskom uzrastu, što dodatno potvrđuje univerzalnu ulogu fonoloških sposobnosti u procesu čitanja u transparentnim ortografijama.

Neurokognitivne fMRI studije pokazuju da se dubina ortografije ponaša kao moderator neuronskih puteva uključenih u čitanje. U plitkim ortografijama aktivniji su neleksički (fonološki) putevi, dok duboke ortografije angažuju leksičke mreže i mreže aktivne u vizualizaciji i pažnji (Buetler et al., 2013; Bartoň et al., 2023; Paulesu et al., 2000; Chyl et al., 2021a). Ova modulacija uočava se čak i kod istih ispitanika koji čitaju pseudoreči u različitim jezičkim kontekstima, što ukazuje da dubina ortografije, a ne samo jezik, pokreće ove efekte. Paulesu i saradnici (Paulesu et al., 2000) pokazali su da su italijanski studenti brže čitali pseudoreči na italijanskom nego one izvedene iz engleskog, dok kod engleskih studenata poreklo reči nije imalo uticaja. Dalje, ortografska složenost

uvodi dodatne izazove za dekodiranje i fonološku obradu, a fonemska svesnost stupa u interakciju sa drugim faktorima, kao što su znanje rečnika, memorija i opšti kognitivni razvoj, u predviđanju ishoda čitanja (Landerl et al., 2018; Ziegler & Goswami, 2005; Perfetti & Hart, 2001). Prediktivna moć fonemske svesnosti u engleskom i drugim dubokim ortografijama stoga može biti varijabilnija i manje direktna nego u transparentnijim (plitkim) ortografijama (Landerl et al., 2018).

Mada nisu sasvim usaglašeni, nalazi u ovom poglavlju nedvosmisleno pokazuju da u plitkoj ortografiji fonološka svesnost ima značajan uticaj, ali ne na isti način kao u dubokoj ortografiji i ne u istom periodu usvajanja čitalačkih sposobnosti. Ipak, ovi nalazi zajedno ukazuju na potrebu da se fonološka svesnost izučava uzimajući u obzir specifičnosti ortografije jezika.

Uloga znanja slova

Znanje slova u razvoju rane pismenosti dosledno se ističe kao jedan od najsnažnijih prediktora kasnijeg uspeha u čitanju i pisanju. Istraživanja pokazuju da poznavanje imena i glasovne vrednosti slova predstavlja ključnu vezu između usmenog jezika i grafičkog sistema, omogućavajući detetu da uspostavi stabilne veze između fonema i grafema (Ehri, 1998; Adams, 1998). U okviru fazne teorije razvoja čitanja, Linea Eri naglašava da prelazak iz prealfabetske u parcijalno i potpuno alfabetsku fazu zavisi upravo od sposobnosti deteta da poveže glasove sa odgovarajućim slovima, što implicira tesnu povezanost znanja slova i fonološke, posebno fonemske svesnosti (Ehri, 1998). Meta-analitički nalazi potvrđuju da su fonološka svesnost i znanje slova uzajamno povezani i da zajedno čine centralne komponente rane pismenosti, pri čemu njihova kombinacija snažno predviđa kasniju fluentnost čitanja (Share, 1995; Melby-Lervåg et al., 2012). U longitudinalnoj studiji koju su sproveli Lonigan i saradnici (Lonigan et al., 2000) pokazano je da kombinacija razvijene fonološke svesnosti i dobrog znanja slova u predškolskom uzrastu značajno predviđa kasniju fluentnost čitanja, pri čemu znanje slova deluje kao medijator između fonoloških veština i dekodiranja.

Ove veštine su, međutim, donekle nezavisni prediktori čitalačkih sposobnosti, a jačina njihovog odnosa zavisi od transparentnosti ortografije. Istraživanja u engleskom jeziku su pokazala da, kada se kontroliše efekat znanja slova, prediktivna moć fonološke svesnosti značajno opada (Blaiklock, 2004). U plitkim ortografijama, gde je odnos fonem–grafem relativno transparentan, očekuje se da znanje slova ima još direktniju ulogu u automatizaciji dekodiranja, jer doslednost grafemskih pravila olakšava mapiranje fonoloških jedinica na pisani kod. Istraživanja na hrvatskom jeziku pokazuju da su u plitkim ortografijama znanje slova i fonološka svesnost u još jačoj vezi (Kuvač Kraljević et al., 2019), dok su neka istraživanja u španskom pokazala da znanje o slovima može da bude i jači prediktor čitalačkih sposobnosti od fonološke svesnosti (Zugarramurdi et al., 2022). Međutim, istraživanja u srpskom jeziku pokazala su da je moguće da dete poznaje sva slova, ali da nema razvijenu fonološku svesnost niti sposobnost čitanja reči (Jovčić et al., 2026), tako da se znanje slova u plitkoj ortografiji može smatrati nužnim, ali ne dovoljnim uslovom za razvoj čitalačkih sposobnosti. Longitudinalne studije pokazuju da rana kombinacija razvijene fonološke svesnosti i dobrog znanja slova značajno smanjuje rizik od kasnijih teškoća u čitanju, dok slabosti u jednoj ili obe oblasti mogu predstavljati rani indikator rizika za razvojne poremećaje čitanja (Snowling, 1998). Fonološka svesnost ostaje važna osnova za razumevanje principa alfabetskog pisma, dok znanje slova deluje kao konkretan operativni mehanizam za primenu tog principa u čitanju i pisanju.

Uloga verbalne kratkotrajne memorije

Verbalna kratkotrajna memorija (VKM) se dugo istražuje kao faktor čitalačkih sposobnosti uz fonološku svesnost, međutim predstavlja odvojenu, nezavisnu sposobnost. Kada je redosled usvajanja u pitanju, neki istraživači su tvrdili da se fonološka svesnost ne može razviti ukoliko prethodno nije razvijena fonološka memorija, tj. da je razvijena VKM preduslov za razvoj fonološke svesnosti (npr. Wagner et al., 1987; Baddeley, 2018; Baddeley et al., 1998). Alan Bedli (Baddeley, 1997) je ovu ideju razvio u okviru svog modela radne memorije, koji uključuje fonološku petlju. Svrha fonološke petlje u ljudskoj kogniciji ostala je nejasna godinama nakon njenog prvobitnog uvođenja u model, iako je objašnjavala veliki broj eksperimentalnih nalaza iz oblasti radne memorije. Danas je, međutim, poznato da mogu biti razvijeni neki oblici fonološke svesnosti, čak i složeniji, a da se problemi pokazuju na većem opterećenju VKM, tj. kod dužih reči i rečenica, naročito kod pseudoreči (Jovčić et al., 2026). Veza između fonološke svesnosti i VKM stoga najverovatnije nije linearna, već se menja sa nivoom zahtevnosti zadatka. Dok slabije razvijena VKM može biti dovoljna za uspostavljanje rudimentarne fonemske svesnosti, na zadacima koji više angažuju radnu memoriju se može pokazati njena značajnija uloga.

Kasnije su Bedli i saradnici (Baddeley et al., 1998) predložili da je funkcija fonološke petlje da pomaže u učenju novih reči i proširivanju rečnika. Oni navode da su prethodna istraživanja pokazala povezanost razvoja fonološke petlje i rečnika, pri čemu deca sa razvijenijom fonološkom petljom imaju bogatiji rečnik i bolje čitalačke sposobnosti. Međutim, drugi autori tvrde da zadaci VKM u suštini aktiviraju iste fonološke sisteme kao i zadaci fonološke svesnosti. MekDugal i saradnici (McDougall et al., 1994) pokazali su da, iako je VKM povezana sa sposobnošću čitanja, fonološka reprezentacija predstavlja osnovni mehanizam koji objašnjava ovu korelaciju. Takođe naglašavaju da je brzina reprodukcije, a ne sama kratkoročna memorija, bolji prediktor čitalačkih sposobnosti. U ovom istraživanju su korišćene dve mere VKM, opseg pamćenja reči i brzina ponavljanja reči. Pored ovih mera, kao mere VKM se mogu koristiti i tačnost ponavljanja reči, kao i pseudoreči. Težina zadatka se može povećati produžavanjem reči, ali i povećanjem lingvističke kompleksnosti, tj. ubacivanjem suglasničkih klastera. Još jedan zadatak koji se često koristi kao mera VKM je test brzog imenovanja (eng. *rapid automatized naming – RAN*), gde se od ispitanika traži da prepozna i imenuje što brže i što tačnije objekte sa slike koji su predstavljeni. Kasnije su Karavolas i saradnici (Caravolas et al., 2012) ispitivali fonemsku svesnost, znanje odnosa slovo–glas i VKM kao moguće prediktore pismenosti. Pokazali su da sve tri varijable gotovo podjednako i nezavisno koreliraju sa čitanjem i pisanjem, kako u plitkim tako i u dubokim ortografijama, ali da verbalna kratkoročna memorija nema dodatnu prediktivnu ulogu. Slično tome, Zigler i saradnici (Ziegler et al., 2010) pokazali su da je RAN slab i ne-univerzalan prediktor u poređenju sa fonemskom svesnošću, koja se pokazuje kao dosledan prediktor čitalačkih sposobnosti kroz različite jezike.

Kratkoročna memorija može biti važnija za druge vrste fonoloških sposobnosti, na primer za prizivanje informacija i rast rečnika, ali ne i u istoj meri za samo učenje čitanja. Slično kao i za svesnost o rimi, Lervog i saradnici (Lervåg et al., 2009) sugerišu da bi RAN mogao biti značajan prediktor samo u ranoj fazi opismenjavanja. Rezultati jedne meta-analize (Melby-Lervåg et al., 2012) zasnovane na analizi 235 studija i izračunavanju 995 veličina efekta, u skladu su sa ovim nalazima. Autori u ovoj studiji zaključuju da je fonemska svesnost najsnažniji korelat individualnih razlika u čitanju reči, jer efekti opstaju i kada se kontrolišu efekti VKM i svesnost o rimi. Doprinos VKM postoji, ali za usvajanje rudimentarnih čitalačkih sposobnosti, fonološka svesnost, konkretno fonemski aspekt, ima najznačajniji doprinos.

Stimulacija razvoja fonološke svesnosti

Uzimajući u obzir specifičnost ortografije i kulturalne raznolikosti, tokom poslednjih nekoliko decenija razvijeni su brojni programi obuke i intervencije kojima se ciljano podstiče fonološka svesnost kod dece pred početak formalnog obrazovanja ili tokom ranog školovanja. Jedan od najranijih i najpoznatijih programa sproveden je u engleskom jeziku u okviru studija već pomenutog Nacionalnog panela za čitanje (National Reading Panel, 2000). Ovaj program je uključivao obuku u prepoznavanju i segmentaciji fonema, aliteraciji, rimovanju i fonemskoj sintezi, pokazujući da deca koja su učestvovala u strukturiranim fonološkim programima značajno poboljšavaju svoje veštine dekodiranja i čitanja reči u poređenju sa kontrolnim grupama. Slični programi u SAD i Ujedinjenom Kraljevstvu pokazali su da intervencije u trajanju 10–20 sati, fokusirane na fonemske veštine i veštine segmentacije, mogu značajno unaprediti sposobnost čitanja kod predškolaca i učenika prvog razreda osnovne škole (Torgesen et al., 1994; Bradley & Bryant, 1983).

U evropskim plitkim ortografijama, poput italijanskog i češkog, programi fonološke obuke su često kombinovali fonemsku segmentaciju sa eksplicitnom praksom dekodiranja reči, što se pokazalo posebno efikasnim zbog visoke doslednosti grafem–fonem odnosa. Studije Kosu i saradnika (Cossu et al., 1988) u Italiji pokazale su da deca koja su učestvovala u strukturiranim fonološkim aktivnostima postaju brža i preciznija u dekodiranju reči i pseudoslova, dok su kontrolne grupe postizale značajno slabije rezultate. U češkoj, transparentnoj ortografiji, Karavolas i saradnici (Caravolas et al., 2005) demonstrirali su da programi ranog razvoja fonemske svesnosti unapređuju fonemsku analizu i sintezu, a deca razvijaju fonemske strategije ranije nego deca u dubokim ortografijama, poput engleskog. U jezicima sa složenijom ortografskom strukturom, kao što je engleski, programi su uključivali i vežbe na nivou rime i sloga, jer fonemska svesnost sama po sebi nije dovoljna za inicijalno dekodiranje. Na primer, program *Lindamood Phoneme Sequencing Program* (LiPS) koristi multisenzornu stimulaciju (auditivnu, vizuelnu i kinestetičku) kako bi deca razvila svesnost o segmentima u rečima, i pokazao je značajan efekat na čitalačku preciznost i tečnost kod dece sa disleksijom (Lindamood & Lindamood, 1998). Slično, program *Fast ForWord* kombinovao je fonološku svesnost sa kognitivnim vežbama auditivne percepcije, što je rezultovalo povećanjem brzine dekodiranja i fonološke analize kod predškolaca i učenika početnih razreda osnovne škole (Tallal et al., 1996).

U plitkim ortografijama su se takođe sprovodili programi po uzoru na one iz dubokih ortografija. Npr. u Španiji, intervencije u predškolskim ustanovama fokusirale su se na razvoj svesnosti o slogovima, aliteraciji i fonemskom segmentiranju, pokazujući da čak i u jezicima sa transparentnom ortografijom, ciljane vežbe ubrzavaju razvoj ranih čitalačkih sposobnosti (Caravolas et al., 2012). U Finskoj, istraživanja koja su kombinovala fonološku svesnost i ranu pismenost pokazala su da programi u trajanju 12–15 sati značajno povećavaju preciznost dekodiranja kod dece pred prvom godinom škole, naročito ako se nalaze u gejmifikovanom okruženju (Lyytinen et al., 2021). Takođe, istraživanja u jezicima sa slogovnim ili alfaslogovnim sistemima, kao što je japanski (kana) ili kineski (pinjin), ukazuju na značaj obuke na nivou slogova i fonema. U studiji Rida i saradnika (Read et al., 1986), deca koja su učila pinjin pokazuju veće napredovanje u fonemskoj svesnosti nego deca koja su učila samo logografski sistem, što implicira da pravovremena fonološka obuka može prevazići ortografske izazove u učenju čitanja u različitim kulturnim kontekstima.

Evaluacije programa u različitim jezicima i kulturama pokazuju da ciljana obuka fonološke svesnosti poboljšava rane čitalačke sposobnosti, ali da se efekti i metode razlikuju zavisno od dubine ortografije, dostupnosti fonoloških jedinica i prethodnog iskustva sa jezikom. Efikasne intervencije često kombinuju segmentaciju, spajanje, aliteraciju, rimovanje i multisenzorne strategije, i primenjuju se pre početka formalnog čitanja ili tokom prvih godina školovanja (Anthony & Francis, 2005; Ziegler & Goswami, 2005). Jedan pregled neuroloških istraživanja koja ispituju kako auditivne i fonološke intervencije utiču na jezičke deficite, posebno kod dece sa disleksijom i drugim razvojnim

teškoćama u jeziku, pokazao je da ciljane intervencije mogu dovesti do merljivih promena u moždanoj aktivnosti. Intervencije koje kombinuju auditivni trening sa eksplicitnom fonološkom obukom daju snažnije i stabilnije efekte nego programi koji se fokusiraju isključivo na jednu komponentu (Ylinen & Kujala, 2015).

Iako je većina klasičnih studija o fonološkoj svesnosti i njenoj stimulaciji potekla iz engleskog i drugih zapadnoevropskih konteksta, tokom poslednjih decenija razvijeno je više programa obuke koji se odnose na srpski jezik i jezike regiona. Jedan od metoda koji se pojavljuje u literaturi, a prisutan je i u praksi, je kompleksni metod opismenjavanja (Mioč & Mioč-Stanojević, 2007), koji predstavlja sistematski, integrisani pristup učenju čitanja i pisanja koji ujedinjuje više veština u jedinstven proces (Dejković, 2014). Metod je nastao iz prakse, predvođen učiteljicom Jelenom Mioč i saradnicima u okviru nastave srpskog jezika u osnovnim školama, nastojeći da prevaziđe tradicionalne sekvencijalne metode koje su fokusirane isključivo na fonetsko dekodiranje. Glavne odlike kompleksnog metoda su:

- *Integracija fonoloških, morfoloških i semantičkih komponenti* – deca ne uče samo slova i glasove, već i značenje reči i njihove gramatičke oblike kroz kontekstualne tekstove.
- *Sintetički i analitički pristup* – sistem kombinuje segmentaciju reči na foneme i slojeve značenja sa celovitim čitanjem rečenica i tekstova.
- *Razvoj razumevanja pročitanog paralelno sa dekodiranjem* – vežbe čitanja uvek su praćene pitanjima koja podstiču razumevanje i refleksiju o tekstu.
- *Upotreba progresivnih tekstova* – tekstovi koji su prilagođeni uzrastu i povećavaju se po složenosti kako deca napreduju.

U praksi, kompleksni metod podstiče razvoj fonološke svesnosti, segmentacije i spajanja fonema, ali te veštine integriše u veći razvojni kontekst – razumevanje govornog jezika, bogatstvo vokabulara i semantičke veze. S obzirom na to da su kombinovani i kompleksni pristupi pokazali veću prediktivnu vrednost za razumevanje pročitanog nego samo izolovane fonološke sposobnosti (National Reading Panel, 2000; Torgesen et al., 1994; Lervåg et al., 2009), ovaj pristup stoji na solidnim naučno-empirijskim osnovama, iako se o njegovim efektima najčešće govori direktno iz prakse.

Po trenutnom saznanju postoji samo još jedna sistematska metoda za učenje ranih veština čitanja na srpskom govornom području koja se primenjuje u licenciranim vrtićima – ALGO metoda. Ova metoda osmišljena je da bude usklađena sa fonološkom strukturom srpskog jezika, integrišući i eksplicitne i implicitne multisenzorne aktivnosti zasnovane na igri, kako bi se ojačala veza između grafema i fonema i razvila fonemska svesnost, bez uvođenja formalne obuke čitanja. Osnovni materijali uključuju simboličke slagalice, od kojih svaka sadrži slova s jedne strane i segmente slike s druge. Svaka slagalica predstavlja reč, a broj delova slagalice odgovara broju fonema u reči. Deca prvo sastavljaju sliku, a potom okrenu delove da napišu odgovarajuću reč. Svaka neusaglašenost između slike i konstruisane reči pruža trenutnu, samokorektivnu povratnu informaciju, što najviše nalikuje Montesori pristupu. Ovaj dizajn podstiče simboličko rezonovanje, detekciju grešaka i precizno mapiranje fonema i slova, zaobilazeći manje transparentan put „slovo–reč–fonem“ tipičan za tradicionalne srpske slovarice (npr. slovo „A“ uz sliku aviona). Pored treninga na nivou fonema, ALGO uključuje struktuiranu praksu subleksikalne sinteze, počevši od dupliranja suglasnik–samoglasnik (npr. „ma–ma“), napredujući ka složenijim slogovima i suglasničkim klasterima. Ovakav pristup može se teorijski povezati sa konstruktivističkim i sociokonstruktivističkim razvojnim teorijama, prema kojima deca aktivno grade znanje kroz manipulaciju materijalima, istraživanje i interakciju sa okruženjem. Posebno je usklađen sa Pijažeovim konceptom aktivnog učenja kroz konkretne operacije i formiranje simboličkih reprezentacija, kao i sa teorijom zone

narednog razvoja Vigotskog, prema kojoj se kognitivne veštine najefikasnije razvijaju kroz strukturisane aktivnosti i podršku odraslih. Višesenzorna i manipulativna priroda aktivnosti takođe je u skladu sa utelovljenim pristupima učenju (eng. e*mbodied*), koji naglašavaju značaj telesne i perceptivne uključenosti u razvoj apstraktnih jezičkih i simboličkih sposobnosti. Mada još uvek nema naučno-empirijskih potvrda ovog konkretnog pristupa, napravljeni su prvi koraci ka validaciji (Ranđić et al., 2019), pri čemu je već pokazano da strukturalistički pristupi razvoju fonoloških sposobnosti, poput ovog, poboljšavaju tečnost u čitanju reči i pseudoreči u plitkim ortografijama (Huemer et al., 2010; Heikkilä et al., 2013). Takođe se pokazuje da programi koji se oslanjaju na kontrolisane liste reči, pseudoreči i čitanje rečenica doprinose razvoju tečnosti, fonološke svesnosti i efikasnosti dekodiranja (Saine et al., 2013).

U osnovnim školama učitelji primenjuju vrlo raznovrsne pristupe početnom opismenjavanju, pri čemu se neki više oslanjaju na fonološko osvešćivanje od drugih. Npr. analitičko-sintetička metoda stavlja akcenat na fonemsku svesnost, s obzirom da se od učenika traži da razlikuju sve foneme kako ih ne bi pogrešno čitali naglas (Milatović, 2011). Pored ove, koriste se i analitička, sintetička, i globalna metoda, koje sve imaju različite pristupe (uglavnom prevaziđene), pri čemu se danas glasovna analitičko-sintetička metoda najčešće koristi, s obzirom na to da ona objedinjuje pozitivne aspekte svih prethodno pomenutih pristupa. Fonološka svesnost se razvija najpre kroz identifikovanje reči od interesa, potom foneme od interesa u toj reči (najčešće prve), a nakon toga pronalaženja istog fonema u drugim rečima. Iz analitičke faze se prelazi u sintetičku fazu, kada se poznata slova i glasovi koriste kako bi se sastavljale i čitale nove reči.

Ovi programi, iako u manjoj meri formalizovani nego u angloameričkom kontekstu, pokazuju da se fonološka svesnost može efikasno podsticati i u plitkim (transparentnim) ortografijama, kao što je srpski, ali i u jezicima bivše Jugoslavije sa sličnom fonološko-ortografskom strukturom. Međutim, ovi programi se često sprovode nesistematski i vrlo je malo radova koji ispituju efekte ovakvih intervencija. Jedan skoriji pokušaj razumevanja kako se u predškolskom obrazovanju ovakve intervencije odigravaju sprovele su Aladrović Slovaček i Reparinac (2023) na hrvatskom govornom području. U ovoj studiji fokus je bio na „jezičkim igrama i drugim aktivnostima kojima se podstiče razvoj glasovne analize i sinteze“. Konkretno, vaspitači su pitani da li sprovode sa decom aktivnosti slaganja reči, prepoznavanja slova i prepoznavanja glasova u reči. Rezultati su pokazali da oko polovine vaspitača sprovodi ovakvu vrstu igara sa decom, od čega trećina ove igre sprovodi često. Takođe, akcenat u ovim igrama se stavlja na predškolski uzrast (5-6 godina), dok se sa mlađom decom ovakve aktivnosti sprovode samo ponekad. Ono što je primećeno takođe je da postoji mali, ali ne i zanemarljiv procenat od skoro 10% vaspitača koji ovakve igre ne sprovode sa decom nikad.

Mada u Srbiji, po trenutnom znanju, nisu sprovođena istraživanja koja su sistematski analizirala programe stimulacije fonološke svesnosti, nedavno je sprovedeno istraživanje koje je ispitivalo stavove vaspitača i učitelja o razvijenosti fonoloških veština na predškolskom i školskom nivou (Perišić & Minić, 2025). Zaključak autorki je da vaspitači i učitelji imaju pretežno pozitivne stavove o razvijenosti fonoloških veština kod dece ovog uzrasta, pri čemu je ovaj rezultat nezavisan od godina staža ispitanika. Ovo istraživanje, međutim, ima nekoliko ograničenja, na koje se i sami autori osvrću. Stavovi učitelja i vaspitača nisu upoređeni sa stvarnim merama fonološke svesnosti kod dece, te nije jasno da li je njihova percepcija u skladu sa objektivnom realnošću. Drugi je problem nedostatak kriterijuma za poređenje, s obzirom da je korišćena skala Likertovog tipa, a prosek skale kao neutralna tačka. Takođe, nisu poređeni stavovi učitelja i vaspitača, koji pokrivaju dve različite uzrasne grupe, te nije jasno da li se ovi stavovi na isti način ispoljavaju kod obe grupe ispitanika. Konačno, sama operacionalizacija stava u ovom istraživanju je indirektna, s obzirom da su ispitanici pitani da procene nivo razvijenosti veštine kod dece, a ne za njihovo mišljenje o razvoju fonološke svesnosti u ovom uzrastu uopšte. Svakako ovo istraživanje predstavlja važan korak u popunjavanju nedostajuće literature o načinima stimulacije fonoloških veština na srpskom govornom području.

Jedan od razloga zašto je potrebno više istraživanja na sprskom, pored specifičnosti plitke ortografije, jeste i opravdana strepnja da uvođenjem novog programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja – *Godine uzleta*, od septembra 2019. godine (Osnove programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja, 2018), kod dece predškolskog uzrasta nedostaje stimulacija razvoja predčitalačkih sposobnosti, što se u praksi već počelo primećivati. Naime, u samom programu je navedeno da se „rana pismenost razvija u podsticajnom jezičkom okruženju kroz aktivnosti u kojima različiti načini simboličkog beleženja i pisana komunikacija imaju svrhu u samoj aktivnosti, a ne kroz odvojeno podučavanje dece čitanju i pisanju.“ Ovim uputstvom nije naznačeno na koji način bi trebalo vaspitači da stvore ovo podsticajno jezičko okruženje, niti koje postupke da primenjuju u radu sa decom. Dodatno, vaspitači nisu obučeni u toku svog fakultetskog obrazovanja za opismenjavanje u predškolskom uzrastu. U praksi ovo rezultira multiplikacijom metoda i ad hoc rešenja koja se na nesistematičan način primenjuju kroz predškolsko obrazovanje. Posledično, deca ulaze u osnovno obrazovanje sa značajnim individualnim razlikama, pri čemu su neka deca već razvila fonološku svesnost na visokom nivou i prepoznaju sva slova, a neka još uvek nemaju razvijenu ni sposobnost analize prvog glasa (Jovčić et al., 2026). Uz to, do sada učitelji nisu imali adekvatne instrumente pomoću kojih bi ove individualne razlike mogli da ustanove, kao ni da primete potencijalne poteškoće u razvoju čitalačkih sposobnosti kod učenika, čemu će biti posvećeno naredno poglavlje.

Fonološka svesnost i poteškoće u čitanju

Veza između fonološke svesnosti i poteškoća u čitanju predstavlja jedno od najdoslednije potvrđenih nalaza u istraživanjima razvoja pismenosti. Brojne studije pokazale su da su deficiti u fonološkoj obradi, a naročito u fonemskoj svesnosti, jedno od ključnih obeležja dece sa razvojnim poremećajem čitanja, uključujući disleksiju. Iako poteškoće u čitanju nisu centralna tema ove disertacije, vredi ih pomenuti s obzirom da je ova vrsta poteškoća u direktnoj vezi sa fonološkom svesnošću. Naime, iako je pokazano da značaj fonološke svesnosti kao prediktora čitalačkih sposobnosti opada sa usavršavanjem fonoloških veština, primećeno je kako u dubokim, tako i u plitkim ortografijama, da slabije razvijena fonološka svesnost opstaje kod disleksije (Milankov et al., 2021; Melby-Lervåg et al., 2012; Stanovich, 1986; Lyytinen et al., 2006). Prema fonološkoj teoriji disleksije, koju su sistematizovali autori poput Ute Frit i Margaret Snouling, osnovni problem kod ove populacije nije primarno vizuelne prirode, već proizlazi iz nedovoljno preciznih i slabije diferenciranih fonoloških reprezentacija. Ove teškoće otežavaju uspostavljanje stabilnih veza između grafema i fonema, što direktno utiče na sporost i netačnost u dekodiranju (Frith, 1985; Snowling, 2002; Lyytinen et al., 2006).

Empirijska podrška ovom stanovištu potiče iz longitudinalnih istraživanja koja pokazuju da fonološka svesnost u predškolskom uzrastu pouzdano predviđa kasniji uspeh u čitanju. Meta-analize pokazale su snažnu povezanost između ranih fonoloških veština i kasnijeg razvoja dekodiranja, kao i da je veza između fonemske svesnosti i čitanja dvosmerna, ali da početne individualne razlike u fonološkoj obradi imaju uzročnu ulogu u razvoju poteškoća u dekodiranju (Torgesen et al., 1994; Melby-Lervåg et al., 2012). Ove početne razlike mogu poticati od genetskih predispozicija, s obzirom da blizanačke studije pokazuju da individualne razlike u sposobnosti čitanja imaju značajnu genetsku osnovu, naročito u domenu dekodiranja i fonološke obrade (Plomin & Kovas, 2005). Savremeni modeli naglašavaju da je disleksija rezultat višefaktorskog delovanja bioloških predispozicija i sredinskih uticaja, pri čemu se genetska osetljivost najčešće manifestuje kroz teškoće u fonološkoj obradi, koje potom utiču na razvoj dekodiranja i fluentnosti čitanja.

U funkcionalnom smislu, kod dece sa disleksijom uočava se specifičan obrazac – relativno očuvano opšte intelektualno funkcionisanje i usmeno jezičko razumevanje, uz izražene teškoće u fonemskoj segmentaciji, brisanju fonema i manipulaciji glasovima. Ovaj profil je detaljno opisan u radovima Stanoviča i saradnika koji je u okviru koncepta „Matejevog efekta“ ukazao na to da rani

problemi u dekodiranju dovode do smanjenog čitalačkog iskustva, što dalje produbljuje razlike između uspešnih i slabijih čitalaca (Stanovich, 1986). Deca koja sporije savladavaju fonemsko mapiranje ređe čitaju, sporije proširuju vokabular i imaju manje prilika za automatizaciju ortografskih obrazaca, čime se razvojni jaz vremenom povećava. Ono što dodatno otežava razvojni put dece sa disleksijom je razvoj kompenzatornih mehanizama. Naime, kako bi se nosili sa akademskim izazovima i pratili tempo školovanja, pojedinci sa poteškoćama u čitanju će vremenom razviti strategije u pokušaju da nadomeste ove poteškoće, koje dolaze sa dodatnim kognitivnim troškom. Rezultat ovog napora može biti bihejvioralno izjednačavanje sa tipičnom populacijom, ali kognitivini zamor koji se javlja za istu vrstu aktivnosti kod ove populacije može biti višestruko veći. Ove kompenzatorne strategije mogu se oslanjati na opšte kognitivne sposobnosti koje im omogućavaju da delimično nadomeste fonološke teškoće (npr. verbalna radna memorija, deklarativno pamćenje), ali im suštinski pomažu da zaobiđu fonološki deficit, umesto da ga direktno rešavaju (Faísca et al., 2023; van Rijthoven et al., 2022). Na ovaj način se disleksija „provlači" kroz sistem školovanja neopaženo i može dovesti do zakasnelog (ako ikakvog) otkrivanja u adolescentskom ili čak odraslom dobu, kada je efekat bilo kakve intervencije značajno umanjen.

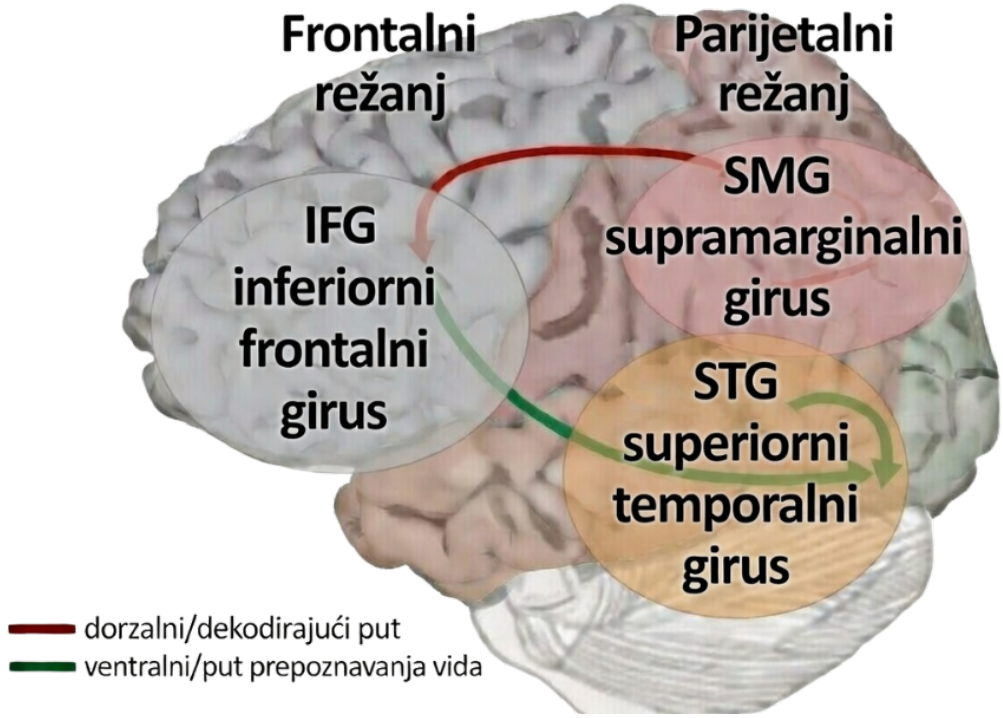
Važno je naglasiti da se odnos između fonološke svesnosti i poteškoća u čitanju javlja u različitim ortografskim sistemima, ali sa određenim varijacijama u ispoljavanju. U dubokim ortografijama, poput engleske, deficiti se često manifestuju kroz izraženu netačnost u čitanju nepravilnih reči i pseudoreči. U plitkim ortografijama, kao što je srpska, gde je grafem–fonem korespondencija dosledna, deca sa fonološkim deficitima relativno brzo dostižu visoku tačnost, ali ostaju značajno sporija u brzini čitanja. Takođe je primećeno da deca sa disleksijom u plitkoj naspram dublje ortografije imaju veću tačnost u čitanju pseudoreči, ali i dalje pokazuju manju brzinu čitanja pseudoreči naspram svojih vršnjaka bez poteškoća u čitanju (Wimmer, 1996). Ovo je jedan od razloga zašto je u plitkim ortografijama disleksiju teže uočiti, a ova razlika podržava i pretpostavku da fonološki deficit predstavlja univerzalnu osnovu poremećaja, dok ortografske karakteristike jezika moduliraju njegovu pojavu i značaj (Ziegler & Goswami, 2005; Ziegler et al., 2003).

Intervencione studije, o kojima je bilo više reči u prethodnom odeljku, dodatno potvrđuju kauzalnu ulogu fonološke svesnosti. Programi koji sistematski razvijaju fonemsku segmentaciju i eksplicitno podučavaju grafem–fonem veze pokazuju značajne efekte na unapređenje dekodiranja, posebno kada se primenjuju u ranoj fazi školovanja. Ovakve studije dosledno pokazuju da je eksplicitna i sistematska fonološka instrukcija naročito efikasna za decu u riziku od disleksije (npr. Foorman et al., 1998; Torgesen et al., 1997; Hatcher et al., 2004). Ipak, savremeni pristupi naglašavaju da fonološka svesnost nije jedini faktor uključen u nastanak poteškoća u čitanju. Pored fonološkog deficita, istražuju se i uloge brzine automatizovanog imenovanja (*RAN*), radne memorije i šireg jezičkog profila. Prema „hipotezi dvostrukog deficita" koju su predložile Vulf i Bauvers (Wolf & Bowers, 1999), kombinacija fonološkog deficita i sporosti u brzom automatizovanom imenovanju dovodi do najtežih oblika poremećaja čitanja. Ovaj model proširuje isključivo fonološko objašnjenje, ali ne negira centralnu ulogu fonološke obrade u razvoju dekodiranja.

Neuralni korelati fonološke svesnosti

Interesovanje za istraživanje neuralnih korelata neke sposobnosti obično kreće iz potrebe da se razumeju njeni deficiti, te u ovoj oblasti nije bilo ništa drugačije. Kako je ustanovljeno, kroz bihejvioralne studije, da poteškoće u čitanju opstaju do odraslog doba i da mogu proći neopaženo, postavilo se pitanje na koji način se može izmeriti ovaj kognitivini napor koji se ulaže da bi se „sustigli" efikasni čitači. Takođe, ostalo je otvoreno pitanje šta se dešava na neuralnom nivou kod pojedinaca koji su razvili kompenzatorne mehanizme na visokom nivou, tako da se bihejvioralno njihovi rezultati ne razlikuju od tipične populacije. Neurobiološka istraživanja poslednjih decenija pružila su snažnu empirijsku podršku shvatanju fonološke svesnosti kao funkcije specifičnih, ali

razvojno dinamičnih moždanih mreža. Studije funkcionalne magnetne rezonance (fMRI), elektroencefalografije (EEG), potencijala u vezi sa događajem (ERP), kao i istraživanja strukturne povezanosti bele mase, dosledno ukazuju na to da se fonološka obrada oslanja pre svega na levostranu perisilvijsku mrežu koja uključuje inferiorni frontalni girus (IFG), superiorni temporalni girus (STG) i supramarginalni girus (SMG) (Pugh et al., 2001; Cattinelli et al., 2013; Booth et al., 2000; Feng et al., 2022). Kod tipične populacije, zadaci fonemske segmentacije, manipulacije fonemima i procene rime dovode do pojačane aktivacije levog inferiornog frontalnog girusa (često dovođenog u vezu sa Brokinom regijom), kao i levih temporo-parijetalnih oblasti odgovornih za fonološko mapiranje i auditivnu analizu (Pugh et al., 2001). Ove regije čine funkcionalnu osnovu grafem–fonem integracije, odnosno neurobiološki supstrat alfabetnog principa (Slika 4).



Slika 4

Vizuelni prikaz neuralnih mreža i struktura koje su aktivne u fonološkoj obradi čitanja kroz ventralni i dorzalni put, modifikovano prema modelu Kirnsa i saradnika (Kearns et al., 2019)

Razvojne fMRI studije dodatno pokazuju da se sa napredovanjem čitalačke veštine povećava specijalizacija i efikasnost ove mreže. But i saradnici (Booth et al., 2000) utvrdili su da deca bez teškoća u čitanju tokom fonoloških zadataka pokazuju selektivnu aktivaciju levih tempo-parijetalnih regiona, dok se sa uzrastom i iskustvom čitanja javlja sve veća integracija sa ventralnim okcipitalno-temporalnim sistemom, uključujući područje vizuelne forme reči. U integrativnom pregledu, Pju i saradnici Haskins laboratorije (Pugh et al., 2013) naglašavaju da razvoj fonološke svesnosti podrazumeva funkcionalno preuređivanje mreže koja povezuje auditivne, artikulatorne i ortografske sisteme, pri čemu iskustvo sa pismom utiče na jačanje specifičnih neuralnih veza. Katzir i saradnici (Katzir et al., 2005) koristili su zadatke fonološke analize i fonološkog poređenja kako bi identifikovali moždane regije koje su aktivne prilikom manipulacije fonološkim informacijama kod veštih čitalaca. Utvrdili su da se tokom fonološke analize aktiviraju i frontalne i ventralne posteriorne oblasti, ali su zaključili da je fonološka obrada pretežno distribuirana u frontalnim regijama. Aktivnost u frontalnoj jezičkoj mreži povezana je sa čitalačkim veštinama, dok se lateralizacija na levu hemisferu kod tipično razvijajućih čitača uočava već u drugom razredu osnovne škole (Bach et al., 2010). Deca sa boljim fonološkim sposobnostima takođe pokazuju smanjenu moždanu aktivaciju

u levom temporalnom režnju naspram desne hemisfere. Slabiji čitači ispoljavaju difuzniju frontalnu aktivaciju raspoređenu preko obe hemisfere, te se odsustvo leve lateralizacije smatra pouzdanim pokazateljem ranih teškoća u čitanju (Ugolini et al., 2016). Levi fuziformni girus je naročito aktivan tokom fonološke obrade, pri čemu je nivo njegove aktivacije u funkciji čitalačke veštine (Bolger et al., 2008).

Kada je reč o verbalnoj kratkoročnoj memoriji (VKM), jedno novije istraživanje primenilo je transkranijalnu magnetnu stimulaciju (TMS) kako bi ispitalo da li je fonološka petlja specifična za jezik ili predstavlja opšti sistem auditivnog kratkoročnog skladištenja (Deschamps et al., 2020). Rezultati su pokazali da regije mozga za koje se ranije smatralo da obrađuju i govorne i negovorne zvuke (levi anteriorni supramarginalni girus – aSMG i levi posteriorni inferiorni frontalni girus – pIFG) mogu funkcionisati paralelno, barem u početnim fazama obrade. To ukazuje na mogućnost da verbalno pamćenje zavisi od više procesa koji nisu nužno isključivo fonološke prirode, što dodatno potvrđuje rezultate već pomenutih bihejvioralnih studija koje izdvajaju VKM kao poseban faktor.

Kod populacije sa razvojnim poremećajem čitanja, neurokognitivni nalazi ukazuju na dosledan obrazac atipične aktivacije. Klasična studija Šejvica i saradnika (Shaywitz et al., 2002) pokazala je smanjenu aktivaciju u levoj temporo-parijetalnoj i okcipitalno-temporalnoj regiji kod dece sa disleksijom tokom fonoloških zadataka, uz pojačanu aktivaciju levog inferiornog frontalnog girusa. Ovaj obrazac tumači se kao pokušaj kompenzacije putem većeg oslanjanja na artikulatorne i kontrolne mehanizme. Slične nalaze potvrdila je meta-analiza Rihlana i saradnika (Richlan et al., 2011), koja je pokazala konzistentnu hipofunkciju levih parijeto-temporalnih oblasti kod dece i odraslih sa disleksijom, nezavisno od jezika i ortografskog sistema.

EEG i ERP studije dopunjuju ove nalaze pružajući uvid u vremensku dinamiku fonološke obrade, pri čemu se ovim putem mogu uočiti neuralne promene i pre nego što se manifestuju promene na bihejvioralnom nivou (Ylinen & Kujala, 2015). Kod tipične populacije odraslih, fonetske promene u govornom signalu izazivaju pojavu komponente MMN (eng. *Mismatch Negativity*), koja ima vrhunac amplitude približno 100–200 ms nakon stimulusa i odražava automatsku diskriminaciju fonoloških kontrasta (Kujala & Näätänen, 2003). Ova komponenta smatra se ranim neurofiziološkim markerom fonološke osetljivosti. Kod dece sa disleksijom, međutim, ERP studije ukazuju na smanjenu amplitudu ili odloženu latenciju MMN i drugih komponenti povezanih sa fonološkom obradom. Na primer, Maurer i saradnici (Maurer et al., 2009) pokazali su da neurofiziološki pokazatelji fonološke obrade u predškolskom uzrastu mogu predvideti kasnije teškoće u čitanju, čak i pre formalnog opismenjavanja. Ovi nalazi sugerišu da se atipični neuralni obrasci mogu detektovati veoma rano u razvoju.

Posebne uvide u strukturne aspekte čitanja pružaju studije koje koriste difuzionu tenzorsku magnetnu rezonancu (DTI), dodatno naglašavajući ulogu povezanosti bele mase u razvoju fonološke svesnosti. Istraživanje koje su sproveli Klingberg i saradnici (Klingberg et al., 2000) pokazalo je da je mikrostrukturalna organizacija belih vlakana u temporo-parijetalnim putevima leve hemisfere povezana sa individualnim razlikama u čitalačkim sposobnostima u tipičnoj populaciji. Lošiji čitači (bez prijavljenog deficita) pokazuju manji integritet, tj. veću dezorganizaciju bele mase u ovoj regiji. Ovaj nalaz pokazuje da postoje razlike na neuralnom nivou i u tipičnoj populaciji, pri čemu se ova razlika odslikava u slabijoj kortikalnoj povezanosti kod slabijih čitača, ukazujući na problem neuralne konektivnosti različitih moždanih regija koje su uključene u proces čitanja kao jedan od potencijalnih uzročnika poteškoća u čitanju.

Studije sa tipičnom populacijom važne su iz još jednog razloga, na koji se i sami autori osvrću, a to je doprinos diskusiji o disleksiji kao kotinuumu poteškoća, a ne diskretnom i izolovanom poremećaju. Sličan rezultat prijavljuju i Rihlan i saradnici (Richlan et al., 2011), pokazujući da osobe sa disleksijom dosledno ispoljavaju smanjenu frakcionu anizotropiju u levim temporo-parijetalnim i

fronto-temporalnim putevima. Ovi putevi povezuju inferiorni frontalni girus sa posteriornim jezičkim regionima, što je ključno za efikasnu fonološku obradu i grafem–fonem mapiranje. Kod osoba sa disleksijom, Vandermosten i saradnici (Vandermosten et al., 2012) takođe su utvrdili smanjenu organizaciju i integritet bele mase specifično u zoni koja povezuje frontalne i temporalne jezičke oblasti. U smislu kortikalne povezanosti, Pamerova (Pammer, 2014) je analizirala neuralne promene povezane sa disleksijom i istakla da odrasli sa disleksijom često uključuju alternativne mreže u mozgu (npr. povećanu aktivaciju desne hemisfere ili drugih oblasti), što se tumači kao neuralna kompenzacija prilikom čitanja. Ovi nalazi ukazuju na to da efikasna fonološka obrada zavisi ne samo od lokalne aktivacije pojedinačnih regija, već i od integriteta mrežnih veza koje omogućavaju brzu i koordinisanu razmenu informacija.

Neuralni korelati fonološke obrade u domenu čitanja ukazuju na to da je fonološka svesnost sposobnost zasnovana na specifičnoj, ali razvojno plastičnoj mreži moždanih sistema. U tipičnoj populaciji dolazi do progresivne specijalizacije levostrane jezičke mreže i njene integracije sa ortografskim sistemima, dok se kod osoba sa disleksijom uočavaju obrasci smanjene aktivacije u posteriornim regijama, atipične funkcionalne povezanosti i kompenzatorne frontalne aktivacije. Ovi nalazi pružaju snažnu neurobiološku potporu teorijama koje fonološki deficit postavljaju u središte razvojnih poremećaja čitanja, ali istovremeno naglašavaju dinamičnu prirodu neuralne reorganizacije pod uticajem razvoja i iskustva.

Problem i cilj disertacije

Prethodna istraživanja kros-kulturalno pokazuju važnost ranog razvoja fonološke svesnosti za kasniji razvoj čitalačkih sposobnosti. Mere fonološke svesnosti, a posebno fonemske svesnosti, pokazuju se kao najznačajniji prediktori kasnijih veština čitanja. Postoje, međutim, specifičnosti u ortografskim sistemima koje se ogledaju u dubini ortografije, tj. transparentnosti grafo-fonemskih mapiranja u određenom jeziku. Najveći broj istraživanja sproveden je na engleskom govornom području gde dominira duboka ortografija, te posledično najviše znanja o razvoju fonološke svesnosti imamo iz ove literature. Srpski jezik spada u najpliće ortografije koje imaju direktne grafo-fonemske veze, ali je literatura u plitkim ortografijama, naročito na srpskom jeziku, vrlo ograničena. Uzimajući u obzir pomenuti nedostatak istraživanja, kao i specifičnosti srpske ortografije kao ekstremno plitke na skali transparentnosti, postoji potreba za boljim razumevanjem uloge fonološke svesnosti u razvoju čitalačkih sposobnosti u srpskom jeziku. Ovo razumevanje dalo bi suštinski doprinos teorijama razvoja fonološke svesnosti iz perspektive plitke ortografije. Cilj ove disertacije je da makar delom popuni ovaj empirijski jaz i kroz bihejvioralne i neurokognitivne studije pokuša da osvetli razvojni put fonološke svesnosti u ekstremno plitkoj ortografiji srpskog jezika. Razumevanju razvojne putanje konkretno fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu posvećena je Studija 1, dok je Studija 2 eksperimentalna i posvećena razumevanju uticaja intervencije koja ima za cilj stimulaciju fonološke svesnosti u predškolskom uzrastu. Konačno, Studija 3 posvećena je razumevanju dugoročnih efekata ovakve intervencije na neurokognitivnom nivou, koristeći se ERP metodologijom.

Studija 1: Razvoj fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu u plitkoj ortografiji

Uvod

Fonemska svesnost predstavlja jednu od temeljnih metajezičkih sposobnosti i dosledno se navodi kao snažan prediktor uspešnog usvajanja čitanja u različitim jezicima (Ziegler & Goswami, 2005; Snowling, 1998; de Graaff et al., 2008; Chafouleas et al., 2001), pri čemu kompleksnije fonemske veštine nose najveću prediktivnu vrednost (Hulme et al., 2002; Golubović et al., 2019).

Meta-analitičke studije pokazuju da je od različitih komponenti fonološke svesnosti, upravo fonemska svesnost ona koja ima najveći prediktivni doprinos razumevanju individualnih razlika u čitalačkim sposobnostima (Melby-Lervåg et al., 2012). U okviru psiholingvističkih modela čitanja, razvoj fonemske svesnosti posmatra se kao ključni mehanizam koji omogućava efikasno uspostavljanje veza između ortografskih i fonoloških reprezentacija (Seidenberg & Mcclelland, 1989; Harm & Seidenberg, 1999). Neurobiološki nalazi dodatno potvrđuju da rano uspostavljanje fonetskih reprezentacija doprinosi uspostavljanju stabilnih i efikasnih neuralnih puteva za dekodiranje, čime se smanjuje kognitivno opterećenje tokom čitanja i podstiče razvoj fluentnosti (Boets et al., 2013; Wang et al., 2021).

U jezicima sa plitkom ortografijom, kakav je srpski, očekivalo bi se da dosledna grafem–fonem korespondencija olakšava proces opismenjavanja. Istraživanja u drugim transparentnim ortografijama (npr. nemačkom i italijanskom) pokazuju da deca u takvim sistemima relativno brzo savladavaju dekodiranje (Cossu et al., 1988; Wimmer, 1996). Međutim, psiholingvistička teorija veličine zrna (Ziegler & Goswami, 2005) naglašava da čak i u transparentnim ortografijama fonemska svesnost ostaje ključna, jer omogućava preciznu segmentaciju i manipulaciju najmanjim jedinicama govora, posebno u složenijim fonološkim strukturama. Time se fonološka svesnost ne može posmatrati kao manje relevantna u plitkim ortografijama, već kao temelj na kome se gradi brza automatizacija čitanja. Primećeno je takođe da postoji brže usvajanje fonemske svesnosti u plitkim ortografijama naspram dubokih (Ziegler et al., 2010; Milankov et al., 2021; Defior et al., 2002; Seymour et al., 2003), ali da je njena prediktivna moć najveća u početnim fazama opismenjavanja. Ono što je ostalo upitno je koliko bi rano zapravo fonemsku svesnost trebalo ispitivati u ekstremno plitkoj ortografiji, poput srpskog jezika, da bi se njena prediktivna moć maksimalno iskoristila.

Uprkos toj teorijskoj i empirijskoj osnovi, literatura o razvoju fonološke, a posebno fonemske svesnosti, na srpskom jeziku ostaje ograničena. Postoje radovi iz oblasti defektologije i pedagogije koji se bave poremećajima čitanja i intervencijama (npr. radovi objavljeni u časopisima *Specijalna edukacija i rehabilitacija* i *Nastava i vaspitanje*), ali sistematska razvojna istraživanja tipične populacije predškolskog uzrasta su retka. U domaćoj defektološkoj literaturi fonološki deficit se često ističe kao centralni mehanizam razvojne disleksije, u skladu sa nalazima u dubokim ortografijama (Snowling, 1998; Shaywitz et al., 2002), dok pedagoška literatura naglašava značaj rane jezičke stimulacije i pripreme za opismenjavanje (npr. Milatović, 2011). Ipak, nedostaje precizno empirijsko mapiranje toga kada deca u Srbiji spontano dostižu nivo razvijene fonemske svesnosti pre formalne obuke čitanja, uzimajući u obzir da ova rana fonemska stimulacija nije sistematska.

Ovo pitanje dobija dodatni značaj u kontekstu obrazovne politike. Naime, formalno opismenjavanje od 2019. godine u Srbiji ne počinje pre prvog razreda osnovne škole, kada deca imaju 6-7 godina, iako je već i u domaćoj literaturi poznato da se psihološki uslovi za obuku čitanja mogu steći već od treće godine, a do pete godine se može već krenuti sa masovnim opismenjavanjem (Milatović, 2011). Međutim, aktuelni predškolski program „Godine uzleta“ promoviše razvoj rane pismenosti kroz bogato jezičko okruženje i simboličku igru, ali obeshrabruje formalnu obuku čitanja pre polaska u školu (Službeni glasnik RS, 2018). Istovremeno, formalna nastava u prvom razredu postavlja visoka očekivanja u pogledu brzine i tačnosti čitanja do kraja prve školske godine (Službeni glasnik RS, 2017). Važnost metodički jasno organizovane stimulacije razvoja fonoloških sposobnosti se naglašava u predbukvarskom periodu, ali ne postoji konsenzus oko toga koliko bi ove vežbe trebalo da traju niti na kom uzrastu bi trebalo da se sprovode (Milatović, 2011). Uprkos tome, istraživanja pokazuju da deca u drugom razredu i dalje imaju problem sa zadacima fonemske svesnosti (Panić & Đorđević, 2015), a očekivano je da u plitkoj ortografiji srpskog jezika ove veštine već u predškolskom uzrastu budu na višem nivou (Milošević et al., 2022). Uz to, po trenutnom znanju, ne postoje standardizovani instrumenti za trijažnu proveru predčitalačkih i ranih čitalačkih sposobnosti pri polasku u prvi razred osnovne škole, iako se učiteljima preporučuje da imaju uvid u individualne razlike učenika kako bi mogli da primene adekvatan metod obuke (Milatović, 2011; str. 44, str. 103).

Među skorije razvijenim testovima na sprskom jeziku postoji adaptirana verzija Pred-Čip testa (Kuvač Kraljević & Lenček, 2012) koji je u upotrebi za defektologe, ali se ne primenjuje prilikom testiranja zrelosti za polazak u osnovnu školu. U takvim okolnostima, nepoznato je u kojoj meri su razvijene fonološke kompetencije dece koja polaze u školu, a individualne razlike, usled nesistematične stimulacije fonološke svesnosti, mogu biti izražene (Jovčić et al., 2026). Takođe, pokazano je da, iako je u praksi primećen pad pripremljenosti za početak formalne obuke čitanja kod dece prethodnih nekoliko godina, ovo stanje nije sasvim u skladu sa percepcijom vaspitača o nivou razvoja fonološke svesnosti kod predškolaca (Perišić & Minić, 2025). Pomenuti razlozi stvaraju potrebu za ispitivanjem fonemske svesnosti na većem uzorku dece nakon uvođenja novih Osnova programa.

Dodatan razlog za ovo istraživanje predstavljaju rezultati Srbije na PISA testiranjima. Longitudinalna istraživanja u drugim zemljama pokazuju da rane jezičke i fonološke veštine snažno predviđaju kasnije čitalačke ishode, uključujući rezultate na velikim međunarodnim procenama poput PISA testiranja (Eklund et al., 2018). Uprkos transparentnosti srpske ortografije, rezultati prethodnih PISA testova (Pavlović-Babić & Baucal, 2013; Videnović & Čaprić, 2019; Čaprić & Videnović, 2024) pokazuju da su deca u Srbiji stabilno ispod proseka po sposobnosti čitanja, dok skoro 40% srednjoškolaca ne dostiže nivo funkcionalne pismenosti u čitanju. U svetlu tzv. „Matejevog efekta“ (Stanovich, 1986), rane razlike u fonološkim i čitalačkim veštinama mogu se vremenom kumulativno uvećavati. Deca koja rano razviju fonološku svesnost brže automatizuju čitanje, više čitaju i dodatno unapređuju jezičke i kognitivne veštine, dok deca sa slabijim početnim osnovama zaostaju sve više. Iz ovog ugla možemo pretpostaviti da je rani raskorak između „dobrih“ i „loših“ čitača upravo ono što dovodi do ispod-prosečnih rezultata srpskih srednjoškolaca na PISA testiranju. Ukoliko je ovo slučaj, osnovano je pretpostaviti da se ovaj rezultat pojavljuje zbog nepravovremene i nesistematske stimulacije fonoloških veština u predškolskom uzrastu, najpre fonemske svesnosti, koja se dalje prenosi na sposobnost dekodiranja i, posledično, čitanja sa razumevanjem.

Iako je pokazano da je fonološka svesnost u srpskom značajan prediktor čitalačkih veština još pre formalne obuke čitanja (Ječmenica & Golubović, 2021), dok je u hrvatskom pokazano da početna prednost koju rani čitači imaju u odnosu na kasne je značajna je najmanje do kraja trećeg razreda osnovne škole (Kolić-Vehovec, 2003), ne postoji saglasnost oko vremena kada bi trebalo početi sa stimulacijom razvoja fonološke svesnosti. Trenutne obrazovne politike u Srbiji nisu u skladu sa literaturom u drugim plitkim ortografijama koja pokazuje dosledno da je optimalan početak za sistematsku fonološku obuku u predškolskom uzrastu, najčešće 3-5 godina (Phillips et al., 2008; Rubio, 2025; Wolff & Gustafsson, 2022). Naprotiv, istraživanja u Srbiji pokazuju da baš u ovom uzrastu nisu ispunjeni minimalni uslovi u predškolskom okruženju za podsticanje razvoja pismenosti (Ševa & Radišić, 2013), pri čemu formalno obrazovanje pre pripremno predškolskog perioda nije obavezno. U domaćoj praksi se i dalje mogu pronaći dva suprotstavljena stanovišta, pri čemu jedno stavlja akcenat na spremnost za čitanje, a drugo na razvoj rane pismenosti (Vukomanović Rastegorac, 2022). Prema prvom stanovištu, nastalom još tridesetih godina prošlog veka, trebalo bi sačekati da dete kognitivno sazri kako bi bilo spremno za formalnu obuku čitanja, a ova spremnost se dostiže tek polaskom u prvi razred osnovne škole (Morphett & Washburne, 1931). Ovo stanovište je i dalje prisutno u nekim zemljama regiona (Kuvač Kraljević et al., 2019), ali je širom sveta mahom prevaziđeno u skladu sa akumuliranim empirijskim dokazima koji podržavaju stanovište koje stavlja akcenat na razvoj rane pismenosti (Ševa & Radišić, 2013). Šoškić i saradnice (Šoškić et al., 2019) su pokazale da roditelji u Srbiji u velikom broju prepoznaju da su deca zainteresovana za čitanje pre šeste godine (90% ispitanih roditelja), ali i da se u njihovim stavovima po pitanju vremena za početak opismenjavanja ogleda stanovište o kognitivnoj spremnosti, koje je u skladu sa trenutnim obrazovnim okvirima. Iako praksa često kasni za teorijom i empirijskim nalazima, roditeljski stavovi imaju tendenciju da se usklađuju sa praksom jer je doživljavaju kao stručno podržano najbolje rešenje.

Uzimajući u obzir empirijske nalaze, ostaje nejasno na kojim osnovama se zasnivaju trenutne obrazovne politike. Takođe, šta se podrazumeva pod formalnom obukom čitanja i razvojem rane pismenosti ostaje u velikoj meri neprecizno. Metodika nastave srpskog jezika kojom raspolažu učitelji tokom svog fakultetskog obrazovanja daje osnovne didaktičke upute učiteljima, ali ne i vaspitačima, za instrukciju čitanja. Ovde nastaje i obrazovni jaz, gde je vaspitačima od samog početka onemogućeno da se u većoj meri bave opismenjavanjem, ali ujedno se otvara i prostor da se fonološke veštine u predškolskom uzrastu ne stimulišu na adekvatan način. Uz to, metodika daje pregled metoda i postupaka koji su učiteljima na raspolaganju, ali ne i na koji način da ih sprovedu, čime se učiteljima ostavlja sloboda da samostalno preuzmu ili osmisle sisteme instrukcije čitanja i opismenjavanja (Milatović, 2011). Sve ovo, uz nedostatak standardizovanih instrumenata za merenje predčitalačkih i čitalačkih sposobnosti koji su dostupni učiteljima, dovodi do stvaranja plodnog tla za previđanje poteškoća u čitanju i neadekvatno tretiranje istih. Uz rano prepoznavanje ovih poteškoća, rizične grupe bi mogle da dobiju blagovremeni podstrek i adekvatne alate da savladaju probleme u čitanju, a tipični čitači bi mogli da ranije postanu fluentni i ostvare ranu prednost.

Cilj

Opšti cilj ove studije je da prikaže razvoj fonemske svesnosti na predškolskom uzrastu u plitkoj ortografiji srpskog jezika. Ovaj cilj motivisan je preispitivanjem stava o kognitivnom sazrevanju naspram stava o razvoju rane pismenosti, te je takođe cilj ove studije da se ispita uzrast na kojem deca bez formalne obuke čitanja kroz iskustvo u sistemu predškolskog obrazovanja razvijaju veštine fonemske analize i sinteze.

Hipoteze

Na osnovu oskudnih nalaza o razvoju fonološke svesnosti na srpskom i jezicima regiona, oslanjajući se primarno na stranu literaturu o rezultatima u plitkim ortografijama, postavljaju se tri pretpostavke prve studije.

H1.1 Fonemska svesnost se u srpskom jeziku razvija u predškolskom uzrastu

Ova hipoteza polazi od logike da ne postoji razlog zašto fonemska svesnost ne bi mogla da bude visoko razvijena u krajnje plitkoj ortografiji srpskog jezika na predškolskom uzrastu. Ova pretpostavka se bazira na tome da je iskustvo u srpskom sa grafo-fonemskim mapiranjem neposrednije i direktnije nego u dubokim ortografijama, pri čemu je moguće dobiti efektne rezultate sa obukom čitanja u drugim (kako dubokim, tako i plitkim) ortografijama već na uzrastu od 3 godine. Hipoteza 1 biće proverena uvidom u frekvencije tačnosti na zadacima fonemske analize i sinteze na celom uzorku i različitim uzrasnim grupama. Ukoliko je moguće da fonemska svesnost bude u potpunosti razvijena u predškolskom uzrastu, makar na delu uzorka, hipoteza će biti potvrđena. Pod „u potpunosti razvijenom“ fonemskom svesnošću ovde se podrazumeva da dete u potpunosti tačno reši sve zadatke fonemske analize i sinteze. Dodatno potkrepljenje ovoj hipotezi bi dala potvrda da je fonemska svesnost u potpunosti razvijena ne samo u pripremno-predškolskom uzrastu, već i kod dece iz mlađih predškolskih grupa, čime se pokazuje neopravdan stav da je potrebno čekati kognitivno sazrevanje za instrukciju čitanja do prvog razreda osnovne škole.

H1.2 Neće biti grupnih razlika u razvijenosti fonemske svesnosti osim uzrasnih

S obzirom da je zajedničko svim predškolcima da nisu prošli formalnu obuku čitanja koja je predviđena osnovnom školom, razvoj fonemske svesnosti u ovom dobu može se pripisati spontanom

razvoju i nesistematskom podsticanju kroz jezičke igre i iskustvo sa čitanjem u kućnom i predškolskom okruženju. Mada iz prethodnih istraživanja postoji osnova da se pretpostavi da devojčice u ovakvim okolnostima razvijaju fonemsku svesnost brže nego dečaci, u ovoj studiji se pretpostavlja da unutar iste predškolske grupe neće biti značajnih razlika između dece u polu, kao i da neće biti razlike između dece istog uzrasta u različitim predškolskim ustanovama. Jedini značajan grupni efekat se očekuje na nivou uzrasta. Ova hipoteza biće proverena kroz ANOVA analizu koja će ispitati razlike između dečaka i devojčica iz različitih predškolskih grupa i različitih ustanova na tačnosti u zadacima fonemske analize i sinteze.

H1.3 Optimalan period za razvoj fonemskih veština biće identifikovan u predškolskom uzrastu

Ova hipoteza nadovezuje se na prethodne dve hipoteze, s obzirom na to da se očekuje da fonemska svesnost, bar na rudimentarnom nivou, bude razvijena u predškolskom uzrastu. Kako bi se dobio uvid u dinamiku razvoja ove sposobnosti kroz predškolski period, uzrast će biti korišćen kao prediktor razvoja fonemske svesnosti, tj. tačnosti u zadacima fonemske analize i sinteze. U nedostatku longitudinalnog praćenja, uzrast će biti tretiran kao transverzalni prediktor. Na osnovu segmentirane regresione analize, ROC krive, i binarne logističke regresije, biće identifikovani senzitivni prozori kada se u razvoju fonemske analize i sinteze događaju značajne promene. Ove tačke će biti jasni pokazatelji na kom uzrastu dolazi do značajnog napretka ili stagniranja u razvoju fonemske svesnosti, čime će se dobiti uvid u optimalan period razvoja ove veštine u srpskom jeziku. Na ovaj način takođe možemo posebno analizirati veštine fonemske analize i sinteze i pokazati da li se trendovi njihovog razvoja podudaraju sa razvojem u drugim jezicima, što može informisati praktičare u kom periodu i kojim redosledom da uključuju vežbe za razvoj fonemske svesnosti.

Metod

Uzorak

U istraživanju je učestvovalo ukupno 250 dece predškolskog uzrasta, starosti između 3.5 i 6.5 godina (odnosno 40–88 meseci, M = 66 meseci, SD = 11.8), iz četiri privatna vrtića u Beogradu. Uzorak je bio rodno izbalansiran, sa 48% devojčica, i predstavlja tipičnu urbanu predškolsku populaciju. S obzirom da privatni i državni vrtići u Srbiji prate iste osnove programa (Osnove programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja, 2018), nije bilo opravdanog razloga da se pretpostavi da u privatnim vrtićima postoje devijacije u programu i ne očekuje se da deca u ovim vrtićima imaju prednost naspram dece u državnim vrtićima.[3] Sva deca su bila izvorni govornici srpskog jezika, bez prijavljenih oštećenja sluha, neuroloških stanja ili razvojnih poremećaja koji bi mogli uticati na jezički ili kognitivni razvoj. Uzorkovane su različite uzrasne grupe tako da obuhvate periode razvoja fonemske svesnosti pre početka formalne obuke čitanja, koja u Srbiji počinje u prvom razredu osnovne škole kada deca imaju 6–7 godina.

Procena fonemske svesnosti

Fonemska svesnost procenjena je zadacima posebno osmišljenim za decu predškolskog uzrasta, pre početka formalne obuke čitanja. Zadaci su prilagođeni leksičkoj strukturi srpskog jezika i vokabularu dece predškolskog uzrasta. Zbog nepostojanja standardizovanih instrumenata za

[3] Usled manjka vrtića u određenim opštinama, privatni vrtići u Beogradu su u potpunosti subvencionisani za upis od strane države, tako da deca imaju jednaku šansu za upis u privatni vrtić kao i u državni vrtić. Upis u privatni vrtić se ne plaća dodatno, te se ne očekuje da u ovim vrtićima postoje znatno drugačiji uslovi naspram državnih.

procenu fonemske svesnosti na srpskom jeziku u vreme prikupljanja podataka, razvijeno je pet paralelnih formi setova zadataka fonemske analize i sinteze. Svaka forma sadržala je 40 stavki podeljenih u dve skale (20 stavki po skali): fonemska analiza (FA) i fonemska sinteza (FS).

Fonemska analiza sadržala je 4 vrste zadataka gradiranih po težini. Deca su imala zadatak da identifikuju prvi fonem, poslednji fonem, drugi fonem, i da razlože celu reč na sve foneme koje je čine. U svakom zadatku fonemske analize je bilo po 5 stavki, pri čemu je gradirana dužina stavki od 3 do 6 slova. Skala fonemske sinteze je takođe sadržala četiri zadatka i zahtevala je od dece da sintetizuju nizove fonema u cele reči. Težina zadataka je gradirana dužinom reči, tako da je svako dete imalo zadatak da sintetiše 3, 4, 5 i 6 fonema u celu reč. Svaki od ovih zadataka je imao po 5 stavki iste dužine reči.

Upotrebljene reči u paralelnim formama bile su balansirane prema dužini i vrsti reči, uz kontrolisanu fonološku složenost ograničavanjem na strukture CVCV ili VCVC (C–suglasnik, V–samoglasnik). Radi postizanja ravnoteže u vrsti reči, svaki zadatak sadržao je pored imenica bar jedan glagol i jedan pridev. Distribucija dužine reči pažljivo je kontrolisana unutar svakog zadatka, pri čemu se kod fonemske analize, gde se gradira dužina reči unutar jednog zadatka, dodatno vodilo računa da se minimalno ponavljaju iste dužine reči u različitim vrstama (npr. ako je u prvom zadatku glagol imao 3 slova, u drugom zadatku će imati 4). Poznatost reči takođe je kontrolisana, tako što su dva eksperta za dečji jezički razvoj odabrala reči koje su najzastupljenije u predškolskom rečniku dece. Svih 5 paralelnih formi testa se mogu videti u Prilogu 1. Testiranje je sprovedeno individualno, od strane četiri obučena ispitivača, koji su odgovore svakog deteta beležili kao tačne (1) ili netačne (0). Forme testa bile su ravnomerno raspodeljene među ispitanicima (približno 50 dece po formi).

Procedura

Za svu decu pribavljena je saglasnost roditelja za učešće u istraživanju, a testiranje je sprovedeno individualno, u tihim prostorijama, od strane obučenih ispitivača sa iskustvom u radu sa decom. Ispitivanje je sprovedeno u vrtiću koji dete inače pohađa, tako da je okolina detetu bila poznata i omogućila je prijatne uslove za testiranje. Ispitivanje je sprovedeno usmenim putem, pri čemu su ispitivači beležili odgovore u papir-olovka formatu. Svako dete je prošlo kroz jednu formu testa koja je sadržala 40 zadataka fonemske svesnosti (20 zadataka fonemske analize i 20 zadataka fonemske sinteze). Deci je zadatak predstavljen kao igra sa slovima kako bi se smanjila anksioznost povezana sa testovnom situacijom.

Svako dete je najpre prošlo kroz zadatke analize, potom kroz zadatke sinteze. Sva deca su prolazila kroz zadatke istim redosledom po datoj formi, bez randomizacije stavki. U zadacima fonemske analize od dece je traženo da usmeno identifikuju prvi, drugi i poslednji glas koji čuju u reči (npr. „Koji je drugi glas koji čuješ u reči /pas/?“), dok su u četvrtom tipu zadatka imali zadatak da razdvoje reč na pojedinačne glasove koristeći prste kako bi označili svaki glas (npr. „Pokaži prstima koje glasove čuješ u reči /pas/. Na svaki prst stavi po jedan glas.“). U zadacima fonemske sinteze deca su imala zadatak da usmeno kažu koja reč nastaje kada se spoje glasovi koje ispitivač izgovara, pri čemu su glasovi izgovarani tempom sa razmakom ne dužim od jedne sekunde između njih, kako bi se smanjilo opterećenje radne memorije (npr. „Šta dobiješ kada spojiš glasove /p/, /a/, /s/?“). Testiranje je trajalo između 20 i 40 minuta po detetu. Prikupljanje podataka realizovano je u periodu od aprila do juna 2019. godine.

Rezultati

Sve statističke analize sprovedene su u programu R (R Core Team, 2024). Jednofaktorskom analizom varijanse je provereno postojanje razlika između testovnih formi, pri čemu je nezavisna varijabla bila test sa 5 nivoa (5 paralelnih formi), dok je zavisna varijabla bila prosečna tačnost na svakom zadatku. ANOVA je pokazala da nema značajnih razlika u postignuću između formi ($p = .897$ za zadatke fonemske analize i $p = .939$ za zadatke fonemske sinteze), što je omogućilo objedinjavanje podataka po formama, tako da su nadalje sve analize sprovedene na totalnom uzorku (N = 250).

S obzirom da su korišćeni nestandardizovani testovi, sprovedene su analize pouzdanosti kako bi se utvrdila unutrašnja konzistentnost skala. Skala fonemske analize pokazala je veoma visoku internu konzistentnost ($\alpha = .92$), što ukazuje na odličnu pouzdanost skale, dok je prosečna inter-ajtem korelacija bila visoka ($r = .73$), što govori u prilog snažnoj povezanosti između zadataka fonemske analize. Vrednosti pouzdanosti pri izostavljanju pojedinačnih zadataka kretale su se od $\alpha = .86$ do $\alpha = .95$, pri čemu nijedan primer nije značajno narušavao ukupnu pouzdanost skale. Korelacije stavki sa ukupnim skorom bile su visoke (.62–.91), što potvrđuje dobru homogenost zadataka. Skala fonemske sinteze pokazala je takođe veoma visoku internu konzistentnost ($\alpha = .94$), što ukazuje na odličnu pouzdanost skale. Prosečna inter-ajtem korelacija bila je visoka ($r = .80$). Izostavljanje pojedinačnih stavki ne dovodi do poboljšanja ukupne pouzdanosti ($\alpha = .91$–$.93$), što sugeriše da svi zadaci doprinose koherentnosti skale. Korelacije stavki sa ukupnim skorom bile su visoke (.82–.89), što potvrđuje dobru homogenost i kvalitet svih zadataka u skali. Deskriptivni statistici za svaku formu prikazani su u Prilogu 2.

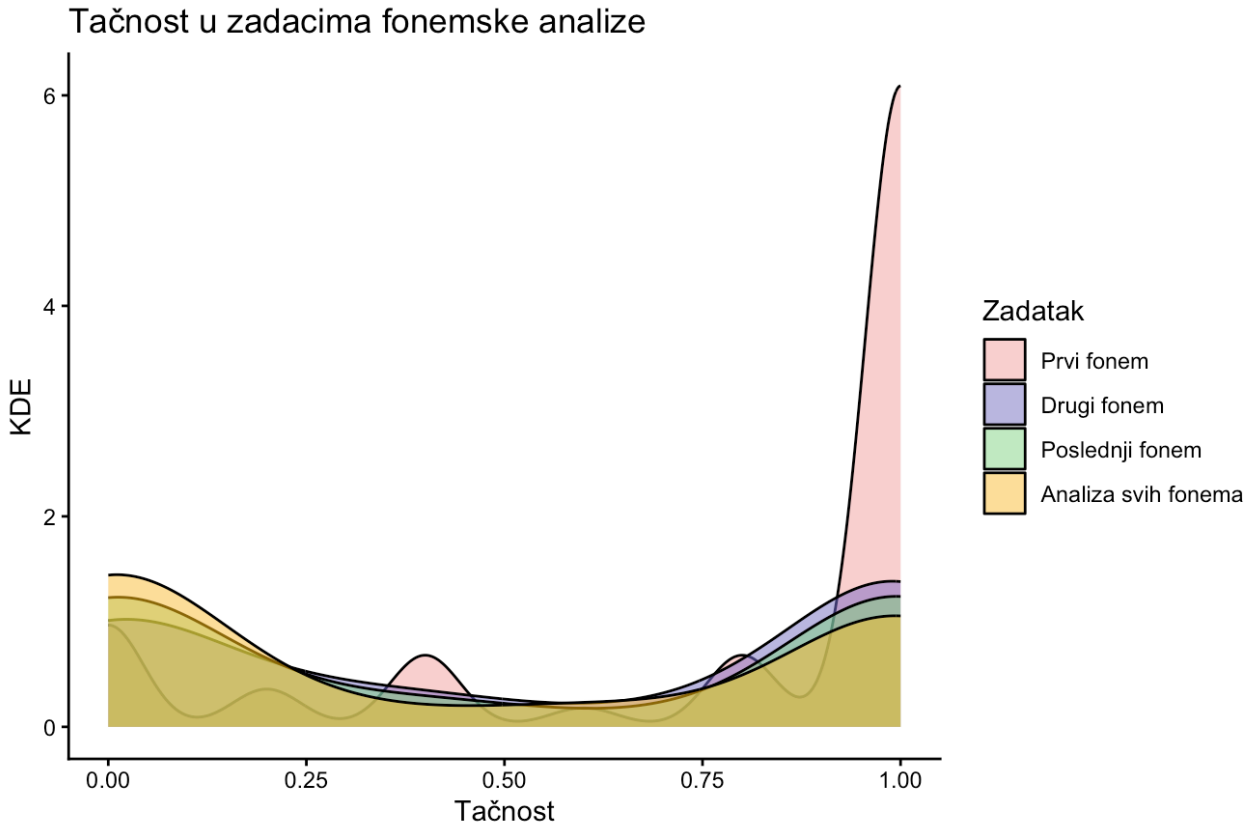
Deskriptivni statistici po vrtićima prikazani su u Tabeli 1. Za poređenja između grupa korišćen je *emmeans* paket u R-u (Lenth, 2023), koji omogućava procenu modelom zasnovanih marginalnih sredina (eng. *estimated marginal means*) i izvođenje post-hoc poređenja uz kontrolu greške zbog višestrukih testiranja. Utvrđena je statistički značajna razlika u uzrastu između vrtića ($F(3, 246) = 2.962$, $p = .033$), ali su rezultati *emmeans* post-hoc testa sa Tukey korekcijom pokazali da je značajna razlika prisutna samo između vrtića Otkrivalica i Dečiji vrt ($p = .033$), pri čemu su deca u vrtiću Dečiji vrt u proseku bila 6.6 meseci mlađa nego deca u vrtiću Otkrivalica. Između dečaka i devojčica nije bio statistički značajne razlike u uzrastu ($p = .08$), ali se ova razlika približila značajnosti jer su devojčice u proseku bile starije za 2.3 meseca.

Distribucija tačnosti u zadacima fonemske analize i sinteze prikazana je na Slikama 5 i 6. Tačnost je predstavljena kao proporcija ukupnih tačnih odgovora na svakom zadatku koja se zbog binarne prirode podataka kreće između 0 i 1. Radi preglednosti i lakšeg vizuelnog poređenja tačnosti u različitim zadacima, na objedinjenom prikazu gustine distribucije korišćena je Kernelova procena gustine. S obzirom na to da su proporcije tačnosti ograničene između 0 i 1, dobijena kriva predstavlja glatku aproksimaciju raspodele, a ne pravu kontinuiranu gustinu. Stvarne frekvencije po tačnosti zadataka prikazane su na Slikama 7 i 8 za svaki od zadataka fonemske analize i sinteze pojedinačno. Uvidom u distribucije može se primetiti nekoliko različitih rezultata. Na distribuciji zadataka fonemske analize, analiza drugog i poslednjeg fonema, kao i analiza svih fonema u reči, imaju približno istu distribuciju, dok deca na identifikaciji prvog fonema u reči pokazuju značajno veću uspešnost.

Tabela 1

Broj i uzrast ispitanika (u mesecima) po različitim vrtićima

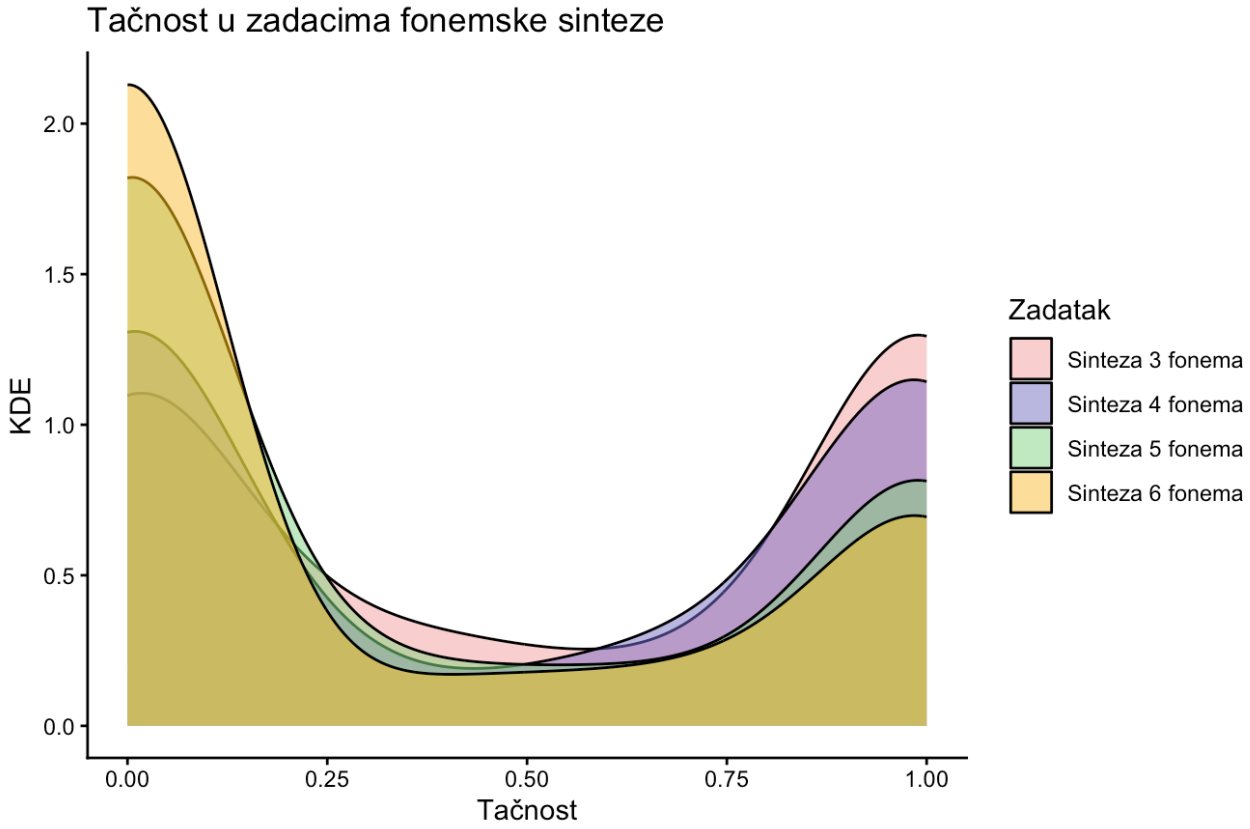
Vrtić	$N_{dečaka}$	$N_{devojčica}$	N_{ukupno}	M_{uzrast}	SD_{uzrast}	Min_{uzrast}	Max_{uzrast}
Bajka	35	26	61	65.7	10.5	42	88
Dečiji vrt	18	16	34	62.6	8.06	47	79
Kindergarden	38	42	80	65.2	14.4	40	87
Otkrivalica	38	36	75	69.2	10.9	50	87



Slika 5

Tačnost u zadacima fonemske analize predstavljena kroz distribuciju Kernelove procene gustine

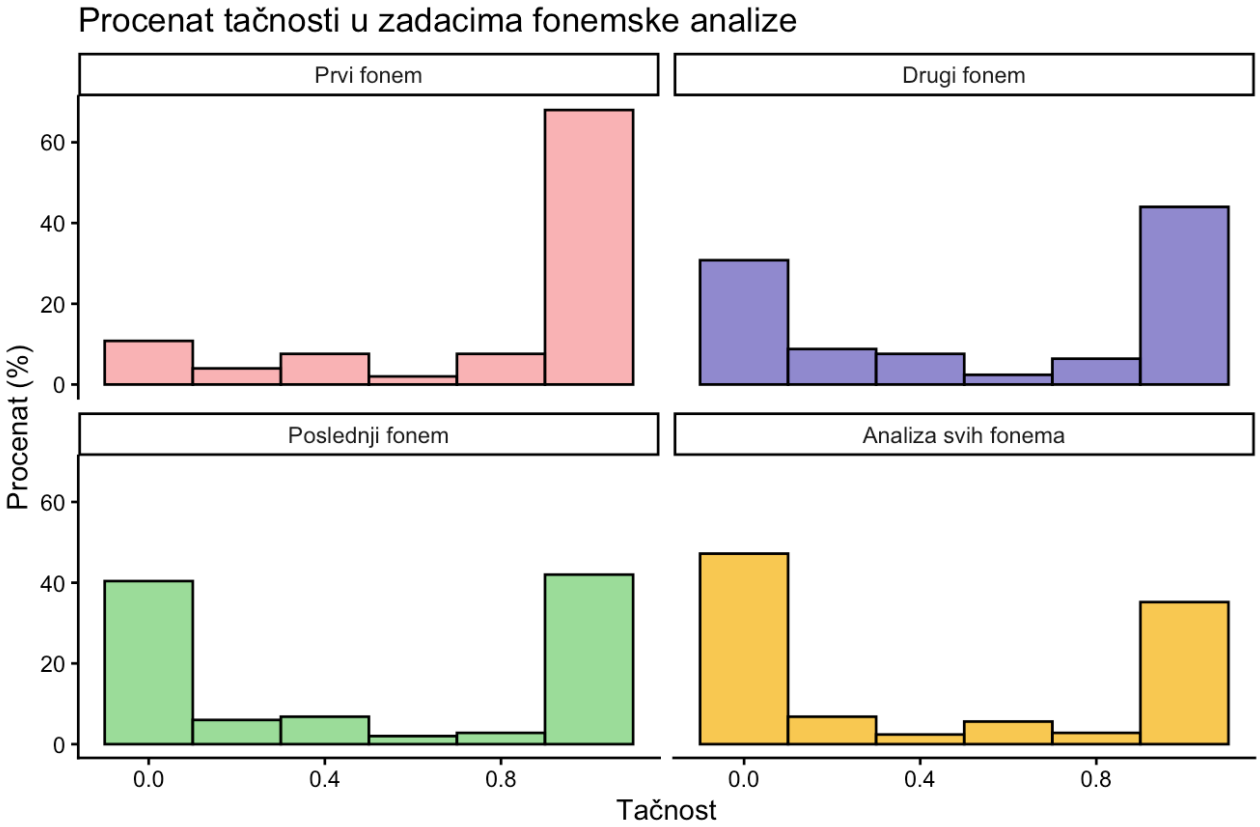
Kada je u pitanju fonemska sinteza, može se primetiti izrazito bimodalna distribucija, pri čemu svi zadaci naginju nešto više ka nultim vrednostima. Može se primetiti fina gradacija uspešnosti po zadacima u skladu sa težinom, tj. dužinom reči koju je potrebno sintetisati, pri čemu su deca najuspešnija u sintetisanju 3 fonema, a najmanje uspešna u sintetisanju 6 fonema.



Slika 6

Tačnost u zadacima fonemske sinteze predstavljena kroz distribuciju Kernelove procene gustine

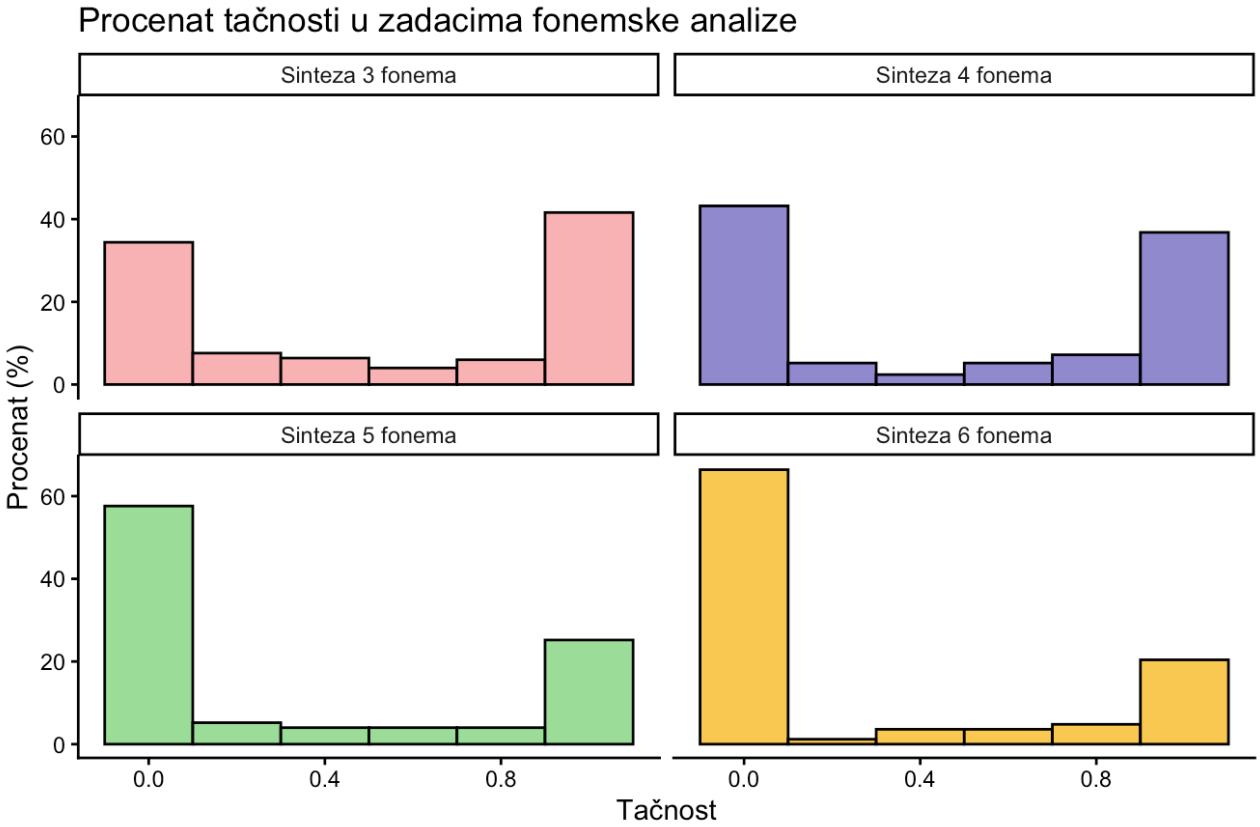
Detaljniju distribuciju uspešnosti po zadacima možemo dobiti uvidom u realne frekvencije uspešnosti na pojedinačnim zadacima na Slikama 7 i 8. Dok je 68% dece potpunosti uspešno u identifikaciji prvog fonema, u drugim zadacima fonemske analize uspešnost je u opsegu od 35.2% do 44%. Kada se pogleda drugi kraj distribucije, 10.8% dece je u potpunosti neuspešno u identifikovanju prvog fonema, dok se u ostalim zadacima fonemske analize ovaj broj kreće između 30.8% i 47.2%. Uvidom u distribuciju na Slici 7, može se primetiti da je analiza prvog fonema značajno lakši zadatak od ostalih zadataka analize, dok su u ostalim zadacima deca približno jednako uspešna koliko su i neuspešna. Najmanji broj dece je između, što potvrđuje da se prelaz sa nerazvijene do u potpunosti razvijene fonemske analize dešava relativno naglo, ali da izvesni prelazni momenti postoje.



Slika 7

Frekvencijska raspodela tačnosti u zadacima fonemske analize

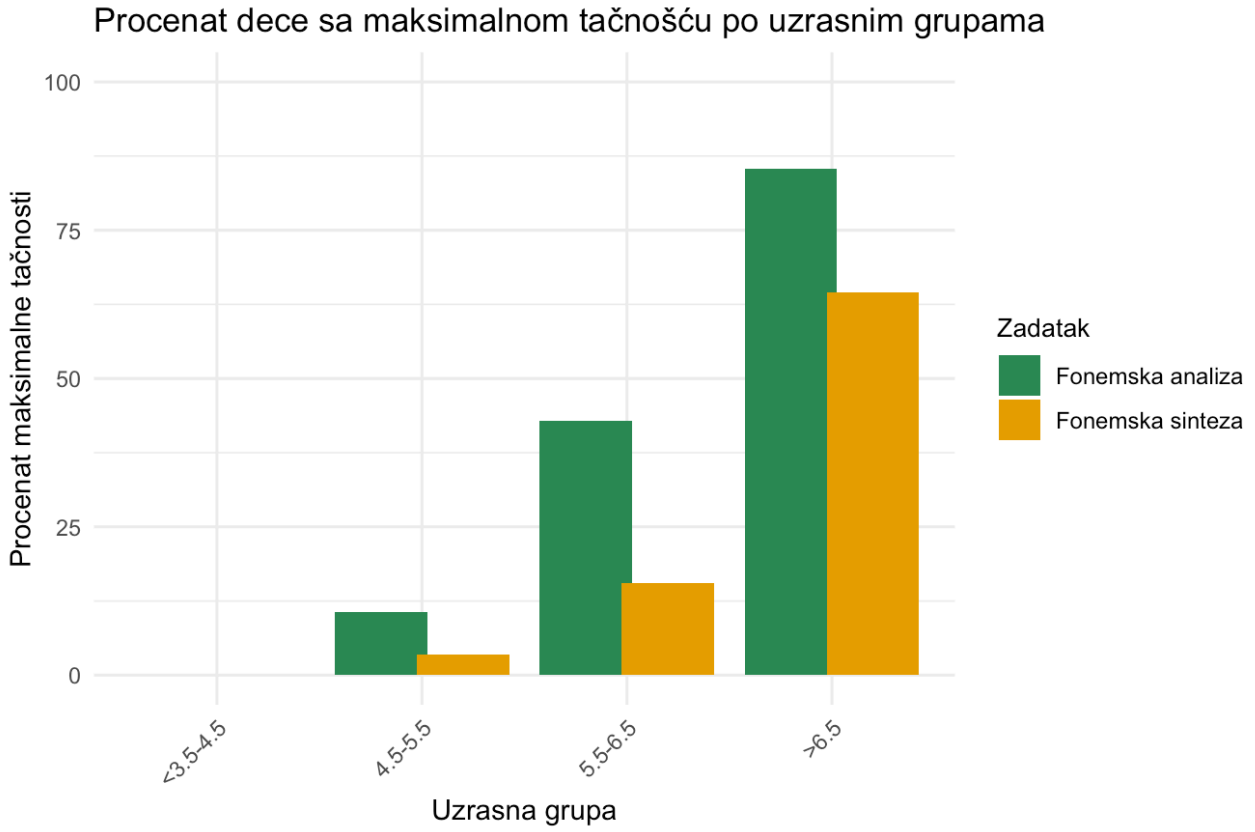
Kada je u pitanju fonemska sinteza, uvidom u Sliku 8 može se primetiti da sa produžavanjem reči postepeno opada uspešnost u sintezi. Dok je u sintetisanju 3 fonema u potpunosti uspešno 41.6% dece, u sintetisanju 6 fonema je u potpunosti uspešno samo 20.4%. Procenat opadanja tačnosti u sintezi je skoro direktno proporcionalan dužini reči, s obzirom na to da se maksimalna tačnost smanjuje upola sa dupliranjem broja slova za sintezu. Uvidom u drugi kraj distribucije može se primetiti da 34.4% dece ne može da sintetiše ni 3 slova, dok 66.4% ne može da sintetiše ni jedan primer od 6 fonema. Distribucije sva 4 zadatka su bimodalne, pri čemu ova bimodalnost opada ka negativnoj asimetričnosti kako raste kompleksnost zadatka. Frekvencije i procenat uspešnosti na svim zadacima analize i sinteze se mogu pronaći u Prilogu 3.



Slika 8

Frekvencijska raspodela tačnosti u zadacima fonemske sinteze

Kako bi se odgovorilo na H1.1 koja pretpostavlja postojanje razvijene fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu, dovoljno je pogledati deskriptivne statistike na celom uzorku. S obzirom na to da postoji određen broj dece koji ima sve tačne odgovore i na zadacima analize i na zadacima sinteze, načelno možemo potvrdi hipotezu H1.1 koja pretpostavlja da fonemska svesnost može biti u potpunosti razvijena u predškolskom uzrastu. Kako bi se dodatno ispitalo na kom uzrastu se ovaj rezultat postiže, razmotrene su frekvencije maksimalne uspešnosti (proporcija tačnosti = 1) kroz različite uzrasne grupe. Grupe su uzrasno podeljene na način kako su podeljene u predškolskim ustanovama: najmlađa grupa do 4.5 godine (N = 40), mlađa srednja grupa 4.5-5.5 godina (N = 85), starija srednja grupa 5.5-6.5 godina (N = 77) i kao posebna grupa je izdvojena najstarija grupa gde spadaju deca starija od 6.5 godina (N = 48) zbog balansiranosti brojnosti u grupama. Rezultati pokazuju da u najmlađoj grupi ni jedno dete nema u potpunosti razvijenu fonemsku analizu, dok je ovaj procenat u mlađoj srednjoj grupi 10.6%, u srednjoj starijoj grupi 42.9%, a u najstarijoj grupi 85.4%. Kod fonemske sinteze su rezultati slični, s tim što je maksimalna uspešnost u svim zadacima manje frekventna nego kod fonemske analize. U najmlađoj grupi ni na ovom zadatku ni jedno dete ne postiže maksimalan rezultat, u mlađoj srednjoj grupi postiže 3.5%, u srednjoj starijoj grupi 15.6%, a u najstarijoj grupi 64.6% (Slika 9).



Slika 9

Procenat dece u različitim uzrasnim grupama sa maksimalnom tačnošću u zadacima fonemske analize i sinteze

Razlike između vrtića

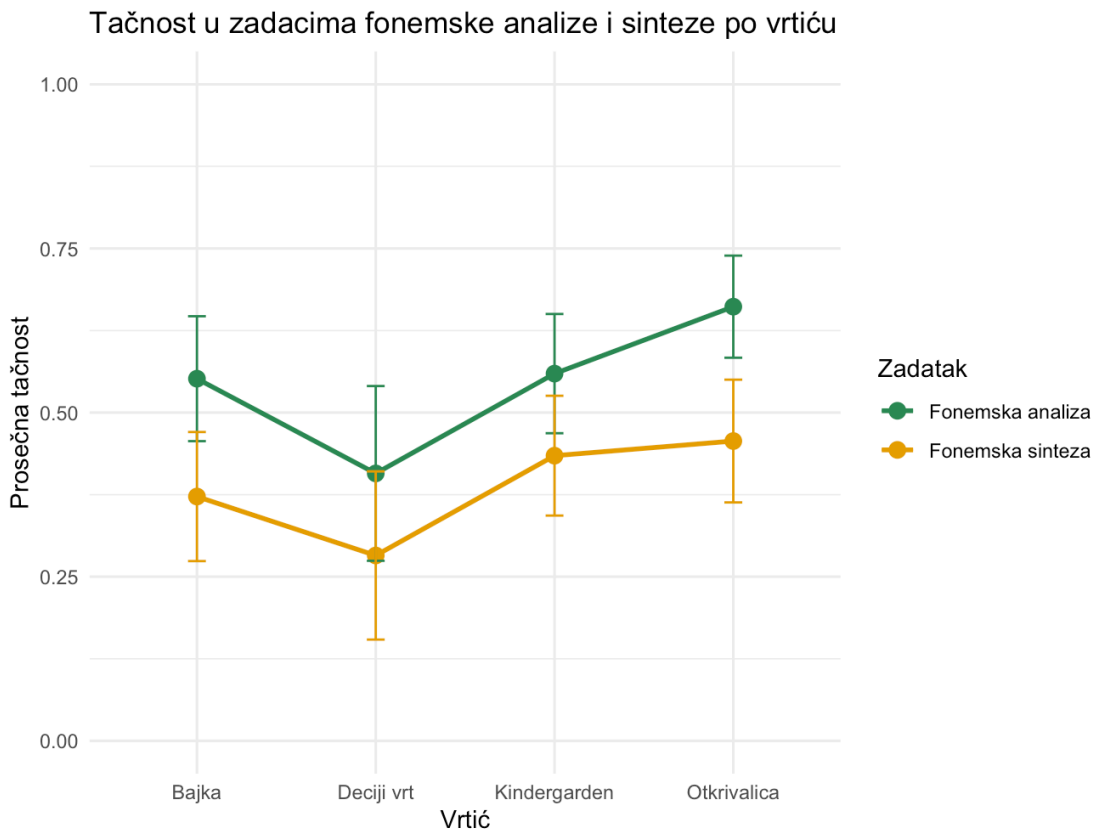
Jednofaktorskom analizom varijanse ispitane su razlike u prosečnoj tačnosti između dece iz različitih vrtića na zadacima fonemske analize i sinteze. Deskriptivni statistici tačnosti po različitim vrtićima prikazani su u Tabeli 2. Rezultati su pokazali da postoji statistički značajna razlika između vrtića u tačnosti na zadacima fonemske analize ($F(3, 246) = 3{,}53$, $p = .016$). Međutim, post-hoc *emmeans* analiza sa Tukey korekcijom pokazala je da većina parova vrtića nije statistički značajno različita. Jedini par koji se značajno razlikuje čine Otkrivalica i Deciji vrt (Mdiff = .254, $p = .008$), pri čemu deca iz vrtića Otkrivalica postižu višu prosečnu tačnost. Ostale razlike između vrtića nisu statistički značajne (sve $p > .05$). Ova razlika se može objasniti već pomenutom značajnom razlikom u uzrastu između ova dva vrtića, pri čemu su u Otkrivalici u proseku starija deca nego u Dečijem vrtu. Kako bi se ova pretpostavka proverila, urađena je ANCOVA radi kontrole efekta uzrasta. ANCOVA je pokazala da je uzrast snažan prediktor tačnosti u zadacima fonemske analize ($F(1, 245) = 349.89$, $p < .000$), te da prosečna tačnost raste sa uzrastom dece. Iako je efekat vrtića u modelu i dalje značajan ($F(3, 245) = 8.53$ $p < .000$), uvidom u post-hoc analizu kontrasta može se primetiti da ni jedan par vrtića nakon kontrolisanja efekta uzrasta nije značajan (sve $p > .336$). Kada je u pitanju fonemska sinteza, ovde inicijalan model nije bio statistički značajan, te se razlike u tačnosti ne mogu pripisati razlikama između vrtića ($F(3, 246) = 1.72$, $p = .163$). Ovi rezultati pokazuju da nema osnova da se veruje da postoji razlika u tretmanu dece u četiri različita vrtića koja su uključena u ovaj uzorak, čime je H1.2 delimično potvrđena. Takođe se može primetiti uvidom u grafikon na Slici 10 da

fonemska analiza i sinteza prate iste trendove, pri čemu su u svim vrtićima deca u proseku tačnija u fonemskoj analizi nego u fonemskoj sintezi.

Tabela 2

Deskriptivni statistici tačnosti po vrtićima na fonemskoj analizi i sintezi

Skala	Vrtić	N	M	Sd	Min	Max
Fonemska analiza	Bajka	61	0.552	0.379	0	1
	Dečiji vrt	34	0.407	0.396	0	1
	Kindergarden	80	0.559	0.414	0	1
	Otkrivalica	75	0.661	0.344	0	1
Fonemska sinteza	Bajka	61	0.372	0.392	0	1
	Dečiji vrt	34	0.282	0.381	0	1
	Kindergarden	80	0.434	0.416	0	1
	Otkrivalica	75	0.457	0.413	0	1

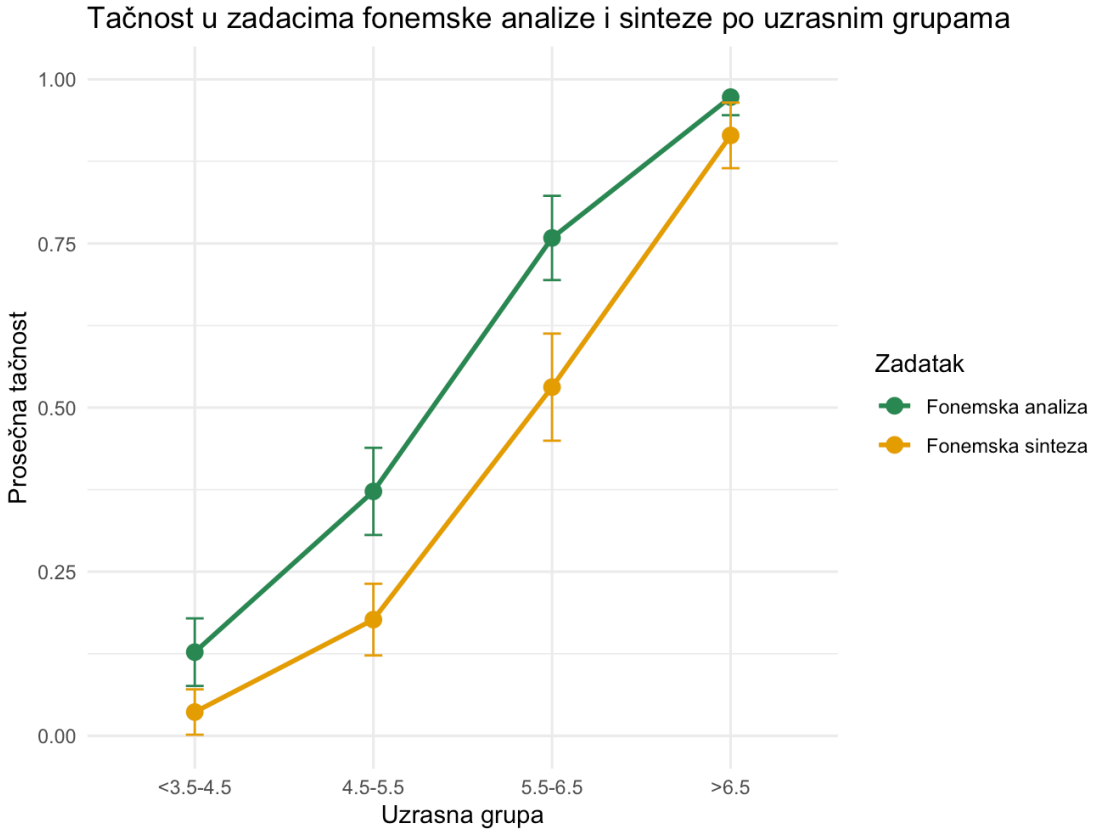


Slika 10

Razlike između vrtića u tačnosti na zadacima fonemske analize i sinteze

Razlike između uzrasnih grupa

Jednofaktorska ANOVA je iskorišćena da se proračunaju razlike između uzrasnih grupa na prosečnoj uspešnosti u zadacima fonemske analize i sinteze zasebno. ANOVA je pokazala da se uzrasne grupe značajno razlikuju kako na zadacima fonemske analize ($F(3, 246) = 111.20$, $p < .001$), tako i na zadacima fonemske sinteze $F(3, 246) = 109.60$, $p < .001$). Post-hoc analiza *emmeans* testom sa Tukey korekcijom pokazala je da su razlike između svih uzrasnih grupa visoko značajne i na zadacima analize (sve $p < .001$), i na zadacima sinteze (sve $p \leq .033$), što pokazuje dominantno razvojnu prirodu fonemske svesnosti u predškolskom periodu. Najmlađa grupa (<4.5 godine) postigla je značajno nižu tačnost u odnosu na sve starije grupe, dok je najstarija grupa (>6.5 godina) ostvarila najviše rezultate i značajno se razlikovala od svih mlađih grupa. Takođe, između svake dve susedne uzrasne grupe zabeležen je statistički značajan porast tačnosti (Slika 11). Deskriptivni statistici po uzrasnim grupama prikazani su u Tabeli 3.



Slika 11

Razlike u uzrasnim grupama u tačnosti na zadacima fonemske analize i sinteze

Ovaj rezultat ukazuje na sistematičan trend rasta fonemske svesnosti sa uzrastom i na vrlo značajne razlike između uzrasta, čime se potvrđuju očekivanja hipoteze H1.2. Takođe se potvrđuje trend veće uspešnosti u zadacima fonemske analize naspram fonemske sinteze u svim uzrasnim grupama, koji pokazuje specifičnosti ovih sposobnosti u predškolskom uzrastu u plitkoj ortografiji sprskog jezika.

Tabela 3

Deskriptivni statistici tačnosti u zadacima fonemske analize i sinteze po uzrasnim grupama

Skala	Grupa	N	M	Sd	Min	Max
Fonemska analiza	<3.5-4.5	40	0.128	0.166	0	0.6
	4.5-5.5	85	0.372	0.312	0	1
	5.5-6.5	77	0.758	0.287	0.05	1
	>6.5	48	0.973	0.0973	0.5	1
Fonemska sinteza	<3.5-4.5	40	0.0363	0.112	0	0.65
	4.5-5.5	85	0.177	0.257	0	1
	5.5-6.5	77	0.531	0.365	0	1
	>6.5	48	0.915	0.177	0.25	1

Napomena. Prosečna tačnost je izražena kao prosek proporcija tačnosti na svim zadacima fonemske analize i fonemske sinteze posebno

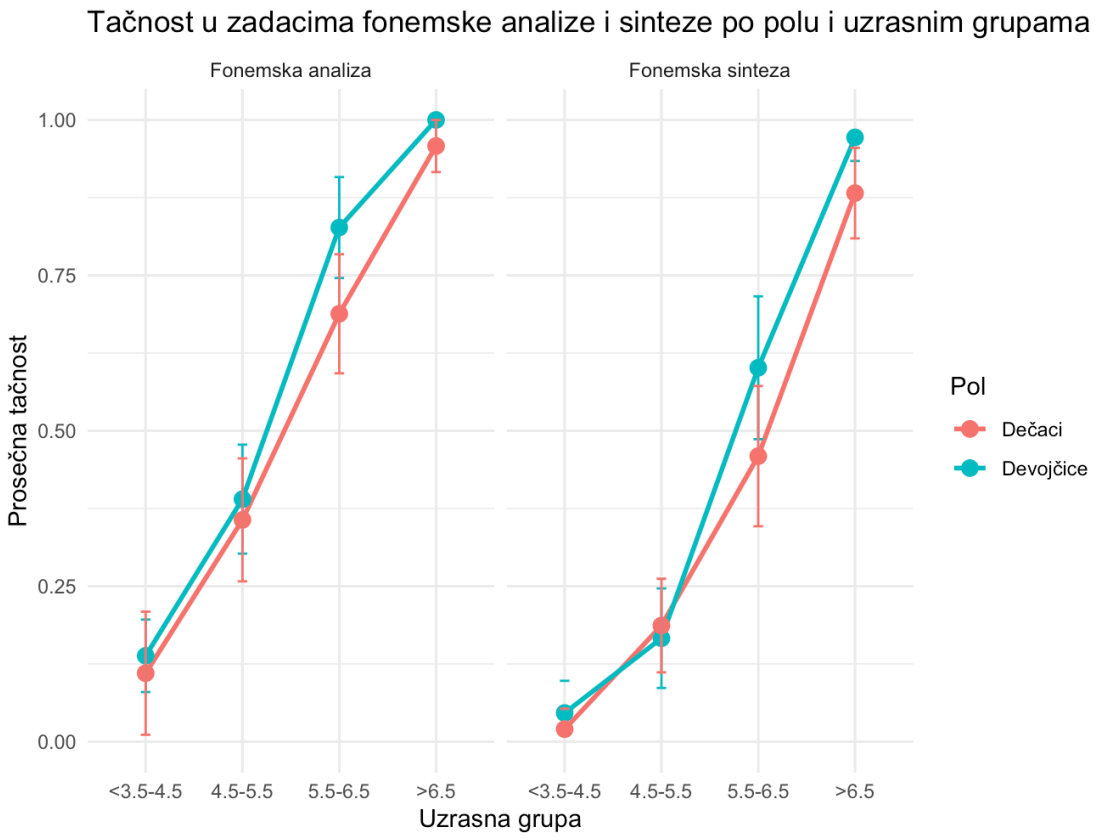
Razlike u polu

Jednofaktorskom analizom varijanse proveren je i efekat pola. Deskriptivni statistici tačnosti po polu prikazane su u Tabeli 4. Rezultati (Slika 12) su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika u tačnosti između dečaka i devojčica na zadacima fonemske analize ($F(2, 247) = 0.64$, $p = .53$), kao ni u zadacima fonemske sinteze ($F(2, 247) = 1.19$, $p = .306$). Razlika u polu je proverena i unutar uzrasnih grupa *emmeans* post-hoc poređenjima sa Holm korekcijom, kako bi se uvidelo da li se polne razlike pojavljuju na specifičnom uzrastu. Kada je u pitanju fonemska analiza, u najmlađoj grupi (<3.5–4.5) nije utvrđena statistički značajna razlika između devojčica i dečaka ($t(241) = 0.34$, $p = .736$). Slično, u grupi 4.5–5.5 razlika između polova nije bila značajna ($t(241) = 0.60$, $p = .547$). U grupi 5.5–6.5 utvrđena je statistički značajna razlika u korist devojčica ($t(241) = 2.40$, $p = .017$), ali efekat ne ostaje stabilan nakon korekcije za višestruka poređenja na nivou svih testova. U najstarijoj grupi (>6.5) razlike između polova nisu bile značajne ($t(241) = 0.54$, $p = 1.000$). Slična situacija se pokazala na zadacima fonemske sinteze. U najmlađoj grupi nije utvrđena značajna razlika između devojčica i dečaka ($t(241) = 0.30$, $p = .766$). U grupi 4.5–5.5 razlika takođe nije bila značajna ($t(241) = -0.35$, $p = .725$), dok je u grupi 5.5–6.5 ponovo utvrđena statistički značajna razlika u korist devojčica ($t(241) = 2.34$, $p = .020$), iako efekat treba tumačiti oprezno u kontekstu višestrukih poređenja. U najstarijoj grupi nije bilo značajnih razlika između polova ($t(241) = 1.09$, $p = .828$). Na osnovu ovih rezultata možemo načelno potvrditi H1.2, s obzirom na to da razlike u polu na nivou celog uzorka nisu značajne, iako postoji rastući trend razlika u korist devojčica u uspešnosti u zadacima fonemske svesnosti, koji se pokazuje značajnim na uzrastu 5.5-6.5 godina.

Tabela 4

Deskriptivni statistici tačnosti u zadacima fonemske analize i sinteze po polu

Skala	Pol	N	M	Sd	Min	Max
Fonemska analiza	devojčice	120	0.561	0.385	0	1
	dečaci	129	0.570	0.393	0	1
Fonemska sinteza	devojčice	120	0.39	0.413	0	1
	dečaci	129	0.415	0.400	0	1



Slika 12

Razlike po polu u tačnosti na zadacima fonemske analize i sinteze u različitim uzrasnim grupama

Kako bi se odgovorilo na treću hipotezu ove studije (H1.3), razvojna putanja fonemske svesnosti ispitana je primenom više različitih metoda, zarad obuhvatanja šireg spektra ishoda. Korišćena je binarna logistička regresija sa dva različita kriterijuma, analiza ROC krive, kao i segmentirana regresija, sa ciljem identifikovanja uzrasnih granica na kojima je najverovatnije da dolazi do promena u nivou fonemske svesnosti.

Binarna logistička regresija sa blažim i strožim kriterijumom

Višestruke binarne logističke regresije sprovedene su korišćenjem funkcije *glm* iz *lme4* paketa (Bates et al., 2015) u programu R. Uzrast izražen u mesecima korišćen je kao prediktorska varijabla, dok je skor na svakom zadatku korišćen kao kriterijumska varijabla. Budući da je svaki zadatak imao 5 stavki, dete je moglo ostvariti od 0 do 5 tačnih odgovora po zadatku, te je teorijski opseg skora 0-5. Ovaj skor, međutim, ne odražava linearni razvoj fonemske svesnosti koja je, koliko se moglo primetiti iz prethodnih rezultata, dominantno bimodalno distribuirana. Uzimajući ovo u obzir, tretiranje totalnog skora kao petostepene skale bi bilo teorijski neopravdano, jer takav pristup implicitno pretpostavlja linearnu i kontinuiranu prirodu konstrukta. Kako bi se očuvala binarna priroda podataka i omogućila klasifikacija na razvijenu i nerazvijenu fonemsku svesnost, primenjena je binarna logistička regresija sa dva seta kriterijuma za klasifikaciju razvoja fonemske svesnosti. Prema blažem kriterijumu, ukupan rezultat od 0 do 2 poena po zadatku klasifikovan je kao nerazvijena fonemska svesnost i kodiran kao 0, dok je rezultat od 3 do 5 poena klasifikovan kao fonemska svesnost u razvoju i kodiran kao 1. Stroži kriterijum podrazumevao je da se rezultati od 0 do 4 poena klasifikuju kao nerazvijena fonemska svesnost (0), dok je samo maksimalan rezultat (5/5)

smatran pokazateljem razvijene fonemske svesnosti (1). Oba kriterijuma su uspostavljena kako bi se mogla videti razlika između fonemske svesnosti u razvoju i potpuno razvijene fonemske svesnosti.

Kako bi se ispitalo na koji način se verovatnoća tačnih odgovora menja sa uzrastom, najpre je formirana sekvenca uzrasnih vrednosti koja obuhvata ceo opseg zabeležen u uzorku. Na osnovu prilagođenog logističkog regresionog modela predviđena je verovatnoća tačnog odgovora za svaki uzrast iz te sekvence. Model procenjuje logaritamske verovatnoće (logit) ishoda kao linearnu funkciju uzrasta prema formuli:

$$logit(p) = \beta 0 + \beta 1 \times Uzrast$$

gde je β_0 intercept (nagib), β_1 koeficijent za uzrast, a p verovatnoća tačnog odgovora. Predviđene verovatnoće dobijene su primenom inverzne logit transformacije na linearni prediktor:

$$p = \frac{1}{1+e^{-(\beta 0+\beta 1\times Uzrast)}}$$

Ova transformacija prevodi logit nazad na skalu verovatnoće, dajući vrednosti između 0 i 1. Koeficijenti β_0 i β_1 korišćeni su za izračunavanje tačke infleksije, odnosno uzrasta na kome predviđena verovatnoća dostiže 0.5 (što znači da model predviđa 50% verovatnoće tačnog odgovora). Tačka infleksije izračunava se rešavanjem jednačine:

$$0 = \beta 0 + \beta 1 \times Uzrast \Longrightarrow Uzrast = -\frac{\beta 0}{\beta 1}$$

Ova tačka infleksije označava uzrast na kome deca prelaze iz faze pretežno netačnih u fazu pretežno tačnih odgovora na zadatku, tj. verovatnoća davanja pretežno tačnih odgovora (u slučaju blažeg kriterijuma), odnosno davanja potpuno tačnih odgovora (u slučaju strožeg kriterijuma), prelazi 0.5.

Binarni logistički modeli za sve zadatke, prema oba kriterijuma, bili su visoko statistički značajni (svi $p < .001$). Kao što je prikazano u Tabeli 5, po blažem kriterijumu procenjeno je da se prelaz u razvoju sposobnosti fonemske analize javlja između 53 i 69 meseci uzrasta, dok se prelaz u razvoju sposobnosti fonemske sinteze javlja kasnije, između 65 i 74 meseca. Primena strožeg kriterijuma pomerila je ove prelaze za nekoliko meseci, pokazujući da se fonemska analiza u potpunosti razvija između 58 i 72 meseca, a fonemska sinteza između 69 i 78 meseci. Izraženo u godinama, blaži kriterijum pokazuje da se značajne promene u razvoju fonemske svesnosti dešavaju između 4.5 i 6.2 godine, dok se po strožem kriterijumu prelaz na potpuno razvijenu fonemsku svesnost dešava između 4.8 i 6.6 godina.

Tabela 5

Senzitivne tačke u uzrastu kada dolazi do značajnih promena u fonemskoj svesnosti po četiri različita kriterijuma u mesecima (godinama)

Zadatak	BLBK	BLSK	ROC	SR
Prvi fonem u reči	53.7 (4.5)	58.1 (4.8)	65.5 (5.4)	66.5 (5.5)
Drugi fonem u reči	65.1 (5.4)	68.7 (5.7)	68.5 (5.7)	51 (4.2)
Poslednji fonem u reči	67.5 (5.6)	69.3 (5.7)	72.5 (6)	51.5 (4.3)
Analiza svih fonema	68.7 (5.7)	72.2 (6)	68.5 (5.7)	54.7 (4.5)
Sinteza 3 fonema	65.6 (5.5)	69.7 (5.8)	68.5 (5.7)	48.8 (4)
Sinteza 4 fonema	66.6 (5.5)	71.7 (6)	74.5 (6.2)	51.7 (4.3)
Sinteza 5 fonema	73 (6)	76.4 (6.4)	73.5 (6)	65 (5.4)
Sinteza 6 fonema	74.8 (6.2)	78.8 (6.6)	72.5 (6)	66.1 (5.5)

Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Senzitivni uzrast je prikazan u mesecima, a u zagradi u godinama.

Kriterijum ROC krive

Analiza ROC krive primenjena je kako bi se identifikovali optimalni uzrasni pragovi za postignuće na zadacima fonemske svesnosti na osnovu senzitivnosti i specifičnosti zadataka. ROC kriva pokazuje na kom uzrastu model najtačnije klasifikuje decu koja imaju ili nemaju razvijenu fonemsku svesnost na osnovu binarne vrednosti tačnosti. Korišćen je stroži binarni kriterijum iz prethodne analize, tako da su samo svi tačni odgovori na zadatku kodirani kao razvijena fonemska svesnost. Ovo je urađeno korišćenjem funkcija *roc* i *coords* iz paketa *pROC* u programu R (Robin et al., 2011). Najpre se računa senzitivnost i specifičnost kriterijuma, pa se potom kao rezultat vraća vrednost Joundenovog indeksa koji predstavlja uzrast na kojem je balans senzitivnosti i specifičnosti za dati zadatak najbolji. Ispitani su posebni modeli za svaki zadatak fonemske analize i sinteze pojedinačno. Kao što se može videti u Tabeli 5 (ROC kolona), za zadatke fonemske analize optimalni uzrasni pragovi identifikovani pomoću Joudenovog indeksa kreću se približno između 65 i 68 meseci, što ukazuje da razlika između dece koja imaju razvijene veštine fonemske svesnosti i one koja ih još uvek nemaju postaje izraženija upravo u ovom uzrasnom rasponu. Slično tome, senzitivnost kod zadataka fonemske sinteze pokazala je postepen razvojni napredak, pri čemu se uzrasni pragovi povećavaju od oko 68 do 74 meseca, što odražava činjenicu da zadaci sinteze zahtevaju viši uzrasni prag za usvajanje. Prevedeno u godine, ovaj kriterijum pokazuje da se deca koja imaju u potpunosti razvijenu fonemsku svesnost najbolje razlikuju od dece koja nemaju razvijenu fonemsku svesnost na uzrastu između 5.4 i 6 godina na zadacima fonemske analize, dok se ovaj uzrasni opseg na zadacima fonemske sinteze pomera na opseg 5.7 do 6.2 godine.

ROC analiza može pružiti i dodatnu informaciju o tome koliko uzrast dobro predviđa proporciju tačnosti na svakom od zadataka. Na ovaj način se može videti koliko je uzrast značajan za

diskriminaciju kada postoje nijanse tačnosti, naspram binarne kategorizacije koja je prethodno korišćena. U ovu svrhu upotrebljena je funkcija *multiclass.roc* koja omogućava predviđanje više različitih klasa postignuća, u ovom slučaju više mogućih vrednosti proporcije tačnosti. Vrednost površine ispod krive (AUC) pokazuje koliko uzrast može dobro da predvidi nijanse razvoja fonemske svesnosti, pri čemu je predikcija bolja što je AUC vrednost bliža 1. AUC vrednosti na svim zadacima kreću se između 0.652 i 0.748, što pokazuje da se uzrastom može umereno dobro predvideti razlika u uspešnosti na zadacima fonemske svesnosti. Ovo znači da model predviđa u 65% do 74% slučajeva da dete koje uspešnije rešava zadatak bude starije od deteta koje ga rešava sa manje uspešnosti. Ovi rezultati sugerišu da uzrast predstavlja značajan, ali ne i jedini faktor u predškolskom razvoju fonemske svesnosti. ROC krive za sve zadatke nalaze se u Prilogu 4.

Kriterijum segmentirane regresije

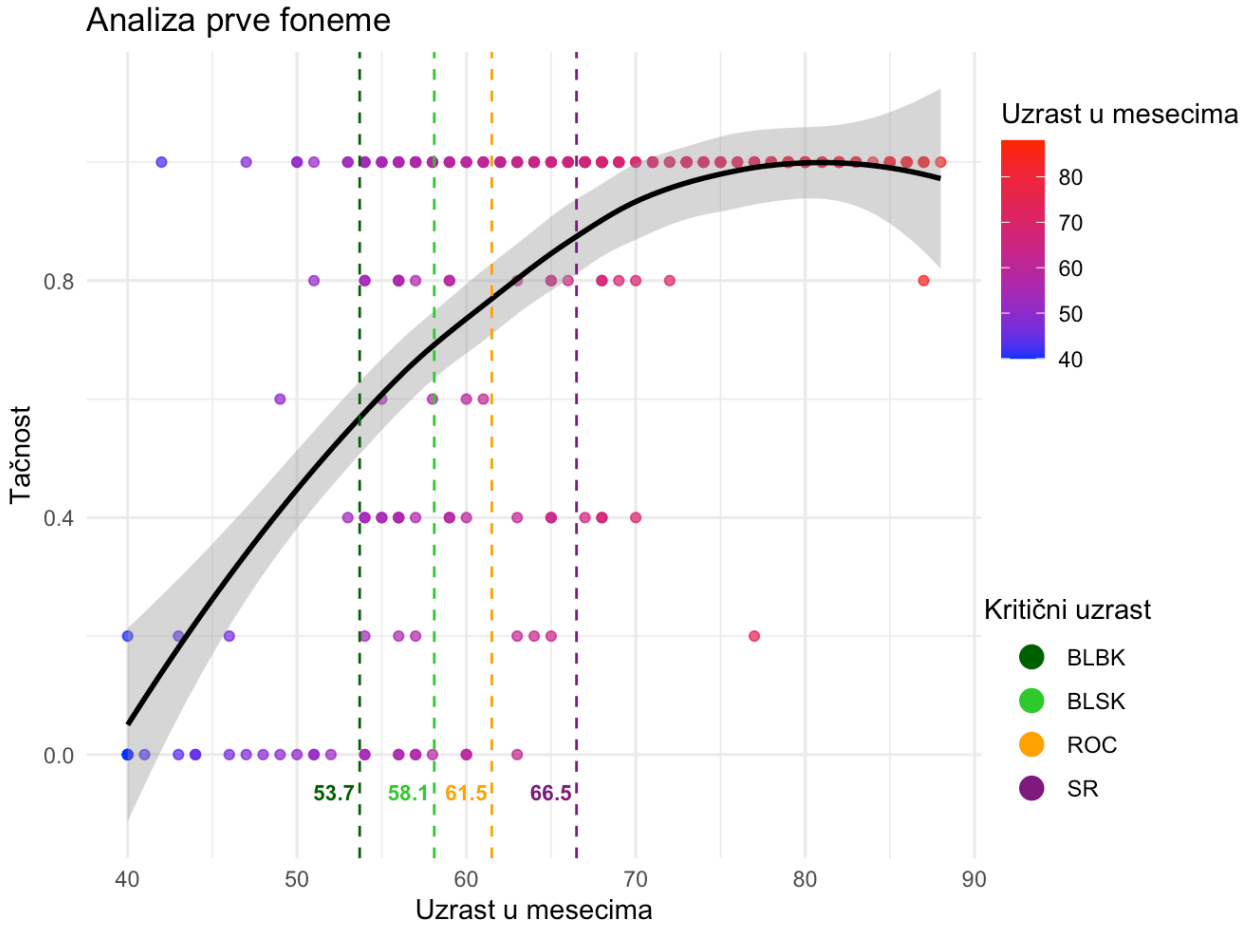
Sprovedeno je više segmentiranih regresionih analiza, posebno za svaki zadatak fonemske svesnosti, kako bi se identifikovale tačke uzrasta u kojima dolazi do značajne promene u razvojnoj putanji tačnosti odgovora. Primenjena je segmentirana regresiona analiza korišćenjem paketa *segmented* u programu R (Muggeo, 2008). Najpre je postavljen linearni regresioni model u kome je proporcija tačnih odgovora na zadatku bila kriterijumska varijabla, a uzrast prediktorska varijabla. Zatim je primenjena funkcija *segmented* kako bi se procenile nepoznate tačke preloma u efektu uzrasta, pri čemu je algoritam inicijalizovan pretpostavkom da se tačka preloma nalazi oko medijane uzrasta uzorka. Procenjene tačke preloma predstavljaju uzrast u kome se nagib razvojne putanje značajno menja, što ukazuje na početak nove faze u usvajanju veštine. Dobijeni model omogućava bolje prilagođavanje podacima jer dozvoljava različite linearne nagibe pre i posle tačke preloma, čime se hvata nelinearna priroda razvojnih promena.

Za zadatak analize prvog fonema, analiza je identifikovala tačku preloma na približno 66.5 meseci (SE = 2.42). Pre ovog uzrasta, tačnost odgovora raste sa uzrastom stopom od 0.0299 jedinica mesečno ($p < .001$), dok se nakon 66.5 meseci nagib smanjuje za 0.0254 jedinice, što ukazuje na značajno usporavanje stope napretka. Ovo sugeriše da se veština identifikacije prvog fonema razvija postepeno do oko 66 meseci, nakon čega razvoj stagnira. Nasuprot tome, zadatak analize drugog fonema pokazao je znatno raniju tačku preloma, oko 51. meseca (SE = 6.44). Pre ovog uzrasta, nagib odnosa između tačnosti i uzrasta bio je pozitivan, ali statistički nije bio značajan, dok se nakon tačke preloma nagib blago povećava, što ukazuje na postepeniji razvoj bez izraženog zasićenja. Slično tome, zadatak analize poslednjeg fonema pokazao je tačku preloma na 51.5 meseci (SE = 3.24). Pre ovog uzrasta nagib je bio blago negativan i nije bio značajan, dok se nakon tačke preloma značajno povećava, što ukazuje na prelaz iz faze minimalnog napretka u fazu ubrzanog razvoja performansi. Kada se posmatra zadatak analize svih fonema, tačka preloma procenjena je na 54.7 meseci (SE = 2.62). Pre ovog uzrasta nije uočena značajna povezanost između uzrasta i tačnosti (nagib je praktično ravan). Nakon ove tačke, tačnost počinje značajno da raste sa uzrastom, što ukazuje na razvojni početak usvajanja ove složenije veštine fonemske analize.

Za zadatke fonemske sinteze identifikovane su različite tačke preloma na različitim uzrastima, što odražava razlike u složenosti zadataka, ali i nešto linearniju prirodu rasta ove sposobnosti. Zadatak koji je zahtevao sintezu tri fonema pokazao je raniju tačku preloma, na 48.8 meseci (SE = 5.14), što ukazuje na relativno rane razvojne pomake u ovoj veštini. Zadaci koji su zahtevali sintezu četiri i pet fonema pokazali su tačke preloma na 51.7 meseci (SE = 3.01) i 65 meseci (SE = 1.96), što ukazuje na postepene razvojne prekretnice kako se povećava složenost fonemske sinteze. Konačno, najkompleksniji zadatak, koji je zahtevao sintezu šest fonema, imao je tačku preloma na približno 66.1 mesec (SE = 1.51). Pre ovog uzrasta nagib odnosa između tačnosti i uzrasta bio je mali i statistički nije bio značajan, dok se nakon tačke preloma nagib značajno povećava, što ukazuje na značajno unapređenje složenijih veština fonemske sinteze kod starije predškolske dece.

Rezultati segmentirane regresije ukazuju na nijansiranu razvojnu putanju fonemske svesnosti, pri čemu se veštine fonemske analize javljaju ranije i na nešto mlađem uzrastu pokazuju značajne razvojne promene, dok sposobnosti fonemske sinteze ove nagle promene pokazuju uglavnom kasnije tokom predškolskog perioda. Segmentirani regresioni modeli hvataju ovu nelinearnu razvojnu dinamiku identifikovanjem empirijskih prelomnih tačaka, a uvidom u Tabelu 5 (SR kolona) možemo videti da se ove promene dešavaju za veštine fonemske analize u proseku oko 4.6 godina, dok se za veštine fonemske sinteze ove promene dešavaju u proseku oko 4.8 godina.

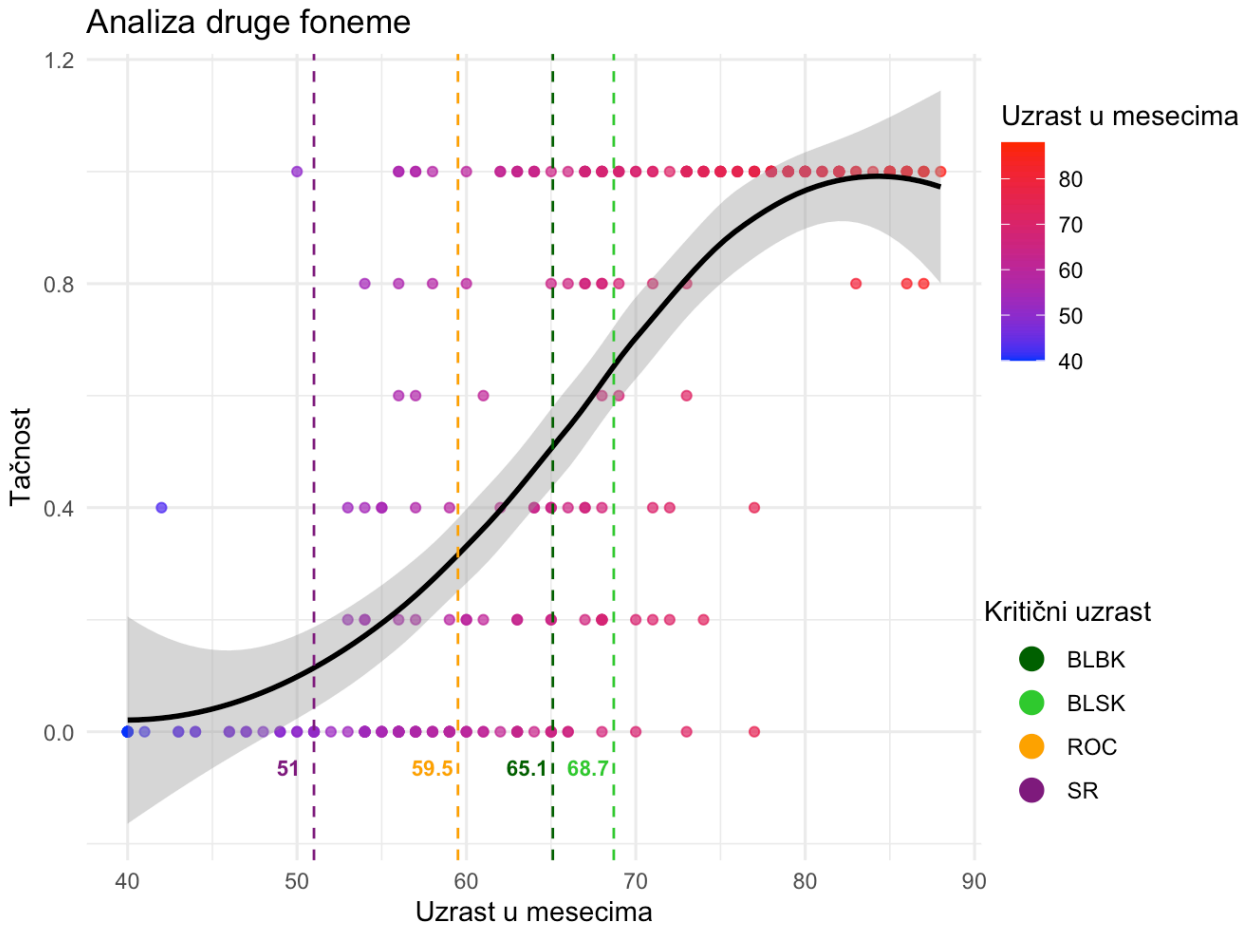
Kada se sva 4 kriterijuma uzmu u obzir, dobija se široka slika razvojne dinamike fonemske analize i sinteze u predškolskom uzrastu. Hipoteza H1.3 je svakom analizom potvrđena, s obzirom da je u svakoj analizi bilo moguće ustanoviti značajne promene u dinamici fonemske svesnosti u predškolskom periodu i odrediti uzrasne opsege u kojima se ove promene dešavaju, čime se pokazuje da je razvoj ove veštine stimulisan i pre formalnog opismenjavanja. Vizuelni prikaz za sve zadatke fonemske analize i sinteze i sa svim kriterijumima zajedno uz regresionu procenu razvojne krive nalazi se na Slikama 13-20.



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 13

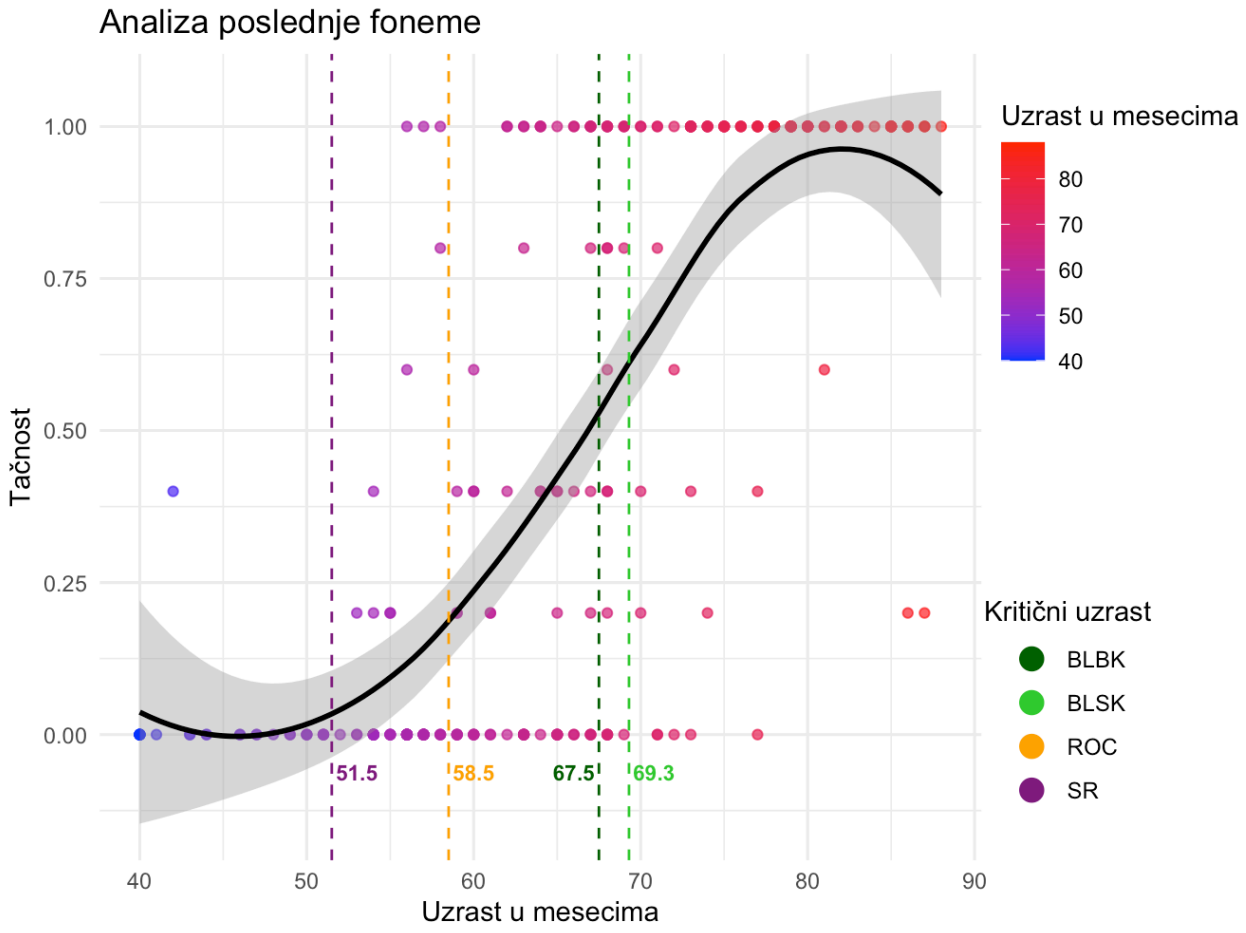
Vizuelni prikaz razvojne krive analize prvog fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 14

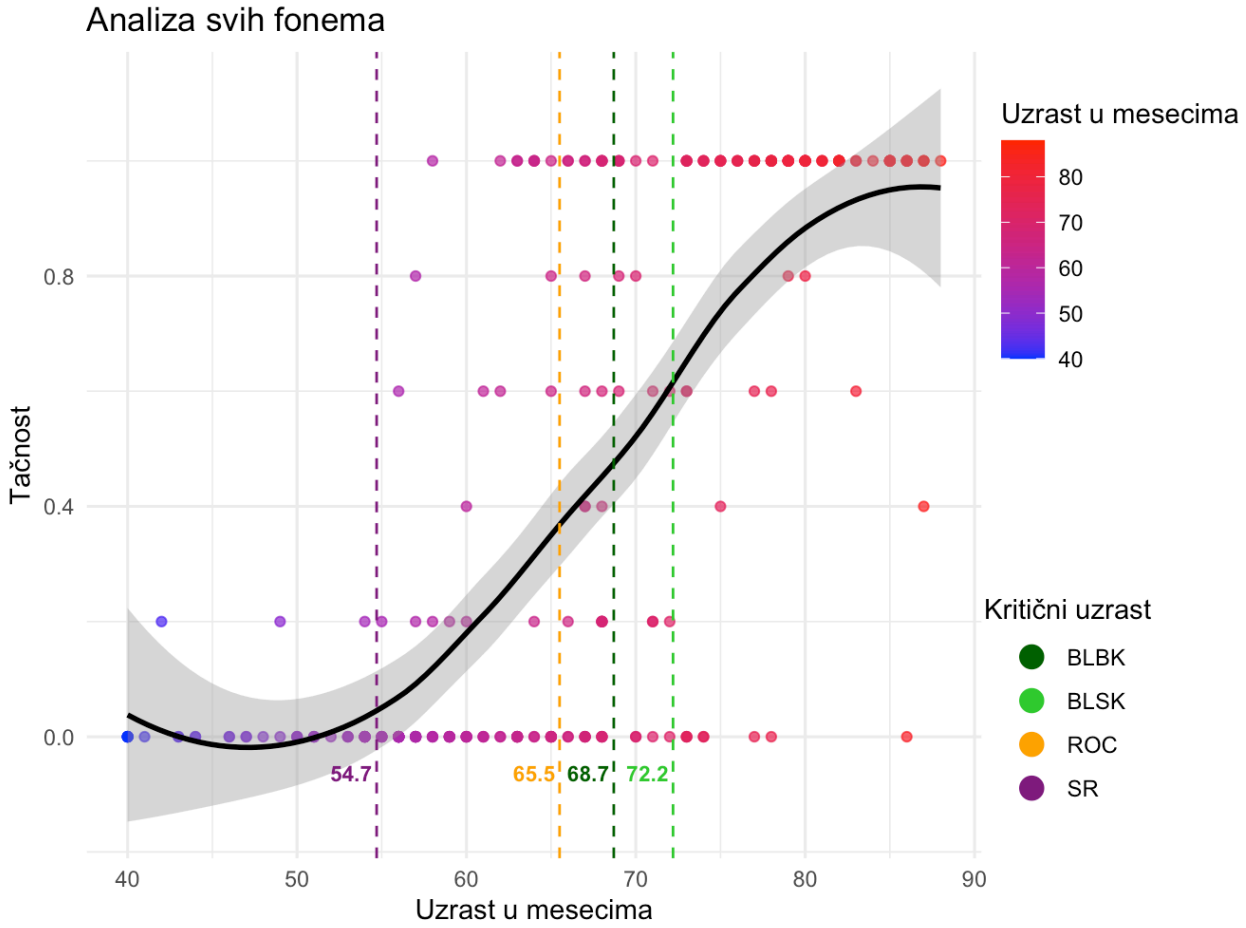
Vizuelni prikaz razvojne krive analize drugog fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 15

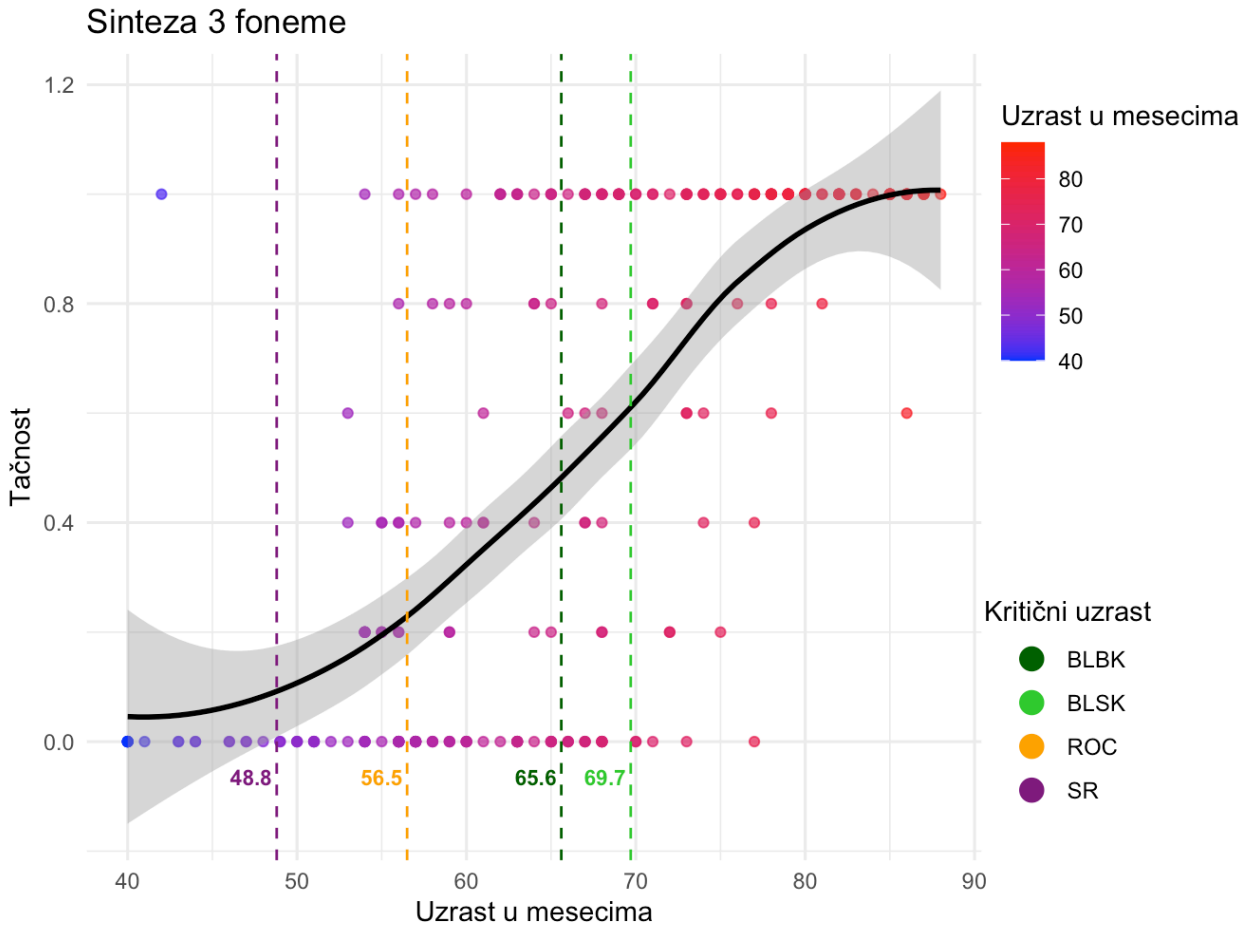
Vizuelni prikaz razvojne krive analize poslednjeg fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 16

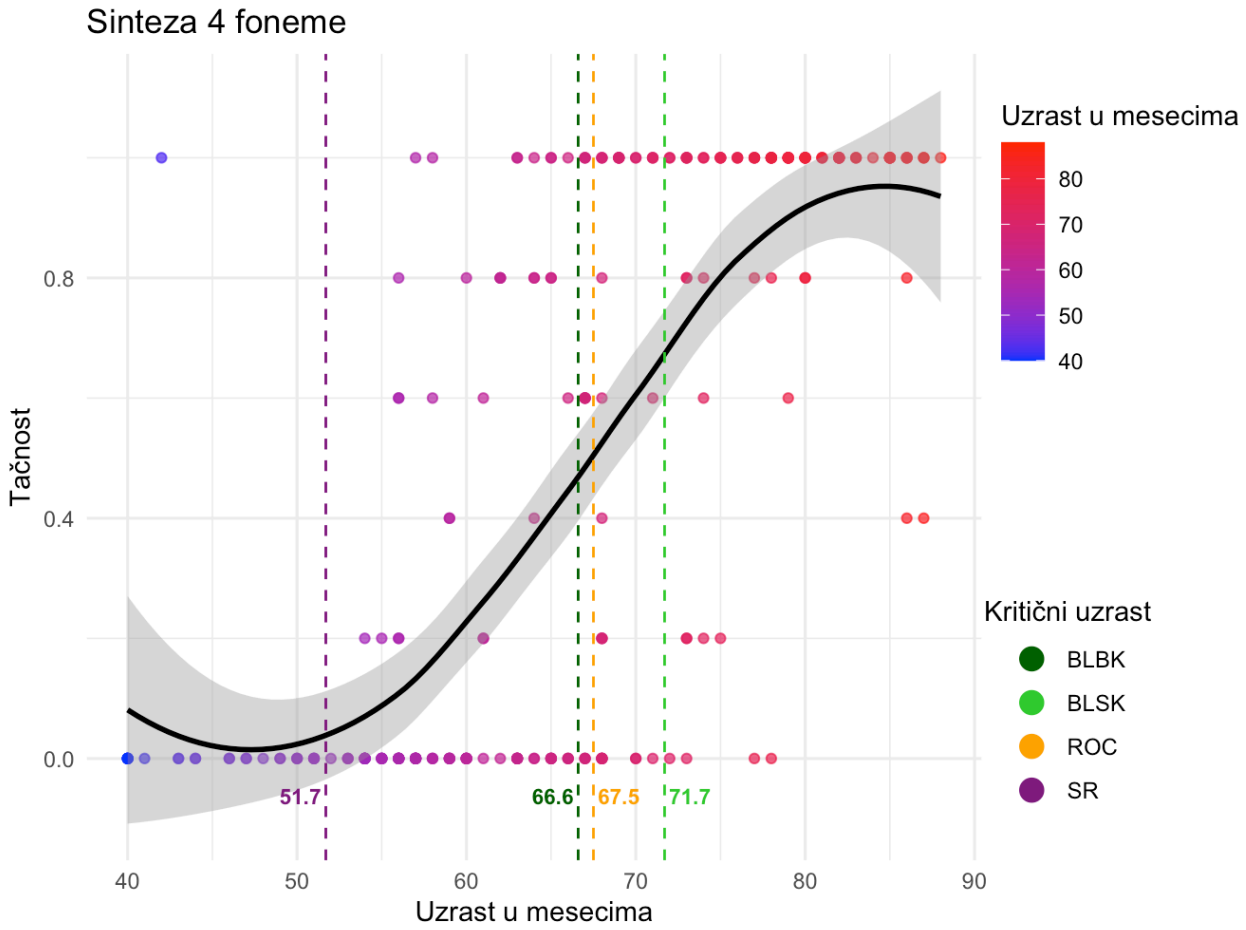
Vizuelni prikaz razvojne krive analize svih fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 17

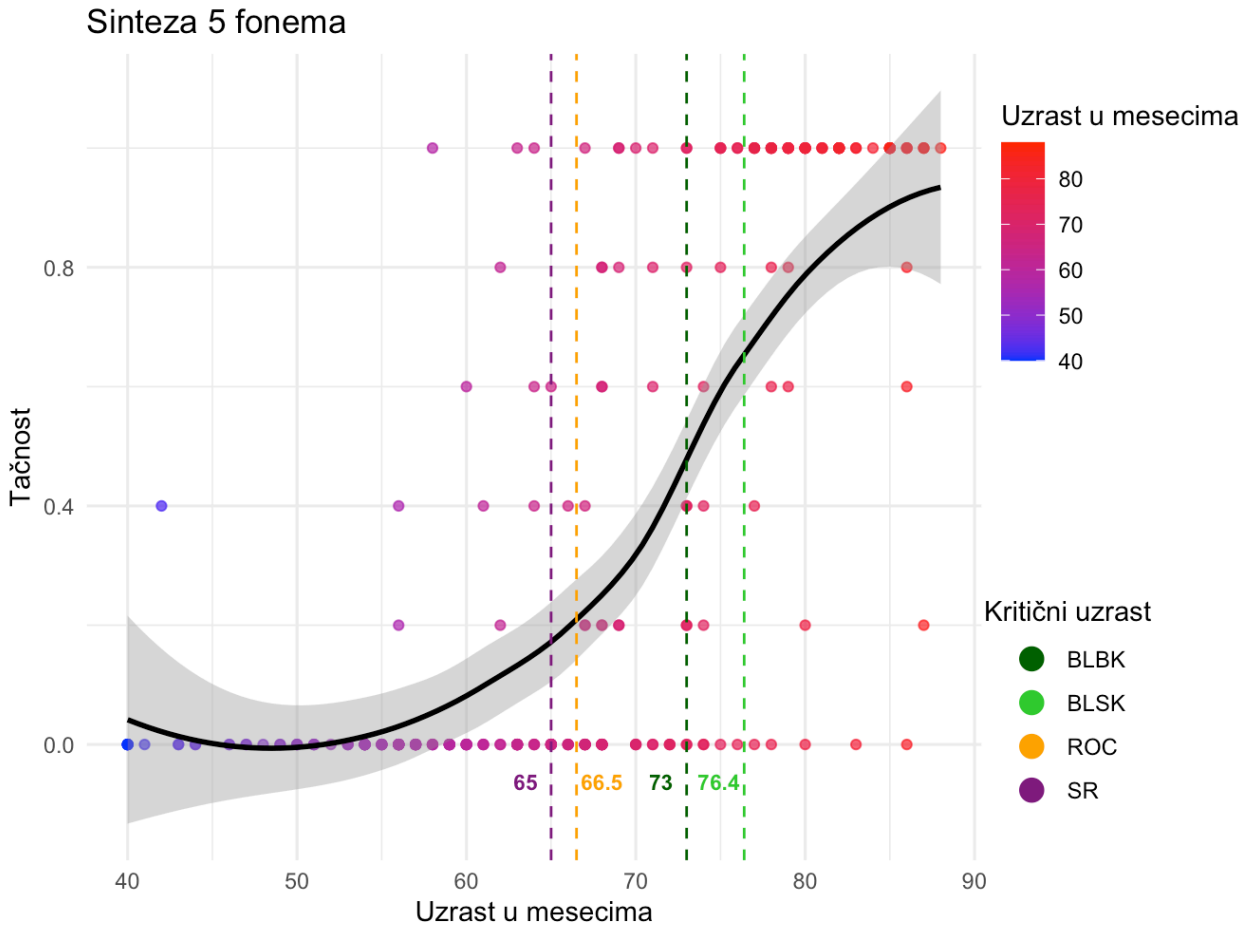
Vizuelni prikaz razvojne krive sinteze 3 fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 18

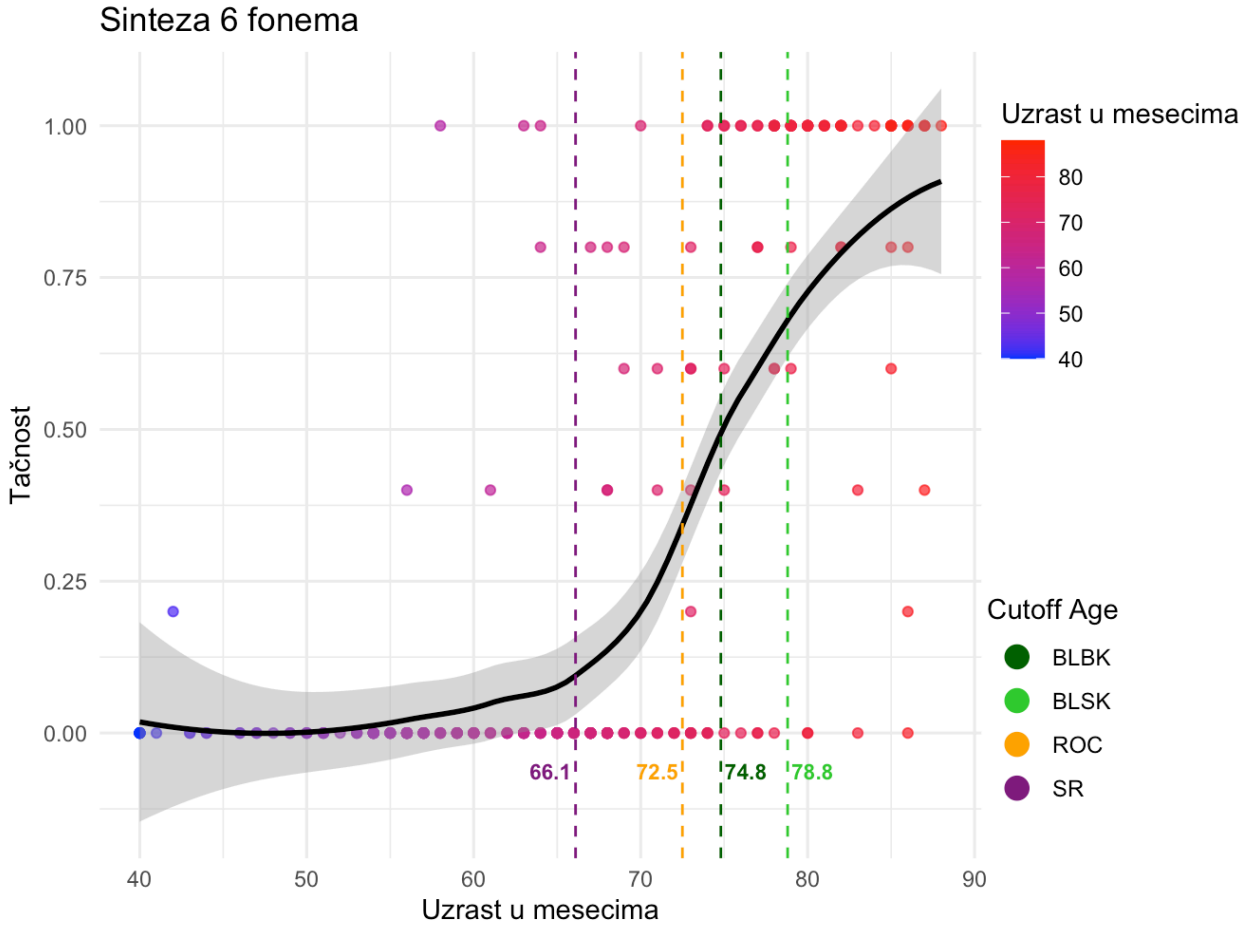
Vizuelni prikaz razvojne krive sinteze 4 fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 19

Vizuelni prikaz razvojne krive sinteze 5 fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma



Napomena. BLBK – binarna logistička regresija sa blažim kriterijumom (0,1,2=0; 3,4,5=1); BLSK – binarna logistička regresija sa strožim kriterijumom ((0,1,2,3,4=0; 5=1); ROC – Joundenov indeks; SR – prelomna tačka segmentirane regresije. Crna kriva predstavlja lokalno ponderisano regresiono poklapanje. Sivo osenčena površina oko krive je 95% interval poverenja (CI) oko procene regresije.

Slika 20

Vizuelni prikaz razvojne krive sinteze 6 fonema sa senzitivnim uzrastima po 4 različita kriterijuma

Diskusija

Studija 1 pruža nove uvide u specifičnosti razvojne putanje fonemske svesnosti kod dece predškolskog uzrasta u Srbiji. Pored jasnih deskriptivnih pokazatelja da se sposobnosti fonemske analize i sinteze mogu razviti u predškolskom dobu na visokom nivou, uvidom u distribucije tačnosti mogu se primetiti bimodalne, ali ne sasvim polarizovane distribucije. Dok je većina dece ili u potpunosti uspešna ili u potpunosti neuspešna u ovim zadacima, postoji određen broj dece koja se nalaze između, i koja imaju začetu fonemsku svesnost, ali ne još uvek sasvim razvijenu. Ovaj podatak ide u prilog prethodnim istraživanjima koji fonemsku svesnost posmatraju kao kontinuirani fenomen (Morais et al., 1979; Cassady et al., 2008). Uzrast se pokazao kao varijabla od velikog značaja za uspešnost u zadacima fonemske svesnosti, pri čemu su starije grupe dosledno uspešnije od mlađih. Detaljnijim uvidom u uzrasne grupe može se primetiti da je u najmlađoj grupi, koju čine deca ispod 4.5 godine, fonemska svesnost maltene u potpunosti nerazvijena, dok je u najstarijoj grupi starijih od 6.5 godina razvijena na vrlo visokom nivou. Ostaje kao otvoreno pitanje čime su ove snažne uzrasne razlike uslovljene, da li spontanim razvojem ili izlaganjem različitoj vrsti fonoloških stimulacija u različitim predškolskim grupama.

Rezultati analize razlika u fonemskoj analizi i sintezi po polu pokazali su neobične trendove. Na nivou celog uzorka nije bilo statistički značajnih razlika između dečaka i devojčica, što nije u skladu sa prethodnom literaturom koja ističe da devojčice dosledno pokazuju više razvijenu fonemsku svesnost od dečaka na istom uzrastu (Wilsenach & Makaure, 2018; Lazarević, 2014; Moura et al., 2009). Međutim, većina prethodnih istraživanja sprovedena je na starijem predškolskom uzorku kada je veća verovatnoća da je određene vrste fonološke stimulacije već bilo. U ovoj studiji se pod hipotezom H1.2 pretpostavljalo da ove razlike neće biti u ovoj meri izražene u predškolskom uzrastu ukoliko nije bilo sistematskog podsticanja rane pismenosti. Ova hipoteza je načelno potvrđena, s obzirom da se pojavila značajna razlika samo na uzrastu 5.5-6.5 godina u korist devojčica. Mada neke studije pokazuju da se sa uzrastom povećavaju razlike između dečaka i devojčica u fonološkim i čitalačkim veštinama (Chipere, 2014), ovaj rezultat nije moguće objasniti samo maturacijom. Uprkos izostanku statističke značajnosti u najstarijoj grupi, trend većeg rasta fonemske svesnosti u korist devojčica je primetan. S obzirom na to da je u ovom uzorku najstarija grupa brojčano manja od srednje starije grupe, moguće je da su razlike u najstarijoj grupi izostale usled nedostatka statističke snage. Ukoliko se razlike pojavljuju već na uzrastu od 5.5 godina, imalo bi smisla očekivati da se ove razlike održe, ili čak povećaju do kraja predškolskog uzrasta. Ovakav rezultat išao bi u prilog sociolingvističkim teorijama koje postuliraju da su očekivanja okoline ta koja usmeravaju razvoj rodno diferenciranih sposobnosti više nego što su razlike u ovim sposobnostima biološke prirode (Eckert, 1989). Ova interpretacija se oslanja na hipotezu „savijenog štapa“ koju je postulirala Džulija Šerman (Sherman, 1978), a koja pretpostavlja da „drvo raste u pravcu u kojem je štap savijen“. Koristeći se ovom metaforom, Šermanova objašnjava da su polne razlike u kognitivnim sposobnostima rezultat postepenog i često neprimetnog usmeravanja koje dolazi od podsticaja iz okoline, što dovodi do toga da se ove društveno oblikovane razlike percipiraju kao urođene. Ova studija pokazuje da na mlađem uzrastu ove razlike nisu izražene, dok se potencijalno može govoriti da usmeravanje okoline u kontekstu podsticanja rane pismenosti počinje već na uzrastu oko 5.5 godina.

Kako bi se proverila hipoteza H1.3, sprovedene su 4 analize radi ispitivanja razvojne dinamike fonemske svesnosti i utvrđivanja perioda optimalnog za razvoj ovih veština. Ove analize zajedno pokazuju da se osnovne fonemske veštine u velikoj meri razvijaju i mogu stabilizovati i do dve godine pre formalnog početka nastave čitanja u Srbiji, koja obično počinje na uzrastu između šeste i sedme godine. Analize su pokazale značajna poboljšanja povezana sa uzrastom u zadacima fonemske analize i sinteze već tokom ranog predškolskog perioda, pri čemu je posebno uočljiv nagli razvojni prelaz u fonemskoj svesnosti već od 4.6 godina za fonemsku analizu i 4.8 godina za fonemsku sintezu. Ovi nalazi potvrđuju da se fonemska svesnost ne razvija linearno, već kroz razvojne faze u kojima dolazi do naglih ubrzanja u usvajanju određenih fonoloških veština, ali ne na istom uzrastu za sve veštine. Za potpuni razvoj fonemske svesnosti potrebno je ipak nešto više vremena, s obzirom da stroži kriterijum, koji zahteva da dete uradi sve zadatke tačno, pokazuje da većina dece u fonemskoj analizi postaje u potpunosti uspešna tek od 5.7 godina, dok kriterijumom za potpuno usvajanje fonemske sinteze većina dece dostiže potpunu uspešnost tek sa 6.6 godina.

Ovi rezultati su u skladu sa prethodnim istraživanjima koja naglašavaju značaj ranog razvoja fonoloških veština, naročito u jezicima sa transparentnom ortografijom (Caravolas et al., 2005; Eklund et al., 2018; Spencer & Hanley, 2004). Stabilan razvoj fonemske svesnosti kod predškolske dece u ovom istraživanju podržava prethodne nalaze da transparentne ortografije, kakva je srpska, olakšavaju ranije usvajanje fonoloških strategija dekodiranja zahvaljujući doslednom odnosu između grafema i fonema (Seymour et al., 2003; Caravolas et al., 2012; van Daal & Wass, 2017; Thorstad, 1991; Zaretsky et al., 2009). Visoka ortografska transparentnost podržava postepeni, ali stabilan razvoj fonoloških reprezentacija tokom predškolskog perioda, pri čemu deca sve uspešnije segmentiraju i manipulišu fonemima u govoru. Slični razvojni obrasci uočeni su i u drugim

transparentnim ortografijama, kao što su češka i velška, gde deca već oko pete godine pokazuju razvijene veštine fonemske segmentacije (Caravolas et al., 2005; Spencer & Hanley, 2004). Ovi nalazi su takođe u skladu sa hipotezom ortografske dubine (Katz & Frost, 1992, Frost, 1994) koja pretpostavlja da struktura ortografskog sistema značajno utiče na proces usvajanja čitanja, olakšavajući preleksički pristup u transparentnim ortografijama.

Važan nalaz ovog istraživanja odnosi se na činjenicu da se veštine fonemske analize pojavljuju u proseku nešto ranije od veština fonemske sinteze. Segmentirana regresija jasno pokazuje da razvojne prekretnice za analizu nastupaju u mlađem uzrastu nego za sintezu, što ukazuje na diferenciranu razvojnu dinamiku ovih komponenti fonemske svesnosti. Ovaj nalaz je u skladu sa prethodnim istraživanjima u srpskom jeziku koja su koristila isti pristup merenju fonemske analize i sinteze (Lazarević, 2014), ali se suprotstavlja teorijama koje postuliraju univerzalan redosled razvoja fonoloških sposobnosti kroz različite jezike (Read et al., 1986; Goswami et al., 2002). Danas postoji još nalaza koji sugerišu da komponente fonemske svesnosti mogu slediti obrazac razvoja koji se razlikuje od obrazaca u jezicima sa većom ortografskom dubinom (Cassady et al., 2008; Lonigan et al., 2000; Liberman et al., 1974).

Iako su fonemska analiza i sinteza u srpskom jeziku visoko korelirane (Milošević et al., 2022), moguće je da specifični zadaci sinteze korišćeni u ovom istraživanju predstavljaju nešto veći kognitivni zahtev, naročito za mlađu decu, zbog većeg opterećenja radne memorije. U zadacima fonemske sinteze u ovom istraživanju traženo je od dece da sintetišu izolovane foneme sa jednom sekundom razmaka, dok su u prethodnim istraživanja zadaci sinteze češće izgledali kao sažimanje razvučenog govora. Sintetisanje izolovanih fonema sa vremenskim otklonom zahteva dodatne procese integracije, jer dete mora da zadrži niz fonema u pamćenju i spoji ih u celinu, što dodatno otežava zadatak. Nasuprot tome, fonemska analiza podrazumeva razlaganje već postojeće fonološke reprezentacije na manje jedinice, što u transparentnim ortografijama može biti dodatno olakšano jasnim fonološkim strukturama jezika. Moguće je da se i zbog ovoga pokazuje da se sinteza u ovom istraživanju javlja sa zakašnjenjem u odnosu na analizu.

Detaljnija analiza pojedinačnih zadataka pokazuje da se neke veštine razvijaju ranije i brže od drugih. Na primer, identifikacija prvog fonema u reči dostiže plato relativno rano u razvoju u poređenju sa drugim zadacima fonemske analize i sinteze. Sa druge strane, složeniji zadaci, poput sinteze reči od šest fonema, pokazuju znatno sporiji razvoj i ne beleže značajan napredak pre približno 66 meseci (5.5 godina). Ovi rezultati ukazuju na važnost postepene stimulacije fonemske svesnosti u predškolskom obrazovanju, jer svaka komponenta fonemske svesnosti može na specifičan način doprineti kasnijem razvoju čitalačkih veština (Melby-Lervåg et al., 2012; Blachman et al., 2014). Takođe, ovi rezultati pružaju potencijalne razvojne okvire koji mogu pomoći vaspitačima u planiranju aktivnosti rane pismenosti u skladu sa kognitivnom spremnošću dece.

Nalazi ovog istraživanja doprinose i dugotrajnoj raspravi o odnosu između fonemske svesnosti i čitanja. Iako se fonemska svesnost često smatra i uzrokom i posledicom razvoja sposobnosti čitanja (Mann, 1986; Hulme et al., 2012), dok neke studije pokazuju da je za potpun razvoj fonemske svesnosti potrebna eksplicitna fonološka obuka (npr. Anthony & Francis, 2005), rezultati ove studije pokazuju da se značajan deo fonemskih veština može razviti pre početka formalne nastave čitanja u Srbiji. Iako se ovaj razvoj ne može u potpunosti pripisati samo sazrevanju, već i potencijalnim nesistematskim obukama i podsticajima, podaci ukazuju na to da predškolska deca poseduju latentnu spremnost za usvajanje čitanja koju obrazovni sistem može bolje iskoristiti. Integrisanje sistematskih aktivnosti za razvoj fonemske svesnosti i ranih čitalačkih aktivnosti pre prvog razreda moglo bi dodatno podržati razvoj fonoloških veština i smanjiti rizik od kasnijih teškoća u čitanju. Brojne intervencione studije pokazuju da programi usmereni na fonološku obradu u predškolskom uzrastu mogu značajno poboljšati ishode čitanja i smanjiti kasnije poteškoće u razvoju

pismenosti, i rezultati ove studije su u skladu sa tim nalazima (Torgesen, 2002; Park et al., 2015; Scarborough, 1998).

S obzirom na značaj ranog razvoja čitalačkih veština za kasniji akademski uspeh (Rasinski, 2012; Mihret & Joshi, 2025), nepravovremena i nesistematska stimulacija fonemske svesnosti mogla bi delimično doprineti konstantno ispodprosečnim rezultatima Srbije na međunarodnim procenama čitalačke pismenosti (Pavlović-Babić & Baucal, 2013; Videnović & Čaprić, 2019; Čaprić & Videnović, 2024). Postojeći predškolski kurikulum u Srbiji naglašava razvoj emergentne pismenosti kroz simboličku igru i razvoj usmenog jezika, ali bez sistematskog rada na fonemskom nivou. Takav pristup može dovesti do propuštenih prilika za optimalan razvoj fonoloških veština i povezanih kognitivnih procesa važnih za fluentno čitanje, koji se u plitkim ortografijama najčešće povezuje sa ranim predškolskim uzrastom (Phillips et al., 2008; Rubio, 2025; Wolff & Gustafsson, 2022). Rezultati ovog istraživanja stoga podržavaju ideju o potencijalnim kurikularnim unapređenjima koja bi uključila ranije, empirijski utemeljene intervencije u oblasti rane pismenosti, usklađene sa razvojnom spremnošću dece. Ovi nalazi su u skladu i sa neurokognitivnim modelima razvoja čitanja, koji pretpostavljaju da rani razvoj fonološke obrade doprinosi formiranju efikasnih neuronskih mreža potrebnih za fluentno dekodiranje i prepoznavanje reči (Boets et al., 2013; Wang et al., 2021). Razvijena fonemska svesnost pre osnovnog školovanja može smanjiti kognitivno opterećenje tokom učenja čitanja i omogućiti lakši prelaz ka složenijim aspektima pismenosti, poput razumevanja pročitanog i morfološke svesnosti (Carlisle, 2010; Kuo & Anderson, 2006). U srpskom jeziku, s obzirom na izraženo plitku ortografiju i visoku morfološku složenost, rana fonemska svesnost može imati poseban značaj za automatizaciju čitanja. Razumevanje pročitanog u ovom kontekstu u velikoj meri zavisi od prepoznavanja morfoloških (flektivnih) oznaka, pa automatizovano dekodiranje može indirektno omogućiti veću dostupnost morfološke analize tokom razumevanja teksta.

Na kraju, primena rigoroznih analitičkih metoda, uključujući binarnu logističku regresiju, ROC analizu i segmentiranu regresiju, omogućila je precizno određivanje razvojnih pragova i otkrila nelinearne obrasce u razvoju fonemske svesnosti. Binarna logistička regresija pokazala je na kom uzrastu većina dece dostiže određeni nivo razvijenosti fonemske svesnosti, dok je ROC analiza omogućila identifikaciju uzrasta koji najpreciznije razlikuje decu sa razvijenim i nerazvijenim fonemskim veštinama. Segmentirana regresija dodatno je pružila detaljniji uvid u razvojnu dinamiku identifikujući tačke u kojima dolazi do naglog ubrzanja u razvoju pojedinačnih veština. Iako ovi nalazi nedvosmisleno pokazuju da se fonemska svesnost može razviti na visokom nivou i do dve godine pre početka formalne obuke čitanja, što potvrđuje hipoteze ove studije, ostavlja se otvoreno pitanje kako do ovog razvoja spontano dolazi, ako nije iniciran formalnom obukom? Buduća istraživanja bi mogla da stave fokus na praksu i razumevanje na koji način se u predškolskim ustanovama podstiče razvoj fonološke svesnosti, kao i koju ulogu imaju roditeljske prakse u ovom procesu. Kombinacija različitih analitičkih pristupa u ovom istraživanju omogućila je sveobuhvatnije razumevanje razvojne putanje fonemske svesnosti i pruža jasan okvir i za buduća longitudinalna i intervenciona istraživanja koja bi imala za cilj identifikaciju optimalnog vremena za uvođenje aktivnosti rane pismenosti u različitim ortografskim kontekstima.

Zaključak

Studija 1 imala je za cilj da ispita uzrasne razlike i dinamiku razvoja veština fonemske analize i sinteze na uzorku predškolaca u Srbiji. Pokazano je da postoji značajan efekat uzrasta u razvoju ovih sposobnosti, pri čemu je moguće u potpunosti razviti ove veštine već na uzrastu od 4.5 godine. Veštine fonemske analize i sinteze se postepeno stabilizuju do otprilike 5.5 godina, odakle verovatnoća da većina dece ima u potpunosti razvijene ove veštine naglo raste, dok na 6.5 godina već preko 60% dece bez greške rešava sve zadatke. Primenjeno je više različitih statističkih kriterijuma

kako bi se utvrdio optimalan uzrasni opseg za stimulaciju fonemskih veština, pri čemu je stavljen akcenat na različitu dinamiku razvoja fonemske analize u odnosu na sintezu, kao i na specifičnosti ovog razvoja u plitkoj ortografiji srpskog jezika. Predloženi su empirijski uzrasni okviri kada fonemske veštine naglo počinju da rastu, kada se u najvećoj meri razvijaju, i kada je moguće diferencirati decu na osnovu razvijenosti fonemske analize i sinteze. Svi predloženi uzrasni okviri nalaze se u predškolskom periodu, što pokazuje da se veštine analize i sinteze u srpskom jeziku mogu spontano i nesistematski razviti pre početka formalnog opismenjavanja. Ovi rezultati imaju važne implikacije za praksu i ukazuju na potrebu za pravovremenim uvođenjem sistematske fonološke stimulacije u predškolski program.

Ograničenja i usmerenja za dalji rad

Iako ova studija pruža značajne nove uvide u razvojnu prirodu fonemske svesnosti na predškolskom uzrastu u plitkoj ortografiji srpskog jezika, potrebno je istaći nekoliko ograničenja. Uzorak je obuhvatao decu koja pohađaju privatne vrtiće u urbanom području Beograda, što može ograničiti mogućnost generalizacije nalaza na predškolsku populaciju iz ruralnih sredina i manjih gradova. Uz to, obuhvaćena su samo deca koja su uključena u formalni sistem predškolskog obrazovanja, koji nije obavezan do pripremno predškolskog uzrasta. Deca iz ruralnih sredina mogu imati drugačija socioekonomska i obrazovna iskustva, i ređe su uključena u neobavezno predškolsko obrazovanje. Uzimajući u obzir važnost SES-a za razvoj fonoloških sposobnosti i rane pismenosti, moguće je da bi se u ruralnoj sredini i manjim gradovima razlikovali rezultati.

Takođe, usled nemogućnosti longitudinalnog praćenja, u ovom istraživanju korišćen je transverzalni istraživački dizajn, te su na svakom nivou uzrasta poređenja različita deca. Longitudinalna istraživanja koja bi pratila istu decu kroz predškolski period i tokom početka formalnog školovanja mogla bi pružiti snažnije dokaze o uzročnoj ulozi ranih fonoloških veština u usvajanju čitanja u plitkim ortografijama.

Kako bi se mogao obuhvatiti veći opseg predškolskog uzrasta, ova studija koristila se samo osnovnim zadacima fonemske analize i fonemske sinteze, dok složeniji zadaci fonemske svesnosti, poput brisanja fonema ili manipulacije fonemima, nisu bili uključeni. S obzirom na to da je pokazano da složeniji zadaci fonemske analize imaju značajniju prediktivnu ulogu za razvoj čitalačkih sposobnosti, buduća istraživanja bi mogla ispitati i ove veštine.

Usled nedostatka standardizovanih instrumenata na srpskom jeziku dostupnim za psihološku procenu, za potrebe ovog istraživanja su konstruisane nove skale fonemske analize i sinteze. Ove skale, iako imaju visoku pouzdanost, nisu standardizovane, te bi razvijanje standardizovanih skala koje bi se mogle koristiti u budućim istraživanjima omogućilo donošenje opsežnijih zaključaka i postuliranje uzrasnih normi za razvoj fonološke svesnosti u predškolskom uzrastu.

Takođe, u ovom istraživanju nisu prikupljeni dodatni podaci koji bi se mogli korelirati sa veštinama fonemske svesnosti. Buduća istraživanja mogla bi da ispitaju na koji način drugi kognitivni faktori povezani sa pismenošću, kao što su npr. IQ i verbalna memorija, interaguju sa razvojem fonemske svesnosti u plitkim ortografijama. Neurokognitivna istraživanja mogla bi dodatno ispitati neuralne korelate fonemske svesnosti i rasvetliti neuralne mehanizme koji stoje u osnovi sazrevanja fonemske svesnosti i njenog odnosa sa ishodima u razvoju pismenosti u različitim jezičkim kontekstima.

Studija 2: Efekti intervencije na razvoj fonološke svesnosti u predškolskom uzrastu

Uvod

U drugoj studiji stavlja se fokus na efekat ranih intervencija sa ciljem pospešivanja fonoloških veština i rane pismenosti u predškolskom uzrastu. S obzirom na to da učenje čitanja predstavlja temeljnu veštinu koja snažno oblikuje pismenost tokom čitavog života, posebno su važne rane čitalačke veštine koje su širom sveta povezane sa brojnim obrazovnim ishodima. Istraživanja dosledno pokazuju da deca koja rano razviju dobre čitalačke sposobnosti imaju tendenciju da postižu bolje rezultate u školi, kako u oblasti pismenosti, tako i u drugim nastavnim predmetima. Rane veštine pismenosti i jezika na početku školovanja objašnjavaju veliki deo varijanse u kasnijem uspehu u čitanju (Schaughency et al., 2023; Cameron, 2023; Wackerle-Hollman, 2024), dok je rana čitalačka kompetencija povezana sa višim ocenama i boljim akademskim postignućima tokom osnovne škole i kasnije (Leahy & Fitzpatrick, 2017; Spira et al., 2005).

Jaz između prakse i empirije

Iako je univerzalno podržano da je razvoj čitanja postepen proces koji se razvija u više faza, uzrast u kojem započinje formalna obuka čitanja, kao i način na koji se ona sprovodi, značajno se razlikuje među zemljama. „Ratovi čitanja“ u zapadnoevropskom diskursu značajno su doprineli ovoj diskusiji, pri čemu je Nacionalni panel za čitanje (National Reading Panel, 2000) sproveo opsežno istraživanje radi ispitivanja optimalne strategije razvoja rane čitalačke pismenosti. Ovim istraživanjem je tzv. fonetski pristup dobio značajno pokriće, s obzirom na to da su rezultati pokazali da je eksplicitna fonološka obuka najefikasniji metod pospešivanja razvoja rane pismenosti. Na ove nalaze kasnije se nadovezuje koncept emergente pismenosti, koji se suprotstavlja prethodno ustaljenim teorijama kognitivnog sazrevanja, naglašavajući važnost ranih intervencija za optimalan razvoj pismenosti (Ševa & Radišić, 2013).

Uprkos značajnom broju nalaza akumuliranih tokom prethodnih nekoliko decenija istraživanja, obrazovne politike i praksa retko uspevaju da isprate empirijske rezultate. Promene u obrazovnim sistemima su spore s obzirom na to da zahtevaju značajan broj koraka i široku implementaciju kako bi bile održive. Na odabir pristupa stimulacije rane pismenosti delimično utiču i jezičke karakteristike, poput ortografske dubine – odnosno stepena transparentnosti odnosa između grafema i fonema. U plitkim ortografijama, kao što su srpska, finska ili italijanska, ovi odnosi su veoma dosledni, što omogućava deci da brže usvoje veštine dekodiranja u poređenju sa dubokim ortografijama, poput engleske, gde su te veze manje predvidljive (Thorstad, 1991; Zugarramurdi et al., 2022; Caravolas et al., 2012).

Dok se čitaoci u dubokim ortografijama više oslanjaju na leksičku i semantičku obradu, plitke ortografije više podstiču preleksičke, fonološke strategije dekodiranja (Katz & Frost, 1992; Buetler et al., 2013; Bartoň et al., 2023; Chyl et al., 2021a). Fonetski pristup se pokazao uspešnim u dubokim ortografijama (Ehri et al., 2001; Castles et al., 2018), pri čemu su efekti ovog pristupa dodatno izraženi u plitkim ortografijama (Seymour et al., 2003; Caravolas et al., 2005). Iz ovog razloga, fonološke strategije podsticanja rane pismenosti uglavnom su dominantne u plitkim ortografijama, ali se primenjuju nesistematski i bez jasnog empirijskog pokrića. Ovo dovodi do trenutnog stanja u kom možemo pronaći vrlo raznolike pristupe obuci čitanja kako između različitih kultura, tako i unutar iste zemlje.

Primera radi, kada se uporedi aktuelna praksa u Srbiji i susednoj zemlji Bugarskoj, čiji jezik ima isti nivo transparentnosti ortografije, mogu se primetiti dva opozitna trenda. Dok u Bugarskoj predškolski kurikulum podržava razvoj ranih čitalačkih veština kroz učenje prepoznavanja slova i osnovnih oblika pisanja (Ministry of Education and Science of the Republic of Bulgaria, 2016),

aktuelni srpski predškolski kurikulum, vođen nacionalnim programom „Godine uzleta“, obeshrabruje sistematsku nastavu pismenosti u ranom detinjstvu. Umesto toga, naglasak se stavlja na razvoj emergentne pismenosti kroz jezički bogato okruženje i simboličku igru, ali bez jasnih didaktičkih i metodičkih usmerenja za vaspitače (Službeni glasnik RS, 2018). Uprkos različitom pristupu razvoju rane pismenosti, u obe zemlje deca kreću u školu na uzrastu 6-7 godina, te u prvi razred ulaze sa vrlo različitim nivoom pripremljenosti za razvoj pismenosti, što može napraviti dugoročne razlike u daljim ishodima školovanja.

Efekti rane stimulacije fonološke svesnosti

S obzirom na opseg raznih vrsta intervencija, nije jednostavno odrediti koji je pristup najbolji. Istraživanja pokazuju da su pristupi koji integrišu multisenzorne aktivnosti, koji su strukturirani od jednostavnijih ka složenijim zadacima dekodiranja i koji su prilagođeni ortografskim karakteristikama jezika, pokazali naročito dobre rezultate (Phillips et al., 2008; Verhoeven et al., 2020). Posebno je značajno da, kada se ovakva nastava primenjuje već u predškolskom uzrastu, može značajno unaprediti fonemsku svesnost, poznavanje slova i rano prepoznavanje reči – veštine za koje je poznato da predviđaju kasniju uspešnost u čitanju (Bradley & Bryant, 1983; Ehri et al., 2001; Melby-Lervåg et al., 2012). Rezultati u plitkim ortografijama, kakve imaju italijanski i češki jezik, pokazali su da strukturirane fonološke aktivnosti i programi ranog razvoja fonemske svesnosti značajno unapređuju predčitalačke veštine poput dekodiranja i segmentacije fonema (Cossu et al., 1988; Caravolas et al., 2005).

Brojna istraživanja pokazala su da su rane, sistematske intervencije zasnovane na fonetskom pristupu posebno efikasne u plitkim ortografijama, gde transparentni odnosi između simbola i glasova olakšavaju dekodiranje. Kratkoročni programi, koji obično traju između 6 i 12 nedelja, pokazali su značajne koristi za razvoj ranih čitalačkih veština kada se primenjuju u predškolskom ili ranom školskom uzrastu (Scammacca et al., 2016; Schaars et al., 2017). Istraživanja pokazuju da intervencije dužeg trajanja, koje se sprovode tokom više meseci ili uključuju intenzivniju nastavu, obično dovode do dugotrajnijih poboljšanja, naročito kod dece koja su u riziku od teškoća u čitanju (Byun et al., 2024).

Ovi nalazi naglašavaju značaj pravovremenih intervencija koje su osetljive na ortografske karakteristike jezika i prilagođene razvojnim mogućnostima dece. U Srbiji, međutim, postoji vrlo malo empirijske potvrde ovakvih intervencija. Cilj ove studije je da pokuša da popuni empirijski jaz i da doprinese razumevanju na koji način rana intervencija sa ciljem podsticanja razvoja fonoloških veština i početne pismenosti može napraviti promenu u predčitalačkim veštinama. Za potrebe ove studije odabrana je intervencija ALGO sistema obuke.

ALGO model obuke prečitalačkih veština

ALGO model je odabran za ovu studiju zato što je, prema trenutnim saznanjima, jedini sistem obuke u Srbiji koji na sistematičan i teorijski utemeljen način pristupa razvoju rane pismenosti. Sistem je organizovan kroz ukupno 36 sesija rada sa edukatorom u trajanju od približno 30 minuta, tri puta nedeljno. Obuka može biti individualna ili grupna, pri čemu se grupni rad preporučuje u manjim grupama do četvoro dece. Po svom sadržaju, ALGO metoda stimulacije rane pismenosti osmišljena je u skladu sa fonološkom i ortografskom strukturom srpskog jezika i zasniva se na kombinaciji eksplicitnog i implicitnog učenja kroz aktivnosti organizovane u formi igre, sa ciljem razvoja stabilnog odnosa između grafema i fonema i podsticanja razvoja fonemske svesnosti bez formalne nastave čitanja. Ovakav pristup je u skladu sa nalazima istraživanja koja pokazuju da eksplicitna i sistematska fonološka i fonetska instrukcija predstavlja jedan od najefikasnijih pristupa

razvoju početnog čitanja, naročito u transparentnim ortografijama (Ehri et al., 2001; National Reading Panel, 2000; Castles et al., 2018; Schaars et al., 2017).

Osnovni materijali u ALGO programu sastoje se od simboličkih slagalica sa dva lica, pri čemu broj delova slike na jednoj strani odgovara broju fonema u reči prikazanoj slovima na drugoj strani. Na ovaj način dete kroz manipulaciju simbolima postepeno uspostavlja referentni okvir glas–slovo, što predstavlja osnovu za razvoj fonemske segmentacije i grafo-fonemskog mapiranja. Ovakav princip rada teorijski je u skladu sa modelima koji naglašavaju značaj eksplicitnog povezivanja fonoloških i ortografskih reprezentacija u ranoj fazi razvoja čitanja (Share, 1995; Ziegler & Goswami, 2005; Ehri, 2005). Kada dete stabilizuje vezu između slike, fonološke strukture i grafema, postepeno se uvodi apstraktniji materijal bez vizuelne podrške, najpre kroz sastavljanje reči od slova, a zatim i kroz rad sa pseudorečima. Upotreba pseudoreči posebno je značajna jer omogućava procenu i razvoj čistih sposobnosti dekodiranja nezavisno od prethodno usvojenih leksičkih reprezentacija, što predstavlja uspešan metodološki pristup u razvoju čitanja u transparentnim ortografijama (Seymour et al., 2003; Saine et al., 2013).

Poseban segment programa čine zadaci subleksikalne sinteze i dekodiranja strukturisanih bigrama i slogova, gde se sistematski vežba povezivanje suglasničko-samoglasničkih i suglasničko-suglasničkih klastera. Ovakva progresivna organizacija materijala, od jednostavnijih ka složenijim fonološkim strukturama, zasniva se na nalazima da postepeno povećavanje ortografske i fonološke kompleksnosti doprinosi razvoju fluentnosti čitanja i automatizaciji dekodiranja (Huemer et al., 2010; Heikkilä et al., 2013; Byun et al., 2024). Program takođe uključuje uređene liste reči različite ortografske složenosti i završava se zadacima čitanja jednostavnih rečenica sa razumevanjem, pri čemu se očekuje da dete tipičnog razvoja do kraja programa može tečno da pročita jednostavne rečenice. Ovakva organizacija prati principe sistematske fonetske instrukcije i kontrolisanog razvoja dekoderskih veština, za koje je pokazano da značajno unapređuju fonološku svesnost, znanje slova, dekodiranje i ranu čitalačku fluentnost (Bradley & Bryant, 1983; Melby-Lervåg et al., 2012; Scammacca et al., 2016). Postepeno i sistematsko uvođenje sve zahtevnijih struktura u okviru ALGO programa u skladu je i sa teorijom ortografske dubine, prema kojoj transparentne ortografije, poput srpske, omogućavaju efikasnije oslanjanje na fonološke strategije dekodiranja zbog konzistentnih odnosa između grafema i fonema (Katz & Frost, 1992; Seymour et al., 2003; Ziegler & Goswami, 2005). Na taj način ALGO pristup integriše razvoj fonološke svesnosti, znanja slova i sposobnosti dekodiranja kroz razvojno prilagođenu i multisenzornu strukturu aktivnosti.

Cilj

Usled nedostatka empirijske potvrde programa stimulacije razvoja fonoloških veština u Srbiji, cilj ove studije je da ispita uspešnost jedne takve intervencije koja je prilagođena za srpsku ortografiju. ALGO model obuke biće proveren kroz eksperimentalnu paradigmu poređenjem grupe koja je prošla kroz intervenciju sa uzrasnim parnjacima koji nisu prošli kroz intervenciju kako bi se utvrdili efekti ove vrste intervencije na uzorku predškolskog uzrasta.

Hipoteze

H2.1 – Postojaće značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe na zadacima fonesmske svesnosti nakon intervencije

S obzirom na to da je osnova rada ALGO modela razvoj fonemske svesnosti, očekuje se da pre intervencije ne postoji razlika između eksperimentalne i kontrolne grupe u nivou razvijenosti fonemske svesnosti, dok se nakon intervencije očekuje značajna razlika između ove dve grupe u

korist eksperimentalne grupe. Pored apsolutnih razlika, očekuje se i da će eksperimentalna grupa u periodu trajanja intervencije napraviti veći napredak u odnosu na početnu tačku od kontrolne grupe.

H2.1 – Uzrast će biti značajan faktor razlika u napretku između eksperimentalne i kontrolne grupe

Očekuje se da će efekat uzrasta moderirati razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe. Naime, može se pretpostaviti na osnovu rezultata istraživanja u plitkim ortografijama da će mlađi predškolci imati više koristi od obuke od starijih predškolaca, tj. da će njihov prosečan napredak u odnosu na početnu tačku biti veći.

H2.3 – Postojaće značajna razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe u znanju slova i dekodiranju reči

Kroz ALGO metod se implicitno usvaja azbuka i dekodiranje reči, zbog čega će biti proverena razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe i u ovim veštinama. Očekuje se veća uspešnost eksperimentalne grupe kako na prepoznavanju slova, tako i na dekodiranju reči, a takođe se očekuje i veći napredak u ovim veštinama u eksperimentalnoj grupi u odnosu na početnu tačku naspram kontrolne grupe.

Metod

Uzorak

Podaci su prikupljeni od 57 dece uzrasta 48–70 meseci, iz dva privatna vrtića u istom naselju u Beogradu. Deca iz jednog vrtića (N = 23, 39% devojčica, M = 63 meseca, SD = 5.87 meseci) učestvovala su u ALGO intervenciji, jer je ALGO redovan deo njihovog vrtićkog kurikuluma, dok deca iz drugog vrtića nisu prolazila kroz nikakve intervencije vezane za razvoj rane pismenosti u ovom periodu (N = 34, 47% devojčica, M = 61 mesec, SD = 3.88 meseci). Naknadno je za analizu izabrano 23 dece iz kontrolne grupe koja su uparena po inicijalnim merenjima sa eksperimentalnom grupom (N = 23, 60% devojčica, M = 60.8 meseci, SD = 4.53 meseci), te je totalni uzorak u analizama činilo 46 dece. Sva deca su obuhvaćena istraživanjem u okviru jedne kalendarske godine, iz istih generacijskih kohorti u dve uzrasne vrtićke grupe (mlađa grupa 40–60 meseci i starija grupa 60–70 meseci).

Instrumenti i testiranje

Za merenje fonemske svesnosti korišćen je isti instrument kao u Studiji 1, pri čemu je korišćena samo prva forma na celom uzorku. Za proveru prepoznavanja slova azbuke korišćene su kartice sa slovima, sa najviše 8 slova po kartici. Slova su bila randomizovana kako bi se izbeglo oslanjanje na auditivno pamćenje azbuke iz pesmica i obezbedilo da deca zaista dekodiraju grafeme. Na karticama slova nisu kombinovana po veličini, tako da je svako dete prošlo kroz celu azbuku dva puta – prvi put radi prepoznavanja velikih, a drugi put radi prepoznavanja malih slova. Reči korišćene za testiranje veštine dekodiranja bile su dužine 4 ili 5 slova u formatu naizmeničnog smenjivanja suglasnika i samoglasnika u reči (CVCV ili CVCVC strukture). Reči su bile predstavljene u uređenim listama tako da je jedna reč bila napisana velikim slovima, a sledeća malim slovima, naizmenično. Zadatak je bio da dete pročita što veći broj reči tačno u roku od jednog minuta. Ispitivači su merili vreme čitanja, a bodovi su dodeljivani samo za tačno pročitane reči. Ukupno testiranje trajalo je između 15 i 30 minuta po detetu, pri čemu se unutar svakog zadatka testiranje prekidalo ako bi dete dalo dva uzastopna netačna odgovora, zbog rastuće složenosti zadataka. Svi odgovori nakon tačke prekida kodirani su kao netačni.

Procedura

Intervencija je sprovedena u periodu od marta do maja 2019. godine, a podaci od učesnika obe grupe su prikupljeni neposredno pre i neposredno posle intervencije. Učesnici u eksperimentalnoj grupi bili su svi iz istog vrtića i učestvovali su u tromesečnom programu po ALGO metodi. Kontrolna grupa dece uzorkovana je iz drugog vrtića gde su deca prolazila kroz redovan predškolski program. Oba vrtića sledila su iste osnove predškolskog programa „Godine uzleta“ (Službeni glasnik RS, 2018).

Kao što je objašnjeno u Studiji 1, ni u ovom slučaju nije očekivano postojanje inicijalne razlike između vrtića, s obzirom da prate isti program, sa izuzetkom ALGO obuke. Tokom perioda trajanja obuke kontrolna grupa nije imala nikakve intervencije ili dodatne aktivnosti vezane za razvoj predčitalačkih veština. Trening u eksperimentalnoj grupi se sastojao od 36 sesija, u trajanju oko 30 minuta po sesiji, koje su se održavale tri puta nedeljno kontinuiranim tempom tokom tri meseca. Obuka je realizovana u vrtiću u koji deca inače idu, u malim grupama do četiri deteta, a obuku su vodili obučeni edukatori, licencirani za sprovođenje ALGO metode, koji su ujedno bili i vaspitači dece koja su uključena u istraživanje. Ovakva postavka je obezbedila naturalističko, poznato okruženje u kojem se deca inače igraju i osećaju prijatno dok uče kroz redovne predškolske aktivnosti. Pre početka intervencije, sva deca su testirana kako bi se ustanovio početni nivo razvijenosti fonemske analize i sinteze, poznavanja slova i veštine dekodiranja reči. Ponovljena merenja sprovedena su manje od dve nedelje nakon poslednje sesije obuke.

Rezultati

Sve statističke analize sprovedene su u programu R (R Core Team, 2024). Kako bi se obezbedilo da su grupe uravnotežene pri početnom merenju, iz kontrolne grupe od 34 učesnika izabrana su 23 koji su upareni sa eksperimentalnom grupom po početnom nivou uspešnosti. Tri učesnika iz kontrolne grupe koji nisu imali ponovljena merenja uklonjeni su iz skupa podataka pre postupka uparivanja. Najpre su izračunate standardizovane mere rezultata na svim zadacima, a zatim uprosečene tako da je svaki učesnik imao jedan objedinjeni standardizovani skor. Nakon uparivanja, 17 parova imalo je prosečnu razliku manju od 1 SD, 2 para razliku manju od 2 SD, a 3 para razliku manju od 3 SD, pri čemu je najveća razlika iznosila 3.172 SD. Učesnici iz kontrolne grupe za koje nije pronađen odgovarajući par uklonjeni su iz uzorka, a sve dalje analize sprovedene su na uparenom uzorku. Rezultat uparivanja sa svim SD vrednostima može se pronaći u Prilogu 5, a deskriptivni statistici za uzrast uparenog uzorka prikazani su u Tabeli 6.

Tabela 6

Deskriptivni statistici za uzrast po grupi u mesecima (mlađi 40-60 meseci, stariji 60-70 meseci)

Grupa	Uzrast	Dečaci	Devojčice	N	M_{uzrast}	SD_{uzrast}	Min_{uzrast}	Max_{uzrast}
Eksp.	mlađi	3	5	8	56.1	4.09	48	60
	stariji	11	4	15	66.6	2.23	63	70
Kont.	mlađi	9	7	16	57.8	2.84	49	60
	stariji	9	9	18	63.8	1.92	61	67

Za proveru početnog stanja razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe pre intervencije sprovedena je jednofaktorska ANOVA. Rezultati su pokazali da nije bilo statistički značajne razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe ni na jednom zadatku, osim na zadatku dekodiranja reči (p = .021). Ipak, uvidom u Tabelu 7, može se primetiti da je postojala prednost eksperimentalne grupe

u svim zadacima pre intervencije, zbog čega većina razlika nije daleko od značajnosti. Iz ovog razloga su posebno rađene analize za mere napretka. Jednofaktorska ANOVA je sprovedena i na podacima skupljenim nakon intervencije, gde su razlike bile statistički značajne na svim zadacima (svi $p <$ .012), pri čemu je eksperimentalna grupa postigla više rezultate od kontrolne grupe na svakom zadatku. Sve veličine efekta nakon intervencije bile su velike (svi $\eta^2 >$ .135), što potvrđuje dve hipoteze ove studije koje pretpostavljaju više razvijenu fonemsku svesnost u eksperimentalnoj grupi nakon intervencije (H2.1), kao i bolje rezultate na znanju slova i dekodiranju reči u ovoj grupi (H2.3). Razlike pre i posle intervencije prikazane su u Tabeli 7, a distribucije tačnosti po svim zadacima prikazane su na Slikama 21 i 22.

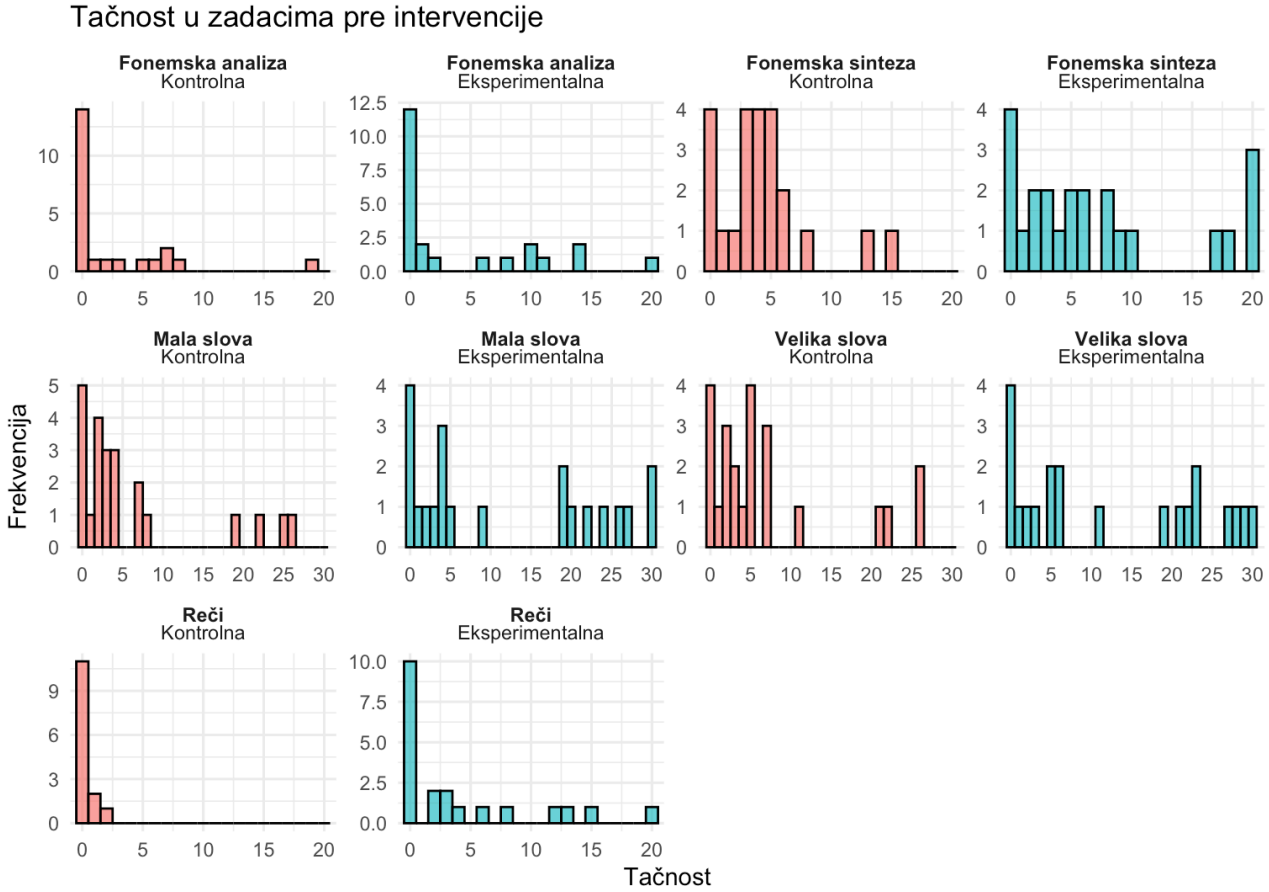
Tabela 7

Zadatak	Vreme	$M_{kont.}$	$SD_{kont.}$	$M_{eksp.}$	$SD_{eksp.}$	F	p	η^2
Analiza	Pre	2.52	4.53	4.22	6.07	1.15	0.289	0.025
Sinteza	Pre	4.30	3.75	7.26	6.99	3.20	0.081	0.068
Velika slova	Pre	7.13	8.32	12.4	11.4	3.13	0.084	0.069
Mala slova	Pre	6.26	8.25	11.9	11.4	3.52	0.068	0.077
Reči	Pre	0.286	0.611	4.19	5.96	5.90	0.021*	0.152
Analiza	Posle	3.74	5.74	9.04	7.85	6.84	0.012*	0.135
Sinteza	Posle	5.96	4.88	13.2	5.93	20.6	0.000***	0.319
Velika slova	Posle	10.5	10.1	25.0	6.70	33.0	0.000***	0.429
Mala slova	Posle	9.61	10.6	24.7	7.72	30.6	0.000***	0.410
Reči	Posle	0.143	0.478	15.6	18.2	15.0	0.000***	0.263

Napomena. Zvezdicama su označene statistički značajne razlike $*p < 0.05$; $**p < 0.01$, $***p < 0.001$.

Mere napretka

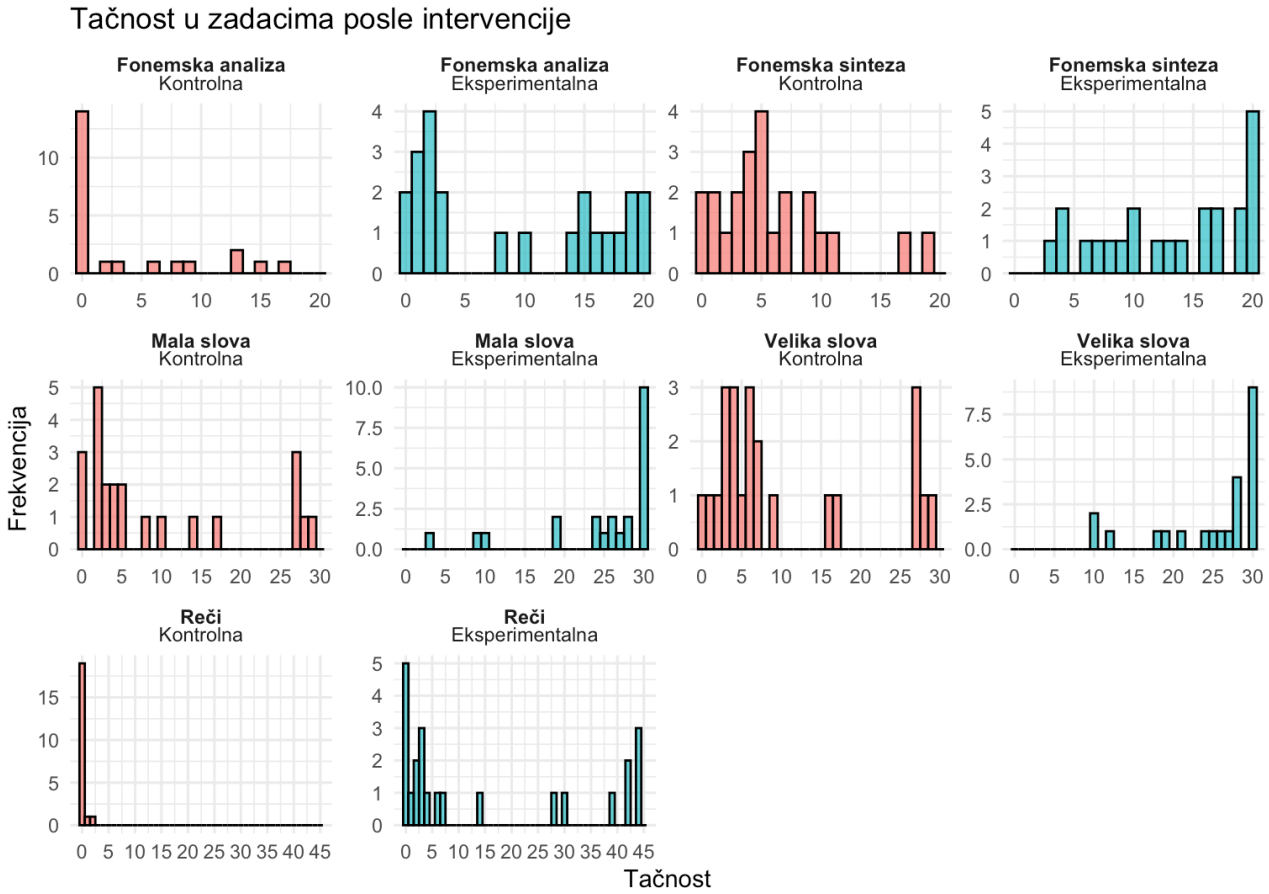
Kako bi se ispitao drugi deo hipoteza H2.1 i H2.3 koje pretpostavljaju veći napredak u eksperimentalnoj naspram kontrolne grupe u svim zadacima, u ovom delu biće analizirane razlike u napretku između dve grupe. Mere napretka za svakog učesnika izračunate su tako što je od post-intervencijskih mera oduzet rezultat pre intervencije za sve merene veštine – fonemsku analizu, fonemsku sintezu, poznavanje velikih slova, poznavanje malih slova, i dekodiranje reči. Rezultati napretka su potom standardizovani na nivou celog uzorka kako bi se omogućilo poređenje napretka između različitih zadataka (Slika 23). Dvofaktorska ANOVA sa mešovitim efektima sprovedena je na standardizovanim rezultatima napretka kako bi se uporedili efekti poboljšanja sa faktorima Grupa i Zadatak.



Slika 21

Tačnost u svim zadacima u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi pre intervencije

Analiza je pokazala značajan glavni efekat faktora Grupe ($F(1, 33) = 48.00$, $p < .001$), što ukazuje da su ukupni standardizovani rezultati napretka značajno različiti između kontrolne i eksperimentalne grupe. Glavni efekat Zadatka nije bio značajan ($F(4, 132) = 0.03$, $p = .998$), kao ni interakcija Grupa × Zadatak ($F(4, 132) = 0.45$, $p = .772$). Ovo sugeriše da obim poboljšanja nije značajno varirao između pet zadataka, niti se razlika između grupa menjala u zavisnosti od zadatka. Post-hoc poređenja pokazala su da su učesnici iz eksperimentalne grupe imali značajno veće ukupne napretke u poređenju sa kontrolnom grupom ravnomerno na svim zadacima. Standardizovane razlike u napretku između eksperimentalne i kontrolne grupe bile su najveće u zadatku prepoznavanja velikih slova (1.11 SD), a najniže kod fonemske analize (0.819 SD), pri čemu su svi rezultati bili prilično slični po vrednosti (Tabela 8).



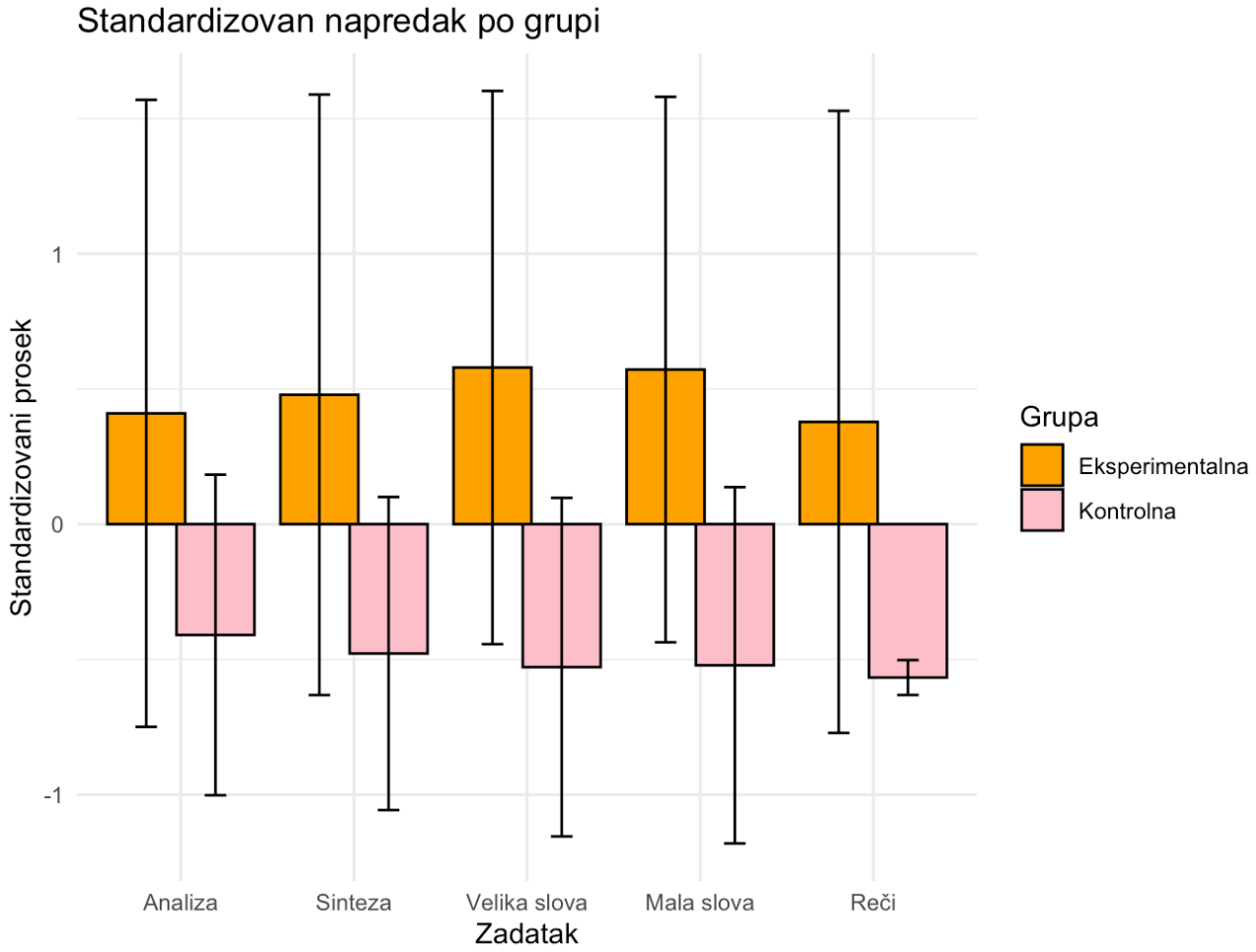
Slika 22

Tačnost u svim zadacima u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi nakon intervencije

Tabela 8

Standardizovan napredak u svim zadacima po grupi

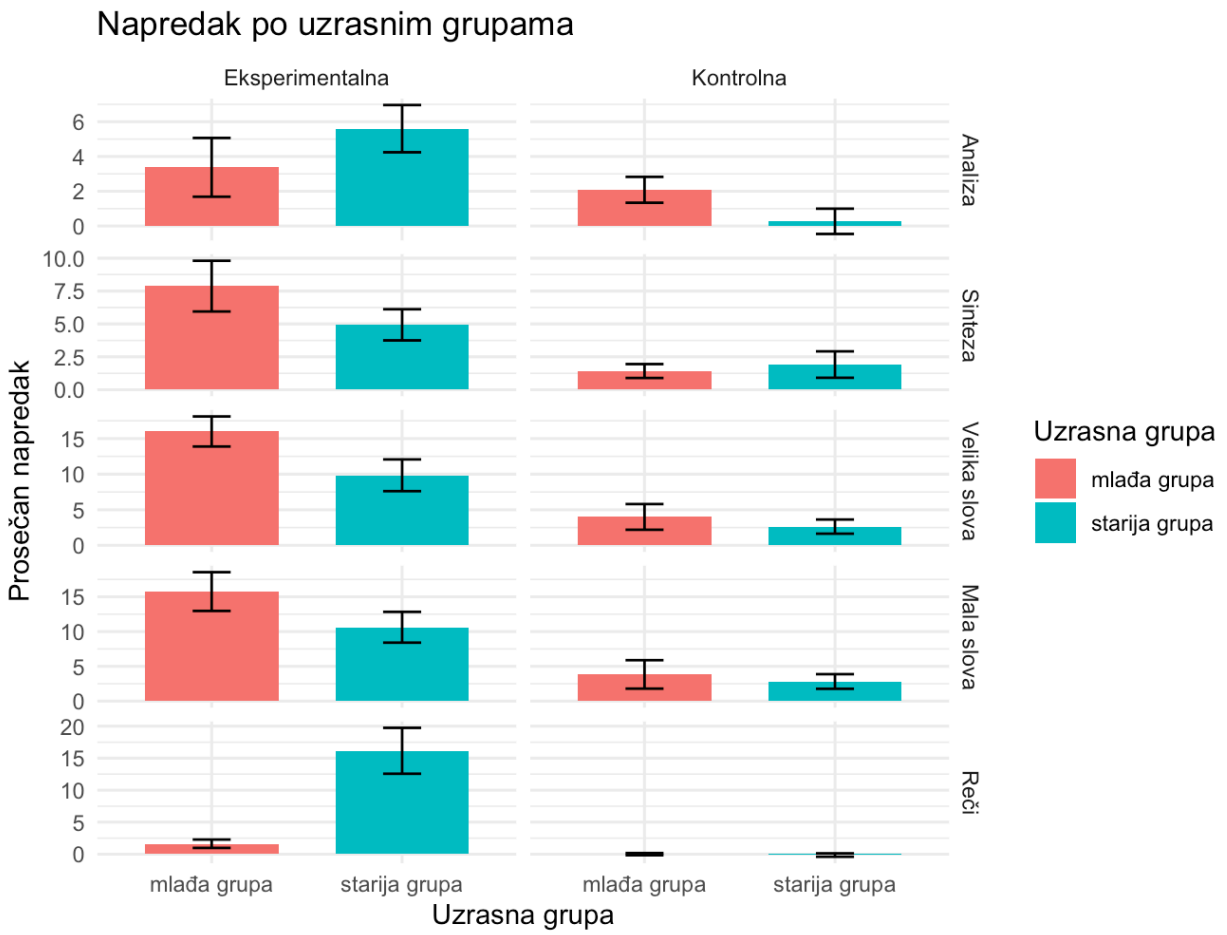
Zadatak	**$M_{kont.}$**	**$M_{eskp.}$**	**Razlika**
Velika slova	-0.529	0.579	1.11
Analiza	-0.410	0.410	0.819
Sinteza	-0.478	0.478	0.957
Mala slova	-0.522	0.572	1.09
Reči	-0.567	0.378	0.945



Slika 23

Standardizovan napredak u z-skorovima za kontrolnu i eksperimentalnu grupu

Kako bi se ispitala hipoteza H2.2 koja pretpostavlja da će efekat uzrasta biti značajan moderator u razlikovanju napretka između grupa, urađena je dvofaktorska ANOVA koja ispituje interakciju faktora Uzrast i Grupa za svaki zadatak posebno na nestandardizovanim merama napretka. Rezultati su pokazali da je efekat faktora Grupa visoko značajan u svim modelima (svi $p < .005$), pri čemu efekat faktora Uzrast nije bio značajan ni u jednom modelu (svi $p > .257$), osim u modelu za dekodiranje reči ($p = .003$). Efekat interakcije uzrasta i grupe takođe nije bio značajan ni u jednom modelu (svi $p > .104$) sem u modelu za dekodiranje reči ($p = .022$). Uvidom u rezultate *emmeans* post-hoc testa sa Tukey korekcijom primećena je značajna razlika u napretku u dekodiranju reči između mlađeg i starijeg dela eksperimentalne grupe ($p = .004$), mlađe kontrolne i starije eksperimentalne grupe ($p = .002$), i starijeg dela oba grupe ($p = .002$). U sva tri slučaja su deca iz starije grupe ostvarila značajno veće poboljšanje u dekodiranju reči od mlađe grupe. Iako nisu značajne, razlike idu u korist starijeg dela eksperimentalne grupe i na zadatku fonemske analize. Postoji tendencija većeg napretka u mlađem delu eksperimentalne grupe u fonemskoj sintezi i znanju slova, ali ove razlike nisu dostigle nivo značajnosti (Slika 24). Ovim rezultatima nije potvrđena hipoteza H2.2 kojom se pretpostavljalo da će mlađi ispitanici imati veći napredak naspram starijih.



Slika 24

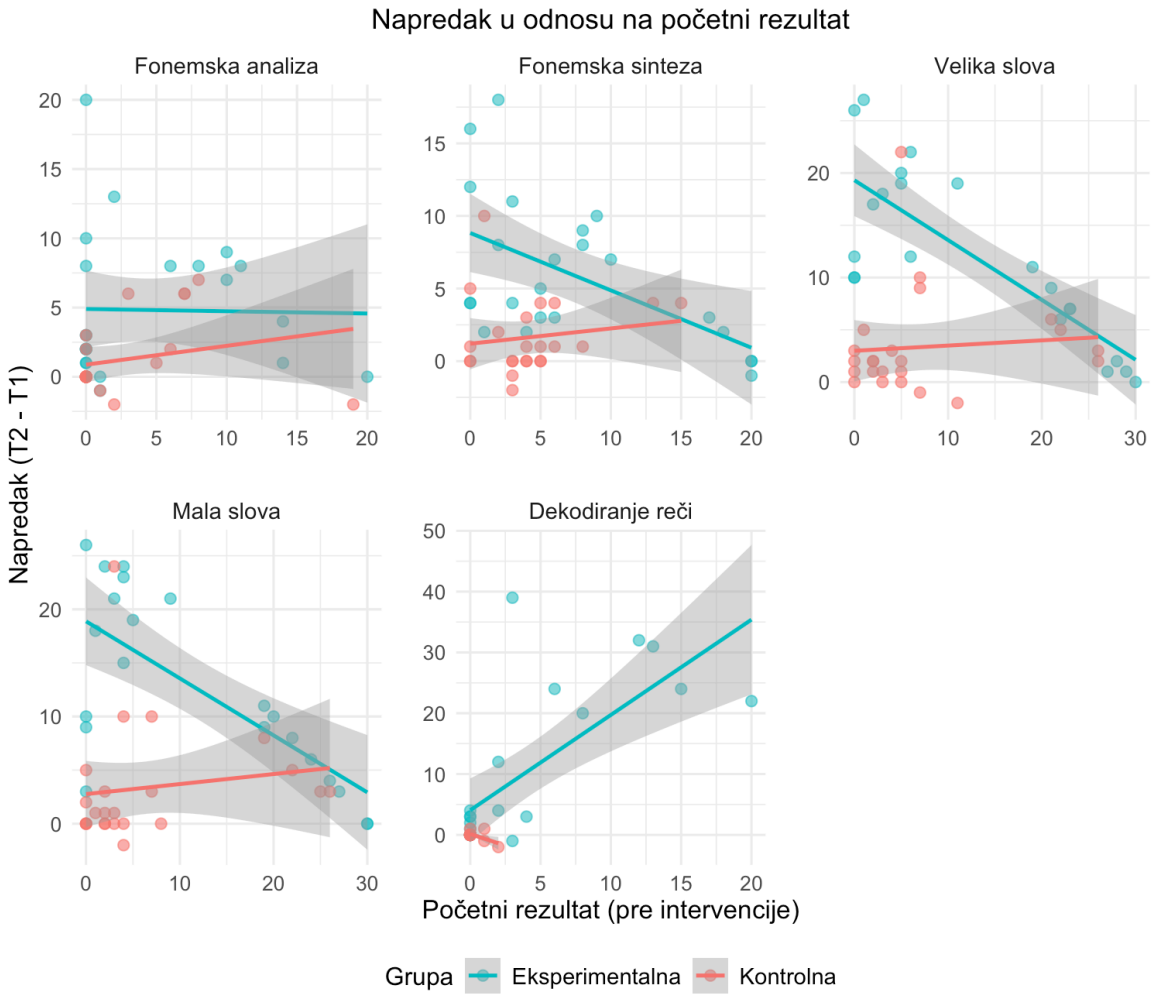
Nestandardizovani napredak po uzrastu u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi

Kako bi se uvidelo da li je ovaj napredak bio veći za decu sa nižim ili višim početnim nivoom sposobnosti, izvršena je linearna regresija za svaki zadatak posebno korišćenjem *lm* funkcije u R-u, u kojoj je zavisna varijabla bila Napredak u zadatku, a nezavisne varijable Početni rezultat (kontinuirana varijabla) i Grupa (eksperimentalna vs. kontrolna), a ispitana je i interakcija ova dva faktora. Izračunate su Pirsonove korelacije između početnog rezultata i napretka, posebno za svaku grupu.

Kod fonemske analize nije utvrđena statistički značajna veza između početnog rezultata i napretka (β = – 0.016, p = .911). Interakcija između početnog rezultata i grupe nije bila značajna (p = .533). Kod fonemske sinteze uočen je statistički značajan negativan efekat početnog rezultata (β = – 0.395, p < .001), pri čemu je interakcija bila značajna (p = .034), pokazujući izraženiji efekat u eksperimentalnoj grupi. Isti obrazac se pokazao sa još izraženijim efektom kod prepoznavanja velikih slova (β = – 0.572, p < .001), a interakcija je takođe bila visoko značajna (p < .001). Sličan obrazac primećen je i kod malih slova (β = – 0.532, p < .001), ponovo sa značajnom interakcijom (p = .002). Kod dekodiranja reči rezultati su bili suprotni, pokazujući pozitivan i značajan efekat na napredak (β = 1,567, p < .001), ali interakcija ovde nije bila značajna (p = .487).

Korelacione analize su uglavnom potvrdile ove nalaze. U eksperimentalnoj grupi su korelacije između početnog rezultata i napretka bile značajno negativne kod fonemske sinteze (r = – 0,553, p = .006), velikih slova (r = – 0,801, p < .001) i malih slova (r = – 0,713, p < .001). Kod dekodiranja reči korelacija je bila pozitivna i značajna (r = 0,719, p < .001). U kontrolnoj grupi većina korelacija nije bila statistički značajna, osim kod dekodiranja reči gde je bila negativna (r = – 0,64, p = .014).

Ovi rezultati (Slika 25) ukazuju na to da se fonemska analiza u eksperimentalnoj grupi ravnomerno razvija nezavisno od početnog nivoa, dok se kod fonemske sinteze i znanja malih i velikih slova pokazuje veći napredak kod onih učesnika koji su imali slabiji početni rezultat. Kod dekodiranja reči se pokazuje suprotan trend, pri čemu učesnici sa većim početnim rezultatom ostvaruju i veći krajnji rezultat. Interakcija je značajna u svim modelima sem kod fonemske analize i dekodiranja reči, pokazujući da se kod kontrolne grupe ne menja značajno nagib napretka, potvrđujući prethodne nalaze.

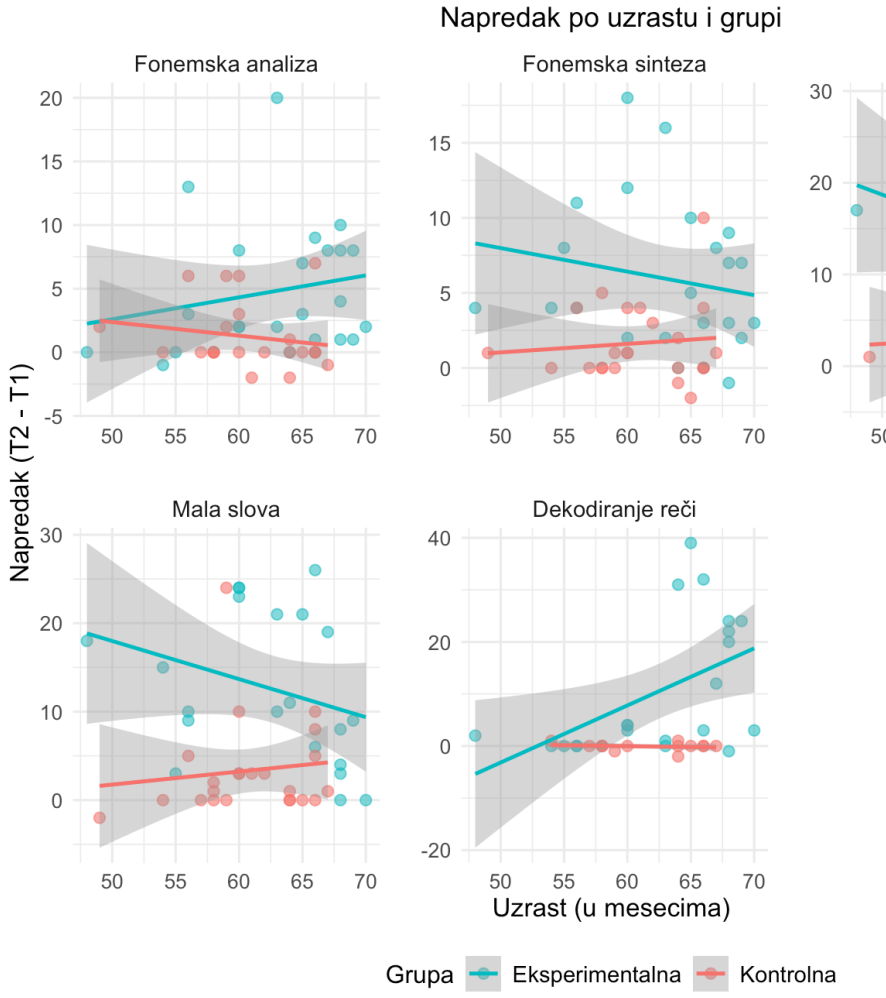


Slika 25

Napredak u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi u funkcija početnog rezultata

Radi dobijanja jasnijih uvida u razlike u napretku između eksperimentalne i kontrolne grupe po uzrastu, primenjeni su linearni regresioni modeli za svaki zadatak posebno korišćenjem *lm* funkcije u R-u, pri čemu je kriterijum u svakom modelu bio Napredak, a prediktori su bili Uzrast kao kontinuirana varijabla i Grupa kao kategorička varijabla za svaki od pokazatelja napretka. Rezultati su u skladu sa rezultatima analize varijanse pokazali da je eksperimentalna grupa napredovala više od kontrolne u svim zadacima (svi $p < .007$), bez obzira na uzrast, koji nije bio značajan faktor ni u jednom od modela, osim u zadatku dekodiranja reči ($p = .010$), gde je eksperimentalna grupa pokazala značajno veći napredak sa povećanjem uzrasta (Slika 26). Ovim modelom je pokazano da napredak u dekodiranju reči raste sa uzrastom nakon intervencije, dok se u kontrolnoj grupi ne primećuje trend rasta. Međutim, u drugim veštinama se uzrast ne pokazuje kao značajan faktor, što sugeriše da su deca i u mlađoj i u starijoj grupi jednako napredovala u veštinama fonemske analize i sinteze, kao i

u znanju slova. S obzirom na zakrivljenost raspodele varijabli, treba imati u vidu da linearni modeli nisu najbolja aproksimacija rasta veština sa uzrastom, što se može videti iz raspršenja prosečnih vrednosti na Slici 26. Ove modele treba stoga posmatrati kao deskriptivne i izbegavati zaključke o linearnosti odnosa uzrasta i napretka na merama korišćenim u ovom istraživanju.



Slika 26

Napredak u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi u funkciji uzrasta

Diskusija

Rezultati Studije 2 pružaju jasne dokaze da rana, sistematska intervencija sa ciljem razvoja predčitalačkih sposobnosti u predškolskom uzrastu može značajno unaprediti fonemsku svesnost, znanje slova, i dekodiranje reči, čak i pre zvaničnog početka formalnog opismenjavanja. Ovi nalazi su u skladu sa prethodnim studijama koje naglašavaju značaj strukturisanih, ranih intervencija sa ciljem razvoja fonoloških veština za razvoj čitalačkih sposobnosti (Lovett et al., 2017; Phillips et al., 2008; Simmons et al., 2007). Rezultati ove studije imaju poseban značaj imajući u vidu plitku ortografiju srpskog jezika i trenutnu obrazovnu politiku, koja uvodi formalnu obuku čitanja tek u prvom razredu osnovne škole, dok se na nivou predškolskog uzrasta opismenjavanje obeshrabruje. S obzirom da se relativno kratka intervencija u predškolskom uzrastu pokazala vrlo efektnom za razvoj predčitalačkih veština, ovi rezultati sugerišu da je moguće i poželjno uvesti sistematičnu stimulaciju ranih čitalačkih veština u predškolski program.

Značajan napredak u ovoj studiji primećen je u zadacima fonemske analize, fonemske sinteze, poznavanju velikih i malih slova, i dekodiranju jednostavnih reči nakon 36 sesija ALGO intervencije. Ključni nalaz ove studije pokazuje da je eksperimentalna grupa pokazala značajno veći napredak u svim procenjenim domenima u odnosu na kontrolnu grupu, što ukazuje da je sam program intervencije, a ne sazrevanje ili slučajna izloženost, pokretač ovog napretka. Takođe je pokazano da veću korist od ovakve intervencije imaju deca koja u intervenciju ulaze za nižim početnim nivoom fonemske sinteze i znanja velikih i malih slova, dok se fonemska analiza razvija nezavisno od početnog nivoa sposobnosti. Kod dekodiranja reči je pokazan suprotan trend, što ukazuje na to da je već na nivou dekodiranja reči moguće primetiti Matejev efekat (Stanovich, 1986). Ako deca koja ulaze sa većom sposobnošću dekodiranja jednostavnih reči u intervenciju imaju veću korist od intervencije od one dece koja imaju niže razvijenu ovu sposobnost na ulaznom nivou, ovo pokazuje ne samo jasan recipročan odnos dekodiranja i razvoja fonološke svesnosti, nego i da bolje pripremljeni čitači počinju da dobijaju prednost u razvoju pismenosti već na predškolskom uzrastu. Dodatnu snagu ovoj interpretaciji daje nalaz da su mere napretka primećene samo kod eksperimentalne grupe, dok kontrolna grupa nije značajno napredovala u istom vremenskom periodu ni u jednoj sposobnosti, što pokazuju standardizovane mere napretka. Ovaj rezultat ukazuje da bez odgovarajuće stimulacije nema napretka u razvoju fonološke svesnosti, ali ni znanja slova, što je u skladu da teorijama koje razvoj fonološke svesnosti vide kao recipročno-uzročan proces između sazrevanja i obuke (Hogan et al., 2005; Kirby et al., 2025; Siregar et al., 2023). Međutim, skorije studije posebno naglašavaju značaj ranih intervencija, s obzirom na to da su pokazale značajnije pozitivne efekte od intervencija koje se uvode tokom osnovnog školovanja (Wolff & Gustafsson, 2022), naročito za grupe sa rizikom razvoja poremećaja čitanja (Kjeldsen et al., 2019). Jedna meta-analiza je pokazala da su efekti dužine fonološke intervencije maksimalni nakon 10.2 sati obuke, pri čemu kada se fonološka obuka kombinuje sa radom na slovima, efekti nastavljaju da rastu i nakon 16 sati obuke (Erbeli et al., 2024). ALGO metoda primenjena u ovoj studiji predviđa ukupno oko 18 sati obuke, a s obzirom na to da kombinuje obuku ortografskog dekodiranja sa fonološkom obukom, ova studija je ujedno i prvi empirijski dokaz efektnosti jedne ovakve obuke u sprskom jeziku.

Mada je razvojnom aspektu fonološke svesnosti posebna pažnja pružena u Studiji 1, u Studiji 2 je uzrast ispitan kao moderator napretka u ovim veštinama. Bilo je očekivano da uzrast bude značajan moderator u korist mlađe grupe, međutim odsustvo moderacije uzrasta (osim kod dekodiranja reči) i interakcije između grupe i zadatka pokazuje da je intervencija ravnomerno razvila sve ciljne veštine u eksperimentalnoj grupi na svim nivoima uzrasta. Moderacija uzrasta kod dekodiranja reči, međutim, nije jednostavno interpretabilna zbog početne prednosti eksperimentalne grupe, koja uglavnom potiče iz starijeg dela grupe (60+ meseci). Ipak, uprkos toj prednosti, eksperimentalna grupa je i dalje pokazala veći standardizovani napredak od kontrolne grupe u dekodiranju reči. Iako su i mlađa deca iz eksperimentalne grupe napredovala u dekodiranju reči, starija deca su mogla ostvariti veći napredak jer je ovaj zadatak bio najzahtevniji. Brzo i efikasno dekodiranje reči zahteva ne samo solidnu fonemsku svesnost i poznavanje slova, već i sazrevanje verbalne memorije. Uzrast značajno utiče na razvoj verbalne radne memorije, čije sposobnosti se postepeno povećavaju i postaju slične sposobnostima odraslih tek oko 11. godine (Spandita & Jain, 2025), pri čemu je veća verovatnoća za stariju decu da imaju razvijeniji memorijski opseg (Elliott et al., 2021). Moguće je da je manji napredak primećen kod mlađe dece u dekodiranju reči iz ovog razloga, dok je intervencija pokazala značajno veći pomak u mlađoj grupi u svim drugim domenima. Neke studije pokazuju upravo da starija deca imaju veći napredak od mlađih u ranim čitalačkim intervencijama (Feitelson et al., 1982). Postoji trend, iako nije statistički značajan, da mlađa grupa im veći napredak od starije u jednostavnijim zadacima. Treba imati u vidu da je početni uzorak bio svega 23 predškolca u eksperimentalnoj grupi i isti broj parnjaka u kontrolnoj grupi, tako da je podela na mlađe i starije unutar ovih grupa dodatno umanjila statističku moć i potencijalne razlike između mlađe i starije grupe koje bi na većem uzorku bile vidljive. Iz ovog razloga, kao i zbog nelinearne prirode razvoja ovih sposobnosti u predškolskom uzrastu, trebalo bi rezultate vezane za uzrast u ovoj studiji tumačiti sa rezervom. Ono što je važno istaći je da su najstarija deca u ovom uzorku bila uzrasta

5.8 godina, pri čemu starija grupa, koja pokazuje korist od intervencije i u dekodiranju reči, je u opsegu uzrasta 5-5.8 godina, što je i dalje predškolski uzrast na kom se trenutno zvanično ne preporučuje početak opismenjavanja u Srbiji.

U srpskom kontekstu, gde se rani razvoj često fokusira na socioemocionalni i opšti kognitivni razvoj, ovi rezultati dovode u pitanje pretpostavke da razvoj rane pismenosti treba odlagati do početka osnovne škole. Aktuelni predškolski program podstiče aktivnosti kroz jezične igre, ali ne promoviše sistematske obuke grafo-fonemskog mapiranja, niti razvoj strategija dekodiranja (Službeni glasnik RS, 2018). Rezultati Studije 2, u saradnji sa rezultatima Studije 1, sugerišu da takva rezervisanost može dovesti do propuštenih razvojnih prilika, naročito imajući u vidu da se fonemska svesnost, kao ključni preduslov uspešnog savladavanja čitanja, može značajno unaprediti ciljanom obukom u predškolskom uzrastu. Prethodne studije dosledno pokazuju da rane intervencije donose prednosti za razvoj pismenosti, dok ne nose nikakve vidljive rizike po decu, niti ih sputavaju u drugim oblastima razvoja (Feitelson et al., 1982; Niklas et al., 2016; Nkemakolam, 2023).

Efektnost intervencije u celoj starosnoj grupi od 48 do 70 meseci, sa naročito vidljivim dobicima kod starije dece za dekodiranje reči, podržava fleksibilan vremenski okvir implementacije, ali naglašava prednost ranijeg početka. Sa stanovišta obrazovnih politika, nalazi ove studije pružaju osnovu za integraciju strukturisanih, naučno zasnovanih intervencija u predškolske programe. Kako Srbija usklađuje obrazovne standarde sa širim evropskim okvirima, ova studija doprinosi rastućem broju dokaza koji podržavaju raniji i eksplicitniji početak sistematskog razvoja pismenosti (Scammacca et al., 2016; Schaars et al., 2017; Phillips et al., 2008; Ehri et al., 2001), naročito kada se sprovodi na razvojno primeren i angažujući način. Pored toga, u transparentnoj srpskoj ortografiji se očekuje manji kognitivni napor prilikom usvajanja veštine ortografskog dekodiranja, što čini predškolce u Srbiji posebno pogodnom grupom za rane fonološke intervencije. Direktne fonološke intervencije imaju i ekološku prednost, s obzirom da se mogu primenjivati u grupi, pomažući većem broju dece da postignu pismenost u kraćem vremenskom periodu. Pošto je optimalno vreme trajanja ovih intervencija za pouzdane pozitivne efekte manje od ukupno 20 sati rada, ne postoje značajne organizacione barijere koje je potrebno prevazići kako bi se ove vrste intervencija sistematizovale. Iz prakse je poznato da u Srbiji već postoje vrtići koji sistematično primenjuju metode obuke rane stimulacije pismenosti, između ostalih i vrtići koji su učestvovali u ovom istraživanju.

Zaključak

Studija 2 je imala za cilj da ispita efekte sistematske metode koja podstiče razvoj fonološke svesnosti i veština dekodiranja u predškolskom uzrastu. ALGO metoda obuke, u trajanju od ukupno 18 sati, pokazala se kao vrlo efektna intervencija na uzorku predškolaca u Srbiji. Rezultati su pokazali da, nakon obuke, deca iz eksperimentalne grupe imaju viši nivo razvijenosti sposobnosti fonemske analize i sinteze, kao i veće znanje slova i veštine dekodiranja jednostavnih reči naspram kontrolne grupe. Svi efekti u ovoj studiji su procenjeni kao veliki, što dodatno pokazuje da sistematska fonološka obuka, kada se upari sa ortografskom obukom, može pružiti rani podsticaj za razvoj pismenosti u plitkoj ortografiji srpskog jezika. ALGO metoda u podjednakoj meri razvija veštine fonemske svesnosti, znanja slova, i dekodiranja, pri čemu veća poboljšanja u dekodiranju ostvaruju starija predškolska deca uzrasta 5-5.8 godina. Rezultati ove studije pozivaju na preispitivanje obrazovnih politika i sugerišu da uvođenje sistematskih pristupa rane stimulacije fonološke svesnosti i ortografskog dekodiranja može imati značajne prednosti za razvoj pismenosti u plitkoj ortografiji.

Ograničenja i usmerenja za dalji rad

Iako ovo istraživanje pruža važne uvide u efikasnost ranih intervencija u učenju čitanja u srpskom predškolskom kontekstu, treba istaći nekoliko ograničenja. Prvo, uzorak je bio relativno mali. Iako su statistički efekti bili snažni i u skladu sa prethodnim istraživanjima, ograničen broj učesnika može smanjiti generalizaciju nalaza na širu populaciju dece predškolskog uzrasta u Srbiji. Buduće studije sa većim i raznovrsnijim uzorcima potrebne su kako bi se efekti potvrdili i proširili, posebno uključujući decu iz različitih socioekonomskih, regionalnih i jezičkih sredina. U ovom istraživanju uzorak je regrutovan iz privatnih vrtića u Beogradu, koji su subvencionisani i pristupačni, ali ne odražavaju nužno celokupni spektar predškolskog obrazovanja u Srbiji, što je već pojašnjeno u ograničenjima Studije 1.

Još jedno ograničenje je nedostatak detaljnih podataka o potencijalnim faktorima koji su mogli doprineti razlikama između grupa izvan same intervencije. U ovoj studiji nije sistematski praćena izloženost aktivnostima vezanim za pismenost kod kuće ili u širem predškolskom programu, što je moglo uticati na rezultate post-testa. Prikupljanje ovih podataka u budućim studijama moglo bi pojasniti jedinstveni doprinos same intervencije u odnosu na druge faktore okoline, uključujući diskusiju o Matejevom efektu u kontekstu razvoja čitalačkih sposobnosti.

Ova studija je ispitivala efekte samo jedne metode obuke, tako da nije moguće generalizovati rezultate na ostale metode. To otežava utvrđivanje da li su uočeni dobici specifični za ALGO metod ili se mogu postići i kroz druge oblike strukturisane fonološke i grafo-fonemske instrukcije. Buduća istraživanja mogla bi direktno uporediti druge metode sa ALGO metodom kako bi se proverilo da li su ovakvi dobici zajednički za druge metode.

Studija 2 je koristila relativno kratkoročni pre-post dizajn, što ograničava zaključke o trajnosti efekata intervencije. Iako su uočena neposredna poboljšanja u predčitalačkim veštinama, ostaje nejasno da li ove razlike opstaju dugoročno i da li se prevode u poboljšane ishode pismenosti kada osnovno školovanje počne. Longitudinalno praćenje, uključujući i bihejvioralne i neurokognitivne mere, potrebno je za utvrđivanje dugoročnog uticaja ranih intervencija. Studija 3 je sprovedena upravo kako bi se dopunilo neurokognitivno razumevanje dugoročnih efekata ove intervencije, ispitivanjem iste dece iz Studije 2 pet godina kasnije.

Studija 3: Dugoročni neurokognitivni efekti rane stimulacije fonološke svesnosti

Uvod

Studija 3 nadovezuje se na Studiju 2, fokusirajući se da na longitudinalne efekte ranih čitalačkih intervencija. Prethodne studije koje su ispitivale efekte ranih intervencija sa ciljem razvoja predčitalačkih veština u velikom broju su pokazale da dugoročni efekti postoje. Meta-analize pokazuju da intervencije koje ostvaruju veliki efekat odmah nakon sprovođenja zadržavaju razlike srednje veličine efekta oko godinu dana nakon intervencije, pri čemu su se posebno intervencije fokusirane na razvoj fonemske svesnosti pokazale uspešnim (Suggate, 2016). Međutim, neke studije u dubokim ortografijama pokazuju da iako dugoročni efekti rane fonološke obuke postoje, razvoj pismenosti ne bi trebalo da se oslanja samo na rane intervencije. S obzirom da se u netransparentnim ortografijama razvijenost fonološke svesnosti ne prevodi direktno u sposobnost čitanja, potrebna je kontinuirana stimulacija razvoja čitalačkih veština kroz osnovnu školu, naročito sa decom koja imaju poteškoće u čitanju (Hurry & Sylva, 2007). Studije koje ne pokazuju značajan dugoročan efekat predškolskih intervencija na celom uzorku ujedno otkrivaju da deca koja dolaze iz porodica nižeg socioekonomskog statusa ipak imaju značajne koristi (Bleses et al., 2021), dok su dugoročni efekti

posebno vidljivi kod dece koja su imala poteškoće sa usvajanjem čitanja na početku školovanja (Hurry et al., 2022; Lovett et al., 2017). Jedna studija je pokazala da je 8 godina nakon intervencije sa rizičnom grupom procenat dece sa problemima u čitanju smanjen sa inicijalnih 22% na 6% (Partanen & Siegel, 2014).

Dok je pokazano da u dubokim ortografijama dugoročno gledano fonološke obuke imaju više efekta na sposobnost spelovanja nego na sposobnost čitanja (Hurry & Sylva, 2007), u plitkim ortografijama je ovaj efekat direktniji, te se mogu očekivati i dugoročno snažniji efekti intervencija. Istraživanja u plitkim ortografijama, međutim, ima malo, i nisu sasvim u saglasnosti. Studija koja je poredila decu u Estoniji i Finskoj nije pronašla razlike u čitalačkim sposobnostima između ove dve grupe na kraju prvog razreda, iako deca u Estoniji kreću sa obukom čitanja godinu dana pre finske dece (Soodla et al., 2015). Ova razlika, međutim, može biti rezultat različitih obrazovnih politika, metodike podučavanja čitanja i samog pristupa ranom opismenjavaju, s obzirom da dve zemlje imaju različite obrazovne programe. Druge studije pokazuju da i u dubokim i u plitkim ortografijama efekti predškolskih intervencija mogu biti primetni bar dve godine nakon intervencije (Hulme et al., 2025), a neke studije pokazuju da efekti postoje i do trećeg razreda osnovne škole (Kolić-Vehovec, 2003; Wanzek et al., 2018) dok su se neke intervencije pokazale značajnim čak 10 godina kasnije (Blachman et al., 2014; Hurry et al., 2022).

Bihejvioranle studije uglavnom pokazuju da dugoročni efekti postoje kako u dubokim, tako i u plitkim ortografijama, ali su efekti slabiji kako odmiče vreme, s tim što uglavnom ostaju relevantni za decu iz rizičnih grupa. Međutim, bihejvioralni podaci uglavnom pokazuju samo površinu problema. Deca koja imaju poteškoće u čitanju mogu razviti kompenzatorne strategije koje im omogućavaju da se na bihejvioralnom nivou izjednače sa vršnjacima, ali ova vrsta kompenzacije nosi za njih veliki kognitivni trošak (Faísca et al., 2023; van Rijthoven et al., 2022). Iz ovog razloga je potrebno dobiti uvid u dugoročne efekte ranih intervencija na neurokognitivnom nivou, kako bi se uvidelo da li je čitanje postalo ne samo efikasnije, već i kognitivno lakše nakon ovakvih intervencija.

Dugoročni neurokognitivni efekti intervencija za podsticanje razvoja pismenosti

Jedan deo studija ispitivao je strukturalne promene u mozgu nakon ranih čitalačkih intervencija, prateći razvoj neuroplastičnosti na osnovu promena u distribuciji i gustini bele mase. Deca sa boljim sposobnostima čitanja pokazuju povećanu frakcionu anizotropiju u ključnim putevima bele mase, kao što su arkuatni fascikulus i longitudinalni fascikulus, koji podržavaju fonološku obradu i fluentnost čitanja. Pregledne studije ukazuju na to da rano izlaganje pismenosti poboljšava fleksibilnost mozga i organizaciju bele mase (Pınar et al., 2025). Nasuprot tome, deca sa teškoćama u čitanju, uključujući disleksiju, često pokazuju neorganizovanu strukturu bele mase, ali kompenzatorni putevi mogu se pojaviti kroz ciljane intervencije. Studija koja je ispitivala efekte jedne rane čitalačke intervencije pokazala je da su poboljšanja u ortografskoj obradi bila povezana sa smanjenjem srednje difuzivnosti unutar pomenutih ključnih neuralnih mreža za čitanje, kao i generalnim i povećanjem frakcione anizotropije u levom kortikospinalnom traktu (Meisler et al., 2024). Ovaj nalaz ukazuje na to da dugotrajnije intervencije (100-120 sati) stvaraju dugoročne promene u plastičnosti bele mase u putevima koji su najviše povezani sa čitanjem. Jedna pregledna i meta-analitička studija je pokazala da većina radova prijavljuje nakon čitalačkih intervencija promene u aktivaciji, povezanosti i strukturi unutar mreže za čitanje, kao i u desnoj hemisferi, frontalnim i subkortikalnim regionima, ali meta-analiza nije potvrdila dugoročnost ovih efekata, najverovatnije usled metodološke heterogenosti uključenih studija (Perdue et al., 2022).

Studije funkcionalne magnetne rezonance (fMRI) sa dugoročnim praćenjem su retke, ali su pokazale da fonološke intervencije mogu imati dugoročne efekte u aktivaciji zona koje su povezane sa fluentnim čitanjem. Razvojno gledano, tipični čitači prelaze na levohemisferičnu obradu ortografskog i fonološkog materijala sa usavršavanjem čitalačkih veština, dok čitači sa poteškoćama

pribegavaju desnohemisferičnoj kompenzaciji aktivacijom homolognih zona (Chyl, et al., 2021b). Jedna studija je pokazala da intervencija u trajanju od godinu dana na uzrastu 6–9 godina može podstaći bilateralnu donju frontalnu i levu temporalno-okcipitotemporalnu aktivaciju i godinu dana kasnije (Shaywitz et al., 2004). Autori ove studije naglašavaju da upotreba proverene fonološke intervencije čitanja olakšava razvoj neuronskih sistema koji su u osnovi veštog čitanja.

Studije koje su uključivale dugoročno ERP praćenje su takođe retke, ali kratkoročne intervencije dosledno pokazuju promene u vezi sa intervencijom u komponentama koje se povezuju sa sposobnošću čitanja, kao što su N1, N250, i MMN (Lyytinen et al., 2005; Sorsa et al., 2026). Intervencija u trajanju od 19 nedelja rezultirala je značajnim razlikama u vremenskom prozoru 400-600 ms na zadatku ortografskog mapiranja, pri čemu su bolji čitači imali veći pozitivni otklon u ovom vremenskom prozoru, ukazujući na njihovu veću osetljivost na grafo-fonemski materijal (Lemons et al., 2010). Jedna studija koja je ispitivala ulogu ERP komponenti za predviđanje čitalačkih veština u razmaku od 4 godine pokazala je da neuralna aktivnost primarno u okviru N1 i MMN komponenti objašnjava oko 7% više varijanse u kasnijem čitalačkom postignuću kada se doda na bihejvioralne mere, pokazujući jedinstven doprinos neurokognitivnih nalaza (Eberhard-Moscicka et al., 2021). Nadalje će se fokus u Studiji 3 staviti na ERP metodologiju.

Pored neurokognitivnih mera, u Studiji 3 biće korišćena i metodologija praćenja očnih pokreta (eng. *eye-tracking*). Očni pokreti predstavljaju jednu od najinformativnijih metodoloških pristupa za proučavanje procesa čitanja u realnom vremenu, jer omogućavaju preciznu analizu temporalne dinamike vizuelne i kognitivne obrade teksta. Očni pokreti se najčešće prate preko specijalizovanih uređaja (eng. *eye-trackers*) koji funkcionišu po principu odbijanja infracrvenih zraka o zenicu, te na neizvazivan način daju podatke o kretanju pogleda po ekranu sa velikom preciznošću. U školskom uzrastu, kada dolazi do prelaska sa faze učenja čitanja na fazu automatizacije čitanja, parametri očnih pokreta postaju posebno osetljivi pokazatelji individualnih razlika u fluentnosti, efikasnosti i razumevanju čitanja. Klasična istraživanja očnih pokreta u čitanju pokazala su da trajanje fiksacija, broj regresija i dužina sakada direktno odražavaju stepen kognitivnog opterećenja tokom obrade reči i rečenica, kao i efikasnost grafem–fonem integracije (Rayner, 1998; Rayner, 2009). U tipičnom razvoju čitanja, trajanje fiksacija se postepeno smanjuje, dok se dužina sakada povećava, što ukazuje na rastuću automatizaciju procesa dekodiranja i prelazak ka bržoj leksičkoj integraciji. Nasuprot tome, deca sa teškoćama u čitanju, uključujući disleksiju, često pokazuju produžene fiksacije, veći broj regresija i sporiju progresiju kroz tekst, što ukazuje na povećano kognitivno opterećenje i manje efikasne strategije obrade (Vellutino et al., 2004).

Očni pokreti kao indikatori čitalačke sposobnosti

Teorija veličine zrna ortografije predstavlja ključni koncept za razumevanje uloge očnih pokreta u čitanju. Prema ovom modelu, transparentnost odnosa između grafema i fonema značajno utiče na razvoj čitalačkih strategija i brzinu automatizacije (Ziegler & Goswami, 2005). U jezicima sa plitkom ortografijom, čitanje je dominantno zasnovano na fonološkoj ruti, jer je grafem–fonem korespondencija visoko konzistentna. Empirijska istraživanja pokazuju da deca u transparentnim ortografijama brže dostižu tačnost čitanja, dok su razlike između tipičnih i slabih čitača izraženije u brzini i fluentnosti nego u samoj tačnosti (Seymour et al., 2003; Ziegler & Goswami, 2005). U tom kontekstu, parametri očnih pokreta predstavljaju posebno osetljiv indikator jer mogu detektovati suptilne razlike u efikasnosti obrade čak i kada je tačnost relativno očuvana. Dodatno, longitudinalna istraživanja pokazuju da parametri očnih pokreta u ranom školskom uzrastu mogu predvideti kasniju fluentnost i razumevanje čitanja, čak i nakon kontrole opštih kognitivnih sposobnosti (Rayner, 2009). Modeli očne kontrole u čitanju sugerišu da su regresije često povezane sa poteškoćama u integraciji informacija i sa povećanim zahtevima radne memorije, dok duže fiksacije ukazuju na sporiju leksičku obradu ili nedovoljno automatizovanu grafem–fonem konverziju (Rayner, 1998). U kontekstu disleksije, brojna istraživanja pokazuju da deca sa teškoćama u čitanju u transparentnim ortografijama

mogu imati relativno očuvanu tačnost, ali značajno usporenu brzinu i izražene razlike u parametrima očnih pokreta, što potvrđuje njihovu dijagnostičku vrednost (Ziegler & Goswami, 2005; Vellutino et al., 2004).

Istraživanja sprovedena u transparentnim ortografijama dodatno potvrđuju da su očni pokreti posebno osetljiv indikator razvoja čitalačke fluentnosti u sistemima sa visokim stepenom grafem–fonem konzistentnosti. U nemačkom jeziku studije su pokazale da se razlike između tipičnih i slabijih čitača izražavaju prvenstveno u parametrima brzine obrade i obrascima fiksacija, dok je tačnost često relativno visoka kod obe grupe (Ziegler et al., 2003; Landerl et al., 1997). U finskom kontekstu, deca veoma brzo usvajaju osnovne principe dekodiranja, ali individualne razlike u brzini čitanja i dalje ostaju izražene tokom školskog uzrasta. Studije pokazuju da parametri očnih pokreta, uključujući trajanje fiksacija i broj regresija, pouzdano razlikuju fluentne čitače od onih sa teškoćama, čak i kada su razlike u tačnosti minimalne (Lerkkanen et al., 2004; Seymour et al., 2003). Ovi nalazi sugerišu da je u transparentnim ortografijama razvoj čitanja manje problematičan u smislu pravilnosti, ali da efikasnost vizuelno-fonološke integracije ostaje ključni faktor individualnih razlika. Zbog toga su parametri kao što su ukupno vreme fiksiranja, broj regresija i prosečna dužina sakada posebno korisni u istraživanjima srpskog jezika, gde se očekuje da će fluentnost predstavljati glavni diferencijalni indikator razvoja čitanja. Srpski jezik, kao visoko transparentna ortografija, pruža idealan kontekst za proučavanje odnosa između očnih pokreta i razvoja čitanja. Budući da je odnos između slova i glasova gotovo jednoznačan, očekuje se relativno brza automatizacija fonološke obrade tokom ranog školskog uzrasta. U takvom sistemu, razlike u fluentnosti čitanja i obrascima vizuelnog skeniranja postaju ključni pokazatelji individualnih razlika. Jedno istraživanje sprovedeno na osnovu PISA uzorka srpske dece i primenom *eye-tracking* metodologije pokazalo je da su dobri čitači karakterisani relativno homogenim i efikasnim obrascem očnih pokreta, dok su slabiji čitači pokazali značajnu heterogenost u parametrima kao što su trajanje fiksacija i broj regresija (Krstić et al., 2018). Ova studija je posebno značajna jer pokazuje da su razlike u očnim pokretima izraženije u indikatorima efikasnosti nego u samoj tačnosti odgovora, naglašavajući da su procesne mere čitanja informativnije od isključivo produkcionih testova u transparentnim ortografijama.

Pored ovih rezultata, na uzorku srpske dece pokazano je da određene izvedene mere mogu vrlo dobro razlikovati disleksičnu decu od dece tipičnog razvoja, kao što je koeficijent samopreseka fiksacija, koji predstavlja meru samoukrštanja linija pogleda tokom trajanja fiksacija. Vajs i saradnici (Vajs et al., 2022) su pokazali da fluentniji čitači imaju niži koeficijent samopreseka fiksacija, što ukazuje na efikasnije skeniranje teksta bez nepotrebnih ponovnih prelaženja preko istih vizuelnih regiona. Nasuprot tome, deca sa teškoćama u čitanju, uključujući ispitanike sa disleksijom, često su pokazivala viši koeficijent samopreseka fiksacija, što reflektuje strategije očnog skeniranja koje uključuju češće vraćanje na prethodne reči ili delove reda, što ukazuje na dodatne kognitivne zahteve u obradi vizuelno-fonoloških informacija. Ova mera posebno je korisna u kontekstu transparentnih ortografija gde tipične mere fiksacija i sakada često nisu dovoljno osetljive da pokažu specifične strategije obrade teksta, te analiza prostorne efikasnosti vizuelnog skeniranja može pokazati finije individualne razlike u čitalačkom ponašanju.

Integracija nalaza iz srpskog jezika sa širim evropskim istraživanjima transparentnih ortografija sugeriše da očni pokreti predstavljaju posebno vredan alat za procenu čitalačke efikasnosti u sistemima gde je dekodiranje relativno jednostavno, ali gde se individualne razlike izražavaju kroz brzinu, automatizaciju i strategije obrade teksta. U tom smislu, kombinovanje očnih pokreta sa neurokognitivnim merama fonološke svesnosti može predstavljati metodološki snažan pristup za rano prepoznavanje rizika za čitalačke teškoće, kao i za praćenje efekata intervencionih programa u školskom uzrastu. Posebno značajnu ulogu imaju *eye-tracking* podaci kada se upare sa ERP podacima, zbog čega su u Studiji 3 prikupljene obe vrste podataka.

Osnove ERP metodologije

Metodologija potencijala u vezi sa događajem (eng. *event-related potentials; ERP*) predstavlja jednu od najčešće korišćenih neurofizioloških metoda za proučavanje vremenske dinamike kognitivnih procesa. ERP je zasnovan na elektroencefalografiji (EEG) i odnosi se na male promene u električnoj aktivnosti mozga koje su vremenski vezane za određeni stimulus ili događaj, kao što su zvuk, vizuelni stimulus, reč ili kognitivni zadatak (Luck, 2014). Ove promene odražavaju sinhronizovanu postsinaptičku aktivnost velikog broja neurona u kori velikog mozga, što omogućava indirektno posmatranje neuralnih procesa koji stoje u osnovi percepcije, pažnje, pamćenja i jezičke obrade (Kappenman & Luck, 2012).

ERP signali se registruju pomoću elektroda postavljenih na skalp, koje mere promene električnog napona u odnosu na referentnu elektrodu. Tokom eksperimenta učesnici obično izvršavaju određeni zadatak ili su izloženi nizu ponovljenih stimulusa. Kako su pojedinačni EEG odgovori često veoma mali i prekriveni spontanim moždanim oscilacijama, ERP se dobija uprosečavanjem velikog broja EEG epoha vremenski zaključanih za isti tip stimulusa. Iz ovog razloga je u ERP eksperimente potrebno uključiti značajno veći broj stimulusa nego kod bihejvioralnih istraživanja. Ovaj postupak smanjuje slučajni šum i omogućava izdvajanje stabilnog neuralnog odgovora povezanog sa određenim događajem (Luck, 2014; Kappenman & Luck, 2012).

Jedna od ključnih prednosti ERP metodologije jeste izuzetno visoka vremenska rezolucija, koja omogućava praćenje kognitivnih procesa na nivou milisekundi. Za razliku od metoda kao što su funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI) ili PET, koje imaju visoku prostornu ali relativno nisku vremensku rezoluciju, ERP omogućava istraživačima da analiziraju tačan redosled neuralnih procesa tokom obrade informacija (Fabiani et al., 2000). Zbog toga se ERP često koristi za proučavanje brzih kognitivnih funkcija kao što su percepcija govora, obrada jezika, fonološka obrada, pažnja i donošenje odluka. ERP signal se sastoji od niza pozitivnih i negativnih komponenti, koje se identifikuju prema njihovom polaritetu (N za negativne, P za pozitivne) i vremenu pojavljivanja nakon stimulusa (npr. N100 nakon 100 ms). Ove komponente odražavaju različite faze obrade informacija u mozgu. Rane komponente (npr. P1, N1) često se povezuju sa senzornom i perceptivnom obradom, dok kasnije komponente (npr. P300, N400) odražavaju složenije kognitivne procese, kao što su pažnja, ažuriranje memorije ili semantička integracija (Luck, 2014; Kutas & Federmeier, 2011).

U oblasti razvoja jezika i čitanja, ERP metodologija ima posebno značajnu ulogu jer omogućava proučavanje neuralnih mehanizama fonološke obrade i razvoja pismenosti kod dece. ERP komponente poput MMN (eng. *mismatch negativity*), N170, N400 i P300 često se koriste za ispitivanje auditivne diskriminacije, fonološke obrade i integracije jezičkih informacija. Prednost ove metode je i u tome što je neinvazivna i pogodna za primenu kod dece, uključujući i veoma mlade učesnike, što omogućava istraživanje razvojnih promena u moždanoj obradi jezika i čitanja (Kappenman & Luck, 2012; Coch & Holcomb, 2003). Uz to, EEG tehnologija je relativno dostupna za istraživačku upotrebu u Srbiji, naspram fMRI, PET, i drugih neurokognitivnih tehnologija koje se uglavnom retko pronalaze, i to najčešće u kontekstu kliničke upotrebe. Iz ovih razloga je ERP metodologija izabrana za Studiju 3, ali je najpre bilo potrebno odrediti koje komponente su najrelevantnije za istraživanje procesa fonološke svesnosti, zbog čega je sprovedena sistematska pregledna studija.

Sistematski pregled ERP indikatora fonološke svesnosti

Usled nedostatka literature o dugoročnim ERP efektima ranih čitalačkih intervencija, kao i usled velikog nesklada u metodologiji i korišćenim zadacima za merenje fonološke svesnosti, najpre je sproveden sistematski pregled ERP indikatora fonološke svesnosti sa ciljem pronalaženja

adekvatnih komponenti za longitudinalno praćenje u ovoj studiji. Ovaj sistematski pregled se u celosti može pronaći u objavljenom radu (Stekić et al., 2023), dok će ovde biti prikazan samo sažetak.

Kriterijumi pretrage

Tokom selekcije apstrakata (skrining), određeni su sledeći kriterijuma: (1) studija u naslovu ili tekstu sadrži bar jednu od sledećih ključnih reči: *phonological awareness, EEG, ERP, preschool, children, dyslexia;* (2) studija izveštava o originalnim empirijskim podacima zasnovanim na merama fonološke svesnosti i/ili fonološke obrade; (3) studija koristi istraživački dizajn koji uključuje EEG ili ERP mere; (4) studija obavezno uključuje uzorak dece tipičnog razvoja, a poželjno i uzorak dece sa disleksijom, loših čitača ili dece sa rizikom od razvoja disleksije ili drugih poremećaja čitanja; i (5) studija je objavljena na engleskom jeziku.

Početna pretraga je sprovedena obuhvatanjem tri baze podataka (Scopus, PubMed, OpenAlex) i Google Scholar. Naredba za pretraživanje koja je korišćena u Google Scholar-u bila je *intitle:phonological awareness eeg or erp preschool children dyslexia*. Citati su isključeni iz pretrage. Nije bilo ograničenja u pogledu datuma objavljivanja. Za pretragu baza podataka Scopus, PubMed i OpenAlex korišćen je softver Publish or Perish (Harzing, 2007). Pošto ovaj softver ne prepoznaje jezik za naprednu pretragu Google Scholar-a, sledeće ključne reči su korišćene za pretragu ostale tri baze podataka: *phonological awareness, eeg, erp, preschool, children, dyslexia*. Rezultati pretrage svih baza podataka dobijeni su u avgustu 2022. godine.

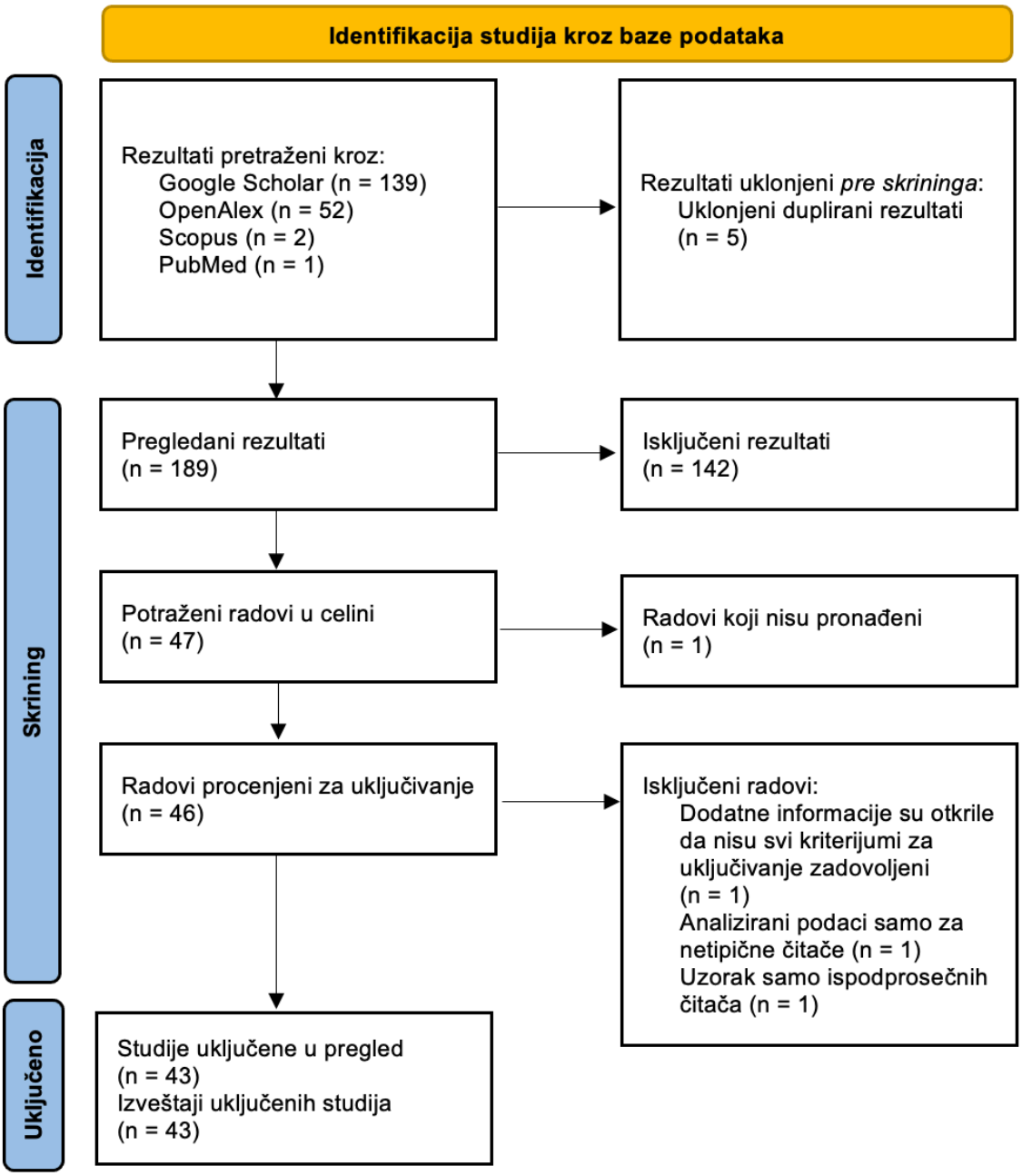
Skrining apstrakata

Tri recenzenta ručno su pregledala apstrakte 224 rezultata otkrivenih početnom pretragom. Nakon skrininga apstrakata i isključivanja studija koje ne ispunjavaju kriterijume uključivanja, svaka od preostalih studija je temeljno pročitana kako bi se detaljnije ispitali ERP indikatori fonološke svesnosti ili fonološke obrade. Tokom ove faze, isključeno je više članaka ako tekst cele studije nije bio dostupan, ili ako je otkriveno da publikacija ne ispunjava u potpunosti kriterijume uključivanja. Studije koje su isključene tokom faze skrininga apstrakata bile su one koje nisu ispunjavale barem jedan od pomenutih kriterijuma. Neobjavljeni rukopisi, preprinti i doktorske disertacije su uključeni u ovaj pregled ako su ispunjavali kriterijume uključivanja. Knjige, poglavlja priručnika i komentari su isključeni jer ne pružaju nove empirijske podatke. Zbornici radova sa konferencija su takođe isključeni ako nisu pružali pun tekst članka. Sve studije kod kojih nije bilo moguće utvrditi iz apstrakta da li su ispunjeni svi kriterijumi premeštene su u fazu temeljnog čitanja, nakon čega su neke dodatno isključene. Svaki korak procesa selekcije prikazan je na Slici 27. Nakon faze temeljnog čitanja, identifikovane su tri različite starosne grupe od interesa za ovaj pregled: (1) odojčad, deca mlađeg uzrasta (od rođenja do 4 godine), predškolci (od 4 do 7 godina) i deca školskog uzrasta (od 7 godina do 15 godina).

Selekcija članaka

Sve studije koje su koristile ERP ili EEG metodologiju za neurokognitivno merenje fonološke svesnosti i/ili fonološke obrade smatrane su podobnim za uključivanje. Izvučeni su podaci o nazivu ERP komponente i vremenskom prozoru (latenciji) komponente. Takođe su prikupljeni sledeći podaci o učesnicima: (1) broj dece tipičnog razvoja i broj dece sa disleksijom, ili rizikom od razvojne disleksije ili drugog poremećaja čitanja, kao i broj loših čitača; (2) starosni raspon (ili prosek godina); i (3) maternji jezik učesnika. Konačno, identifikovani su zadaci koji su korišćeni za evociranje ERP komponenti u studiji.

Za interpretaciju rezultata istraživanja dobijenih sistematskom pretragom korišćena je narativna sinteza, pri čemu su rezultati razmatrani u kontekstu markera fonološke obrade koji bi mogli da predvide razvoj fonološke svesnosti kod dece u okviru pomenute tri uzrasne grupe. Svih 40 studija koje su uključene u narativnu analizu uz izdvojene varijable od interesa nalazi se u objavljenom članku (Stekić et al., 2023). Rezultati su sintetisani na nivou svake grupe zasebno. Od 40 pregledanih radova, 19 je bilo fokusirano isključivo na decu tipičnog razvoja, a 19 je obuhvatalo uzorke dece tipičnog razvoja uz uzorak dece sa poremećajem čitanja ili sa rizikom od razvoja problema sa čitanjem. Dve studije su se fokusirale samo na decu sa poremećajem čitanja. Ukupno, ove studije su interpretirale rezultate 1720 dece, od kojih su 1204 bila deca tipičnog razvoja, a 516 deca sa poremećajem čitanja. Istraživanja obuhvaćena ovim pregledom pokrila su 15 različitih jezika, pri čemu su engleski (N = 17) i nemački (N = 8) bili najčešći, a zatim holandski (N = 5) i finski (N = 4).



Slika 27

PRISMA dijagram sistematskog pregleda literature

Rezultati kod dece uzrasta do 4 godine

Rezultati pregleda studija koje su ispitivale uzorak dece uzrasta do 4 godine pokazuje da se kognitivni procesi uključeni u fonološku obradu menjaju tokom razvoja. Kod beba i male dece najvažniji neurološki pokazatelji fonološke obrade su reakcije mozga na zvučne stimuluse. Posebno su značajni ABR (eng. *auditory brainstem response*) i MMR/MMN (eng. *mismatch response/negativity*), jer mogu rano razlikovati decu sa porodičnim rizikom za disleksiju od dece tipičnog razvoja (Van Zuijen et al., 2012; Chonchaiya et al., 2013). Sposobnost detekcije promena u tonalnim obrascima sa 17 meseci predviđa razvoj jezika u 4. godini, dok ABR reakcije na zvučne klikove već sa 6 nedelja mogu predvideti razumevanje fraza, gestove i produkciju reči do 9. meseca života. Pored ranih komponenti, i neke kasnije neuralne reakcije (npr. tokom ponavljanja pseudoreči) povezane su sa složenijim jezičkim veštinama (Harwood et al., 2017; Schaadt et al., 2015). Kod ABR odgovora, posebno je važna latencija talasa V, koja odražava ranu auditivnu obradu u moždanom stablu. Kraća latencija talasa V u detinjstvu povezana je sa boljim kasnijim jezičkim razvojem, dok produžena latencija često karakteriše decu sa poteškoćama u čitanju (Lohvansuu et al., 2018). Zbog toga se ABR može smatrati ranim indikatorom fonoloških sposobnosti i potencijalnom pretečom fonemske svesnosti. Slično tome, MMN/MMR odgovori pokazuju da deca sa tipičnim razvojem imaju brže i efikasnije neuralne reakcije na nove zvučne stimuluse, što je povezano sa boljim jezičkim sposobnostima. Atipične MMN/MMR reakcije u ranom detinjstvu ukazuju na slabiji razvoj fonoloških reprezentacija ili njihove povezanosti sa mentalnim leksikonom, što kasnije može dovesti do problema u čitanju i fonološkoj svesnosti (Wehner, 2007; Lohvansuu et al., 2018). Istraživanja pokazuju da deca sa rizikom za disleksiju već oko 17 meseci pokazuju drugačije obrasce auditivne obrade, pa se ove neuralne reakcije smatraju važnim ranim markerima za identifikaciju budućih poteškoća u čitanju (Van Zuijen et al., 2012).

Rezultati na predškolskom uzrastu

Na predškolskom uzrastu ovaj pregled pokazuje da je fonološka obrada povezana sa više ranih i kasnih ERP komponenti. Najčešće rane komponente su MMN (100–200 ms), P1/P2 (90–215 ms) i N1 (180–290 ms). One se obično javljaju u zadacima detekcije ciljnog stimulusa ili razlikovanja zvukova i odražavaju ranu auditivnu diskriminaciju, odnosno sposobnost razlikovanja jezičkih od nejezičkih stimulusa. Ova sposobnost predstavlja osnovu za razvoj fonemske analize i fonološke svesnosti uopšte. Kod predškolaca latencija, lateralizacija i amplituda MMN komponente povezane su sa različitim aspektima fonološke obrade. MMN odgovor postoji i u ovom uzrastu, ali je sporiji nego kod odojčadi i još uvek nije potpuno zreo kao kod odraslih (Bitz et al., 2007). Deca sa jezičkim teškoćama ili oštećenjem sluha pokazuju slabiji ili odsutan MMN (Schaadt & Männel, 2019), što ukazuje na to da imaju poteškoće u razlikovanju zvučnih i govorno-jezičkih stimulusa (Davids, 2009).

Takođe, veća amplituda kasnog MMN-a (300-500 ms) povezana je sa boljom fonološkom svesnošću, jer ukazuje na veću osetljivost na fonološke kontraste (Norton et al., 2021). Smatra se da rani MMN odražava detekciju promene u zvuku, dok kasni MMN odražava prebacivanje pažnje i pristup fonološkim reprezentacijama (Linnavalli et al., 2017). Još jedna komponenta koja se pokazuje relevantnom na predškolskom uzrastu je N1, negativna komponenta koja se javlja u opsegu 100-300 ms i povezana je sa osetljivošću na pisani jezik i poznavanjem pisma. Jača aktivacija leve hemisfere kod N1 komponente primećuje se sa razvojem pismenosti, dok kod dece koja još ne čitaju nema izražene lateralizacije (Brem et al., 2013; Schild et al., 2014). Takođe se primećuje bilateralna distribucija ove komponente kod disleksične dece. Razvoj ove komponente povezan je sa učenjem veze grafem–fonem, pa se smatra neuralnim preduslovom za razvoj fonemske svesnosti i čitanja. Kod predškolaca se javlja i kasna ERP reakcija povezana sa prepoznavanjem rime i nesklada u rimi (RE). U slučaju ove komponente, latencija se pokazuje kao značajnija nego amplituda, s obzirom da slabiji čitači imaju zakasneli RE efekat (Coch et al., 2005). Međutim, jasna neuralna reakcija na ne-rimu (N450) obično se pojavljuje tek nakon početka učenja čitanja, što sugeriše da formalna nastava čitanja

doprinosi razvoju ove sposobnosti (Wagensveld et al., 2013). Komponenta N400 u predškolskom uzrastu se takođe pojavljuje u dosta studija, s tim što kod predškolaca ima pretežno fonološku funkciju, dok kod odraslih više odražava semantičku obradu (Xu et al., 2018). Njena amplituda, naročito kao odgovor na fonološki nesaglasne ili pseudoreči, povezana je sa razvojem fonoloških veština i može predvideti kasniji razvoj vokabulara (Stites & Laszlo, 2017). Smatra se da N400 odražava kasnije faze fonološke svesnosti, kada se zvukovi integrišu u smislene jezičke jedinice, tj. reči.

Rezultati na školskom uzrastu

Treća grupa od interesa bila su deca školskog uzrasta, odnosno početni čitači ili deca koja su već razvila čitalačke veštine. Istraživanja obuhvaćena ovim pregledom pokazuju da su ERP reakcije kod ove dece vrlo slične onima kod odraslih čitača, ali postoje određene razvojne razlike, posebno u komponentama P3, N2 i CNV, koje postaju izraženije u ovoj fazi razvoja. U ovoj grupi takođe postaju jasnije razlike između neuralnih i bihejvioralnih mera, posebno kod dece sa poteškoćama u čitanju. Iako njihovi bihejvioralni rezultati mogu delovati izjednačeno sa tipičnim čitačima, neurokognitivni markeri čitanja ne pokazuju isti nivo reakcije, što znači da moraju koristiti više mentalnih resursa da bi postigli slične rezultate kao tipični čitači (Coch, 2021).

Kod školskog uzrasta MMN komponenta je već relativno zrela i nastavlja da odražava obradu fonološke složenosti (David et al., 2020). Kod dece sa disleksijom i dalje je prisutna smanjena osetljivost na fonotaktičke obrasce, dok se u vizuelnim zadacima javlja drugačija distribucija neuralnih odgovora (Schaadt et al., 2016). Takođe, tipično razvijena deca pokazuju veću osetljivost na pisani tekst kroz N170 komponentu naspram dece sa disleksijom (Hasko et al., 2013), dok su N400 i kasni pozitivni kompleks slabiji kod dece sa disleksijom, što ukazuje na poteškoće u integraciji fonoloških informacija u reprezentacije reči (Datta et al., 2020). Komponenta P3 (P300) povezana je u ovoj grupi, kao i kod odraslih, sa ažuriranjem memorije i obradom informacija (Luck, 2014). Njena latencija se smanjuje sa uzrastom, što znači da starija deca brže obrađuju fonološke i ortografske informacije (Taylor, 1993; Taylor & Keenan, 1999). Međutim, kod dece sa disleksijom, latencija P300 ostaje duža i ne pokazuje isti razvojni obrazac. P300 može takođe otkriti razlike u brzini obrade između vizuelno-ortografskog i auditivno-fonološkog sistema, pa može pomoći u identifikaciji različitih podtipova disleksije (Breznitz, 2002). N200 komponenta povezana je sa procenom i kategorizacijom stimulusa i postaje gotovo odraslog tipa oko devete godine (Ojima et al., 2011). Njena latencija se takođe smanjuje sa uzrastom, a razlike između uzrasnih grupa nestaju oko 11. godine (Stites & Laszlo, 2017). Iako nije striktno fonološka, N2 (tipično se misli na N200) odražava kognitivne procese pažnje i kontrole koji su potrebni za razvoj fonološke svesnosti (Ylinen et al., 2006). Komponenta CNV (eng. *contingent negative variation*) javlja se kod školske dece i odraslih, ali ne kod mlađe dece. Ona je povezana sa očekivanjem, pripremom za odgovor i kratkoročnom memorijom. Kako čitanje postaje automatizovano, amplituda CNV-a se smanjuje, a kod dobrih čitača je više anteriorna i levostrano asimetrična (Grossi et al., 2001). Međutim, nisu sva istraživanja pokazala vezu između CNV-a i fonološke kratkoročne memorije (Coch et al., 2005; Coch et al., 2002), pa se smatra da ova komponenta verovatno odražava opštu spremnost na reakciju, a ne specifično fonološku obradu.

Diskusija

Ova pregledna studija pokazuje da su različite ERP komponente povezane sa fonološkom svesnošću tokom razvoja, ali se kao najpouzdaniji neuralni indikatori izdvajaju MMN, N1/N170, RE/N400 i P3/P300. Ipak, rezultati studija nisu uvek potpuno konzistentni, s obzirom na to da je pouzdanost ERP nalaza, naročito sa malim uzorcima, često upitna. Kod nekih studija pronađena je značajna korelacija između bihejvioralnih mera fonološke svesnosti i MMN odgovora (Norton et al.,

2021; Linnavalli et al., 2017; Schaadt & Männel, 2019; Männel et al., 2017), dok druge studije tu povezanost nisu potvrdile (Van Zuijen et al., 2012; Grossi et al., 2001; Bonte et al., 2007). U slučajevima gde postoji korelacija, amplituda kasnog MMN-a je veća kod dece sa razvijenijom fonološkom svesnošću (Schaadt et al., 2016). Pošto MMN sazreva relativno rano, njegova prediktivna vrednost se smanjuje sa uzrastom, pa se smatra posebno korisnim indikatorom u predškolskom uzrastu.

Komponente N1 i N170 povezane su sa osetljivošću na pisani jezik i razvoj čitanja, posebno kroz njihovu lateralizaciju u levoj hemisferi. Ove komponente nisu lateralizovane kod dece koja još ne čitaju, ali se lateralizacija javlja sa početkom učenja čitanja (Brem et al., 2013; Varga et al., 2020). Ipak, još uvek nije jasno da li je lateralizacija posledica razvoja fonološke svesnosti ili njen preduslov. Trenutno se smatra da ove komponente mogu biti indikatori fonološke svesnosti tek kod dece školskog uzrasta. Komponenta P3 nije specifičan prediktor fonološke svesnosti, već odražava šire kognitivne procese, iako je njena latencija povezana sa fonološkom obradom. Kao najpouzdaniji neuralni prediktor fonološke svesnosti u predškolskom uzrastu pokazao se efekat rime (RE), koji deluje kao fonološka preteča N400 efekta. Reakcije mozga u zadacima procene rime snažno su povezane sa kasnijim čitalačkim veštinama. Deca koja imaju manju osetljivost na stimuluse koji se ne rimuju često kasnije razvijaju fonološku svesnost i imaju više problema u čitanju, dok RE ostaje pouzdan indikator problema u čitanju i kod starije dece (Lovrich et al., 1996; Bonte & Blomert, 2004; Fawcett & Nicolson, 1995). Ovi nalazi, međutim, dobijeni su dominantno u jezicima sa dubokom ortografijom, dok je moguće da u plitkoj ortografiji rima nema ovoliko značajnu ulogu.

Razlike u rezultatima između studija uključenih u ovaj pregledni rad mogu biti povezane i sa dubinom ortografije jezika. U jezicima sa transparentnom ortografijom češće se pronalazi jasna veza između ERP mera i razvoja fonološke svesnosti (Coch, 2021; Wehner, 2007). Ovaj pregledni rad je pokazao da povezanost između ERP mera i fonološke svesnosti zavisi i od tipa zadatka. Zadaci koji snažno uključuju radnu memoriju (npr. brisanje fonema) manje su povezani sa komponentama kao što su MMN i N400 (Bonte et al., 2007), a više sa komponentama koje odražavaju memorijsku aktivnost, kao što je P3 (Taylor, 1993; Sun et al., 2022). Pošto analizirane studije nisu pokazale jasnu i doslednu povezanost između neuralnih i bihejvioralnih mera razvoja fonološke obrade, ovaj pregledni rad naglašava značaj uključivanja neurokognitivnih metoda u dijagnostiku teškoća u čitanju. Ove metode mogu pružiti dublji uvid u načine na koje deca sa teškoćama u čitanju obrađuju fonološke informacije, koje se ne vide kroz bihejvioralna merenja. Za potrebe Studije 3, poseban fokus se stavlja na prediktore u školskom uzrastu, uz kombinaciju sa merama praćenja očnih pokreta.

Cilj

Cilj Studije 3 je da proveri longitudinalne efekte rane intervencije za podsticanje razvoja predčitalačkih veština, sprovedene u Studiji 2, neurokognitivnim putem. Isti ispitanici koji su učestvovali u eksperimentalnoj grupi u Studiji 2 biće ispitani dok su još uvek u osnovoj školi kako bi se uvidele razlike na neuralnom i kognitivnom nivou između kontrolne i eksperimentalne grupe više godina nakon intervencije. Svi ispitanici iz eksperimentalne grupe u ovom trenutku već imaju formalnog iskustva sa čitanjem i prešli su iz faze učenja čitanja u fazu čitanja radi učenja. U ovu svrhu biće korišćena ERP metodologija, a po rezultatima pregledne studije (Stekić et al., 2023), paradigme za ispitivanje MMN i N1 komponenti najpogodnije su za uočavanje razlika između dobrih i slabijih čitača školskog uzrasta. Auditivna MMN komponenta je pokazatelj fonološke osetljivosti i odražava sposobnost fonološke diskriminacije, zbog čega će ona biti ispitana standardnom MMN paradigmom uljeza (eng. *oddball paradigm*), gde je ispitaniku prikazana jedna vrsta stimulusa u značajno većem broju slučajeva (standard) naspram druge grupe stimulusa (meta), a posmatra se razlika u osetljivosti na standard i metu. Vizuelna N1 komponenta pokazuje osetljivost na prepoznavanje i obradu pisanog jezičkog materijala, pri čemu je levostrana lateralizacija N1

komponente robustan prediktor sposobnosti čitanja. N1 efekat biće ispitan kroz zadatak procene modaliteta (eng. *modality judgement task)*, gde se od ispitanika traži da odgovori u kom čulnom modalitetu se prikazuje stimulus. Akcenat će biti stavljen na vizuelne stimuluse, a posmatra se razlika u osetljivosti na reči i pseudofont. Uz ERP mere, cilj Studije 3 je da istpita i razlike između grupa u merama praćenja očnih pokreta, te će biti ispitan i odnos neuralnih i kognitivnih mera kako bi se video njihov jedinstven doprinos.

Hipoteze

H3.1 – Veći negativni otklon MMN komponente u eksperimentalnoj grupi

Prva hipoteza biće proverena ERP eksperimentom u kom će se ispitati MMN komponenta, gde se pretpostavlja da će ispitanici iz eksperimentalne grupe imati veći negativni otklon u vremenskom prozoru 300-500 ms. Ovaj vremenski prozor nije tipičan za MMN komponentu kod odraslih, koja se obično javlja 150-250 ms nakon stimulusa, ali kod dece postoji tendencija da se sve komponente javljaju sa nešto kasnijom latencijom. Najveći broj studija koje su ušle u sistematski pregled su pronalazile amplitudu MMN komponente u ovom kasnijem vremenskom prozoru (Stekić et al., 2023). S obzirom da se MMN komponenta održava u negativnom polaritetu, očekuje se veći negativan otklon u prosečnoj amplitudi na istom zadatku na mete naspram standarda u obe grupe u vremenskom prozoru 300-500 ms, pri čemu se kod eksperimentalne grupe očekuje veći otklon na mete spram kontrolne grupe. Ovaj rezultat bi pokazao da i 5 godina nakon intervencije deca koja su imala rani sistematski podsticaj fonološke svesnosti imaju veću fonološku osetljivost. Usled nedoslednosti u izboru elektroda prema nalazima sistematskog pregleda (Stekić et al., 2023), izbor elektroda nije napravljen a priori, već će biti utvrđen na osnovu vizuelne inspekcije korišćenjem lokalizatora efekta (eng. *collapsed localiser*). Na osnovu ovog pristupa moguće je videti na kojim elektrodama se efekat pronalazi za obe grupe zajedno, čime se jasnije identifikuje izvor neuralne aktivnosti. Prema nalazima pregledne studije, kao i na osnovu paradigme primenjene u MMN eksperimentu u ovoj studiji, neuralna aktivnost se očekuje na frontalnim elektrodama.

H3.2 - Veći negativni otklon i leva lateralizacija N1 komponente u eksperimentalnoj grupi

Kod N1 komponente se pretpostavlja veći negativni otklon u vremenskom prozoru 100-300 ms nakon stimulusa u eksperimentalnoj grupi. Kao i u slučaju MMN, ovaj vremenski prozor je nešto kasniji nego tipičan N1 prozor kod odraslih. N1 komponenta je izabrana za Studiju 3 kao robustan indikator osetljivosti na pisani tekst u školskom periodu, te se očekuje da će deca koja su prošla ranu intervenciju u Studiji 2 pokazivati i dalje veću osetljivost nakon 5 godina naspram kontrolne grupe. Za evociranje N1 komponente biće korišćen zadatak procene modaliteta, preuzet iz prethodnog istraživanja koje je ispitivalo N1 komponentu u kontekstu sposobnosti čitanja na približno istom uzrastu. Zadatak od ispitanika zahteva razlikovanje stimulusa u vizuelnom, auditivnom, i audiovizuelnom modalitetu. Ispitanicima su prikazane reči i pseudofont u sva tri modaliteta, pri čemu se očekuje veći negativni otklon u N1 vremenskom prozoru kod eksperimentalne grupe na reči u vizuelnom modalitetu, pokazujući veću osetljivost na pisani jezik u ovoj grupi. Takođe se očekuje veća razlika u negativnom otklonu između reči i pseudofonta kod eksperimentalne grupe naspram kontrolne, čime se pokazuje da je osetljivost u eksperimentalnoj grupi specifično vezana za jezik, a ne za bilo koji simbolički materijal. Konačno, očekuje se da efekat ovih razlika bude izraženiji u levoj hemisferi kod eksperimentalne grupe naspram kontrolne, pokazujući da rana intervencija može pomoći uspostavljanju neuralnih struktura koje pospešuju efikasniju obradu pisanog teksta i 5 godina kasnije. Kako ni u slučaju N1 nije bilo potpune saglasnosti u izboru elektroda u prethodnim istraživanjima (Stekić et al., 2023), i u ovom slučaju će biti primenjen lokalizator efekta, pri čemu je neuralna aktivnost očekivana dominantno na okcipitalnim i posteriornim elektrodama.

H3.3 – Značajna korelacija između neuralnih i kognitivnih mera

Treća hipoteza ispitaće odnos neuralnih i kognitivnih mera, pri čemu je prva pretpostavka da će postojati značajna korelacija između ovih mera. Kao kognitivna mera biće korišćeni podaci o obrascima očnih pokreta, s obzirom na nedostatak standardizovanih instrumenata za proveru fonoloških sposobnosti na srpskom jeziku prilagođenih školskom uzrastu. Pretpostavljamo da će postojati značajna razlika između dece iz kontrolne i eksperimentalne grupe u obrascima očnih pokreta, čime se pokazuje da se koriste drugačijim strategijama dekodiranja teksta. Kod eksperimentalne grupe se očekuju obrasci očnih pokreta koji odlikuju efikasnije strategije čitanja: manji broj fiksacija i kraće trajanje fiksacija, manji broj sakada i duže trajanje sakada, kao i manji broj regresivnih pokreta. Pretpostavka je da će dezorganizovani obrasci čitanja biti povezani sa amplitudama N1 vizuelne komponente, te da će biti moguće uvideti vezu između efikasnije strategije čitanja i veće ortografske osetljivosti u N1 eksperimentu.

Metod

Uzorak

Uzorak je činilo 26 dece iz dve osnovne škole u Beogradu, pri čemu je 13 dece iz Studije 2 učestvovalo u eksperimentalnoj grupi, dok je 13 dece uparene po polu (38% devojčica), uzrastu (M=10.08 godina, SD=0.69 godina) i TIP-1 rezultatima (M=114, SD=10.9) činilo kontrolnu grupu. Deca iz kontrolne grupe išla su u istu školu kao njihovi parnjaci iz eksperimentalne grupe, i u isto odeljenje gde je bilo moguće, kako bi se maksimalno izjednačilo obrazovno iskustvo između dve grupe. U istraživanju su učestvovala samo deca čiji su roditelji dali pismenu saglasnost za učešće. Usled propusta u uzorkovanju, previdelo se da je jedan ispitanik koji je inicijalno bio svrstan u kontrolnu grupu prošao ALGO obuku u predškolskom uzrastu, zbog čega je svrstan u eksperimentalnu grupu. U daljim analizama u eksperimentalnoj grupi će iz ovog razloga biti 14, a u kontrolnoj 12 ispitanika. Najpre je ispitana razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe na ostalim varijablama od značaja kako bi se osiguralo da nakon ove izmene nema razlika između grupa tamo gde je bilo predviđeno uparivanje. Rezultati t-testova (Tabela 9) su pokazali da između kontrolne i eksperimentalne grupe nema statistički značajne razlike po uzrastu, po TIP-1 skoru, kao ni po broju slova koja su deca znala pre polaska u prvi razred, mada je ova razlika marginalna jer su deca iz eksperimentalne grupe znala u proseku 5 slova više. Jedina značajna razlika se pojavljuje u vremenu početka opismenjavanja, s obzirom da roditelji dece koja su prošla kroz ALGO obuku prijavljuju da su njihova deca krenula sa obukom u proseku 8 meseci ranije. Ovo je svakako očekivano, s obzirom da je ALGO obuka sprovedena u predškolskom uzrastu, dok kontrolna grupa nije prolazila kroz bilo kakvu sistematsku obuku za podsticanje pismenosti u ovom periodu. Roditelji dece iz kontrolne grupe su prijavljivali sporadično nesistematsku obuku koja se bazirala na stimulaciji kroz slike. Nijedno dete nema prijavljenih razvojnih poremećaja, dok su za dvoje dece iz eksperimentalne grupe roditelji prijavili da imaju poteškoća sa čitanjem u vidu nedostatka fluentnosti i slabije verbalne memorije.

Tokom ERP analize je nakon odbacivanja loših snimaka u MMN eksperimentu u kontrolnoj grupi ostalo 12, a u kontrolnoj 10 ispitanika. U N1 eksperimentu nije izbačen ni jedan ispitanik, tako da je u eksperimentalnoj grupi ostalo 14, a u kontrolnoj 12 ispitanika. U analizi podataka očnih pokreta je jedan ispitanik uklonjen iz eksperimentalne grupe zbog lošeg kvaliteta podataka, tako da je u analizi učestvovalo 12 ispitanika iz kontrolne, i 13 ispitanika iz eksperimentalne grupe.

Tabela 9

Rezultati t-test razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe

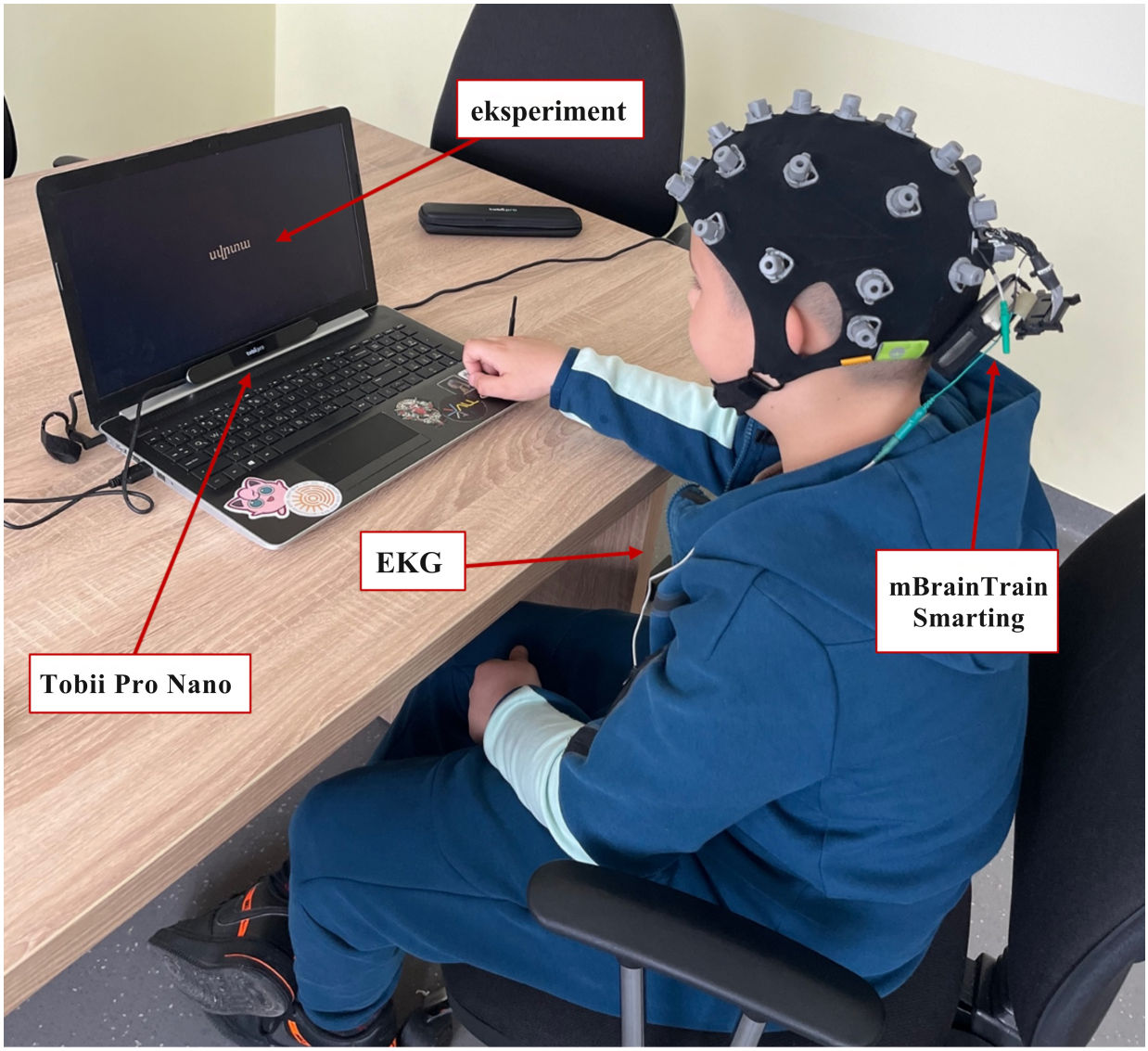
Varijabla	t	df	p	$M_{eksperimentalna}$	$M_{kontrolna}$
Uzrast	0.13	10.37	0.899	121.21	120.66
TIP-1 skor	0.95	20.99	0.352	116.07	112
Broj slova	19.48	11.49	0.076	29.28	24
Početak obuke	-29.74	23.11	0.007**	5.03	5.8

Napomena. Zvezdicama su označene statistički značajne razlike $*p < 0.05$; $**p < 0.01$, $***p < 0.001$. Uzrast je izražen u mesecima.

Procedura

Podaci su prikupljeni u dva navrata, u periodu od februara do maja 2024. godine, pa potom u periodu od septembra do oktobra 2024. godine. Roditelji su davali suglasnost za učešće deteta u istraživanju i popunjavali upitnik koji je ispitivao koji je broj slova dete umelo da pročita pre nego što je krenulo u školu, kog je uzrasta bilo dete kada je počelo sa obukom čitanja, da li je dete prošlo kroz obuku čitanja pre polaska u školu, i da li dete ima poteškoća sa čitanjem ili neku drugu vrstu poremećaja. Istraživanje je sprovedeno u školi u koju deca inače idu, u sali koja je bila delimično izolovana i korišćena je samo za svrhe ispitivanja dok su podaci prikupljani. Ispitivanje je sprovedeno pojedinačno sa svakim detetom i trajalo je u proseku dva školska časa po ispitaniku.

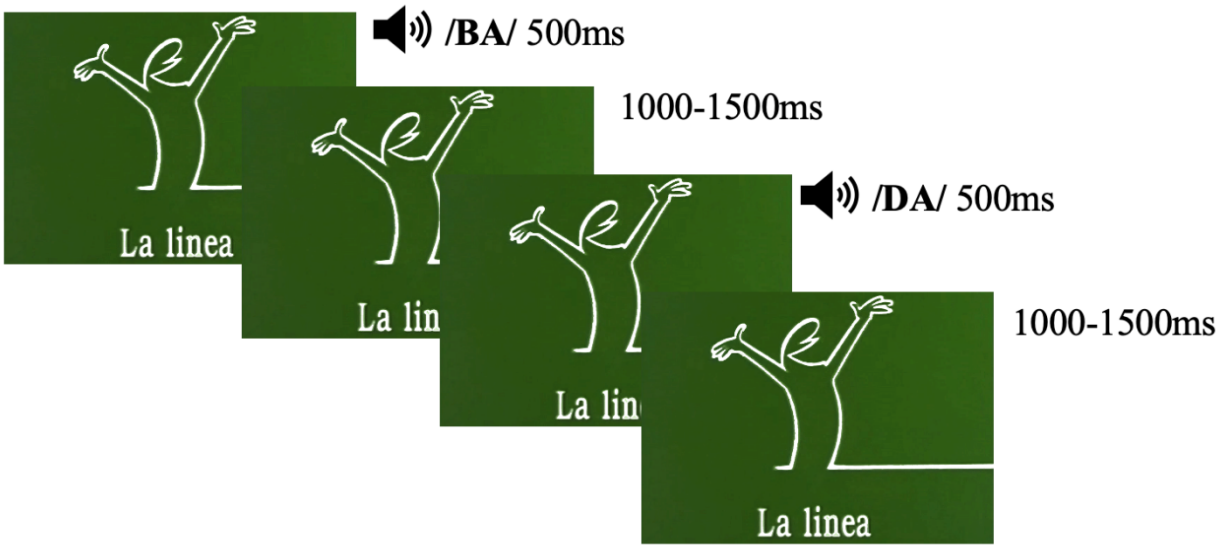
Za prikupljanje EEG podataka korišćen je bežični 24-kanalni polu-suvi mBrainTrain Mobi Smarting sistem sa frekvencijom odabira 250 Hz. Korišćeno je tokom snimanja svih 24 elektroda (Fp1, Fp2, F7, F8, T7, T8, F3, Fz, F4, FCz, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, P7, P8, PO9, PO10, O1, Oz, O2, M1, M2, AFz). Ovaj mobilni sistem omogućava sprovođenje EEG istraživanja u naturalističkom kontekstu, zbog čega je bilo moguće prikupljanje podataka izvesti u školi. Postavka je izvršena po internacionalnom 10-20 sistemu (Prilog 6). Onlajn referenca tokom snimanja bila je Cz elektroda, a uzemljenje AFz elektroda, pri čemu sistem vrši automatsko onlajn filtriranje podataka visokofrekventnim antialiasing filterom, DC-250 Hz. Podaci o očnim pokretima su prikupljeni pomoću Tobii Pro Nano uređaja sa frekvencijom uzorkovanja od 60 Hz. EEG podaci i očni pokreti su prikupljeni u istoj sesiji, kao i EKG podaci izvlačenjem jedne EEG elektrode (M1) koja je postavljena na grudni koš ispitanika. EKG podaci su prikupljeni tokom ERP eksperimenata i praćenja očnih pokreta radi analize u budućim studijama, gde bi se ispitivale razlike u srčanom radu između grupa praćenjem pokazatelja fiziološkog napora tokom čitanja. Prikupljanje podataka je sprovedeno na HP laptop računaru (AMD Ryzen 3 3200U sa Radeon Vega Mobile Gfx 2.60 GHz), sa rezolucijom ekrana 1920x1080 i frekvencijom osvežavanja od 60 Hz (AMD Radeon(TM) Vega 3 Graphics 2 GB). Učesnici su sedeli oko 60 cm od ekrana tokom trajanja eksperimenta (Slika 28). Eksperiment praćenja očnih pokreta je kreiran u PsychoPy softveru (v2023.1.3), a ERP eksperiment je pripremljen i sproveden pomoću Presentation softvera (v24.007.19.23), dok su ERP i EKG podaci prikupljeni pomoću mBrainTrain Streamer aplikacije (v3.4.3). Svakom ispitaniku je pre postavke opreme objašnjeno šta ga očekuje u ispitivanju uz naglasak da je metoda neinvazivna, potpuno bezbedna i bezbolna.



Slika 28

Eksperimentalna postavka za EEG snimanje i praćenje očnih pokreta

Eksperimentalne procedure su preuzete i adaptirane iz prethodnih istraživanja koja su ispitivala fonološku svesnost ERP metodologijom sa sličnom uzrasnom grupom. U MMN eksperimentu korišćena je auditivna paradigma uljeza (eng. *auditory oddball*) po ugledu na istraživanje Nortona i saradnika (Norton et al., 2021) kako bi se proverila razlika u fonološkoj senzitivnosti između grupa. Stimulusi u eksperimentu su bili /ba/ i /da/ zvuci koji su se smenjivali u 90/10 odnosu, kontrabalansirano tako da je polovina ispitanika imalo /ba/ zvuk kao metu, a druga polovina /da/ zvuk. Zvuk je snimljen u profesionalnom muzičkom studiju VD Studio u Beogradu. Ispitanici su imali zadatak da gledaju nemi crtani dok su im se zvuci puštali u pozadini na zvučnicima laptopa. Za crtani je odabran vizuelno minimalistički crtani La linea kako bi se smanjio uticaj sadržaja koji nije od interesa za eksperiment. Jačina zvuka bila je izjednačena za sve ispitanike. Ispitanicima je moglo biti prikazano maksimalno 600 stimulusa, od kojih su 60 bile mete, a 540 standardi. Ispitanici su najpre imali kratku vežbu kako bi se upoznali sa zvukovima pre nego što je pušten crtani film. Zvuk je prikazan u trajanju od 500 ms, nakon čega je usledio varijabilan interstimulusni interval 1000-1500 ms kako bi se izbeglo privikavanje na pojavu zvuka. Redosled prikazivanja standarda i mete bio je randomizovan. Prikaz eksperimentalne MMN procedure nalazi se na Slici 29.

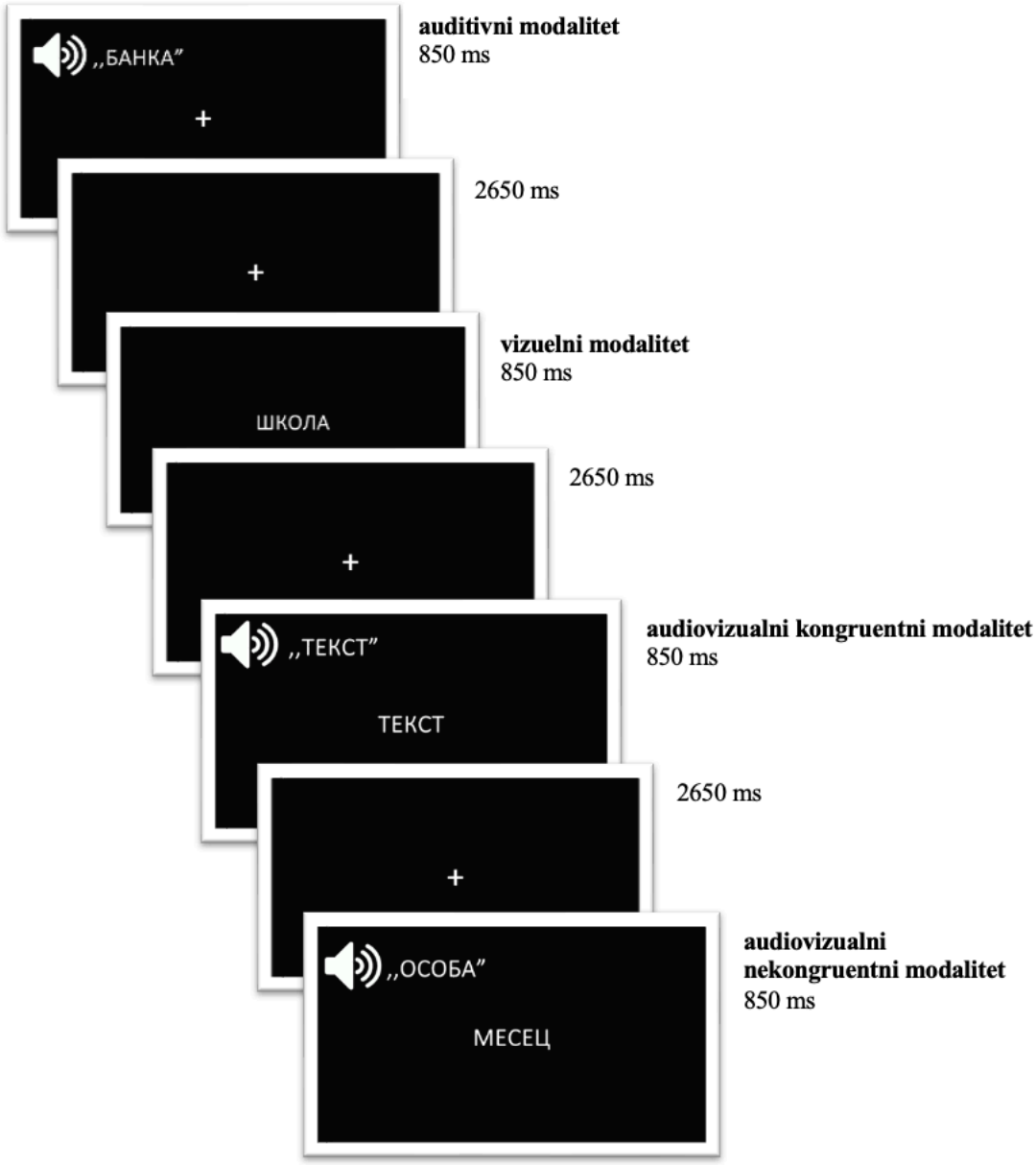


Slika 29

Prikaz MMN eksperimentalne procedure

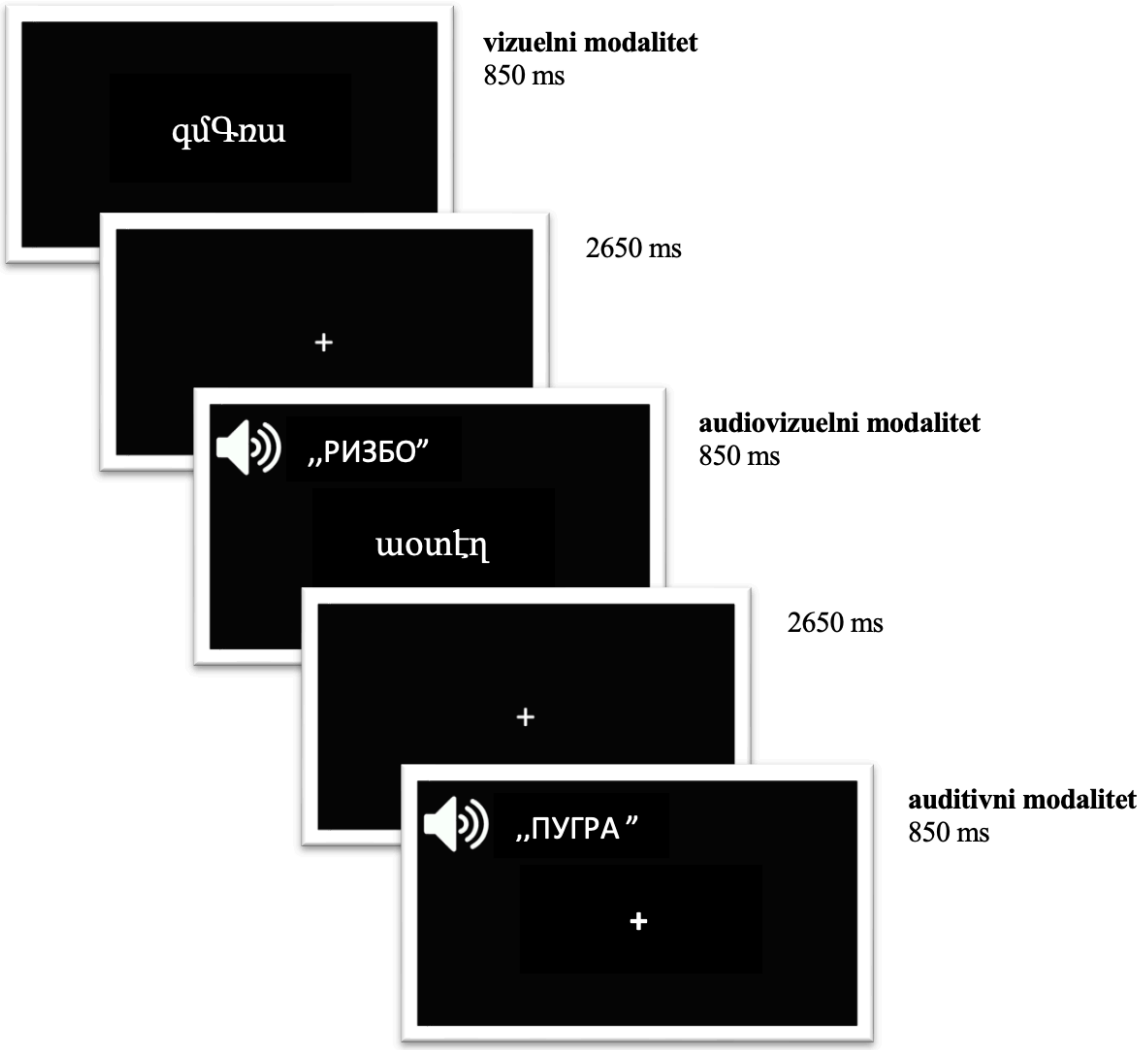
U N1 eksperimentu korišćen je zadatak procene modaliteta po modelu procedure iz istraživanja Brema i saradnika (Brem et al., 2010). U ovom zadatku ispitanici treba da odgovore pritiskom dugmeta na tastaturi da li stimulus vide, čuju, ili ga vide i čuju u isto vreme. N1 eksperiment je sproveden u dva bloka (reči i pseudofont), oba sa po 42 stimulusa prikaza kroz sva tri moguća modaliteta, što je ukupno bilo 126 pokušaja po ispitaniku. Za reči su izabrane 42 najfrekventnije reči srpskog jezika dužine 5 slova prema Serbian Web Corpus PDRS 1.0 (Wasserscheidt, 2023). Sve reči su prikazane u ćiričnom pismu. Pseudofont je konstruisan uz pomoć AI alata (ChatGPT) kao red simbola iste dužine kao i reči tako da prati vizuelne aspekte ćirilice (npr. զմգռш, шоսէդ, ծէսե).

Auditivni stimulusi snimljeni su u istom studiju kao za MMN eksperiment. Za blok reči snimljene su iste 42 reči koje su vizuelno prikazane, dok su za pseudofont snimljeni pseudo-ekvivalenti od ovih reči sa randomizovanim redosledom slova, prateći leksičku strukturu srpskog jezika (npr. od reči „izbor" dobijen je pseudo-ekvivalent „rizbo"). Svi ispitanici su prošli kroz blok reči i blok pseudoreči, pri čemu je redosled kontrabalansiran tako da je oko polovine ispitanika prvo prošlo kroz blok reči, pa potom kroz pseudofont, dok je polovina prošla kroz eksperiment obrnutim redosledom. Ispitanici su najpre prošli kroz nekoliko primera vežbe kako bi razumeli zadatak. Trajanje prikazivanja stimulusa je bilo 850 ms, dok je interstimulusni interval fiksiran na 2650 ms, tokom kojeg je bio prikazan fiksacioni krstić. Ispitanici su u bloku sa rečima u audiovizuelnom modalitetu mogli imati kongruentnu ili nekongruentnu situaciju, tj. reč koja se prikazivala mogla je biti ista kao ona koju čuju, ili bilo koja druga reč iz izbora stimulusa. Redosled prikazivanja unutar blokova, kao uparivanje auditivnih i vizuelnih stimulusa bili su randomizovani. U slučaju kada su prikazani samo auditivni stimulusi, na ekranu je ostajao prikazan fiksacioni krstić. Na Slici 30 prikazana je eksperimentalna procedura za blok reči, a na Slici 31 za blok pseudoreči. Spisak svih reči i pseudofontova koji su korišćeni u eksperimentu nalazi se u Prilogu 7.



Slika 30

Prikaz N1 eksperimenta u bloku sa rečima



Slika 31

Prikaz N1 eksperimenta u bloku sa pseudfontom

U eksperimentu praćenja očnih pokreta, ispitanici su birali jednu od dve ponuđene priče iz čitanke prilagođene njihovom uzrastu. Ispitanicima je napomenuto da treba da biraju priču koju nisu ranije čitali. Pre početka eksperimenta je uređaj za praćenje očnih pokreta kalibrisan i validiran posebno za svakog ispitanika sa 5 tačaka (ćoškovi i centar ekrana). Ispitanici su tokom kalibracije i validacije dobili uputstvo da prate tačke koje se kreću po ekranu. Tokom eksperimenta, ispitanici su imali zadatak da u sebi pročitaju priču sopstvenim tempom, pri čemu se priča pojavljivala na više slajdova (6-12, u zavisnosti od dužine priče), koje su menjali pritiskom na strelicu na računaru. Veličina fonta je bila konstantna u svim pričama (Arial 25), kao i prored (single) pri čemu je tekst bio prikazan crnim slovima na beloj pozadini, centrirano na sredinu ekrana, pod uglom od približno 45 stepeni. Broj reči je varirao 42-134 reči po slajdu (M=80.65). Dužina priča je bila približno uravnotežena tako da je svakom učesniku bilo potrebno ne duže od nekoliko minuta da pročita priču. Pre čitanja, učesnicima je rečeno da pažljivo čitaju jer će im na kraju biti postavljena pitanja o razumevanju teksta kako bi se osiguralo pažljivo čitanje.

ERP preprocesiranje

Filtriranje podataka

ERP podaci su preprocesirani u MATLAB (R2023a) programu (The MathWorks Inc., 2023) koristeći EEGLAB (2024.0) softver (Delorme & Makeig, 2004) i ERPLAB (12.00) softver (Lopez-Calderon & Luck, 2014). Podaci su najpre filtrirani kako bi se otklonio visokofrekventni i niskofrekventni šum koji dolazi od reakcija koje nisu kognitivne prirode (npr. mišićna aktivnost, frekvencija elektro mreže). Posebno su filtrirani MMN i N1 podaci u skladu za preporukama Zenga i saradnika (Zhang et al., 2024). ERP podaci su filtrirani primenom digitalnih Butterworth filtera sa unapred definisanim graničnim frekvencijama. Za analizu komponente MMN primenjen je visokopropusni (eng. *high-pass*) filter sa polu-amplitudnom graničnom frekvencijom od 0.5 Hz i nagibom od 12 dB po oktavi, kako bi se uklonile spore oscilacije signala. Pored toga, korišćen je niskopropusni (eng. *low-pass*) filter sa graničnom frekvencijom od 20 Hz, osmog reda, sa polu-amplitudnim Butterworth karakteristikama i nagibom od 48 dB po oktavi, čime je smanjen uticaj visokofrekventnog šuma i mišićnih artefakata. Za analizu komponente N1 primenjeni su slični parametri filtriranja, ali sa nešto višom graničnom frekvencijom visokopropusnog filtera, s obzirom da N1 efekti obično pokazuju veće amplitude od MMN efekata. Konkretno, korišćen je visokopropusni Butterworth filter drugog reda sa graničnom frekvencijom od 0.9 Hz i nagibom od 12 dB po oktavi, dok je za uklanjanje visokofrekventnog šuma primenjen niskopropusni Butterworth filter osmog reda sa graničnom frekvencijom od 30 Hz i nagibom od 48 dB po oktavi. Ovakvi parametri filtriranja omogućavaju optimalno izdvajanje relevantnih ERP komponenti uz očuvanje temporalne strukture signala.

Analiza nezavisnih komponenti za uklanjanje očnih artefakata

Kako bi se uklonili iz signala očni pokreti, sproveden je proces analize nezavisnih komponenti (eng. *Independent Component Analysis; ICA*) korišćenjem MATLAB okruženja i odgovarajućih EEG analitičkih paketa, uključujući EEGLAB 2024.0 (Delorme & Makeig, 2004), ERPLAB 12.00 (Lopez-Calderon & Luck, 2014) i ICLabel 1.6 (Pion-Tonachini et al., 2019). Analiza je sprovedena u skladu sa preporukama za ERP obradu podataka prema Stivenu Laku (Luck, 2022). Kao pripremni korak za ICA, EEG podaci su najpre filtrirani primenom visokopropusnog Butterworth filtera sa graničnom frekvencijom od 1 Hz i nagibom od 48 dB po oktavi. Ovaj postupak agresivnijeg filtriranja primenjen je kako bi se uklonile spore oscilacije signala i stabilizovala baza podataka pre izvođenja ICA dekompozicije.

Nakon inicijalnog filtriranja sproveden je postupak identifikacije i uklanjanja segmenata lošeg kvaliteta podataka. Kriterijumi za detekciju loših segmenata su unapred definisani tako da algoritam označava segmente čija amplituda prelazi prag od 500 μV, koristeći pomerajući prozor dužine 1000 ms i korak od 500 ms za uklanjanje identifikovanih artefaktnih segmenata. Ovaj prag je spuštan u slučajevima gde je propuštao previše šuma kod snimaka lošijeg kvaliteta. Pored toga, iz analize su uklonjeni i periodi bez eksperimentalnih događaja, definisani kao intervali od najmanje 5000 ms bez pojave stimulusa, pri čemu je dodat zaštitni interval od 1500 ms uključen na početku i kraju svakog takvog segmenta kako bi se izbeglo uključivanje potencijalno kontaminiranih podataka. Pre izvođenja ICA analize identifikovani su i problematični kanali (elektrode) koji bi mogli negativno uticati na dekompoziciju signala, tako da ICA ove kanale nije uzimala u obzir. Nakon završetka postupaka preliminarne obrade podataka sprovedena je ICA dekompozicija EEG signala primenom algoritma *runica*, implementiranog u okviru paketa EEGLAB. Cilj ove analize bio je razdvajanje nezavisnih izvora aktivnosti u EEG signalu, čime se omogućava identifikacija i uklanjanje artefakata koji potiču iz ne-neuralnih izvora, kao što su pokreti očiju ili treptaji. Za automatsku klasifikaciju komponenti korišćen je algoritam *ICLabel*, koji svakoj komponenti dodeljuje verovatnoću pripadnosti različitim kategorijama izvora signala. Automatsko označavanje artefakata primenjeno je

isključivo za komponente povezane sa očnim artefaktima (treptaji i horizontalni pokreti očiju). Komponente koje je *ICLabel* klasifikovao kao očne artefakte sa verovatnoćom od najmanje 80% označene su za uklanjanje. U slučajevima kada automatska klasifikacija nije označila nijednu komponentu za uklanjanje, dodatno su pregledane komponente sa najvećom verovatnoćom da predstavljaju očne artefakte i one su uklonjene na osnovu vizuelne inspekcije. U retkim situacijama u kojima nijedna komponenta nije pokazivala karakteristične prostorne ili vremenske obrasce očnih artefakata prilikom pregleda topografskih mapa i aktivacionih obrazaca, komponente nisu uklanjane; takva situacija zabeležena je samo u jednom slučaju.

Re-referenciranje

Nakon uklanjanja artefakata i završetka ICA obrade, EEG podaci su re-referencirani sa Cz elektrode na prosek svih elektroda (eng. *average reference*). Iako se tipično koristi prosek mastoidnih elektroda (M1 i M2) kao referenca, ovaj pristup je izabran zato što je M1 elektroda korišćena kao EKG elektroda. Zbog toga referenciranje na mastoide nije predstavljalo validnu opciju u ovom istraživanju. Primena prosečne reference omogućava raspodelu referentnog potencijala preko svih aktivnih elektroda i predstavlja standardnu proceduru u mnogim ERP analizama, posebno kada specifične referentne elektrode nisu dostupne ili nisu pogodne za upotrebu.

Segmentacija na epohe

Nakon postupka re-referenciranja, kontinuirani EEG signal segmentiran je u epohe vremenski vezane za pojavu stimulusa. Epohe su definisane u intervalu od 200 ms pre stimulusa do 800 ms nakon stimulusa (praktično 796 ms zbog ograničenja usled frekvencije uzorkovanja), čime je formirana ukupna dužina epohe od približno 1000 ms. Ovakva struktura epohe zasniva se na metodološkim preporukama iz savremenih ERP studija (Zhang et al., 2024) i omogućava adekvatno obuhvatanje relevantnih ERP komponenti. Nakon segmentacije izvršena je korekcija bazne linije (eng. *baseline correction*), pri čemu je od svakog vremenskog uzorka u epohi oduzeta prosečna vrednost signala iz prestimulusnog intervala od −200 ms do 0 ms. Ova procedura omogućava preciznije poređenje amplituda ERP komponenti između različitih eksperimentalnih situacija.

Interpolacija kanala

Nakon segmentacije signala sproveden je postupak identifikacije i korekcije problematičnih elektroda putem interpolacije kanala. U ovom istraživanju primenjen je pristup interpolacije umesto uklanjanja kanala zbog prethodno primenjenog re-referenciranja na prosečnu referencu, kao i da bi se sačuvala što veća količina podataka. Uklanjanje kanala u takvim uslovima moglo bi dovesti do neujednačenog broja elektroda između ispitanika i narušiti konzistentnost prostorne raspodele signala. Kanali označeni za interpolaciju bili su oni koji su tokom vizuelne i automatske inspekcije pokazivali izražen šum ili gotovo potpun izostanak fiziološke aktivnosti, što ukazuje na loš kontakt elektrode ili tehničke probleme tokom snimanja. Proces identifikacije problematičnih elektroda dodatno je revidiran nakon inicijalnog označavanja epoha za odbacivanje, tako da su kanali koji su doprinosili velikom broju odbijenih epoha naknadno označeni za interpolaciju. Time je smanjen gubitak podataka i povećana stabilnost ERP proseka. Rekonstrukcija signala izvršena je metodom sferične interpolacije, pri čemu se vrednosti na problematičnom kanalu procenjuju na osnovu aktivnosti susednih elektroda i njihove prostorne raspodele na skalpu. Kako bi se očuvala pouzdanost podataka i izbegla preterana rekonstrukcija signala, broj interpoliranih kanala bio je strogo ograničen; ni u jednom slučaju nije interpolirano više od četiri kanala po ispitaniku, pri čemu je u proseku interpolirano 1.9 kanala po ispitaniku. U MMN eksperimentu, kanali su interpolirani kod 10 ispitanika, a u N1 eksperimentu kod 8 ispitanika. Ovakav pristup omogućava očuvanje konzistentne

konfiguracije elektroda kroz sve učesnike, uz minimalno narušavanje originalne prostorne strukture EEG signala.

Odbacivanje artefakata

U sledećem koraku sproveden je postupak automatskog odbacivanja artefakata (eng. *artefact rejection*) kako bi se identifikovale i uklonile epohe koje sadrže preostale nepoželjne signale, poput pokreta očiju, mišićne aktivnosti ili drugih tehničkih smetnji. Parametri za odbacivanje artefakata definisani su individualno za svakog ispitanika korišćenjem dva komplementarna algoritma, metode pomerajućeg prozora (eng. *peak-to-peak moving window*) i metode voltažnog praga (eng. *simple voltage threshold*). Parametri za ove algoritme određeni su unapred (Luck, 2022), pri čemu prva metoda određuje prag dozvoljene varijacije signala definisan kao maksimalna razlika između najviše i najniže vrednosti unutar određenog vremenskog intervala, a kod druge metode prag predstavlja minimalnu i maksimalnu amplitudu koja se može smatrati validnom moždanom aktivnošću. Kombinovanjem ova dva algoritma omogućena je pouzdanija detekcija artefakata, jer metoda pomerajućeg prozora efikasno identifikuje nagle promene amplitude u kratkim vremenskim intervalima, dok metoda voltažnog praga omogućava identifikaciju ekstremnih amplituda koje odstupaju od fiziološki očekivanog opsega signala.

Uklanjanje ispitanika

Nakon završetka svih koraka obrade EEG podataka sprovedena je procedura isključivanja učesnika na osnovu broja validnih epoha koje su ostale nakon odbacivanja artefakata. U MMN eksperimentu, iako je maksimalan broj stimulusa predviđen eksperimentalnim dizajnom iznosio 600, zbog prirode eksperimentalnog protokola trajanje snimanja variralo je između učesnika u zavisnosti od njihove sposobnosti da zadrže pažnju na crtanom filmu. Zbog toga su stvarni brojevi registrovanih stimulusa varirali među učesnicima. Kako bi se zadržao što veći broj učesnika u analizi, a istovremeno obezbedila dovoljna statistička pouzdanost ERP proseka, kriterijum za uključivanje u dalju analizu definisan je na najmanje 150 validnih epoha u standardnoj situaciji i najmanje 15 epoha u situaciji mete. Učesnici koji nisu zadovoljili makar jedan od ova dva kriterijuma isključeni su iz daljih analiza.

U N1 eksperimentu, broj stimulusa bio je znatno manji i uravnoteženiji između eksperimentalnih situacija. U ovom slučaju, kriterijum za uključivanje definisan je kao najmanje 30 validnih epoha u svakoj od eksperimentalnih situacija. Učesnici koji su imali manje od 30 epoha u situaciji pseudofonta ili reči bili bi isključeni iz daljih analiza. Primena navedenih kriterijuma dovela je do isključenja ukupno tri učesnika iz MMN eksperimenta – dva iz eksperimentalne grupe i jednog iz kontrolne grupe. U N1 eksperimentu nijedan učesnik nije isključen na osnovu ovih kriterijuma. Nakon primene kriterijuma za isključivanje, konačni skup podataka za MMN analizu obuhvatao je 10 učesnika u kontrolnoj i 12 učesnika u eksperimentalnoj grupi, dok je skup podataka za N1 analizu obuhvatao 12 učesnika u kontrolnoj i 14 učesnika u eksperimentalnoj grupi. Konačan broj stimulusa nakon uklanjanja ispitanika nalazi se u Tabeli 10.

Tabela 10

Broj stimulusa po eksperimentalnoj situaciji nakon uklanjanja ispitanika

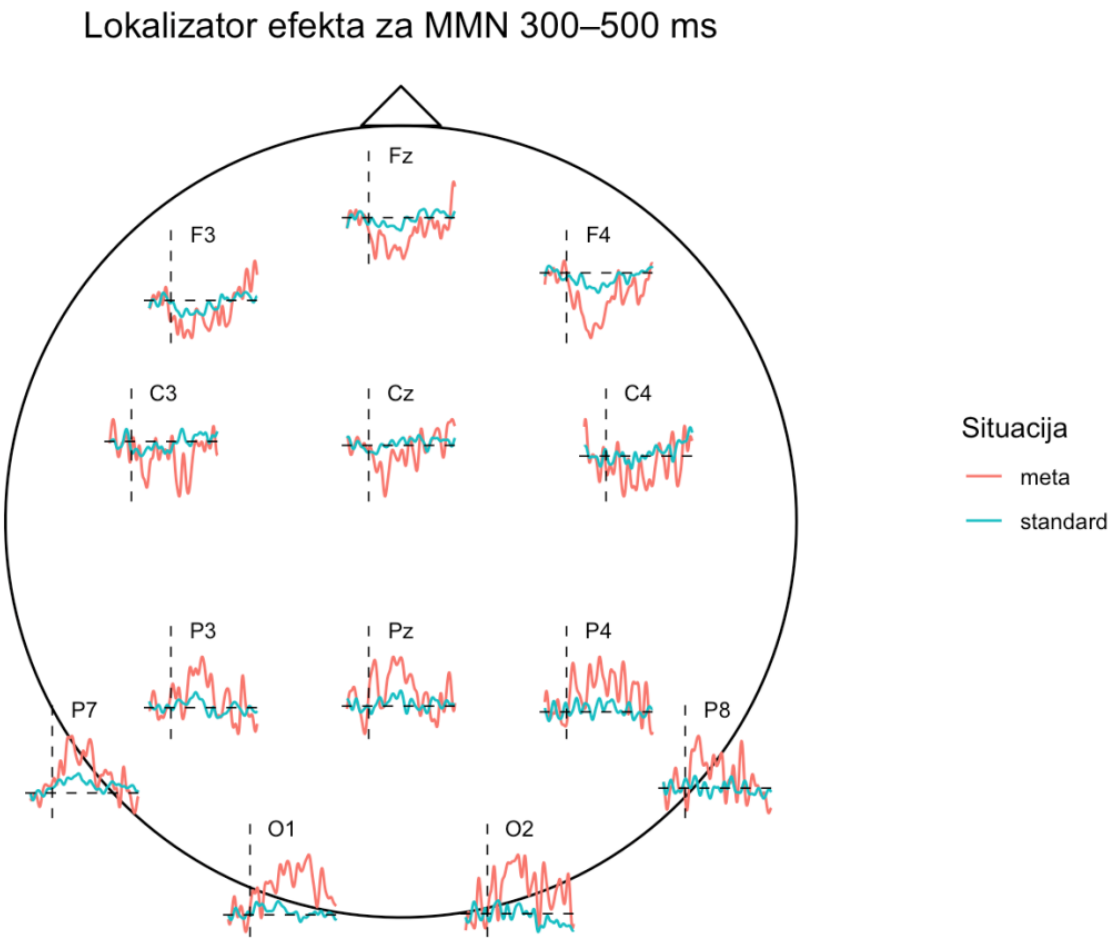
Eksperiment	Situacija	$M_{stimulusa}$	$Min_{stimulusa}$	$Max_{stimulusa}$
MMN	Total standard	266.39	131	429
	Total meta	29.47	15	48
	Prosečan total	295.87	200	437.25
N1	Total pseudofont	45.62	31	52
	Total reč	41.80	34	46
	Prosečan total	87.43	66	98

Uprosečavanje ERP talasa po ispitaniku

Za potrebe procene kvaliteta signala i daljih analiza unapred su definisani vremenski prozori od interesa za svaku komponentu, za MMN komponentu interval od 300 ms do 500 ms, dok je za N1 komponentu definisan vremenski interval od 100 ms do 300 ms. Potom je sprovedena procedura uprosečavanja ERP talasa u okviru ovih vremenskih prozora i izračunavanja talasa razlike između eksperimentalnih situacija (eng. *difference waves*). Sam postupak uprosečavanja realizovan je korišćenjem funkcije *pop_averager*, kojom se EEG podaci agregiraju na nivou svake eksperimentalne situacije, pri čemu se za svakog učesnika generiše odgovarajući ERP skup podataka. Dobijeni ERP skup zatim se čuva zajedno sa originalnim ERP talasima i izračunatim talasima razlike, čime se omogućava njihova dalja analiza. U MMN eksperimentu, talas razlike definisan je kao razlika između odgovora na standardne stimuluse i stimulus-mete za svakog pojedinačnog učesnika (standard – meta). U N1 eksperimentu, talas razlike predstavlja razliku između odgovora na reči i pseudofontove (reč – pseudofont).

Prosečna amplituda za MMN i N1 elektrode

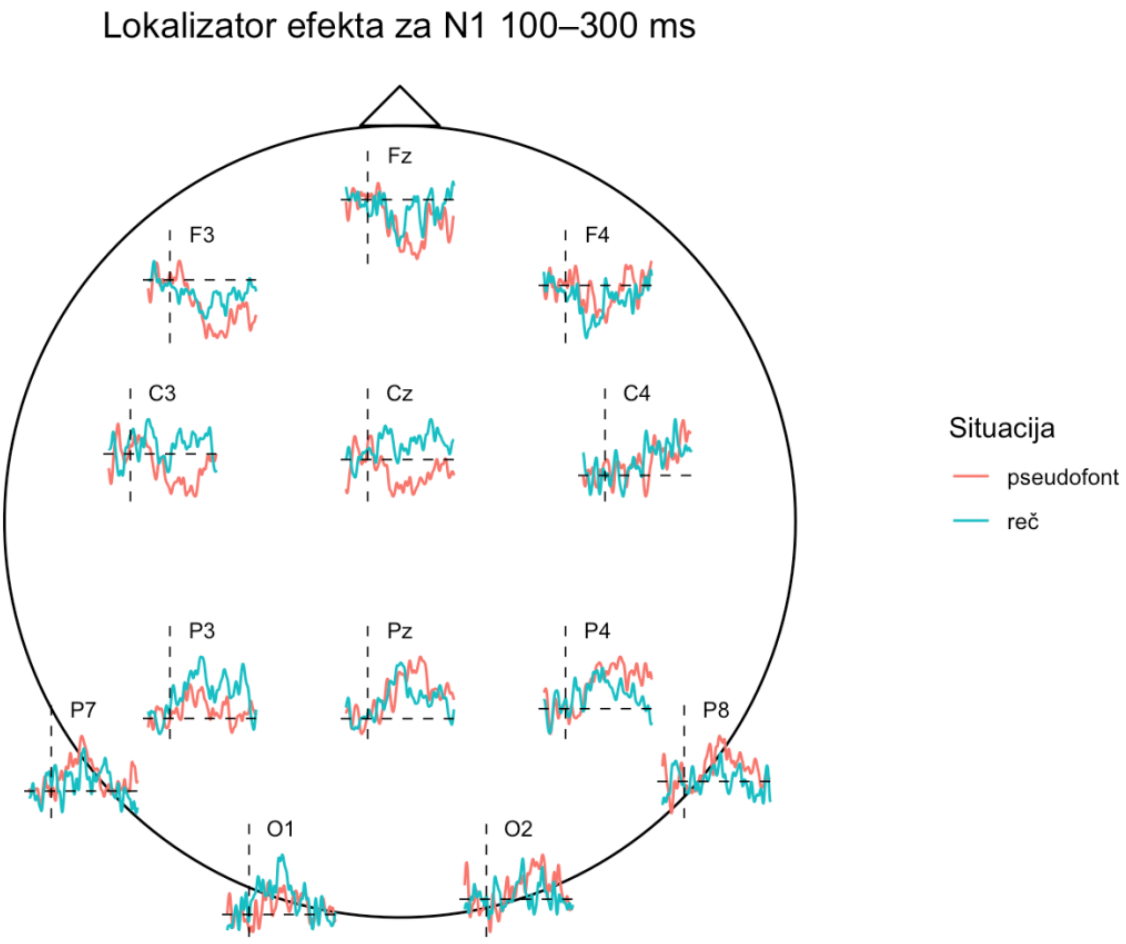
Za analizu ERP komponenti izračunata je prosečna amplituda (eng. *mean amplitude*) za komponente MMN i N1. Kako bi se odabrale elektrode za računanje prosečne amplitude, primenjen je lokalizator efekta (eng. *collapsed localiser*) na predviđenim vremenskim prozorima. Uvidom u distribucije neuralnih reakcija na metu i strandard u MMN prozoru 300-500 ms na Slici 32, može se primetiti da je prisutna frontalna i centralna negativnost, dok se na posteriornim elektrodama javlja izraženija pozitivnost. Iz ovog razloga su MMN analize sprovedene eksplorativno na svim frontalnim i centralnim elektrodama (Fz, F3, F4, Cz, C3, C4) u predviđenom vremenskom prozoru 300-500 ms.



Slika 32

Lokalizator efekta u vremenskom prozoru 300-500 ms

N1 analizi je inicijalno pristupljeno na isti način u predviđenom vremenskom prozoru 100-300 ms, pri čemu je vizuelnom inspekcijom lokacije efekta uočena negativna aktivnost na frontalnim elektrodama leve hemisfere, dok je izražena i negativnost u pseudofont situaciji na centralnim elektrodama (Slika 33). Na posteriornim elektrodama se uočava izraženija pozitivna aktivnost. Ovo nije tipična aktivacija vizuelne N1 komponente, koja je teorijski predviđena na okcipitalnim i parijetalnim elektrodama. Ovaj obrazac aktivacije najverovatnije ukazuje na drugu vrstu rane kognitivne obrade koja je postojala u ovom eksperimentu. Kako bi se dobio detaljniji uvid u ovaj efekat, nadalje su sprovedene eksplorativne analize u predviđenom vremenskom prozoru 100-300 ms na centralnim i levostranim frontalnim elektrodama (Fz, F3, Cz, i C3).



Slika 33

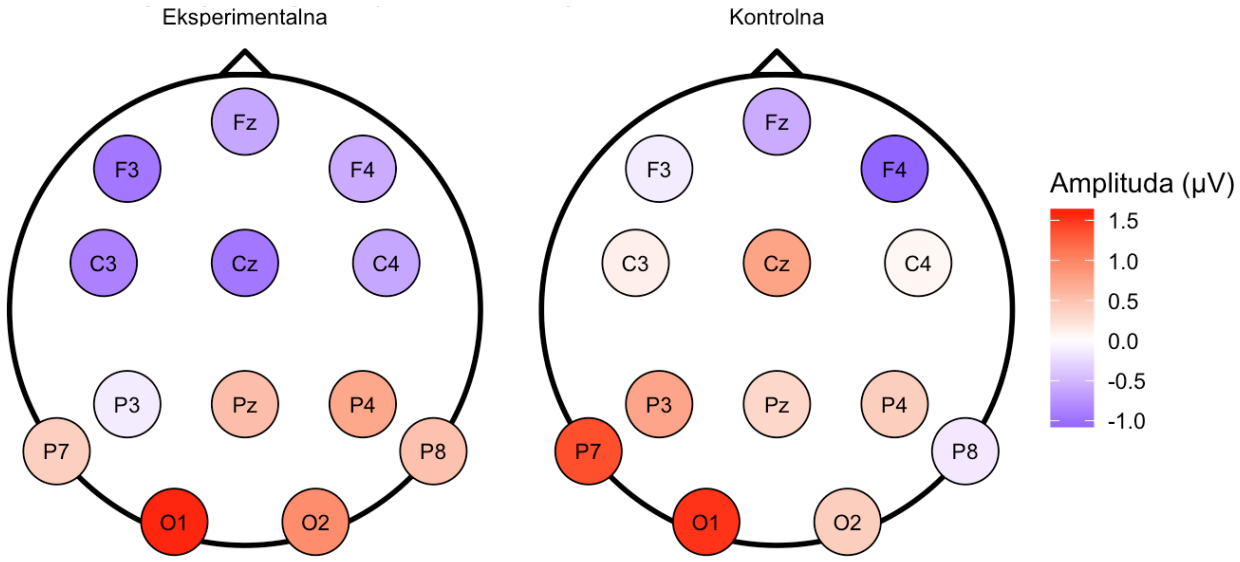
Lokalizator efekta u vremenskom prozoru 100-300 ms

Rezultati

MMN rezultati

Uvidom u topografsku distribuciju neuralne aktivnosti za kontrolnu i eksperimentalnu grupu (Slika 34), primećeno je da se izražena negativnost pojavljuje na frontalnim i centralnim elektrodama u eksperimentalnoj grupi, ali ne i u kontrolnoj. Statističke analize ERP rezultata sprovedene su u R-u (R Core Team, 2024).

Podaci su najpre uprosečeni tako da se od proseka amplitude individualnih ispitanika dobije sumarni prosek (eng. *grand average*) po eksperimentalnim situacijama. Zavisna varijabla je u ovom istraživanju prosečna amplituda frontalnih i centralnih elektroda u kasnom MMN prozoru 300-500 ms, a nezavisne varijable eksperimentalna situacija (meta i standard) i grupa (eksperimentalna i kontrolna). Deskriptivni statistici za obe situacije u obe grupe ispitanika mogu se pronaći u Tabeli 11, a na Slici 35 talasni profil razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe za analiziranu vremensku epohu.



Slika 34

Topografska distribucija neuralne aktivnosti u vremenskom prozoru 300-500 ms

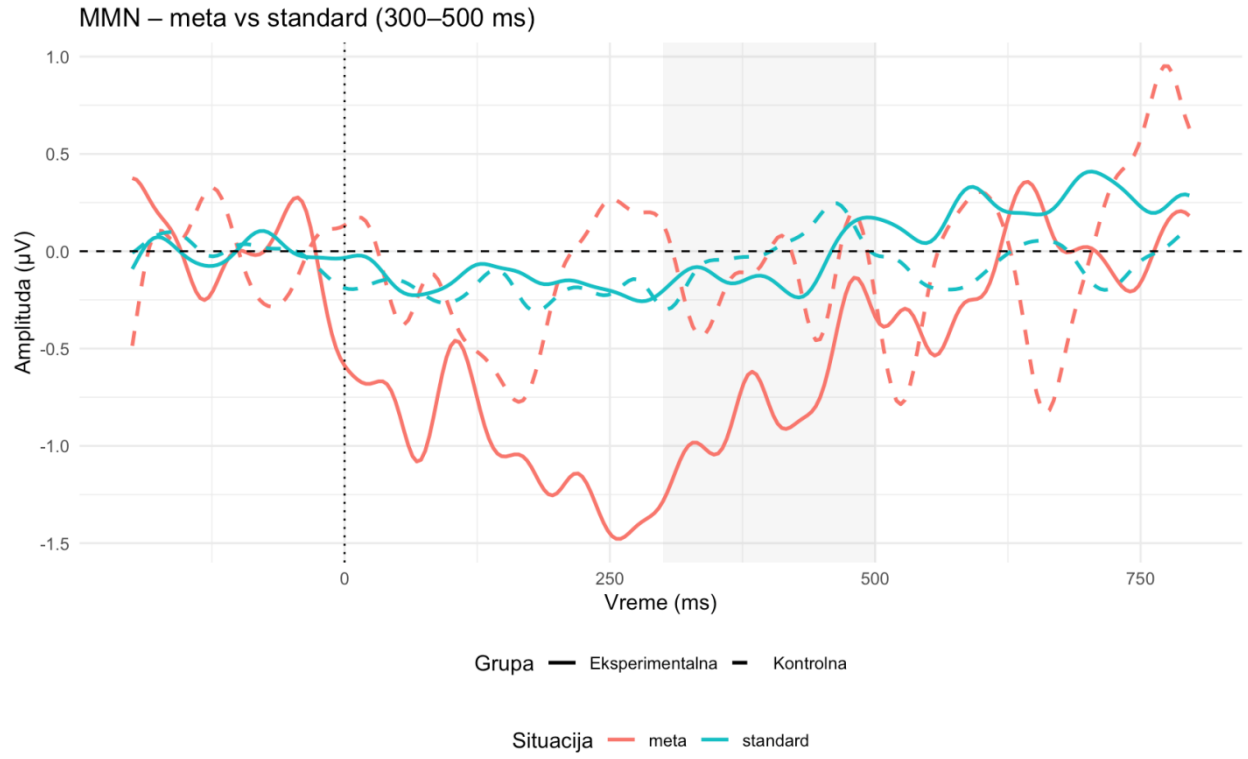
Tabela 11

Deskriptivni statistici vrednosti prosečne amplitude u MMN eksperimentu

Grupa	Situacija	N	M	Sd	Min	Max
Eksperimentalna	meta	12	-1.19	1.88	-5.96	0.920
	standard	12	-0.049	0.908	-2.00	0.895
Kontrolna	meta	10	-0.135	1.48	-2.94	1.33
	standard	10	0.005	0.982	-1.65	1.26

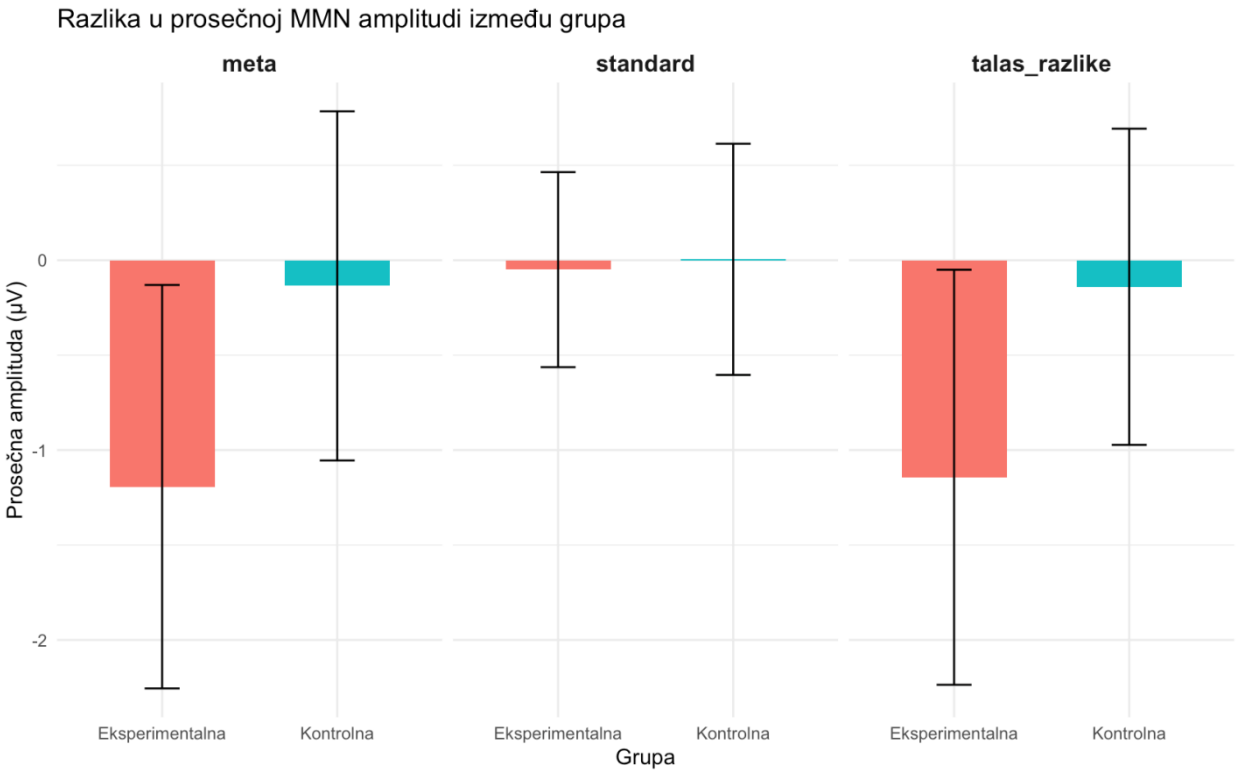
Zbog postupka uklanjanja ispitanika u preprocesiranju signala, onemogućeno je da grupe budu potpuno uparene kako je bilo inicijalno zamišljeno i kako bi se sprovela analiza sa uparenim (ponovljenim) merenjima. Iz ovo razloga su ERP efekti ispitani pomoću mešovite analize varijanse, pri čemu je grupa neponovljen faktor, a eksperimentalna situacija ponovljen faktor.

Rezultati su pokazali da ne postoje statistički značajne razlike u prosečnoj amplitudi između kontrolne i eksperimentalne grupe ($F(1, 20) = 1.41$, $p = .248$) Glavni efekat situacije je bio bliži statističkoj značajnosti, ali takođe nije bio statistički značajan ($F(1, 20) = 3.13$, $p = .092$), što sugeriše da razlika između standarda i devijantnih (meta) stimulusa nije bila dovoljno velika na nivou celog uzorka. Interakcija između grupe i situacije takođe nije bila značajna ($F(1, 20) = 1.92$, $p = .181$). Iako je prosečna amplituda u obe situacije negativnija u eksperimentalnoj grupi, naročito u reakciji na metu, što je vidljivo i na Slici 36, veličina efekta nije bila dovoljno velika da dostigne nivo statističke značajnosti. Usled nedostatka značajne razlike nije moguće potvrditi H3.1 koja pretpostavlja veći negativni otklon u MMN prozoru u eksperimentalnoj grupi naspram kontrolne, iako razlike u ovom eksperimentu idu u predviđenom pravcu. Talasni profil razlika u eksperimentalnim situacijama za kontrolnu i eksperimentalnu grupu posebno nalaze se u Prilogu 8.



Slika 35

Talasni profil razlika između eksperimentalnih situacija u MMN eksperimentu. Puna linija označava eksperimentalnu grupu, a isprekidana kontrolnu.

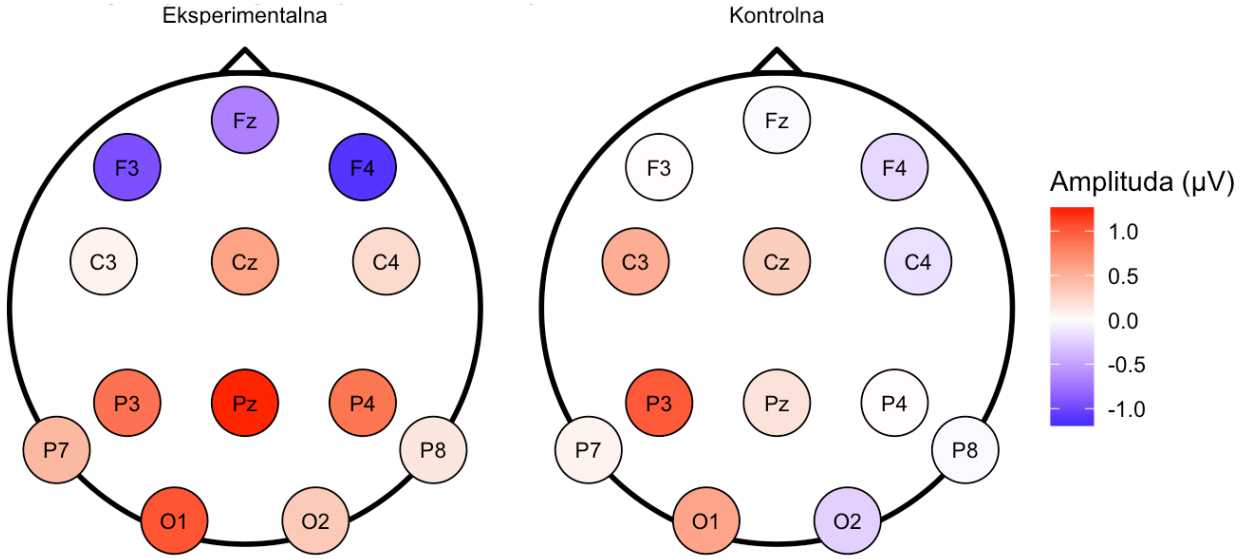


Slika 36

Razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe u MMN eksperimentu

N1 rezultati

Uvidom u topografsku distribuciju u N1 eksperimentu, razlike između grupa najviše su uočljive u izraženijoj negativnosti eksperimentalne grupe na frontalnim elektrodama (Slika 37). U N1 eksperimentu, zavisna varijabla je bila prosečna amplituda frontalnih i centralnih elektroda leve hemisfere u prozoru 100-300 ms, a nezavisne varijable eksperimentalna situacija (reč i pseudofont) i grupa (eksperimentalna i kontrolna). Posebno je ispitan model sa talasom razlike kao zavisnom varijablom i grupom kao faktorom kako bi se ispitao drugi deo hipoteze H3.2. Deskriptivni statistici za sve tri situacije u obe grupe ispitanika mogu se pronaći u Tabeli 12, a na Slici 38 talasni profil razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe za analiziranu vremensku epohu. Talasni profil razlika u eksperimentalnim situacijama za kontrolnu i eksperimentalnu grupu posebno nalaze se u Prilogu 9.



Slika 37

Topografska distribucija neuralne aktivnosti u vremenskom prozoru 100-300 ms

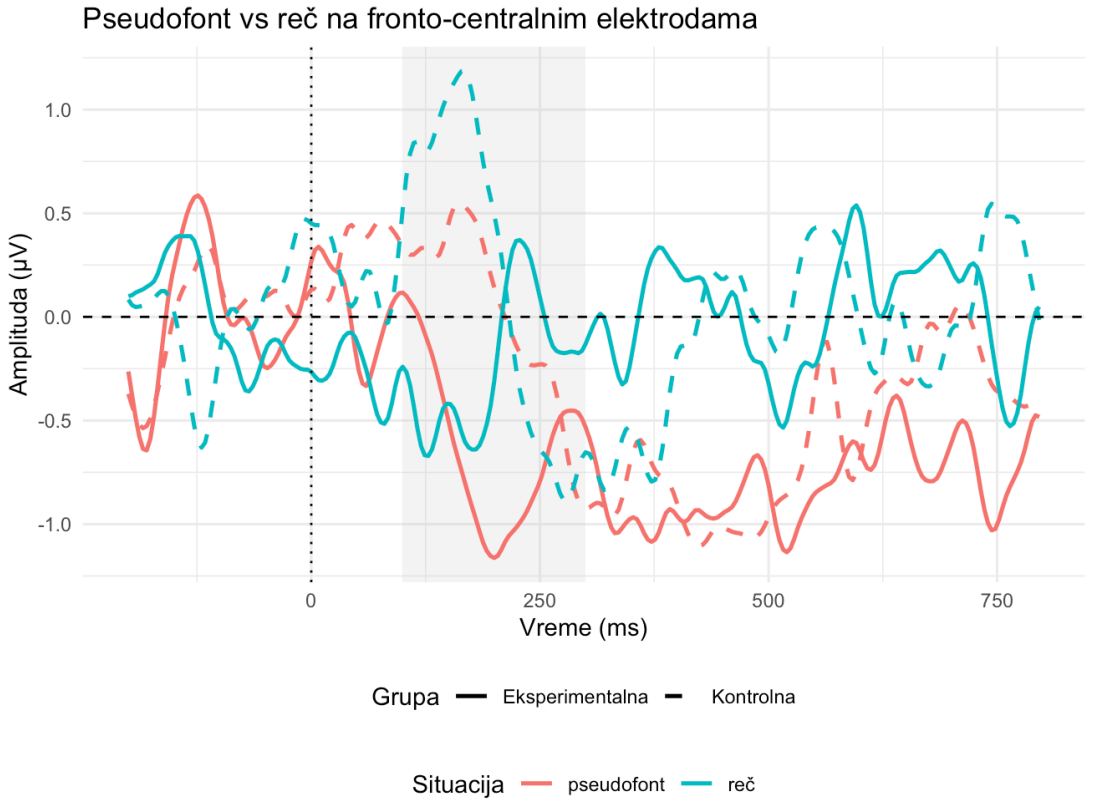
Mešovita analiza varijanse, sa grupom kao neponovljenim faktorom i eksperimentalnom situacijom kao ponovljenim faktorom, nije pokazala statistički značajan glavni efekat grupe ($F(1, 24) = 3.67$, $p = .067$), ali je efekat bio marginalno značajan, pri čemu je eksperimentalna grupa imala negativniji odgovor u N1 vremenskom prozoru. Glavni efekat eksperimentalne situacije nije bio blizu statističke značajnosti ($F(1, 24) = 0.62$, $p = .437$), što sugeriše da se amplituda N1 odgovora nije značajno razlikovala između pseudofont i reč stimulusa na nivou celog uzorka. Interakcija između grupe i situacije takođe nije bila statistički značajna ($F(1, 24) = 0.05$, $p = .821$). Iako razlike u eksperimentalnoj situaciji nisu dostigle nivo značajnosti, smer efekta da u eksperimentalnoj grupi reakcija bude negativnija u pseudofont situaciji je u predviđenom pravcu. Uzimajući u obzir grupne razlike, iako eksperimentalna grupa ima negativniji otklon od kontrolne grupe u obe eksperimentalne situacije (Slika 39), nije moguće potvrditi hipotezu H3.2 usled izostanka statističke značajnosti. Razlika između reakcije na reči i pseudoreči (talas razlike) između eksperimentalne i kontrolne grupe ispitana je jednofaktorskom analizom varijanse, ali se nije pokazala statistički značajnom ($F(1, 24) = 0.05$, $p = .821$). Ovaj rezultat onemogućuje potvrđivanje dela hipoteze H3.2 gde se pretpostavlja veći talas razlike u eksperimentalnoj grupi, iako su razlike u očekivanom pravcu. S obzirom na to da elektrode desne hemisfere nisu ušle u analizu, nije moguće direktno potvrditi ni deo hipoteze H3.2

koji se odnosi na lateralizaciju efekta. Međutim, pošto lokalizator efekta nije pokazao vidljive razlike između eksperimentalnih situacija u desnoj hemisferi, već samo u levoj, ovaj rezultat sugeriše da bi efekti mogli biti levo lateralizovani.

Tabela 12

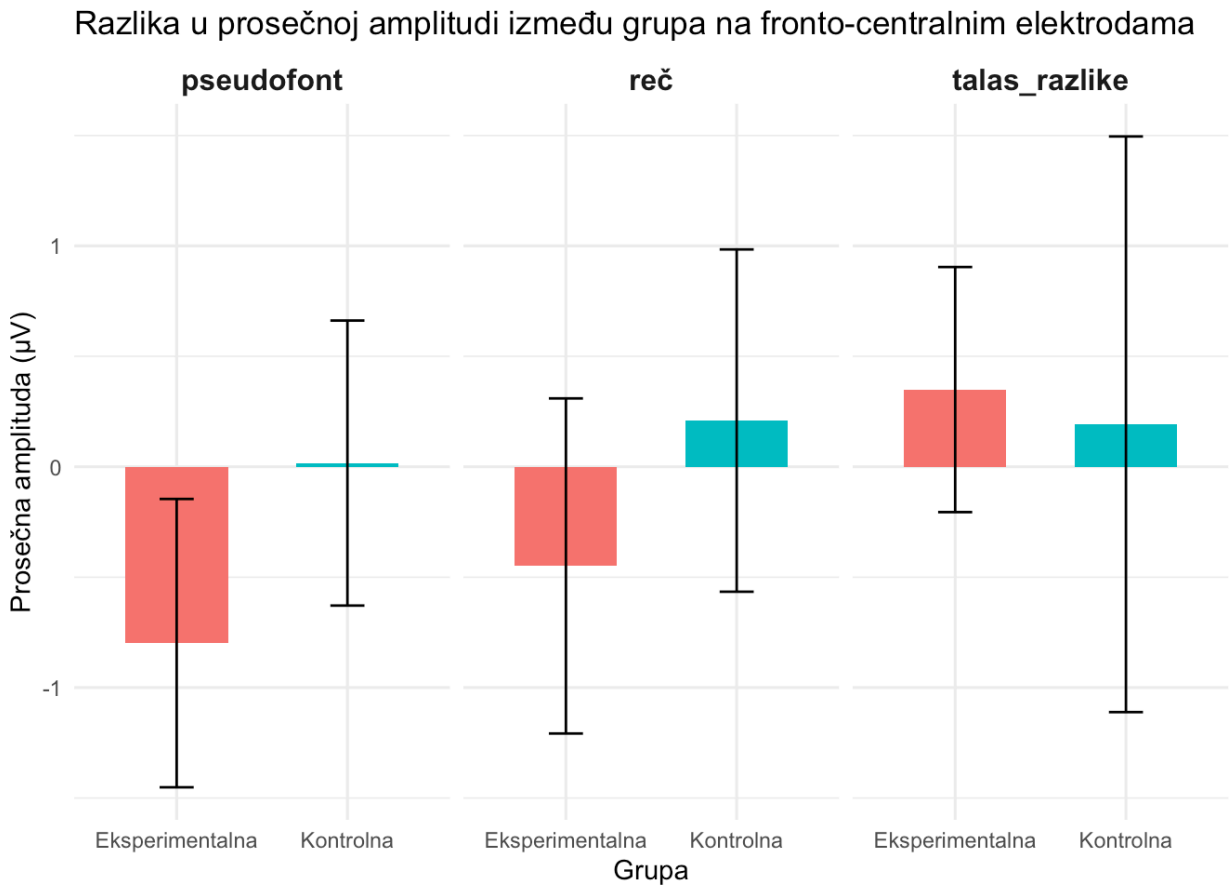
Deskriptivni statistici vrednosti prosečne amplitude u N1 eksperimentu

Grupa	Situacija	N	M	Sd	Min	Max
Kontrolna	pseudofont	12	0.017	1.14	-2.55	1.73
	reči	12	0.209	1.37	-1.21	2.92
	talas razlike	12	0.192	2.30	-2.63	5.47
Eksperimentalna	pseudofont	14	-0.799	1.25	-3.00	0.986
	reči	14	-0.449	1.45	-3.14	2.26
	talas razlike	14	0.349	1.06	-1.06	2.49



Slika 38

Talasni profil razlika između eksperimentalnih situacija u N1 eksperimentu. Puna linija označava eksperimentalnu grupu, a isprekidana kontrolnu.



Slika 39

Razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe u N1 eksperimentu

Rezultati praćenja očnih pokreta

Kako bi se ispitale razlike u obrascima očnih pokreta između grupa, razvijen je poseban alat za analizu sirovih podataka (Damjanović, 2025), tj. koordinata pozicija očnih pokreta. Alat za analizu je razvijen u Python okruženju (v3.11) i zasnovan je na modifikovanom IVT algoritmu koji poseduje sve ključne parametre (prag brzine, minimalno trajanje fiksacije, kriterijumi za spajanje fiksacija) dostupne preko grafičkog interfejsa kreiranog u PyQt5. Kod uzima HDF5 format ulaznih podataka, automatski ih segmentira po slajdovima i preusmerava na dalju analizu. Pored HDF5 fajlova, alat koristi i prateću CSV tabelu iz PsychoPy okruženja koja sadrži informacije o redosledu i vremenu prikazivanja slajdova. Ova tabela se koristi za automatsku segmentaciju kontinuiranog signala na pojedinačne slajdove. Rezultat modifikovanog IVT algoritma je objekat koji sadrži oznake („fiksacija“, „sakada“, „treptaj“) svake selekcije, kao i parametre kretanja svake grupe. Ugrađeni modul izračunava 26 standardnih i novih metrika (mere sakada, mere fiksacija, mere disperzije pogleda, mere putanje pogleda, itd.) sa opcionom normalizacijom po broju reči na slajdu, a sve se izvozi u strukturiranu Excel tabelu.

Vizuelni deo omogućava interaktivno „čišćenje“ signala i iscrtavanje putanja pogleda preko originalnih slajdova. Za razvoj algoritma su korišćeni podaci prikupljeni u ovom istraživanju, dok su validacija i podešavanje praga izvršeni na dodatnom uzorku podataka dece istog uzrasta iz drugog projekta, koji su snimljeni na uređaju veće preciznosti (Tobii Pro Spectrum, 300 Hz), što je omogućilo precizniju validaciju. Optimalni prag od 1,25 a.u./s daje Spirmanov koeficijent kroskorelacije 0.79 između algoritamskih i referentnih oznaka dobijenih iz Tobii Pro Lab softvera. Ovaj alat pokazuje

prednosti u odnosu na postojeća rešenja u vidu potpuno podesivog IVT algoritma, integrisane vizuelne inspekcije, automatskog izračunavanja metrika i otvorenog koda spremnog za dalja proširenja. S obzirom da je alat razvijen na podacima iz ovog istraživanja, korišćen je u daljoj analizi podataka očnih pokreta.

Podaci su najpre ručno očišćeni od šuma kako bi se osiguralo da u prosečne metrike ne ulaze ekstremne vrednosti očnih pokreta koje ne potiču od čitanja (npr. skretanje pogleda sa teksta usled promene slajda). Svaki slajd pojedinačno je ručno pregledan za svakog ispitanika i markirano je vreme početka i kraja intervala čitanja. Na ovaj način nije moguće ukloniti šum unutar ovog intervala, ali je moguće ukloniti značajnu količinu šuma, s obzirom na to da se većina očnih pokreta koji nisu u vezi sa čitanjem dešava na početku i na kraju slajda. Sirovi podaci u .hdf5 formatu korišćeni su kao input, zajedno sa .csv datotekom koja je beležila događaje (tj. promene slajdova). Svaki slajd je tretiran kao zaseban stimulus, tako da je svakom učesniku moglo biti prikazano ukupno 7-12 stimulusa, u zavisnosti od priče koju je čitao. Stimulusi su uklonjeni u slučaju da je ukupno trajanje slajda bilo kraće od 5 sekundi ili duže od 100 sekundi. Ukoliko je kod nekog ispitanika ovim procesom uklonjena većina podataka, ovaj ispitanik bi bio izbačen iz dalje analize, što je urađeno u slučaju jednog ispitanika iz eksperimentalne grupe u ovom delu studije.

U sledećem koraku se pristupilo analizi metrika od interesa za razlikovanje kontrolne i eksperimentalne grupe: broj fiksacija i sakada, ukupno trajanje fiksacija i sakada, aktivno vreme čitanja, procenat regresivnih fiksacija, i koeficijent samopreseka fiksacija. Metrike koje se predstavljaju u apsolutnim merama su normalizovane po broju reči po slajdu. Jednofaktorskom analizom varijanse ispitane su razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe na svim pomenutim merama (Tabela 13). P-vrednosti su korigovane FDR metodom zbog višestrukih poređenja. Analize su pokazale da nije bilo statistički značajne razlike ni na jednoj od metrika očnih pokreta (svi $p >$ .220). Razlike idu u pravcu da se kod eksperimentalne grupe u proseku javljaju nešto duže i brojnije sakade, kraće fiksacije i kraće vreme čitanja, kao i niži koeficijent samopreseka i niži procenat regresivnih fiksacija. Ovi trendovi razlika su očekivani, pri čemu jedina mera koja ne pokazuje očekivani trend razlika je broj fiksacija koji je u proseku isti u obe grupe. Iako se kod većine mera pokazuje trend razlika u očekivanom pravcu, statistička značajnost ovih razlika je izostala. Uvidom u Sliku 40 možemo primetiti da su variranja unutar ispitanika na svim merama velika, te kako bi se stekao uvid u strategije čitanja, u daljoj obradi rezultata će se pristupiti vizuelnoj analizi putanja pogleda (eng. *gaze path*). Prosečne vrednosti na svim metrikama i razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe vidljive su na Slici 40, a deskriptivni statistici nalaze se u Tabeli 14.

Tabela 13

Rezultati razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe na metrikama očnih pokreta

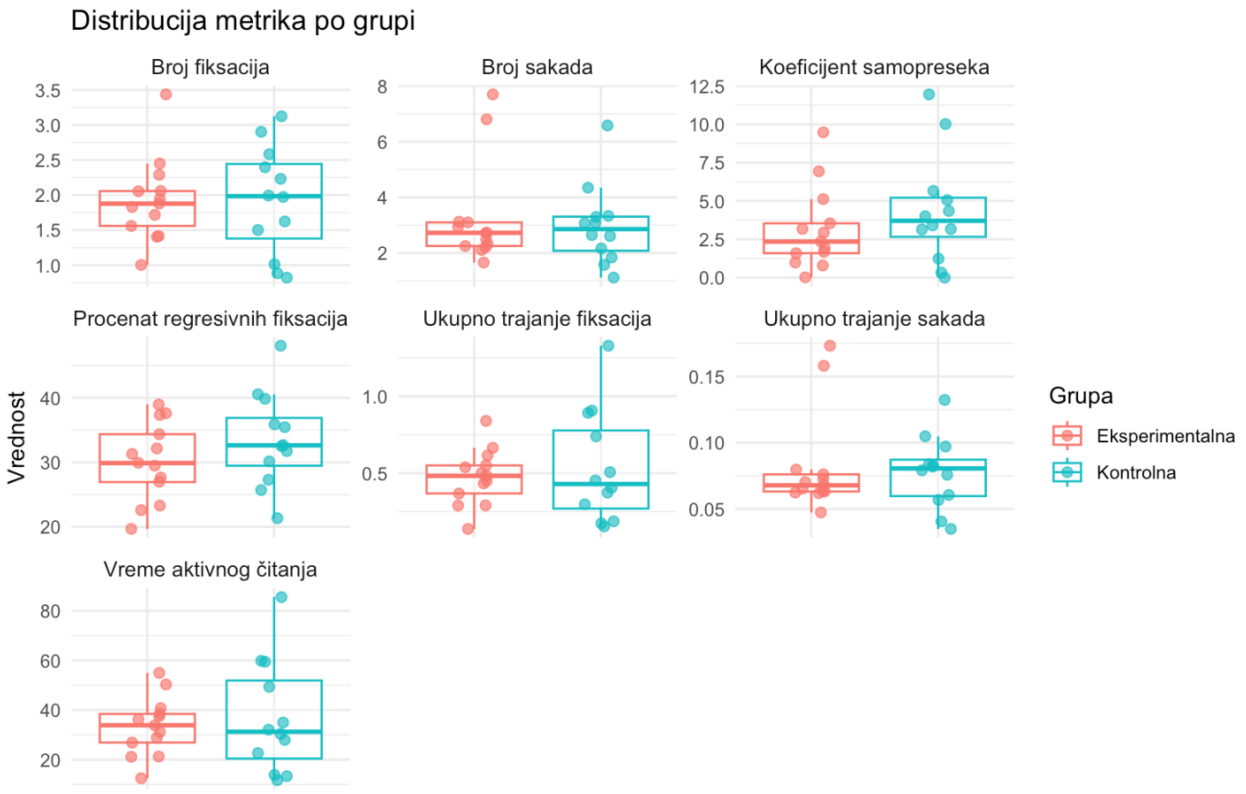
Metrika	df1	df2	F	p	p-FDR
Broj fiksacija	1	23	0.000	0.986	0.986
Broj sakada	1	23	0.165	0.688	0.889
Ukupno trajanje fiksacija	1	23	0.290	0.596	0.889
Ukupno trajanje sakada	1	23	0.0936	0.762	0.889
Vreme aktivnog čitanja	1	23	0.229	0.637	0.889
Koeficijent samopreseka	1	23	0.981	0.332	0.889
Procenat regresivnih fiksacija	1	23	1.59	0.220	0.889

Tabela 14

Deskriptivni statistici metrika očnih pokreta

Grupa	Metrika	N	M	SD	Min	Max
Kontrolna	Vreme aktivnog čitanja	12	36.8	22.6	11.7	85.5
	Broj fiksacija	12	1.92	0.77	0.82	3.12
	Koeficijent samopreseka	12	4.36	3.58	0	12.0
	Ukupno trajanje fiksacija	12	0.53	0.36	0.15	1.33
	Procenat regresivnih fiksacija	12	33.4	7.23	21.3	48.1
	Broj sakada	12	2.97	1.44	1.12	6.58
	Ukupno trajanje sakada	12	0.08	0.03	0.03	0.13
Eksperimentalna	Vreme aktivnog čitanja	13	33.4	11.7	12.5	55.0
	Broj fiksacija	13	1.93	0.60	1.00	3.44
	Koeficijent samopreseka	13	3.12	2.67	0.02	9.48
	Ukupno trajanje fiksacija	13	0.47	0.18	0.14	0.84
	Procenat regresivnih fiksacija	13	30.1	6.05	19.7	39.0
	Broj sakada	13	3.24	1.84	1.66	7.70
	Ukupno trajanje sakada	13	0.08	0.04	0.05	0.17

Napomena. Sve metrike osim procenta regresivnih fiksacija i koeficijenta samopreseka su prikazane normirane po broju reči na slajdu, tako da vrednosti mera fiksacija i sakada predstavljaju prosečnu vrednost po reči, a vreme aktivnog čitanja predstavlja prosečno vreme provedeno u čitanju na jednom slajdu. Ukupno trajanje sakada i fiksacija je predstavljeno u sekundama, a koeficijent samopreseka predstavlja prosečan broj samopreseka fiksacija na svim slajdovima



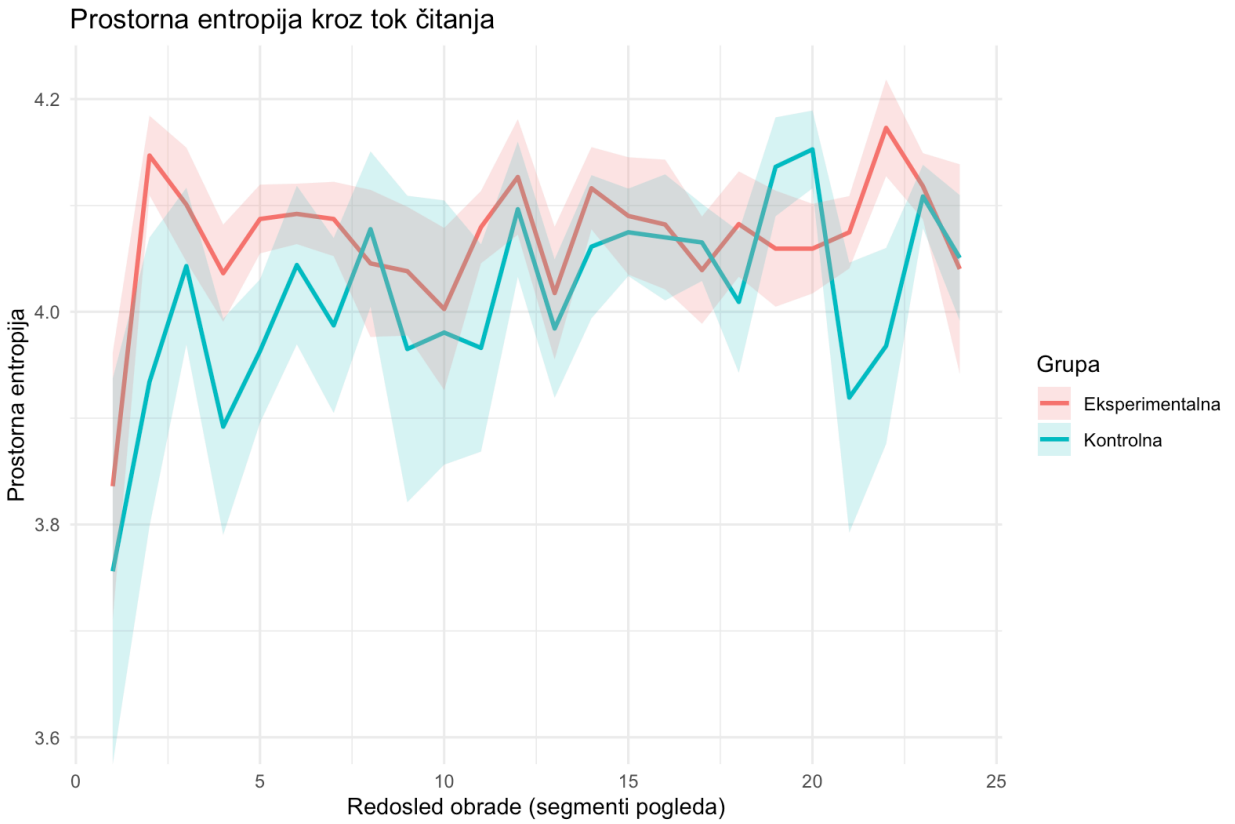
Slika 40

Distribucija i medijane metrika očnih pokreta u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi

Analiza putanje sprovedena je na neočišćenim podacima kako bi se obuhvatio ceo opseg pogleda na slajdu. Prostorno-vremenske karakteristike očnih pokreta ispitane su primenom linearnih modela sa mešovitim efektima (LMM). Ovi modeli omogućavaju da se uzme u obzir varijabilnost između ispitanika kao slučajni efekat, dok se efekt eksperimentalne grupe testira kao fiksni efekat. Pre primene LMM analize, podaci su dodatno obrađeni kako bi se izračunale sledeće prostorno-vremenske mere – horizontalni pomak između uzastopnih fiksacija (*dx*), vertikalni pomak (*dy*) i ukupna udaljenost između fiksacija (*distance*). Ove varijable su korišćene kao zavisne promenljive u LMM-ovima, dok je grupa tretirana kao fiksni efekat, a ispitanik kao slučajni efekat, čime se kontrolisala individualna varijabilnost u obrascima očnih pokreta. Rezultati su pokazali da pripadnost grupi nije imala statistički značajan uticaj na horizontalni pomak očiju ($\beta = 0.348$, $p = .942$). To implicira da se horizontalni pomaci fiksacija nisu sistematski razlikovali između grupa. Slično, vertikalni pomak očiju takođe nije bio pod uticajem grupe ($\beta = -0.054$, $p = .964$), što pokazuje da ni vertikalni raspored fiksacija kroz linije teksta nije zavisio od grupe. Ukupna udaljenost između uzastopnih fiksacija, koja reflektuje pređeni put očiju tokom čitanja i može biti indikator vizuelne efikasnosti i skeniranja teksta, takođe nije bila značajno različita između grupa ($\beta = -10.35$, $p = .549$).

Pored toga, sprovedena je i entropijska analiza koja kvantifikuje prostornu raspodelu fiksacija po ekranu. Entropija predstavlja meru nepredvidljivosti ili ravnomernosti raspodele fiksacija. Viša entropija ukazuje na ravnomerniju raspodelu pokreta očiju, dok niža vrednost sugeriše koncentraciju na određenim oblastima. Za entropijsku analizu podaci su agregirani po ekranu kako bi se kvantifikovala prostorna raspodela fiksacija. Ekran je podeljen na mrežu ćelija, i za svaku ćeliju je računat broj fiksacija koje su se u nju upisale. Za analizu prostorne entropije svaka fiksacija je svrstana u prostornu ćeliju koja predstavlja kombinaciju X i Y koordinata ekrana. Broj ćelija po horizontali i vertikali automatski je određen u zavisnosti od ukupnog broja fiksacija po ispitaniku. Na taj način je ekran segmentiran u pravougaonu mrežu ćelija približno jednake površine, gde svaka ćelija sadrži sve fiksacije koje padaju unutar njenih granica. Svaka jedinstvena kombinacija horizontalnog i vertikalnog indeksa označava jednu ćeliju. Entropija je zatim izračunata kao mera nepredvidljivosti raspodele fiksacija po ćelijama, gde viša entropija ukazuje na ravnomerniju raspodelu pogleda, a niža na koncentraciju u određenim regionima. Viša entropija bi, stoga, trebalo da odslikava efikasnije čitanje bez dužeg zadržavanja na određenim segmentima teksta.

Razlike u entropiji između kontrolne i eksperimentalne grupe ispitane su linearnim modelom, pri čemu su rezultati analize pokazali da je eksperimentalna grupa imala prosečnu entropiju od 7.28, dok je kontrolna grupa imala blago nižu vrednost (razlika = -0.033). Linearni model nije pokazao statistički značajnu razliku *(*$p = .652$), a objašnjenje varijanse modelom je bilo minimalno ($R^2 = 0.0086$). Iako eksperimentalna grupa ima blago višu entropiju (Slika 41), što ukazuje na efikasnije čitanje, nalazi sugerišu da raspodela fiksacija i način skeniranja teksta tokom čitanja ne zavise sistematski od pripadnosti grupi. Primeri putanje pogleda za kontrolnu i eksperimentalnu grupu mogu se pogledati u Prilogu 10.

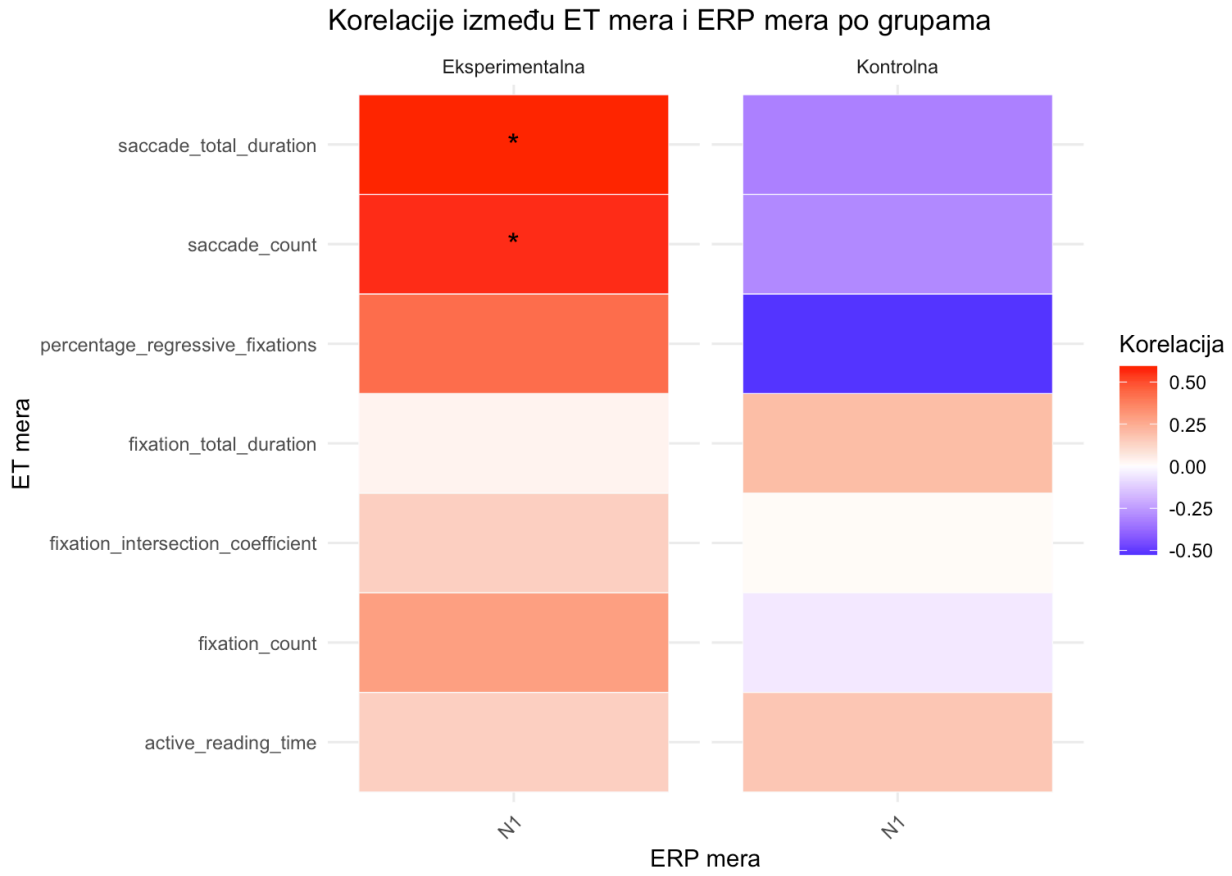


Slika 41

Razlika između kontrolne i eksperimentalne grupe u entropiji pogleda

Korelacije neuralnih mera i obrazaca očnih pokreta

Kako bi se ispitala hipoteza H3.3, koja pretpostavlja postojanje korelacija između kognitivnih i neuralnih mera, ispitane su visine korelacija između metrika očnih pokreta (ET mera) i N1 amplitude (ERP mera), kao i razlike u ovim korelacijama između kontrolne i eksperimentalne grupe. Najpre su izračunate Pirsonove korelacije za svakog ispitanika unutar obe grupe posebno (Slika 42). U eksperimentalnoj grupi, samo dve korelacije su dostigle statističku značajnost – broj sakada ($r = 0.557$, $p = .039$) i ukupno trajanje sakada ($r = 0.593$, $p = .025$), što sugeriše da je pozitivnija N1 amplituda povezana sa većim brojem i dužim ukupnim trajanjem sakada tokom čitanja. U kontrolnoj grupi su korelacije N1 amplitude sa ET metrikama generalno niže ili negativne, i nijedna nije statistički značajna. Najizraženija negativna korelacija je između N1 amplitude i procenta regresivnih fiksacija ($r = -0.53$, $p = .119$). Iako postoji trend pozitivnijih korelacija ERP-ET mera u eksperimentalnoj grupi, ovi rezultati pokazuju da su generalno ET mere i ERP mere nisko povezane. Ovim je delimično potvrđena hipoteza H3.3, s obzirom da samo 2 od 7 ET mera značajno koreliraju sa ERP merama, i to samo u eksperimentalnoj grupi.



Slika 42

Razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe u korelaciji između mera očnih pokreta i neuralnih odgovora (zvezdica označava značajne korelacije na nivou p<.05)

Pirsonove korelacije su potom transformisane Fišerovom Z-transformacijom kako bi se izračunala razlika u ET-ERP korelacijama između grupa Fišerovim Z-testom (Tabela 15). Razlika u korelaciji N1 amplitude sa brojem sakada i ukupnim trajanjem sakada pokazala se statistički značajnom, pri čemu su korelacije u eksperimentalnoj grupi pozitivne (r = 0.56 i r = 0.59), dok su u kontrolnoj grupi negativne (r = -0.29 i r = -0.31). Fišerov Z-test potvrđuje da su ove razlike statistički značajne (Z = 2.08, p = .037 za broj sakada; Z = 2.25, p = .024 za ukupno trajanje sakada). Korelacija ERP mera sa procentom regresivnih fiksacija takođe pokazuje značajnu razliku između grupa, sa pozitivnom korelacijom u eksperimentalnoj (r = 0.42) i negativnom u kontrolnoj grupi (r = -0.53; Z = 2.30, p = .021). Ostale ERP-ET korelacije nisu značajne (p > .43). Ovi rezultati sugerišu da su generalno razlike između grupa u korelacijama ERP i ET mera niske i neznačajne, pri čemu nekoliko ET mera povezanih sa organizacijom pogleda tokom čitanja ima pozitivniju korelaciju sa N1 amplitudom u eksperimentalnoj grupi, dok u kontrolnoj grupi ove korelacije imaju trend suprotnog smera.

Tabela 15

Razlike između grupa u korelaciji između ERP i ET mera

ET metrika	Eksperimentalna	Kontrolna	Z-skor	p-vrednost
Broj fiksacija	0.289	-0.05	0.779	0.435
Broj sakada	0.557	-0.29	2.084	0.037*
Upuno trajanje fiksacija	0.033	0.198	-0.37	0.708
Upuno trajanje sakada	0.593	-0.31	2.253	0.024*
Vreme aktivnog čitanja	0.141	0.170	-0.06	0.945
Koeficijent samopreseka	0.138	0.010	0.286	0.774
Procenat regresivnih fiksacija	0.422	-0.52	2.301	0.021*

Napomena. Zvezdicama su označene statistički značajne razlike $*p < 0.05$; $**p < 0.01$, $***p < 0.001$.

Diskusija

Cilj Studije 3 bio je da ispita dugoročne, neurokognitivne efekte rane intervencije usmerene na razvoj predčitalačkih veština, kroz kombinaciju ERP i *eye-tracking* metodologije. Ispitanici u eksperimentalnoj grupi, sada u trećem i četvrtom razredu osnovne škole, su tokom predškolskog programa učestvovali u intervenciji pospešivanja razvoja fonološke svesnosti kroz ALGO program. Nakon 5 godina, deo istog ovog uzorka je ispitan i upoređen sa kontrolnom grupom koja je ujednačena po više faktora kako bi se umanjio uticaj druge vrste iskustva koja bi mogla uticati na razvoj ovih veština. Iako se ove grupe nisu razlikovale po bihejvioralnim varijablama i nakon čišćenja podataka i odbacivanja ispitanika, što je bilo očekivano, rezultati ERP i ET mera većinski pokazuju izostanak statistički značajnih razlika. Iako se razlike uglavnom kreću u očekivanom pravcu, izostanak statističke značajnosti u većini analiza otvara važna pitanja o prirodi i trajnosti efekata rane intervencije, kao i o odnosu između neuralnih i kognitivnih mera čitanja. Jedan od centralnih nalaza ovog istraživanja jeste da se u obe ERP paradigme (MMN i N1) pojavljuju konzistentno veće negativne amplitude u eksperimentalnoj grupi, što je u skladu sa postavljenim hipotezama. Međutim, ove razlike nisu dostigle statističku značajnost. Ovakav obrazac nije neuobičajen u longitudinalnim istraživanjima razvoja čitanja. Efekti rane intervencije često se vremenom „razblažuju“ usled snažnog uticaja formalnog obrazovanja, koje homogenizuje iskustvo dece (Scarborough, 1998; Melby-Lervåg et al., 2012). U ovom uzrastu, svi ispitanici su već prešli u fazu „čitanja radi učenja“, što može smanjiti razlike nastale u predškolskom periodu. Ipak, činjenica da se razlike i dalje javljaju u neuralnim merama, makar i kao trend, sugeriše da rana intervencija može imati dugotrajan, ali suptilan uticaj na neuralnu obradu jezika, što je u skladu sa nalazima da rane fonološke intervencije mogu ostaviti trag u neuralnoj organizaciji i godinama kasnije (Temple et al., 2003; Shaywitz et al., 2004).

MMN rezultati pokazuju da se efekti rane intervencije potencijalno mogu odslikati u izraženijem negativnom odgovoru na devijantne stimuluse, posebno na frontalnim i centralnim elektrodama. Ovaj pravac rezultata je u skladu sa literaturom koja MMN povezuje sa automatskom fonološkom diskriminacijom (Kujala & Näätänen, 2003). Iako razlike nisu značajne, važno je istaći da topografska distribucija efekta (fronto-centralna) odgovara tipičnom MMN obrascu kod dece. Kasniji vremenski prozor (300–500 ms) je u skladu sa razvojnim studijama koje pokazuju produženu latenciju ERP komponenti kod mlađih ispitanika (Datta et al., 2020). Međutim, uvidom u razlike u talasnoj aktivnosti na Slici 35, može se primetiti da razlike u MMN efektu postaju izražene već oko 100 ms i opstaju do 500 ms. Ovakav obrazac talasne aktivnosti ukazuje da MMN efekat nije samo kasniji, već je i produženog trajanja, što je u skladu sa nekim prethodnim nalazima (Lemons et al., 2010). Veća negativnost u eksperimentalnoj grupi može ukazivati na efikasniju ili automatizovaniju fonološku obradu. Međutim, izostanak značajnosti može biti posledica malog uzorka, velike

interindividualne varijabilnosti, ili činjenice da su razlike u fonološkoj obradi u ovom uzrastu već smanjene. Iako postoje, razlike su reda veličine oko 1.5 μV, što je relativno mala razlika u amplitudi u ERP istraživanjima. Uz izraženo šumovite podatke i nakon čišćenja, teško je zaključiti koji od pomenuta tri faktora (ili njihova kombinacija) najviše utiče na izostanak značajnih razlika.

Za razliku od očekivane okcipito-parijetalne distribucije, N1 efekat je u ovom istraživanju lokalizovan na frontalne i centralne elektrode leve hemisfere, što ukazuje na to da verovatno nije reč o „klasičnoj" vizuelnoj N1 komponenti povezanoj sa ortografskom obradom. Iako je N1 eksperimentalna procedura replicirala metodu kojom je na uzorku dece približno istog uzrasta evociran posteriorni N1 efekat (Brem et al., 2010), pomenuta studija je koristila EEG veće prostorne rezolucije (64 elektrode) i eksperiment sprovodila u laboratorijskim uslovima. Razlike u nalazima studije Brema i saradnika i ove studije mogu se interpretirati na nekoliko načina. Pošto zadatak procene modaliteta uključuje dodatne kognitivne procese (pažnja, donošenje odluka), ovakav zadatak može aktivirati frontalne mreže. Ova aktivacija može reflektovati ranije faze integracije auditivnih i vizuelnih informacija, a ne čistu ortografsku obradu. Leva lateralizacija ipak sugeriše uključenost jezičkih mreža, što je u skladu sa razvojem specijalizacije za pisani jezik.

Takođe je pokazano da frekventnost reči može uticati na veličinu N1 efekta, pri čemu manje frekventne reči izazivaju slabiju N1 reakciju (Maurer & Mccandliss, 2007). U N1 eksperimentu su korišćene najfrekventnije reči kako bi se osiguralo da će deci biti poznate, ali je to ujedno moglo uticati na veličinu amplitude N1 efekta. Takođe, nisu sve studije koje su ispitivale N1 efekat kroz kontrast reči i pseudoreči pokazale značajne efekte (Bentin et al., 1999; Wydell et al., 2003). S obzirom na to da se efekat grupe u ovom eksperimentu najviše približio statističkoj značajnosti, ovo može sugerisati da bi se na većem uzorku mogla jasnije pokazati veća osetljivost na vizuelne karakteristike stimulusa u eksperimentalnoj grupi, ali ne nužno vezana za specifično ortografsku obradu. Ovakav nalaz bi ukazivao na to da rana intervencija može uticati na opštu efikasnost obrade simboličkog materijala, ali efekti specifični za pisani jezik mogu više zavisiti od kasnijeg obrazovnog iskustva.

U literaturi je pokazano da zadaci koji zahtevaju kategorizaciju stimulusa i donošenje brze odluke o njihovim karakteristikama često evociraju frontalne negativne komponente u ranom vremenskom prozoru, koje se dovode u vezu sa procesima selektivne pažnje, detekcije relevantnosti i rane evaluacije stimulusa (Näätänen & Picton, 1987; Luck, 2022). Konkretno, studije ukazuju na to da se u vremenskom prozoru od približno 100–300 ms može javiti frontalna N2 komponenta, koja je funkcionalno povezana sa detekcijom konflikta, kategorizacijom i kontrolom odgovora (Folstein & Van Petten, 2008). U kontekstu zadatka procene modaliteta, gde ispitanik mora da odluči da li stimulus pripada vizuelnom, auditivnom ili audiovizuelnom domenu, ovakva komponenta može odražavati upravo procese brze diskriminacije i mapiranja stimulusa na odgovarajuću kategoriju odgovora. Pored toga, u sličnim multimodalnim paradigmama, zabeležena je i pojava rane frontalne negativnosti povezane sa integracijom senzornog inputa, naročito kada se od ispitanika zahteva aktivna procena modaliteta ili usklađenosti između stimulusa (Giard & Peronnet, 1999; Talsma & Woldorff, 2005). Ova komponenta se često javlja u sličnom vremenskom opsegu i može reflektovati ranu fazu multisenzorne integracije i selekcije relevantnih informacija, pre nego što dođe do kasnije, specifičnije obrade (npr. ortografske ili fonološke). Istraživanja razvoja čitanja pokazuju da kod dece i mlađih ispitanika ERP komponente često imaju širu topografsku distribuciju i pomerene latencije, pri čemu frontalne oblasti mogu biti više uključene u zadatke koji kod odraslih aktiviraju posteriorne regije (Maurer & Mccandliss, 2007). Ovo se tumači kao odraz manje automatizovane obrade i većeg oslanjanja na kontrolne i pažnjom vođene procese u ranim fazama obrade stimulusa. U tom smislu, frontalna negativnost u ovom istraživanju može se interpretirati kao kombinacija rane kategorizacije stimulusa (frontalna N2 pre nego N1), procesa multisenzorne integracije, i pažnjom vođene evaluacije relevantnosti stimulusa za zadatak. Ovakva interpretacija sugeriše da korišćeni zadatak nije izolovao čistu ortografsku obradu, već je aktivirao širi kognitivni sistem uključen u detekciju, klasifikaciju i

integraciju senzornih informacija, što objašnjava odstupanje od tipične posteriorne N1 komponente povezane sa obradom pisanog jezika.

U kontekstu dugoročnih efekata ALGO intervencije, moguće da intervencija ovog tipa, koja je bila usmerena na fonološku svesnost, mapiranje glas–slovo, i sistematsku obradu jezičkog materijala, može razviti veštine šire od specifično jezičkih. Ovakve intervencije, prema literaturi, ne utiču samo na jezičke sposobnosti, već i na automatizaciju obrade, efikasnost selektivne pažnje, i brzinu kategorizacije jezičkih stimulusa (Melby-Lervåg et al., 2012; Shaywitz et al., 2004). Stoga se izraženija negativnost u ovom ranom prozoru u eksperimentalnoj grupi može interpretirati kao indikator efikasnijeg ranog „filtera" za obradu stimulusa, odnosno sposobnosti bržeg prepoznavanja relevantnih karakteristika i njihove efikasnije kategorizacije, što potencijalno smanjuje potrebu za kasnijom, kognitivno zahtevnijom obradom. Ovakva interpretacija dodatno dobija na značaju ako se uzme u obzir da fluentno čitanje u realnim uslovima ne podrazumeva izolovanu ortografsku obradu, već integraciju više kognitivnih funkcija, uključujući pažnju, selekciju informacija i brzo donošenje odluka. U tom kontekstu, rezultati ovog istraživanja sugerišu da se dugoročni efekti rane intervencije ne moraju nužno manifestovati kroz jasno izdvojene specifične komponente poput N1, već ih je moguće uočiti i kroz suptilnije promene u efikasnosti šire neuralne mreže koja podržava obradu jezičkih i simboličkih informacija.

U ovoj studiji je ispitan samo efekat u N1 vremenskom prozoru u vizuelnom domenu, ali je takođe moguće dobiti uvid u razlike u auditivnom domenu. S obzirom da frontalna negativnost u ovoj studiji najverovatnije ne odražava ortografski-specifičnu reakciju, moguće je da bi efekti u ovom ranom vremenskom prozoru u auditivnom domenu reflektovali više fonološku vrstu obrade koja je u vezi sa fonološkom svesnošću. Naime, istraživanja pokazuju da rane auditivne ERP komponente, uključujući N1, predstavljaju osetljive pokazatelje fonološke diskriminacije i fine auditivne obrade govora (Datta et al., 2020; Näätänen & Picton, 1987). Posebno je značajno da se kod dece sa razvijenijim fonološkim veštinama uočavaju izraženiji i stabilniji rani neuralni odgovori na promene u govornim stimulusima, što ukazuje na efikasniju automatsku detekciju fonoloških kontrasta (Kuhl, 2004; Bishop, 2007). Takođe, istraživanja razvoja čitanja pokazuju da su individualne razlike u fonološkoj svesnosti tesno povezane sa ranim auditivnim procesima, koji prethode i podržavaju kasniju ortografsku obradu (Goswami, 2011). U tom smislu, analiza auditivnih efekata u istom vremenskom prozoru mogla bi pružiti dodatni uvid u to da li se dugoročni efekti rane intervencije manifestuju upravo kroz efikasniju fonološku obradu na neuralnom nivou, čak i u situacijama kada vizuelni zadatak ne izoluje specifično ortografske procese. Ovakav pristup bio bi u skladu sa teorijskim modelima koji naglašavaju da je fonološka obrada temelj razvoja čitanja, kao i da rane intervencije mogu dovesti do trajnih promena u načinu na koji mozak procesira jezičke informacije.

Rezultati analize očnih pokreta pokazuju da ne postoje statistički značajne razlike između grupa, iako je većina rezultata u očekivanom pravcu, sugerišući efikasnije čitanje u eksperimentalnoj grupi. Ovi nalazi ukazuju na to da strategije čitanja u ovom uzrastu postaju relativno stabilne usled homogenizujućeg efekta formalnog obrazovanja, ili da korišćene metrike nisu dovoljno osetljive da detektuju suptilne razlike, ili pak nisu mogle nadići individualna variranja na malom uzorku. Velika interindividualna varijabilnost dodatno otežava detekciju grupnih efekata, što je čest problem u istraživanjima čitanja (Rayner, 1998). Prostorne mere kroz proračune entropije pogleda takođe nisu pokazale razlike, što može značiti da organizacija pogleda tokom čitanja nije ključna razlika između grupa u ovom uzrastu, ili da su razlike više na mikro-nivou (npr. vremenska dinamika), a ne u globalnoj organizaciji.

Rezultati korelacione analize između neuralnih i kognitivnih mera pružaju možda najzanimljiviji uvid, s obzirom da je očekivano da ove korelacije budu značajne. Izostanak značajnih korelacija kod većine mera može takođe biti posledica veličine uzorka, ali može sugerisati i da ove dve vrste mera ukazuju na različite aspekte razvoja fonološke svesnosti. U ovom istraživanju, ERP i

ET mere pokazuju značajne veze samo u eksperimentalnoj grupi. Ovo sugeriše delimičnu disocijaciju između neuralnih i bihejvioralnih pokazatelja, što je u skladu sa literaturom koja naglašava da različite metode zahvataju različite nivoe obrade (Protopapas et al., 2007). S obzirom na to da ERP mere pokazuju jasniji pravac razlikovanja eksperimentalne i kontrolne grupe i više se približavaju statističkoj značajnosti od ET mera, ovo je još jedan nalaz koji sugeriše da uvidi na neuralnom nivou mogu biti značajni tamo gde bihejvioralne mere nisu dovoljno osetljive. Posebno je zanimljivo da u eksperimentalnoj grupi broj i trajanje sakada pozitivno koreliraju sa N1 amplitudom, dok su u kontrolnoj grupi te veze negativne. Mada je korelacija sa brojem sakada u očekivanom smeru, smer korelacije sa dužinom sakada nije očekivan, te može ukazivati na različite mehanizme obrade u dve grupe, ili na to da ista bihejvioralna strategija ima različito značenje u zavisnosti od neuralne efikasnosti procesa pažnje i audio-vizuelne integracije. Moguće je da je razlog tome već pomenuta interpretacija da N1 u ovom eksperimentu odražava neku drugu vrstu neuralne aktivnosti koja nije specifična za ortografsku obradu. S obzirom na to da su ERP i ET mere prikupljene u dva različita eksperimenta, buduća istraživanja bi mogla dati jasniji uvid u ovu korelaciju ukoliko bi se ET i ERP mere posmatrale u okviru iste eksperimentalne paradigme.

Zaključak

Rezultati ove studije ukazuju na to da dugoročni efekti rane intervencije usmerene na razvoj fonološke svesnosti, poput ALGO metode, nisu jasno uočljivi na nivou kognitivnih mera očnih pokreta i većine analiziranih neuralnih indikatora pet godina nakon sprovođenja intervencije. Iako su dobijene razlike konzistentno u pravcu efikasnije obrade u eksperimentalnoj grupi u vidu većih negativnih amplituda u MMN i N1 vremenskim prozorima, ovi efekti nisu dostigli statističku značajnost, što ograničava mogućnost donošenja čvrstih zaključaka o postojanju stabilnih grupnih razlika. Ovakav obrazac nalaza sugeriše da se efekti rane intervencije mogu vremenom ublažiti pod uticajem formalnog obrazovanja i drugih razvojnih faktora, ali i da potencijalno mogu opstati na suptilnijem, neuralnom nivou koji nije uvek direktno reflektovan u ponašanju.

Posebno značajan doprinos ove studije ogleda se u nalazu da neuralne i kognitivne mere nisu visoko povezane, što ukazuje na njihovu komplementarnu ulogu u razumevanju razvoja čitanja. Dok *eye-tracking* metrike nisu detektovale razlike između grupa, ERP nalazi sugerišu potencijalne razlike blizu statističke značajnosti u efikasnosti rane obrade stimulusa na nivou audio-vizuelne integracije. Ova disocijacija podržava stav da neuralne mere mogu biti osetljiviji indikatori latentnih razlika u obradi koje se ne manifestuju nužno u vidljivom ponašanju, naročito u uslovima male veličine uzorka i velike interindividualne varijabilnosti. Nalaz frontalno i centralno distribuirane negativnosti u N1 vremenskom prozoru dodatno komplikuje interpretaciju, ali istovremeno otvara prostor za razumevanje šireg kognitivnog konteksta obrade. Umesto da reflektuje čistu ortografsku obradu, ovaj efekat verovatno odražava kombinaciju procesa rane kategorizacije, pažnje i multisenzorne integracije. U tom smislu, pravac veće negativnosti u eksperimentalnoj grupi može ukazivati na efikasnije funkcionisanje ovih opštijih mehanizama obrade, što je potencijalno dugoročni efekat rane intervencije, ali ne nužno specifičan za čitanje.

Iako trenutni rezultati ne pružaju nedvosmislenu potvrdu postavljenih hipoteza, oni doprinose razumevanju kompleksnosti odnosa između rane intervencije, neuralne obrade i čitalačkog ponašanja. Pre svega, ukazuju na to da efekti intervencije mogu biti dugotrajni, ali suptilni i zavisni od metodologije merenja. Takođe, ovi rezultati naglašavaju potrebu za integracijom različitih metodoloških pristupa, kao i za longitudinalnim dizajnom sa više vremenskih tačaka, kako bi se adekvatno pratila razvojna dinamika neuralnih efekata. Buduća istraživanja sa većim uzorcima, jednostavnijim eksperimentalnim paradigmama i kombinacijom auditivnih i vizuelnih mera mogla bi pružiti jasniji uvid u prirodu i trajnost ovih efekata.

Ograničenja i usmerenja za dalji rad

Istraživanja koja se koriste neurokognitvnim merama u naturalističkim okruženjima često dolaze sa većim ograničenjima, te ovo istraživanje nije drugačije. Ograničenja se pronalaze od veličine uzorka do metodoloških i logističkih poteškoća koje su mogle dovesti do izostanka statistički značajnih efekata. Najpre, uzorak u istraživanju je bio značajno manji nego što je potrebno da se uhvate male veličine efekata kakve su očekivane u ovoj studiji. Ipak, kada se počinjalo sa studijom bilo je očekivano da će doći do osipanja uzorka. Iako su uspešno locirana sva deca koja su prošla kroz ALGO obuku za eksperimentalnu grupu, oko polovine dece nije učestvovalo u ovoj studiji praćenja. Za osipanje je u ovom slučaju bilo više razloga, od odbijanja roditelja da daju saglasnost za učešće dece, do odbijanja saradnje od strane jedne škole za sprovođenje istraživanja. Buduća istraživanja bi trebalo da počnu od većeg uzorka dece koja su prošla kroz inicijalnu intervenciju, kako bi osipanje imalo manje efekta na praćenje. U ovom istraživanju je kontrolna grupa naknadno uparena sa eksperimentalnom grupom, te iako su ista deca učestvovala u eksperimentalnoj grupi u Studiji 2 i Studiji 3, kontrolna grupa nije bila u obe studije ista. Kvalitetnije ujednačavanje grupa i smanjivanje mogućnosti upliva drugih faktora tokom longitudinalnog praćenja u budućim istraživanjima bilo bi obezbeđeno ako bi se takođe i kontrolna grupa pratila kroz vreme.

Longitudinalna mera u ovom istraživanju je bila transverzalna, s obzirom da je izvršeno samo jedno merenje 5 godina nakon intervencije. Iako se i na ovaj način mogu dobiti značajni uvidi, 5 godina je značajan vremenski period u razvoju deteta sa prelaza iz predškolskog kroz prvu polovinu osnovnog školovanja. U ovom periodu je mogao postojati veliki broj uticaja koji se nisu mogli istraživački kontrolisati, a koji su mogli uticati na razlike između merenih efekata u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi. Iako su grupe izbalansirane po velikom broju faktora i obrazovnom iskustvu, nije bilo moguće dobiti detaljan uvid u razvojnu putanju ove dece tokom prethodnih 5 godina. Upitnik koji je prosleđen roditeljima imao je za cilj da ispita njihove aktivnosti u vezi sa čitanjem, ali je isto tako moguće da je druga vrsta aktivnosti mogla pospešiti njihovu čitalačku spremu, kao i generalno bogata razvojna i podržavajuća sredina. Takođe je primećeno kroz ovaj upitnik da su roditelji napomenuli za dvoje dece iz eksperimentalne grupe da imaju problema sa čitanjem, iako su prošli ALGO intervenciju. Ukoliko sistematska podrška nije postojala nakon kratkoročne intervencije, vrlo je moguće da efekti intervencije u slučaju dece sa poteškoćama nisu mogli da se održe, te da nisu ni mogli biti uočljivi 5 godina kasnije. Iako roditelji nisu prijavljivali dijagnostikovane poremećaje čitanja ili poremećaje druge prirode, moguće je da ovi poremećaji prođu „ispod radara“ i da se provlače kroz sistem obrazovanja neopaženo. Ipak, po rezultatima neuralnih i kognitivnih nalaza u ovoj studiji, nije se pokazalo da bilo koje dete značajno odskače bilo od kontrolne ili od eksperimentalne grupe.

Kako eye-tracking mere nisu pokazale značajne razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe, a nisu korišćene druge bihejvioralne mere, interpretacije koje bi kontrolnu grupu tretirale kao slabije čitače od eksperimentalne grupe bi bile pogrešne. Iako su na neuralnom nivou pokazani trendovi razlika u pravcu efikasnijeg procesiranja u eksperimentalnoj grupi, usled nedostatka statističke značajnosti u ERP eksperimentima i neočekivano distribuirane neuralne aktivnosti u N1 vremenskom prozoru, teško je zaključiti da između grupa u ovom istraživanju postoje objektivne razlike. Međutim, usled metodoloških ograničenja i male veličine efekta koji je bio očekivan, nije moguće sasvim tvrditi ni da razlike nisu postojane, već je verovatnije da u ovom istraživanju one nisu mogle doći do izražaja. Takođe je moguće da se ove dve grupe nakon 5 godina više ne razlikuju na merama fonološke svesnosti, ali da se ta razlika može pojaviti u drugim oblicima čitalačke spreme (npr. razumevanje teksta). Uz to, ovde su ispitane samo N1 i MMN komponente, dok postoje i druge komponente koje su pokazale povezanost sa razlikama u fonološkoj svesnosti. Naredne studije bi se mogle fokusirati na robusnije komponente (poput N400) i koristiti metodološki „čistije“ zadatke kako bi se izolovale komponente koje su direktno u vezi sa sposobnostima vezanim za čitalačku spremu.

Najzad, treba uzeti u obzir da je izostanak rezultata moguć zbog metodoloških ograničenja studije, od kojih su neka već pomenuta. Ukupan uzorak obe grupe ispitanika u ovoj studiji bio je manji od 30 pre čišćenja podataka, što značajno umanjuje statističku snagu svih analiza. Takođe, usled potrebe da se istraživanje sprovede u što prirodnijem okruženju za decu, prikupljanje podataka je sprovedeno u školi u koju deca inače idu, pri čemu nije bilo logistički izvodljivo za svako snimanje dobiti sasvim kontrolisane uslove, što je dovodilo do stvaranja veće količine šuma u EEG snimcima (potencijalno od buke iz dvorišta, školskog zvona i sl.). Iz ovog razloga je bilo potrebno odstraniti veći deo podataka iz nekih snimaka, dok je neke ispitanike bilo potrebno u potpunosti izbaciti zbog količine šuma koji nije mogao da se odstrani filtriranjem podataka. Radi prijatnijeg iskustva za decu, u istraživanju je korišćena mobilna EEG oprema sa mokrim sunđerima umesto sa tipičnim sistemima koji koriste gel. Ovo je takođe moglo uticati na količinu šuma u signalu, s obzirom da se sunđeri suše tokom trajanja istraživana (koje je trajalo oko dva školska časa po detetu) i salicilni rastvor isparava, što dovodi do rasta otpora između kože glave i elektroda usled manjka provodljivosti medijuma. Dodatno su na kvalitet signala uticale individualne razlike u veličinama glava dece, koje na ovom uzrastu nisu zanemarljive. Kako je korišćena ista veličina EEG kape za svu decu, nije svoj deci kapa stajala pričvršćeno uz glavu kako je predviđeno 10-20 standardom, već je nekima bila u određenim delovima (naročito potiljačnom) neravnomerno odvojena od glave, dok je nekima pak bila previše uska. Uz to, u MMN eksperimentu nekoj deci crtani nije bio dovoljno zanimljiv da drži pažnju do predviđenog kraja eksperimenta, zbog čega se u nekoliko slučaja eksperiment prekidao ranije, što je dovelo do manjeg broja stimulusa u ovom eksperimentu za uprosečavanje, naročito u situaciji mete, jer je meta bilo 9 puta manje nego standarda. U N1 eksperimentu je korišćen zadatak koji je od ispitanika zahtevao da pažnju usmere na aktivnost koja nije direktno vezana za čitanje, što je moglo dovesti do prebacivanja neuralne aktivnosti u fronto-centralne regije. Sve ove metodološke okolnosti mogle su dovesti do stvaranja značajne količine šuma u signalu i izbacivanja podataka na već značajno umanjenom uzorku ispitanika. Stoga, teško je potvrditi nultu hipotezu, ali nije moguće ni potvrditi postojanje efekata usled izostanka statističke značajnosti u većini analiza. Buduća istraživanja koja bi bila sprovedena na većem uzorku, u kontrolisanim uslovima, sa EEG opremom sa više elektroda, kao i sa većim izborom veličine kapa, mogla bi dati jasniji uvid u stabilnost efekata koji su analizirani u ovoj studiji.

Generalna diskusija

Cilj disertacije bio je da popuni empirijski jaz koji postoji u literaturi i praksi o razvoju fonološke svesnosti u plitkoj ortografiji. S obzirom da se fonološka svesnost dosledno pokazuje kao jedan od najznačajnijih prediktora čitalačkih sposobnosti (Melby-Lervåg et al., 2012), nedostatak literature zasnovane na plitkoj ortografiji srpskog jezika dovodi do toga da odluke o načinu podučavanja i optimalnom vremenu za podsticanje razvoja ove veštine budu bazirane na literaturi koja je dominantna, a to je literatura na engleskom jeziku (Caravolas et al., 2005; Ziegler & Goswami, 2005). Međutim, plitke ortografije karakterišu direktna i transparentna grafo-fonemska mapiranja, što čini ortografsko usvajanje jednostavnijim za decu naspram duboke ortografije, tipične za engleski jezik, dopuštajući brže i lakše razvijanje fonološke svesnosti. Uprkos tome, postoje značajne individualne razlike između zemalja koje se koriste plitkom ortografijom u vremenu i načinu podsticanja razvoja fonološke svesnosti (Landerl et al., 1997; Soodla et al., 2015; Bleses et al., 2021). Unutar predškolskog sistema u Srbiji postoje dodatne razlike u osmišljavanju i primeni aktivnosti koje imaju za cilj podsticanje razvoja fonološke svesnosti, dok sistematičnost u obučavanju nije ustaljena u praksi (Vukomanović Rastegorac, 2022). Kako bi rezultati ove disertacije doprineli kako teoriji, tako i praksi, sprovedene su tri studije koje ispituju razvoj fonološke svesnosti i efektnost ranih intervencija sa ciljem podsticanja iste.

Studija 1, posvećena deskriptivnom razumevanju razvoja fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu, pokazala je da fonemska analiza i sinteza imaju sličnu dinamiku rasta kroz predškolski uzrast, ali da se fonemska sinteza razvija u proseku nešto kasnije od analize, suprotno od razvoja u dubokim ortografijama. Ovo je jedna od ključnih razlika koja karakteriše plitku ortografiju sprskog jezika (Lazarević, 2014) i pokazuje da primenjivanje principa iz dubokih ortografija u podsticanju razvoja fonološke svesnosti u kontekstu plitke ortografije nije sasvim razvojno opravdano. Razvojno gledano, Studija 1 je pokazala i da je stav koji se bazira na kognitivnom sazrevanju takođe neopravdan. Na uzorku od 250 dece, pokazano je da se značajnije promene u razvoju sposobnosti analize i sinteze dešavaju između 4 i 5.5 godina, dok bar 65% dece ima u potpunosti razvijenu fonemsku analizu i sintezu na uzrastu od 6.5 godina. Ovi rezultati su dobijeni bez sistematske obuke i empirijski potvrđuju da postoji kognitivna osnova za uključivanje početnih čitalačkih obuka na nivou dekodiranja u predškolskom uzrastu, te da čekanje prvog razreda kako bi se započelo sa dekodiranjem nema jasnu potporu. Ova studija je takođe pokazala da postoje značajne individualne razlike u predškolskom periodu u razvoju fonemske svesnosti, što dodatno potvrđuje potrebu za sistematičnom obukom u obaveznom pripremno predškolskom periodu, kako bi se na ulasku u prvi razred ove razlike smanjile, i kako bi što veći broj dece započeo osnovno školovanje sa potpuno razvijenom fonološkom svesnošću. Analize koje su se koristile različitim kriterijumima za određivanje senzitivnih perioda u razvoju fonemske analize i sinteze omogućile su identifikaciju prelomnih tačaka u razvoju fonemske svesnosti, koja je najpouzdaniji prediktor čitalačke sposobnosti, u rasponu od 53 do 78 meseci, tj. od 4.4 do 6.5 godina, što pruža praktičnu osnovu za optimizaciju intervencijskih programa i početak opismenjavanja u Srbiji. Studija 1 takođe pruža značajne nalaze da period kada najveći broj dece prelazi iz nerazvijene u razvijenu fonemsku svesnost zavisi od zadatka, te da postoji određeni kontinuitet razvoja fonemske svesnosti. Kako je do sada pokazano da je razvoj fonološke svesnosti najverovatnije recipročan sa usvajanjem početnih čitalačkih veština, nalazi Studije 1 potvrđuju da postoji više potencijalnih koristi da se sa obukom dekodiranja počne na predškolskom uzrastu.

Studija 2 pruža dodatnu potporu rezultatima Studije 1, eksperimentalno pokazujući da rana, ciljana intervencija koja se fokusira na stimulaciju fonemske svesnosti može ubrzati razvoj fonoloških veština i početnih čitalačkih sposobnosti, kao i omogućiti razvoj efikasnog dekodiranja na nivou reči. Ovi nalazi su u skladu sa prethodnim istraživanjima koja dosledno pokazuju da sistematske predškolske intervencije sa ciljem razvoja fonemske svesnosti imaju efekta u razvoju čitalačkih sposobnosti, kao i prevenciji poteškoća u čitanju (Hatcher et al., 2004; Torgesen, 2002). Rezultati Studije 2 ukazuju na to da rana stimulacija fonološke svesnosti može optimizovati kognitivne mehanizme čitanja, omogućavajući brži prelazak sa savladavanja glas–slovo relacija na fluentno čitanje. Vrlo značajan nalaz Studije 2 je da intervencija ima veći efekat na decu sa nižim početnim nivoom fonemske sinteze, dok u jednakoj meri razvija veštine fonemske analize za svu decu, što podržava teorije o potrebi diferenciranog pristupa u ranoj edukaciji čitanja (Snowling & Hulme, 2011). Kod dekodiranja reči se pokazuje rezultat koji se može interpretirati u skladu sa Matejevim efektom (Stanovich, 1986), s obzirom na to da se već na nivou dekodiranja reči pokazuje značajna pozitivna korelacija između početnog nivoa sposobnosti i napretka u intervenciji, što pokazuje da se na višim nivoima predčitalačkih sposobnosti već dešava raslojavanje efekata, te da oni koji su već ostvarili početnu prednost imaju još veću prednost od intervencije. Intervencija je takođe pokazala da su efekti podjednako prisutni na svim uzrastima, te da i mlađa i starija predškolska deca mogu imati prednosti od ranih, sistematskih podsticaja fonološke svesnosti. Takođe, intervencijski efekti na početno čitanje sugerišu da fonemska svesnost nije samo prediktor, već i mehanizam promena, pokazujući da ciljane aktivnosti mogu direktno poboljšati čitalačku efikasnost.

Studija 3 se direktno nadovezuje na Studiju 2, ispitujući dugotrajnost efekata intervencije na neurokognitivnom nivou. Iako najverovatnije usled osipanja uzorka nije bilo moguće dobiti statistički značajne razlike, efekti ERP studije pokazuju da se razlike između grupa kreću u očekivanom pravcu – deca koja su prošla kroz ranu intervenciju pokazuju obrasce efikasnijeg neuralnog procesiranja

tekstualnog i fonološkog materijala i 5 godina kasnije. U MMN eksperimentu su dobijene razlike u pravcu veće osetljivosti na fonološke nepravilnosti kod ove grupe naspram kontrolne grupe, a u N1 eksperimentu se razlike kreću u pravcu bolje senzorne integracije i efikasnije obrade simboličnog materijala, koji nije nužno ortografski, ali jeste dominantno u levoj hemisferi. Ovakav rezultat na većem uzorku može ukazivati na to da deca još uvek nemaju automatizovanu obradu ortografskog materijala pa se oslanjaju na frontalne mreže u ranoj obradi (Giard & Peronnet, 1999), uprkos ranoj intervenciji. Ipak, smer rezultata ukazuje na to da intervenciona grupa potencijalno može imati nešto veću automatizaciju u odnosu na kontrolnu grupu, što se ogleda u obradi koja se fokusira na levu hemisferu (Maurer & Mccandliss, 2007). Važan nalaz Studije 3 pokazuje da se na neuralnom nivou mogu videti obrasci koji u bihejvioralnim ispitivanjima izmiču, s obzirom na to da obrasci očnih pokreta nisu pokazali razlike između grupa, niti su značajno korelirali sa neuralnim merama u većini slučajeva. Iako su i u ovom eksperimentu razlike išle mahom u očekivanom pravcu, rezultate Studije 3 treba uzeti sa rezervom i na većem uzorku dece u plitkoj ortografiji ispitati da li su ovi efekti u tipično-razvojnoj populaciji zaista prisutni, i ako jesu, koja je veličina efekata ovih razlika. Treba imati u vidu i da su sva deca koja su učestvovala u studijama u ovoj disertaciji deca tipičnog razvoja, te da bi efekti kod dece sa poteškoćama u razvoju mogli biti veći i lakše uočljivi na neuralnom nivou, čak iako su bihejvioralno neprimetni.

Teorijske i praktične implikacije

Rezultati ove disertacije doprinose teorijskim modelima fonološke svesnosti i čitanja na više nivoa. Pokazujući specifičnosti razvoja fonološke svesnosti u plitkoj ortografiji, moguće je ustanoviti optimalne periode za uključivanje stimulacije razvoja ove krucijalne veštine u predškolskom uzrastu kako bi se pospešio dalji razvoj normalnog čitanja, kao i prevenirale poteškoće u čitanju. Uz to, ova disertacija pokazuje prve empirijske nalaze koji na značajnom uzorku predškolaca u Srbiji pokazuju da je moguće uvesti neki oblik sistematske obuke dekodiranja u predškolski program. Kako trenutni predškolski program ne ohrabruje vaspitače da se bave opismenjavanjem, dok u njihovim studijama ovaj teren takođe ostaje rezervisan za učitelje, ovi rezultati daju osnova za preispitivanje ustaljenih praksi.

Dodatno, pokazivanjem efikasnosti jedne vrste intervencije u predškolskom uzrastu, uviđa se da deca koja kroz ovakvu intervenciju prođu mogu dobiti početnu prednost, koja je vidljiva odmah nakon intervencije, a potencijalno u tragovima i 5 godina kasnije. Ukoliko bi se uvela sistematska intervencija za podsticanje razvoja fonološke svesnosti i ranog dekodiranja u predškolsko obrazovanje, u prvom razredu bi se takođe individualne razlike u predčitalačkoj spremi mogle značajno umanjiti. Na ovaj način ne samo da se omogućava homogenizacija i olakšava sistematska obuka čitanja, već se i na vreme prepoznaju poteškoće u čitanju kada ih je najlakše korigovati. Kada bi se ova početna prednost iskoristila, na učiteljima bi mogao biti manji pritisak za uspostavljanje stabilnog dekodiranja, dok bi se prelazak iz faze učenja čitanja u fazu čitanja radi učenja mogao ubrzati. Posledično, sledeći logiku Matejevog efekta (Stanovich, 1986), čitanje sa razumevanjem bi se takođe moglo poboljšati, s obzirom na to da se sa ranom stabilizacijom grafo-fonemskih veza manje kognitivnih resursa troši na efikasno dekodiranje, čime deci čitanje postaje prijatnija i manje naporna aktivnost. Rezultati PISA testiranja bi mogli pokazati dugoročne efekte ovakve sistemske promene.

Najzad, dugoročni neurokognitivni efekti, iako slabi, ukazuju na to da bi rana stimulacija fonološke svesnosti mogla modulirati neuralne mreže povezane sa automatskom obradom auditivnih i vizuelnih stimulusa. Za potvrđivanje ovih nalaza su potrebni veći uzorci, čime bi se pružila dodatna podrška za uvođenje strukturisanih fonoloških programa u predškolsko obrazovanje, posebno fokusiranih na razvoj fonemske svesnosti, a sa ciljem optimizacije neuralne efikasnosti. Ovi nalazi bi bili relevantni i za obrazovne politike, jer ukazuju na potencijalne dugoročne kognitivne prednosti

ranih intervencija, uključujući vizuo-motoriku i pažnju, što može doprineti boljoj spremnosti za formalno školovanje i smanjenju rizika od čitalačkih teškoća.

Generalni zaključak

Studije uključene u ovu disertaciju zajedno pokazuju da postoji osnov za reviziju trenutne obrazovne prakse podsticanja rane pismenosti u predškolskom uzrastu. Kroz ova istraživanja je ustanovljeno da postoje optimalni periodi razvoja fonemske svesnosti u predškolskom uzrastu na osnovu kojih se mogu uspostaviti adekvatne mere stimulacije razvoja fonoloških sposobnosti koje stoje u osnovi čitalačke spreme. Od posebnog su značaja sistematske intervencije koje se koriste struktuiranom i naučno zasnovanom igrom, čak i kratkoročne prirode, koje u velikoj meri mogu pomeriti dete ka dobroj pripremljenosti za usvajanje čitanja. Postoje indicije da efekti ovakve predškolske intervencije potencijalno mogu biti dugoročni na neuralnom nivou, pri čemu rana stimulacija fonološke svesnosti može poboljšati efikasnost obrade i optimizovati vizuo-motoričke strategije čitanja čak i u ekstremno plitkoj ortografiji srpskog jezika. Ovi rezultati popunjavaju značajan empirijski jaz, doprinose teorijskom razumevanju razvoja fonološke svesnosti u transparentnim ortografijama i pružaju praktične smernice za ranu edukaciju i intervencije.

Literatura

Adams, M. Jager. (1998). *Beginning to read : Thinking and learning about print*. MIT Press.

Aladrović Slovaček, K., & Reparinac, J. (2023). Fonološka osviješćenost kao preduvjet razvoja rane pismenosti u djece predškolske dobi. *Fluminensia*, *35*(1), 83–100. https://doi.org/10.31820/f.35.1.5

Anthony, J. L., & Francis, D. J. (2005). Development of phonological awareness. *Current Directions in Psychological Science*, *14*(5), 255–259. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00376.x

Asadi, I. A. (2019). How the Characteristics of Phonemes and Syllabic Structures can Impact the Phonological Awareness of Kindergarten and First-Grade Arabic-Speaking Children. *Reading Psychology*, *40*(8), 768–781. https://doi.org/10.1080/02702711.2019.1674431

Bach, S., Brandeis, D., Hofstetter, C., Martin, E., Richardson, U., & Brem, S. (2010). Early emergence of deviant frontal fMRI activity for phonological processes in poor beginning readers. *NeuroImage*, *53*(2), 682–693. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.06.039

Baddeley, A. (1997). *Human memory: Theory and practice*. Psychology Press.

Baddeley, A. (2018). *Exploring working memory: Selected works of Alan Baddeley*. Routledge.

Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The Phonological Loop as a Language Learning Device. *Psychological Review*, *105*(1), 158–173.

Bartoň, M., Rapcsak, S. Z., Zvončák, V., Mareček, R., Cvrček, V., & Rektorová, I. (2023). Functional neuroanatomy of reading in Czech: Evidence of a dual-route processing architecture in a shallow orthography. *Frontiers in Psychology*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1037365

Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software, 67*(1), 1–48. https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01

Begić, L., Mrkonjić, Z., Sitarević, M., & Kunić, Š. (2019). The influence of the educational level and the employment of parents on the development of the phonological awareness of pupils of the lower primary school age. *Human: Journal for Interdisciplinary Studies*, *9*, 64–72. https://doi.org/10.21554/hrr.041908

Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP Manifestations of Processing Printed Words at Different Psycholinguistic Levels: Time Course

and Scalp Distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*(3), 235–260. https://doi.org/10.1162/089892999563373

Berthoud-Papandropoulou, I. (1978). An experimental study of children's ideas about language. In *The child's conception of language* (pp. 55-64). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-67155-5_4

Besner, D., Twilley, L., McCann, R. S., & Seergobin, K. (1990). On the association between connectionism and data: Are a few words necessary? Psychological Review, 97(3), 432–446. https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.432

Bilvashree, C., Akshatha, S., Deepthi, M., & Narasimhan, S. V. (2010). Does Socio Economic Status Influence Phonological Awareness Skills? *Journal of the All India Institute of Speech & Hearing*, *29*, 37–46.

Bishop, D. V. M. (2007). Using Mismatch Negativity to Study Central Auditory Processing in Developmental Language and Literacy Impairments: Where Are We, and Where Should We Be Going? *Psychological Bulletin*, *133*(4), 651–672. https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.4.651

Bitz, U., Gust, K., Spitzer, M., Kiefer, M., & Bitz, M. U. (2007). Phonological deficit in school children is reflected in the Mismatch Negativity. *NeuroReport*, *18*, 911–915. https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32810f2e25

Blachman, B. A., Schatschneider, C., Fletcher, J. M., Murray, M. S., Munger, K. A., & Vaughn, M. G. (2014). Intensive reading remediation in grade 2 or 3: Are there effects a decade later? *Journal of Educational Psychology*, *106*(1), 46–57. https://doi.org/10.1037/a0033663

Blaiklock, K. E. (2004). The importance of letter knowledge in the relationship between phonological awareness and reading. *Journal of Research in Reading*, *27*(1), 36. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2004.00213.x

Bleses, D., Dale, P. S., Justice, L., Højen, A., Vind, B. D., & Jiang, H. (2021). Sustained effects of an early childhood language and literacy intervention through second grade: Longitudinal findings of the SPELL trial in Denmark. *PLoS ONE*, *16*(10). e0258287. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258287

Boets, B., Op De Beeck, H. P., Vandermosten, M., Scott, S. K., Gillebert, C. R., Mantini, D., Bulthé, J., Sunaert, S., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2013). Intact but less accessible phonetic representations in adults with dyslexia. *Science*, *342*(6163), 1251–1254. https://doi.org/10.1126/science.1244333

Bolger, D. J., Hornickel, J., Cone, N. E., Burman, D. D., & Booth, J. R. (2008). Neural correlates of orthographic and phonological consistency effects in children. *Human Brain Mapping*, *29*(12), 1416–1429. https://doi.org/10.1002/hbm.20476

Bonte, M. L., & Blomert, L. (2004). Developmental dyslexia: ERP correlates of anomalous phonological processing during spoken word recognition. *Cognitive Brain Research*, *21*(3), 360–376. https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.06.010

Bonte, M. L., Poelmans, H., & Blomert, L. (2007). Deviant neurophysiological responses to phonological regularities in speech in dyslexic children. *Neuropsychologia*, *45*(7), 1427–1437. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.11.009

Booth, J. R., Macwhinney, B., Thulborn, K. R., Sacco, K., Voyvodic, J. T., & Feldman, H. M. (2000). Developmental and Lesion Effects in Brain Activation During Sentence Comprehension and Mental Rotation. *Developmental Neuropsychology*, *18*(2), 139–169. https://doi.org/https://doi.org/10.1207/S15326942DN1802_1

Bowey, J. A. (1995). Socioeconomic Status Differences in Preschool Phonological Sensitivity and First-Grade Reading Achievement. *Journal of Educational Psychology*, *87*(3), 476–487. https://doi.org/doi:10.1037/0022-0663.87.3.476

Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read—a causal connection. *Nature*, (5899), 419–421. https://doi.org/10.1038/301419a0

Brem, S., Bach, S., Kucian, K., Guttorm, T. K., Martin, E., Lyytinen, H., Brandeis, D., & Richardson, U. (2010). Brain sensitivity to print emerges when children learn letter-speech sound

correspondences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(17), 7939–7944. https://doi.org/10.1073/pnas.0904402107

Brem, S., Bach, S., Kujala, J. V., Maurer, U., Lyytinen, H., Richardson, U., & Brandeis, D. (2013). An electrophysiological study of print processing in kindergarten: The contribution of the visual N1 as a predictor of reading outcome. *Developmental Neuropsychology*, *38*(8), 567–594. https://doi.org/10.1080/87565641.2013.828729

Breznitz, Z. Asynchrony of visual-orthographic and auditory-phonological word recognition processes: An underlying factor in dyslexia. Reading and Writing 15, 15–42 (2002). https://doi.org/10.1023/A:1013864203452

Bryant, P. E., Maclean, M., Bradley, L. L., & Crossland, J. (1990). Rhyme and Alliteration, Phoneme Detection, and Learning to Read. *Developmental Psychology*, *26*(3), 429–438.

Bryła-Cruz, A. (2021). The gender factor in the perception of english segments by non-native speakers. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, *11*(1), 103–131. https://doi.org/10.14746/ssllt.2021.11.1.5

Buetler, K., Rodríguez, D. D. L., Laganaro, M., Müri, R., Spierer, L., & Annoni, J. (2013). Orthographic Depth Modulates Reading Route Selection: An Electrical Neuroimaging Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *94*, 172. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.084

Byun, S. J., Kim, S. K., & Jung, K. (2024). The Effects of Phonics Training based on Phonological and Morphological Awareness on Reading and Writing Abilities in Children with Reading Difficulties. *Communication Sciences and Disorders*, *29*(2), 289–309. https://doi.org/10.12963/csd.240036

Cameron, T. A., Schaughency, E., Taumoepeau, M., McPherson, C., & Carroll, J. L. (2023). School-entry skills and early skill trajectories predict reading after 1 year. *School psychology, 38*(4), 199. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/spq0000544

Čaprić, G. & Videnović, M. (2024). *PISA 2022 izveštaj za Republiku Srbiju.* Zavod za vrednovanje obrazovanja i vaspitanja.

Caravolas, M., Lervåg, A., Mousikou, P., Efrim, C., Litavský, M., Onochie-Quintanilla, E., Salas, N., Schöffelová, M., Defior, S., Mikulajová, M., Seidlová-Málková, G., & Hulme, C. (2012). Common Patterns of Prediction of Literacy Development in Different Alphabetic Orthographies. *Psychological Science*, *23*(6), 678–686. https://doi.org/10.1177/0956797611434536

Caravolas, M., Volín, J., & Hulme, C. (2005). Phoneme awareness is a key component of alphabetic literacy skills in consistent and inconsistent orthographies: Evidence from Czech and English children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *92*(2), 107–139. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.04.003

Carlisle, J. F. (2010). Effects of Instruction in Morphological Awareness on Literacy Achievement: An Integrative Review. *Reading Research Quarterly*, *45*(4), 464–487. https://doi.org/10.1598/rrq.45.4.5

Carrillo, M. (1994). Development of phonological awareness and reading acquisition: A study in Spanish language. *Reading and Writing*, *6*(3), 279–298. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF01027086

Carroll, J. M. (2001). *The Development of Phonological Awareness in Pre-school Children*. University of New York.

Carroll, J. M., Snowling, M. J., Hulme, C., & Stevenson, J. (2003). The Development of Phonological Awareness in Preschool Children. *Developmental Psychology*, *39*(5), 913–923. https://doi.org/10.1037/0012-1649.39.5.913

Cassady, J. C., Smith, L. L., & Huber, L. K. (2005). Enhancing Validity in Phonological Awareness Assessment through Computer-Supported Testing. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, *10*(18). https://doi.org/10.7275/j0aw-xp53

Cassady, J. C., Smith, L. L., & Putman, S. M. (2008). Phonological awareness development as a discrete process: Evidence for an integrative model. *Reading Psychology*, *29*(6), 508–533. https://doi.org/10.1080/02702710802271966

Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition*, *91*(1), 77–111. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(03)00164-1

Castles, A., Rastle, K., & Nation, K. (2018). Ending the Reading Wars: Reading Acquisition From Novice to Expert. In *Psychological Science in the Public Interest, 19*(1), 5-51. https://doi.org/10.1177/1529100618786959

Cattinelli, I., Borghese, N. A., Gallucci, M., & Paulesu, E. (2013). Reading the reading brain: A new meta-analysis of functional imaging data on reading. *Journal of Neurolinguistics*, *26*(1), 214–238. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2012.08.001

Chafouleas, S. M., VanAuken, T. L., & Dunham, K. (2001). Not all Phonemes are Created Equal: The Effects of Linguistic Manipulations on Phonological Awareness Tasks. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *19*(3), 216–226. https://doi.org/https://doi.org/10.1177/073428290101900302

Chall, J. S. (1967). *Learning to read: The great debate*. McGraw-Hill.

Chipere, N. (2014). Sex differences in phonological awareness and reading ability. *Language Awareness*, *23*(3), 275–289. https://doi.org/10.1080/09658416.2013.774007

Chonchaiya, W., Tardif, T., Mai, X., Xu, L., Li, M., Kaciroti, N., Kileny, P. R., Shao, J., & Lozoff, B. (2013). Developmental trends in auditory processing can provide early predictions of language acquisition in young infants. *Developmental Science*, *16*(2), 159–172. https://doi.org/10.1111/desc.12012

Chyl, K., Kossowski, B., Wang, S., Dębska, A., Łuniewska, M., Marchewka, A., Wypych, M., Bunt, M. van den, Mencl, W., Pugh, K., & Jednoróg, K. (2021a). The brain signature of emerging reading in two contrasting languages. NeuroImage, 225. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117503

Chyl, K., Fraga-González, G., Brem, S., & Jednoróg, K. (2021b). Brain dynamics of (a)typical reading development—a review of longitudinal studies. In *Science of Learning, 6*(1), 4. https://doi.org/10.1038/s41539-020-00081-5

Coch, D. (2021). Uncoupled Brain and Behavior Changes in Lexical, Phonological, and Memory Processing in Struggling Readers. *Developmental Neuropsychology*, *46*(1), 33–53. https://doi.org/10.1080/87565641.2020.1871481

Coch, D., Grossi, G., Coffey–Corina, S., Holcomb, P.J. and Neville, H.J. (2002), A developmental investigation of ERP auditory rhyming effects. *Developmental Science, 5*, 467-489. https://doi.org/10.1111/1467-7687.00241

Coch, D., Grossi, G., Skendzel, W., & Neville, H. (2005). ERP Nonword Rhyming Effects in Children and Adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(1), 168–182. https://doi.org/10.1162/0898929052880020

Coch, D., & Holcomb, P. J. (2003). The N400 in beginning readers. *Developmental Psychobiology*, *43*(2), 146–166. https://doi.org/10.1002/dev.10129

Čolić, G., & Savić, M. (2025). The contribution of different components of phonological awareness to early reading. *Specijalna Edukacija i Rehabilitacija*, *24*(4), 401–419. https://doi.org/10.5937/specedreh24-58695

Compton, D. L. (2003). Modeling the relationship between growth in rapid naming speed and growth in decoding skill in first-grade children. *Journal of Educational Psychology*, *95*(2), 225–239. https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.2.225

Cooper, D. H., Roth, F. P., Speece, D. L., & Schatschneider, C. (2002). The contribution of oral language skills to the development of phonological awareness. *Applied Psycholinguistics*, *23*, 399–416. https://doi.org/10.1017.S0142716402003053

Cossu, G., Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Katz, L., & Tola, G. (1988). Awareness of phonological segments and reading ability in Italian children. *Applied psycholinguistics, 9*(1), 1-16. https://doi.org/10.1017/S0142716400000424

Damjanović, P. (2025). *Dizajn i validacija alata za ekstrakciju obeležja očnih pokreta*. [Diplomski rad]. Univerzitet u Beogradu.

Wehner, D. T. (2007). *Phonological and semantic influences on auditory word perception in children with and without reading impairments using magnetoencephalography (MEG) and electroencephalography (EEG)* [Doctoral dissertation]. Massachusetts Institute of Technology. https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/39575/174281250-MIT.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Datta, H., Hestvik, A., Vidal, N., Tessel, C., Hisagi, M., Wróbleski, M., & Shafer, V. L. (2020). Automaticity of speech processing in early bilingual adults and children. *Bilingualism*, *23*(2), 429–445. https://doi.org/10.1017/S1366728919000099

David, C., Roux, S., Bonnet-Brilhault, F., Ferré, S., & Gomot, M. (2020). Brain responses to change in phonological structures of varying complexity in children and adults. *Psychophysiology*, *57*(9). https://doi.org/10.1111/psyp.13621

Davids, N. (2009). *Neurocognitive markers of phonological processing: a clinical perspective.* [Doctoral dissertation]. Radboud University. https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/74711/74711.pdf

de Graaff, S., Hasselman, F., Bosman, A. M. T., & Verhoeven, L. (2008). Cognitive and linguistic constraints on phoneme isolation in Dutch kindergartners. *Learning and Instruction*, *18*(4), 391–403. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.08.001

de Graaff, S., Hasselman, F., Verhoeven, L., & Bosman, A. M. T. (2011). Phonemic awareness in Dutch kindergartners: Effects of task, phoneme position, and phoneme class. *Learning and Instruction*, *21*(1), 163–173. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.02.001

Defior, S., Martos, F., & Cary, L. (2002). Differences in reading acquisition development in two shallow orthographies: Portuguese and Spanish. *Applied Psycholinguistics*, *23*, 135–148. https://doi.org/10.1017.S0142716402000073

Dejković, M. (2014). Complex method in the function of the spoken and the written expression of students. *Godišnjak Učiteljskog Fakulteta u Vranju*, *5*(5), 511–519. https://doi.org/10.5937/gufv1405511D

Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods, 134*(1), 9-21. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009

Deschamps, I., Courson, M., Dick, A. S., & Tremblay, P. (2020). The phonological loop: is speech special?. *Experimental Brain Research, 238*(10), 2307-2321. https://doi.org/10.1007/s00221-020-05886-9

Dodur, H. M. S., Altindağ Kumaş, Ö., & Yüzbaşioğlu, Y. (2022). How socioeconomic status, verbal memory, rapid naming and receptive language contribute to phonological awareness in Turkish preschool children. *Education 3-13*, *50*(8), 1137–1152. https://doi.org/10.1080/03004279.2021.1958894

Eberhard-Moscicka, A. K., Jost, L. B., Daum, M. M., & Maurer, U. (2021). Predicting Reading From Behavioral and Neural Measures – A Longitudinal Event-Related Potential Study. *Frontiers in Psychology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.733494

Eckert, P. (1989). The whole woman: Sex and gender differences in variation. *Language Variation and Change*, *1*(3), 245–267. https://doi.org/10.1017/S095439450000017X

Ehri, L. C. (1998). Grapheme–phoneme knowledge is essential for learning to read words in English. In *Word recognition in beginning literacy* (pp. 3–40). Routledge.

Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, *36*(3), 250–287. https://doi.org/10.1598/RRQ.36.3.2

Ehri, L. C., Snowling, M. J., & Hulmeee, C. (2005). *Development of Sight Word Reading: Phases and Findings The Science of Reading: A Handbook*.

Eklund, K., Torppa, M., Sulkunen, S., Niemi, P., & Ahonen, T. (2018). Early cognitive predictors of PISA reading in children with and without family risk for dyslexia. *Learning and Individual Differences*, *64*, 94–103. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.04.012

Elliott, E. M., Morey, C. C., AuBuchon, A. M., Cowan, N., Jarrold, C., Adams, E. J., Attwood, M., Bayram, B., Beeler-Duden, S., Blakstvedt, T. Y., Büttner, G., Castelain, T., Cave, S., Crepaldi, D., Fredriksen, E., Glass, B. A., Graves, A. J., Guitard, D., Hoehl, S., … Voracek, M. (2021). Multilab Direct Replication of Flavell, Beach, and Chinsky (1966): Spontaneous Verbal Rehearsal in a Memory Task as a Function of Age. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, *4*(2). https://doi.org/10.1177/25152459211018187

Ellis, N., Natsume, M., Stavropoulou, K., Hoxhallari, L., Daal, V., Polyzoe, N., Tsipa, M., & Petalas, M. (2004). The effects of orthographic depth on learning to read alphabetic, syllabic, and logographic scripts. *Reading Research Quarterly*, *39*(4), 438–468. https://doi.org/10.1598/rrq.39.4.5

Engen, L., & Høien, T. (2002). Phonological skills and reading comprehension. In *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal* (Vol. 15). https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1020958105218

Erbeli, F., Rice, M., Xu, Y., Bishop, M. E., & Goodrich, J. M. (2024). A Meta-Analysis on the Optimal Cumulative Dosage of Early Phonemic Awareness Instruction. *Scientific Studies of Reading*, *28*(4), 345–370. https://doi.org/10.1080/10888438.2024.2309386

Fabiani, M., Gratton, G., & Coles, M. G. H. (2000). Event-related brain potentials: Methods, theory, and applications. In L. G. T. & G. G. B. J. T. Cacioppo (Ed.), *Handbook of psychophysiology* (2nd ed., pp. 53–84). Cambridge University Press.

Faísca, L., Reis, A., & Araújo, S. (2023). Cognitive subtyping of university students with dyslexia in a semi-transparent orthography: what can weaknesses and strengths tell us about compensation? *Journal of Cultural Cognitive Science*, *7*(2), 121–136. https://doi.org/10.1007/s41809-023-00124-4

Fawcett, A. J., & Nicolson, R. I. (1995). Persistence of phonological awareness deficits in older children with dyslexia. *Reading and Writing, 7*(4), 361-376. https://doi.org/10.1007/BF01027724

Feitelson, D., Tehori, B. Z., & Levinberg-Green, D. (1982). How Effective Is Early Instruction in Reading? Experimental Evidence. *Merrill-Palmer Quarterly*, *28*(4), 485–494.

Feng, G., Yan, X., Shen, L., Perkins, K., Mao, J., Wu, Y., Shi, L., & Cao, F. (2022). Distinct neural correlates of poor decoding and poor comprehension in children with reading disability. *Cerebral Cortex*, *33*(6), 3239–3254. https://doi.org/10.1093/cercor/bhac272

Folstein, J. R., & Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review. *Psychophysiology*, *45*(1), 152–170. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00602.x

Foorman, B. R., Francis, D. J., Fletcher, J. M., Schatschneider, C., & Mehta, P. (1998). The role of instruction in learning to read: Preventing reading failure in at-risk children. *Journal of educational Psychology, 90*(1), 37. https://doi.org/10.1037/0022-0663.90.1.37

Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. Patterson, Marshall J., & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia* (pp. 301–330). Erlbaum.

Frost, R. (1994). Prelexical and Postlexical Strategies in Reading: Evidence From a Deep and a Shallow Orthography. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memoiy, and Cognition*, *20*(1), 116–129.

Gathercole, S. E., Willis, C., & Baddeley, A. D. (1991). Differentiating phonological memory and awareness of rhyme: Reading and vocabulary development in children. *British Journal of Psychology*, *82*(3), 387–406. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1991.tb02407.x

Gee, J. P. (1996). *Social linguistics and literacies: Ideology in discourses*. Falmer Press.

Giard, M. H., & Peronnet, F. (1999). Auditory-Visual Integration during Multimodal Object Recognition in Humans: A Behavioral and Electrophysiological Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *11*, 473–490. https://doi.org/https://doi.org/10.1162/089892999563544

Golubović, S., Ječmenica, N., Subotić, S., & Kobac, D. (2019). Development of phonological awareness in six to eight years old children. *Primenjena Psihologija*, *12*(2), 157–182. https://doi.org/10.19090/pp.2019.2.157-182

Goodman, K. S. (1967). Reading: A psycholinguistic guessing game. *Journal of the Reading Specialist*, *6*(4), 33–43.

Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(1), 3–10. https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.10.001

Goswami, U. C. ., & Bryant, Peter. (1990). *Phonological skills and learning to read*. Routledge, Taylor & Francis Group.

Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D., Rosen, S., & Scott, S. K. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *99*(6), 10911–10916. https://doi.org/10.1073pnas.122368599

Gough, P. B., & Tunmer, W. E. (1986). Decoding, Reading, and Reading Disability. *Remedial and Special Education*, *7*, 6–10. https://doi.org/10.1177/07419325860070010

Grossi, G., Coch, D., Coffey-Corina, S., Holcomb, P. J., & Neville, H. J. (2001). Phonological processing in visual rhyming: A developmental ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *13*(5), 610–625. https://doi.org/10.1162/089892901750363190

Güldenoğlu, B. (2016). The Effects of Syllable-Awareness Skills on the Word-Reading Performances of Students Reading in a Transparent Orthography. *International Electronic Journal of Elementary Education, 8*(3), 425-442.

Harm, M. W., & Seidenberg, M. S. (1999). Phonology, reading acquisition, and dyslexia: insights from connectionist models. *Psychological review, 106*(3), 491. https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.491

Harwood, V., Preston, J., Grela, B., Roy, D., Harold, O., Turcios, J., Andrada, K., & Landi, N. (2017). Electrophysiology of perception and processing of phonological information as indices of toddlers' language performance. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *60*(4), 999–1011. https://doi.org/10.1044/2016_JSLHR-L-15-0437

Harzing, A. W. (2007). *Publish or Perish*. https://harzing.com/resources/publish-or-perish

Hasko, S., Groth, K., Bruder, J., Bartling, J., & Schulte-Körne, G. (2013). The time course of reading processes in children with and without dyslexia: An ERP study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 570. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00570

Hatcher, P. J., Hulme, C., & Snowling, M. J. (2004). Explicit phoneme training combined with phonic reading instruction helps young children at risk of reading failure. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *45*(2), 338–358. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00225.x

Heikkilä, R., Aro, M., Närhi, V., Westerholm, J., & Ahonen, T. (2013). Does Training in Syllable Recognition Improve Reading Speed? A Computer-Based Trial With Poor Readers From Second and Third Grade. *Scientific Studies of Reading*, *17*(6), 398–414. https://doi.org/10.1080/10888438.2012.753452

Hogan, T. P., Catts, H. W., & Little, T. D. (2005). The Relationship Between Phonological Awareness and Reading: Implications for the Assessment of Phonological Awareness. *Language, speech, and hearing services in schools, 36*(4), 285-293. https://doi.org/https://doi.org/10.1044/0161-1461(2005/029)

Houston, S. M., Lebel, C., Katzir, T., Manis, F. R., Kan, E., Rodriguez, G. G., & Sowell, E. R. (2014). Reading skill and structural brain development. *NeuroReport*, *25*(5), 347–352. https://doi.org/10.1097/WNR.0000000000000121

Huemer, S., Aro, M., Landerl, K., & Lyytinen, H. (2010). Repeated reading of syllables among finnish-speaking children with poor reading skills. *Scientific Studies of Reading*, *14*(4), 317–340. https://doi.org/10.1080/10888430903150659

Hulme, C., Bowyer-Crane, C., Carroll, J. M., Duff, F. J., & Snowling, M. J. (2012). The Causal Role of Phoneme Awareness and Letter-Sound Knowledge in Learning to Read: Combining

Intervention Studies With Mediation Analyses. *Psychological Science*, *23*(6), 572–577. https://doi.org/10.1177/0956797611435921

Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J., & Stuart, G. (2002). Phoneme awareness is a better predictor of early reading skill than onset-rime awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*(1), 2–28. https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2670

Hulme, C., West, G., Rios Diaz, M., Hearne, S., Korell, C., Duta, M., & Snowling, M. J. (2025). The Nuffield Early Language Intervention (NELI) programme is associated with lasting improvements in children's language and reading skills. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, *66*(9), 1357–1365. https://doi.org/10.1111/jcpp.14157

Hurry, J., Fridkin, L., & Holliman, A. J. (2022). Reading intervention at age 6: Long-term effects of Reading Recovery in the UK on qualifications and support at age 16. *British Educational Research Journal*, *48*(1), 5–21. https://doi.org/10.1002/berj.3752

Hurry, J., & Sylva, K. (2007). Long-term outcomes of early reading intervention. *Journal of Research in Reading*, *30*(3), 227–228. https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2007.00338.x

Ječmenica, N. R., & Golubović, S. M. (2021). Phonological awareness, verbal working memory and rapid automatic naming as indicators of vocabulary development in preschool children. *Specijalna Edukacija i Rehabilitacija*, *20*(4), 239–257. https://doi.org/10.5937/SPECEDREH20-34404

Jovčić, N., Stekić, K., Ković, V., Ranđić, L., & Šoškić, A. (2026). ČitalKo-1 test: An instrument for assessing pre-reading and early reading skills of first-grade students in the Serbian language [Manuscript submitted for publication]. *Psihologija*.

Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2012). *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*. Oxford University Press.

Katz, L., & Frost, R. (1992). The Reading Process is Different for Different Orthographies: The Orthographic Depth Hypothesis. *Advances in Psychology*, *94*, 67–4. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62789-2

Katzir, T., Misra, M., & Poldrack, R. A. (2005). Imaging phonology without print: Assessing the neural correlates of phonemic awareness using fMRI. *NeuroImage*, *27*(1), 106–115. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.04.013

Kearns, D. M., Hancock, R., Hoeft, F., Pugh, K. R., & Frost, S. J. (2019). The Neurobiology of Dyslexia. *Teaching Exceptional Children*, *51*(3), 175–188. https://doi.org/10.1177/0040059918820051

Kim, S. J., Oh, G. A., Seo, E. Y., & Ko, Y. K. (2018). Performance in a phonological deletion awareness task according to age and gender : Development of a phonological awareness screening test for preschool children. *Phonetics and Speech Sciences*, *10*(2), 61–68. https://doi.org/10.13064/ksss.2018.10.2.061

Kirby, J. R., Deacon, S. H., Georgiou, G., Geier, K., Chan, J., & Parrila, R. (2025). Effects of morphological awareness, naming speed, and phonological awareness on reading skills from Grade 3 to Grade 5. *Journal of Experimental Child Psychology*, *253*. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.106188

Kjeldsen, A. C., Educ, L., Saarento-Zaprudin, S. K., & Niemi, P. O. (2019). Kindergarten Training in Phonological Awareness: Fluency and Comprehension Gains Are Greatest for Readers at Risk in Grades 1 Through 9. *Journal of Learning Disabilities*, *52*(5), 366–382. https://doi.org/10.1177/0022219419847154

Klingberg, T., Hedehus, M., Temple, E., Salz, T., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., & Poldrack, R. A. (2000). Microstructure of temporo-parietal white matter as a basis for reading ability: evidence from diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Neuron, 25*(2), 493-500. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80911-3

Kolić-Vehovec, S. (2003). Razvoj fonološke svjesnosti i učenje čitanja: trogodišnje praćenje. *Hrvatska Revija Za Rehabilitacijska Istraživanja*, *39*(1), 17–32.

Krstić, K., Šoškić, A., Ković, V., & Holmqvist, K. (2018). All good readers are the same, but every low-skilled reader is different: an eye-tracking study using PISA data. *European Journal of Psychology of Education*, *33*(3), 521–541. https://doi.org/10.1007/s10212-018-0382-0

Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*(11), 831–843. https://doi.org/10.1038/nrn1533

Kujala, A. , & Näätänen, R. (2003). Auditory environment and change detection as indexed by the mismatch negativity (MMN). In J. Polich (Ed.), *Detection of change: event-related potential and fMRI findings* (pp. 1–22). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0294-4

Kuo, L. J., & Anderson, R. C. (2006). Morphological awareness and learning to read: A cross-language perspective. *Educational Psychologist*, *41*(3), 161–180. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4103_3

Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology*, *62*, 621–647. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123

Kuvač Kraljević, J., & Lenček, M. (2012). *Test za procjenjivanje predvještina čitanja i pisanja (PredČiP test)*.

Kuvač Kraljević, J., Lenček, M., & Matešić, K. (2019). Phonological awareness and letter knowledge: Indicators of early literacy in Croatian. *Croatian Journal of Education*, *21*(4), 1263–1293. https://doi.org/10.15516/cje.v21i4.3130

Kweldju, S. (2015). Neurobiology Research Findings: How the Brain Works During Reading. *Pasaa: Journal of Language Teaching and Learning in Thailand*, *50*, 125–142.

Landerl, K., Freudenthaler, H. H., Heene, M., De Jong, P. F., Desrochers, A., Manolitsis, G., Parrila, R., & Georgiou, G. K. (2018). Phonological Awareness and Rapid Automatized Naming as Longitudinal Predictors of Reading in Five Alphabetic Orthographies with Varying Degrees of Consistency. *Scientific Studies of Reading*, *23*(3), 220–234. https://doi.org/10.1080/10888438.2018.1510936

Landerl, K., Wimmer, H., & Frith, U. (1997). The impact of orthographic consistency on dyslexia: A German-English comparison. *Cognition*, *63*, 315–334. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(97)00005-X

Lazarević, E. (2014). The development of phonological skills in preschool children. *Zbornik Instituta Za Pedagoska Istrazivanja*, *46*(2), 425–450. https://doi.org/10.2298/ZIPI1402425L

Leahy, M. A., & Fitzpatrick, N. M. (2017). Early Readers and Academic Success. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, *7*(2), 87. https://doi.org/10.5539/jedp.v7n2p87

Lemons, C. J., Key, A. P. F., Fuchs, D., Yoder, P. J., Fuchs, L. S., Compton, D. L., Williams, S. M., & Bouton, B. (2010). Predicting reading growth with event-related potentials: Thinking differently about indexing "Responsiveness." *Learning and Individual Differences*, *20*(3), 158–166. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.11.006

Lenel, J. C., & Cantor, J. H. (1981). Rhyme Recognition and Phonemic Perception in Young Children. *Journal of Psycholinguistic Research*, *10*(1), 57–67. https://doi.org/10.1007/BF01067361

Lenth, R. V. (2016). Least-squares means: The R package emmeans. *Journal of Statistical Software, 69*(1), 1–33. https://doi.org/10.18637/jss.v069.i01

Lerkkanen, M. K., Rasku-Puttonen, H., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2004). Predicting reading performance during the first and the second year of primary school. *British Educational Research Journal*, *30*(1), 67–92. https://doi.org/10.1080/0141192032000162997 4

Lervåg, A., Bråten, I., & Hulme, C. (2009). The Cognitive and Linguistic Foundations of Early Reading Development: A Norwegian Latent Variable Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, *45*(3), 764–781. https://doi.org/10.1037/a0014132

Li, S., Fan, T., & Zhao, J. (2025). The prediction of syllable awareness, character reading ability, and rapid automatized naming on phoneme awareness: Evidence from a longitudinal Cross-lagged model. *Cognitive Development*, *73*, 101534. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2024.101534

Liberman, A. M., Cooper, F. S., Shankweiler, D. P., & Studdert-Kennedy, M. (1967). Perception of the speech code. *Psychological Review*, *74*(6), 431–461. https://doi.org/10.1037/h0020279

Liberman, I. Y., Shankweiler, D., Fischer, F. W., & Carter, B. (1974). Explicit Syllable and Phoneme Segmentation in the Young Child'. *Journal of Experimental Child Psychology*, *18*, 201–212. https://doi.org/10.1016/0022-0965(74)90101-5

Lindamood, C., & Lindamood, P. (1998). *The Lindamood Phoneme Sequencing Program (LiPS)*.

Linnavalli, T., Putkinen, V., Huotilainen, M., & Tervaniemi, M. (2017). Phoneme processing skills are reflected in children's MMN responses. *Neuropsychologia*, *101*, 76–84. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.05.013

Lohvansuu, K., Hämäläinen, J. A., Ervast, L., Lyytinen, H., & Leppänen, P. H. T. (2018). *Longitudinal interactions between brain and cognitive measures on reading development from 6 months to 14 years*. *108*, 6–12. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.11.018

Lonigan, C. J., Burgess, S. R., & Anthony, J. L. (2000). Development of Emergent Literacy and Early Reading Skills in Preschool Children: Evidence From a Latent-Variable Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, *36*(5), 596–613. https://doi.org/10.1037//OOI2-1649.36.5.596

Lopez-Calderon, J., & Luck, S. J. (2014). ERPLAB: An open-source toolbox for the analysis of event-related potentials. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*(1). https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00213

Lovett, M. W., Frijters, J. C., Wolf, M., Steinbach, K. A., Sevcik, R. A., & Morris, R. D. (2017). Early intervention for children at risk for reading disabilities: The impact of grade at intervention and individual differences on intervention outcomes. *Journal of Educational Psychology*, *109*(7), 889–914. https://doi.org/10.1037/edu0000181

Lovrich, D., Cheng, J. C., & Velting, D. M. (1996). Late cognitive brain potentials, phonological and semantic classification of spoken words, and reading ability in children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *18*(2), 161–177. https://doi.org/10.1080/01688639608408272

Luck, S. J. (2022). *Applied Event-Related Potential Data Analysis*. LibreTexts.

Luck, S. J. . (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. The MIT Press.

Lukatela, K., Carello, C., Shankweiler, D., & Liberman, I. Y. (1995). Phonological awareness in illterates: Observations from serbo-croatian. *Applied Psycholinguistics 16*(4), 463–488. doi:10.1017/S0142716400007487

Lundberg, I., Larsman, P., & Strid, A. (2012). Development of phonological awareness during the preschool year: The influence of gender and socio-economic status. *Reading and Writing*, *25*(2), 305–320. https://doi.org/10.1007/s11145-010-9269-4

Lyytinen, H., Erskine, J., Tolvanen, A., Torppa, M., Poikkeus, A. M., & Lyytinen, P. (2006). Trajectories of reading development: A follow-up from birth to school age of children with and without risk for dyslexia. *Merrill-Palmer Quarterly*, *52*(3), 514–546. https://doi.org/10.1353/mpq.2006.0031

Lyytinen, H., Guttorm, T. K., Huttunen, T., Hämäläinen, J., Leppänen, P. H. T., & Vesterinen, M. (2005). Psychophysiology of developmental dyslexia: A review of findings including studies of children at risk for dyslexia. *Journal of Neurolinguistics*, *18*(2), 167–195. https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2004.11.001

Lyytinen, H. J., Semrud-Clikeman, M., Li, H., Pugh, K., & Richardson, U. (2021). Supporting Acquisition of Spelling Skills in Different Orthographies Using an Empirically Validated Digital Learning Environment. *Frontiers in Psychology, 12*. 566220. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.566220

Macmillan, B. M. (2002). Rhyme and reading: A critical review of the research methodology. *Journal of Research in Reading, 25*(1), 4-42. https://doi.org/10.1111/1467-9817.00156

Mann, V. A. (1986). Phonological awareness: The role of reading experience. *Cognition*, *24*, 65–92. https://doi.org/10.1016/0010-0277(86)90005-3

Mann, V. A., & Foy, J. G. (2003). Phonological Awareness, Speech Development, and Letter Knowledge in Preschool Children. *Annals of Dyslexia*, *53*(1), 149-173. https://doi.org/10.1007/s11881-003-0008-2

Männel, C., Schaadt, G., Illner, F. K., van der Meer, E., & Friederici, A. D. (2017). Phonological abilities in literacy-impaired children: Brain potentials reveal deficient phoneme discrimination, but intact prosodic processing. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *23*, 14–25. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.11.007

Maurer, U., Bucher, K., Brem, S., Benz, R., Kranz, F., Schulz, E., van der Mark, S., Steinhausen, H.-C., & Brandeis, D. (2009). Neurophysiology in preschool improves behavioral prediction of reading ability throughout primary school. *Biological Psychiatry*, *66*(4), 341–348. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2009.02.031

Maurer, U., & Mccandliss, B. D. (2007). The development of visual expertise for words: the contribution of electrophysiology. In *Single-word reading* (pp. 57–77). Psychology Press.

McBride-Chang, C., Bialystok, E., Chong, K. K. Y., & Li, Y. (2004). Levels of phonological awareness in three cultures. *Journal of Experimental Child Psychology*, *89*(2), 93–111. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.05.001

McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994). Learning to read: The role of short-term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, *58*, 112–133. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jecp.1994.1028

McDowell, K. D., Lonigan, C. J., & Goldstein, H. (2007). Relations Among Socioeconomic Status, Age, and Predictors of Phonological Awareness. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *50*(1), 1079–1092. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2007/075)

Meisler, S. L., Gabrieli, J. D. E., & Christodoulou, J. A. (2024). White matter microstructural plasticity associated with educational intervention in reading disability. *Imaging Neuroscience*, *2*, 1–18. https://doi.org/10.1162/imag_a_00108

Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological Skills and Their Role in Learning to Read: A Meta-Analytic Review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322–352. https://doi.org/10.1037/a0026744

Míguez-Álvarez, C., Cuevas-Alonso, M., & Saavedra, Á. (2022). Relationships Between Phonological Awareness and Reading in Spanish: A Meta-Analysis. *Language Learning, 72*(1), 113–157. https://doi.org/10.1111/lang.12471

Mihret, G., & Joshi, J. (2025). The Relationship between Students' Reading Skill and Academic Achievement: A Comprehensive Investigation. *International Journal of Research Publication and Reviews*, *6*(2), 2171–2181.

Milankov, V., Golubović, S., Krstić, T., & Golubović, Š. (2021). Phonological awareness as the foundation of reading acquisition in students reading in transparent orthography. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(10). https://doi.org/10.3390/ijerph18105440

Milatović, V. (2011). *Metodika nastave srpskog jezika i književnosti u razrednoj nastavi*. Učiteljski fakultet.

Milošević, N., Vuković, M., & Ristić, I. (2022). Phonemic awareness as an indicator of preliteral abilities in Serbian speaking children with and without specific language impairment. *Inovacije u Nastavi*, *35*(1), 118–131. https://doi.org/10.5937/inovacije2201118m

Ministry of Education and Science of the Republic of Bulgaria. (2016). Ordinance No. 5 of June 3, 2016 on preschool education [Наредба № 5 от 3 юни 2016 г. за предучилищното образование]. *Official Gazette*, *46*(2016). https://lex.bg/laws/ldoc/2136850647

Mioč, J. , & Mioč-Stanojević, N. (2007). *Nastava početnog čitanja i pisanja*. Zavod za udžbenike.

Mohamed, A. H. H., Hassan, A. S., Al-Qaryouti, I., Al-Hashimi, A., & Al-Kalbani, Z. (2021). The development of phonological awareness among preschoolers. *Early Child Development and Care*, *191*(1), 108–122. https://doi.org/10.1080/03004430.2019.1607320

Morais, J., Cary, L., Alegria, J., & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, *7*, 323–331. https://doi.org/10.1016/0010-0277(79)90020-9

Morphett, M. V., & Washburne, C. (1931). When should children begin to read? *The Elementary School Journal*, *31*(5), 496–503.

Moura, S. R. S., Mezzomo, C. L., & Cielo, C. A. (2009). Phonemic awareness stimulation and its effects regarding the variable gender. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, *21*, 51–56. https://doi.org/10.1590/S0104-56872009000100009

Muggeo, V. M. R. (2008). segmented: An R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships. *R News*, *8*(1), 20–25. https://cran.r-project.org/doc/Rnews/

Näätänen, R., & Picton, T. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology*, *24*(4), 375–425. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1987.tb00311.x

National Reading Panel. (2000). *Teaching Children To Read: An Evidence-Based Assessment of the Scientific Research Literature on Reading and Its Implications for Reading Instruction*. http://www.NationalReadingPanel.org/

Niklas, F., Cohrssen, C., & Tayler, C. (2016). The Sooner, the Better: Early Reading to Children. *SAGE Open*, *6*(4). https://doi.org/10.1177/2158244016672715

Nkemakolam, N. C. (2023). Basic Education and Reading Readiness Skills: An Appraisal of Early Childhood Kindergarten in Imo State, South-East of Nigeria. *British Journal of Education, Learning and Development Psychology*, *6*(1), 63–73. https://doi.org/10.52589/bjeldp-pysifvvf

Norton, E. S., Beach, S. D., Eddy, M. D., McWeeny, S., Ozernov-Palchik, O., Gaab, N., & Gabrieli, J. D. E. (2021). ERP Mismatch Negativity Amplitude and Asymmetry Reflect Phonological and Rapid Automatized Naming Skills in English-Speaking Kindergartners. *Frontiers in Human Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.624617

Ojima, S., Matsuba-Kurita, H., Nakamura, N., & Hagiwara, H. (2011). The acceleration of spoken-word processing in children's native-language acquisition: An ERP cohort study. *Neuropsychologia*, *49*(5), 790–799. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.01.007

Pammer, K. (2014). Brain Mechanisms and Reading Remediation: More Questions Than Answers. *Scientifica*, *2014*, 802741. https://doi.org/10.1155/2014/802741

Panić, M., & Đorđević, V. (2015). The effect of phonological development on reading ability. *Nastava i Vaspitanje*, *65*(4), 769–779. https://doi.org/10.5937/nasvas1504769p

Park, Y., Chaparro, E. A., Preciado, J., & Cummings, K. D. (2015). Is Earlier Better? Mastery of Reading Fluency in Early Schooling. *Early Education and Development*, *26*(8), 1187–1209. https://doi.org/10.1080/10409289.2015.1015855

Partanen, M., & Siegel, L. S. (2014). Long-term outcome of the early identification and intervention of reading disabilities. *Reading and Writing*, *27*(4), 665–684. https://doi.org/10.1007/s11145-013-9472-1

Paulesu, E., Mccrory, E., Fazio, F., Menoncello, L., Brunswick, N., Cappa, S. F., Cotelli, M., Cossu, G., Corte, F., Lorusso, M., Pesenti, S., Gallagher, A., Perani, D., Price, C., Frith, C. D., & Frith, U. (2000). A cultural effect on brain function. *Nature neuroscience, 3*(1), 91-96. https://doi.org/10.1038/71163

Pavlović-Babić, D., & Baucal, A. (2013). *Podrži me, inspiriši me - PISA 2012 u Srbiji: prvi rezultati*. Institut za psihologiju.

Perdue, M. V., Mahaffy, K., Vlahcevic, K., Wolfman, E., Erbeli, F., Richlan, F., & Landi, N. (2022). Reading intervention and neuroplasticity: A systematic review and meta-analysis of brain changes associated with reading intervention. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 132*(1), 465–494. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.11.011

Perfetti, C. A., & Hart, L. (2001). The Lexical Basis of Comprehension Skill. In C. Brown & P. Hagoort (Eds.), *The neurocognition of language* (pp. 67–86). Oxford University Press.

Perišić, S., & Minić, V. (2025). Phonological awareness in children: The perspective of preschool and primary school teachers. *Zbornik Radova Filozofskog Fakulteta u Pristini*, *55*(2), 393–405. https://doi.org/10.5937/zrffp55-58410

Pfost, M., Blatter, K., Artelt, C., Stanat, P., & Schneider, W. (2019). Effects of training phonological awareness on children's reading skills. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *65,* 101067. https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.101067

Phillips, B. M., Clancy-Menchetti, J., & Lonigan, C. J. (2008). Successful Phonological Awareness Instruction With Preschool Children: Lessons From the Classroom. *Topics in Early Childhood Special Education*, *28*(1), 3–17. https://doi.org/10.1177/0271121407313813

Pion-Tonachini, L., Kreutz-Delgado, K., & Makeig, S. (2019). ICLabel: An automated electroencephalographic independent component classifier, dataset, and website. *NeuroImage*, *198*, 181–197. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.05.026

Pınar, Y., Bayat, N., Yüksel, B., & Özkara, Y. (2025). Reading and White Matter Development: A Systematic Review of Neuroplastic Changes in Literacy. *Children, 12*(6), 710. https://doi.org/10.3390/children12060710

Plaut, D. C. (1997). Structure and Function in the Lexical System: Insights from Distributed Models of Word Reading and Lexical Decision. *Language and Cognitive Processes*, *12*(6), 765–805. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/016909697386682

Plaut, D. C., Mcclelland, J. L., Seidenberg, M. S., Patterson, K., & Program, N. (1996). Understanding Normal and Impaired Word Reading: Computational Principles in Quasi-Regular Domains. *Psychological Review, 103*(1), 56-115. https://doi.org/10.1037/0033-295X.103.1.56

Plomin, R., & Kovas, Y. (2005). Generalist genes and learning disabilities. *Psychological Bulletin, 131*(4), 592–617. https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.4.592

Prabhu, S., Venkatasubban, V., Bhat, J. S., & Somashekara, H. S. (2025). Phonological Awareness and Word Decoding Skills in the Early Readers of Kannada. *Indian Journal of Psychological Medicine*, *47*(6), 557–563. https://doi.org/10.1177/02537176241252704

Protopapas, A., Sideridis, G. D., Mouzaki, A., & Simos, P. G. (2007). Development of Lexical Mediation in the Relation Between Reading Comprehension and Word Reading Skills in Greek. *Scientific Studies of Reading*, *11*(3), 165–197. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10888430701344322

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2001). Neurobiological studies of reading and reading disability. *Journal of Communication Disorders*, *34*(6), 479–492. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0021-9924(01)00060-0

Pugh, K. R., Sandak, R., Frost, S. J., Moore, D., & Mencl, W. E. (2013). Examining Reading Development and Reading Disability in English Language Learners: Potential Contributions from Functional Neuroimaging. *Learning Disabilities Research & Practice*, *20*(1), 24–30. https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2005.00117.x

R Core Team. (2024). R: A language and environment for statistical computing (Version 4.4.2) . In *R Foundation for Statistical Computing*. https://www.R-project.org/

Ranđić, Lj., Šoškić, A., Ković, V. (2019). Towards validation of a new approach to teaching reading at the age of 3-5 years. In *Curricular (Re)forms in Education – Challenges and Perspectives* (pp. 98–99). University of Belgrade –Teacher Education Faculty.

Rasinski, T. V. (2012). Why reading fluency should be hot!. *Reading Teacher, 65*(8), 516–522. https://doi.org/10.1002/TRTR.01077

Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, *124*(3), 372–422. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372

Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *62*(8), 1457–1506. https://doi.org/10.1080/17470210902816461

Read, C., Yun-fei, Z., Hong-yin, N., Bao-qing, D., Baron, J., Bertelson, P., Bradley, L., Bryant, P., Gleitman, L., Liberman, I., & Morais, J. (1986). The ability to manipulate speech sounds depends on knowing alphabetic writing. *Cognition*, *24*, 31–44. https://doi.org/10.1016/0010-0277(86)90003-X

Richlan, F., Kronbichler, M., & Wimmer, H. (2011). Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults. *NeuroImage*, *56*(3), 1735–1742. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.040

Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J. C., & Müller, M. (2011). pROC: An open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, *12,* 77. https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-77

Rubio, A. J. D. (2025). Rise of Phonological Awareness in Spanish Early Childhood Education Students. *Brno Studies in English*, *50*(2), 85–105. https://doi.org/10.5817/BSE2024-2-4

Saiegh-Haddad, E., Shahbari-Kassem, A., & Schiff, R. (2020). Phonological awareness in Arabic: the role of phonological distance, phonological-unit size, and SES. *Reading and Writing*, *33*(6), 1649–1674. https://doi.org/10.1007/s11145-020-10019-3

Saine, N. L., Lerkkanen, M. K., Ahonen, T., Tolvanen, A., & Lyytinen, H. (2013). Long-term intervention effects of spelling development for children with compromised preliteracy skills. *Reading and Writing Quarterly*, *29*(4), 333–357. https://doi.org/10.1080/10573569.2013.741962

Scammacca, N. K., Roberts, G. J., Cho, E., Williams, K. J., Roberts, G., Vaughn, S. R., & Carroll, M. (2016). A Century of Progress: Reading Interventions for Students in Grades 4–12, 1914–2014. *Review of Educational Research*, *86*(3), 756–800. https://doi.org/10.3102/0034654316652942

Scarborough, H. S. (1998). Predicting the Future Achievement of Second Graders with Reading Disabilities: Contributions of Phonemic Awareness, Verbal Memory, Rapid Naming, and IQ. *Annals of Dyslexia*, *48*(1), 115-136. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11881-998-0006-5

Schaadt, G., & Männel, C. (2019). Phonemes, words, and phrases: Tracking phonological processing in pre-schoolers developing dyslexia. *Clinical Neurophysiology*, *130*(8), 1329–1341. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.05.018

Schaadt, G., Männel, C., van der Meer, E., Pannekamp, A., & Friederici, A. D. (2016). Facial speech gestures: the relation between visual speech processing, phonological awareness, and developmental dyslexia in 10-year-olds. *Developmental Science*, *19*(6), 1020–1034. https://doi.org/10.1111/desc.12346

Schaadt, G., Männel, C., van der Meer, E., Pannekamp, A., Oberecker, R., & Friederici, A. D. (2015). Present and past: Can writing abilities in school children be associated with their auditory discrimination capacities in infancy? *Research in Developmental Disabilities*, *47*, 318–333. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.10.002

Schaars, M. M. H., Segers, E., & Verhoeven, L. (2017). Word decoding development in incremental phonics instruction in a transparent orthography. *Reading and Writing*, *30*(7), 1529–1550. https://doi.org/10.1007/s11145-017-9735-3

Schaughency, E., Linney, K., Carroll, J., Das, S., Riordan, J., & Reese, E. (2023). Tender Shoots: A Parent-Mediated Randomized Controlled Trial With Preschool Children Benefits Beginning Reading 1 Year Later. *Reading Research Quarterly*, *58*(3), 450–470. https://doi.org/10.1002/rrq.500

Schiff, R., & Lotem, E. (2011). Effects of phonological and morphological awareness on children's word reading development from two socioeconomic backgrounds. *First Language*, *31*(2), 139–163. https://doi.org/10.1177/0142723710393098

Schild, U., Becker, A. B. C., & Friedrich, C. K. (2014). Processing of syllable stress is functionally different from phoneme processing and does not profit from literacy acquisition. *Frontiers in Psychology*, *5,* 530. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00530

Seidenberg, S., & Mcclelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, *96*, 523–568. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.523

Ševa, N., & Radišić, J. (2013). The Development of Emergent Literacy in Serbian Kindergartens: Basic Resources and Related Practices. *Psihološka Istraživanja*, *16*, 159–174.

Seymour, P. H. K., Aro, M., Erskine, J. M., Wimmer, H., Leybaert, J., Elbro, C., Lyytinen, H., Gombert, J. E., Le Normand, M. T., Schneider, W., Porpodas, C., Ragnarsdottir, H., Tressoldi,

P., Vio, C., De Groot, A., Licht, R., Iønnessen, F. E., Castro, S. L., Cary, L., … Olofsson, Å. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, *94*(2), 143–174. https://doi.org/10.1348/000712603321661859

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition, 55*(2), 151-218. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Blachman, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., Mencl, W. E., Constable, R. T., Holahan, J. M., Marchione, K. E., Fletcher, J. M., Lyon, G. R., & Gore, J. C. (2004). Development of left occipitotemporal systems for skilled reading in children after a phonologically-based intervention. *Biological Psychiatry*, *55*(9), 926–933. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2003.12.019

Shaywitz, B. A., Shaywitz, S. E., Pugh, K. R., Mencl, W. E., Fulbright, R. K., Skudlarski, P., ... & Gore, J. C. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological psychiatry, 52*(2), 101-110. https://doi.org/10.1016/S0006-3223(02)01365-3

Sherman, J. A. (1978). *Sex-related cognitive differences : an essay on theory and evidence*. Thomas.

Simmons, D. C., Kame'enui, E. J., Harn, B., Coyne, M. D., Stoolmiller, M., Santoro, L. E., Smith, S. B., Beck, C. T., & Kaufman, N. K. (2007). Attributes of Effective and Efficient Kindergarten Reading Intervention: An Examination of Instructional Time and Design Specificity. *Journal of Learning Disabilities*, *40*(4), 331–347. https://doi.org/doi:10.1177/00222194070400040401

Siregar, D. Y., Khairani, K., & Lubis, Y. (2023). The Influence Of Phonological Awareness On Early Literacy Development. *Guruku: Jurnal Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, *1*(3), 01–14. https://doi.org/10.59061/guruku.v1i3.185

Službeni glasnik RS. (2017). Pravilnik o planu nastave i učenja za prvi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja i programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja. *Prosvetni Glasnik Br. 10/2017, 12/2018, 15/2018, 18/2018, 1/2019 i 2/2020*. http://demo.paragraf.rs/demo/combined/Old/t/t2020_04/PG_002_2020_001.htm

Službeni glasnik RS. (2018). Osnove programa predškolskog vaspitanja i obrazovanja. *Prosvetni Glasnik Br. 16/2018*, *16*(2018).

Snowling, M. (1998). Dyslexia as a Phonological Deficit: Evidence and Implications. *Child Psychology and Psychiatry Review*, *3*, 4–11. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1475-3588.00201

Snowling, M. J. (2002). Reading Development and Dyslexia. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 394–411). Blackwell Publishers Ltd.

Snowling, M. J., & Hulme, C. (2011). Evidence-based interventions for reading and language difficulties: Creating a virtuous circle. *British Journal of Educational Psychology, 81*(1), 1–23. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2010.02014.x

Soodla, P., Lerkkanen, M. K., Niemi, P., Kikas, E., Silinskas, G., & Nurmi, J. E. (2015). Does early reading instruction promote the rate of acquisition? A comparison of two transparent orthographies. *Learning and Instruction*, *38*, 14–23. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.02.002

Sorsa, A., Tretow, A., Xu, W., Gerike, G., Lohvansuu, K., Hämäläinen, J. A., & Leppänen, P. H. (2026). Development of brain responses to speech sounds and associations with reading and reading related skills in adults with childhood dyslexia. *International Journal of Psychophysiology, 222*, 113339. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2026.113339

Šoškić, A., Ranđić, Lj., & Ković, V. (2019). Rano čitanje između globanih trendova, lokalnih propisa i prakse. *Susreti Pedagoga: Obrazovna Politika i Praksa – u Skladu Ili u Raskoraku?*, 66–72. http://147.91.75.9/manage/shares/Quality_of_education/Zbornik_Obrazovna_politika_i_praksa_u_skladu_ili_raskoraku_2019.pdf

Spandita, H. L., & Jain, C. (2025). Developmental trends of verbal working memory in typically developing children. *Egyptian Journal of Otolaryngology*, *41*(1). https://doi.org/10.1186/s43163-025-00806-6

Spencer, L. H., & Hanley, J. R. (2004). Learning a transparent orthography at five years old: reading development of children during their first year of formal reading instruction in Wales. *Journal of Research in Reading*, *27*(1), 1–14. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/J.1467-9817.2004.00210.X

Spira, E. G., Bracken, S. S., & Fischel, J. E. (2005). Predicting Improvement after first-grade reading difficulties: The effects of oral language, emergent literacy, and behavior skills. *Developmental Psychology*, *41*(1), 225–234. https://doi.org/10.1037/0012-1649.41.1.225

Stahl, S. A., & Murray, B. A. (1994). Defining phonological awareness and its relationship to early reading. *Journal of Educational Psychology, 86(*2), 221.

Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, *189(1-2)*, 23–55. https://doi.org/10.1177/0022057409189001-204

Stanovich, K. E., Cunningham, A. E., & Cramer, B. B. (1984). Assessing Phonological Awareness in Kindergarten Children: Issues of Task Comparability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *38*, 175–190. https://doi.org/10.1016/0022-0965(84)90120-6

Stekić, K., Ilić, O., Ković, V., & Savić, A. M. (2023). ERP indicators of phonological awareness development in children: A systematic review. *Brain Sciences, 13*(2), 290. https://doi.org/10.3390/brainsci13020290

Stites, M. C., & Laszlo, S. (2017). Time will tell: A longitudinal investigation of brain-behavior relationships during reading development. *Psychophysiology*, *54*, 798–808. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/psyp.12844

Subotić, S. (2011). Konstrukcija testa fonološke svijesti na srpskom jeziku. *Primenjena Psihologija*, *4*(2), 127–149. https://doi.org/10.19090/pp.2011.2.127-149

Suggate, S. P. (2016). A Meta-Analysis of the Long-Term Effects of Phonemic Awareness, Phonics, Fluency, and Reading Comprehension Interventions. *Journal of Learning Disabilities*, *49*(1), 77–96. https://doi.org/10.1177/0022219414528540

Sun, C., Meng, X., Du, B., Zhang, Y., Liu, L., Dong, Q., Georgiou, G. K., & Nan, Y. (2022). Behavioral and neural rhythm sensitivities predict phonological awareness and word reading development in Chinese. *Brain and Language*, *230*. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2022.105126

Tallal, P., Miller, S., Bedi, G. , Byma, G., Wang, X., Nagarajan, S., & Merzenich, M. M. (1996). Language comprehension in language-learning impaired children improved with acoustically modified speech. *Science*, *271*(5245), 81–84. https://doi.org/10.1126/science.271.5245.81

Talsma, D., & Woldorff, M. G. (2005). Selective attention and multisensory integration: Multiple phases of effects on the evoked brain activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(7), 1098–1114. https://doi.org/10.1162/0898929054475172

Taylor, M. J. (1993). Maturational changes in ERPs to orthographic and phonological tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section, 88*(6), 494-507. https://doi.org/10.1016/0168-5597(93)90038-Q

Taylor, M. J., & Keenan, N. K. (1999). ERPs to orthographic, phonological, and semantic tasks in dyslexic children with auditory processing impairment. *Developmental Neuropsychology*, *15*(2), 307–326. https://doi.org/10.1080/87565649909540751

Temple, E., Deutsch, G. K., Poldrack, R. A., Miller, S. L., Tallal, P., Merzenich, M. M., & Gabrieli, J. D. E. (2003). Neural deficits in children with dyslexia ameliorated by behavioral remediation: Evidence from functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(5), 2860–2865. https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0030098100

The MathWorks Inc. (2023). *MATLAB* (9.14.0 (R2023a)). The MathWorks Inc.

Thorstad, G. (1991). The effect of orthography on the acquisition of literacy skills. *British Journal of Psychology*, *82*(4), 527–537. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1991.tb02418.x

Torgesen, J. K. (2002). The Prevention of Reading Difficulties. *Journal of School Psychology*, *40*(1), 7–26. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-4405(01)00092-9

Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (1994). Longitudinal studies of phonological processing and reading. *Journal of Learning Disabilities*, *27*(5). https://doi.org/10.1177/002221949402700503

Torgesen, J. K., Wagner, R. K., & Rashotte, C. A. (1997). Prevention and Remediation of Severe Reading Disabilities: Keeping the End In Mind. *Scientific Studies of Reading, 1*(3), 217–234. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0103_3

Treiman, R., Goswami, U., & Bruck, M. (1990). Not all nonwords are alike: Implications for reading development and theory. *Memory & Cognition*, *18*(6), 559–567. https://doi.org/10.3758/BF03197098

Ugolini, M., Wagley, N., Ip, K., Hsu, L. S. J., Arredondo, M. M., & Kovelman, I. (2016). In young readers, the left hemisphere supports the link between temporal processing and phonological awareness. *Speech, Language and Hearing*, *19*(1), 17–26. https://doi.org/10.1080/2050571X.2015.1101894

Vajs, I., Ković, V., Papić, T., Savić, A. M., & Janković, M. M. (2022). Spatiotemporal Eye-Tracking Feature Set for Improved Recognition of Dyslexic Reading Patterns in Children. *Sensors*, *22*(13), 4900. https://doi.org/10.3390/s22134900

van Daal, V. H. P., & Wass, M. (2017). First- and Second-Language Learnability Explained by Orthographic Depth and Orthographic Learning: A "Natural" Scandinavian Experiment. *Scientific Studies of Reading*, *21*(1), 46–59. https://doi.org/10.1080/10888438.2016.1251437

van Rijthoven, R., Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2022). Compensatory role of verbal learning and consolidation in reading and spelling of children with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *72*(3), 461–486. https://doi.org/10.1007/s11881-022-00264-2

Van Zuijen, T. L., Plakas, A., Maassen, B. A. M., Been, P., Maurits, N. M., Krikhaar, E., van Driel, J., & van der Leij, A. (2012). Temporal auditory processing at 17 months of age is associated with preliterate language comprehension and later word reading fluency: An ERP study. *Neuroscience Letters*, *528*(1), 31–35. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2012.08.058

Vandermosten, M., Boets, B., Poelmans, H., Sunaert, S., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2012). A tractography study in dyslexia: Neuroanatomic correlates of orthographic, phonological and speech processing. *Brain*, *135*(3), 935–948. https://doi.org/10.1093/brain/awr363

Varga, V., Tóth, D., & Csépe, V. (2020). Orthographic-Phonological Mapping and the Emergence of Visual Expertise for Print: A Developmental Event-Related Potential Study. *Child Development*, *91*(1), 1–13. https://doi.org/10.1111/cdev.13159

Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific reading disability (dyslexia): What have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 45*(1), 2–40. https://doi.org/10.1046/j.0021-9630.2003.00305.x

Verhoeven, L., Voeten, M., van Setten, E., & Segers, E. (2020). Computer-supported early literacy intervention effects in preschool and kindergarten: A meta-analysis. *Educational Research Review, 30,* 100325. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100325

Veríssimo, L., Costa, M., Miranda, F., Pontes, C., & Castro, I. (2021). The Importance of Phonological Awareness in Learning Disabilities' Prevention: Perspectives of Pre-School and Primary Teachers. *Frontiers in Education*, *6,* 750328. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.750328

Videnović, M., & Čaprić, G. (2019). *PISA 2018 izveštaj za Republiku Srbiju*. Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Vukomanović Rastegorac, V. (2022). *Uvod u metodiku razvoja govora*. Učiteljski fakultet.

Wackerle-Hollman, A., Hojnoski, R., Missall, K., Abuela, M. A., & Running, K. (2024). Using empirical information to prioritize early literacy assessment and instruction in preschool and kindergarten. *Assessment for Effective Intervention, 49*(4), 190-201. https://doi.org/10.1177/15345084241247059

Wagensveld, B., van Alphen, P., Segers, E., Hagoort, P., & Verhoeven, L. (2013). The neural correlates of rhyme awareness in preliterate and literate children. *Clinical Neurophysiology*, *124*(7), 1336–1345. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.01.022

Wagner, R. K., Torgesen, J. K., & Rashotte, C. A. (1994). Development of Reading-Related Phonological Processing Abilities: New Evidence of Bidirectional Causality From a Latent Variable Longitudinal Study. *Developmental Psychology*, *30*(1), 73–87. https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.1.73

Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing and its causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological bulletin, 101*(2), 192. https://doi.org/10.1037/0033-2909.101.2.192

Wang, J., Pines, J., Joanisse, M., & Booth, J. R. (2021). Reciprocal relations between reading skill and the neural basis of phonological awareness in 7- to 9-year-old children. *NeuroImage*, *236*. 118083. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118083

Wanzek, J., Stevens, E. A., Williams, K. J., Scammacca, N., Vaughn, S., & Sargent, K. (2018). Current Evidence on the Effects of Intensive Early Reading Interventions. *Journal of Learning Disabilities*, *51*(6), 612–624. https://doi.org/10.1177/0022219418775110

Wasserscheidt, P. (2023). Serbian Web Corpus PDRS 1.0. In *Slovenian language resource repository CLARIN.SI*. http://hdl.handle.net/11356/1752

Wilsenach, C. (2019). Phonological awareness and reading in Northern Sotho – Understanding the contribution of phonemes and syllables in Grade 3 reading attainment. *South African Journal of Childhood Education*, *9*(1), a647. https://doi.org/https://doi.org/10.4102/sajce.v9i1.647

Wilsenach, C., & Makaure, P. (2018). Gender Effects on Phonological Processing and Reading Development in Northern Sotho Children Learning to Read in English: A Case Study of Grade 3 Learners. *South African Journal of Childhood Education*, *8*, a546. https://doi.org/https://doi.org/10.4102/sajce.v8i1.546

Wimmer, H. (1996). The Nonword Reading Deficit in Developmental Dyslexia: Evidence from Children Learning to Read German. *Journal of Experimental Child Psychology*, *61*, 80–90. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jecp.1996.0004

Winarto, E. R., & Aprianti, F. (2023). Applying gender differences in phonological awareness to enhance students' reading ability. *English Review: Journal of English Education*, *11*(3). https://doi.org/10.25134/erjee.v11i3.8216

Wolf, M., & Bowers, G. P. (1999). The Double-Deficit Hypothesis for the Developmental Dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, *91*(3), 415–438. https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.415

Wolff, U., & Gustafsson, J. E. (2022). Early phonological training preceding kindergarten training: effects on reading and spelling. *Reading and Writing*, *35*(8), 1865–1887. https://doi.org/10.1007/s11145-022-10261-x

Wydell, T. N., Vuorinen, T., Helenius, P., & Salmelin, R. (2003). Neural Correlates of Letter-String Length and Lexicality during Reading in a Regular Orthography. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*(7), 1052–1062. https://doi.org/10.1162/089892903770007434

Xu, W., Kolozsvari, O. B., Monto, S. P., & Hämäläinen, J. A. (2018). Brain Responses to Letters and Speech Sounds and Their Correlations With Cognitive Skills Related to Reading in Children. *Frontiers in Human Neuroscience*, *12,* 304. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00304

Ylinen, S. (2006). *Cortical representations for phonological quantity*. [Doctoral dissertation]. Faculty of Behavioural Sciences at the University of Helsinki. https://www.researchgate.net/profile/Sari-Ylinen/publication/34440051_Cortical_representations_for_phonological_quantity/links/0046351a494f6507f9000000/Cortical-representations-for-phonological-quantity.pdf

Ylinen, S., & Kujala, T. (2015). Neuroscience illuminating the influence of auditory or phonological intervention on language-related deficits. In *Frontiers in Psychology, 6*, 137 https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00137

Zaretsky, E., Kraljevic, J. K., Core, C., & Lencek, M. (2009). Literacy predictors and early reading and spelling skills as a factor of orthography. *Written Language & Literacy*, *12*(1), 52–81. https://doi.org/10.1075/wll.12.1.03zar

Zhang, G., Garrett, D. R., & Luck, S. J. (2024). Optimal Filters for ERP Research II: Recommended Settings for Seven Common ERP Components. *Psychophysiology*, *61*, e14530. https://doi.org/10.1101/2023.06.13.544794

Zhang, Y., Tardif, T., Shu, H., Li, H., Liu, H., McBride-Chang, C., Liang, W., & Zhang, Z. (2013). Phonological skills and vocabulary knowledge mediate socioeconomic status effects in predicting reading outcomes for Chinese children. *Developmental Psychology*, *49*(4), 665–671. https://doi.org/10.1037/a0028612

Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L., Saine, N., Lyytinen, H., Vaessen, A., & Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science*, *21*(4), 551–559. https://doi.org/10.1177/0956797610363406

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin, 131*(1), 3–29. https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3

Ziegler, J. C., Perry, C., Ma-Wyatt, A., Ladner, D., & Schulte-Körne, G. (2003). Developmental dyslexia in different languages: Language-specific or universal? *Journal of Experimental Child Psychology*, *86*(3), 169–193. https://doi.org/10.1016/S0022-0965(03)00139-5

Zugarramurdi, C., Fernández, L., Lallier, M., Carlos Valle-Lisboa, J., Carreiras, M., Valle-Lisboa, J., & Valle, J. (2022). Mind the orthography: revisiting the contribution of pre-reading phonological awareness to reading acquisition. *Developmental Psychology*, *58*, 1003–1016. https://doi.org/https://doi.org/10.1037/dev0001341

Prilozi

Prilog 1 – Balansirane forme testova fonemske analize i sinteze

Test 1 za ispitivanje glasovne analize i sinteze

Ime i prezime: _____ Pol: _____

Datum rođenja: _____ Datum ispitivanja: _____

Ustanova: _____

Napomena: _____

ANALIZA			SINTEZA			
Prepoznavanje prvog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od tri slova**	0	1	S
oko			rep			
imaš			ući			
dobar			lep			
lovac			zid			
banana			nos			
Prepoznavanje poslednjeg glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od četiri slova**	0	1	S
uvo			zeka			
kosa			jaje			
belo			suva			
kaput			žaba			
čitamo			pije			
Prepoznavanje drugog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od pet slova**	0	1	S
sin			mesec			
odžak			kuvar			
jedem			čamac			
mokar			tužan			
jagoda			sanjam			
Glasovna analiza	0	1	**Sinteza reči od šest slova**	0	1	S
šal			kašika			
noga			salama			
lako			kutija			
mesec			govori			
nosimo			kuvano			

Test 2 za ispitivanje glasovne analize i sinteze

Ime i prezime: _____ Pol: _____

Datum rođenja: _____ Datum ispitivanja: _____

Ustanova: _____

Napomena: _____

ANALIZA			SINTEZA			
Prepoznavanje prvog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od tri slova**	0	1	S
ide			puž			
sivi			ide			
pišem			dan			
balon			ljut			
ananas			čep			
Prepoznavanje poslednjeg glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od četiri slova**	0	1	S
oko			zeka			
juri			malo			
kapa			šeta			
divan			reka			
majica			voda			
Prepoznavanje drugog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od pet slova**	0	1	S
šal			tanjir			
puno			mačak			
ribar			šaren			
orati			tigar			
kutija			sušim			
Glasovna analiza	0	1	**Sinteza reči od šest slova**	0	1	S
miš			kašika			
ruka			haljina			
meko			salata			
limun			voleti			
sanjamo			veliko			

Test 3 za ispitivanje glasovne analize i sinteze

Ime i prezime: _____ Pol: _____

Datum rođenja: _____ Datum ispitivanja: _____

Ustanova: _____

Napomena: _____

ANALIZA			SINTEZA			
Prepoznavanje prvog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od tri slova**	0	1	S
osa			zec			
kapa			konj			
imaju			pas			
kaput			ide			
veliko			suv			
Prepoznavanje poslednjeg glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od četiri slova**	0	1	S
lav			šolja			
selo			deda			
laka			pere			
jedem			novo			
jabuka			ruka			
Prepoznavanje drugog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od pet slova**	0	1	S
miš			lopov			
lako			pevam			
šetam			velik			
odelo			jelen			
cipela			patak			
Prebrojavanje glasva u reči	0	1	**Sinteza reči od šest slova**	0	1	S
zub			jagoda			
šuma			savija			
peva			kutija			
kolač			marama			
debelo			zeleno			

Test 4 za ispitivanje glasovne analize i sinteze

Ime i prezime: _____ Pol: _____

Datum rođenja: _____ Datum ispitivanja: _____

Ustanova: _____

Napomena: _____

ANALIZA			SINTEZA			
Prepoznavanje prvog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od tri slova**	0	1	S
ode			lav			
orah			tih			
mačak			nož			
vozim			džem			
polako			uđi			
Prepoznavanje poslednjeg glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od četiri slova**	0	1	S
miš			maca			
ljuta			kuća			
beba			more			
pečem			lepa			
jagoda			vidi			
Prepoznavanje drugog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od pet slova**	0	1	S
zec			rumen			
ruka			češalj			
ulica			vetar			
ružan			kolač			
nositi			šetam			
Prebrojavanje glasva u reči	0	1	**Sinteza reči od šest slova**	0	1	S
sin			čekati			
selo			kašika			
tiho			maleno			
pevač			čarapa			
ležati			jabuka			

Test 5 za ispitivanje glasovne analize i sinteze

Ime i prezime: _____ Pol: _____

Datum rođenja: _____ Datum ispitivanja: _____

Ustanova: _____

Napomena: _____

ANALIZA			SINTEZA			
Prepoznavanje prvog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od tri slova**	0	1	S
uvo			noć			
ovan			uvo			
jedem			žut			
tigar			ide			
mekano			mač			
Prepoznavanje poslednjeg glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od četiri slova**	0	1	S
uđe			buba			
sama			meda			
riba			sova			
čovek			ljuto			
patika			daje			
Prepoznavanje drugog glasa u reči	0	1	**Sinteza reči od pet slova**	0	1	S
luk			kolač			
jako			šešir			
udica			tanak			
ležim			limun			
kutija			bežim			
Prebrojavanje glasva u reči	0	1	**Sinteza reči od šest slova**	0	1	S
rep			patika			
maca			banana			
reka			vikati			
lagan			cipela			
kupati			šareno			

Prilog 2 – Deskriptivni statistici skala po različitim formama testa

Fonemska analiza

Forma	N	M	Sd	min	max	Sk	Ku
1	228	0.579	0.452	0	1	-0.312	-1.75
2	216	0.498	0.456	0	1	0.0494	-1.86
3	196	0.605	0.449	0	1	-0.408	-1.69
4	188	0.581	0.451	0	1	-0.315	-1.75
5	172	0.581	0.456	0	1	-0.309	-1.78

Fonemska sinteza

Forma	N	M	Sd	min	max	Sk	Ku
1	228	0.411	0.454	0	1	0.350	-1.74
2	216	0.360	0.455	0	1	0.586	-1.56
3	196	0.421	0.451	0	1	0.298	-1.75
4	188	0.427	0.443	0	1	0.279	-1.73
5	172	0.412	0.462	0	1	0.346	-1.79

Prilog 3 – Frekvencije i procenat tačnosti u zadacima (tačnost je izražena kao proporcija do 0 do 1)

Fonemska analiza

Zadatak	Tačnost	Frekvencija	Procenat
Prvo slovo	0	27	10.8
Prvo slovo	0.2	10	4
Prvo slovo	0.4	19	7.6
Prvo slovo	0.6	5	2
Prvo slovo	0.6	0	0
Prvo slovo	0.8	19	7.6
Prvo slovo	1	170	68
Drugo slovo	0	77	30.8
Drugo slovo	0.2	22	8.8
Drugo slovo	0.4	19	7.6
Drugo slovo	0.6	6	2.4

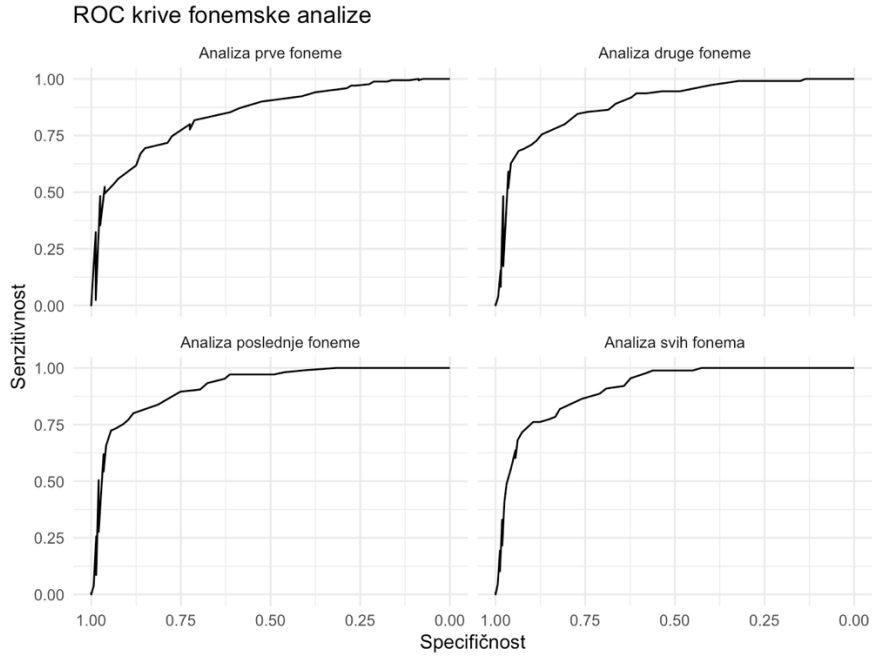
Drugo slovo	0.6	0	0
Drugo slovo	0.8	16	6.4
Drugo slovo	1	110	44
Poslednje slovo	0	101	40.4
Poslednje slovo	0.2	15	6
Poslednje slovo	0.4	17	6.8
Poslednje slovo	0.6	5	2
Poslednje slovo	0.6	0	0
Poslednje slovo	0.8	7	2.8
Poslednje slovo	1	105	42
Analiza svih slova	0	118	47.2
Analiza svih slova	0.2	17	6.8
Analiza svih slova	0.4	6	2.4
Analiza svih slova	0.6	14	5.6
Analiza svih slova	0.6	0	0
Analiza svih slova	0.8	7	2.8
Analiza svih slova	1	88	35.2

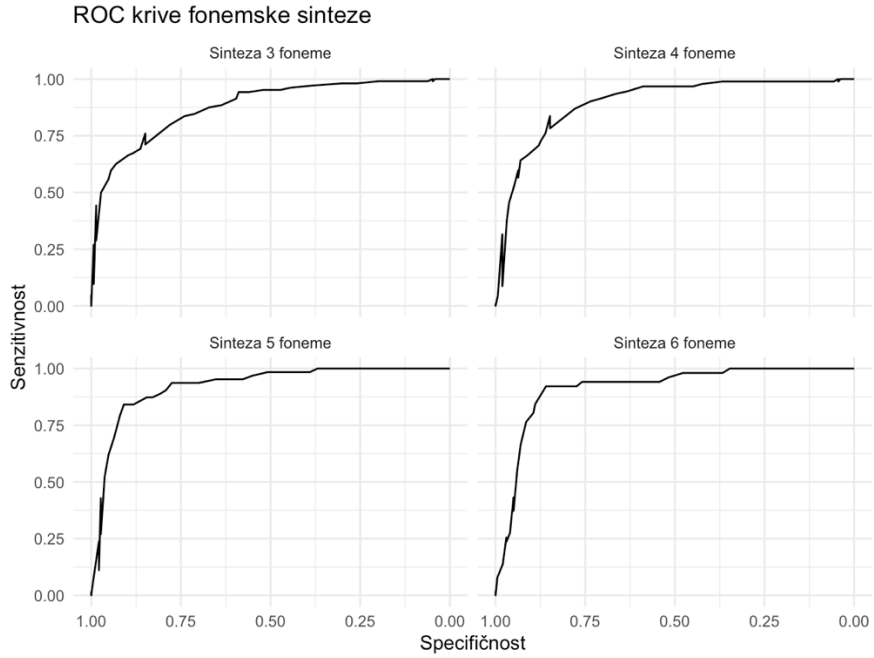
Fonemska sinteza

Zadatak	**Tačnost**	**Frekvencija**	**Procenat**
Sinteza 3 slova	0	86	34.4
Sinteza 3 slova	0.2	19	7.6
Sinteza 3 slova	0.4	16	6.4
Sinteza 3 slova	0.6	10	4
Sinteza 3 slova	0.6	0	0
Sinteza 3 slova	0.8	15	6
Sinteza 3 slova	1	104	41.6
Sinteza 4 slova	0	108	43.2
Sinteza 4 slova	0.2	13	5.2
Sinteza 4 slova	0.4	6	2.4
Sinteza 4 slova	0.6	13	5.2
Sinteza 4 slova	0.6	0	0
Sinteza 4 slova	0.8	18	7.2
Sinteza 4 slova	1	92	36.8
Sinteza 5 slova	0	144	57.6
Sinteza 5 slova	0.2	13	5.2
Sinteza 5 slova	0.4	10	4
Sinteza 5 slova	0.6	10	4
Sinteza 5 slova	0.6	0	0
Sinteza 5 slova	0.8	10	4
Sinteza 5 slova	1	63	25.2
Sinteza 6 slova	0	166	66.4
Sinteza 6 slova	0.2	3	1.2
Sinteza 6 slova	0.4	9	3.6

Sinteza 6 slova	0.6	9	3.6
Sinteza 6 slova	0.6	0	0
Sinteza 6 slova	0.8	12	4.8
Sinteza 6 slova	1	51	20.4

Prilog 4 – ROC krive za sve zadatke fonemske analize i sinteze

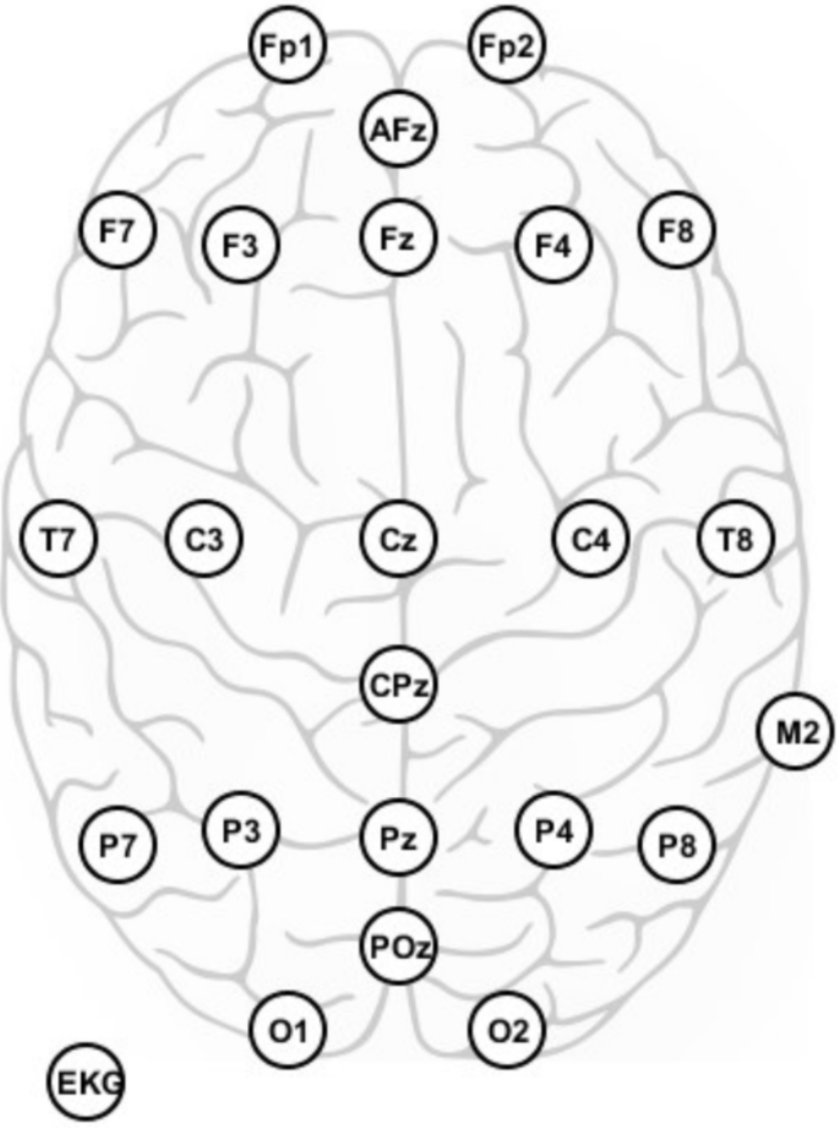




Prilog 5 – Rezultat uparivanja između eksperimentalne i kontrolne grupe sa vrednostima SD distanca između prosečnog postignuća na svim zadacima

Eksperimentalna grupa		**Kontrolna grupa**		**Distanca**
ID	**Skor**	**ID**	**Skor**	**SD**
2	-0.7009420	27	-0.7009420304	0.0000000000
1	-0.6389777	25	-0.6389777468	0.0000000000
6	-0.5887424	36	-0.5823001943	0.0064422155
5	-0.5409971	42	-0.5567996601	0.0158025876
9	-0.5125784	35	-0.4955819060	0.0169964756
12	-0.5001029	39	-0.4895678474	0.0105350584
3	-0.4944072	45	-0.5567996601	0.0623924403
7	-0.4564426	38	-0.4227179477	0.0337246236
10	-0.4122099	51	-0.3607999079	0.0514100234
8	-0.3461720	37	-0.3456224242	0.0005495824
11	-0.2761435	49	-0.2899602017	0.0138167136
4	0.1044592	46	-0.0004404954	0.1048997385
15	0.1244894	54	-0.0415911064	0.1660804724
17	0.5725037	48	0.9532138363	0.3807101082
13	0.7652657	56	1.2604965042	0.4952308389
14	0.9340860	57	1.6101743522	0.6760883064
16	1.1652169	52	1.7808980183	0.6156810811
18	1.2778334	44	-0.1140821891	1.3919155842
19	1.4316017	47	-0.1660700382	1.5976717080
22	1.9308305	43	-0.2173879980	2.1482185384
20	2.0301928	40	-0.3398398386	2.3700326253
21	2.2325130	41	-0.5721740909	2.8046870799
23	2.5953565	24	-0.5770326651	3.1723892106

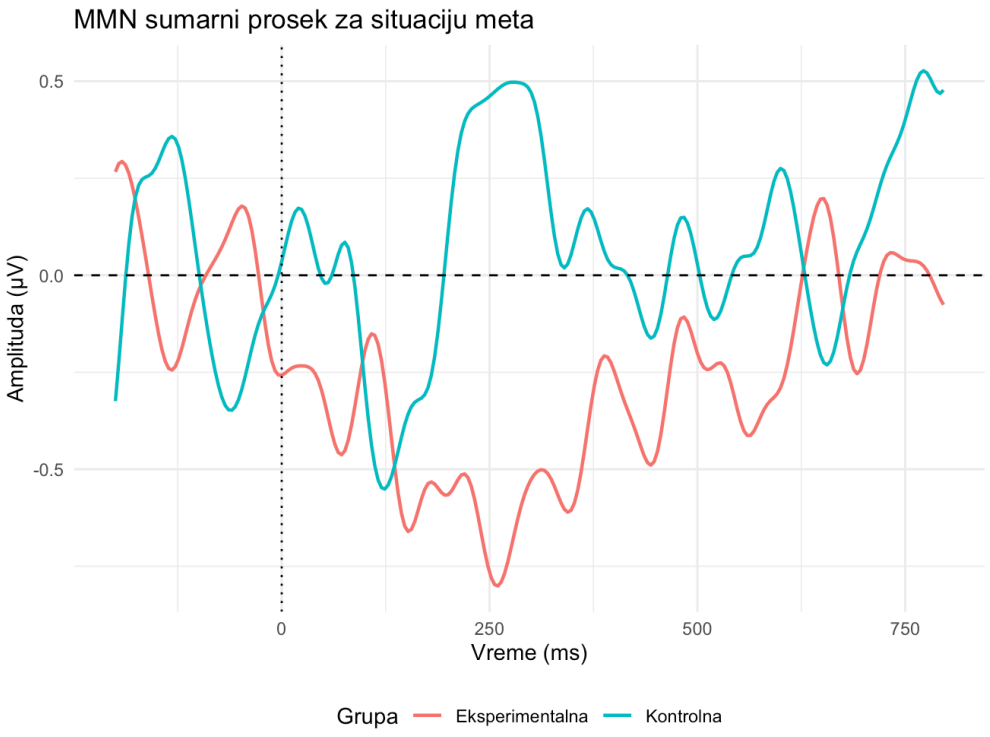
Prilog 6 – Postavka EEG elektroda u MMN i N1 po 10-20 konvenciji

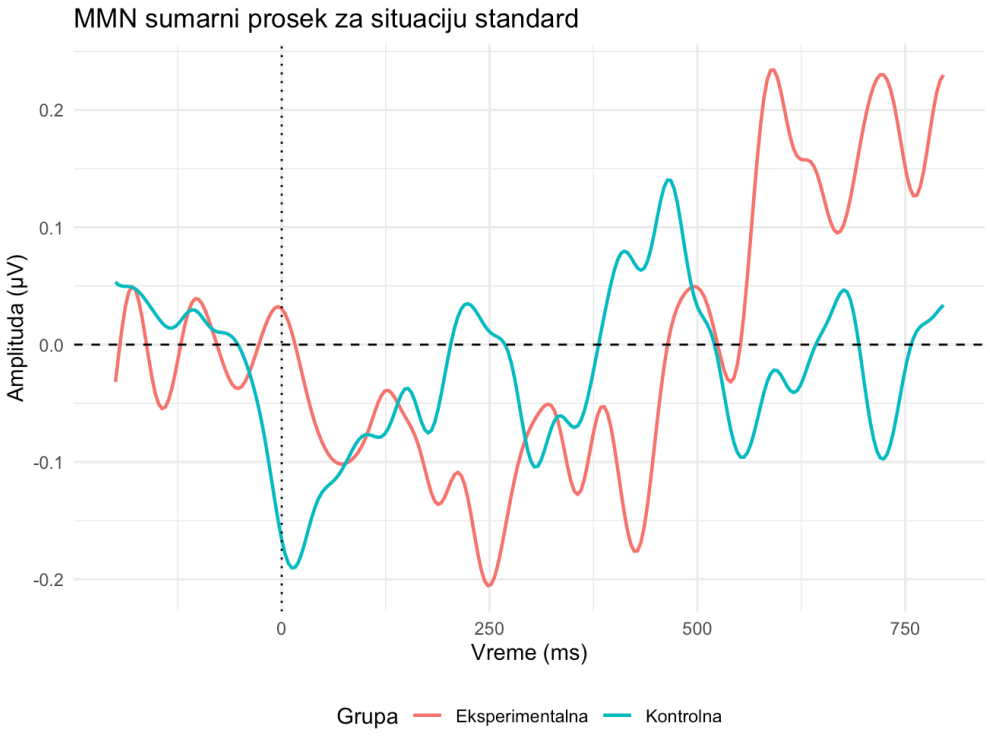


Prilog 7 – Reči i pseudofont korišćeni u N1 eksperimentu

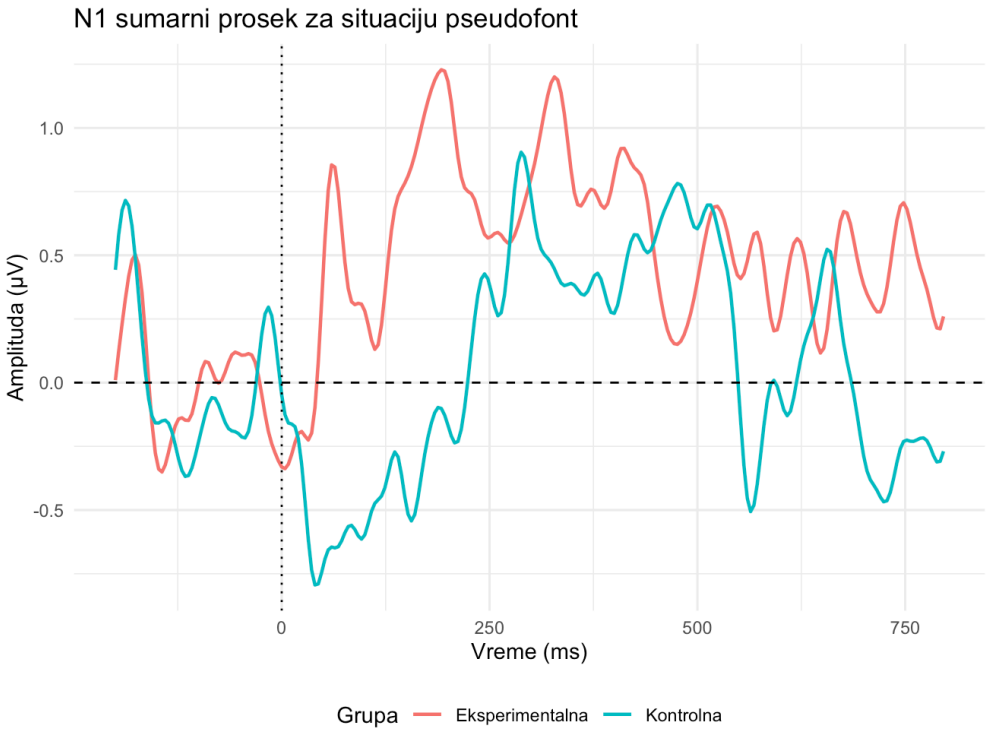
Reči	**Pseudoreči**	**Pseudofont**
динар	ранид	զմԳռա
група	пугра	աօտէղ
хотел	лотех	ծէսե
избор	ризбо	օստէմ
месец	цесем	զհիղաօ
место	остем	ղօռաղ
начин	чинан	սօռզօ
народ	доран	րիկվօ
однос	сондо	մացռօ
оквир	рикво	աբօսօ
орган	нагро	մօմօբ
основ	вонсо	սաօքօ
особа	абосо	օվրաք
помоћ	ћомоп	ծհարիփ
посао	саопо	ժասկ
право	оврап	Լասհօք
прича	чарип	ացաղս
склад	дласк	ռավՏԵ
школа	лашок	կսԵետո
снага	аганс	վօլամ
ствар	равст	տավս
текст	кстет	եվրեմ
услов	волсу	սվրտա
власт	тлавс	ռօհաս
време	еврем	տօվիժ
врста	сврта	կիզէժ
закон	ноказ	ահռաղ
живот	товиж	Գավառ
језик	кизеј	ծավօռ
обзир	ризбо	ճիղեմ
влада	далав	ակնաք
новац	цавон	ռոկաղ
медиј	јидем	կեվօgհ
банка	акнаб	աղկիլ
рачун	нучар	աժեռմ
човек	кевоч	ածիլու
слика	акилс	րօվզի
мрежа	ажерм	կիլօօ
улица	ацилу	տեվաս
извор	ровзи	զմԳռա
облик	килбо	մացռօ
савет	тевас	ծհարիփ

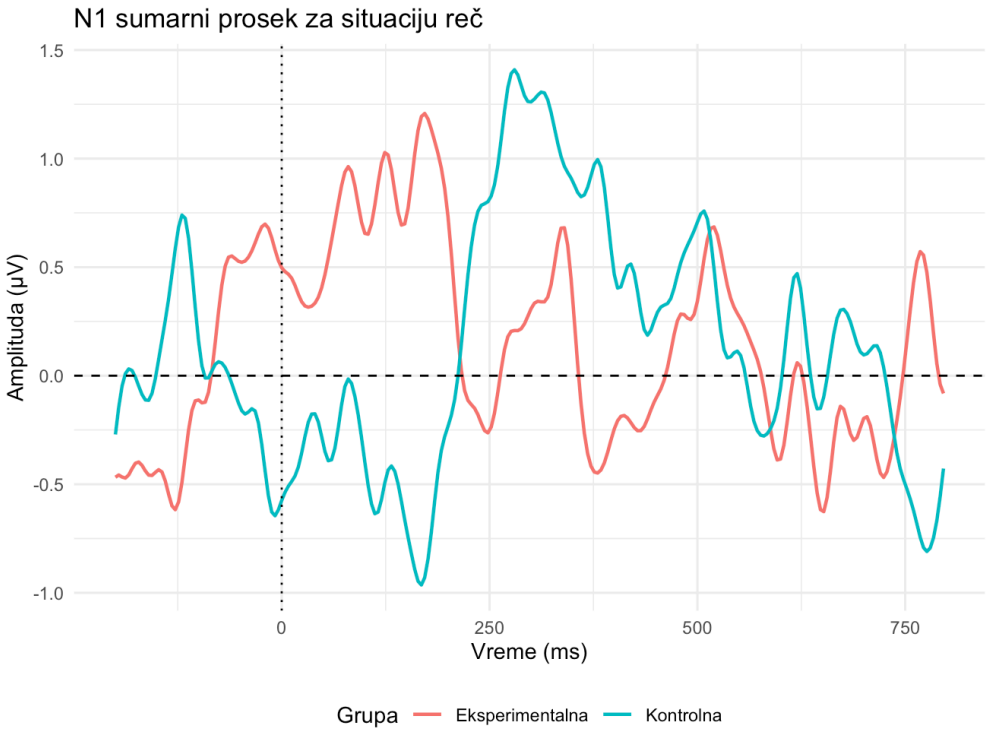
Prilog 8 – Talasni profil MMN efekta u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi





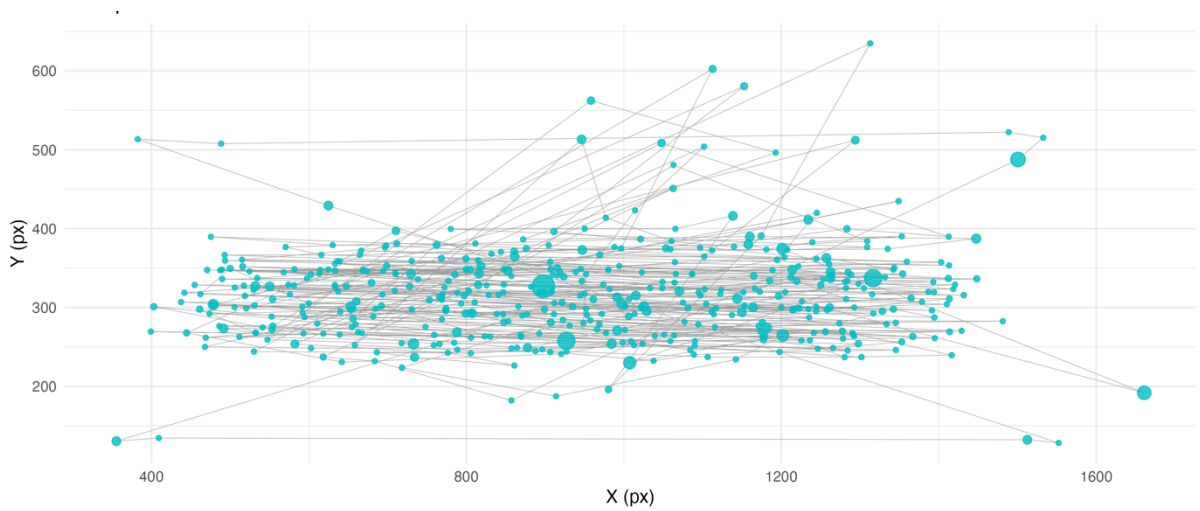
Prilog 9 - Talasni profil N1 efekta u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi



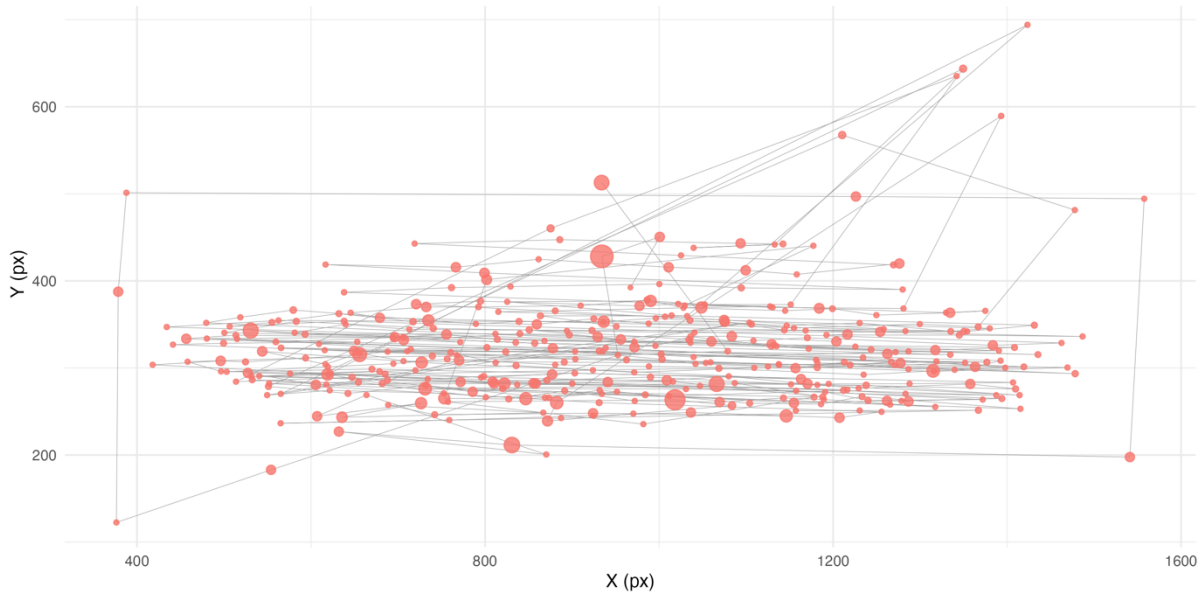


Prilog 10 – Primeri putanje pogleda u eksperimentu praćenja očnih pokreta kod eksperimentalne i kontrolne grupe (veličina tačke je proporcionalna dužini trajanja fiksacija)

Eksperimentalna grupa



Kontrolna grupa



Prilog 11 – Etička dozvola

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF PHILOSOPH
SS 04/1-2 No. 253 /2

In accordance with the Rulebook on the work of Institutional Committee for Research Ethics (05/4-02 no. 1654/2 from 24.12.2021) of the University of Belgrade – Faculty of Philosophy, we issue the following

CERTIFICATE

Proposed research within the project **Development of Phonological Awareness in Shallow Orthography: Behavioural and Neurocognitive Indicators** submitted by the principal investigator Katarina Stekić, research assistant at the University of Belgrade – Faculty of Philosophy, is in full compliance with norms of research ethics.

The decision of the Institutional Committee for Research Ethics has been reached on online session held on 8.02.2024.

8.02.2024, Belgrade

President of the Committee

Prof. Aleksandra Zorić, PhD

Biografija

Katarina Stekić Stojanović je rođena 14. februara 1996. godine u Beogradu. Osnovne studije psihologije upisala je 2015. godine na Filozofskom fakultetu u Beogradu, a diplomirala je 2019. godine sa prosečnom ocenom 9,04. Master studije psihologije na Filozofskom fakultetu u Beogradu upisala je 2019. godine, a diplomirala je 2020. godine, sa prosečnom ocenom 10,00. Master rad pod nazivom *Ispitivanje uticaja sistematičnosti i ikoničnosti na kategorizaciju: omnibus bihejvioralna studija* odbranila je sa ocenom 10, pod mentorstvom dr Vanje Ković (članovi komisije: dr Oliver Tošković, dr Dragan Janković i dr Anđela Šoškić). Iste godine upisala je doktorske studije psihologije na Filozofskom fakultetu u Beogradu, i položila sve odabrane kurseve sa prosečnom ocenom 10,00.

Od marta 2021. godine angažovana je na Odeljenju za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu kao istraživački pripravnik u okviru Četvrtog poziva za talentovane mlade istraživače za uključivanje u naučnoistraživački rad MPNTR-a, dok od 2023. godine nosi zvanje istraživač-saradnik. Od 2022. godine angažovana je kao istraživač na međunarodnom projektu *ARTEM-IS for ERP: Agreed Reporting Template for EEG Methodology*, a od 2025. godine na projektu Fonda za nauku *ReadTREAT: Computer-aided contactless assessment of reading difficulties and personalized treatment*. Od 2026. godine angažovana je i kao član tri COST akcije koje u fokusu imaju EEG i eye-tracking metodologiju: *EEG101*, *Multipleye*, i *INDoS*.

Član je Laboratorije za neurokogniciju i primenjenu kogniciju (LNPK), koju vodi prof. dr Vanja Ković. Od akademske 2018/2019. godine do danas angažovana je kao saradnik u nastavi na predmetima Psihologija pamćenja i mišljenja i Psihologija učenja na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, dok je tokom 2019. godine bila angažovana na Fakultetu bezbednosti Univerziteta u Beogradu na kursevima Uvod u psihologiju i Socijalna psihologija.

Katarina naučna i istraživačka karijera do sada obuhvata sedam naučnih radova, od kojih je ona prvi autor na dva rada, jednom u istaknutom međunarodnom časopisu (M22) i jednom u vodećem međunarodnom časopisu (M21a). Kao doktorand, učestvovala je na 10 naučnih konferencija iz oblasti psihologije, obrazovanja i neurokognicije.

Pored naučnog rada, Katarina se aktivno bavi promocijom nauke i neformalnim obrazovanjem kroz redovno učešće u obrazovnim konferencijama i projektima, kao i povremenim održavanjem predavanja i radionica. Učestvovala je kao rukovodilac seminara kombinovanih nauka u Istraživačkoj stanici Petnica 2021-2024 godine. Od 2022. godine je angažovana kao saradnica pri Sektoru za međunarodnu saradnju Centra za promociju nauke, od kada je učestvovala u osmišljavanju i realizaciji 12 međunarodnih projekata, od kojih je rukovodila 5 projekta, uglavnom na temu naučnog obrazovanja. Trenutno rukovodi projekat *GenSTEAMers* koji ima za cilj ispitivanje upotrebe generativne veštačke inteligencije za razvoj kreativnog i kritičkog mišljenja u školama.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: ***Катарина Стекић Стојановић***

Број индекса: *4П20-5*

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Кратка интервенција пуне свесности и метакогниција: значај за ментално здравље студената

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршила ауторска права и користила интелектуалну својину других лица.

У Београду,

_____

Потпис аутора

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме ауторке: ***Катарина Стекић Стојановић***
Број индекса: ***4П20-5***
Студијски програм: ***Психологија***
Наслов рада: ***Развој фонолошке свесности у плиткој ортографији: бихејвиорални и неурокогнитивни показатељи***
Менторке: ***др Вања Ковић***

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао ради похрањења у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, **Потпис аутора**

_____

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Кратка интервенција пуне свесности и метакогниција: значај за ментално здравље студената

која је моје ауторско дело.
Дисертацију са свим прилозима предала сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, **Потпис аутора**

_____

1. Ауторство. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прерада. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство – делити под истим условима. Дозвољавате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.