

# Web okruženje za ocjenjivanje čitljivosti tekstualnih odlomaka

---

**Dubravac, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:300057>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-29**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

**Sveučilišni studij**

**WEB OKRUŽENJE ZA OCJENJIVANJE ČITLJIVOSTI  
TEKSTUALNIH ODLOMAKA**

**Diplomski rad**

**Marko Dubravac**

**Osijek, 2024.**

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMATIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**Obrazac D1: Obrazac za ocjenu diplomskog rada na sveučilišnom diplomskom studiju****Ocjena diplomskog rada na sveučilišnom diplomskom studiju**

<b>Ime i prezime pristupnika:</b>	Marko Dubravac
<b>Studij, smjer:</b>	Sveučilišni diplomski studij Računarstvo
<b>Mat. br. pristupnika, god.</b>	D1280R, 07.10.2022.
<b>JMBAG:</b>	0165081490
<b>Mentor:</b>	doc. dr. sc. Krešimir Romić
<b>Sumentor:</b>	
<b>Sumentor iz tvrtke:</b>	
<b>Predsjednik Povjerenstva:</b>	doc. dr. sc. Hrvoje Leventić
<b>Član Povjerenstva 1:</b>	doc. dr. sc. Krešimir Romić
<b>Član Povjerenstva 2:</b>	doc. dr. sc. Ivana Hartmann Tolić
<b>Naslov diplomskog rada:</b>	Web okruženje za ocjenjivanje čitljivosti tekstualnih odlomaka
<b>Znanstvena grana diplomskog rada:</b>	<b>Obradba informacija (zn. polje računarstvo)</b>
<b>Zadatak diplomskog rada:</b>	Zadatak je razviti web okruženje za provedbu ocjenjivanja čitljivosti tekstualnih odlomaka s obzirom na font. Potrebno je omogućiti ocjenjivanje od strane više ispitanika za više različitih fontova. Implementirati mogućnost subjektivnog ocjenjivanja te mjerenje brzine čitanja odlomka. Rezultate spremati na adekvatan način u bazu podataka te omogućiti izvoz istih kako bi se vršila daljnja analiza. Korištenjem razvijenog okruženja provesti ocjenjivanje čitljivosti s najmanje 10 ispitanika i najmanje 5 različitih fontova te prikazati rezultate. Tema rezervirana za: Marko Dubravac
<b>Datum ocjene pismenog dijela diplomskog rada od strane mentora:</b>	20.09.2024.
<b>Ocjena pismenog dijela diplomskog rada od strane mentora:</b>	Izvrstan (5)
<b>Datum obrane diplomskog rada:</b>	30.9.2024.
<b>Ocjena usmenog dijela diplomskog rada (obrane):</b>	Izvrstan (5)
<b>Ukupna ocjena diplomskog rada:</b>	Izvrstan (5)
<b>Datum potvrde mentora o predaji konačne verzije diplomskog rada čime je pristupnik završio sveučilišni diplomski studij:</b>	30.09.2024.



**FERIT**

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA  
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

## IZJAVA O IZVORNOSTI RADA

Osijek, 30.09.2024.

**Ime i prezime Pristupnika:**

Marko Dubravac

**Studij:**

Sveučilišni diplomski studij Računarstvo

**Mat. br. Pristupnika, godina upisa:**

D1280R, 07.10.2022.

**Turnitin podudaranje [%]:**

6

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Web okruženje za ocjenjivanje čitljivosti tekstualnih odlomaka**

izrađen pod vodstvom mentora doc. dr. sc. Krešimir Romić

i sumentora

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija.

Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis pristupnika:

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PREGLED PODRUČJA RADA</b> .....	2
<b>3. ČITLJIVOST TEKSTA U DIGITALNOM OKRUŽENJU</b> .....	4
<b>3.1. Faktori koji utječu na čitljivost u digitalnom okruženju</b> .....	4
<b>3.2. Razlike kod generičkih obitelji fontova</b> .....	6
<b>4. WEB OKRUŽENJE ZA OCJENJIVANJE ČITLJIVOSTI</b> .....	8
<b>4.1. Korištene tehnologije</b> .....	8
<b>4.2. Arhitektura aplikacije</b> .....	9
<b>4.3. Implementacija</b> .....	12
<b>4.3.1. Poslužiteljska strana aplikacije</b> .....	13
<b>4.3.2. Klijentska strana aplikacije</b> .....	19
<b>5. EKSPERIMENT</b> .....	26
<b>5.1. Ulazni podaci i ispitanici</b> .....	26
<b>5.2. Izlazni podaci</b> .....	27
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	33
<b>LITERATURA</b> .....	34
<b>ABSTRACT</b> .....	36
<b>ŽIVOTOPIS</b> .....	37

# 1. UVOD

Svakodnevnim porastom korištenja digitalnih tehnologija za čitanje i pisanje, postavlja se pitanje: koji faktori utječu na lakoću čitanja, pisanja i razumijevanja digitalnih tekstova? Nedvojbeno, jedan od tih faktora je način na koji je slovo prikazano na zaslonu. Cilj ovog istraživanja je izmjeriti učinke obitelji i vrste fonta na sposobnost brzine čitanja i razumijevanja pročitane teksta prikazanog na zaslonu računala. Način na koji se to želi postići je pomoću web aplikacije koja olakšava postupak izrade i provođenja eksperimenta. Čitljivost teksta na zaslonu, odnosno u digitalnom okruženju, važna je kako bi se osiguralo učinkovito angažiranje s danim medijima te kako bi pisac mogao uspješno prenijeti svoju ideju na čitatelja. Informacija je vrijedna samo ako se može razumjeti [1].

Rad je sastavljen od tri dijela; teorijskog, opisa aplikacije i eksperimentalnog. Drugo poglavlje pruža uvid u radove koji daju različite poglede na čitljivost u digitalnim okruženjima. U trećem poglavlju opisana je teorijska podloga čitljivosti u digitalnim okruženjima. Također, treće poglavlje daje i razlike kod generičkih obitelji fontova. Opis razvijenog web okruženja za ocjenjivanje čitljivosti pruženo je u četvrtom poglavlju. Peto poglavlje pruža uvid na provedeni eksperiment, čiji su rezultati grafički prikazani.

## 2. PREGLED PODRUČJA RADA

Autori u [2] navode kako se tekstovi mogu razumjeti kao skupovi slova i riječi koji su tiskani ili prikazani određenim stilom i veličinom, te da su oni glavni element za prenošenje informacija diljem kultura što je bio važan element pri učenju. U današnje vrijeme digitalizacije, brojnim ljudima preferirani način pisanja i čitanja, odnosno, prenošenja informacija je u digitalnom obliku, bilo to na zaslonu mobilnog uređaja ili računala.

Za istraživanje [3] prikupljeno je prvih 20 rezultata iz 20 različitih tema i upotrijebljeno je nekoliko metrika čitljivosti. Rezultati analize pokazali su da sadržaj organizacija (poput fakulteta i drugih institucija) i sadržaj vezan za zdravlje imaju nižu razinu čitljivosti, dok sadržaj o video-igrama i kućanstvu ima višu razinu čitljivosti. Autori su procijenili da je u prosjeku potrebno najmanje 13 godina obrazovanja za razumijevanje cjelokupnog sadržaja stranica. U istraživanju [4] o digitalnim naspram tradicionalnih materijala u učenju engleskog jezika provedenom u ožujku 2024. godine, autori navode kako je 70% studenata izjavilo da koriste digitalne materijale za učenje dok 60% studenata preferira digitalne materijale naspram tradicionalnih udžbenika.

Zbog porasta čitanja i pisanja sadržaja s digitalnih zaslona provedena su brojna istraživanja na temu što utječe na čitljivost digitalnih tekstova. Zaključak je da postoje faktori i dizajnerske odluke koje utječu na upotrebljivost digitalnog sadržaja. Različiti istraživači su pokušali kategorizirati te web faktore. U online članku [5] od strane Nyx Ditech-a, autori su razgradili čitljivost na pet kategorija, a to su tip slova, pozadina, bijeli prostor, vizualna hijerarhija i način pisanja teksta. U disertacijskom radu [6], Ivory predstavlja 157 točnih i kvantitativnih mjera na razini web stranice i web mjesta. To su faktori koji procjenjuju brojne aspekte web sučelja, uključujući količinu teksta na stranici, upotrebu boja i dosljednost. Te je faktore dodatno kategorizirao u različite klase kao što su elementi teksta, elementi veze, grafički elementi, formatiranje teksta, oblikovanje veza, grafičko oblikovanje i brojne druge. Hussain i drugi, u istraživanju [1] o faktorima koji utječu na korisnike raznih dobnih skupina, analizirali su osam faktora čitljivosti, a to su kontrast boja, bijeli prostor, razmak linija, stil fonta, veličina fonta, širina teksta, naslovi, grafike i animacije. U radu [7], autori navode kako web stranice s niskom razinom čitljivosti udaljuju čitatelje od sadržaja, dok stranice s visokom razinom čitljivosti omogućuju korisnicima učinkovito čitanje i dobivanje informacija iz sadržaja. Također, navode veličinu fonta, stil, kontrast boja, podcrtavanje, praznine, prored, širinu riječi, duljinu rečenica, grafički sadržaj, tekstove u grafičkom sadržaju i položaj

grafičkog sadržaja kao izazove koji utječu na čitljivost web sadržaja i kako oni imaju veliki utjecaj na korisnike.

U svom istraživanju o učincima vrste fonta i razmaka teksta za online čitljivost [2], autori su zahtijevali od studenata da pročitaju četiri odlomka slične dužine i težine s različitim vrstama slova i različitim razmacima. Pratili su vrijeme čitanja kako bi utvrdili koja vrsta fonta, Times New Roman (serif) ili Verdana (sans-serif), i uz koji razmak se lakše i brže čita. Nakon toga, pružili su kviz o razumijevanju kako bi shvatili koji je sadržaj doista čitljiviji. Rezultati su pokazali da postoji značajna razlika između čitljivosti serif i sans-serif fonta. Nalazi njihovog istraživanja upućivali su na to da je tip fonta Verdana najbolji izbor za prikaz dugog teksta na zaslonu.



### 3. ČITLJIVOST TEKSTA U DIGITALNOM OKRUŽENJU

Čitljivost je važan aspekt bilo kojeg teksta, kako u tradicionalnim medijima kao što su novine i knjige, tako i u digitalnim okruženjima. To je svojstvo koje svaki tekst čini lakim ili teškim za čitanje, razumijevanje i pamćenje. Kada korisnici stupaju u interakciju sa sadržajem na webu, važno je da pisani tekst ostane što je moguće jasniji i jednostavniji kako bi informacije mogao razumjeti što širi raspon publike. Dakle, što je web sadržaj čitljiviji, to je veći doseg publike [8]. U ovom će poglavlju biti objašnjeni faktori koji utječu na čitljivost u digitalnom okruženju, kao i razlike među generičkim obiteljima fontova.

#### 3.1. Faktori koji utječu na čitljivost u digitalnom okruženju

Na čitljivost teksta u digitalnom okruženju utječu brojni faktori. Neki od njih su [1]:

- kontrast boja,
- praznine,
- prored,
- font (tip i stil),
- veličina slova,
- širina teksta,
- naslovi,
- upotreba grafika i animacija.

Kontrast boja odnosi se na razliku u svjetlini između teksta i pozadinskih elementa. To je važan faktor prilikom čitanja digitalnog sadržaja jer je lako uočljiv, izaziva smetnje i loš kontrast boja na web stranici smatra se jednim od glavnih razloga zbog kojeg korisnici napuštaju web stranice u prvih nekoliko sekundi.

Pod prazninama se smatra prazan prostor oko sadržaja i funkcionalnih elemenata web stranica. One su ključne kod web stranica koje imaju puno teksta jer olakšavaju čitanje. Praznine pomažu uravnotežiti velike količine teksta i pomažu korisnikovim očima da prelaze preko sadržaja. Također, nude razdvajanje među komponentama u izgledu koje sadrže vizualne prikaze i tekst. Praznine mijenjaju izgled stranice i preporučuju se za visoku čitljivost. Obično bi trebale biti oko zaglavlja, ugrađenih figura i odlomaka.

Prored je vertikalna udaljenost između redova teksta. Trenutno ne postoje posebne smjernice za prored. Preglednici imaju zadani prored u odnosu na veličinu fonta. Prored od 1.0 iznosi 120% veličine fonta. Praksa nalaže da je baš prored od 1.0 općenito najčitljiviji i ne zahtjeva dodatne troškove na razumijevanje [9]. Iako prored nema značajnog utjecaja na čitljivost, ekstremni razmaci (0.8 ili 1.8) negativno utječu na objektivno i subjektivno razumijevanje teksta [10].

Font je skup slova koji su tiskani ili prikazani u određenom stilu i veličini [2]. Iako postoji razlika između tipa slova i fonta, ta dva naziva se koriste naizmjenično kroz literaturu, uz to engleski naziv za tip slova (engl. *typeface*) često se prevodi kao font. Tip slova je naziv za obitelj tipova, odnosno, za niz dizajna slova koji su varijacije jednog osnovnog stila abecede. Fontom se smatra točno određena varijacija tipa slova, što uključuje njegovu veličinu i težinu. Nisu svi fontovi dostupni ili podržani na svim operativnim sustavima i internetskim preglednicima. Postoji pet generičkih obitelji fontova koje CSS dopušta kao osnovne vrijednosti na web stranicama ukoliko definirani font nije dostupan ili podržan, a to su: serif, sans-serif, monospace, cursive i fantasy. Operativni sustavi imaju definirane osnovne vrijednosti za generičke obitelji fontova. Na tablici 3.1. prikazane su osnovne vrijednosti generičkih fontova operativnih sustava.

Tablica 3.1. Fontovi po operativnim sustavima

<b>Operativni sustav</b>	<b>Serif</b> [11]	<b>Sans-serif</b> [12]	<b>Monospace</b> [13]	<b>Cursive</b> [14]	<b>Fantasy</b> [14]
<b>Windows</b>	Times New Roman	Segoe UI	Consolas	Comic Sans MS	Impact
<b>MacOS</b>	Times	San Francisco ili Helvetica	SF Mono	Apple Chancery	Papyrus
<b>Ubuntu</b>	Times New Roman	Ubuntu	DejaVu Sans Mono	Comic Sans MS	Impact
<b>Android</b>	Noto Serif	Roboto	Roboto Mono	Dancing Script	Noto Serif
<b>iOS</b>	Times New Roman	San Francisco ili Helvetica	Nije naveden	Snell Roundhand	Papyrus

Kako bi tekst bio čitljiv potrebno je imati i odgovarajuću veličinu slova. Osnovna veličina slova internetskih preglednika iznosi 16 piksela, 12 točaka (engl. *points* ili *pt*) ili jedan em. Veličine slova kao što su od 18 do 26 točaka pomažu poboljšati čitljivost kod čitanja sa zaslona, a to se posebno odnosi na osobe s disleksijom ili osobe s nižom razinom oštećenja vida.

Predlaže se izbjegavanje duljine jednog retka teksta preko cijelog zaslona za digitalne dokumente, osobito kod velike količine teksta. Za odrasle osobe predlaže se prikazivanje približno 65 do 75 znakova po retku [15]. Djeca preferiraju što užu širinu teksta.

Naslovi i podnaslovi znatno poboljšavaju čitljivost web sadržaja tako što pomažu čitateljima da otkriju točne teme i materijale, a korištenje grafika i animacija može poboljšati čitljivost teksta u digitalnom okruženju kod mlađih ljudi. Animirani tekst i grafika uznemiruju starije osobe, izazivajući im pri tome osjećaj neugodnosti i čitljivost im se značajno smanji [1].

### **3.2. Razlike kod generičkih obitelji fontova**

Times New Roman je najčešći osnovni tip slova kod popularnih alata za obradu teksta te su zbog toga ljudi i najbolje upoznati s njim. Radi se o tipu slova koji je dio serif generičke obitelji tipova slova. Serif je naziv za mali potez na rubovima svakog slova. Podrijetlo serif tipa slova je diskutabilno jer se radi o prvom poznatom tipu slova. Zbog svoje povijesti smatraju se tradicionalnim pismom i daju dojam formalnosti i elegantnosti [16].

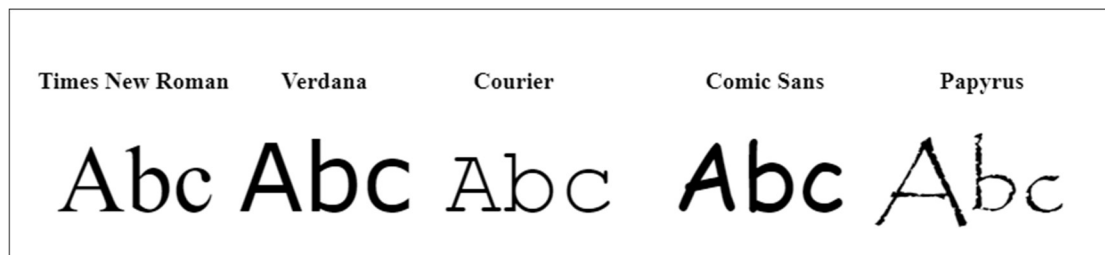
Brojni dizajneri smatraju da sans-serif tipovi slova, kao što su Arial i Verdana, imaju bolju čitljivost sa zaslona, posebno u malim veličinama. Neki sans-serif fontovi su stvoreni za poboljšanje čitljivosti na računalo. Sans dio imena dolazi iz francuskog jezika i znači „bez“. Mogu se prepoznati po čistim linijama, odnosno bez malih poteza na krajevima ili serifa. Stvaraju moderni i minimalistički dojam.

Monospace ili tipovi slova s jednakim razmakom su ona slova kod kojih svi ili većina znakova zauzima jednaku količinu horizontalnog prostora. Uređivači koda prema zadanim postavkama koriste monospace tipove slova. Izvorno su napravljeni za korištenje kod pisacih strojeva. Postoji nekoliko stilskih dodira na znakovima koji služe kako bi se osigurala jednaka širina slova, kao što su serifi na krajevima malog slova „i“ ili jako suženo malo slovo „m“. Najpoznatiji primjeri monospace tipova slova su Courier i Roboto Mono.

Cursive tipovi slova, kao što su Comic Sans i Apple Chancery, su oni koji imitiraju ljudsko pisano pismo. Naziv „cursive“ proizlazi iz latinske riječi za trčanje i odnosi se na to što su slova koja su napisana ovim tipom spojena. Oni su posebna vrsta koja nastaje kombinacijom linija i krivulja. Koriste se za stvaranje elegantnog, rukom pisanog izgleda u dokumentima i internetskim stranicama.

Dinamični tipovi slova koji se razlikuju od ostalih standardnih tipova spadaju pod fantasy generičku obitelj tipova slova. Njihov stil je često pretjeran i tipičan za plakate i neobične teme. Najbolje je štedljivo koristiti ovaj tip slova i to za naslove ili ukrasni tekst. Najpoznatiji fantasy tipovi slova su Impact i Papyrus.

Na slici 3.1. uspoređeni su najčešći fontovi iz generičkih obitelji gdje se može vidjeti serif na slovima Times New Romana, moderni izgled Verdane, jednaka širina slova kod Couriera, prirodne nepravilnosti kod Comic Sansa i jedinstvenost Papyrusa zbog koje se ne može svrstati u druge obitelji.



Slika 3.1. Usporedba tipova slova

Nekim ljudima je teško čitati serifne fontove jer odvlače pažnju očiju i mozga od cjelokupnog oblika slova. Također, korištenje serifnih fontova u digitalnim publikacijama može biti problematično jer pikselizacija na zaslonu može iskriviti serif, uzrokujući zamagljivanje riječi oko rubova. U pravilu, sans-serif fontovi se lakše čitaju sa zaslona, iako nema svaki sans-serif istu razinu čitljivosti. Monospace fontovi također su laki za čitanje, ali zahtijevaju više prostora i ne izgledaju privlačno. Cursive fontovi općenito su teži za čitanje te su loš izbor u smislu upotrebljivosti ili pristupačnosti. Fantasy fontovi prvenstveno su dekorativni i nisu dizajnirani da se koriste kao glavni font za dugačke tekstove. Općenito su loš izbor za sadržaj u smislu čitljivosti.

## 4. WEB OKRUŽENJE ZA OCJENJIVANJE ČITLJIVOSTI

Web okruženje za ocjenjivanje čitljivosti zamišljeno je kao aplikacija pomoću koje administratori mogu na temelju svojih ili već definiranih tekstova i fontova generirati ankete vezane za čitljivost teksta. Nakon kreiranja ankete, administratori mogu provoditi istraživanja povezana s čitljivosti teksta na vlastitim ispitanicima. Ocjena čitljivosti teksta kroz platformu može biti temeljena na vremenu koje je potrebno da se tekst pročita ili na subjektivnom mišljenju ispitanika. U svrhu provođenja eksperimenta za ovaj rad kreirana je jednostavna anketa. Ovo poglavlje pružit će objašnjenje korištenih tehnologija, arhitekture aplikacije i procesa implementacije.

### 4.1. Korištene tehnologije

Poslužiteljski dio okruženja napravljen je koristeći Spring Boot, odnosno Spring radni okvir i napisan je u Java programskom jeziku. Spring Boot je alat za razvijanje web aplikacija i mikro servisa sa Spring radnim okvirom. Čini razvoj bržim i lakšim kroz tri temeljne mogućnosti, a to su:

- auto konfiguracija,
- predefiniрани pristup konfiguraciji,
- sposobnost stvaranja samostalnih aplikacija.

Ove značajke služe kako bi se pružio alat za postavljanje aplikacija zasnovanih na Spring radnom okviru s minimalnom konfiguracijom i postavljanjem. Java je široko korišten programski jezik za kodiranje web i mobilnih aplikacija. Java je više-platfomski, objektno orijentirani i mrežno usredotočen jezik koji se može koristiti kao platforma sam po sebi. To je brz, siguran i pouzdan programski jezik koji je jednostavan za korištenje, a može se koristiti za programiranje raznih aplikacija, te je zbog tih prednosti izabran za ovaj projekt.

Za klijentski dio okruženja korištena je JavaScript biblioteka React i JavaScript programski jezik. React je JavaScript biblioteka koja služi za jednostavno kreiranje interaktivnih korisničkih sučelja. S React-om, aplikacije se razvijaju kreiranjem komponenti za višekratnu uporabu. Komponente su pojedinačni elementi korisničkog sučelja koje kada se sastave, čine korisničko sučelje aplikacije. Primarna uloga React-a je rukovanje slojem prikaza aplikacija. Umjesto da se bave cijelim korisničkim sučeljem, on potiče programere da rastave složena

sučelja na više manjih komponenti koja se još mogu prenamijeniti u drugim dijelovima aplikacije. JavaScript je skriptni jezik, odnosno programski jezik koji omogućuje implementaciju složenih značajki na web stranicama. Web stranica bez jezika kao što je JavaScript može samo prikazivati statičke podatke, dok je za prikazivanje ažuriranja, animacija i interaktivnih sadržaja potreban takav jezik. Uz HTML i CSS čini treći sloj standardnih web tehnologija.

Sustav za upravljanje bazom podataka (engl. *database management system*) korišten za ovo web okruženje je MySQL. To je najpopularniji sustav za upravljanje bazama podataka otvorenog koda. Baza podataka je strukturirana kolekcija podataka, a za dodavanje, pristupanje i procesiranje podataka potreban je sustav za upravljanje bazama podataka. MySQL je brz, pouzdan i lagan za korištenje te je zbog toga izabran za ovaj projekt.

Poslužiteljski, klijentski dio kao i baza su „dokerizirani“, što znači da su stavljeni u Docker spremnike. Docker je platforma programske podrške koja omogućuje brzu izradu, testiranje i implementaciju (engl. *deploy*) aplikacija [17]. To radi na način da pakira programsku podršku u standardizirane jedinice koje imaju sve što je potrebno za pokretanje programske podrške kao što su biblioteke i sustavski alati. Za lakše definiranje i pokretanje više „dokeriziranih“ aplikacija korišten je programski alat Docker Compose. To pojednostavljuje kontrolu većeg broja usluga, olakšava upravljanje uslugama i mrežama kroz jednu YAML konfiguracijsku datoteku.

## 4.2. Arhitektura aplikacije

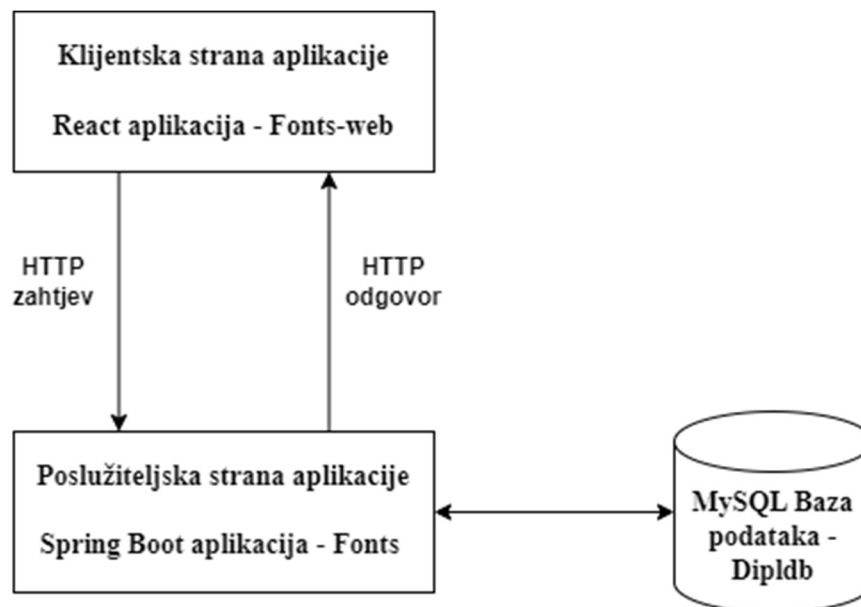
Web aplikacije s klijentskom i poslužiteljskom stranom u jednoj bazi koda, kao što je ova, nazivaju se „*full-stack*“ aplikacije. Baza koda je cjeloviti izvorni kod za programsku podršku, program, komponentu ili sustav. Klijentska strana aplikacije sadrži korisničko sučelje i kod koji služi za interakciju korisnika s aplikacijom. Poslužiteljska strana aplikacije sadrži kod koji je potreban za rad aplikacije što uključuje obradu podataka, integraciju s podatkovnim sustavima i komunikaciju s drugim aplikacijama.

Klijentska i poslužiteljska strana ove aplikacije komuniciraju koristeći RESTful API komunikaciju. Radi se o sučelju koje dva računalna sustava koriste za sigurnu razmjenu informacija putem interneta. Ono slijedi učinkovite, sigurne i pouzdane komunikacijske

standarde programske podrške. RESTful API koristi standarde HTTP metode za izvođenje CRUD (engl. *create, read, update, delete*) operacija, a najznačajnije su:

- GET – zahtjev za prikazivanje navedenog resursa, koristi se za dohvaćanje podataka
- POST – šalje entitet navedenom resursu, korišten za promjenu stanja na poslužitelju
- PUT – zahtjev za izmjenu cjelovitog resursa
- PATCH – zahtjev za primjenom djelomične promjene resursa
- DELETE – zahtjev za brisanjem navedenog resursa

Na slici 4.1. nalazi se arhitektura „*full-stack*“ aplikacije za ocjenjivanje čitljivosti fonta teksta. React aplikacija „Fonts-web“ šalje HTTP zahtjeve, koji mogu biti zahtjevi za dohvaćanje podataka ili dodavanje entiteta. Spring Boot aplikacija „Fonts“ ih obrađuje i vraća HTTP odgovor dok je u direktnoj komunikaciji s MySQL bazom podataka „Dipldb“.



Slika 4.1. Arhitektura aplikacije

Za slanje zahtjeva s React aplikacije na Spring Boot aplikaciju korištena je Axios biblioteka. To je HTTP biblioteka temeljena na obećanjima (engl. *promise-based*) koja omogućuje upućivanje zahtjeva poslužitelju. Biblioteka temeljena na obećanjima znači da pruža mogućnost rukovanja s eventualnim uspješnim ili neuspješnim vrijednostima asinkronih metoda. Umjesto da odmah vrati vrijednost, asinkrona metoda vraća obećanje da će dati vrijednost u nekom trenutku u budućnosti. Prednost toga je što se statički sadržaj aplikacije može odmah prikazati korisniku dok se čeka odgovor s poslužiteljske strane.

Na slici 4.2. nalazi se jednostavan primjer korištenja Axios biblioteke. Postavljena je konfiguracija na baseURL Spring Boot aplikacije, kako bi aplikacija znala gdje slati zahtjeve bez da se ona eksplicitno navede kod svakog zahtjeva, kao i JSON oblik u kojem će aplikacija slati POST zahtjeve. Osim toga definirana je i funkcija za slanje zahtjeva „request“ koja na temelju HTTP metode, putanje i predanih podataka šalje asinkroni zahtjev.

```
1 import axios from "axios";
2
3 axios.defaults.baseURL = "http://localhost:8080";
4 axios.defaults.headers.post["Content-Type"] = "application/json";
5
6 export const request = async (method, url, data) : Promise<...> => {
7   let headers : {} = {};
8   if (getAuthToken() !== null) {
9     headers = {Authorization: `Bearer ${getAuthToken()}`};
10  }
11
12  try {
13    return await axios({
14      method: method,
15      headers: headers,
16      url: url,
17      data: data,
18    });
19  } catch (error) {
20    console.error("Request error:", error);
21    throw error;
22  }
23};
```

Slika 4.2. Primjer pomoćne axios\_helper konfiguracije

Na strani Spring Boot aplikacije potrebno je definirati i primijeniti CORS (engl. *Cross-Origin Resource Sharing*) pravila, kao što su dopušteni izvori, zaglavlja i metode za slanje zahtjeva. CORS je mehanizam temeljen na HTTP zaglavlju koji omogućuje poslužitelju da navede izvorite kojem bi preglednik trebao dopustiti učitavanje resursa, a služe za poboljšavanje sigurnosti web aplikacije.

Konkacija s bazom podataka definirana je u application.yml datoteci. To je datoteka unutar Spring Boot aplikacije koja služi za definiranje vanjske konfiguracije. Na slici 4.3. nalazi se konfiguracija iz datoteke application.yml. Definirano je da se radi o MySQL sustavu za upravljanje bazama podataka, lokacija i način spajanja, kao i dijalekt, kako bi Spring znao da se radi o MySQL sustavu, prikazivanje svake izvršene SQL naredbe u konzoli aplikacije zbog



lakšeg održavanja i ispravljanja problema i `ddl-auto` svojstvo kako bi Hibernate vodio brigu o stvaranju i ažuriranju sheme baze. Hibernate je alat za mapiranje objekata koje koristi aplikacija u relacijske elemente koje koristi baza podataka.

```
1  spring:
2  datasource:
3      driver-class-name: com.mysql.cj.jdbc.Driver
4      url: jdbc:mysql://${DB_HOST:localhost}:${DB_PORT:3306}/${DB_NAME:dipldb}
5      username: ${DB_USER:}
6      password: ${DB_PASSWORD:}
7  jpa:
8      database-platform: org.hibernate.dialect.MySQLDialect
9      show-sql: true
10 hibernate:
11     ddl-auto: update
```

Slika 4.3. Konfiguracija iz `application.yml` datoteke

### 4.3. Implementacija

U prethodnom poglavlju spomenuti su implementacijski detalji u pogledu komunikacije pojedinih dijelovima aplikacije, u nastavku su objašnjeni implementacijski detalji vezani za funkcionalnost aplikacije. Web okruženje za ocjenjivanje čitljivosti podijeljeno je na dva dijela, administratorski i dio za ispitanike. Administratori imaju mogućnost stvaranje kolekcija, a to su skupovi fontova i tekstova. Svaki font i tekst pripada jednoj kolekciji. Osim toga, administratori imaju mogućnost stvaranja anketa za ispitanike (engl. *survey*). Ankete za ispitanike su kolekcije pitanja koje ispitanici ispunjavaju prije svakog rješavanja, odnosno ocjenjivanja fontova. One moraju biti prilagodljive na različite tipove odgovora. U aplikaciji postoje četiri tipa odgovora, a to su tekstualni, numerički, okviri za izbor i radio gumbi. Svaka anketa ima pripadajuću kolekciju. Ispitanici ispunjavaju anketu prije ocjenjivanja fontova. Ocjenjivanje fontova mjerimo na dva načina, prije samog ocjenjivanja ispitanici su obavješteni da se za vrijeme čitanja pripadajućeg teksta mjeri vrijeme, a nakon čitanja svakog teksta ispitanicima je postavljeno pitanje s koliko bi ocijenili čitljivost danog fonta od jedan do deset. Nakon ocjenjivanja svih definiranih fontova, ispitanici mogu grafički vidjeti koji su im fontovi najčitljiviji.

### 4.3.1. Poslužiteljska strana aplikacije

Kroz Spring Boot aplikaciju „Fonts“ koristi se česti arhitekturni obrazac (engl. *pattern*) kontroler – servis – repozitorij (engl. *Controller – Service – Repository* ili CSR). Ovaj obrazac promiče odvajanje problema tako što dijeli logiku aplikacije na tri sloja: kontroler, servis, repozitorij. Svaki sloj ima određenu odgovornost, što kod čini lakšim za upravljanje i održavanje. Sloj kontrolera obrađuje dolazne HTTP zahtjeve i vraća odgovarajuće HTTP odgovore i djeluje kao posrednik između klijenta i servisa. U tom sloju bi trebalo biti što manje logike. Servisni sloj sadrži poslovnu logiku. Obrađuje podatke primljene od kontrolera, izvodi potrebne operacije i komunicira sa slojem repozitorija kako bi dohvatio, ažurirao ili spremio podatke. Sloj repozitorija upravlja pristupom podacima i postojanošću (engl. *persistence*). Komunicira s bazom podataka ili drugim izvorima podataka. Osim toga, važno je spomenuti entitete i dto. Entitet je lagani objekt postojeće domene. Tipično, entitet predstavlja tablicu u relacijskoj bazi podataka, a svaka instanca entiteta predstavlja jedan redak u toj tablici. Dto (engl. *Data Transfer Object*) je objekt koji se koristi za inkapsulirane podatke te slanje inkapsuliranih podataka s jednog podsustava na drugi.

Kako postoji administratorski dio u aplikaciji, potrebno je definirati prijavu i registraciju. Za to nam je potrebno: entitet, repozitorij, servis i kontroler za autentifikaciju administratora. Za entitet u tablici administratora potrebni su nam sljedeći atributi: id, ime, prezime, login i lozinka, svaki od tih atributa predstavlja jedan stupac u relacijskoj tablici. Id je broj koji predstavlja primarni ključ u tablici, odnosno jedinstveni identifikator. Ime i prezime su nizovi znakova koji služe kako bi se znalo o kojem se administratoru radi. Login i lozinka su nizovi znakova, odnosno informacije koje su potrebne za prijavu svakog pojedinog administratora. Administratorski repozitorij je sučelje koje proširuje sučelje JpaRepository iz Spring Data JPA paketa. JpaRepository je sučelje koje pojednostavljuje stvaranje slojeva pristupa podacima pomoću JPA-a (engl. *Jakarta Persistence*). Ono također proširuje CrudRepository i PagingAndSortingRepository sučelja, koji su također dio Spring Data JPA paketa, te pruža razne metode za dohvaćanje, stvaranje i manipuliranje entitetima. Za servisni sloj administratorskog dijela potrebne su metode za registraciju i prijavu. Spremati lozinke u bazu podataka nije praksa iz sigurnosnih razloga i zbog toga je korišten PasswordEncoder koji predanu lozinku prilikom registracije enkodira i prilikom prijave dekodira.

Kada je riječ o prijavljivanju i registriranju, važno je spomenuti i autorizaciju. To je proces kojim se neke daje mogućnost pristupa resursu i često je povezana s identitetom. Za

autorizaciju administratora u ovoj aplikaciji korišten je JWT (engl. *JSON Web Token*). Radi se o otvorenom standardu RFC 7519 koji definira samostalan i kompaktan način za siguran prijenos informacija između raznih strana u obliku JSON objekta. Ti se podaci mogu provjeriti i može im se vjerovati jer su digitalno potpisani. JWT-ovi mogu biti potpisani korištenjem tajne s HMAC algoritmom ili s parom javnih/privatnih ključeva RSA ili ECDSA. Kod korištenja JWT-a za autorizaciju, nakon što se korisnik prijavi, svaki sljedeći zahtjev uključivat će JWT. Zahtjevi s JWT-om dopuštaju korisniku pristup rutama, uslugama ili resursima koji su dopušteni s tim tokenom. U aplikaciji je kreirana klasa `UserAuthProvider` koja je odgovorna za generiranje i provjeru JWT-ova za autentifikaciju korisnika.

U `AuthController` kontroleru nalaze se metode za obradu zahtjeva za prijavu i registraciju. Metode za obradu zahtjeva mogu se pozvati pomoću takozvanih API krajnjih točaka (engl. *endpoint*). One služe kao specifične digitalne lokacije na koje se šalje HTTP zahtjev za nekim resursom koji se tamo nalazi.

Na slici 4.4. nalazi se primjer metode za registraciju kontrolera za autentifikaciju. Može se vidjeti kako metoda za obradu zahtjeva sadrži `@PostMapping` anotaciju i „`/register`“ putanju, ona preslikava definirani HTTP zahtjev (u ovom slučaju POST) na metodu `register`. Metoda ima povratni tip `ResponseEntity<AdminDto>` s time je navedeno kako ta metoda vraća cijeli HTTP odgovor, to uključuje statusni kod, zaglavlje i tijelo. Tijelo HTTP metode povratnog tipa je `AdminDto` koji za razliku od entiteta sadrži i JWT, a metoda za ulazni parametar ima `SignUpDto` koji za razliku od entiteta ne sadrži id. `@RequestBody` anotacija koristi se za povezivanje tijela dolaznog HTTP zahtjeva s parametrom metode. To znači da se podaci u tijelu zahtjeva automatski deserijaliziraju u Java objekte na temelju strukture definirane tipom parametra metode.

```
@PostMapping(Ⓜ"/register") new *
public ResponseEntity<AdminDto> register(@RequestBody SignUpDto signUpDto) {
    AdminDto admin = userService.register(signUpDto);
    admin.setToken(userAuthProvider.createToken(admin));
    return ResponseEntity.created(URI.create("/admins/" + admin.getId())).body(admin);
}
```

Slika 4.4. Metoda za registraciju kontrolera

Za autoriziranog administratora, potrebno je napraviti odgovarajuće metode i krajnje točke. Neke od funkcionalnosti koje poslužitelj mora pružiti administratoru su:

- dohvaćanje svih anketa za ispitanike i brisanje jedne,
- dohvaćanje svih kolekcija, stvaranje i brisanje jedne,
- dohvaćanje i stvaranje tekstova kolekcije,
- osnovna statistika za korisnika – za pregled mogućih problema prilikom izvođenja eksperimenta i izvoz rezultata u obliku .csv datoteke.

Za stvaranje ankete mora postojati kolekcija. Entitet kolekcije sastoji se od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora ili id-a, tekstualnog imena kolekcije, liste fontova, koji su Java zapisi (engl. *records*) i liste tekstova unutar kolekcije. Tekstovi kolekcije su zaseban entitet. U MySQL-u, liste se ne mogu spremiti u jedan stupac tablice. Takvi slučajevi se u pravilu rješavaju s više tablica. Unutar Spring Boot-a postoji anotacija `@ElementCollection`, definirana u Jakarta Persistence specifikaciji, koja se primjenjuje na atribut entiteta kako bi se odredilo da elementi Java kolekcije trebaju biti pohranjeni u zasebnu tablicu, a ne u tablicu entiteta. Ta anotacija se može koristiti na osnovne ili na ugrađive tipove podataka (engl. *embeddable type*) koji su anotirani sa `@Embeddable` anotacijom. Fontovi su Java zapisi koji sadrže dva atributa, a to su tekstualni naziv i obitelji kojoj pripadaju, koja je enum tipa podataka. Enum tip podatka je poseban tip koji omogućuje da varijabla bude skup unaprijed definiranih vrijednosti, što je poželjno u ovom slučaju jer postoji točno pet generičkih obitelji fontova. Lista tekstova unutar kolekcije označena je sa `@OneToMany` anotacijom, što definira jedna – naprema - više relaciju između dva entiteta. To znači da jedna kolekcija može imati više tekstova. Anotacije u Spring Boot-u mogu imati i attribute, a neki od njih koji su korišteni kod `@OneToMany` anotacije za listu tekstova su `mappedBy`, `cascade` i `orphanRemoval`. Atribut `mappedBy` s vrijednosti `collection` označava da entitet teksta ima odgovarajuće polje za kolekciju koje definira vlasničku stranu odnosa, drugim riječima, definira da se strani ključ sprema u tablicu teksta. `Cascade` atribut s vrijednosti `CascadeType.ALL` specificira da će svaka operacija izvedena na nadređenom entitetu (kolekciji) biti kaskadno pridruženi entitet (tekst), odnosno svako spremanje ili modificiranje kolekcije biti će primijenjeno na tekstove. Kada je atribut `orphanRemoval` postavljen na `true`, u slučaju brisanja nadređenog entiteta obrisat će se i svi podređeni. U ovom slučaju, ako se obriše kolekcija, obrisat će se i svi tekstovi sa referencom na tu kolekciju. Na slici 4.5. nalazi se primjer entiteta kolekcije.

```

14  @AllArgsConstructor 18 usages  ⤴ marko *
15  @NoArgsConstructor
16  @Builder
17  @Data
18  @Entity
19  @Table(name = "text_collection")
20  public class TextCollection {
21      @Id
22      @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY)
23      private Long id;
24      @Column(name = "name", nullable = false)
25      private String name;
26      @Column(name = "fonts", nullable = false)
27      @ElementCollection
28      private List<Font> fonts = new ArrayList<>();
29      @OneToMany(mappedBy = "collection", cascade = CascadeType.ALL, orphanRemoval = true)
30      @JsonManagedReference
31      private List<SurveyText> surveyTexts = new ArrayList<>();
32  }

```

Slika 4.5. Primjer entiteta kolekcije

Entitet teksta sastoji se od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora ili id-a, teksta, cjelobrojnog lokalnog identifikatora localId-a i kolekcije. Tekst predstavlja tekst koji se koristi za provođenje ankete. Lokalni id je broj koji služi za numeriranje tekstova unutar kolekcije i on je unikatan na razini kolekcije. Atribut kolekcije označen je s anotacijama `@ManyToOne`, što definira više – naprema – jedan vezu između entiteta, i `@JoinColumn`, što definira strani ključ stupca u bazi koji povezuje entitet teksta s entitetom kolekcije. U tablici, strani ključ se sprema kao `collection_id`.

Kod anketa za ispitanike, entitet se sastoji od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora, tekstualnog naslova, tekstualnog uuid-a, liste pitanja i kolekcije. Naslov je naziv ankete koji piše sudionicima pri pristupanju anketi. Uuid ili lozinka ankete je jedinstvena lozinka kojom se pristupa nekoj anketi. Ona se automatski generira pri kreiranju ankete. Pitanja su zaseban entitet, a predstavljaju pitanja koja ispitanici ispunjavaju prije ocjenjivanja čitljivosti. Jedna anketa može imati više pitanja te je zbog toga lista pitanja anotirana s `@OneToMany` anotacijom te ima attribute kao i anotacija za listu tekstova kolekcije. Više anketa mogu imati istu kolekciju tekstova i fontova, te je zbog toga atribut kolekcije anotiran s `@ManyToOne`. Kao i entitet teksta, entitet ankete za ispitanike sadrži strani ključ kolekcije.

Pitanja za ispitanike sastoje se od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora, teksta pitanja, booleana koji označava je li pitanje opcionalno, enum-a tipa pitanja, tekstualne liste opcija i ankete. Ukoliko je pitanje označeno sa opcionalno nije nužno pružiti odgovor. Kako pitanja mogu biti tekstualna, numerička, okviri za izbor i radio gumbi, postoji atribut za tip pitanja. Lista opcija služi za okvire za izbor i radio gumbi, pošto je za njih potrebno imati predefinisane odgovore. Entiteti pitanja također sadrže strani ključ ankete za ispitanike i anotirani su s `@ManyToOne`, jer ankete za ispitanike mogu sadržavati više pitanja.

Navedeni entiteti imaju odgovarajuće repozitorije koji proširuje JPA repozitorij. U `SurveyService` servisu definirane su metode za kreiranje, dohvaćanje i brisanje pojedinih instanci danih entiteta. U `AdminController`-u definirane su krajnje točke za sve operacije koje su omogućene administratoru. Na slici 4.6. prikazane su metode servisa za spremanje i brisanje jedne kolekcije i dohvaćanje svih kolekcija. U metodi za spremanje jedne kolekcije korišten je mapper, to je sučelje za prebacivanje podataka iz jednog objekta u drugi.

```
137     public TextCollection saveTextCollection(NewCollectionDto newCollectionDto) { 1 usage  ↗ marko *
138         TextCollection textCollection = textCollectionMapper.toTextCollection(newCollectionDto);
139         return textCollectionRepository.save(textCollection);
140     }
141
142     public void deleteTextCollection(Long id) { 1 usage  ↗ marko
143         textCollectionRepository.deleteById(id);
144     }
145
146     public List<TextCollection> getTextCollection() { 1 usage  ↗ marko
147         return textCollectionRepository.findAll();
148     }
```

Slika 4.6. Metode za spremanje, brisanje i dohvaćanje kolekcija

Funkcionalnosti koji poslužitelj mora pružiti ispitanicima su:

- dohvaćanje i spremanje rezultata ankete za ispitanike,
- dohvaćanje tekstova i fontova,
- spremanje ocjena fontova (vremena od brojača i ocjene),
- dohvaćanje podataka za grafove.

Za spremanje rezultata ankete potrebna su dva entiteta. Odgovor sudionika ankete (engl. *Participant Response*) je entitet koji se sastoji od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora, tekstualne oznake za pojedinačne sesije sudionika, ankete za ispitanike i liste pojedinačnih

odgovora na postavljena pitanja (engl. *Participant Answer*). Prilikom učitavanja ankete korisniku se na klijentskoj strani generira oznaka sesije. To je jedinstvena oznaka svakog sudionika ankete po kojoj se sudionici razlikuju. Svaki odgovor sudionika ankete mora ovisiti i o anketi za ispitanike, koja se sprema kao strani ključ tablice odgovora. Odgovori na pojedinačna pitanja zaseban su entitet. Jedan odgovor sudionika ima više pojedinačnih odgovora na pitanja, te zbog toga je lista pojedinačnih odgovora anotirana s `@OneToMany` anotacijom. Odgovor na pojedinačna pitanja je entitet koje se sastoji od cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora, tekstualnog odgovora na pitanje, pitanja za ispitanike i odgovora sudionika.

Entitet ocjene fonta sastoji se cjelobrojnog jedinstvenog identifikatora, tekstualnog naziva fonta, cjelobrojnog trajanja, cjelobrojne ocjene, tekstualne oznake sesije sudionika i tekstualnog uuid-a ankete. Naziv fonta, trajanje čitanja teksta u sekundama i ocjena su atributi koji su potrebni za provođenje istraživanja. Oznaka sesije sudionika služi kako bi mogli povezati odgovori s ispitanicima. Uuid ili lozinka služe kako bi se mogli povezati odgovori s anketama.

Svaki navedeni entitet ima pripadajući repozitorij koji proširuje JPA repozitorij i metode za dohvaćanje i spremanje u `SurveyService` servisu. Krajnje točke za dohvaćanje podataka za grafove imaju povrati tip `ChartData`. Radi se o Java zapisu koji za attribute ima naziv fonta i realan broj za prosječnu ocjenu ili trajanje. Na slici 4.7. nalazi se primjer metode servisa za dohvaćanje podataka za grafove. Metoda za povratni tip ima listu `ChartData` podataka i za ulazni parametar prima sesiju korisnika za kojega se dohvaćaju podaci. Korištenjem metoda repozitorija, za svaki jedinstveni font korišten u sesiji pronalazi se ocjena korisnika. Ta ocjena zajedno s fontom se dodaje u listu, koja se vraća kao rezultat funkcija.

```
71     public List<ChartData> getRatingPerFont(String session) { 1 usage ▲ marko *
72         List<ChartData> fontsAndRatings = new ArrayList<>();
73         List<String> uniqueFonts = surveyRepository.findOneWithUniqueFonts(session);
74         for (String font : uniqueFonts) {
75             Float rating = surveyRepository.findRatingOfFontPerSession(font, session);
76             ChartData data = new ChartData(font, rating);
77             fontsAndRatings.add(data);
78         }
79         return fontsAndRatings;
80     }
```

Slika 4.7. Primjer metode za dohvaćanje podataka za grafove



### 4.3.2. Klijentska strana aplikacije

Kao i poslužiteljska strana aplikacije, klijentska strana je podijeljena na dva dijela, administratorski i dio za ispitanike. Na slici 4.8. nalazi se funkcijska komponenta App, koja služi kao korijenska (engl. *root*) komponenta React aplikacije. U njoj je definiran cjelokupni izgled aplikacije, primarna struktura i putanje. Komponente za zaglavlje i podnožje, koje su jednake za sve stranice (engl. *page* ili *screen*) ove aplikacije, također su definirane u App komponenti.

```
16 function App() { Show usages  marko *
17   return (
18     <div className="App">
19       <Header pageTitle="Font readability assessment" logoSrc={logo}/>
20       <div className="container-fluid p-0 App-content">
21         <Router>
22           <Routes>
23             <Route path="/" element={<HomePage/>}/>
24             <Route path="/admin" element={<AdminContentPage/>}/>
25             <Route path="/:uuid" element={<ParticipantLoginWrapper/>}/>
26             <Route path="/:uuid/home" element={<ParticipantHomePage/>}/>
27             <Route path="/:uuid/how-to" element={<HowToPage/>}/>
28             <Route path="/:uuid/review" element={<ReviewingCardPage/>}/>
29             <Route path="/:uuid/graphs" element={<ParticipantsStatsPage/>}/>
30             <Route path="/:uuid/graphs/all" element={<AllStatsPage/>}/>
31           </Routes>
32         </Router>
33       </div>
34       <Footer/>
35     </div>
36   );
37 }
```

Slika 4.8. Korijenska komponenta aplikacije App

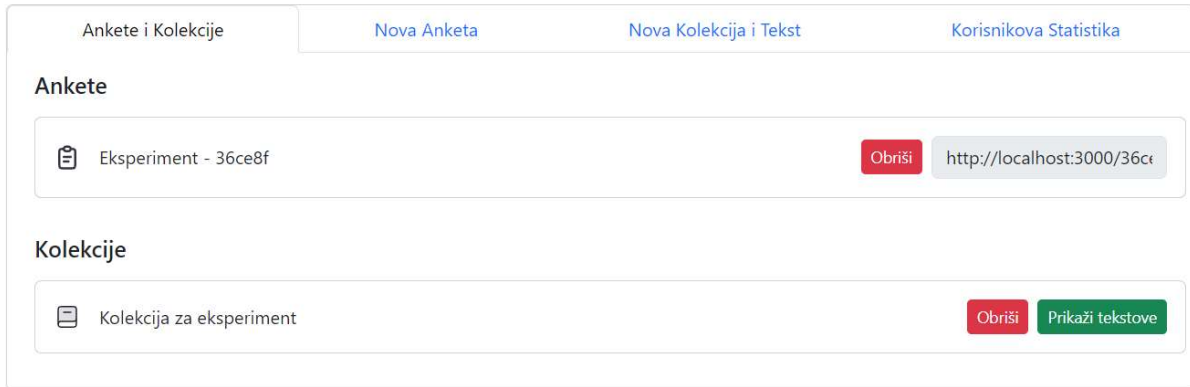
HomePage je početna stranica aplikacije, gdje administratori mogu biti preusmjereni na stranicu za prijavljivanje i registraciju, a ispitanici mogu pristupiti anketi na način da upišu uuid odnosno lozinku ankete.

AdminContentPage je stranica na kojoj se administratori mogu prijaviti ili registrirati. Nakon što se administrator potvrdi, `auth_token` se sprema u lokalnu memoriju preglednika, omogućujući administratoru pristup.

Na slici 4.9. može se vidjeti sadržaj administratorske stranice. Sadržaj administratorske stranice sastoji se od navigacijskih kartica: Ankete i Kolekcije, Nova Anketa, Nova Kolekcija



i Tekst, Korisnikova Statistika. Kartica „Ankete i Kolekcije“ prikazuje sve napravljene ankete i kolekcije koje se mogu obrisati, putanja ankete se može kopirati i kolekcije se mogu proširiti kako bi se prikazali svi tekstovi unutar kolekcije.



Slika 4.9 Kartica „Ankete i Kolekcije“ administratorske stranice

Na slici 4.10. je primjer pravljenja nove ankete. Anketa na primjeru sastoji se od dva pitanja; pitanja za godine ispitanike, koje za odgovor očekuje broj i radio gumba s pitanjem i ponuđenim odgovorima. Nova anketa koristit će tekstove i fontove kolekcije „Kolekcija za eksperiment“. Pitanja nisu označena s opcionalnim poljem što znači da ih je ispitanik nužan ispuniti kako bi pristupio eksperimentu.

Ankete i Kolekcije
Nova Anketa
Nova Kolekcija i Tekst
Korisnikova Statistika

### Nova anketa

Anketa je skup pitanja na koja ispitanici odgovaraju prije rješavanja (ocjenjivanja fontova).

Eksperiment

Opcionalno

Opcionalno

**Ponuđeni odgovori:**

Kolekcija za eksperiment

Slika 4.10. Primjer pravljenja ankete

Primjer pravljenja nove kolekcije i dodavanja teksta u već napravljenu kolekciju nalazi se na slici 4.11. Nazivi ponuđenih fontova kod pravljenja kolekcije napisanu su tim fontom kako bi administrator dobio uvid u fontove nad kojima želi provesti istraživanje. Kod dodavanja novog teksta u kolekciju, naznačen je broj fontova i tekstova koji se već nalaze u kolekciji.

[Ankete i Kolekcije](#) [Nova Anketa](#) [Nova Kolekcija i Tekst](#) [Korisnikova Statistika](#)

### Nova kolekcija

Kolekcija je skup fontova i tekstova koji se ocjenjuju.

SANS SERIF	▼
SERIF	▼
MONOSPACE	▼
CURSIVE	▼
<b>FANTASY</b>	▼

**Napravi kolekciju**

### Dodaj tekst u kolekciju

Tekst je tekst pomoću kojeg se provodi istraživanje.

Kolekcija ima 10 fontova i 3 tekstova.

**Dodaj u kolekciju**

Slika 4.11. Primjer pravljenja nove kolekcije

Korisnikova statistika, koja pruža brzi uvid u stanje eksperimenta prikazana je na slici 4.12., a uključuje tablicu s sesijom ispitanika, prosječnom ocjenom i trajanjem čitanja svih tekstova. Osim toga, uključuje i gumb za čišćenje svih sesija, kao i gumbe za izvoz rezultata i sudionikovih odgovora u obliku .csv dokumenata.

Sesija	Prosječna ocjena	Prosječno trajanje
1de86d76-4348-496b-9c37-b8e281933cc8	5.67	15.00
5fe05bcc-b53f-449e-bb8f-d0066352d1b8	6.00	9.67

Obriši sesije

Export rezultata   Export sudionika

Slika 4.12. Kartica „Korisnikova Statistika“ administratorske stranice

Nakon što administrator napravi kolekciju, popuni ju s tekstovima i napravi novu anketu, tu anketu može poslati ispitanicima.

Na slici 4.13. je primjer ankete poslana korisniku. S korisničke strane mogu se vidjeti naslov ankete, što je u ovom slučaju „Testna Anketa“ i postavljena pitanja. Postoji validacija koja obavještava korisnika ako nije ispunio neopcionalno polje.

## Testna Anketa

Koliko imate godina? \*

Obavezno polje.

Po vašem mišljenju, ima li tekst bolju čitljivost kada se čita s papira ili sa zaslona? \*

S papira

Sa zaslona

Ako želite da Vam pošaljem rezultate eksperimenta, ostavite email adresu

Predaj

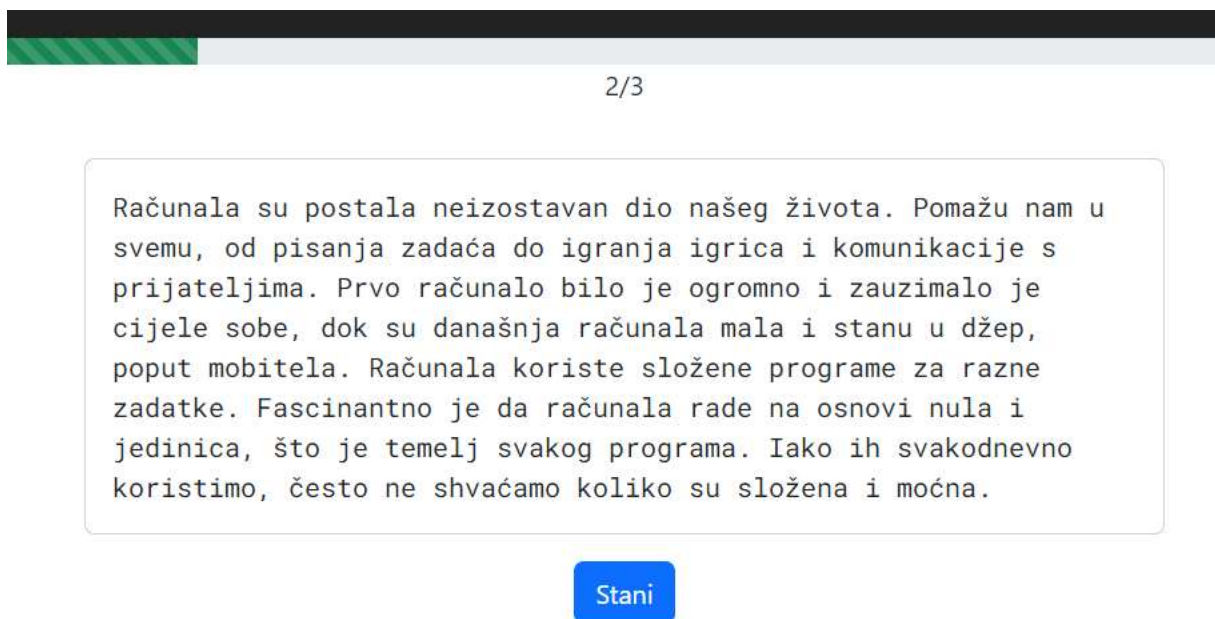
Slika 4.13. Primjer ankete iz perspektive korisnika

Prilikom učitavanja ankete, korisniku se generira sesijski token u obliku uuid-a, koji se sprema u lokalnoj memoriji internetskog preglednika. Sesijski token šalje se poslužitelju

prilikom ocjenjivanja fontova te se pomoću njega povezuju odgovori ankete s danim ocjenama.

Nakon ispunjavanja ankete korisnik je preusmjeren na početni zaslon, gdje mu je ponuđen izbor od tri kartice: „Kako funkcionira recenziranje“, gdje korisnik može dobiti bolji uvid o načinu provođenja eksperimenta, „Recenziraj fontove“, što je stranica za provođenje eksperimenta i „Grafovi“, gdje korisnik može pogledati svoje, ali i sveukupne rezultate eksperimenta. Prije samog recenziranja korisnik je obavješten da je za vrijeme čitanja uključen brojač te da detaljno pročita nadolazeće tekstove.

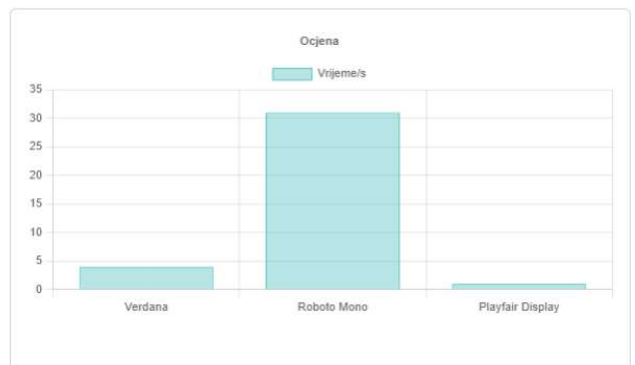
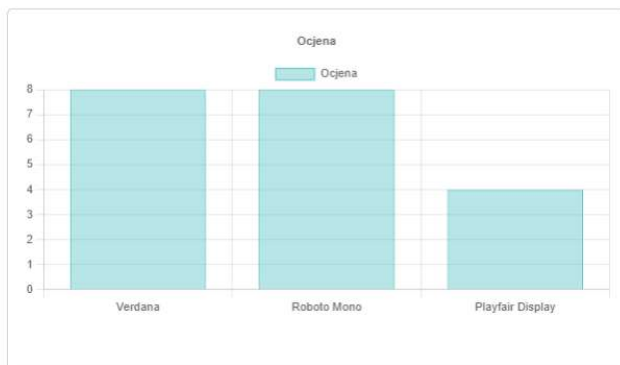
Slika 4.13. prikazuje izgled ReviewingCardPage stranice. Na slici se može primijetiti kako se stranica za ocjenjivanje fonta sastoji od omjera brojeva koji predstavljaju trenutni tekst i ukupan broj tekstova, trenutnog teksta koji je napisan fontom koji se ocjenjuje i gumba za zaustavljanje. Učitavanjem teksta pokreće se brojač, koji nije prikazan korisniku. Nakon pritiska gumba za zaustavljanje, brojač se zaustavlja i postavlja se pitanje za subjektivnu ocjenu čitljivosti danog fonta.



Slika 4.14. Izgled ReviewingCardPage stranice

Nakon ocjenjivanja svih fontova korisnik je preusmjeren na stranicu sa svojim rezultatima i grafovima. Osim toga, korisnik može pogledati rezultate i grafove svih ispitanika. Na slici 4.15. prikazana je stranica korisnikovih rezultata.

## Vaš Rezultat



### Zanimljivosti

Fontovi koji za tebe ima/ju najbolju čitljivost: Verdana, Roboto Mono

Najbrže pročitani font: Playfair Display

Font koji za tebe ima/ju najgoru čitljivost: Playfair Display

Najsporije pročitani font: Roboto Mono

[←](#) Vratite se na početni zaslon

Svi rezultati [→](#)

Slika 4.15. Stranica rezultata ispitanika

## 5. EKSPERIMENT

Eksperiment je proveden na određenom broju ispitanika. Sastoji se od kombinacija 13 različitih tekstova i fontova. Svaki tekst ima približno jednak broj slogova i težinu kako bi sam tekst imao što manji utjecaj na čitljivost. Eksperiment je proveden koristeći tri popularna fonta iz serif, sans-serif i monospace obitelji generičkih fontova, kao i dva popularna fonta generičkih obitelji cursive i fantasy. Za eksperiment je kreirana anketa s ulaznim pitanjima koja su relevantna za ocjenjivanje čitljivosti, a to su:

- dob ispitanika,
- koji tip teksta ispitanik smatra čitljivijim – tekst s papira ili sa zaslona,
- te ima li ispitanik bolesti koje mogu utjecati na mogućnost čitanja teksta.

### 5.1. Ulazni podaci i ispitanici

U svrhu provođenja eksperimenta korišteno je 13 nasumičnih tekstova. Svaki tekst ima približno jednak broj slogova, s rasponom od 96 do 102 sloga. Tekstovi su približno jednake težine i s minimalno teških riječi. Primjer jednog korištenog teksta:

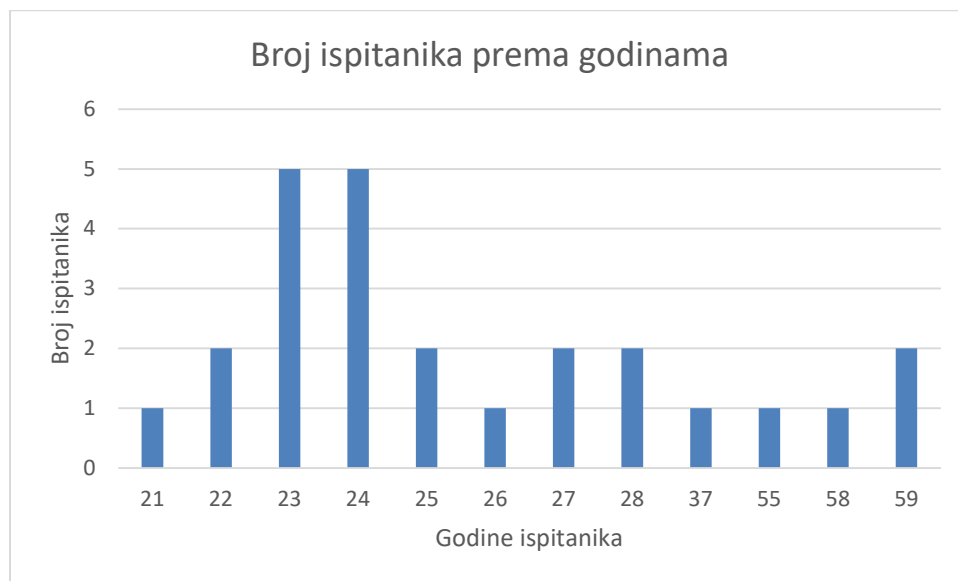
Mozak je ključan organ našeg tijela. Iako malen, troši puno energije. Unutar njega ima milijune neurona koji komuniciraju sitnim električnim impulsima. Mozak ne staje raditi, ni dok spavamo. Zanimljivo je da nema receptore za bol, pa sam mozak ne osjeća bol, ali može upravljati njom u ostatku tijela. Neurokirurzi obavljaju operacije na mozgu dok je pacijent budan. Mozak se može trenirati kao mišić – što ga više koristimo, to bolje funkcionira.

Fontovi korišteni u ovom eksperimentu su:

- sans-serif: Arial, Helvetica, Verdana,
- serif: Times New Roman, Georgia, Playfair Display,
- monospace: Courier New, Consolas, Roboto Mono,
- cursive: Comic Sans MS, Brush Script MT,

- fantasy: Impact, Metal Mania.

Eksperiment je proveden na 25 ispitanika raznih dobnih skupina, većinski od 20 do 30 godina starosti. Od sveukupnog broja ispitanika, 16 njih se izjasnilo da ima problema s vidom; 11 osoba označilo je ima kratkovidnost, troje dalekovidnost i petero astigmatizam. Od ukupnog broja ispitanika, 19 njih je označilo da smatraju kako je čitljivost teksta bolja kada se čita s papira u odnosu na čitanje sa zaslona. Na slici 5.1. može se vidjeti grafički prikaz broja ispitanika prema njihovim godinama.



Slika 5.1. Grafički prikaz broja ispitanika prema godinama

## 5.2. Izlazni podaci

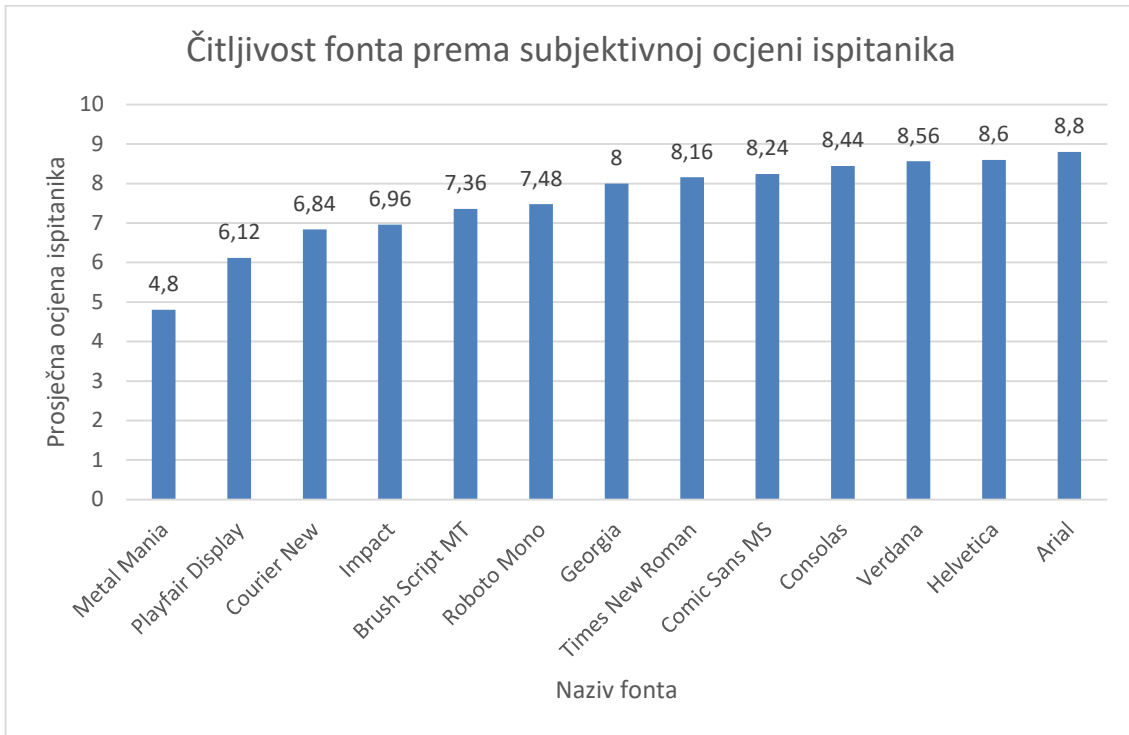
Nakon provođenja eksperimenta rezultati o čitljivosti po subjektivnom mišljenju su sljedeći:

- najbolje ocjenjeni font: Arial,
- najbolje ocjenjena generička obitelj fontova: sans-serif,
- najlošije ocjenjen font: Metal Mania,
- najlošije ocjenjena generička obitelj fontova: fantasy.

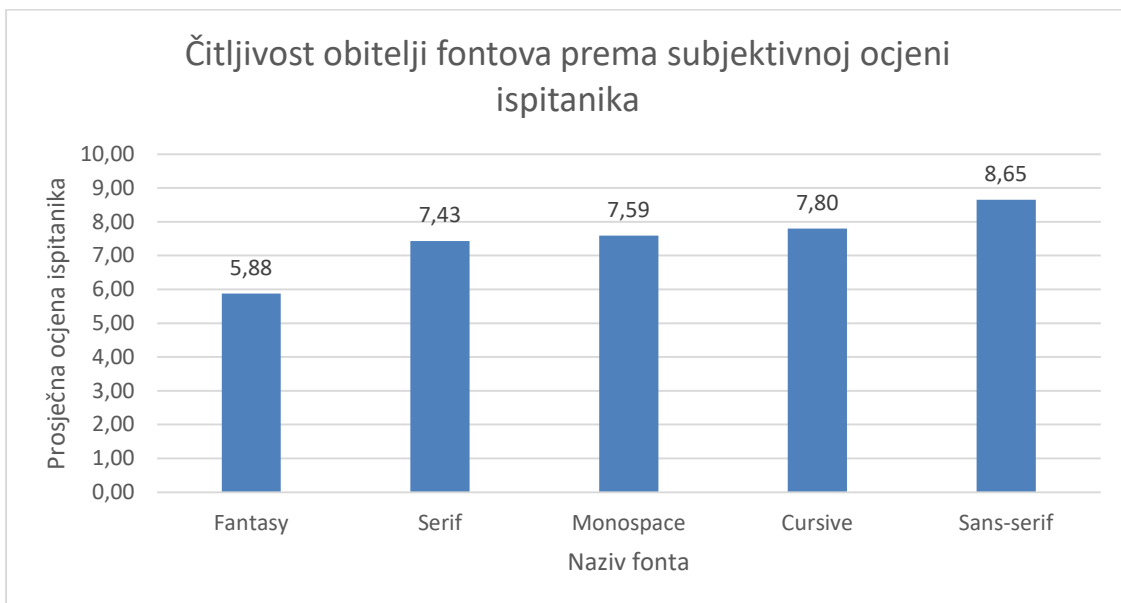
Nakon Arial-a, naredna dva najbolje ocjenjena fonta, također, zauzimaju fontovi generičke obitelji sans-serif. Taj podatak, barem po subjektivnom mišljenju ispitanika, potvrđuje kako su fontovi generičke obitelji sans-serif najčitljiviji u web okruženjima. Činjenica da je font iz generičke obitelji fantasy, kao i cijela fantasy obitelj, najlošije ocjenjena, potvrđuje kako se



radi o dekorativnoj obitelji fontova, koju bi se trebalo izbjegavati kod dužih tekstova. Fontovi generičkih obitelji serif, monospace i cursive imaju više i manje čitljivijih fontova, te njihovi rezultati nisu ni najgori, ni najbolji. Na slikama 5.2. i 5.3. nalaze se grafički prikazi rezultata ocjenjivanja prema subjektivnim ocjenama.



Slika 5.2. Grafički prikaz rezultata čitljivosti fonta prema subjektivnoj ocjeni

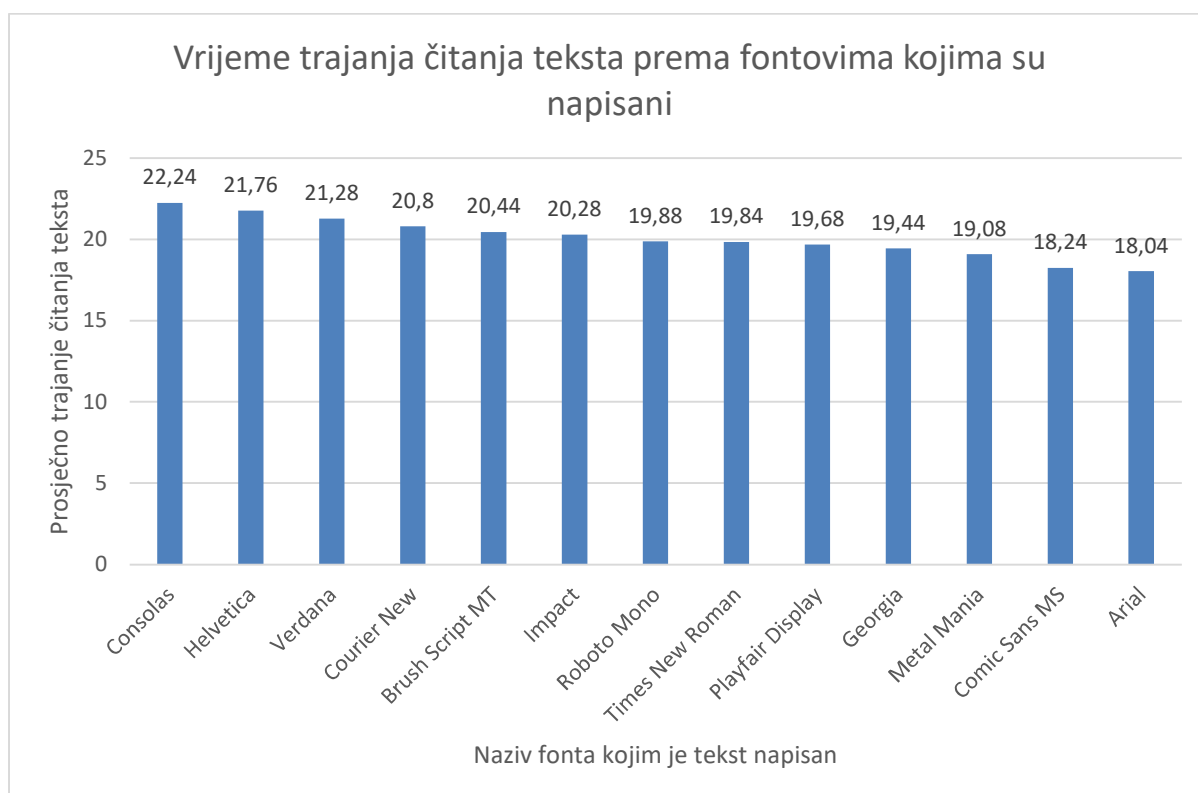


Slika 5.3. Grafički prikaz rezultata čitljivosti obitelji fonta prema subjektivnoj ocjeni

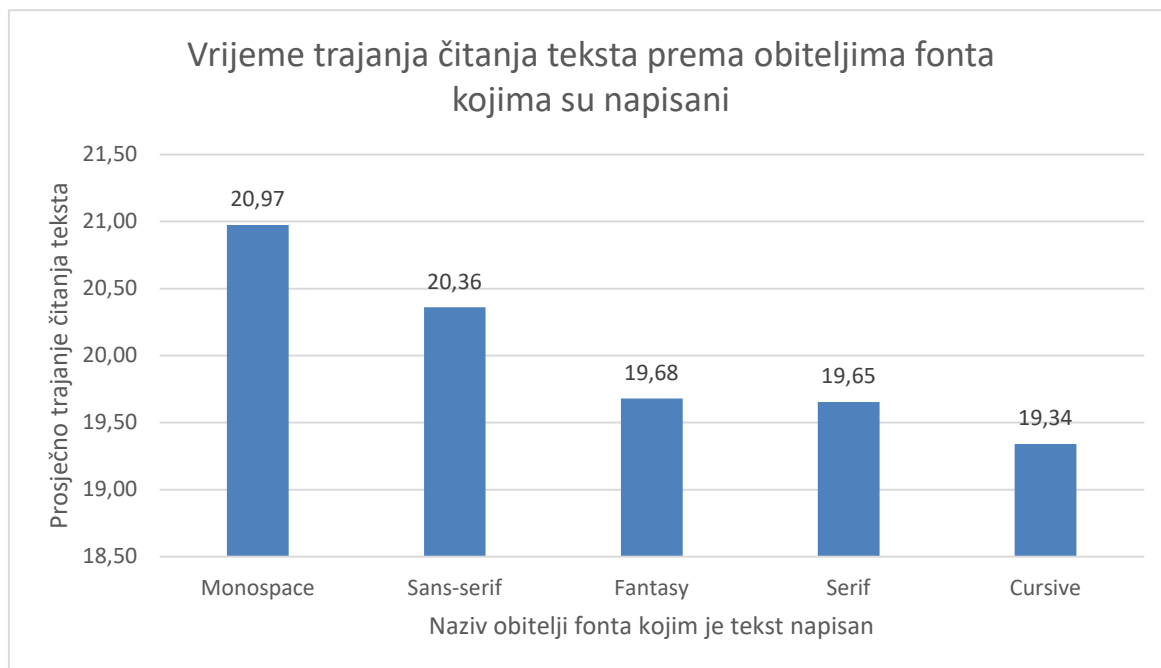
Rezultati o čitljivosti po vremenu čitanja tekst:

- najbrže pročitani tekst napisan je fontom: Arial,
- najbrže pročitani tekstovi napisani su generičkom obitelj: cursive,
- najsporije pročitani tekst napisan je fontom: Playfair Display,
- najsporije pročitani tekstovi napisani su generičkom obitelji: monospace.

Postoji više mogućih razloga zašto su tekstovi napisani cursive fontovima, kao što je Comic Sans, najbrže pročitani u ovom eksperimentu. U pravilu zauzimaju manje prostora i, iako su teška za razumjeti, na kratkim tekstovima mogu se brzo pročitati. Najsporije pročitana generička obitelj je monospace. Iako se tekst napisan monospace fontom razumljiv, u pravilu zauzima više prostora. Na slikama 5.4. i 5.5. nalaze se grafički prikazi rezultata ocjenjivanja prema vremenu čitanja teksta napisanih danim fontom.

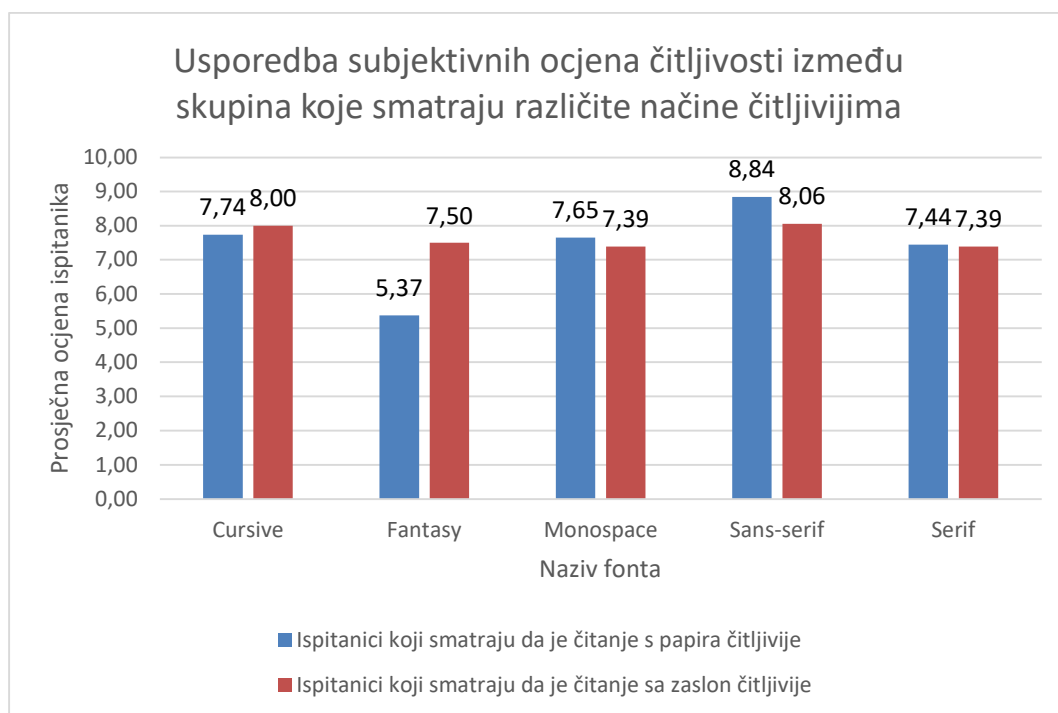


Slika 5.4. Grafički prikaz rezultata čitljivosti fonta prema vremenu čitanja teksta



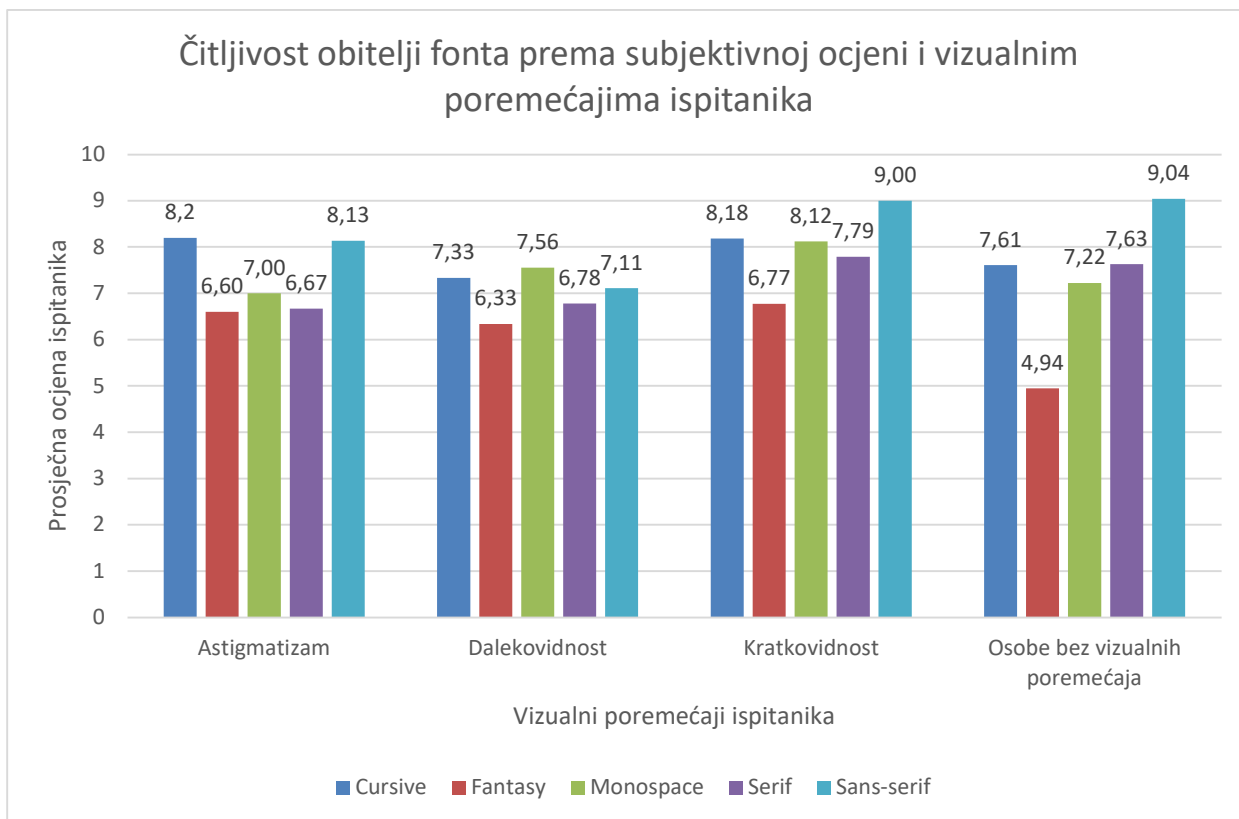
Slika 5.5. Grafički prikaz rezultata čitljivosti obitelji fonta prema vremenu čitanja teksta

Iz grafičkog prikaza sa slike 5.6. može se primijetiti kako osobe koje preferiraju čitanje sa zaslona u odnosu na čitanje s papira u prosjeku smatraju ukrasne fontove, kao što su cursive i fantasy, čitljivijima u odnosu na osobe koje preferiraju čitanje s papira.



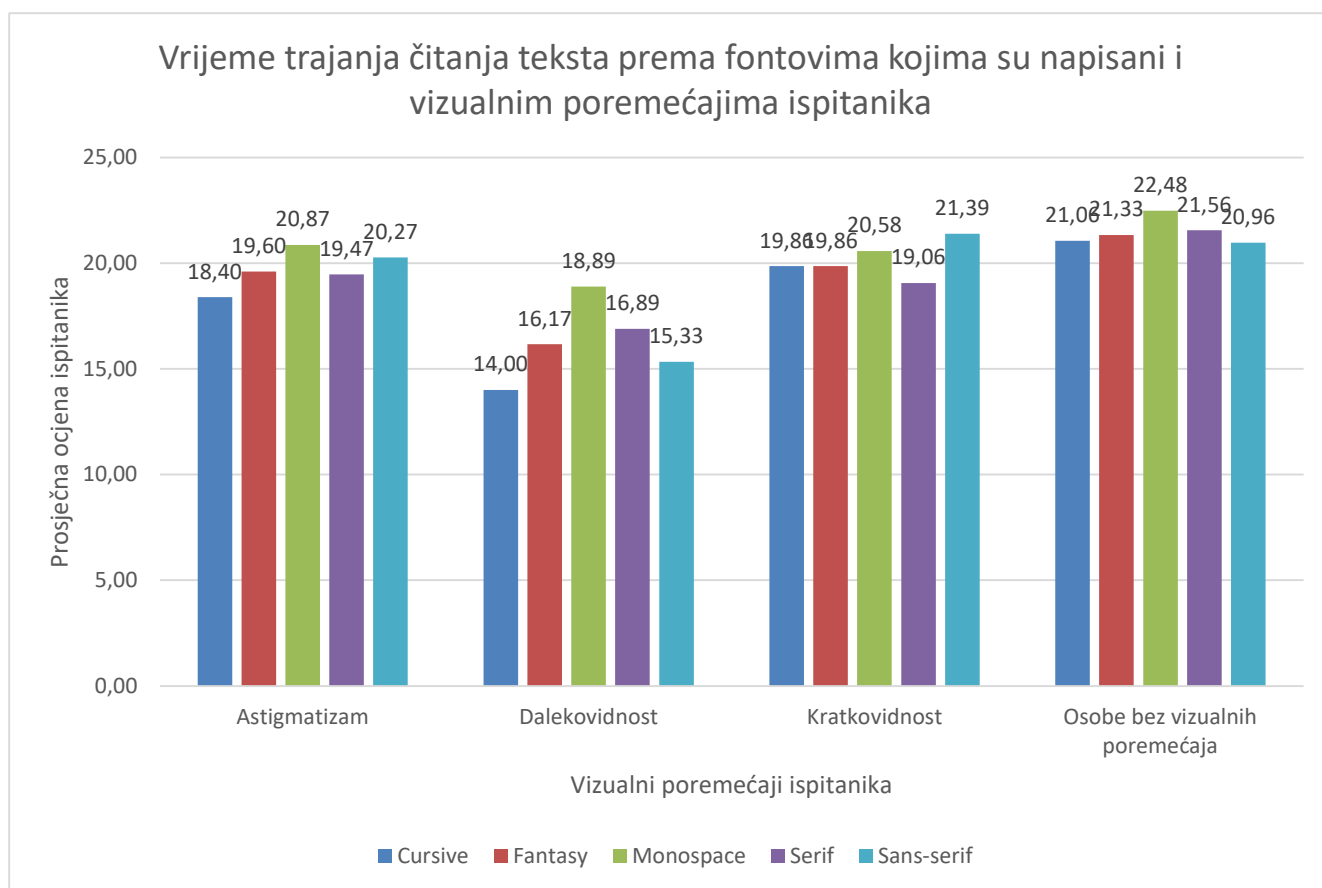
Slika 5.6. Grafički prikaz usporedbe subjektivnih ocjena čitljivost između skupina koje smatraju različite načine čitljivijim

Na slici 5.7. nalazi se usporedba čitljivosti obitelji fontova prema subjektivnoj ocjeni i vizualnim poremećajima ispitanika. Iz grafa se može vidjeti kako osobe s astigmatizmom preferiraju cursive i sans-serife fontove u odnosu na druge generičke obitelji, osobe s dalekovidnošću preferiraju monospace fontove, dok osobe bez vizualnih poremećaja ili s kratkovidnošću preferiraju sans-serif fontove. Fantasy fontovi su na zadnjem mjestu po čitljivosti neovisno o vizualnim poremećajima.



Slika 5.7. Čitljivost obitelji fonta prema subjektivnoj ocjeni i vizualnim poremećajima ispitanika

Slika 5.8. grafički prikazuje usporedbu vremena trajanja čitanja teksta prema fontovima kojima su napisani i vizualnim poremećajima ispitanika. Iz grafa se može zaključiti kako osobe s astigmatizmom i dalekovidnošću najbrže čitaju cursive fontove, osobe s kratkovidnošću serif, dok osobe bez vizualnih poremećaja najbrže čitaju sans-serif fontove. Osobe s kratkovidnošću su najviše vremena proveli čitajući tekstove napisane sans-serif fontom, dok su osobe iz ostalih kategorija najviše vremena potrošili na monospace fontove.



Slika 5.8. Vrijeme trajanja čitanja teksta prema fontovima kojima su napisani i vizualnim poremećajima ispitanika

Treba uzeti u obzir da zbog manjeg broja ispitanika i fontova iz pojedinih kategorija rezultati mogu blago odstupati od očekivanja i ne nužno pružiti potpuno točnu sliku čitljivosti. Rezultati bi zasigurno bili vjerodostojniji kada bi se provelo opsežnije istraživanje, što aplikacija razvijena za ovo istraživanje i omogućuje.

## 6. ZAKLJUČAK

U sadašnjem svijetu, kada je digitalna komunikacija postala primaran način prenošenja informacija, čitljivost teksta ima ključnu ulogu u zadržavanju pažnje i prenošenju informacija korisniku. S time na umu, web dizajneri ne bi trebali zanemariti važnost marginalnih promjena koje uzrokuju izborom odgovarajućeg fonta.

Rezultat eksperimenta da je sans-serif najbolje ocjenjena obitelj fonta, kao i fantasy najgore, ne bi trebao izazivati čuđenje jer potvrđuje dosadašnja saznanja o optimalnom dizajnu čitljivosti u web okruženjima. To ne znači da dekorativni fontovi, kao što su fantasy, nisu potrebni. Njihova vizualna privlačnost može biti korisna u dizajnu, posebno kod naslova i podnaslova. Osim najbolje subjektivne ocjene, sans-serif fontovi imaju i jedno od najkraćih vremena čitanja, što ih čini najboljim izborom za veće blokove teksta.

Kako bi dobili stvarnije rezultate u ovakvim istraživanjima, potrebno je uključiti veći broj ispitanika, raznovrsnije tekstove te više fontova. Na taj način bi se mogli dobiti precizniji rezultati utjecaja različitih vrsta fontova na čitljivost. Također, dulji tekstovi bi omogućili ispitanicima da iskuse potencijalne poteškoće ili prednosti određenih fontova.

## LITERATURA

- [1] W. Hussain, O. Sohaib, A. Ahmed, and M. Q. Khan, "Web Readability Factors Affecting Users of All Ages Article in Australian Journal of Basic and Applied Sciences," *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, no. studeni, 2011.
- [2] H. Nafiseh and M. Balakrishnan, "The effects of font type and spacing of text for online readability and performance," *Cotemporary Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 161–174, 2014.
- [3] H. Antunes and C. T. Lopes, "Readability of web content," no. lipanj, pp. 1–4, 2019.
- [4] J. Akbarov and F. Alimova, "Digital versus Traditional Reading Materials in English Language Learning: A Comparative Analysis of Student Perceptions and Outcomes," *Res. Stud. English Lang. Teach. Learn.*, vol. 2, no. 2, pp. 75–86, 2024.
- [5] Nyx Ditech, "5 Factors That Influence Readability and Legibility of a UI," 2020. <https://www.nyxditech.com/blog/factors-influencing-readability-and-legibility> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [6] M. Y. Ivory, "An Empirical Foundation for Automated Web Interface Evaluation", University of California, Berkeley, 2001.
- [7] E. Elahi, A. M. I. Maqueda, and J. L. M. Lara, *Web Readability Challenges*, vol. 597 LNNS, no. April. Springer International Publishing, 2023.
- [8] California State University Northridge, "Readability." <https://www.csun.edu/universal-design-center/readability> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [9] T. Bipat, "Readability and Optimal Text Settings," 2022.
- [10] L. Rello, M. Pielot, and M. C. Marcos, "Make it big! The effect of font size and line spacing on online readability," *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, pp. 3637–3648, 2016.
- [11] K. Adzo, "Operating systems default serif fonts," *fontsarena.com*, 2019. <https://fontsarena.com/blog/operating-systems-default-serif-fonts/> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [12] K. Adzo, "Operating systems default sans-serif fonts," <https://fontsarena.com/>, 2019. <https://fontsarena.com/blog/operating-systems-default-sans-serif-fonts/> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [13] I. Y.E. Pan, "Gentle Intro to System Default Monospace Fonts," 2021. <https://ianyepan.github.io/posts/system-default-monospace-fonts-pt2/> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [14] Z. Leatherman, "Font Family Reunion," 2014. <https://fontfamily.io> [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [15] A. D. Shaikh and B. S. Chaparro, "The effects of line length on reading performance of online news articles," *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc.*, no. siječanj 2002, pp. 701–705, 2005.
- [16] w3schools, "CSS Fonts." [https://www.w3schools.com/css/css\\_font.asp](https://www.w3schools.com/css/css_font.asp) [Pristupljeno: 19.9.2024.]
- [17] aws.amazon.com, "What is Docker?" <https://aws.amazon.com/docker/> [Pristupljeno: 19.9.2024.]

## SAŽETAK

Ovaj rad daje uvid u čitljivost web sadržaja, posebno utjecaj tipa i generičke obitelji fonta na čitljivost. U tu svrhu kreirana je web aplikacija koja olakšava administratorima izradu prilagođenih anketa i provođenje istraživanja nad vlastitim ispitanicima. Za eksperimentalni dio ovog rada kreirana je anketa s pitanjima kao što su dob, vizualni poremećaji ispitanika te njihovo mišljenje o tome ima li tekst bolju čitljivost kada se čita s papira ili sa zaslona. Eksperiment je proveden s 25 ispitanika raznih dobni skupina. Od ispitanika se zahtijevalo ispunjavanje ankete, a potom čitanje tekstova i subjektivno ocjenjivanje fontova kojima su oni napisani. Ispitanici su bili obaviješteni da pažljivo čitaju tekstove jer je za vrijeme čitanja uključen brojač. Analiza rezultata je pokazala kako su fontovi generičke obitelji serif najčitljiviji po subjektivnom mišljenju te kako su drugi po vremenu koje je potrebno za čitanje tekstova. Možemo zaključiti kako fontovi iz serif obitelji imaju najveći stupanj čitljivosti u web okruženjima. Također, fontovi generičke obitelji fantasy dobili su najniže ocjene po pitanju subjektivnog mišljenja ispitanika i zauzimaju treće mjesto po vremenu potrebnom za čitanje tekstova napisanih tim fontovima te možemo zaključiti kako oni imaju najmanji stupanj čitljivosti web sadržaja. Važno je napomenuti da ispitanici koji smatraju čitanje sa zaslona čitljivijim u odnosu na čitanje s papira u prosjeku ocjenjuju ukrasne fontove, poput cursive i fantasy stilova, znatno čitljivijima u usporedbi s ispitanicima koji preferiraju čitanje s papira.

Ključne riječi: čitljivost web sadržaja, font, generička obitelj fonta, tipografija, web aplikacija



## **ABSTRACT**

### **A web environment for evaluating the readability of text paragraphs**

This paper provides insight into the readability of web content, especially the influence of type and generic family font on readability. For this purpose, a web application was created that makes it easier for administrators to create customized surveys and conduct research on their participants. For the experimental part of this work, a survey was created with questions such as age, visual disorders of the participants, and their opinions on whether the text has better readability when read from paper or a screen. The experiment was conducted with 25 participants of various age groups. Participants were required to fill out a survey, and then read the texts and subjectively rate the fonts they were written in. The participants were informed to read the texts carefully because the counter was on during the reading. The analysis of the results showed that the fonts of the generic family serif are the most readable according to subjective opinion and that they are second in terms of the time required to read the texts. We can conclude that fonts from the serif family have the highest level of readability in web environments. Also, the fonts of the fantasy generic family received the lowest ratings in terms of the subjective opinion of the participants and took the third place in terms of the time required to read texts written in these fonts, and we can conclude that they have the lowest level of readability of web content. It is important to note that participants who find reading from a screen more readable compared to reading from paper, on average, rate decorative fonts, such as cursive and fantasy styles, significantly more readable compared to participants who prefer reading from paper.

Keywords: font, generic font family, typography, web application, web content readability

## **ŽIVOTOPIS**

Marko Dubravac rođen je 27.12.2000. u Osijeku. Pohađao je Osnovnu školu Josipa Kozarca Semeljci, nakon koje upisuje Elektrotehničku i prometnu školu Osijek, smjer tehničar za računalstvo. U srednjoj školi se prvi put susreo s razvojem programske podrške, a posebno ga je zainteresirao razvoj web aplikacija, te je zbog toga odlučio upisati Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih znanosti Osijek s ciljem daljnjeg usavršavanja u tom području. U rujnu 2019. godine upisao je preddiplomski sveučilišni studij računarstva, nakon kojeg upisuje diplomski sveučilišni studij programskog inženjerstva. Nakon odrađivanja stručne prakse, nastavlja raditi kao pripravnik programskog inženjerstva u privatnom sektoru.