

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

**Web aplikacija za analizu zvuka
Tehnička dokumentacija
Verzija 1.1**

Studentski tim: Boris Boronjek
Yu Xing Jin
Anamarija Sučić
Franko Goričanec

Nastavnik: izv. prof. dr. sc. Marko Horvat

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

Sadržaj

1. Opis razvijenog proizvoda	4
2. Tehničke značajke	6
3. Upute za korištenje	7
4. Literatura	8

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

Tehnička dokumentacija

Ova tehnička dokumentacija opisuje razvoj i funkcionalnost web aplikacije za analizu i vizualizaciju zvuka. Aplikacija je namijenjena prikazu zvučnih signala kroz različite grafičke prikaze te mjerenu razine buke u realnom vremenu ili na temelju prethodno snimljenih audio datoteka. Dokumentacija sadrži pregled arhitekture sustava, korištenih tehnologija, tehničkih značajki, uputa za instalaciju i korištenje, te smjernice za testiranje i održavanje.

Glavni cilj aplikacije je omogućiti korisniku jednostavan i intuitivan uvid u zvuk, bez potrebe za specijaliziranim softverom. Kroz valni oblik, frekvencijski spektar i spektrogram korisnik može pratiti kako se zvuk mijenja kroz vrijeme, koje frekvencije su prisutne te kako se mijenja njihova jačina. Uz to, aplikacija omogućuje i mjerjenje glasnoće u decibelima (dB) te NR vrijednosti, što je korisno za procjenu buke u različitim prostorima.

U dokumentaciji su detaljno opisani tehnički dijelovi sustava, uključujući frontend izrađen u Reactu, kao i opcionalne Python skripte za napredniju obradu zvuka. Također su navedeni postupci za instalaciju i pokretanje aplikacije, upute za korištenje, te savjeti za rješavanje najčešćih problema. Ovaj dokument služi kao vodič za korisnike, ali i kao referenca za daljnji razvoj i održavanje sustava.

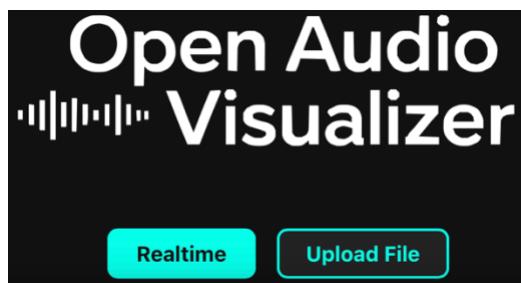
Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

1. Opis razvijenog proizvoda

Razvili smo web aplikaciju koja služi za analizu i vizualizaciju zvuka. Aplikacija radi izravno u internetskom pregledniku, bez potrebe za instalacijom dodatnih programa. Cilj aplikacije je da korisniku na jasan, jednostavan i vizualno razumljiv način prikaže kako zvuk izgleda, od čega se sastoji te kako se mijenja kroz vrijeme.

Aplikacija može raditi na dva načina (Slika 1/Slika 1):

1. **Snimanje uživo** – aplikacija koristi mikrofon na računalu i u stvarnom vremenu prikazuje zvuk dok se on snima. Korisnik može odmah vidjeti kako se zvuk mijenja, što je korisno za praćenje buke, govora ili drugih zvučnih signala u trenutku nastanka.
2. **Učitavanje datoteke** - korisnik može učitati zvučnu datoteku s računala, nakon čega aplikacija analizira snimku i prikazuje njezin sadržaj. Ovaj način rada omogućuje detaljniji pregled zvuka koji je već snimljen i njegovo naknadno proučavanje.



Slika 1. Prikaz dvaju načina rada aplikacije

Aplikacija prikazuje zvuk kroz tri grafička prikaza koji su uvijek vidljivi jedan ispod drugog. Svi prikazi rade istovremeno i koriste iste zvučne podatke, ali svaki prikazuje zvuk na drugačiji i koristan način (Slika 2).

1. Valni oblik (Waveform)

Valni oblik prikazuje zvuk kao liniju koja se neprekidno pomiče s lijeva na desno. Na okomitoj osi prikazana je jačina zvuka, što se linija više udaljava od sredine, to je zvuk glasniji. Na vodoravnoj osi nalazi se vrijeme, odnosno uzorci zvuka koji dolaze jedan za drugim. Glasni zvukovi stvaraju velike i izražene valove, dok tihi zvukovi imaju male valove. Kada nema zvuka, vidi se ravna linija kroz sredinu.

2. Frekvencijski spektar (FFT)

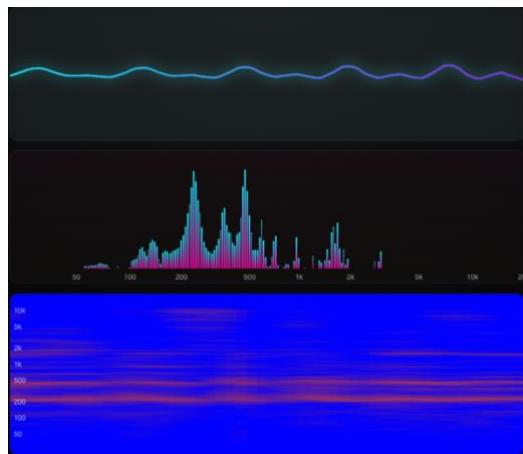
Frekvencijski spektar prikazuje koje tonove zvuk u tom trenutku sadrži. Na vodoravnoj osi nalaze se frekvencije, od niskih prema visokim tonovima, dok okomita os pokazuje koliko je svaka frekvencija prisutna u zvuku. Kada se proizvede niski ton, vidi se izražen vrh na lijevoj strani grafikona, a kod visokih tonova vrh se pojavljuje desno. Kod glazbe se istovremeno pojavljuje više vrhova jer se sastoji od

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

više tonova. Prikaz obuhvaća frekvencije do 20.000 Hz, što odgovara gornjoj granici ljudskog sluha.

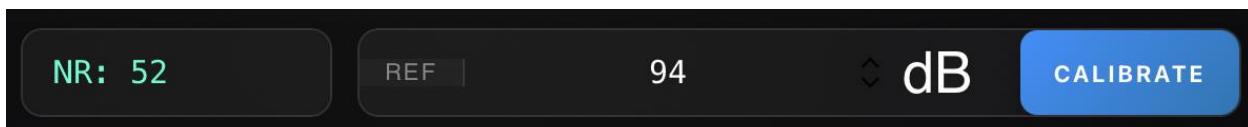
3. Spektrogram

Spektrogram prikazuje kako se frekvencije mijenjaju kroz vrijeme i može se promatrati kao svojevrsna „slika“ zvuka. Vrijeme se kreće s desna na lijevo; desna strana prikazuje trenutačni zvuk, a lijeva ono što se dogodilo ranije. Na okomitoj osi nalaze se frekvencije s niskima pri dnu i visokima pri vrhu. Jačina zvuka prikazana je bojama: toplice boje (žuta i crvena) označavaju jači zvuk, dok hladnije boje (plava i zelena) označavaju slabiji. Spektrogram pamti zadnjih 100 uzoraka, pa korisnik može vidjeti kako se zvuk mijenja tijekom posljednjih nekoliko sekundi.



Slika 2. Vizualizacija triju grafičkih prikaza

Osim što vizualno prikazuje zvuk, aplikacija omogućuje i mjerjenje razine buke. Prikazuje glasnoću zvuka u decibelima (dB), kao i NR vrijednost (Noise Rating) koja pokazuje koliko je buka izražena u odnosu na preporučene standarde za određene prostore. Kako bi mjerjenja bila što preciznija, korisnik ima mogućnost kalibracije sustava i prilagodbe mjerjenja stvarnim uvjetima (Slika 3).



Slika 3. Prikaz mjerjenja razine buke i kalibracije u aplikaciji

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

2. Tehničke značajke

Projekt je tehnički realiziran kao moderna web aplikacija s jasno odvojenom klijentskom i opcionalnom serverskom stranom. Klijentski dio razvijen je u JavaScriptu koristeći React kao glavni framework za izradu korisničkog sučelja, uz React DOM i React Scripts za rad s preglednikom te razvojni i produkcijski build proces. Aplikacija se u velikoj mjeri oslanja na standardne web API-je, prvenstveno Web Audio API za snimanje i obradu zvuka, MediaDevices API za pristup mikrofonu te Canvas API za crtanje grafova i vizualizacija poput valnog oblika, frekvencijskog spektra i spektrograma. Za analizu zvuka koristi se AudioContext u kombinaciji s AnalyserNode komponentom, što omogućuje FFT analizu i dohvati frekvencijskih podataka u stvarnom vremenu. Stilovi su izrađeni u običnom CSS-u uz korištenje CSS varijabli za boje i teme.

Za provjeru ispravnosti aplikacije koriste se alati za testiranje kao što su Jest i React Testing Library, zajedno s pripadajućim pomoćnim bibliotekama za simulaciju korisničkih interakcija. Proces izgradnje aplikacije temelji se na Webpacku i Babelu, koji su ugrađeni u React Scripts, dok ESLint služi za provjeru kvalitete i konzistentnosti koda.

Serverski dio projekta je opcionalan i sastoji se od samostalnih Python skripti razvijenih u Pythonu 3, koje se koriste za naprednije analize zvuka izvan web aplikacije. U tom dijelu koriste se biblioteke poput NumPyja za matematičke izračune, SoundDevicea za snimanje zvuka, Matplotliba za izradu grafova, SoundFilea za rad s WAV datotekama te PyDub ili librosa biblioteka za učitavanje MP3 datoteka. Obrada zvuka temelji se na standardnim parametrima kao što su sample rate od 44.100 Hz, blokovi od 1024 uzorka i frekvencijski raspon od 20 Hz do 20.000 Hz, uz primjenu FFT algoritma, RMS izračuna, A-weightinga, oktavne analize te NR krivulja za procjenu razine i prihvativosti buke.

Tehnički gledano, frontend je izведен kao Single Page Application koja u potpunosti radi u pregledniku i ne zahtijeva komunikaciju sa serverskim dijelom, dok se Python skripte koriste neovisno, prema potrebi. Za razvoj i pokretanje aplikacije koristi se Node.js uz npm za upravljanje paketima, dok su dostupne standardne naredbe za instalaciju ovisnosti, pokretanje razvojnog poslužitelja, izradu produkcijske verzije i pokretanje testova. Aplikacija je namijenjena radu u modernim internetskim preglednicima kao što su Chrome, Firefox i Safari uz obaveznu podršku za Web Audio API i dopušten pristup mikrofonu.

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

3. Upute za korištenje

Za snimanje zvuka uživo potrebno je najprije dopustiti pristup mikrofonu. Prilikom prvog otvaranja aplikacije preglednik će zatražiti dopuštenje za korištenje mikrofona, koje je potrebno potvrditi kako bi aplikacija mogla snimati zvuk. Nakon toga koristi se Realtime način rada koji je u pravilu već aktivan pri pokretanju aplikacije. U tom načinu korisnik može pratiti tri grafička prikaza: valni oblik koji pokazuje opći izgled zvuka, frekvencijski spektar koji prikazuje prisutne frekvencije te spektrogram koji vizualno prikazuje promjene zvuka kroz vrijeme. Uz grafove se istovremeno prikazuju i brojčane vrijednosti glasnoće u dB(A), NR vrijednost te prosječna NR vrijednost (Avg NR).

Za točnije rezultate mjerjenja moguće je provesti kalibraciju. Preporučuje se korištenje akustičkog kalibratora poznate glasnoće (najčešće 94 dB), iako se može koristiti i drugi izvor zvuka poznate razine. U aplikaciji se postavlja ciljana vrijednost glasnoće, nakon čega se pusti kalibracijski ton i pokrene postupak kalibracije. Aplikacija tada automatski prilagođava mjerjenja, a nova vrijednost kalibracijskog pomaka prikazuje se u odgovarajućem polju.

Osim snimanja uživo, aplikacija omogućuje i analizu već snimljenih zvučnih datoteka putem Upload File načina rada. Nakon prebacivanja u ovaj način rada, korisnik može učitati audio datoteku s računala (npr. WAV ili MP3), a aplikacija automatski započinje analizu. Dostupne su kontrole za reprodukciju, poput pokretanja i pauziranja zvuka te pomicanja po datoteci, dok se grafički prikazi ažuriraju u skladu s dijelom zvuka koji se trenutno reproducira.

Za najbolje rezultate preporučuje se korištenje kvalitetnog mikrofona pri snimanju uživo, smanjenje pozadinske buke u prostoru te pravilno postavljanje mikrofona u odnosu na izvor zvuka. Kod analize datoteka najbolje rezultate daje WAV format, dok MP3 može sadržavati artefakte zbog kompresije. Kalibraciju je preporučljivo provoditi u tihom okruženju i provjeriti rezultate pomoću poznatih izvora zvuka.

U slučaju problema, poput nedostupnog mikrofona, nedostatka zvuka ili nepravilnog rada grafova, preporučuje se provjera postavki mikrofona, osvježavanje stranice ili pokretanje aplikacije u drugom pregledniku, pri čemu Chrome najčešće daje najbolje rezultate.

Web aplikacija za analizu zvuka	Verzija: 1.1
Tehnička dokumentacija	Datum: 30.01.2026.

4. Literatura

W3C. (2011). *Web Audio API Specification*. Dostupno na: <https://www.w3.org/TR/webaudio/>

Mozilla Developer Network. (n.d.). *Web Audio API Documentation*. Dostupno na: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Audio_API

MathWorks. (n.d.). *Fast Fourier Transform (FFT) — Overview*. Dostupno na: <https://www.mathworks.com/help/matlab/math/fast-fourier-transform-fft.html>

Sengpielaudio. (n.d.). *Acoustics and Sound Level Basics*. Dostupno na: <https://www.sengpielaudio.com/>

Engineering ToolBox. (n.d.). *Noise Rating (NR) Curves*. Dostupno na: https://www.engineeringtoolbox.com/noise-rating-nr-curves-d_984.html