

Kristina Cergol

kristina.cergol@ufzg.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet / Laboratorij za psiholingvistička istraživanja, Hrvatska

**STILOVI ČITANJA ODRAŽENI U VARIJABLAMA PRAĆENJA POKRETA OKA:
PRIMJER HRVATSKOG I ENGLESKOG JEZIKA^{1,2}**

Izvorni znanstveni rad


<https://doi.org/10.17234/HDPL.2025.06>

Sažetak

Ovaj se rad temelji na ideji da različiti stilovi čitanja počivaju na individualnim razlikama čitatelja te da ih je moguće grupirati na temelju uobičajenih varijabli praćenja pokreta oka. Kako bi se pokazalo da je stil čitanja individualna i relativno stabilna karakteristika čitatelja, u ovom istraživanju koristi se prirodni proces čitanja na dvama jezicima, pri čemu jezik služi kao kontrolna varijabla; naime, očekuje se da će svaki dvojezični čitatelj zadržati svoj individualni stil čitanja u oba jezika.

Ukupno 52 sudionika pročitala su kratku priču koja im je prezentirana na jedanaest stranica na zaslonu računala. Priča je sudionicima predstavljena na engleskom i hrvatskom jeziku. Promatrane varijable praćenja pokreta oka uključivale su broj i trajanje fiksacija, broj i amplitudu sakada i broj treptaja. Rezultati klaster-ana-

¹ Velika hvala prof. dr. sc. Marijanu Palmoviću, voditelju Laboratorija za psiholingvistička istraživanja Sveučilišta u Zagrebu Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta (POLIN), zamjenici voditelja Laboratorija doc. dr. sc. Ani Matić Škorić i članici Laboratorija dr. sc. Evi Pavlinušić Vilus. Moj je rad uvijek isprepleten njihovim komentarima, idejama i podrškom.

² Ovaj je rad izrađen u sklopu hrvatsko-švicarskog projekta Measurement reliability of individual differences in sentence processing: A cross-linguistic perspective / Pouzdanost mjerenja individualnih razlika u rečeničnoj obradi: Međujezična perspektiva – MeRID, HRZZ IPCH-2022-04-3316 i Institucionalnog istraživačkog projekta Učiteljskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu Prozodijski i fonetski ključevi u dvojezičnoj obradi / Prosodic and Phonetic Cues in Bilingual Processing – PROFON, UFZG-NPOO-25-28, Financira Europska unija – Next-GenerationEU.  Financira Europska unija

lize načelno grupiraju sudionike u dva različita stila čitanja, pri čemu se čini da jedna skupina slijedi obrazac kratkih fiksacija i dugih sakada, dok druga odgovara modelu dugih fiksacija i kratkih sakada, no čini se da ovaj rezultat nije sasvim stabilan u oba jezika sudionika jer čitanje drugog jezika iziskuje veći kognitivni napor što se odražava u prikupljenim podacima. Ipak, rezultati upućuju na to da su vještiji i brži čitatelji u mogućnosti brže prikupiti podatke s fiksiranih točaka u tekstu i rekonstruirati sadržaj na temelju manjeg broja ulaznih informacija.

Ključne riječi: stilovi čitanja; hrvatski; engleski; praćenje pokreta oka; kognitivni napor.

1. Uvod

U ovom se radu postavlja pitanje individualnih razlika u stilovima čitanja; konkretno je li moguće identificirati određeni individualni stil čitanja u sudionika i prenosi li se on između jezika, u ovom slučaju hrvatskog (J1) i engleskog (J2). Upotrijebila se metoda praćenja pokreta oka pri čemu se isprva sveobuhvatna analiza svela na uobičajene zavisne varijable za čitanje, broj fiksacija i amplitudu sakada. Iako analiza odražava usredotočenost rada na individualne razlike pa se rezultate nikako ne nastoji okrupniti, ipak se oni, gotovo prirodno, slažu u kategorije koje bi se mogle interpretirati kroz prizmu učinkovitosti u čitanju te kognitivnog napora uloženog u čitanje teksta na materinskom i stranom jeziku.

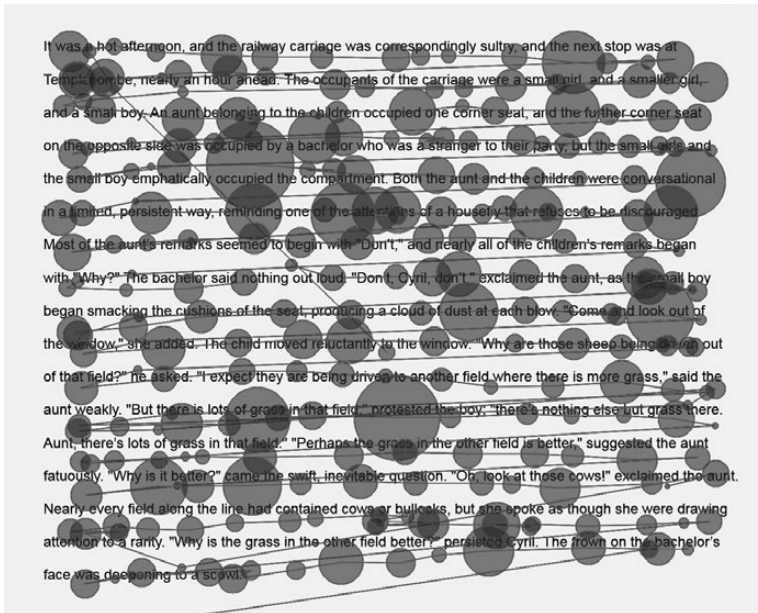
2. Metoda praćenja pokreta oka

Metoda praćenja pokreta oka posljednjih je godina zauzela jedno od vodećih mjesta u znanstvenim nastojanjima usmjerenim na vizualnu pažnju, kognitivnu obradu i napor (engl. *cognitive load*) općenito, ali i uže usmjeravajući se primjerice na jezičnu obradu u materinskom i stranom jeziku (Hu i Aryadoust 2024; Meng i Rawian 2025). Za razliku od ranih dana u kojima je praćenje pokreta oka bila prilično invazivna tehnologija te se čak sudionicima administrirao kokain kako bi bili u stanju izdržati proceduru, danas govorimo o neinvazivnoj, a istovremeno vrlo preciznoj tehnologiji ovisno o uređaju, tj. o preciznosti kamere, načinu detekcije pokreta oka i uzorkovanju; današnji uređaji uzorkuju već s 1 do 2 kHz i postižu preciznost i od $0,1^\circ$ vizualnog kuta.

U istraživanjima čitanja metodom praćenja pokreta oka sudionika se smješta pred zaslon na kojem se prikazuje tekst koji on treba pročitati. Ispred sudionika,

a između njega i računala na kojem se prikazuje podražaj smješta se uređaj za praćenje pokreta oka koji osvjetljava oko nevidljivim (i nein vazivnim) svjetlom u bliskom infracrvenom području. To svjetlo odražava se u oku sudionika čineći kornealnu refleksiju kao jednu uporišnu točku za praćenje pokreta koje oko čini dok prelazi preko teksta, odnosno podražaja. Četiri su refleksije, no uređaj radi s temeljnom i ona je relativno stabilna u odnosu na oko. Druga uporišna točka najtamnija je točka oka, odnosno zjenica. Uređaj koristi te dvije točke te je smjer pogleda vektor između tih dviju točaka koji uređaj proračunava iz milisekunde u milisekundu. Naime, fovealni je vid vrlo uzak u centru retine (1–2 stupnja vidnog polja), a pažnja neprestano usmjerava oko u prikupljanju vizualne informacije. Metoda praćenja pokreta oka koristi ovu činjenicu te se tako bilježe pokreti oka, što se prikazuje na zaslonu ispitivača, a nakon kalibracije na 9 ili više točaka na zaslonu (za detalje o metodi v. Matić Škorić i dr. 2025).

Oko čitatelja ne kreće se linearno po tekstu (slika 1). Ono pada na određene dijelove teksta (najčešće na dulje riječi koje nose semantičku informaciju) gdje se kratko zadržava prije nego „skoči“ na sljedeću točku na kojoj se opet zadrži. Točke na koje oko pada i zadržava se na njima nazivaju se točke fiksacije, dok se „skokovi“ nazivaju sakadama. Može se reći da su temeljne zavisne varijable metode praćenja pokreta oka broj i trajanje fiksacija te broj i amplituda sakada. Sakade mogu biti progresivne i regresivne, tj. mogu se kretati unaprijed po tekstu, ali mogu i vraćati oko na prethodne riječi u tekstu, ako je informacija koju sadrže ključna za razumijevanje teksta ili je u tekstu koji slijedi došlo do nerazumijevanja koje je regresijom potrebno razjasniti. Ne iznenađuje to što oko prikuplja informaciju tijekom fiksacije, no možda će iznenaditi podatak o tome da je oko tehnički „slijepo“ za vrijeme trajanja sakade. Naime, um prikuplja informaciju tijekom fiksacije te potom „baca“ pogled balistički prema mjestu sljedeće fiksacije gdje će prikupiti novu informaciju. Tekst preskočen u sakadi um će rekonstruirati, a dogodi li se da mu podatci iz fiksacija nisu dovoljni, doći će do regresije u kojoj će prikupiti informaciju koja nedostaje. Za vrijeme sakada mozak potiskuje vizualne informacije, što se naziva sakadička supresija (Matin 1974).



Slika 1. Prikaz praćenja pokreta oka pri čitanju teksta. Točke označavaju fiksacije, crte označavaju sakade (vidljive su i regresije). Veličina točke označava duljinu fiksacije (koja se izražava u milisekundama)

Fiksacije i sakade (kao i ostale mjere praćenja pokreta oka) predstavljaju mjerljivo ponašanje u ovoj paradigmi kojom se istražuje jezično ponašanje. One daju uvid u nevidljive procese kognitivne obrade (za detalje o metodi i mjerama v. Conklin i dr. 2018; Holmqvist i dr. 2011; Matić Škorić i dr. 2025; Rayner 1998). Tako duljina fiksacija govori o težini kognitivne obrade teksta, konkretnije o izvršavanju procesa kao što su dekodiranje ortografije i njezino mapiranje na fonologiju, leksički pristup, sintaktička obrada (integracija riječi u strukturu rečenice) i semantička integracija (konstrukcija značenja na razini teksta). Tako će duljina fiksacija biti veća u slučaju obrade nepoznate ili niskočestotne riječi, složene sintakse, potrebe razdvosmislenja značenja neke riječi i sl. Sakade govore o integraciji informacije odozgo-prema-dolje (iz konteksta na detalje u tekstu) te o učinkovitosti obrade. Dulje amplitude sakada govore o učinkovitoj obradi teksta jer odražavaju sposobnost čitatelja da preskoči predvidljive riječi, dok kraće amplitude sakada govore o lokalnijoj obradi i potrebi da se osloni na više detalja u tekstualnom unosu. Drušim riječima, fiksacije pokazuju koliko dugo um obrađuje tekstualnu informaciju,

a sakade koliko se teksta može obraditi u jednom koraku. Tako će iskusni čitači imati dulje amplitude sakada i kratke fiksacije, a oni manje vješti kraće amplitude sakada te dulje fiksacije (mjereno u milisekundama). No, ovi će se uzorci mijenjati s obzirom na strategiju čitanja koju čitatelj izabere kako bi postigao određeni cilj. Dodatna je bihevioralna mjera obrade i broj treptaja pri čemu veći broj treptaja tijekom čitanja upućuje na veći napor uložen u ovu aktivnost.

3. Stil čitanja u materinskom i stranom jeziku

Osim što upućuju na težinu kognitivne obrade, bihevioralni uzorci koji se mjere metodom praćenja pokreta oka daju uvid u stilove čitanja. Pritom je nužno razlikovati stil od strategije čitanja. Dok je stil osobna i nesvjesna karakteristika čitatelja, strategija je (polu)svjestan izbor čitatelja koji se opredjeljuje za način čitanja koji će mu najbolje pomoći postići zadani cilj (Manoli i Papadopoulou 2012). Taj cilj može biti čitanje s razumijevanjem u kojem je nužno zapamtiti detalje, ili se može raditi o traženju kakve ključne riječi. Jasno je da odabir strategije ipak može utjecati na varijable kojima se mjere stilovi čitanja pa je ovo dvoje teško u potpunosti odvojiti. Zato je važno koristiti se istim tekstom koji sudionici čitaju s istim ciljem pa će se odlučiti za iste strategije, a ispitivač će se moći usredotočiti na stil.

Što se tiče zavisnih varijabli dobivenih praćenjem pokreta oka kojima se opisuju stilovi čitanja, važno je istaknuti očekivanje da će se barem dvije jasno razlikovati između govornika materinskog i drugog jezika. Naime, s obzirom na to da odražavaju težinu kognitivne obrade, govornici drugog jezika imaju kraće amplitude sakada i dulje fiksacije, dok govornici materinskog jezika pokazuju dulje amplitude sakada, odnosno mogućnost da pogađaju (predviđaju) informaciju i lako je integriraju u sadržaj o čemu govore kraće fiksacije te manji broj regresija (Kuperman i dr. 2025). Uz zahtjevniju kognitivnu obradu u drugome jeziku, nužno je istaknuti i razlike u dubinama ortografije u ova dva jezika. Gledamo li ortografsku dubinu kao kontinuum hrvatski će se jezik smjestiti na jednom njegovom kraju kao jezik plitke i transparentne ortografije, dok će se engleski jezik smjestiti na suprotnom kraju kontinuumu kao jezik duboke i netransparentne ortografije (Katz i Frost 1992). Postavlja se pitanje imaju li čitatelji osobni stil koji zadržavaju u oba jezika.

4. Individualne razlike i prirodno čitanje teksta

Istraživanja jezične obrade sve više prate trenutni znanstveni trend bavljenja individualnim razlikama čitatelja. Napušta se nastojanje da se čitatelje grupira u

skupine s obzirom na mjerljive elemente u njihovoj obradi te ih se nastoji gledati kao pojedince s individualnim razlikama u jezičnom ponašanju. Pokušaj da se rezultate oslobodi nastojanja za uprosječenjem i poopćavanjem povezan je sa svojevrsnom krizom u psiholingvističkim istraživanjima rečenične obrade utemeljenoj u čestoj i frustrirajućoj nemogućnosti repliciranja istraživanja. Naime, uslijed utjecaja različite raspršenosti rezultata dolazi do paradoksa: što je mjereno svojstvo prediktivnije, to se ono čini nepouzdanijim; i obratno, što je svojstvo manje prediktivno, to se ono čini pouzdanijim. Primjerice ako su vrijednosti varijable amplitude sakade raspršene, odnosno, ako je veća standardna devijacija, nužno je veća i korelacija između rezultata testa i retesta. Ako je varijabla amplitude sakade manje raspršena, odnosno ima manju standardnu devijaciju, imat će i manju korelaciju između rezultata testa i retesta, odnosno rezultati će se činiti manje pouzdanim. Ovo je paradoks iz kojeg nema izlaza te je u literaturi poznat kao Hedgeov paradoks (Hedge i dr. 2018). A upravo se taj paradoks nalazi u srži ispitivanja individualnih razlika u pokretu oka.³

Kako bi se ispitale individualne razlike u novije se vrijeme koristi tzv. „prirodno“ čitanje teksta (što je prijevod već uvriježenog, pomalo nespretnog engleskog termina *natural reading*). Prirodno se čitanje u eksperimentalnim uvjetima suprotstavlja zadatcima u kojima se sudioniku nudi izolirana rečenica u kojoj se nalazi neka vrsta „zamke“ zbog koje sudionik mora u regresiju i sl. te se smatra da skupljanje podataka o čitanju prirodnog teksta ima veću ekološku valjanost nego što to imaju eksperimentalno kontrolirane podražajne rečenice. Zbog utjecaja konteksta trajanje fiksacija i ostalih varijabli kraće je jer ljudi brže čitaju prirodni tekst nego rečenicu pripremljenu za eksperimentalni podražaj. Dakle, metrika svih varijabli praćenja pokreta oka je drugačija, prirodnija te se tako prikupljaju korpusi podataka praćenja pokreta oka u kojima se obuhvaća do čak 40-ak zavisnih varijabli.

U statističkoj analizi istraživanja koja se usredotočuju na individualne razlike u čitanju sudionike se uzima kao slučajne varijable, što znači da se očekuju neka slučajna odstupanja od srednje vrijednosti varijable koja se mjeri. Međutim, što ako se pokaže neka sustavnost u tim odstupanjima? Tad bi se istraživač našao u situaciji koju je Sesardić (1983) opisao još 80-ih godina usporedivši takve nevaljane prosjeke s nekime tko bi zaključio da ljudi i hrčci prosječno žive 36 godina

³ Ova je tema u srži švicarsko-hrvatskog bilateralnog projekta (MeRID) MB: HRZZ-IP-CH-2022-04-3316, <https://www.croris.hr/projekti/projekt/8132#>

(70+2/2). Ali nema hrčka koji živi 36 godina pa ta vrijednost naravno ništa ne govori. Poruka je da ne valja raditi prosjek neke varijable ako odstupanja nisu slučajna. Zato je zamisao ovog istraživanja ispitati postoji li kakva sustavnost u individualnim razlikama između sudionika.

5. Cilj

Ovo se istraživanje temelji na ideji da različiti stilovi čitanja počivaju na individualnim razlikama čitatelja te da ih je moguće mjeriti i prikazati na temelju uobičajenih varijabli praćenja pokreta oka. Kako bi se pokazalo da je stil čitanja individualna i relativno stabilna karakteristika čitatelja, u ovom istraživanju koristi se prirodni proces čitanja na dvama jezicima, pri čemu jezik služi kao kontrolna varijabla; naime, očekuje se da će svaki dvojezični čitatelj zadržati svoj individualni stil čitanja u oba jezika, uz očekivane manje razlike do kojih dolazi zbog kognitivno ponešto napornije obrade engleskog jezika.

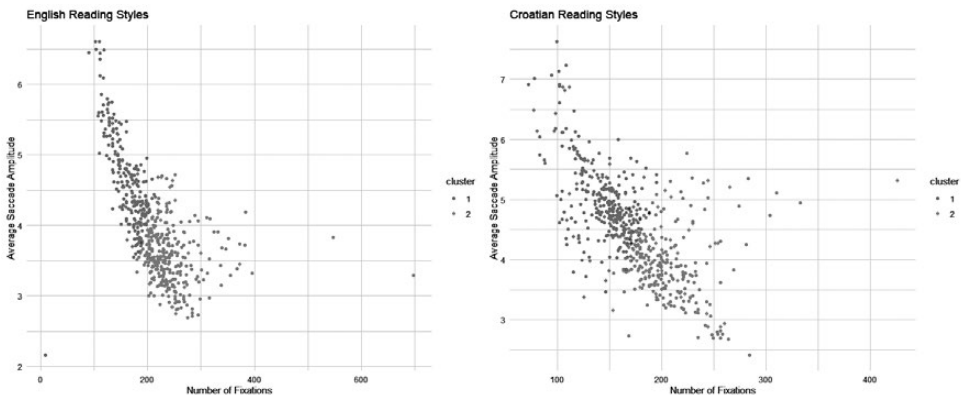
6. Metodologija

U istraživanju su dobrovoljno sudjelovala 52 sudionika, govornika hrvatskog kao materinskog i engleskog kao stranog jezika koji su u tom trenutku pohađali studij engleskog jezika. Mjerenje je pokreta oka provedeno u Laboratoriju za psiholingvistička istraživanja Sveučilišta u Zagrebu Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta (POLIN). Sudionici su dobili uputu o tome što se od njih očekuje te su znali da mogu odustati od sudjelovanja u bilo kojem trenutku. Pročitani su i potpisali dokument pisanog pristanka. Zatim su pristupili čitanju kratke priče Hectora Munroa Sakija *Pripovjedač* koja je bila predstavljena na 11 stranica na zaslonu računala u fontu *Courier New* veličine 16. Sudionici su sjedili na udaljenosti od 50 cm od zaslona što znači da su pojedino slovo vidjeli pod kutom od 0,35°. Za analizu su prihvaćena mjerenja kod kojih se preciznost u kalibraciji tijekom mjerenja zadržala ispod 0,40° što je omogućavalo preciznost praćenja pokreta oka na jedno do dva slova. Korišten je uređaj za praćenje pokreta oka SR Research EyeLink Portable Duo. Priča je prikazana na izvornom engleskom jeziku i u svojem objavljenom prijevodu na hrvatski jezik (Munro Saki 1984). Zbog tipoloških razlika među jezicima, tekstovi su se, jasno, ipak razlikovali. Engleski je tekst imao 1962 riječi, a hrvatski prijevod 1746; prosječna engleska riječ imala je 1,4 sloga, a hrvatska 2,1. Posljedice su ovo morfoloških razlika (npr. *to the boy* = 'dječaku'). Engleski je tekst imao 8933 slova, a hrvatski 8588, dakle prosječna engleska riječ bila je 4,6

slova duga, a hrvatska 5, s tim da je ta sličnost u ukupnom broju slova posljedica ortografske dubine, jer je u hrvatskom odnos grafema i fonema 1:1,1, a u engleskom 1:2,4. Ove se detalje nužno opisuje jer su to sve razlike koje donekle utječu na to kako ljudi dekodiraju tekst, pretvaraju vizualnu informaciju u fonološku da bi pročitali tekst u sebi pa onda to pretočili u sintaktičku, semantičku informaciju i sl. Sudionici su vlastitim tempom čitali tekstove znajući da ih na kraju čeka nekoliko pitanja razumijevanja koja su pripremljena kako bi se osiguralo da su se uistinu usredotočili na tekst. Sudionici su dva puta došli u laboratorij s razmakom od najmanje dva tjedna te su jednom čitali tekst na engleskom, a drugi put na hrvatskom jeziku, ili obratno.

7. Rezultati i diskusija

Pri obradi rezultata koristio se program R, tj. R Studio (R Core Team 2025). *K-Means Clustering* analizom (Maechler i dr. 2025) pronađene su dvije istaknute relevantne zavisne varijable: prosječna amplituda sakada i broj fiksacija. Za hrvatski i za engleski pronađeni su relativno slični uzorci. Analiza je pokazala veće razlikovanje grupa u hrvatskom nego u engleskom, naime u hrvatskom su više pomiješane srednje vrijednosti po sudioniku tih dviju skupina u koje su se grupirali rezultati (v. sliku 2).



Slika 2. Rezultati klaster analize. Prosječna amplituda sakada (klaster 1 – ispunjeni kružići) i broj fiksacija (klaster 2 – prazni kružići). Rezultati čitanja teksta prikazanog na engleskom jeziku na slici lijevo; na slici desno prikazani su rezultati čitanja hrvatskog teksta

Sudionici uglavnom zadržavaju sličan stil čitanja u oba svoja jezika. No, u engleskom oni ipak koriste nešto detaljnije strategije čitanja teksta što se vidi iz općenito većeg broja fiksacija ($N = 208,96$) i manjih amplituda sakada ($4,00^\circ$) nego što je slučaj u hrvatskom u kojem općenito manifestiraju veće amplitude sakada ($4,50^\circ$), manji broj fiksacija ($N = 173,12$) i puno je veća varijabilnost rezultata. Dakle, veće su individualne razlike među sudionicima u hrvatskom nego u engleskom, što se može pripisati njihovom stilu čitanja (tablica 1). Ističe se razlika u broju pogleda u područje interesa (tj. pojedinačne riječi) koji je za 15,5 % veći za engleski nego za hrvatski te tako odražava potrebu čitatelja da se više oslone na tekst, a manje na pretpostavke o tome što u njemu slijedi. Naime, manji broj fiksiranih područja interesa (riječi) označava veći broj preskakanja ostalih riječi u hrvatskom tekstu. Zanimljivo je primijetiti da je prosječno trajanje fiksacija u oba jezika prilično stabilna varijabla s razlikom od tek 0,12 % ms. S obzirom na ovaj rezultat nameće se interpretacija da su procesi leksičke obrade barem slični u oba jezika. Nužno je istaknuti veliku razliku u broju treptaja koja je čak za trećinu veća u engleskom nego u hrvatskom jeziku, a koja se smatra bihevioralnom mjerom težine kognitivne obrade.

Tablica 1. Relevantne varijable na temelju kojih su sudionici podijeljeni u dvije skupine u klaster analizi

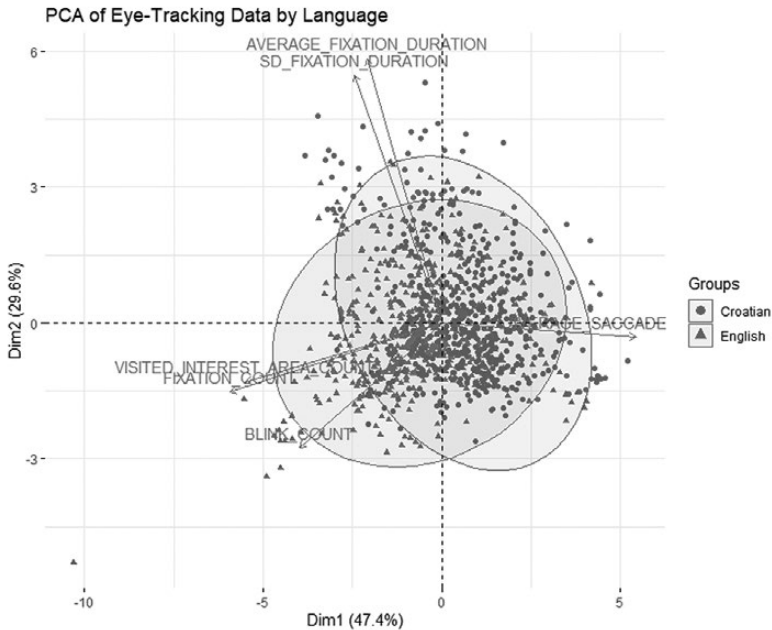
varijabla	hrvatski	engleski	razlika	postotak razlike
BROJ TREPTAJA	6,77	9,47	2,70	33,20
BROJ FIKSACIJA	173,12	208,96	35,83	18,76
BROJ POGLEDA U INTERESNU ZONU	113,14	132,26	19,13	15,59
PROSJEČNA AMPLITUDA SAKADE	4,50	4,00	0,50	11,69
SD TRAJANJA FIKSACIJE	82,89	80,25	2,64	3,24
PROSJEČNO TRAJANJE FIKSACIJE	200,11	199,87	0,24	0,12

Također, neki sudionici u hrvatskom pokazuju učinkovitost koja se očituje u vrlo malom broju fiksacija, čega nema u engleskom. Mogući razlozi za takve re-

zultate su razlika u jezičnoj složenosti i naravno, dobrom poznavanju jezika. Vrlo je vjerojatno da bogata morfologija hrvatskoga jezika pomaže vještim čitateljima da više predviđaju i više preskaču tekst (npr. *vidio sam lijepu ... + ženski rod, akuzativ*). Drugo je, jasno ortografija. Engleska netransparentna ortografija zahtijeva više leksičke obrade od transparentne hrvatske. Konačno, sudionicima je očekivano jednostavno ugodnije u njihovom materinskom jeziku, a preklapanje rezultata pokazuje da se ne radi o jasnim klasterima već o svojevrsnom kontinuumu.

Navedeni su zaključci u skladu s prethodnim istraživanjima. Tako Yan i suradnici (2014) na primjeru ujgurskoga pokazuju da morfološka struktura jezika utječe na programiranje sakada. Naime, morfološka struktura može utjecati na mogućnost predviđanja teksta koji slijedi, što korelira s duljinom amplitude sakada. Veća predvidljivost omogućuje dulju amplitudu sakada i posljedično, manji broj fiksacija; manja predvidljivost rezultira manjom amplitudom sakada te većim brojem fiksacija. Izravnu povezanost između predvidljivosti teksta (ne i morfologije) i duljine amplitude sakada donose Liu i suradnici (2018). Također ne iznenađuje to što se utjecaj transparentnosti ortografije na leksičku obradu smatra važnim jezično-specifičnim čimbenikom kad se uspoređuje zahtjevnost jezične obrade pri čitanju hrvatskog i engleskog jezika. Manje je zahtjevno ortografsko-fonološko rekodiranje u transparentnijim jezicima (Mauti i dr. 2023; Ziegler i Goswami 2005) poput hrvatskog. Ono što u ovdje predstavljenom istraživanju ipak iznenađuje je zapravo nepostojeća razlika u duljini fiksacija između engleskog (199,87 ms) i hrvatskog (200,11 ms) u kojoj bi se trebala odražavati kognitivna zahtjevnost leksičke obrade između ova dva jezika. Moguće je da veći broj fiksacija i kraće amplitude sakada nadomještaju ovu razliku u engleskom jeziku.

Rezultati upućuju na dva stila čitanja: onaj u kojem nalazimo manje fiksacija i dulje sakade i onaj u kojem nalazimo više fiksacija i kraće sakade. Odnosno, postoji negativna korelacija između prosječnog broja fiksacija i prosječne amplitude sakade po sudioniku. No, stilovi se pretaču kroz kontinuum. Te rezultate treba uzeti sa zrnцем soli zato što je pretpostavka za jednostavnu *K-means* analizu ta da rezultati budu sferični oko centara, grupirani u sferu, a ne po liniji. Stoga je dodatno načinjena analiza glavnih komponenti (*PCA, principal component analysis*) pomoću paketa *factoextra* (Kassambara i Mundt 2016). Pritom su svi rezultati smješteni u jedno polje te se ispitalo koje bi komponente mogle objasniti rezultate (slika 3).



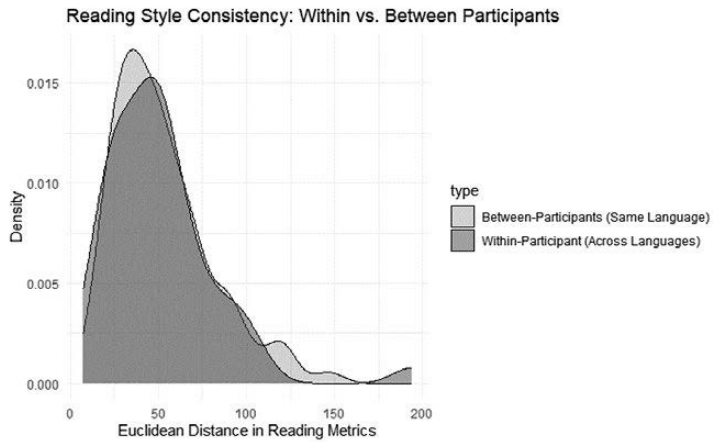
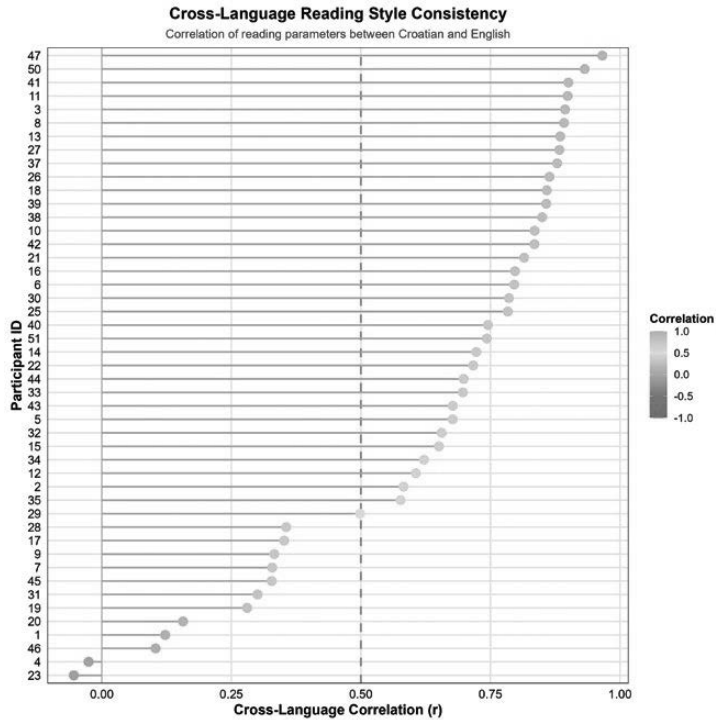
Slika 3. Rezultati analize glavnih komponenti. Dvije dimenzije: učinkovitost u čitanju nasuprot većem kognitivnom naporu. Rezultati čitanja teksta na hrvatskom jeziku prikazani su kružićima, dok su rezultati čitanja teksta na engleskom prikazani trokutićima

Na slici 3 jasno se ističu dvije dimenzije rezultata. Prva dimenzija može se interpretirati kao učinkovitost u čitanju. Lijevo se grupiraju rezultati, koji se vezuju uz čitanje na engleskom jeziku, gdje je više fiksacija i više posjećenih područja interesa. S desne se strane nalaze rezultati vezani uz hrvatski jezik gdje je vidljiva veća amplituda sakada i dulje trajanje fiksacija. Ovo je očekivano s obzirom na razlike u uzorcima varijabli praćenja pokreta oka u čitanju materinskog i stranog jezika, koje se ipak, kako raste vrsnost u drugom jeziku smanjuju te čitanje drugog jezika postaje sličnije čitanju prvog jezika (Berzak i Levy 2023). Frekvencija treptaja pokazala se kao prva glavna komponenta u grupiranju rezultata. Sudionici su više treptali pri čitanju teksta na engleskom jeziku što upućuje na to da su ulagali veći kognitivni napor u čitanje (npr. Hershman i dr. 2024). Pri čitanju teksta na hrvatskom jeziku manje je treptanja što upućuje na manji kognitivni napor. Potrebno je primijetiti da dolazi do dosta preklapanja u rezultatima čitanja hrvatskog

i engleskog teksta što ipak upućuje na zadržavanje individualnog stila čitanja u oba jezika, uz razlike uzrokovane većim ili manjim intenzitetom uložene kognitivnog napora.

Druga je dimenzija kvalitete. Na dnu grafikona prikazani su rezultati sudionika koji su sustavnije i detaljnije pratili tekst, a na vrhu su oni koji su ga više preskali, odnosno vještije su rekonstruirali informaciju. Pri čitanju teksta na hrvatskom rezultati pokazuju veću amplitudu sakada, što upućuje na bolje predviđanje teksta koji slijedi, a što je tipično za materinski jezik. Vidljiva vertikalna raspršenost rezultata označava veću raznolikost u stilovima čitanja u hrvatskom jeziku, što se može pripisati individualnom stilu čitatelja. Engleski ipak pokazuje manju varijabilnost, što se može pripisati uloženom kognitivnom naporu (Tywoniw 2023) i aktivaciji strategija čitanja kognitivno zahtjevnijeg teksta. Dakle, uzorci čitanja na engleskom jeziku upućuju na zahtjevniju kognitivnu obradu, više pažnje i manje samopouzdanja pri čitanju teksta.

Kako je cilj ovoga rada bio usredotočiti se na mogućnost postojanja individualnih razlika u stilovima čitanja, pri čemu se očekivalo da će se taj stil manifestirati u čitanju na materinskom (hrvatskom), ali i drugom (engleskom) jeziku u kojemu su sudionici vrsni, prikazuje se konzistentnost stila unutar sudionika (a između njihovih jezika) kao i između sudionika (slike 4 i 5). Za te je potrebe napravljen t-test kojim su uspoređene distribucije rezultata između različitih sudionika (u istom jeziku) i unutar sudionika (između njihovih rezultata u hrvatskom i engleskom jeziku) ($t(51) = -0,21$, $p = 0,83$). Nema razlike između promatranih distribucija te korelacija između jezika ($r = 0,631$) potvrđuje činjenicu da sudionici imaju svoj osobni stil čitanja koji zadržavaju bez obzira na to na kojem jeziku čitaju. Osim toga, 51 % sudionika pokazuje visoku konzistenciju ($r > 0,7$) između engleskog i hrvatskog, dok njih 13 % pokazuje nisku konzistenciju ($r < 0,3$). Rezultati upućuju na to da za ova dva jezika ne postoje karakteristični stilovi specifični za jedan ili drugi jezik, odnosno stil čitanja ovisi o pojedincu a ne o jeziku koji on čita.



Slika 4. i 5. Konzistentnost u stilovima čitanja. Individualni se stil „prenosi“ preko granice jezika

Individualna varijabilnost sugerira veliko preklapanje između jezika i, iako postoje trendovi koji su karakteristični za pojedini jezik, preklapanja pokazuju da individualni stilovi čitanja zapravo variraju. Drugim riječima, čini se da postoje individualne razlike u stilovima čitanja, a one se ipak manifestiraju u temeljnim zavisnim varijablama praćenja pokreta oka; konkretno amplitudi sakade i duljini fiksacije. Iako namjera nije bila okrupniti rezultate ni na koji način, oni su se prirodno, ali i očekivano, okupili prema ove dvije varijable.

8. Zaključak

Zaključak ovog istraživanja je da varijabilnost u rezultatima praćenja pokreta oka pri čitanju teksta na hrvatskom kao materinskom i engleskom kao drugom jeziku nije slučajna te da u hrvatskom ima više varijabilnosti nego u engleskom. Iako se nije nastojalo grupirati rezultate oni su se prirodno okupili u dvije skupine prema varijablama duljine amplitude sakada i trajanju fiksacija. U engleskom dva klastera učinkovitosti i kognitivnog napora dobro razdvajaju čitatelje s različitim stilovima čitanja. Ovaj rezultat nije neočekivan jer svi sudionici imaju sličnu povijest učenja engleskog i sličnu razinu u tom jeziku. U hrvatskom su neki bolji, a neki lošiji čitatelji te raspršeniji rezultati odražavaju različite individualne stilove, što je moguće objasniti njihovim većim ili manjim iskustvom u čitanju općenito. Potrebno je dodati i to da bogata morfologija hrvatskog jezika omogućuje učinkovito predviđanje teksta koji slijedi.

Literatura

- Berzak, Yevgeni; Levy, Roger (2023) „Eye Movement Traces of Linguistic Knowledge in Native and Non-Native Reading.“ *Open Mind (Camb)* 5 (7): 179–196. doi: 10.1162/opmi_a_00084
- Conklin, Kathy; Pellicer-Sánchez, Ana; Carrol, Gareth (2018) *Eye-Tracking: A Guide for Applied Linguistics Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hedge, Craig; Powell, Georgina; Sumner, Petroc (2018) „The reliability paradox: Why robust cognitive tasks do not produce reliable individual differences.“ *Behavior Research Methods* 50 (3): 1166–1186. doi: 10.3758/s13428-017-0935-1
- Hershman, Ronen; Share, David L.; Weiss, Elisabeth M.; Henik, Avishai; Schechter, Adi (2024) „Insights from Eye Blinks into the Cognitive Processes Involved in Visual Word Recognition.“ *J Cogn.* 7 (1): 14. doi: 10.5334/joc.343

- Holmqvist, Kenneth; Nyström, Marcus; Andersson, Richard; Dewhurst, Richard; Jarodzka, Halszka; Van de Weijer, Joost (2011) *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University Press.
- Hu, Xin; Aryadoust, Vahid (2024) „A Systematic Review of Eye-Tracking Technology in Second Language Research.“ *Languages* 9 (4): 141–191. doi: 10.3390/languages9040141
- Kassambara, Alboukadel; Mundt, Frédéric (2016) „Factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses.“ *CRAN: Contributed Packages*.
- Katz, Len; Frost, Ram (1992) „The reading process is different for different orthographies: The orthographic depth hypothesis.“ *Advances in Psychology* 94: 67–84. doi: 10.1016/S0166-4115(08)62789-2
- Kuperman, Victor; Schroeder, Sascha; Acartürk, Cengiz; Agrawal, Niket; Alexandre, Dominick M.; Bolliger, Lena S.; Brassler, Jan; Campos-Rojas, César; Drieghe, Denis; Filipović Đurđević, Dušica; Vinicius Gadelha de Freitas, Luiz; Goldina, Sofya; Ibáñez Orellana, Romualdo; Jäger, Lena A.; Jóhannesson, Ómar I.; Khare, Anurag; Kharlamov, Nik; Knudsen, Hanne B. S.; Kristjánsson, Árni ... Siegelman, Noam (2025) „New data on text reading in English as a second language.“ *Studies in Second Language Acquisition* 47 (2): 677–695. doi: 10.1017/S0272263125000105
- Liu, Yanping; Guo, Siyuan; Yu, Lei; Reichle, Erik D. (2018) „Word predictability affects saccade length in Chinese reading: An evaluation of the dynamic-adjustment model.“ *Psychon Bull Rev* 25 (5): 1891–1899. doi: 10.3758/s13423-017-1357-x
- Maechler, Martin; Rousseeuw, Peter; Struyf, Anja; Hubert, Mia; Hornik, Kurt (2025) „Cluster Analysis Basics and Extensions.“ <https://CRAN.R-project.org/package=cluster> (pristup 30. 9. 2025.).
- Manoli, Polyxeni; Papadopoulou, Maria (2012) „Reading Strategies Versus Reading Skills: Two Faces of the Same Coin.“ *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 46: 817–821. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.05.205
- Matić Škorić, Ana; Pavlinušić Vilus, Eva; Cergol, Kristina; Palmović, Marijan (2025) „Eye-tracking in Language Research.“ U *Reference Collection in Social Sciences*. Elsevier Ltd. ISBN 9780443157851. doi: 10.1016/B978-0-323-95504-1.00589-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323955041005895> (pristup 30. 9. 2025.).
- Matin, Ethel (1974) „Saccadic suppression: a review and an analysis.“ *Psychological Bulletin* 81 (12): 899. doi: 10.1037/h0037368
- Mauti, Marika; Marinelli, Chiara Valeria; O'Connor, Richard J.; Zoccolotti, Pierluigi; Martelli, Marialuisa (2023) „Decision time sin orthographic processing: a cross-linguistic study.“ *Exp Brain Res* 241 (2): 585–599. doi: 10.1007/s00221-022-06542-0

- Meng, Qingli; Rawian, Rafizah Mohd (2025) „The Research of Eye-Tracking (ET) Technology in English Reading of University Students: A Systematic Literature Review.“ *Forum for Linguistic Studies* 7 (8): 41–57. doi: 10.30564/fls.v7i8.10174
- Munro Saki, Hector Hugo (1984) *Sredni Vashbar i druge priče*. Zagreb: Znanje.
- R Core Team. (2025) „A Language and Environment for Statistical Computing.“ Vienna, Austria: R Foundation. <https://www.R-project.org/> (pristup 14. 5. 2025.).
- Rayner, Keith (1998) „Eye movements in reading and information processing: 20 years of research.“ *Psychological Bulletin* 124 (3): 372–422. doi: 10.1037/0033-2909.124.3.372
- Sesardić, Neven (1983) Prilog kritici marksističke utopije. *Filozofske studije* XV: 43–96.
- Tywoniw, Rurik (2023) „Compensatory effects of individual differences, language proficiency, and reading behaviour; an eye-tracking study of second language reading assessment.“ *Frontiers in Communication* 8. doi:10.3389/fcomm.2023.1176986
- Yan, Ming; Zhou, Wei; Shu, Hua; Yusupu, Rizwangul; Miao, Dongxia; Krügel, André; Kliegl, Reinhold (2014) „Eye movements guided by morphological structure: evidence from the Uighur language.“ *Cognition* 132 (2): 181–215. doi: 10.1016/j.cognition.2014.03.008
- Ziegler, Johannes C.; Goswami, Usha (2005) „Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: a psycholinguistic grain size theory.“ *Psychol Bull* 131 (1): 3–29. doi: 10.1037/0033-2909.131.1.3

Reading styles reflected in eye-tracking variables: evidence from Croatian and English

Abstract

This study is based in the idea that different reading styles rest upon the readers' individual differences and that they may be grouped based on the usual eye-tracking variables. In order to show that a reading style is a reader's individual and rather stable feature, this study makes use of a natural reading process performed in two languages whereby language serves as a control; it is expected that each bilingual reader will keep their individual reading style across languages.

A total of 52 participants read a 11-page long story in the English language and its translation into Croatian. The recordings were performed by means of a SR Eyelink Portable Duo eye-tracker. The observed eye-tracking variables included fixation count and duration, saccade count and amplitude, and blink count. The results of the cluster analysis seem to initially group participants into two reading

styles whereby one group seems to follow a short fixation – long saccade pattern, while the other one fits the long fixation – short saccade model, even though this does not seem to be entirely stable across languages since reading a second language requires investment of a greater cognitive effort into the reading process which is reflected in the collected data. Still, the obtained result pattern seems to suggest that more skilled and faster readers are faster to collect data from the fixated points in the text and reconstruct the text on the basis of less actual input.

Keywords: reading styles; Croatian; English; eye-tracking; cognitive effort.