

# Moderne mixing i mastering audio tehnike nu metal glazbe

---

Kiš, Karlo

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:026937>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-08**

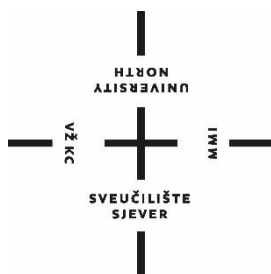


Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



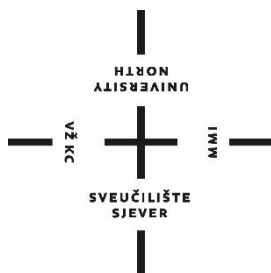
DIPLOMSKI RAD br. 121-MMD-2023

**MODERNE MIXING I MASTERING AUDIO**  
**TEHNIKE NU METAL GLAZBE**

Karlo Kiš

Varaždin, rujan 2023.

**SVEUČILIŠTE SJEVER**  
**SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**  
**Studij Multimedija**



DIPLOMSKI RAD br. 121-MMD-2023

**MODERNE MIXING I MASTERING AUDIO**  
**TEHNIKE NU METAL GLAZBE**

Student:

Karlo Kiš

Mentor:

red.prof.art. Davor Bobić

Varaždin, rujan 2023.

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Multimedija

STUDIJ Sveučilišni diplomski studij Multimedija

PRISTUPNIK Karlo Kiš

MATIČNI BROJ 0016104419

DATUM 14.09.2023.

KOLEGIJ Digitalna audio produkcija

NASLOV RADA Moderne mixing i mastering audio tehnike nu metal glazbe

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Modern mixing and mastering audio techniques of nu metal music

MENTOR Davor Bobić

ZVANJE red.prof.art

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. doc.dr.sc. Andrija Bernik-predsjednik

2. izv.prof.art. dr.sc. Robrt Geček-član

3. red.prof.art. Davor Bobić-mentor

4. doc.art.dr.sc. Mario Periša-zamjenski član

5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 121-MMD-2023

OPIS

Ovaj diplomski rad mora opisati glavne tehničke aspekte miksanja i masteranja glazbe i dokumentirati cjelokupan proces miksanja i masteringa nu metal pjesme koji obuhvaća primjenu specijaliziranih tehnika za gitarske tonove, oblikovanje bubnjeva, vokalnu obradu, obradu miksa i mastera, što vodi do konačnog komercijalnog proizvoda. Osim toga, treba biti provedena i slijepa testna istraživačka studija kako bi se ispitala preferencije slušatelja i percepcije u odnosu na analogne/hibridne ili digitalne metode masteringa.

U radu je potrebno:

- Obraditi glavne tehničke aspekte miksanja i masteranja glazbe.
- Kreativno prikazati osnovne alate tijekom procesa miksa i mastera glazbe.
- Dokumentirati proces miksanja i masteriranja nu metal skladbe.
- Napraviti istraživanje koje prikazuje preferenciju slušatelja u odnosu na analogne/hibridne ili digitalne metode masteringa.

ZADATAK URUČEN

19.09.2023.



POTPIS MENTORA

*[Handwritten signature]*

Očitičkova

# Sadržaj

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Uvod.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Glazba i miksanje .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1.      | Kratka povijest miksanja glazbe .....                                     | 6         |
| 2.2.      | Digitalna audio radna stanica (eng. DAW).....                             | 8         |
| 2.2.1.    | Osnovne funkcije Digitalne audio radne stanice.....                       | 9         |
| 2.3.      | Priprema audio zapisa/traka za miks.....                                  | 11        |
| 2.3.1.    | Nazivi traka i organiziranje .....  | 11        |
| 2.3.2.    | Označavanje audio traka bojom .....                                       | 12        |
| 2.3.3.    | Bilješke autora ili producenta i dokumentacija audio sadržaja pjesme..... | 13        |
| <b>3.</b> | <b>Važnost dobrog sustava slušanja.....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>4.</b> | <b>Proces i elementi miksanja skladbe .....</b>                           | <b>20</b> |
| 4.1.      | Ubacivanje traka .....  | 20        |
| 4.2.      | Stvaranje balansa miksa .....   | 22        |
| 4.3.      | Panorama miksa .....  | 24        |
| 4.4.      | Grupiranje traka (eng. bussing) .....                                     | 27        |
| 4.5.      | Ekvalizacija – EQ .....   | 28        |
| 4.6.      | Kompresija .....  | 32        |
| 4.7.      | Limiteri i kliperi.....   | 34        |
| 4.7.1.    | Limiteri.....   | 34        |
| 4.7.2.    | Kliperi.....  | 36        |
| 4.8.      | Saturacija.....   | 38        |
| 4.9.      | Efekti odjeka (eng. Reverb) .....   | 41        |
| 4.9.1.    | Neki prirodni odjeci – komore .....                                       | 42        |
| 4.9.2.    | Mehanički odjeci.....   | 43        |
| 4.9.3.    | Digitalni odjeci.....   | 44        |
| 4.9.4.    | Parametri odjeka:.....  | 45        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.10. Efekti odgode (eng. Delay) .....  | 46        |
| 4.11. Alati za manipulaciju stereo slike miksa .....                            | 50        |
| <b>5. Miks pjesme „Another Life“ banda „Daimon B.“ .....</b>                    | <b>51</b> |
| 5.1. Informacije o izvođaču i pjesmi.....                                       | 51        |
| 5.2. Podešavanje početnog balansa, panorame i postavke grupe efekata miksa..... | 52        |
| 5.3. Ritam sekcija – Bubnjevi .....   | 53        |
| 5.3.1. Bas bubanj (eng. Kick drum) .....  | 54        |
| 5.3.2. Doboš bubanj (eng. Snare drum).....                                      | 56        |
| 5.3.3. Činele .....   | 59        |
| 5.3.4. Tom bubnjevi .....   | 61        |
| 5.3.5. Bubnjarska soba (eng. „Drum Room“) .....                                 | 62        |
| 5.4. Grupa bubnjeva - „DrumBus“ sabirnica .....                                 | 63        |
| 5.5. Bas sintesajzeri.....  | 64        |
| 5.6. Ritam gitare.....  | 65        |
| 5.7. Vodeći sintesajzeri .....  | 66        |
| 5.8. Vokali i vokalni efekti .....  | 67        |
| 5.9. Automatizacija .....   | 74        |
| 5.10. Miks sabirnica i priprema miksa za mastering .....                        | 75        |
| <b>6. Masteranje pjesme „Another Life“ banda „Daimon B.“</b>                    | <b>78</b> |
| 6.1. Proces digitalnog masteranja pjesme „Another life“ .....                   | 79        |
| 6.2. Proces analognog/hibridnog masteranja pjesme „Another life“ .....          | 82        |
| <b>7. Istraživanje .....</b>  | <b>85</b> |
| 7.1. Metodologija istraživanja.....   | 85        |
| 7.2. Hipoteze .....   | 86        |
| 7.3. Anketna pitanja .....  | 86        |
| 7.4. Rezultati istraživanja.....  | 88        |
| <b>8. Zaključak .....</b>   | <b>94</b> |

|            |                          |           |
|------------|--------------------------|-----------|
| <b>9.</b>  | <b>Literatura .....</b>  | <b>96</b> |
| <b>10.</b> | <b>Popis slika .....</b> | <b>97</b> |

## Sažetak

Ovaj rad istražuje moderne tehnike miksanja i masteringa u nu metal glazbi, zalazeći u jedinstvene zvučne elemente žanra i njegove zahtjeve dinamičke produkcije. Istraživanje se također dotaklo tekuće rasprave između analognog i digitalnog masteringa, pri čemu sudionici preferiraju analogni/hibridni mastering.

Ključno je istaknuta važnost modernih tehnika miksanja u oblikovanju zvuka nu metala, uključujući agresivnu kompresiju, precizno oblikovanje EQ-a i kreativne vokalne tretmane. Ove tehnike, u kombinaciji s odabranim pristupom masteringu, naglašavaju složenost proizvodnje nu metala.

U konačnici, izbor između analognog i digitalnog masteringa ostaje subjektivan. Glazbeni producenti nu metala moraju iskoristiti snagu obje metode tokom miksanja i masteriranja glazbe kako bi uhvatili intenzitet žanra dok u isto vrijeme koriste prednosti moderne digitalne tehnologije. Ovaj rad naglašava važnost spajanja tradicije i inovacije u potrazi za uvjerljivim i rezonantnim zvučnim pejzažima.

**Ključne riječi:** nu metal žanr, tehnike miksanja, tehnike masteranja, analogni/hibridni master, digitalni master, kompresija, ekvalizacija, vokalni tretmani, zvučni pejzaž.



## Summary

This paper explores modern mixing and mastering techniques in nu metal music, delving into the unique sonic elements of the genre and its dynamic production requirements. The survey also touched on the ongoing debate between analog and digital mastering, with participants favoring analog/hybrid mastering.

The importance of modern mixing techniques in shaping the sound of nu metal is crucially highlighted, including aggressive compression, precise EQ shaping and creative vocal treatments. These techniques, combined with a chosen approach to mastering, highlight the complexity of nu metal production.

Ultimately, the choice between analog and digital mastering remains subjective. Nu metal music producers must harness the power of both methods when mixing and mastering music to capture the intensity of the genre while at the same time taking advantage of modern digital technology. This work highlights the importance of combining tradition and innovation in the pursuit of compelling and resonant soundscapes.

**Keywords:** nu metal music, mixing techniques, mastering techniques, analog vs. digital mastering, compression, EQ sculpting, vocal treatments, sonic landscape.

## **Popis korištenih kratica**

**dB** – decibel

**EQ** – ekvalizacija, ekvalizator

**DAW** – Digitalna audio radna stanica

**DIY** – Napravite sami (eng. „Do it yourself“)

**Hz** – Hertz

**kHz** – Kilo Hertz

**LUFS** - Jedinice glasnoće pune skale (eng. „Loudness Units Full Scale“)

## **Zahvala**

Od srca se zahvaljujem svima koji su doprinijeli uspješnoj izradi ovog diplomskog rada. Vaša podrška, vodstvo i ohrabrenje bili su neprocjenjivi tijekom ovog putovanja.

Iskreno zahvaljujem profesoru Predragu Krobotu na njegovoj dodatnoj stručnosti i nepokolebljivoj podršci.

Posebno sam zahvalan Daumantasu Bagdonavičiusu što mi je velikodušno ustupio audio trake svoje pjesme "Another Life" u svrhu miksanja i masteringa. Ova mi je prilika omogućila da primijenim i poboljšam tehnike istražene u ovom radu, značajno pridonoseći mom praktičnom razumijevanju audio produkcije.

Također, zahvaljujem svom mentoru na njegovoj podršci uvidima i doprinosima.

Još jednom, hvala vam svima na vašoj značajnoj ulozi u ostvarenju ovog diplomskog rada.

S poštovanjem,

Karlo Kiš.

# 1. Uvod

U današnje digitalno doba, područje glazbene produkcije doživjelo je transformativnu evoluciju. Umjetnost audio miksanja i masteringa, nekada ograničena na ekskluzivne studije i iskusne profesionalce, sada je postala dostupna širem spektru korisnika, glazbenika i audio entuzijasta. Sa pojavom naprednih tehnologija i softvera, te zajedno s demokratizacijom proizvodnih alata, audio inženjering je revolucioniran na više različitih načina, utirući put novim i inovativnim tehnikama.

Ovaj diplomski rad zadire u dinamičnu domenu modernog audio miksanja i masteringa koja se neprestano razvija, nastojeći razotkriti zamršenu tapiseriju tehnika koje oblikuju slušno iskustvo u suvremenoj glazbenoj produkciji. U eri obilježenoj fuzijom umjetničkog izričaja i tehnološke snage, granice onoga što je moguće postići unutar područja manipulacije zvukom i profinjenosti nastavljaju se širiti.

Napredak u računalnim algoritmima, strojno učenje i obrada u stvarnom vremenu omogućili su audio inženjerima i producentima da istražuju nove neistražene teritorije i granice između tradicionalne izrade i vrhunske inovacije. Spoj kreativnosti i tehnologije omogućuje audio producentima i inženjerima da oblikuju zvučne signale s neviđenom preciznošću, spajajući slojeve instrumentacije, vokala i efekata u skladnu i zadržavajuću slušnu tapiseriju.

Štoviše, pojava streaming platformi (najpopularniji Spotify) kao primarnog načina konzumiranja glazbe dovela je do promjene paradigme u tome kako se glazba percipira i cijeni. Pedantan proces audio masteringa igra ključnu ulogu u osiguravanju da se konačni proizvod besprijekorno prevodi i ne gubi koheziju u različitim okruženjima za slušanje, zadovoljavajući raznoliki spektar medija, od vrhunskih slušalica do zvučnika automobila i kompaktnih mobilnih uređaja.

Kod miksanja i masteranja bitno je prepoznati da iako tehnologija služi kao pokretač, bit umjetničkog izražavanja ostaje u srcu svake glazbene kreacije – lošu pjesmu ili kompoziciju audio obrada ne može spasiti. Uz mnoštvo alata i metodologija koje su im na raspolaganju, audio inženjeri i producenti suočeni su s prilikama i izazovima, nastojeći postići ravnotežu između kreativne intuicije i tehničke finese.

Ovaj diplomski rad ima za cilj rasvijetliti višestruki krajolik audio miksanja i masteringa, istražujući teme u rasponu od napredne tehnike ekvilizacije i dinamičke obrade do prostorne audio manipulacije. Analizirajući trendove u industriji i eksperimentalne pristupe, cilj ovog

rada je pružiti sveobuhvatan pregled najsuvremenijih praksi koje definiraju modernu nu metal audio produkciju obuhvaćajući miksanje i masteranje na praktičnom stvarnom primjeru skladbe žanra nu metal. Istraživanje ovog rada temeljit će se na usporedbi analognog i digitalnog masteringa nu metal skladbe, te njihovih razlika.

Na stranicama koje slijede prikazuju se razni slojevi zvučne manipulacije, zalazeći u nijanse svake faze proizvodnog procesa audio miksa i mastera.

## 2. Glazba i miksanje

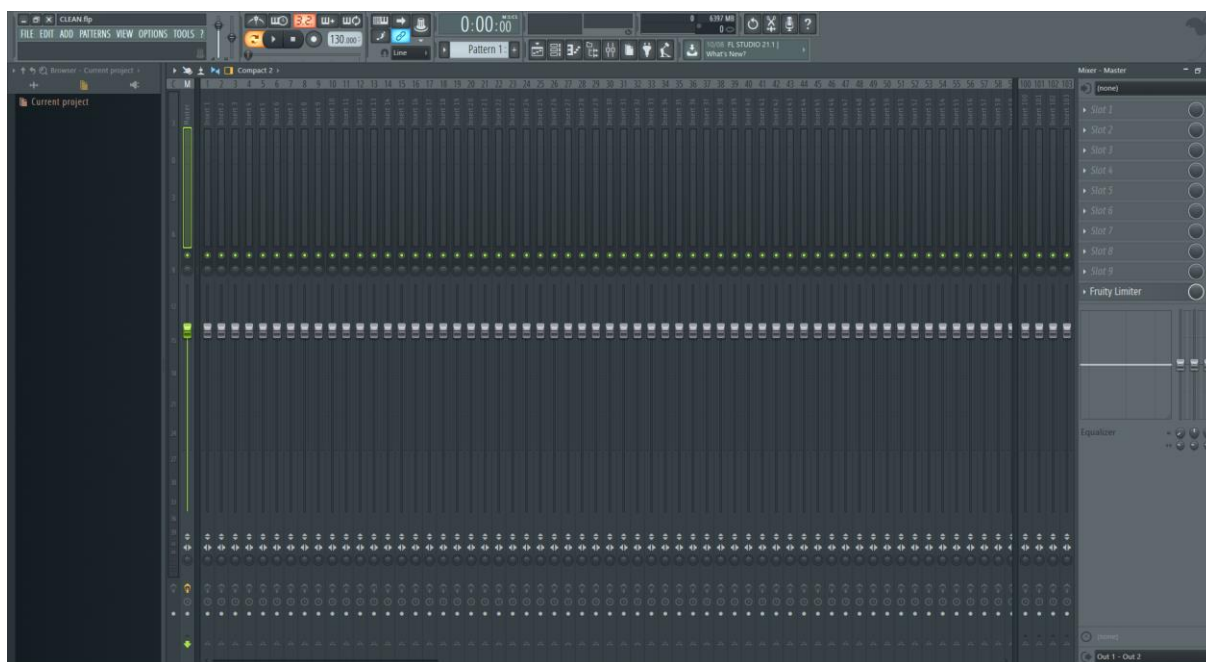
Glazba i miksanje glazbe vrlo su važni aspekti glazbene industrije. Ukratko, glazba je umjetnost koja koristi zvukove, ritam i melodiju kako bi izrazila osjećaje, ideje i emocije, te prenijela poruku izvođača na publiku. Glazba može biti izvedena kroz instrumente, vokal ili elektronički generirane zvukove. Različiti žanrovi glazbe obuhvaćaju različite stilove, kao što su pop, rock, jazz, klasična glazba, elektronička glazba i slični. Glazbena industrija širi se i na kućnu obradu i snimanje, a dostupnost glazbe postaje sve veća pojavom takozvanih „streaming“ servisa za slušanje glazbe kao što su Spotify i Tidal. Spotify nudi mp3 320kbps kvalitete dok Tidal nudi formate bez gubitka sadržaja (eng. „lossless“) formate.

Miksanje glazbe je proces u kojem se koriste tehničke vještine i znanja o glazbi kako bi se stvorila nova glazbena kompozicija. To je proces spajanja i obrade zvučnih zapisa kako bi se postigao optimalan zvuk za slušanje i uključuje balansiranje različitih zvučnih elemenata, kao što su vokali, instrumenti, ritam i efekti, kako bi se postigla jasnoća i harmonija u konačnom zvučnom zapisu. U suštini, mixanje je predzadnji korak u produkciji glazbe. Pojavljuje se nakon snimanja i editiranja instrumenata. Snimljene trake ne nude dovoljnu zvučnu kvalitetu, a proces miksanja ovaj nedostatak može vrlo kvalitetno riješiti. Vrlo je važno snimiti vrlo kvalitetne audio zapise instrumenata kako bi miksanje bilo moguće napraviti što kvalitetnije. Loše snimljeni sadržaj skoro nikad ne može stvoriti fenomenalan miks bez da miksing inženjer ne ulazi u produkcijsku fazu obrade pjesme. [1]

Miksanje je posebno važno u produkciji pjesama, albuma i drugih audio sadržaja kao što je audio sadržaj i zvučni efekti za filmove i slično. Zvučni inženjeri, poznati i kao miks majstori, koriste različite alate za mixanje, uključujući profesionalne audio radne stanice, efekte, kompresore, ekvilizere i mnoge druge tehničke uređaje kako bi postigli željeni zvuk i stvorili perceptivnu dubinu u audio sadržaju. Dobro miksanje može značajno poboljšati kvalitetu glazbenog zapisa i osigurati da svaki element zvuči uravnoteženo, jasno i u skladu s ostalim elementima.

Miksanje glazbe može se učiniti uz pomoć računala ili posebnih glazbenih uređaja za mixanje kao što su digitalne ili nekad najkorištenije analogne miksete, te postalo vrlo popularno u 20. stoljeću s pojavom tehničkih napredaka u glazbenoj produkciji, posebno s pojavom računala i

posebnih softvera za obradu zvuka koje danas nazivamo digitalne radio stanice (eng. Digital Audio Workstation - DAW) – više o tome kasnije.



*Slika 1. FL Studio 12 – Digitalna audio radna stanica*

Uostalom, digitalno miksanje glazbe omogućilo je glazbenicima i inženjerima miksanja da stvaraju složene glazbene kompozicije koje su bile nezamislive ranije zbog fizičkog limita na analognim konzolama (najčešće 24 traka), a sam proces spajanja traka bio je pre kompleksan kako bi bio isplativ. Jedan mikrofonski predstavlja jedan kanal/traku na mikseti koja je najčešće reprezentirala jedan instrument ili set određenih instrumenata.

Samo tako, zbog raznih limita 24 tračno snimanje dosta se populariziralo u povijesti što je i razlog da većina setova sirovih traka starijih pjesama sadrži točno 24 traka. Također, sam limit snimanja korištenjem 24 traka tjerao je producente glazbe da na što kreativniji način raspolažu sa resursima koje imaju, te još dan danas neki producenti koriste tehniku snimanja samo 24 traka za neke manje složenije glazbene uratke – jedno radi razloga da neki još uvijek koriste analogne konzole ili 70tih i 80tih godina dok drugi smatraju da 24 kanalno snimanje stvara na neki način zlatni standard u broju mikrofona i instrumenata i samim time stvara manju frekvencijsku koliziju instrumenata kod finalne obrade zvuka i stvaranja mixa. [2] Ranije napomenuto veže se na pojam „Manje je više“.



*Slika 2. 24 kanalna analogna konzola - Neve 24 Channel BBC Console (Vintage)*

Miksiranje glazbe danas je važan dio mnogih žanrova popularne glazbe, od elektroničke plesne glazbe do hip-hopa, rocka i mnogih drugih. Ne postoji profesionalno izdana glazba u današnje vrijeme koja nije izmiksana na analogni ili digitalni način, a najčešće kombinacijom obje tehnike. U svakom slučaju, miksiranje je kreativan proces koji zahtijeva vještine, vrijeme i sluh kako bi se postigao željeni zvuk koji će odgovarati viziji umjetnika ili producenta. Dobro miksana glazba često je ključ za postizanje uspjeha i priznanja u glazbenoj industriji, a dobri miksing inženjeri skupo se cijene u današnjoj industriji.



## 2.1. Kratka povijest miksanja glazbe

Povijest miksanja glazbe seže unazad u 60-te godine prošlog stoljeća, kada su glazbeni producenti počeli koristiti različite tehnike miksanja glazbe u studiju. Tijekom 70-ih i 80-ih godina, pojavili su se prvi DJ-evi koji su koristili gramofonske ploče i drugu opremu za miksanje glazbe uživo. U posljednjih nekoliko desetljeća, digitalne tehnologije su se razvile i sada se miksanje glazbe često obavlja korištenjem računala i softvera za miksanje glazbe, a samo analogno miksanje postalo je na neki način luksuz.

Sam koncept miksanja glazbe započeo je s pojavom audio zapisa u kasnom 19. stoljeću. Tijekom tog razdoblja, zvučni zapisi snimali su se pomoću mehaničkih uređaja poput fonografa. Miksanje je bilo vrlo jednostavno, a inženjeri su imali ograničenu kontrolu nad ravnotežom zvuka i kvalitetom. Sam pojam miksanja u teoriji onda ni nije postojao.

1950. godina pojavljuje se višekanalno snimanje. Uvođenje višekanalnog snimanja revolucioniralo je glazbenu industriju pošto se pojavljuje mogućnost snimanja više instrumenata ozvučeno s više različitih mikrofona. Višekanalno snimanje omogućilo je inženjerima da zasebno snimaju i manipuliraju različitim zapisima instrumenata, omogućujući veću kontrolu nad pojedinačnim elementima pjesme. Snimajući instrumente na odvojene trake i zatim ih miksati zajedno. Višekanalnim snimanjem inženjeri su mogli postići ugladeniji i profinjeniji zvuk. Višekanalno snimanje smatra se ranim početkom miksanja.

Godina 1960. smatra se godina stereo snimanja. Pojavljuju se i koriste razne tehnike višekalnog snimanja istog instrumenta, a samim time pojavljuju se i prvi stereo miksevi. Mono audio sadržaj sadrži samo jedan kanal audio zapisa. Primjer mono audio zapisa je recimo jedna ozvučena gitara ili gitarsko pojačalo. Stereo reprodukcija audio zapisa za razliku od mono koristi dva kanala – lijevi i desni. Stereo audio zapis najbolje predstavlja zvuk kao što ga mi prirodno čujemo – svaki kanal predstavlja jedno uho slušatelja, lijevo i desno. Stereo miksanje danas je najpopularniji oblik miksanja glazbe, no mono reprodukcija je još uvijek popularna u noćnim klubovima i slično gdje se nalazi mnogo različito razmještenih zvučnika tako da i na to treba pripaziti. [3]

Napredak u studijskoj tehnologiji, opremi za snimanje, kao i pojava poznatih studija za višekanalno snimanje kao što su Abbey Road u Londonu i Capitol Studios u Los Angelesu, doveli su do revolucionarnih inovacija u tehnikama miksanja. Legendarni producenti i

inženjeri, kao što su George Martin i Geoff Emerick (povezani s Beatlesima), Tom Dowd (poznat po svom radu s Atlantic Recordsom) i Phil Spector (poznat po svojoj produkciji "Wall of Sound"), pomaknuli su granice miksanja glazbe tijekom ove ere. Ovih godina polako se počinje stvarati slika komercijalnog zvuka, te sve više inženjera počinje stvarati kreativne mikseve.

1980. godina donijela je promjenu paradigme miksanja glazbe uvođenjem digitalnog miksanja i snimanja. Pojavljuju se prve Digitalne audio radne stanice. Prva digitalna audio radna stanica (eng. DAW) često se pripisuje Soundstreamu, pionirskoj tvrtki koja je predstavila "Digital Editing System" (eng. DES) 1977. Soundstream je osnovao Thomas Stockham, poznati audio inženjer i znanstvenik, koji je odigrao ključnu ulogu u razvoju digitalne audio tehnologije. Digitalne audio radne stanice (eng. DAW) omogućile su inženjerima da manipuliraju zvukom pomoću softvera – koristeći ogroman napredak u digitalnoj tehnologiji nudeći precizno uređivanje, automatizirano miksanje i niz digitalnih efekata. Ovo je doba obilježilo prijelaz s analognog snimanja vrpce na digitalni zvuk, značajno mijenjajući tijek rada i mogućnosti miksanja glazbe. Iako se digitalna tehnologija razvila i digitalna obrada zvuka popularizirala, analogni uređaji i analogna obrada zvuka još uvijek masovno dominira tržište u ovo doba. [3]

Kasije 20. stoljeće svjedoči usponu kućnih studija za snimanje i glazbene produkcije „uradi sam“ (eng. DIY – Do it yourself). Uz sve veću dostupnost i mogućnost nabave jeftinije opreme za snimanje i softvera, glazbenici su stekli mogućnost snimanja i miksanja vlastite glazbe kod kuće. Ovaj „uradi sam“ pristup demokratizirao je glazbenu produkciju i miksanje, osnažujući neovisne glazbenike da stvaraju pjesme profesionalnog zvuka bez potrebe za opsežnim studijskim resursima ukoliko posjeduju znanje i vještine za to. Sve više organizacija izdaje računalni software i dodatke poznatim audio radnim stanicama u obliku dodataka – pojavljuje se sve više VST-a. Virtualna studijska tehnologija omogućuje korisniku određenog audio software-a da učita strane „Third party“ dodatke (eng. Plugins) za obradu zvuka kako bi unaprijedio vlastite mogućnosti obrade zvuka. [4]

U 21. stoljeću, miksanje glazbe nastavilo se razvijati s napretkom digitalne tehnologije. Digitalne audio radne stanice i VST dodaci postali su sofisticiraniji, nudeći širok raspon alata za obradu zvuka i virtualnih instrumenata. Dodatno, algoritmi umjetne inteligencije i strojnog učenja integrirani su u mnoge software za miksanje, pružajući pomoć i automatizaciju u različitim aspektima procesa miješanja. Iako umjetna inteligencija dobiva veću atrakciju još uvijek nije na dovoljno visokoj razini da bi stvorila miks bolji od čovjeka.

## 2.2. Digitalna audio radna stanica (eng. DAW)

Digitalna audio radna stanica (DAW) je softverska aplikacija koja služi kao sveobuhvatno i integrirano središte za različite aspekte stvaranja, uređivanja, manipulacije i produkcije zvuka. DAW je bitan alat u modernoj glazbi i audio produkciji, revolucionirajući način na koji glazbenici, producenti, inženjeri zvuka i umjetnici pristupaju svom zanatu. U svojoj srži, DAW pruža virtualno okruženje u kojem korisnici mogu:

- **Sastavljati**
- **Snimati**
- **Uređivati**
- **Aranžirati**
- **Miksati**
- **Finalizirati audio sadržaj - sve unutar jedne softverske platforme**

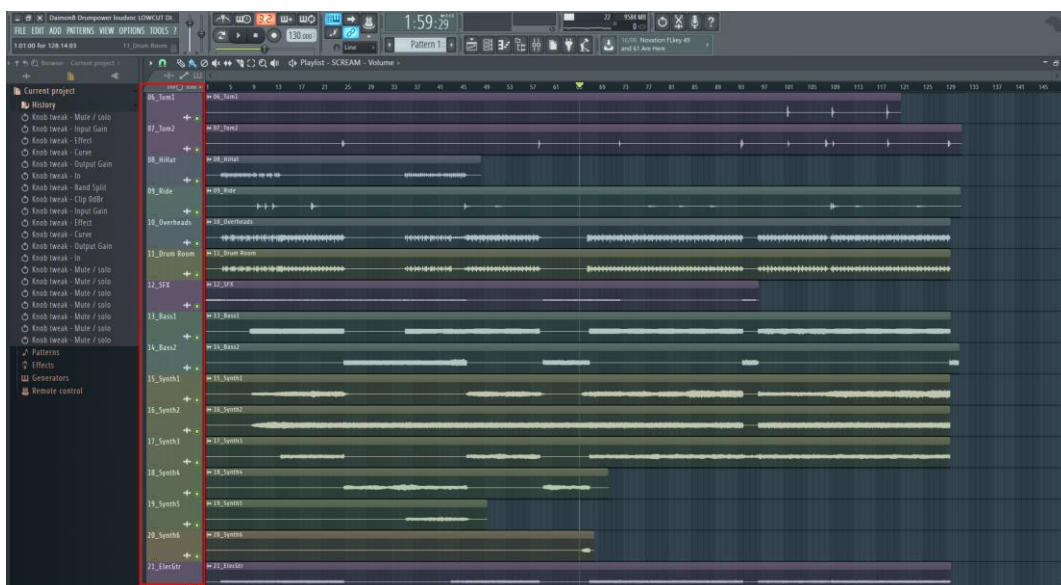
Središnja funkcija DAW-a je njegova sposobnost da omogući snimanje i uređivanje s više audio zapisa. Ova temeljna značajka omogućuje korisnicima snimanje, uređivanje i miksanje više audio zapisa istovremeno. Glazbenici mogu složiti različite instrumente, vokale i zvučne efekte kako bi stvorili složene skladbe. Ova mogućnost rada s različitim audio elementima istovremeno omogućuje producentima da eksperimentiraju s različitim aranžmanima i kombinacijama, što dovodi do stvaranja jedinstvenih i raznolikih glazbenih djela.

Povijesna evolucija DAW-ova imala je dubok utjecaj na glazbenu industriju. Porijeklom iz kasnih 1970-ih i ranih 1980-ih, rani DAW-ovi bili su složeni i skupi, ograničeni na profesionalne glazbene studije. Međutim, napredak u tehnologiji demokratizirao je glazbenu produkciju, čineći DAW-ove dostupnima široj publici. Ova je demokratizacija osnažila neovisne umjetnike, dopuštajući im da stvaraju glazbu profesionalne kvalitete bez potrebe za opsežnom fizičkom infrastrukturom.

## 2.2.1. Osnovne funkcije Digitalne audio radne stanice

U središtu svakog DAW-a nalazi se skup alata i značajki osmišljenih da olakšaju cijeli proces audioprodukcije. Ključne funkcije uključuju [2]:

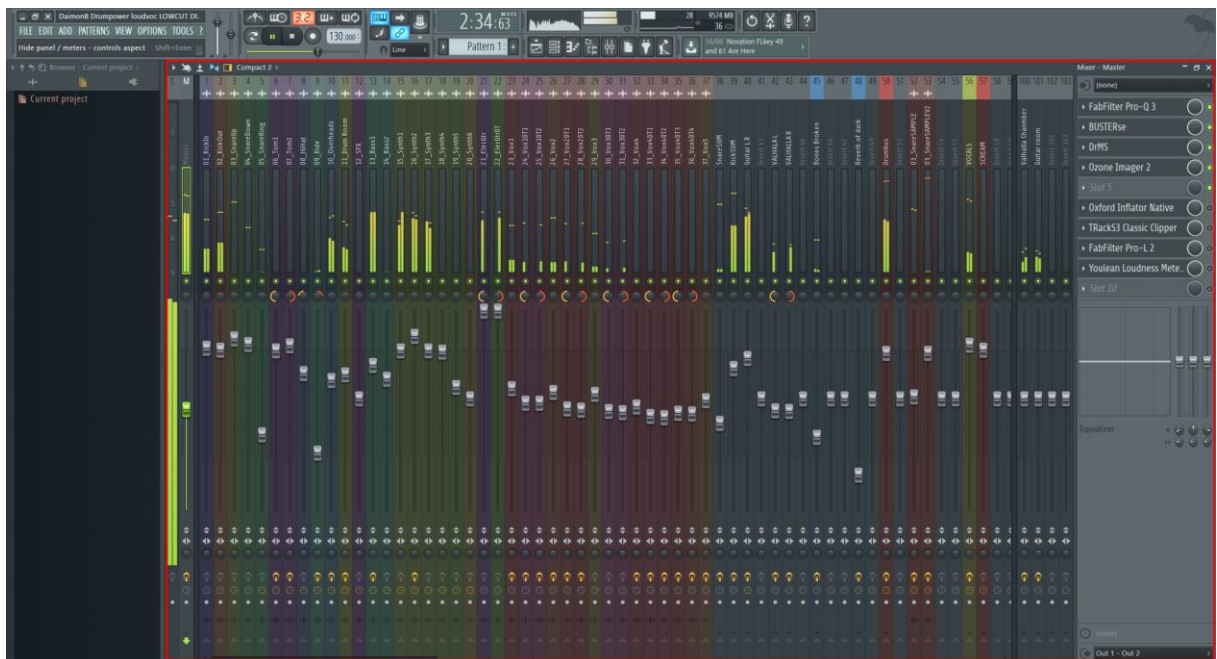
- **Snimanje i uređivanje više zapisa:** DAW-ovi omogućuju korisnicima snimanje i uređivanje više audio zapisa istovremeno. To omogućuje slojevitost različitih instrumenata, vokala i zvučnih efekata, pružajući temelj za složene audio skladbe.
- **Organizacija audio sadržaja:** DAW-ovi pružaju sučelje temeljeno na vremenskoj traci gdje korisnici mogu organizirati i strukturirati svoje audio isječke. Ovo olakšava organizaciju glazbenih dionica i ukupnog tijeka kompozicije. Mogućnosti kontrole tempa također se pojavljuju u ovoj sekciji.



Slika 3. Organizacija audio traka

- **MIDI sekvenciranje:** DAW-ovi podržavaju MIDI (digitalno sučelje glazbenih instrumenata) sekvenciranje, omogućujući stvaranje i rukovanje virtualnim instrumentima i sintesajzerima. Korisnici mogu skladati melodije, akorde i ritmove putem MIDI ulaza, proširujući zvučnu paletu izvan tradicionalnih audio zapisa.
- **Virtualni instrumenti i dodaci:** DAW-ovi često dolaze u paketu s virtualnim instrumentima, sintisajzerima i semplerima, omogućujući korisnicima stvaranje glazbe bez fizičkih instrumenata. Osim toga, dodaci trećih strana proširuju mogućnosti DAW-ova, nudeći specijalizirane efekte, instrumente i razne procesore zvuka.

- **Uređivanje i obrada zvuka:** DAW-ovi nude široku lepezu alata za precizno uređivanje i obradu zvuka, uključujući izrezivanje, kopiranje, lijepljenje, vremensko rastezanje, pomicanje visine i više. Audio efekti kao što su EQ (ekvilizacija), reverb, kompresija i modulacija mogu se primijeniti za poboljšanje ili promjenu zvuka.
- **Miksanje i automatizacija:** DAW-ovi omogućuju korisnicima miksanje pojedinačnih zapisa zajedno, podešavanje razine glasnoće, pomicanje položaja i primjenu različitih efekata za postizanje uravnoteženog i ugladenog zvuka. Automatizacija omogućuje dinamičku kontrolu parametara tijekom vremena, povećavajući preciznost podešavanja miska.



Slika 4.

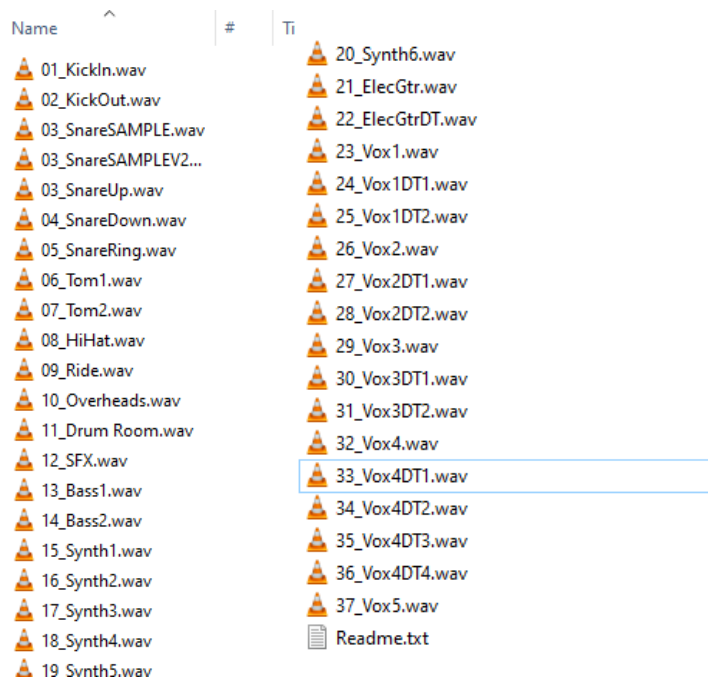
- **Izvoz sadržaja i projekata:** DAW-ovi olakšavaju suradnju između umjetnika i producenata dopuštajući da se projekti dijele i uređuju daljinu. Također, pružaju mogućnosti izvoza (eng. Exporta) za generiranje konačnih audio datoteka u različitim formatima pogodnim za distribuciju – najčešće u .wav formatu. Kada određeni band završi proces snimanja i kompozicije pjesme, često se uz zasebno izvoženih traka šalje i cijeli projekt iz određenog DAW-a, kako bi miksing inženjeri imali veću kontrolu nad sadržajem. Ovdje se često pojavljuju određeni efekti koji su vrlo važni za samu kompoziciju skladbe pa se najčešće uz projekt i audio traka šalju određene natuknice miksing inženjeru.

## 2.3. Priprema audio zapisa/traka za miks

Priprema audio zapisa za miks temeljni je korak koji postavlja temelje za uspješan proces miksanja. U audio žargonu za audio zapise zasebnih instrumenta češće se koristi i naziv „Trake“ – sam naziv se koristi i ostaje još od analognog doba miksanja. Trake mogu biti u mono ili stereo audio zapisu ovisno o instrumentu i načinu snimanja. Dobro pripremljene trake pružaju jasno i organizirano polazište za miks inženjera te potiču učinkovit i kreativan rad. Sljedeće poglavlje prikazuje ključna razmatranja i korake koje treba poduzeti prilikom pripreme višestrukih zapisa za miksanje.

### 2.3.1. Nazivi traka i organiziranje

Prije nego što se kreće u miksanje, ključno je osigurati da su trake dobro organizirane i ispravno označene. Svakoj traci treba dodijeliti opisni naziv koji označava instrument ili zvuk koji predstavlja. Na primjer, "01\_Kick\_bubanj", "11\_Glavni\_vokal", "15\_Akustična\_gitara," itd. Ovo pomaže u sprječavanju zabune tijekom procesa miksanja i omogućuje brzu identifikaciju pjesama. Trake se često i numeriraju radi lakše kontrole i snalaženja. Također ponekad je bitno naznačiti elemente te njihovu poziciju u stereo spektru ukoliko je to potrebno. Na primjer kod snimanja klavira najčešće se koriste 2 ili više mikrofona koji stvaraju povećanu stereo sliku – Klavir\_R, Klavir\_L



Slika 5. Opisi audio traka pjesme Daimon B. – Another life

Grupiranje traka temeljni je korak u organizaciji. Stvaranjem logičnih grupa audio zapisa instrumenata, pojednostavljujete upravljanje različitim elementima unutar miksa. Uobičajene grupe pjesama uključuju bubnjeve, vokale, gitare, klavijature i efekte – koji se češće na kraju izbacuju kao zasebne miksane grupe češće zvane „Stems“. Grupiranje ne samo da poboljšava organizaciju, već također usmjerava primjenu obrade i automatizacije na više različitih audio zapisa istovremeno.

U digitalnim audio radnim stanicama (DAW), kao što su Pro Tools, Logic Pro ili Ableton Live, možete stvoriti mape zapisa ili koristiti značajke slaganja zapisa za vizualno grupiranje povezanih zapisa. Ovo ne samo da čisti radni prostor nego pomaže u fokusiranju na određene elemente miksa.

### **2.3.2. Označavanje audio traka bojom**

Označavanje audio traka bojama služi kao pomoć u organizacijske i vizualne svrhe. Povezivanje određenih boja s različitim kategorijama instrumenata olakšava prepoznavanje zasebnih ili grupa instrumenata.

Na primjer:

- **Plava:** Vokali
- **Crvena:** Bubnjevi i udaraljke
- **Narančasta:** Gitare
- **Ljubičasta:** Klavijature
- **Zelena:** razni efekti

Boje korištene u označavanju audio traka najčešće ovise o preferenciji audio inženjera te se razlikuju od jedne miks sesije do druge – određeni inženjeri imaju već predefinirane predloške kako ne bi morali svaki puta koristiti i označavati određeni sadržaj što stvara veliki gubitak vremena. Također, različite digitalne audio stanice omogućuju prilagodbu kodiranja audio zapisa bojama prema osobnim željama, što ga čini moćnim alatom za poboljšanje organizacije miks sesije. [4]



Slika 6. Paleta boja korištena za označavanje audio traka pjesme Daimon B. – Another life

### 2.3.3. Bilješke autora ili producenta i dokumentacija audio sadržaja pjesme

Bilješke autora ili producenta audio projekta i dokumentacija igraju ključnu ulogu u omogućavanju učinkovite komunikacije između glazbenih producenata, umjetnika i miks inženjera. Bilješke daju detaljne informacije o projektu, umjetničkim namjerama i tehničkim razmatranjima, bilješke sa sesije pridonose poboljšanju procesa miksanja i osiguravaju da je konačni miks usklađen sa željenom kreativnom vizijom autora i producenta glazbe. U bilješkama najčešće se pojavljuje sljedeći sadržaj:

- **Tempo i tonalitet pjesme:** Uključivanje tempa i tonaliteta pjesme na početku bilješki miksa pruža bitne informacije za inženjera miksa. Ove su informacije presudne za postavljanje odgovarajućih efekata kao što su procesori koji se temelje na vremenu (npr. kašnjenje i reverb) i za osiguravanje da su sve korekcije tona (najčešće vokala, a ponekad i instrumenata) točne. Tonalitet pjesme moguće je provjeriti i pomoću umjetne inteligencije, no ukoliko pjesma koristi više od jedne glazbene skale javljaju se problemi. Bilješke su stoga superiornije.



- **Bilješke Producenta:** pružaju platformu za prenošenje umjetničkih namjera i preferencija miks inženjeru. Bilješke direktno daju miksing inženjeru smjernice miksa koje voda finalnoj viziji i zamišljenom cilju. Ovo je prilika da autor i producent izraze svoju viziju miksa. Opisuje se raspoloženje ili emocija koja se želi prenijeti, te se najčešće pojavljuju i reference na druge pjesme ili mikseve koji sadrže željene zvučne karakteristike. Konkretno ideje o automatizaciji efekata i glasnoće instrumenata, prostornih efektima ili balansu instrumenata, zapisuju se u bilješkama kako bi pomogle miks inženjeru u procesu donošenja odluka. Iako su bilješke vrlo važne ponekad je potrebno odstupati od određenih bilješka kako bi se postigao bolji finalni miks.
- **Oznake:** Dodavanje oznaka unutar miks sesije koje odgovaraju važnim dijelovima pjesme pomaže u navigaciji i referencama tijekom procesa miksanja. Oznake mogu označavati stihove, prijelaze, određene specijalne dijelove pjesme, instrumentalne stanke ili bilo koje druge značajne trenutke. Ova značajka omogućuje miks inženjeru da brzo locira određene dijelove pjesme, olakšavajući primjenu odgovarajuće obrade, automatizacije ili prilagodbi prilagođenih svakom odjeljku.
- **Reference:** Uključivanje referentnih pjesama zajedno s bilješkama autora i producenta o miks sesiji može biti iznimno korisno. Referentni zapisi služe kao zvučna mjerila koja pomažu miks inženjeru tonski balans pjesme, balans između visokih, srednjih i niskih frekvencija, te daje sliku o tonu pjesme koju autori žele postići. Referenciranjem audio zapisa inženjer miksa stječe dragocjen uvid u umjetničke preferencije, osiguravajući da konačni miks bude u skladu s očekivanjima. Reference treba birati vrlo kreativno jer ponekad nije moguće postići određeni zvuk radi limitacije kvaliteta snimljenih traka – finalnu viziju potrebno je imati u umu kod cjelokupnog produkcijskog procesa. Reference se najčešće pojavljuju u obliku linkova na određene pjesme bilo na Youtube, Spotify ili najčešće kupljenih u nekome lossy ili lossless formatu - .wav, .flac i slično.
- **Tehnička razmatranja:** Potrebno je dokumentirati sva tehnička razmatranja koja mogu utjecati na proces miksanja pjesme. To najčešće uključuje bilješke o problemima s fazom, određenim položajima mikrofona ili instrumenata. Dijeljenjem ovih informacija miks inženjer dobiva mogućnost da donosi informirane odluke i učinkovito rješava potencijalne izazove.
- **Grubi miks:** Grubi miks je jedan od najvažnijih sadržaja dokumentacije pjesme koji miks inženjeru direktno daje sliku o finalnoj zvučnoj viziji miksa pjesme. Preuzima ključnu ulogu, smješten je između faze snimanja i završnog miksa djelujući kao

posrednik, grubi miks sažima bit aranžmana, izvedbe i zvučne vizije, pružajući prikaz dinamike pjesme među elementima i instrumentima u njoj. Grubi miks služi kao zvučna skica i temelj za suradnju i procjenu, omogućujući miks inženjeru da stekne uvid u emotivnu rezonancu pjesme, da identificira potencijalna poboljšanja kod uređivanja i miksanja. Kao kanal kreativnog izražavanja, grubi miks olakšava komunikaciju između autora, producenta i inženjera miksa, prenoseći željenu ravnotežu instrumenata, automatizaciju glasnoće i efekta, te zvučnu estetiku. Štoviše, grubi miks služi kao kreativni teren, pružajući slobodu za eksperimentiranje s tehnikama obrade, efektima i novim aranžmanima prije nego što se miks inženjer posveti konačnom izboru. Naime, grubi miks ublažava očekivanja, funkcionirajući kao snimka rada u tijeku koja ocrtava trenutni status projekta i daje informacije i smjer finalnog miksa. Ukratko, grubi miks stoji kao neizostavan temelj glazbene produkcije, spajajući umjetničku genijalnost s tehnikom, potičući suradnju i potičući put prema zvučno zadivljujućem i poliranom konačnom miksu. [4]

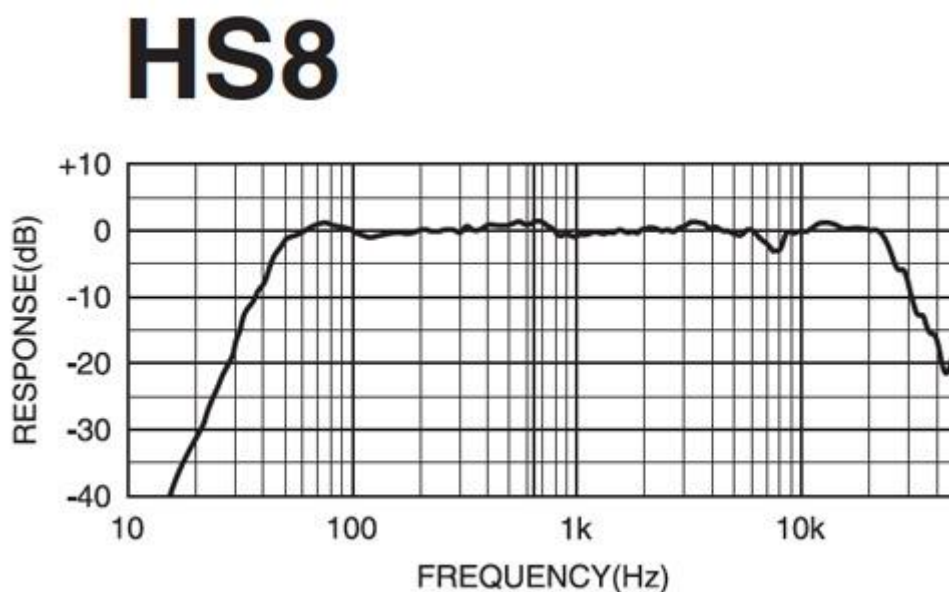
### 3. Važnost dobrog sustava slušanja

Odličan sustav slušanja neizostavan je dio procesa miksanja, koji ima dubok utjecaj na kvalitetu, točnost i učinkovitost konačnog audio miksa. Značaj vrhunskog slušnog sustava leži u njegovoj sposobnosti da pruži točnu reprezentaciju zvuka koji se miksa, omogućujući inženjeru donošenje informiranih odluka koje se besprijekorno prenose na različite sustave reprodukcije i okruženja. Visokokvalitetni sustavi slušanja nude transparentnost, otkrivajući suptilne nijanse i nesavršenosti unutar audio zapisa. Ova transparentnost omogućuje inženjerima miksa da razaznaju zamršene detalje kao što su problemi s frekvencijama, fazni problemi, te razne karakteristike koje bi inače mogle proći nezapaženo na sustavima ispod standarda. Točnost sustava praćenja kvalitete osigurava da se prilagodbe miksa inženjera temelje na preciznoj procjeni zvuka, što u konačnici dovodi do ugodnog i profesionalnog krajnjeg proizvoda.

Štoviše, odličan sustav slušanja omogućuje točnu prostornu reprezentaciju. Precizne odluke o pomicanju i postavljanje elemenata unutar stereo ili surround polja ključni su za stvaranje impresivnog doživljaja slušanja. Pouzdan sustav praćenja pruža pouzdanu referentnu točku za takve odluke, osiguravajući da su instrumenti i vokali prikladno postavljeni, što rezultira dobro uravnoteženim miksom koji se koherentno prenosi na različite uređaje za reprodukciju. Odnos između frekvencijskog odziva i sposobnosti sustava za praćenje koji vjerno reproducira zvuk ne može se podcijeniti. Precizan frekvencijski odziv otkriva pravu tonsku ravnotežu miksa, omogućujući inženjerima da naprave informirane EQ prilagodbe koje zadovoljavaju i pojedinačne pjesme i cjelokupni zvučni spektar. Ova razina kontrole značajno pridonosi stvaranju miksa koji zvuči impresivno na različitim zvučnicima, od vrhunskih studijskih monitora do potrošačkih slušalica. [2]

Nadalje, važnost odličnog sustava nadzora proteže se izvan tehničkog područja. Također utječe na emocionalne i umjetničke aspekte miksa. Precizno praćenje potiče okruženje u kojem miks inženjeri mogu vjerovati svojim kreativnim odlukama i uroniti u glazbu. Ovo samopouzdanje u konačnici pojačava izražaj umjetnikove vizije, budući da su miks inženjeri ovlašteni osmisliti miks koji emocionalno rezonira sa slušateljem. U širem kontekstu, kvaliteta sustava slušanja izravno utječe na profesionalni ugled miksa inženjera i glazbenih producenata. [2]

Sustav slušanja zapravo se temelji na visokokvalitetnim zvučnicima i prostorijski s što ravnijim frekvencijskim odazivom – uzmimo za primjer Yamaha HS8 studijske zvučnike i frekvencijski odziv istih.



Slika 7. Frekvencijski odziv studijskih zvučnika Yamaha HS8 -

<https://www.audioappraisal.com/yamaha-hs-8-8-active-studio-monitor-speakers-reviewed/>

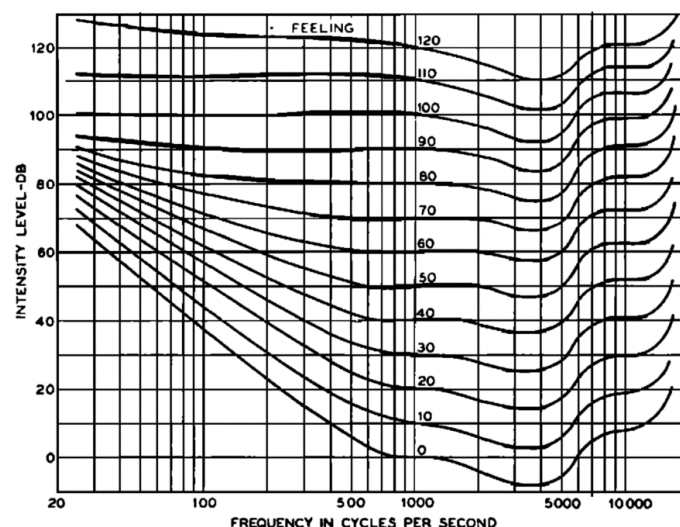
Frekvencijski odziv u miksanju odnosi se na način na koji zvučnik, slušalica ili sustav za praćenje reproducira različite frekvencije zvuka, obično mjereno u hertzima (Hz). Opisuje sposobnost sustava da precizno predstavi cijeli zvučni raspon frekvencija, od najnižih bas frekvencija do najviših visokih frekvencija. Ravni frekvencijski odziv znači da sustav reproducira sve frekvencije jednakim intenzitetom, dok odstupanja od ravnog frekvencijskog odziva rezultiraju time da su određene frekvencije glasnije ili tiše nego što bi trebale biti. [3]

Frekvencijski odziv ljudskog uha odnosi se na njegovu osjetljivost na različite frekvencije zvuka. Ljudski sluh najosjetljiviji je na frekvencije u rasponu od 20 Hz do 20 000 Hz, iako postoje individualne varijacije. Taj se raspon često dijeli na različite frekvencijske pojaseve: [3]

- **Sub/Niski-bas (20 Hz - 60 Hz):** Ove vrlo niske frekvencije često se više osjećaju nego čuju, jer su na donjoj granici onoga što većina ljudi može čuti. Oni doprinose osjećaju dubokog basa i obično se nalaze u žanrovima poput elektroničke glazbe i kinematografskih zvučnih zapisa. Ovaj dio često se pojavljuje i u mono obliku.
- **Bas (60 Hz - 250 Hz):** Raspon basa odgovoran je za temelj i toplinu zvuka. Presudno je za bogatstvo glazbenih instrumenata kao što su bas gitare, bubnjevi i violončela.

- **Niski srednji tonovi (250 Hz - 500 Hz):** Ovaj raspon utječe na tijelo i punoću instrumenata i vokala. Pravilno upravljanje ovim rasponom je ključno kako bi se izbjegla mutnost i osigurala jasnoća u miksu.
- **Srednje tonsko područje (500 Hz - 2 kHz):** Srednje tonsko područje je mjesto gdje se nalazi većina frekvencija ljudskog govora. Također je ključan za prisutnost i razumljivost vokala i mnogih glazbenih instrumenata. Ovaj raspon često može biti središnja točka za podešavanja EQ-a.
- **Visoki srednji tonovi (2 kHz - 4 kHz):** U ovom rasponu naglašena je prisutnost instrumenata i vokala. Previše ili premalo energije u visokim srednim tonovima može značajno utjecati na percipiranu jasnoću i definiciju miksa. Ovo je područje ljudskog sluha na koje smo najviše osjetljivi. Ovim frekvencijama treba posvetiti dosta pažnje kako miks ne bi bio pre oštar. Dobra kontrola ovih frekvencija također može stvoriti odličnu perceptivnu dubinu i dimenziju miksa.
- **Visoki tonovi (4 kHz - 20 kHz):** Visoke frekvencije doprinose briljantnosti i čistoći. Vrlo su važni za percepciju detalja u glazbi.

Važno je napomenuti da frekvencijski odziv ljudskog uha nije savršeno ravan u cijelom ovom rasponu. Osjetljivost našeg sluha nije ujednačena i varira ovisno o glasnoći zvuka. Konture jednake glasnoće, također poznate kao Fletcher-Munsonove krivulje, ilustriraju ove varijacije. Pri umjerenim razinama slušanja naš je sluh najosjetljiviji na frekvencije od oko 3 kHz do 4 kHz, zbog čega se ovaj raspon često naziva "artikulacijski raspon". [3]



Slika 8. Frekvencijski odziv ljudskog uha ovisno o glasnoći slušanja u decibelima - <https://www.audioholics.com/room-acoustics/human-hearing-amplitude-sensitivity-part-1>

Analizom Slike 8. zaključuje se kako ljudsko uho najkvalitetnije i najbravije reproducira zvuk između 80 i 85 decibela (dB) glasnoće slušanja. Ova razina također je i gornji sigurnosni raspon slušanja. Glasni zvukovi, osobito oni iznad 85 decibela (dB), mogu oštetiti slušne stanice u pužnici, spiralno oblikovanu strukturu ispunjenu tekućinom u unutarnjem uhu odgovornu za pretvaranje zvučnih vibracija u električne signale koje mozak tumači kao zvuk. Dugotrajno izlaganje glasnoj buci može uzrokovati trajno oštećenje ovih stanica dlaka, što dovodi do gubitka sluha.

Starost pojedinca i izloženost glasnim zvukovima mogu utjecati na njihovu percepciju frekvencije. Kako ljudi stare, njihova sposobnost da čuju visoke frekvencije se smanjuje, zbog čega je gubitak sluha za visoke frekvencije čest među starijim osobama.

Razumijevanje frekvencijskog odziva ljudskog uha ključno je za audio profesionalce prilikom miksanja i masteriranja glazbe i direktno je povezano sa sustavom slušanja inženjera i kvalitetnim prostorom slušanja. Uzimajući u obzir kako ljudi percipiraju različite frekvencije, inženjeri mogu stvoriti mikseve koji zvuče uravnoteženo, jasno i zanimljivo u širokom rasponu sustava reprodukcije i za raznoliku publiku što je finalni cilj k kojem inženjeri zvuka teže. [3]

## **4. Proces i elementi miksanja skladbe**

U području moderne glazbene produkcije, proces digitalnog miksanja stoji kao temelj kreativnosti. S pojavom tehnologije, audio miksanje je prošao kroz duboku transformaciju, prelazeći iz ograničenja analognih konzola i fizičkog usmjeravanja signala na neograničene mogućnosti koje nude digitalne audio radne stanice (DAW) i sofisticirani dodaci. Ova evolucija ne samo da je revolucionirala način na koji se stvara glazba, već je također osnažila producente, inženjere i umjetnike da oblikuju zvučne krajolike koji su nekada bili nezamislivi.

Digitalno audio miksanje je sofisticiran i transformativan proces unutar područja moderne glazbene produkcije, gdje se zamršena konvergencija tehnologije, kreativnosti i tehničke stručnosti spaja kako bi oblikovala finalnu zvučnu sliku. Miksanje digitalnog zvuka uključuje spajanje i manipulaciju pojedinačnih audiozapisa - od vokala i instrumenata do bubnjeva i sintetiziranih elemenata - u skladan i zadivljujući konačni miks. Koristeći mogućnosti digitalnih audio radnih stanica (DAW) i niz moćnih dodataka, miks inženjeri kreću na višedimenzionalno putovanje, pedantno stvarajući zvučna iskustva koja odjekuju kod publike na emocionalnoj i intelektualnoj razini.

Ovaj proces obuhvaća više zadataka, od postizanja ravnoteže i prostornog postavljanja preko pomicanja i izjednačavanja do oblikovanja dinamičkog raspona putem kompresije i automatizacije. Digitalno audio miksanje transformativna je umjetnička forma koja spaja tehnologiju s umjetničkom intuicijom, omogućujući producentima i inženjerima da ispletu zamršene zvučne slike.

### **4.1. Ubacivanje traka**

Proces digitalnog miksanja započinje ključnim korakom uvoza audio materijala u Digitalnu audio radnu stanicu (eng. DAW). U ovom poglavlju ulazimo u zamršene detalje ove početne faze, raspravljajući o metodama, razmatranjima i najboljim praksama koje podupiru učinkovitu integraciju audio zapisa. Prije postupka uvoza traka, bitno je razumjeti različite formate audio datoteka i njihove implikacije. Uobičajeni formati poput WAV, AIFF i FLAC pružaju kvalitetu zvuka bez gubitaka, dok formati poput MP3 nude kompresiju, ali žrtvuju određenu kvalitetu. Cilj koji se želi osigurati tokom ubacivanja traka je kompatibilnost između odabranog formata i zahtjeva DAW-a kako bi se spriječile bilo kakve nenamjerne izmjene kvalitete zvuka tijekom

procesa uvoza. U praksi se najčešće koriste audio formati bez gubitka kvalitete – najčešće .WAV format radi najveće kompatibilnosti i transparentije između operacijskih sustava. [4]

Strukturirana organizacija projekta sastavni je dio pojednostavljenog procesa miksanja zvuka. Stvaranje namjenske projektne mape u kojoj se nalaze sve pridružene audio datoteke, sigurnosne kopije sesija i projektna dokumentacija potiče učinkovitu suradnju i smanjuje rizik od gubitka datoteka. Štoviše, korištenje dosljednih konvencija imenovanja i rasporeda podmapa pomaže u održavanju jasnog pregleda audio zapisa. [4]

DAW-ovi nude više metoda za uvoz audio zapisa. To uključuje funkciju povlačenja i ispuštanja iz prozora preglednika datoteka, uvoz temeljen na izborniku i mogućnosti skupnog uvoza. Tijekom ove faze moraju se razmotriti pitanja kao što su brzina uzorkovanja (eng. Sample rate) i usklađivanje dubine bita kako bi se spriječile potencijalne razlike u kvaliteti zvuka. Potrebno je podesiti opcije unutar Digitalne audio radne stanice kako bi bile u skladu s brzinom uzorkovanja i dubinom bita snimljenih audio zapisa. Neusklađenost unutar ovog koraka može uzrokovati gubitak kvalitete audio zapisa, a samim time smanjiti mogućnosti kvalitetne obrade istih. Audio zapisi se mogu uvesti kao pojedinačne trake (podmiksevi ili grupe srodnih instrumenata) ili kao potpune snimke s više zapisa – najčešće u stereo obliku. Izbor između ovih pristupa ovisi o čimbenicima kao što su složenost projekta, fleksibilnost miksanja i potreba za individualnom obradom zapisa. Uvoz u tipu stereo grupa olakšava fokusiranu obradu, dok uvoz s više traka nudi sveobuhvatniju kontrolu. Druga opcija je najpopularnija u profesionalnim vodama audio miksanja pošto nudi miks inženjeru najveću kontrolu nad audio zapisom. [4]



Slika 9. FL studio 12 projekt nakon uvoza audio zapisa



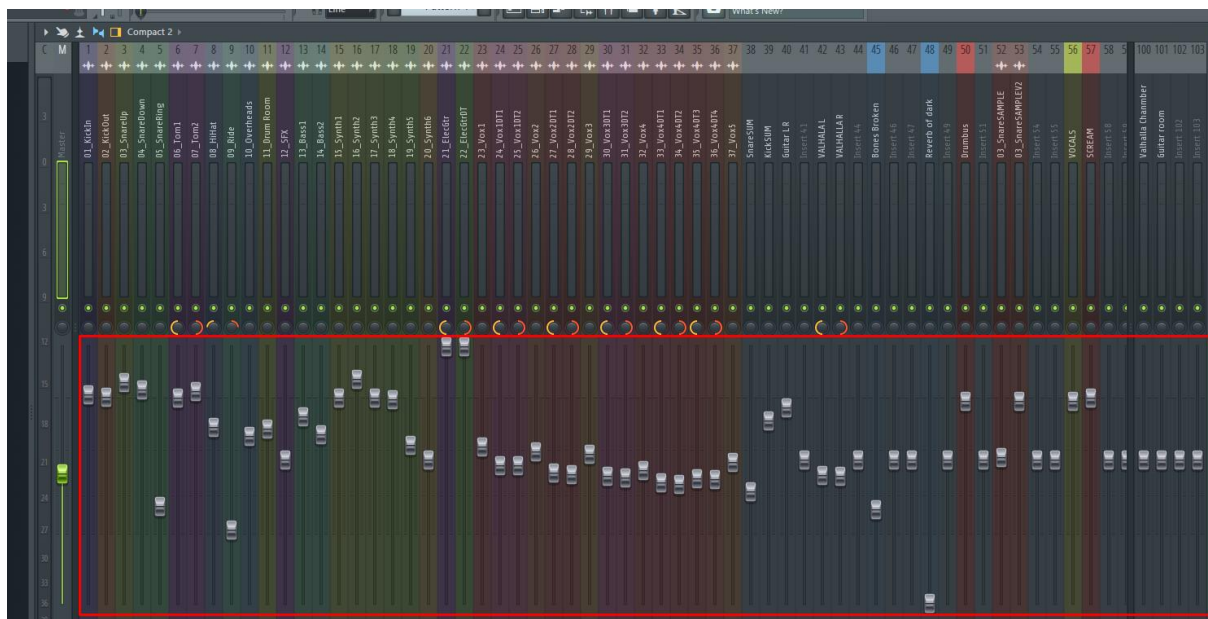
## 4.2. Stvaranje balansa miksa

Proces postavljanja balansa u miksanju glazbe sličan je majstorskom slikarskom brižljivom odabiru boja za platno. To je nijansirani ples koji pretrpanu paletu zvučnih nijansi pretvara u skladno remek-djelo. Baš kao što slikar odabire pigmente za izazivanje emocija, inženjer miksa kalibrira glasnoću svakog instrumenta, vokala i zvučnog efekta kako bi izradio zvučnu tapiseriju koja kohezivno rezonira i prenosi željenu emocionalnu dubinu. Ova umjetnost nadilazi puku kontrolu glasnoće, obuhvaćajući finu ravnotežu između tehničke preciznosti i kreativne intuicije. Postavljanje razina je čin ravnoteže, gdje nijedan instrument ne zasjenjuje drugi, ali svi instrumenti zadržavaju svoju individualnost iako ponekad određeni instrumenti imaju cilj popuniti praznine bez da se jasno čuju. Glavna gitara delikatno se prepliće s ritam sekcijom, dok se vokal nameće kao zvijezda vodilja skladbe. To je čin balansiranja gdje svaki element ima svoj prostor unutar miksa. Umjetnost ne leži samo u podizanju određenih elemenata, već i u razumijevanju kada se treba odmaknuti od pravila. [4]

Poput dirigenta koji vodi orkestar, miks inženjer orkestrira uspon i pad dinamike, osiguravajući da krešendo izazove drhtaje, a tihi trenuci introspekciju. Ova dinamična međuigra nije ograničena na puku glasnoću; proteže se na frekvencije, pozicioniranje i prostornu dubinu. Bas gitara tutnji s prisutnošću koja lupa srcem, a vokali lebde na vrhu i privlače pažnju slušatelja. Stvaranje balansa miksa najbitniji je dio procesa miksanja jer se time priprema teren za buduću obradu. [4]

Osim umjetničkog izražavanja, postavljanje razina uključuje pedantne tehničke finese. Podešavanje razine signala vještina je koja sprječava izobličenje i održava audio integritet. Unutar digitalne domene pojavljuje se vrlo nezgodno izobličenje signala ukoliko određeni instrument prelazi granicu od „0 dBFS“ (decibela pune skale) unutar digitalne audio stanice. Digitalno klipanje je fenomen koji se događa kada amplituda audio signala premaši maksimalnu razinu koju digitalni sustav može točno reprezentirati. U kontekstu digitalne audio produkcije, ovo je problem koji može dovesti do izobličenja, gubitka kvalitete zvuka, pa čak i oštećenja zvučnika ili opreme za reprodukciju. Digitalni klip se događa kada signal prijeđe prag "0 dBFS" (decibela pune skale), što je najveća razina koju digitalni sustav može podnijeti bez izobličenja. Stoga kod stvaranja balansa miksa u digitalnoj domeni, potrebno je pripaziti da pojedini instrument ili skupina instrumenata ne prelazi 0 dBFS. Praksa je da se ostavi određeni odmak od 0dBFS (eng. Headroom), te da se na kraju glavnog kanala (eng. Master channel) postavi Limiter čija uloga je kontrolirati maksimalnu moguću amplitudu miksa. Ovaj odmak od 0 dBFS

u digitalnom miksu zapravo se odnosi na razmak između najvišeg vrha audio signala i maksimalne digitalne razine predstavljene s 0 dBFS (decibela pune skale). To je kritičan koncept u audio produkciji koji omogućuje smještaj prolaznih vrhova i dinamike unutar digitalnog audio signala, sprječavajući digitalni kliping i izobličenje. Održavanje odgovarajućeg odmaka ključno je za očuvanje kvalitete zvuka i osiguranje da se konačni miks dobro prevodi na različite sustave reprodukcije. Odmak se često prikazuje u decibelima – na primjer 6 dB odmaka (eng. 6 dB of Headroom), što je najčešći primjer odmaka prije nego se miks šalje mastering inženjeru.



Slika 10. Balans instrumenata miksa Daimon B. – Another life

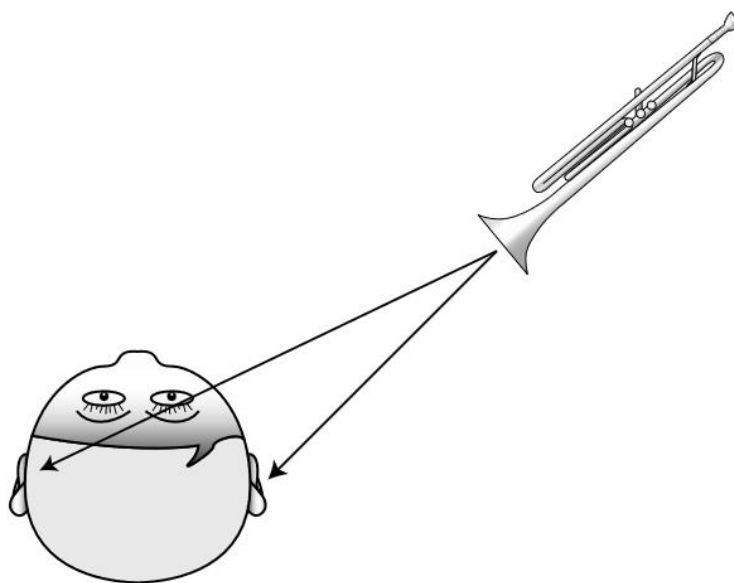
### 4.3. Panorama miksa

Panorama miksa (eng. Mix panning) je tehnika u miksanju i masteringu koja uključuje postavljanje audio izvora unutar stereo polja kako bi se stvorio osjećaj prostora, širine i ravnoteže u miksu.

Izraz "binauralni" označava postojanje ili uključivanje dva uha. Naš mozak koristi razlike između zvuka koji dolazi u lijevo i desno uho kako bi se odredila lokalizacija samog izvora zvuka. Razlike mogu biti po tri kriterija [1]:

- Amplituda
- Vrijeme (faza)
- Učestalost

Na primjer, ako se zvuk emitira iz trube koja se nalazi s naše desne strane (Slika 11), zvuk koji dolazi do našeg desnog uha bit će glasniji od onog koji dolazi do naše lijevo uho. To je zbog činjenice da glava apsorbira i reflektira dio zvuka energija putuje do lijevog uha. Kako je zvuku potrebno vrijeme da putuje (otprilike jedna stopa po milisekunde), također će nešto kasnije doći do lijevog uha. Konačno, budući da visoke frekvencije nisu baš dobri u difrakciji, neće se savijati oko naše glave poput niskih frekvencija, a manje će doprijeti do lijevog uha. [1]



*Slika 11. Zvuk koji dolazi s desne strane slušatelja imat će amplitudu, vrijeme i razlike u frekvenciji između lijevog i desnog uha. – Mixing AUDIO, Concepts, Practices and Tools, Roey Izhaki str. 184.*

Panorama omogućuje audio inženjerima postavljanje instrumenata i zvukova preko spektra slijeva na desno, što rezultira trodimenzionalnim i impresivnim iskustvom slušanja i simulira stvarni osjećaj. Odluke o pomicanju instrumenata unutar spektra utječu na percipiranu lokaciju i dubinu svakog elementa unutar miksa, pridonoseći cjelokupnom zvučnom krajoliku. Neki instrumenti se najčešće nalaze u samom centru kao snare bubanj, glavni vokal ili vodeća gitara, dok drugi poput ritam gitara najčešće se postavljaju lijevo i desno kako bi stvorile osjećaj širine i dubine miksa. Panorama se primjenjuje u miksanju na sljedeće načine [1]:

- **Prostorna ravnoteža:** panorama miksa pomaže u postizanju prostorne ravnoteže gdje su instrumenti pravilno razmješteni unutar stereo polja. Instrumenti sa sličnim frekvencijskim rasponima često se paniraju drugačije kako bi se izbjeglo maskiranje i osigurala jasnoća – ali uistinu nema pravila, a sam cilj je postići što kvalitetniji miks. Miks inženjeri početnici često se oslanjaju na određena „pravila“ kako bi nešto postigli dok u većini slučajeva ta pravila treba rušiti.
- **Širina i dubina:** panorama stvara osjećaj širine i dubine. Instrumenti pomaknuti prema sredini djeluju bliže slušatelju ukoliko su dovoljno glasni, dok oni pomaknuti sa strane pružaju osjećaj širine i prostranosti.
- **Poboljšanje razdvajanja frekvencija i instrumenata:** panorama razdvaja instrumente koji dijele slične frekvencije. Na primjer, pomicanje dvije ritam gitare lijevo i desno kao što je napomenuti već ranije može smanjiti koliziju frekvencija u miksu i stvoriti jasniju stereo sliku. Razlog tome je da se panoramom smanjuje frekvencijski teret na određeni zvučnik ili uređaj za reprodukciju zvuka.
- **Stvaranje pokreta i automatizacija panorame:** Automatizirano pomicanje ili suptilne varijacije u položajima pomicanja tijekom vremena mogu miksu dodati kretanje i zanimljivost. Ova se tehnika često koristi s elementima kao što su pozadinski vokali ili efekti kašnjenja (eng. Delay). Automatizacijom tih efekata stvara se vrlo zanimljiva slika koja daje osjećaj dubine i raznolikosti miksu.
- **Mono kompatibilnost:** Instrumenti sa značajnim niskom frekvencijama, kao što su kick bubnjevi i bas gitare, često se drže blizu središta panorame kako bi se osigurala jaka mono kompatibilnost na uređajima koji reproduciraju zvuk u mono. Mastering inženjeri često i frekvencije ispod 80 – 100hz konvertiraju u mono pomoću određenih VST dodataka.

U miksanju postoje određene tehnike stvaranje panorame [1]:

- **LCR panorama (Left center right):** LCR tehnika pomicanja uključuje podjelu stereo polja na tri primarna položaja: oštro lijevo, središte i oštro desno. Svaki izvor zvuka postavlja se isključivo na jednu od ovih pozicija, stvarajući jasno prostorno odvajanje. Tehnika namjerno izbjegava položaje između, poput blagog lijevog ili desnog pomicanja, što rezultira izraženijom stereo slikom.
- **Cijela stereo panorama:** Instrumenti kao što su klavijature, gitare i sintesajzeri mogu se lagano pomicati ulijevo ili desno kako bi se stvorilo stereo širenje koje pridonosi percipiranoj širini miksa, a neki od tih instrumenata često su prošireni kroz cijeli stereo spektar – na primjer virtualni instrumenti poput klavira, zborova i slično.
- **Binauralna panorama:** korištenje tehnika binauralnog pomicanja stvara 3D prostorne efekte prilikom slušanja kroz slušalice, simulirajući percepciju zvukova koji dolaze iz različitih smjerova. Binauralna panorama najčešće se koristi kod video igara kao zasebna opcija koja simulira stvarno kašnjenje mono zvukova između lijevog i desnog uha. Uzmimo Sliku 11. i umjesto trube stavimo neprijatelja koji puca puškom. Zvuk će najprije udariti slušatelja u desno uho, a nakon toga lijevo s laganim kašnjenjem od par milisekunda.

#### 4.4. Grupiranje traka (eng. **busing**)

Grupiranje traka/audio zapisa u miksanju zvuka temeljna je tehnika gdje se više pojedinačnih audio zapisa ili kanala usmjerava na zajedničku grupni kanal (sabirnicu) prije nego što dođu do glavnog izlaza tj. master kanala. Ovaj pristup usmjerava proces miksanja pružajući centraliziranu kontrolnu točku za povezane elemente unutar miksa, kao što su bubnjevi, vokali ili instrumenti. Olakšava kohezivnu obradu, omogućujući audio inženjerima da učinkovito primjenjuju zajedničke efekte, ekvilizaciju i dinamičke prilagodbe. Grupirani instrumenti poboljšavaju organizaciju složenih projekata, optimiziraju korištenje CPU-a konsolidacijom zadataka obrade i omogućuju kreativnu paralelnu obradu. Oni također pojednostavljaju kontrole glasnoće, pomicanja, solo i isključivanja zvuka za čitave grupe zapisa, olakšavajući održavanje ravnoteže i dosljednosti dok osiguravaju skladnu interakciju između elemenata. U suštini, grupiranje traka omogućuje audio profesionalcima jednostavniju kontrolu nad više elemenata unutar miksa.

Najčešće grupirani instrumenti:

- **Grupa udaraljka:** Grupiranje svih zapisa bubnja (kick, snare, toms, itd.) za zajedničku obradu.
- **Vokalna grupa:** Usmjeravanje svih vokalnih zapisa (glavni, prateći, harmonije) za kohezivnu vokalnu obradu.
- **Grupa instrumenata:** Grupiranje sličnih instrumenata - npr. sve električne gitare u jednu sekciju, bas gitare, svi sintesajzeri, specijalni efekti i slično nalaze se unutar jedne sekcije za cjelokupnu obradu
- **Glavna/Miks/Master grupa:** Konačna izlazna grupa gdje se svi audio zapisi korišteni unutar projekta spajaju prije slanja na izlaz, što omogućuje cjelokupnu obradu miksa

Mix ili Master grupa miksa izvozi se kako bi se miks poslao master inženjeru na obradu, dok se ostale grupe izvoze najčešće u slučaju stem masteriranja – tehnika u kojoj master inženjer obrađuje više od jednog stereo zapisa. [4]

## 4.5. Ekvalizacija – EQ

Ekvalizacija (eng. Equalizer) u audio miksanju kritičan je alat koji inženjeri zvuka koriste za oblikovanje tonских karakteristika audio signala. Ekvalizacija igra temeljnu ulogu u balansiranju frekvencijskog spektra, uklanjanju neželjenih elemenata, poboljšanju željenih atributa audio signala i stvaranju ugodnog zvuka unutar miksa. Ekvalizatori direktno stvaraju prostor za svaki pojedinačni ili skupinu instrumenata. Unutar miksa pojavljuju se različiti instrumenti koji dijele iste ključne frekvencije. Ekvilizacija pomaže kako bi se napravio frekvencijski „razmak“ između određenih instrumenata, te kako bi cijeli miks funkcionirao kao jedna kohezivna cijelina. Pomoću ekvalizacije moguće je stvoriti i dubinu unutar miksa pojačavanjem određenih frekvencija na specifičnim instrumentima. Na primjer – ukoliko se pojačaju oštre frekvencije između 2000 i 4000 hz, instrument će prividno slušatelju zvučati bliže uhu nego neki drugi „tamniji“ instrumenti bez oštih frekvencija. Slično vrijedi i za niže bas frekvencije između 150 i 400 hz koje daju miksu osjećaj masovnosti i dubine. [1]

Postoji nekoliko vrsta EQ-a i filtera koji se obično koriste u miksanju:

**Grafički EQ:** Grafički ekvalizeri imaju fiksni skup frekvencijskih pojasa s pojedinačnim kontrolama za svaki pojas. Često se koriste za široke tonske prilagodbe pošto djeluju na široki raspon frekvencija. [1]



Slika 12. VIATOR DSP - grafički EQ

**Parametarski EQ:** Parametarski EQ omogućuje preciznu kontrolu nad frekvencijom, propusnošću (Q) i pojačanjem za svaki pojas. Ova vrsta EQ-a je svestrana i omogućuje kirurške korekcije i kreativno oblikovanje tonova. [1]



Slika 13. Fabfilter PRO Q3 – parametarski EQ

**Filtri visoke i niske police (eng. Shelving EQ):** Filtri police EQ-a pojačavaju ili smanjuju sve frekvencije iznad ili ispod određene zadane točke. [1]



Slika 14. Fabfilter Q3 - Filter niske (lijevo) i visoke police (desno)



**Visokopropusni i niskopropusni filtri (eng. Highpass and lowpass filters):** Visokopropusni i niskopropusni EQ filtri ključni su alati u obradi zvuka, koji se koriste za kontrolu frekvencijskog sadržaja audio signala dopuštajući prolaz određenim frekvencijskim rasponima dok druge prigušuju ili potpuno odsijecaju. Ovi filtri su posebno vrijedni za oblikovanje zvuka i uklanjanje neželjene buke ili frekvencija. [1]



Slika 14. Fabfilter Q3 -Visokopropusni filter



Slika 15. Fabfilter Q3 -Niskopropusni filter

**Dinamički EQ:** Dinamički EQ kombinira karakteristike EQ-a i kompresije. Dinamički ekvalizeri prilagođavaju razinu određenih frekvencijskih raspona na temelju amplitude ulaznog signala, što ih čini korisnim za de-essing vokala ili kontrolu raznih rezonantnih frekvencija. Najčešće se koriste kod masteriranja mikseva, poliranju vokala, te na instrumentima s vrlo nezgodnim frekvencijama koje se pojavljuju tokom određenih dionica. Najčešće nudi dvije opcije – Ekspanziju (Slika 16. – lijevi dio) ili kompresiju (Slika 16. – desni dio ekvalizatora) odabranog frekvencijskog pojasa. Ekspanzija pojačava glasovnu razinu frekvencije na temelju amplitude ulaznog signala, dok kompresija smanjuje glasovnu razinu frekvencije. [1]



*Slika 16. Fabfilter Q3 -Dinamički EQ*

Ekvalizacija u miksranju jedna je od najvažnijih vještina koja, ukoliko se savlada, omogućuje audio profesionalcima da poboljšaju jasnoću, ravnotežu i kreativnost unutar svojih mikseva. Služi kao temeljni element u stvaranju zvučnog identiteta pjesme, osiguravajući da svaki instrument pronađe svoje mjesto u glazbenom okviru dok pruža uvjerljivo i ugodno iskustvo slušanja.

## 4.6. Kompresija

Kompresija je temeljni alat za obradu zvuka u području miksanja i produkcije glazbe koja ima ključnu ulogu u kontroli dinamičkog raspona audio signala, osiguravajući uravnoteženost glasnih i tihih dijelova pjesme što na kraju pridonosi ugladenom i profesionalnom miksu zvuka. Dinamički raspon je razlika između najglasnijih i najtiših dijelova snimke. Kompresija postiže smanjenje dinamičkog raspona prigušivanjem razine audio signala kada prijeđe određeni prag (eng. Threshold). Ne postoji profesionalni miks u kojem kompresija audio signala nije bila korištena. Kompresija je odličan alat za stvaranje profesionalnog zvuka miksa, no svakako treba pripaziti i biti vješti s uporabom kompresora – previše kompresije može stvoriti neprirodan zvuk i uništiti dinamički raspon pjesme. [1]



Slika 17. TrackS3 Black 76 – digitalni kompresor modeliran prema analognom kompresoru

Postoji nekoliko osnovnih komponenta kompresije: [1]

- **Prag (eng. Threshold):** Prag je definirana razina iznad koje kompresija počinje djelovati. Kada audio signal prijeđe ovu razinu, aktivira se kompresor.
- **Omjer (eng. Ratio):** Omjer određuje stupanj kompresije primijenjen na signal nakon što prijeđe prag. Na primjer, omjer 4:1 znači da će za svakih 4 dB ulazni signal premašiti prag, izlaz će se povećati samo za 1 dB.

- **Vrijeme napada (eng. Attack time):** Vrijeme napada određuje koliko brzo kompresor reagira na ulazni signal nakon što prijeđe prag. Brže vrijeme napada će reagirati gotovo trenutno, dok sporije vrijeme napada dopušta prolaz početnih prijelaza prije primjene kompresije.
- **Vrijeme Otpuštanja (eng. Release time):** Vrijeme otpuštanja diktira koliko je vremena potrebno da kompresor prestane smanjivati pojačanje nakon što ulazni signal padne ispod praga.
- **Koljeno (eng. Knee):** kontrola koljena određuje je li početak kompresije postupan (meko koljeno) ili nagao (tvrdo koljeno). Meko koljeno postupno postaje kompresija, dok tvrdo koljeno komprimira puno brže.

**U procesu miksanja kompresija se primjenjuje na više različitih načina:** [4]

- **Kontrola dinamičkog raspona:** Kompresija se koristi za kontrolu i izravnavanje dinamičkog raspona vokalnih zapisa, instrumenata i cjelokupnih mikseva što osigurava da se tiši elementi čuju jasnije, a glasniji elementi što više kontroliraju, što rezultira bolje uravnoteženijim zvukom.
- **Kontrola prijelaza kod raznih instrumenata:** podešavanjem vremena napada kompresora, kompresija može oblikovati prijelazne sekcije instrumenata poput bubnjeva i udaraljki. Brži napad može naglasiti fazu napada zvuka, čineći ga oštrijim, dok sporiji napad može izgladiti prijelazne pojave za mekši zvuk.
- **Poboljšanje konzistentnosti nota:** kompresija može povećati percipiranu glasnoću i jasnoću instrumenata kao što su gitare, omogućujući notama da odzvanjaju ravnomjernije. Ovo je najčešći primjer kod solo sekcije vodeće gitare
- **„Ljepilo“ i kohezija:** Kompresija primijenjena na cijeli miks može "zalijepiti" elemente zajedno – smanjivanjem njihovog dinamičkog raspona, što stvara kohezivniji zvuk.

Prije uporabe kompresije potrebno je pažljivo poslušati audio zapis ili miks bez ikakve obrade. Ova početna procjena omogućuje miks inženjeru da identificira dinamičke probleme koje je možda potrebno riješiti i pomaže da odluči je li kompresija uistinu potrebna. Nakon procjene zvuka, bitno je postaviti jasan cilj kompresije, a kasnije detaljnim slušanjem i testiranjem obrađenog zvuka pronaći najugodniju točku kompresije. Također, bitno je svaki korak usporediti u pogledu cijelog miksa. U većini slučajeva određeni potez kompresije na izoliranoj audio traci zvuči odlično, da bi kasnije u kontekstu miksa bio totalan promašaj.

## 4.7. Limiteri i kliperi

Limiteri i kliperi ključni su alati za obradu zvuka. Koriste se u miksanju glazbe, masteringu i ostalom audio inženjeringu. Limiteri i kliperi služe različitim svrhama i imaju jedinstvene karakteristike, a svaki na svoj način doprinosi miksu. Sljedeće poglavlje bavit će se limiterima i kliperima objašnjavajući njihove koncepte, primjene i razlike između njih u samom kontekstu miksa i glazbene produkcije. Limiteri i kliperi na neki način jako su brzi kompresori zvuka koji se najčešće koriste kod finalne obrade zvuka kako bi se podigla energija i kohezija između instrumenata i ostalih elemenata unutar miksa.

### 4.7.1. Limiteri

Limiteri su dinamički alati za obradu zvuka koji se koriste za kontrolu dinamičkog raspona i vrhova (eng. „Peaks“) audio signala, osiguravajući da vrhovi ne prijeđu unaprijed definirani prag. Limiter možemo zamisliti kao postavljenu barijeru preko koju zvuk ne može proći. Kao što je ranije napomenuto limiteri su u biti specijalizirani oblik kompresije s iznimno visokim omjerom kompresije, dizajniran da spriječi izrezivanje ili izobličenje audio signala kada dosegnu postavljene maksimalne razine. Limiteri se najčešće koriste u mastering djelu audio produkcije gdje se miks priprema za finalnu distribuciju. Mastering inženjeri koriste limitere kako bi osigurali da konačni miks ostane bez izobličenja, te da se miks prilagodi i ne raspadne na različitim sustavima. Limitiranje također smanjuje dinamički raspon audio signala – što utječe na zvuk i pojačava energiju unutar miksa i na samo glasnoću finalnog mastera. U današnje vrijeme najpopularnije su dinamički i glasni masteri (između -10 do -4 LUFS) pogotovo u pop i EDM žanru, te agresivnim metal i rock skladbama. Na drugu stranu u miksanju, limiteri se također primjenjuju na pojedinačne grupe instrumenata za učinkovitu kontrolu dinamike. Na primjer, mogu se koristiti na zasebnim ili grupama vokalnih zapisa kako bi se spriječilo izobličenje iznenadnih glasnih nota ili na grupama udaraljka kako bi se polirali oštri i glasni vrhovi unutar audio signala. [1]

#### **Ključni elementi i karakteristike Limitera: [1]**

- **Prag (eng. Threshold):** Prag je kritični parametar unutar limitera, koji definira točku u kojoj ograničenje/limiting stupa na snagu. Kada audio signal prijeđe ovaj prag, Limiter se uključuje, primjenjujući vrlo brzu kompresiju kako bi se smanjila razina audio signala.

- **Omjer kompresije (eng. Compression ratio):** Limiteri su poznati po tome da imaju iznimno visok omjer kompresije koji često ulazi u beskonačnost - uobičajeni omjeri uključuju 20:1 ili čak više. Omjer od 20:1 može se definirati na sljedeći način - za svakih 20 dB za koje ulazni signal premaši prag, izlazna razina signala će porasti samo za 1 dB, osiguravajući agresivno smanjenje vrhova zvuka.
- **Vremena napada i otpuštanja (eng. Attack and release times):** Neki limiteri omogućuju kontrolu nad vremenima napada i otpuštanja, omogućujući inženjerima da oblikuju početak i otpuštanje učinka kompresije. Brže vrijeme napada može pružiti kontrolu s transparentnijim zvukom, dok sporiji napadi mogu dopustiti prolaz određenih instrumentalnih prijelaza i pojačati dinamiku miksa. Digitalni limiteri često imaju podešene „pakete“ koji nude razne načine na koji će se limitiranje primjenjivati na audio signal.
- **„Tvrdo koljeno“ (eng. „Hard knee“):** Većina limitera koristi karakteristiku koju zovemo „Tvrdo koljeno“ (eng. „hard knee“). Tvrdo koljeno pokazuje da se kompresija primjenjuje „naglo“ kada signal prijeđe određeni prag. Ovaj oštar prijelaz pomaže u sprječavanju izrezivanja i izobličenja koja bi se pojavila unutar audio signala.



*Slika 18. Fabfilter PRO L2 – najpoznatiji digitalni limiter – 11dB limitinga vrhova na finalnom miksu*

## 4.7.2. Kliperi

Kliperi su audio alati za obradu zvuka koji namjerno uvode razno izobličenje audio signala koje ovisi o postavkama programa za klipanje. Za razliku od limitera, čiji je cilj spriječiti izobličenje, kliperi se često kreativno koriste za stvaranje oštrog, zasićenog i harmonijskog bogatog zvuka. Klipanje se odnosi na fenomen u kojem amplituda audio signala premašuje maksimalnu dopuštenu razinu u zvučnom sustavu, što rezultira "isjecanjem" valnog oblika što dovodi do karakterističnog i često grubog oblika izobličenja koje može značajno utjecati na karakter i ton zvuka. Kada se audio signal uvede u kliper i njegova razina prijeđe maksimalnu dopuštenu razinu sustava (obično 0 dBFS ili decibela pune skale u digitalnim sustavima), kliper će "ošišati" ili skratiti valni oblik. To rezultira stvaranjem harmonika i intermodulacijskim izobličenjem, stvarajući karakterističan i često grub i oštar zvuk.

Digitalno klipanje se u praksi izbjegava jer najčešće zvuči vrlo neugodno, iako u razne kreativne svrhe digitalno klipanje može služiti kao dodatni efekt pojedinim instrumentima. Digitalni software za klipanje često koriste različite algoritme – najčešće modulirane prema određenim analognim uređajima ili na principu analognog klipanja koje ima mnogo prihvatljiviji i ugodniji zvuk od digitalnog. [1]

### **Ključni elementi i karakteristike klipera:** [1]

- **Bez praga:** Za razliku od limitera, kliperi ne uključuju parametar praga koji određuje kada se učinak pojavljuje. Umjesto toga, isječak u kliperima rezultat je audio signala koji premašuje maksimalnu razinu sustava, obično 0 dBFS (decibela pune skale) u digitalnim sustavima.
- **Karakter zvuka:** Kliperi uvode prepoznatljivu i često ostru "tvrdu" distorziju koju karakterizira stvaranje harmonika i intermodulacijska distorzija. Ovaj zvuk općenito se smatra nepoželjnim za većinu glazbenih sadržaja u tradicionalnom kontekstu, no u žanrovima kao što su metal, rock, EDM i ostali slični kliperi su vrlo popularni.
- **Harmonici i tekstura:** izobličenje koje uvodi kliper često rezultira stvaranjem dodatnog harmonijskog sadržaja u audio signalu što može obogatiti zvuk i stvoriti jedinstvene tonske karakteristike koje su vrlo poželjne u određenim glazbenim kontekstima.
- **Kontrola i prilagodljivost:** Mnogi audio procesori, poput gitarskih pedala i softverskih dodataka, uključuju funkcije klipanja koje korisnicima omogućuju kontrolu stupnja

izobličenja primijenjenog na audio signal. Ova kontrola nad parametrima izrezivanja, kao što su pojačanje, prag i oblik, omogućuje dizajnerima zvuka i glazbenicima jednostavno i precizno podešavanje efekta izobličenja prema njihovim željama. (Slika 19.)



Slika 19. T-RackS – Soft clipper – „tvorničke postavke“ digitalno klipera

Iako se limiteri i kliperi razlikuju, često se koriste u kombinaciji s ciljem postizanja vrlo glasnog mastera. Ukoliko se koristi samo jedan softverski dodatak zasebno – na primjer limiter, često će audio signal preopteretiti tu zasebnu komponentu, no ako se koriste u kombinaciji i kliper i limiter, moguće je postići vrlo glasan, energičan i dinamički master koji će nadmašiti mogućnosti svakog softverskog dodatka zasebno. Ova tehnika zove se limiter – kliper sendvič. Analogni uređaji i komponente u praksi skoro uvijek postižu određenu razinu laganog klipanja – što obogaćuje audio signal bogatom harmoničnom distorzijom koja u suštini privlači mnogo profesionalnih audio inženjera na uporabu analognih uređaja.



## 4.8. Saturacija

Saturacija je temeljni alat u miksanju glazbe, cijenjen zbog svoje sposobnosti da zvuku unese toplinu, karakter i harmonije. Saturacija može pretvoriti sterilne digitalne audio snimke u nešto što djeluje više profesionalno. U svojoj srži, saturacija tona uključuje namjerno pojačavanje audio signala radi uvođenja harmonijskog izobličenja. U analognoj domeni miksanja saturacija je konstantno prisutna kao post produkt prolaženja zvuka kroz analogne uređaje, no kod digitalne domene saturacija se dodatno pojavljuje kao dodatak koji uljepšava i popunjuje frekvencije određenog audio zapisa.

Jedna od primarnih primjena saturacije je na pojedinačnim audio trakama. Na primjer, primjenom saturacije na vokale može se dati ugodna tekstura i prisutnost, čineći ih istaknutima i prividno „većima“ u miksu. Na trakama za bubnjeve može dodati snagu i osjećaj težine što poboljšava ukupan zvuk. Gitare često imaju koristi od saturacije jer daje željenu oštrinu i tvrdoću tona koji definira mnoge rock i metal žanrove. Gitare se mogu vrlo snažno saturirati bez da gube smisao unutar samog miksa iako zasebno zvuče totalno uništeno. [4]

Saturacija nije ograničena na pojedinačne pjesme, instrumente i žanrove; to je vrlo moćan alat za oblikovanje cijelog miksa. Na miks grupi, saturacija može suptilno spojiti različite elemente, ostavljajući dojam kohezivne skladbe. Također, saturacija oponaša toplinu analogne opreme, pridonoseći ukupnoj dubini i karakteru miksa što je čini vrlo bitnim alatom u digitalnom svijetu.

Dostupne su razne tehnike i alati za zasićenje, uključujući analogne uređaje, emulatore analognih uređaja za trake i digitalne dodatke. Svaki uređaj ili softver za saturaciju daje svoj jedinstveni zvučni otisak, nudeći miks inženjerima široku paletu kreativnih opcija. Kada se vješto koristi, zasićenost je moćno sredstvo za poboljšanje zvuka i dodavanje dubine, topline i karaktera glazbenim miksevima – u digitalnom svijetu korištenje saturacije je neizbježno. [1]

Saturacija je višenamjenski alat u miksanju glazbe, a postoji nekoliko vrsta zasićenja, svaka sa svojim jedinstvenim zvučnim karakteristikama. Evo nekih uobičajenih vrsta saturacije koje se koriste u svijetu miksanja glazbe: [1]

- **Saturacija analogne trake (Eng. Tape saturation):** Emulira topao zvuk analognih kasetofona. Dodaje harmonijsko izobličenje i nježnu kompresiju. Često se primjenjuje na pojedinačne pjesme ili mix grupu.



Slika 20. Gem TAPEDESK – digitalni dodatak – digitalni emulator saturacije analogne trake

- **Saturacija cijevi (eng. Tube saturation):** Emulira zasićenost vakuumskih cijevi (ventila). Dodaje ravnomjerne harmonike, dajući bogatu, harmonijski složenu „toplinu“ – odlično utječe na harmonike niskih tonova. Također, može dodati suptilan učinak kompresije. Koriste se na miks grupama, zasebnim instrumentima a najčešće vokalima radi suptilnog osjećaja topline.



Slika 21. Black Box Analog Design HG-2MS– digitalni dodatak – emulator saturacije cijevi

- **Višepojasna saturacija (eng. Multiband saturation):** Primjenjuje zasićenje na određene frekvencijske pojaseve, tj. određene frekvencijske grupe, omogućujući preciznu kontrolu nad frekvencijama koje su zahvaćene i saturirane. Ovaj oblik saturacije učinkovit je ukoiliko postoji određeni frekvencijski pojas koji je slabije saturirani – na primjer potrebna je saturacija samo između 2000 – 4000 hz-a.



Slika 22. Fabfilter Saturn – višepojasni digitalni saturator

- **Paralelna saturacija (eng. Parellel saturation):** Kombinira saturirani signal sa suhim (neobrađenim) signalom kako bi se postigla ravnoteža između izvorne jasnoće i saturacije. Ovakav tip saturacija tj filtera saturacije nudi kontrolu nad primijenjenim stupnjem saturacije, čuvajući jasnoću uz dodavanje karaktera po potrebi.



Slika 23. Soundtoys Decapitator – paralelna saturacija - 100% postavka saturacije

## 4.9. Efekti odjeka (eng. Reverb)

Odjek ili poznatije „Reverb“, osnovni je i svestran audio efekt u miksanju glazbe. Ima presudnu ulogu u oblikovanju prostornih i akustičkih karakteristika audio zapisa. Kada se učinkovito koristi, odjek može miksu dodati dubinu, dimenziju i osjećaj prostora, čineći ga impresivnijim, privlačnijim i realističnijim.

Odjek se koristi za simulaciju prirodnih refleksija zvuka u stvarnim fizičkim prostorima. Kada se zvuk proizvede u prostoriji, on ne prestaje kada dopre do ušiju već se nastavlja odbijati od zidova, podova i stropova, stvarajući složeni uzorak odraza. Ove refleksije u kombinaciji s izravnim zvukom daju osjećaj prostora u kojem se slušatelj nalazi. Tokom snimanja, cilj je izbjegavati odjek unutar snimaka kako bi se što efikasnije i jednostavnije zvuk mogao obraditi. Primarna uloga odjeka je umjetno ponovno stvaranje tih „izgubljenih“ akustičnih prostora. Odjek unutar audio produkcije ima nekoliko svrha: [1]

- **Stvaranje dubine i prostora:** Odjek audio snimkama dodaje osjećaj udaljenosti i prostora. Također, odjek može učiniti da zvukovi izgledaju kao da su snimljeni u različitim okruženjima, od malih soba do velikih koncertnih dvorana ili katedrala.
- **Povezivanje/lijepljenje različitih elemenata u cjelinu:** Odjek može pomoći u spajanju različitih elemenata miksa. Kada se suptilno primijeni na više instrumenata ili instrumentalnih grupa, ti instrumenti mogu zvučati kao da su svi u identičnim prostoru, pridonoseći koheziji miksa.
- **Poboljšanje realizma:** U suhom studijskom okruženju za snimanje instrumenti i vokali mogu zvučati sterilno i neprirodno. Odjek može ponovno uvesti osjećaj realizma simulirajući prirodno okruženje u kojem se instrumenti mogu svirati.
- **Stvaranje ambijenta:** Odjek se često koristi za stvaranje ambijenta i atmosfere u glazbi. Može pjesmi dati sanjivu, eteričnu kvalitetu, stvoriti osjećaj intimnosti ili horora ovisno o vrstu jeke koja se koristi.
- **Dodavanje teksture:** U nekim slučajevima, odjek se koristi kao efekt za dodavanje teksture i karaktera zvuku. To je uobičajeno u žanrovima poput ambijentalne glazbe.
- **Popunjavanje praznina:** U nekim miksevima ponekad se pojavljuju prazni dijelovi i stanke unutar pjesme – podešavanjem glasnoće i repa odjeka takve stanke lako se popune zvukom prostorije.

Postoje različite vrste odjeka, svaka sa svojim jedinstvenim karakteristikama i zvučnim kvalitetama. Izbor vrste reverberacije ovisi o željenom efektu i glazbenom kontekstu. Vrste odjeka možemo podijeliti u tri grupe – Prirodni, mehanički i digitalni odjeci.

#### 4.9.1. Neki prirodni odjeci – komore

**Sobni odjek (eng. Room reverb):** Ova vrsta odjeka simulira zvuk male sobe. Ima tendenciju kratkog vremena opadanja, što znači da rep odjeka relativno brzo blijedi. Sobni odjek obično se koristi za bubnjeve, akustične gitare i vokale, pružajući osjećaj prostora bez preopterećenja miksa. [1]

**Odjek dvorane (eng. Sprint reverb):** Dvoranski odjek oponaša akustiku koncertne dvorane ili gledališta. Ima dulje vrijeme slabljenja u usporedbi s sobnim odjekom, stvarajući bujan i prostran zvuk. Hall odjek se često koristi za orkestralne instrumente, zborove i balade, gdje je poželjan osjećaj veličine i dubine. [1]



Slika 24. Komora odjeka – Abbey Road – Studio Two - <https://www.abbeyroad.com/news/studio-two-echo-chamber-gearthatmadeus-3114>

## 4.9.2. Mehanički odjeci

**Pločasti odjek (eng. Plate reverb):** Pločasti odjek temelji se na upotrebi velike, viseće metalne ploče koja vibrira kao odgovor na zvuk. Poznato je po svom toplom i glatkom karakteru. Pločasti reverb često se koristi na vokalima i malim bubnjevima, dajući osjećaj analogne topline. [1]



Slika 25. Mehanički pločasti odjek - <https://unison.audio/plate-reverb/>

**Opružni odjek (eng. Spring reverb):** Opružni odjek koristi zavojnu oprugu za stvaranje i reflektiranje zvuka. To je glavni dio gitarskih pojačala i povezuje se s prepoznatljivim zvukom. Odličan je za klasične zvukove gitare i može dodati jedinstven skoro pa „metalni“ karakter raznim instrumentima. [1]



Slika 26. Mehanički opružni odjek - <https://anasounds.com/analog-spring-reverb-how-it-works/>

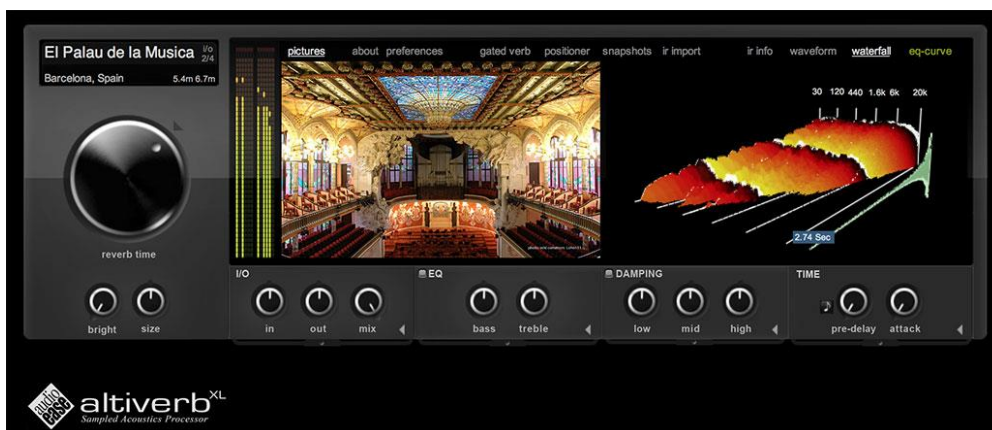
### 4.9.3. Digitalni odjeci

**Digitalni emulatori odjeka:** Digitalni odjek generira se pomoću algoritama u digitalnim audio procesorima. Nudi širok raspon opcija i postavki, omogućujući preciznu kontrolu nad vremenom raspadanja, difuzijom i drugim parametrima. Digitalni odjeci mogu oponašati različite akustične prostore i svestrani su za različite glazbene žanrove. [1]



Slika 27. OXFORD REVERB – digitalni odjek – postavka „Large Concert room“

**Konvolucijski odjek:** Konvolucijski odjek hvata impulsni odziv stvarnih prostora ili hardverskih reverberacija i primjenjuje ih na zvuk. Ova metoda pruža vrlo realistične i autentične karakteristike reverbiranja. Često se koristi za dizajn različitih zvukova i stvaranje realističnih akustičnih okruženja. [1]



Slika 28. Altiverb – konvolucijski odjek -

<https://www.audioease.com/altiverb/images/Altiverb7XL.jpg>

#### 4.9.4. Parametri odjeka:

Odjek je odlično sredstvo i efekt koji inženjeri mogu koristiti, no baratati odjekom nije lako, te treba detaljno podesiti parametre prema potrebama miksa i skladbe koja se obrađuje. Kako bi se odjek učinkovito koristio, važno je razumjeti i manipulirati njegovim parametrima: [1]

- **Vrijeme raspada:** Ovaj parametar kontrolira koliko dugo traje reverb rep. Kratka vremena raspadanja stvaraju osjećaj intimnosti, dok dulja vremena raspadanja dodaju dubinu i prostranost.
- **Pre - odgoda odjeka:** Pre odgoda odjeka postavlja vrijeme između izvornog zvuka i početka odjeka. Povećanje pre odgoda odjeka može stvoriti razdvajanje između suhog zvuka i odjeka, povećavajući jasnoću i popunjujući kasniju prazninu.
- **Difuzija:** Difuzija određuje koliko brzo se refleksije u odjeku smanjuju. Više vrijednosti difuzije čine odjek glatkijim, dok niže vrijednosti mogu rezultirati izraženijim učinkom nalik na jeku.
- **Rani odrazi:** Ovo su početni odrazi zvuka koji se javljaju prije repa odjeka. Podešavanje razine i vremena ranih refleksija može značajno utjecati na percipiranu veličinu i karakter prostorije.
- **Modulacija:** Ovisno o vrsti, neki odjeci nude opcije modulacije koje uvode suptilne varijacije visine i vremena u repu odjeka, stvarajući prirodniji zvuk.
- **Ekvalizatori i filtriranje:** Mnogi odjeci uključuju ekvalizacijske kontrole za oblikovanje tonskih karakteristika odjekaa. Ekvilizator se može koristiti za rezanje ili pojačavanje određenih frekvencija u odjeku i njegovom repu kako bi se bolje uklopio u miks.
- **Mokri/suhi miks odjeka:** Ovaj parametar kontrolira ravnotežu između suhog, neobrađenog zvuka i mokrog zvuka zasićenog odjekom. Pažljivo podešavanje ove ravnoteže ključno je za održavanje čistoće zvuka unutar miksa.

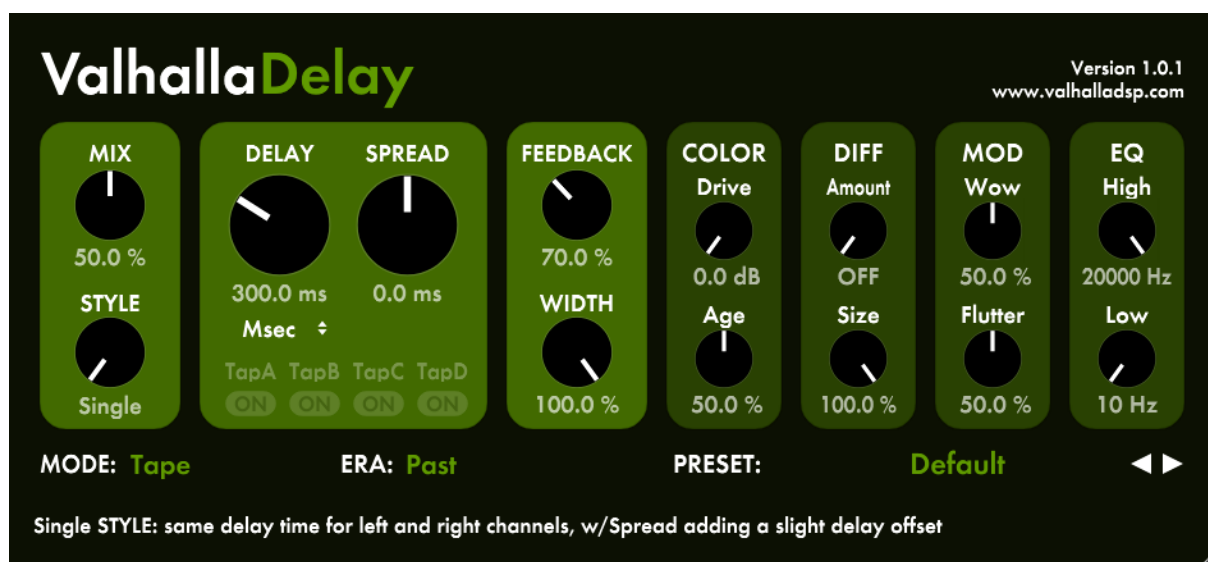


## 4.10. Efekti odgode (eng. Delay)

Efekt odgode (eng. Delay) je audio efekt u miksanju glazbe koji uključuje ponavljanje zvuka nakon određenog vremenskog intervala. Ovaj efekt već desetljećima kreativno koriste producenti i inženjeri u raznim glazbenim žanrovima. Delay dodaje dubinu, teksturu, ritam i osjećaj prostora pjesmama i audio snimkama, što ga čini bitnim alatom u svestranom alatu miksera. [1]

Za učinkovito korištenje efekta odgode u miksanju, bitno je razumjeti i manipulirati njegovim parametrima:

- **Vrijeme odgode:** Vrijeme odgode postavlja trajanje između izvornog zvuka i prvog ponavljanja odgode. Podešavanjem ovog parametra mijenja se ritam i vrijeme odjeka.
- **Povratna informacija:** Povratna informacija kontrolira broj ponavljanja ili odjeka. Viša postavka povratne informacije rezultira većim brojem ponavljanja, dok niža postavka proizvodi manje ponavljanja.
- **Suhi/mokri miks odjeka:** Suhi/mokri miks određuje ravnotežu između suhog (izvornog) zvuka i mokrog (odgođenog) zvuka. Pažljivo podešavanje ove ravnoteže osigurava da izvorni zvuk ostane jasan i da ga kašnjenje ne zatrpa.
- **Filtriranje i modulacija:** neke jedinice odgode ili dodaci nude opcije filtriranja za oblikovanje tonских karakteristika ponavljanja odgode. To može biti korisno za uklanjanje neželjenih frekvencija ili stvaranje jedinstvenih tekstura.



Slika 29. Valhalla Delay – digitalni efekt odgode s ranije navedenim parametrima

Postoje različite vrste odgode, svaka sa svojim zvučnim karakteristikama i primjenama. U suštini postoje dvije vrste odgoda – analogni i digitalni.

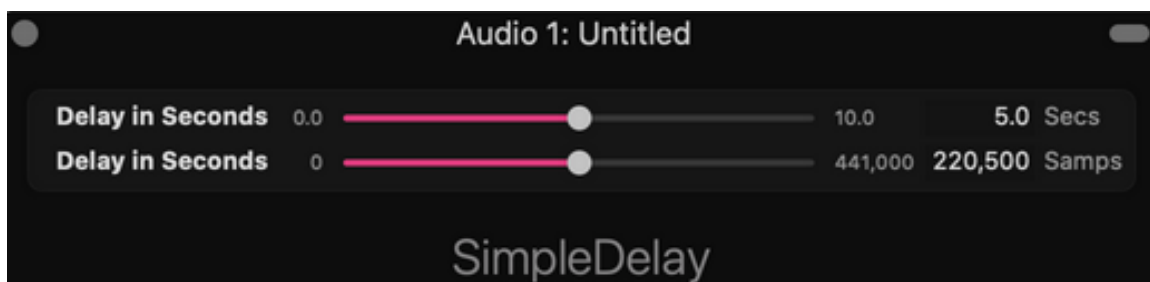
- **Analogni efekti odgode:** Analogne jedinice odgode koriste analogni sklop za stvaranje efekata odgode. Poznati su po svojoj toploj, organskoj i blago degradiranoj kvaliteti zvuka. Analogne odgode često imaju povratne informacije i kontrole modulacije, što omogućuje kreativnu manipulaciju ponavljanja odgode. (Slika 30.)
- **Digitalni efekti odgode:** Digitalni procesori kašnjenja koriste digitalnu obradu signala za stvaranje preciznih, čistih i često netaknutih efekata kašnjenja. Oni nude širok raspon vremena odgode i obično se koriste za ritmičke i precizne efekte odgode.



*Slika 30. Studio Nugget Rackmount Vacuum Tube Prime Number – analogni efekt odgode - <https://crucialaudio.com/product/studio-nugget-vacuum-tube-prime-number-analog-delay/>*

Digitalni efekti odgode danas su najpraktičniji i najviše korišteni u svijetu glazbene produkcije. Postoji više različitih vrsta digitalnih efekata odgode: [1]

- **Jednostavna odgoda:** Kao što sam naziv kaže ovo je najprimitivniji način odgode, koja se postavlja u milisekundama ili četvrtinama. Ovakav efekt odgode najčešće koriste digitalne audio radne stanice kako bi omogućile kompenzaciju kašnjenja koje izazivaju određeni digitalni dodaci najčešće povezani s efektima odgode ili limitinga. (Slika 31.)



Slika 31. Simple delay - <https://staticz.com/simplydelay/>

- **Modulirani efekti odgode:** Nude standardnu funkcionalnost digitalnog efekta odgode uz dodatne mogućnosti – podešavanja efekta odgode, mokrog/suhog miksa, povratne informacije, podešavanje određenih filtera, ekvalizaciju povratnog signala i mnoge druge opcije. Količina postavka ovisi u vrsti digitalnog dodatka.



Slika 32. Soundtoys EchoBoy, Modularni efekt odgode

- **Ping-pong odgoda:** Ping-pong odgoda odbija odgođeni signal između lijevog i desnog stereo kanala. Stvara osjećaj kretanja i širine, što ga čini prikladnim za stereo efekte i popularnim odabirom kao efekt na vokalnim trakama.



Slika 33. Waves Hybrid Line - HDelay, dostupna opcija ping-pong odgode - <https://splice.com/plugins/10715-h-delay-vst-au-by-waves>

Efekt odgode ima nekoliko važnih uloga u miksranju glazbe, pridonoseći ukupnom zvuku poboljšavajući iskustvo slušatelja: [4]

- **Prostorno poboljšanje:** Jedna od primarnih uloga odgode je stvaranje osjećaja prostora i dubine u miksu. Manipuliranjem vremena odgode i povratne informacije, može se postaviti izvor zvuka unutar virtualnog akustičnog okruženja. Kratke odgode mogu simulirati blizinu, dok dulje odgode stvaraju osjećaj udaljenosti, a kombinacijom raznih postavka lako je utjecati i na prividnu širinu audio snimke. Efekt odgode vrlo se često koristi na vokalima i raznim instrumentima koji zasebno djeluju suho i dosadno.
- **Dizajn zvuka:** U elektronskoj i eksperimentalnoj glazbi, efekt odgode se često koristi u svrhu dizajna zvuka. Može transformirati jednostavne zvukove u raznolike teksture, dronove i složene zvučne krajolike.
- **Stvaranje ritma:** Delay se može koristiti za uvođenje ritmičkih uzoraka u audio elemente. Sinkronizacijom vremena odgode s tempom zapisa moguće je stvoriti ritmičko kašnjenje koja nadopunjuju ritam dionicu i dodaju uzbuđenje glazbi.
- **Poboljšanje instrumenta:** Kašnjenje može poboljšati karakteristike pojedinačnih instrumenata. Na primjer, primjena slapback delaya na vodeću gitaru može joj dati prividni osjećaj dubine i širine, dok ping-pong delay na sintesajzeru može stvoriti osjećaj kretanja i prostora kroz sam stereo spektar.

## 4.11. Alati za manipulaciju stereo slike miksa

Alati za stereo proširenje u miksanju glazbe ključni su za proširenje stereo slike audio elemenata, poboljšanje prostorne percepcije i stvaranje impresivnijeg iskustva slušanja. Alati za stereo širenje signala koriste razne korelacije između faza srednjih i vanjskih kanala unutar audio spektra koristeći raznovrsne algoritme kašnjenja kako bi pomoću psiho akustike generirali prividno proširenje miksa. Ovi alati mogu vrlo detaljno manipulirati stereo širinom bez ugrožavanja mono kompatibilnosti ukoliko se koriste korektno. Krivo korištenje ovakvih alata često uzrokuje neugodan i vrlo neprirodan zvuk što stvara slabi centar miksa, te uništava samu dinamiku miksa.

Softverski dodaci za manipulacijom stereo slike pružaju preciznu kontrolu nad širinom miksa. Najčešće se koriste na grupama instrumenata i na master grupi miksa, te u samom procesu masteriranja glazbe. Ovi dodaci mogu nuditi parametre kao što su: [1]

- **Kontrola širine:** Nude mogućnost podešavanja širine signala – od uske do veće
- **Soliranja centralnog kanala:** Mogućnost pojačavanja glasnoće informacija centralnog kanala miksa
- **Soliranje vanjskih kanala:** Mogućnost pojačavanja glasnoće informacija vanjskih kanala miksa
- **Manipulacija fazom:** Nude mogućnost manipulacije faza jednog kanala u odnosu na drugi kako bi se proširila ili suzila stereo slika miksa



Slika 34. DrMS Spatial processor - Mathew Lane – stereo procesor

## **5. Miks pjesme „Another Life“ banda „Daimon B.“**

U dinamičnom svijetu glazbene produkcije i audio inženjerstva, proces seciranja i sveobuhvatne analize miksa pjesme vrlo je koristan. Ovaj proces nudi jedinstvenu priliku zaviriti u miksovanje glazbenih elemenata, proces koji leži u srcu svakog producenta.

Za praktični dio rada napravljen je miksovanje pjesme „Daimon B. – Another Life“. Za miksovanje je korišten FL studio 12, Yamaha HS8 studijski zvučnici, Steinberg UR 22 MKII zvučna kartica, Beyerdynamic DT 770 slušalice i drugi digitalni softverski dodaci.

"Another Life" sažima bit moderne glazbene produkcije, spoj umjetnosti i tehnologije koji ima moć probuditi emocije i prenijeti slušatelje u različita područja. Ova sekcija rada bavi se seciranjem miksa "Another Life" čime se nastoje prikazati razne korištene tehnike obrade audio traka kako bi se postigao finalni – komercijalni miksovanje

### **5.1. Informacije o izvođaču i pjesmi**

„Daimon B“ - Daumantas Bagdonavičius Alternative/nu metal umjetnik je iz Klaipėde, Litve. Another life izdaje kao EP 2023. godine. Pjesma „Another life“ dostupna je za vježbanje i miksovanje na Cambridge MT web stranici.

Ove sirove trake autora Daimon B. služe samo u obrazovne svrhe, a materijal sadržan u njima ne smije se koristiti u komercijalne svrhe bez izričitog dopuštenja nositelja autorskih prava.

**Ime pjesme:** Another Life

**Ime autora:** Daimon B.

**Tempo:** 98bpm

**Žanr:** Nu Metal

**Ukupan broj traka:** 37 - (Slika 5.)

**Audio kvaliteta korištenih datoteka:** .Wav, 44.1kHz

**Originalni miksovanje inženjer:** Daumantas Bagdonavičius

**Miksovanje i master inženjer secirane verzije:** Karlo Kiš

## 5.2. Podešavanje početnog balansa, panorame i postavke grupe efekata miksa

Na samom početku miksanja potrebno je postaviti prvi balans miksa koji će biti temelj za sve ostalo nakon toga. Tehnike korištene u ovom slučaju nu metal žanra temelje se na postavljanju prioriteta glasnoće ritam sekcije, pa nakon toga vokala te ostalih instrumenata miksa.

Balans miksa nikad nije fiksiran na samom početku miksa već se konstantno mijenja i podešava tokom miksa. Primjenom raznih efekata na instrumenta mijenja se njihova glasnoća što u većini slučajaja znači dodano podešavanje balansa miksa (slika 10.).

Korištena je LRC (eng. „Left right center“) tehnika panorame unutar miksa gdje se elementi miksa može nalaziti samo na 3 dijela stereo spektra – 100% lijevo, 100% desno ili u centru.

Napravljena su dva posebna efekt kanala s 2 vrste postavljenog odjeka – Valhalla Vintage Verb i Valhalla Room Reverb. Ovi kanali su u principu „sendovi“ što znači da se zvuk u njih prosljeđuje u postotcima što će dati veću ili manju zasićenost efektom odjeka.

Oba odjeka podešena su na 100% mokru postavku, a na vintage valhalla reverb kanal postavljen je ekvalizator na kojem su odrezani visoki i niski tonovi kako bi se miks izložio samo srednjim tonovima odjeka (Slika 35.).

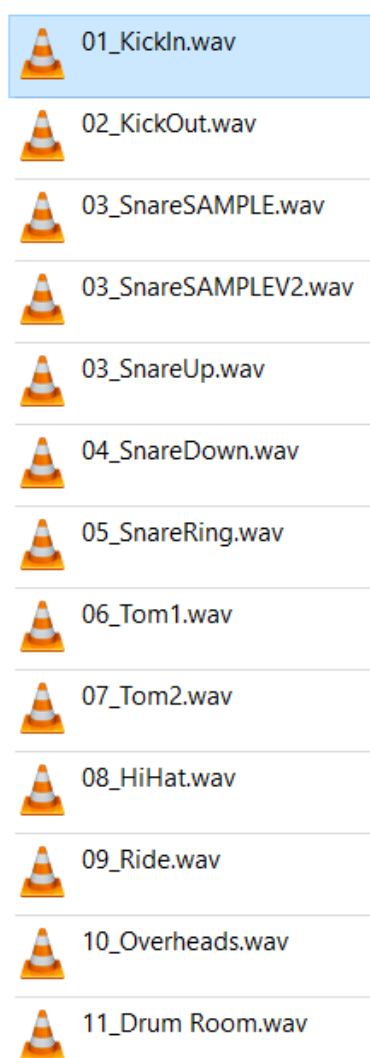
Valhalla Room Reverb koristi se za gitare dok se Vintage Verb koristi za sve ostalo po potrebi.



Slika 35. Vintage Valhalla reverb kanal i postavke

### 5.3. Ritam sekcija – Bubnjevi

Ritam sekcija u miksanju glazbe odnosi se na temeljni ansambl odgovoran za održavanje takta, ritma i cjelokupnog ritmičkog temelja pjesme. Obično se sastoji od bubnjeva, bas gitare, a često i od drugih udaraljki. Miksanje ritam sekcije uključuje oblikovanje tonova, dinamike i prostornog smještaja ovih instrumenata kako bi se osigurao čvrsti ritmički okvir za ostatak miksa. Učinkovito miksanje ritam sekcije pojačava energiju i cjelokupni utjecaj i osjećaj pjesme, služeći kao okosnica na kojoj se drugi glazbeni elementi mogu graditi i međusobno djelovati. U ovoj sekciji rada objašnjene su tehnike miksanja bubnjeva na primjeru pjesme „Another Life“ – na slici 35. prikazane su audio datoteke bubnjeva korištene u pjesmi. (slika 35.)



Slika 36. Daimon B, Another Life – trake bubnjeva



### 5.3.1. Bas bubanj (eng. Kick drum)

Kick bubanj, poznat i kao bas bubanj, temeljni je element u miksanju glazbe što ga čini jedim od najvažnijih elemenata miksa. U miksu se nalaze 2 audio datoteke koje čine kick bubanj – KickIn i KickOut.

KickIn i KickOut mikrofoni – spojeni su u istu grupu (KickSUM) koja je kasnije spojena na DrumBus – grupu svih bubnjeva. Pozicija navedenih Kick mikrofona nalazi se u centru stereo spektra. Na KickSUM grupu primjenjeni su sljedeći alati (Slika 36.) – Fruit Parametric EQ 2 x2 i Tracks Black 76.



Slika 37. KickSUM grupa

Kod ekvalizacije korištene su oštre, uske krivulje i filter visoke police - pojačane su sljedeće frekvencije (Slika 36.):

- 30hz i 60hz – +9 dB – Ovo su duboke „sub“ frekvencije koje slušatelji osjećaju u prsima više nego čuju, potrebno je bilo dosta jako pojačanje ovih frekvencija kako bi miks dobio više energije.
- 160hz – +8dB – Frekvencija koja definira „tijelo“ kick bubnja - dosta veliko pojačanje koje pojačava zvuk dubokog udarca kick bubnja
- 3000hz – +4dB – Oštra frekvencija, pojačanje ove frekvencije daje kick bubnju oštrinu potrebnu da se probije kroz miks između svih gitara i vokala, i stvara prividnu dubinu miksa.

- EQ visoke police – 6000hz+ - +3dB – Lagano pojačanje svih visokih frekvencija iznad 6000hz. Ovaj EQ daje dodatnu oštrinu zvuku kick bubnja i osjećaj profesionalnog poliranog zvuka.

Finalno je korištena kompresija čiji cilj je smanjiti dinamički raspon kick bubnja i pojačati energiju. Kompresija je primijenjena u lancu nakon ekvalizacije u ovom slučaju. Korišten je Black 76 kompresor – emulacija stvarnog analognog kompresora. Postavke kompresora postavljene su na slijepo nakon detaljnog slušanja kick bubnja u kontekstu miksa. Korišten je napad od 2.5ms, vrijeme otpuštanja na 6.2ms, te su pojačane input i output postavke na kompresoru što u određenim dijelovima pjesme daje po 15dB kompresije na kick bubnju (Slika 38.). Najčešće greške koje početnici rade je „vizualno miksanje“ - što vodi do donošenja odluka miksa i postavka kompresora i ostalih alata vizualno a ne auditorno.



*Slika 38. KickSUM kompresor u akciji – 15dB kompresije*

Navedeni 3 alati čine temelj miksa kick bubnja u ovom slučaju. Jedina dodatna obrada je napravljena na razini grupe bubnjeva (dodatna kompresija) što će biti prikazano kasnije u radu u puno više detalja.

### 5.3.2. Doboš bubanj (eng. Snare drum)

Doboš bubanj temeljni je udarački instrument koji se obično koristi u glazbi u raznim žanrovima. Poznat je po svom prepoznatljivom oštrm zvuku, koji se postiže metalnim žicama (koje se nazivaju zamke) rastegnutim preko donje glave bubnja. Kada se gornja glava (također poznata kao eng „batter head“) udari batkom ili batićem, zamke vibriraju, proizvodeći oštar, zveckajući zvuk.

U miksu se nalaze 3 temeljne audio datoteke doboš bubnja: Snare Up, Snare Down i Snare ring. Dodatne dvije datoteke (03\_Snare\_SAMPLE i 03\_Snare\_SAMPLEV2) umjetno su napravljene korištenjem uzorka Snare Up kao temelj za zamjenu bubnja i izvoženi u .wav datoteke koristeći Trigger 2 dodatak. Trigger 2 analizira audio datoteku i služi kao okidač koji zamjenjuje original bubanj s novim zvukom i prigušuju stari zvuk ovisno o postavkama. Trigger 2 spada u dodatke zvane okidači bubnja. U puno slučajeva, specifično za agresivnije žanrove kao nu metal, studijsko snimljeni setovi bubnja često nisu dovoljno dobri kako bi se postigla željena energija unutar ritam sekcije miksa. Okidači bubnja sadrže audio datoteke zasebno snimljenih bubnja (u ovom slučaju doboš) što omogućuje inženjerima detaljnu, skoro pa kiruršku mogućnost obrade takvih zapisa bez „krvarenja“ ostalih elementa seta bubnja unutar snimljenog i obrađivanog zapisa. Bubnjevi korišteni unutar takvih knjižnica zvuče masivno i specifično su prilagođeni za određene žanrove glazbe (Slika 39.).



Slika 39. Trigger 2 – okidač bubnja – SnareUp kao baza za okidanje

Identično kao i kod bas bubnja, doboš je ostavljen u samom centru stereo spektra sa svim ostalim uzorkovanim bubnjevima. SnareUp i SnareDown spojeni su u istu grupu nazavnu SnareSUM i obrađeni zajedno (Slika 40.).



Slika 40. SnareSUM kanal

Korišteni alati su Fruit parametric EQ2, Fabfilter Saturn za saturaciju i TrackS3 Black 76 kompresor. Fruit parametric EQ 2, sadrži EQ pojačanja signala na:

- 220 hz – +8dB – Pojačava niske frekvencije koje dobošu daju snagu i veličinu udarca, također ove frekvencije stvaraju osjećaj prividne masovnosti i glasnoće doboš bubnja.
- 500hz – +5dB – Mutne frekvencije koje se često režu u puno slučajeva. U slučaju ovog miksa ove frekvencije u falile bubnjevima pa su dodane.
- EQ visoke police – 2000hz + - +12dB s bazom na 10 000hz. Ove frekvencije pojačavaju zvuk praskanja i zveckanja doboš bunja što će stvoriti dojam da je doboš bubanj bliži slušatelju, te pomoći u stvaranju dodatne dubine i separacije elementa unutar miksa.

Fabfilter Saturn koristi se kao više pojasni saturator zvuka s ciljem emulacije analogne saturacije. Frekvencijski pojas od 20hz do 20khz podijeljen je na 4 zasebna kanala unutar Fabfilter Saturna. Svaki kanal je dodatno saturiran za 8dB u prosjeku. Korištena je opcija „Warm Tape“. Na kraju je korišten i kompresor s postavkama skoro identičnim kao na bas bubnju. Postignuto je oko 6dB kompresije na SnareSUM grupi doboš bubnja.

Doboš bubnjevi generirani pomoću okidača bubnjeva posebno zasebno su obrađeni koristeći Fruit parametric EQ2 i Fabfilter saturn (Slika 41.), te su prosljeđeni u DrumBus grupu.



Slika 41. Audio obrada 03\_Snare\_SAMPLE

Pojačanja nisu toliko drastična kao kod SnareUp i SnareDown traka pošto su ovi bubnjevi već ranije „tvornički“ procesirani. Kod 03\_Snare\_SAMPLE datoteke korištena su manja pojačanja na EQ2 – od +3dB na 200hz i +6dB na 2200hz kako bi se uzorkovani doboš bubanj probio dodatno kroz miks. Iz istog razloga korišten je i FabFilter Saturn. Ovaj bubanj je prosljeđen 50% u reverb grupu Valhalla Vintage Verb. Doboš bubanj se često prosljeđuje u određenu vrstu odjeka kako bi se poboljšao realizam i stvorio prividan prostor u kojem se on nalazi.

Kod 03\_Snare\_SAMPLEV2 koristi se samo Fruit parametric EQ2 s pojačanjima na:

- 200hz +11dB – Vrlo oštra postavka pojačanja niskih frekvencija za snagu doboš bubnja
- 2000hz +4dB – Frekvencije u razini ljudskog glasa – pojačano da se bubanj probije kroz miks. Pojačanjem ovih frekvencija doboš bubanj djeluje bliže slušatelju.
- 8000hz +6dB – Pojačane visoke frekvencije koje daju prividnu dubinu zvuku bubnjevima, te potrebnu oštrinu



Slika 42. Audio obrada 03\_Snare\_SAMPLEV2

### 5.3.3. Činele

Miksiranje činela u glazbi važan je dio postizanja uravnoteženog i zvučno ugodnog zvuka seta bubnjeva. Činele, uključujući hi-hat, crash činele, ride činele i još mnogo toga, doprinose ukupnoj energiji, dinamici i teksturi pjesme. Također, činele popunjavaju spektar visokih frekvencija koje se bez istih vrlo teško zasite tonovima ostalih instrumenata. U ovom miksiranju koriste se 3 audio datoteke činela:

- **08\_Hi-hat** - "Charleston" činela s pedalom – Mono audio zapis
- **09\_Ride** – Viseća „Ride“ činela – Mono audio zapis
- **10\_Overheads** – Stereo par visećih mikrofona koji obuhvaća cijeli bubnjarski set činela – Stereo audio zapis



Slika 43. Audio datoteke činela korištene u miksiranju

Na „Charleston“ činelu nije primijenjena nikakva audio obrada, a u stereo spektru pomaknuta je 50% na lijevo.

Viseća ride činela pomaknuta je 50% na desno u stereo spektru i primijenjena je lagana saturacija postignuta s Fabfilter Saturn – korištene su sljedeće postavke prikazane na slici. (Slika 44.).



Slika 44. Fabfilter Saturn na visećim „Ride“ čineli

Na stereo par visećih mikrofona primijenjen je Fruity parametric EQ2. Postavljen je visoko propusni filter na 100hz kako bi se maknule niske frekvencije koje dolaze do mikrofona iz ostalih dijelova bubnjarskog seta, te je pri kraju postavljen EQ visoke police na 6000hz s pojačanjem od +4dB kako bi se pojačale visoke frekvencije koje povećavaju kristalnost zvuka (slika 45.).



*Slika 45. EQ2 primijenjen na stereo viseće mikrofone*

Za obradu činela nisu korišteni nikakvi ostali efekti odjeka ili odgode/kašnjenja. Činile su same po sebi zvučile dovoljno ambientno s već saturiranim frekvencijskim područjem od 1000hz (frekvencijsko područje gdje se odjek najviše raspoznaje). Također, činile su grupirane i proslijeđene unutar DrumBus grupe gdje se na njih primjenjuje dodatna kompresija.

### 5.3.4. Tom bubnjevi

Tom bubnjevi, poznatiji kao tomovi ili tom-tomovi, imaju višestruku ulogu u glazbi. Prvenstveno, oni uspostavljaju ritmičke temelje skladbe unutar kompleta bubnjeva, pojačavajući složenost. Tomovi su vitalni za stvaranje dinamičnih i uzbudljivih ispuna bubnja koje obilježavaju prijelaze unutar skladbe. U određenim žanrovima, melodijski su ugođeni, dodajući tonsku dimenziju ritmu. Dinamički izraz također se postiže pomoću tomova, jer njihovi različiti udarci variraju od suptilnih do gromoglasnih. Štoviše, tomovi pridonose ukupnoj teksturi i ugođaju pjesme, nudeći svestranost za oblikovanje glazbenih emocija i stilova u različitim žanrovima, od jazza preko rocka do orkestralnih skladbi.

U miksu unutar rada pojavljuju se 2 audio trake tom bubnjeva –

- **06\_Tom1** – Lijevi Tom bubanj
- **07\_Tom2** – Desni Tom bubanj

Na obje audio trake primijenjen je Fabfilter Saturn koji se u ovom slučaju koristi kao saturacijski ekvilizer. Povećane su visoke, srednje i srednje niske frekvencije kako bi se povećao zvuk praska tonova, a tomovi probili bolje kroz ostale elemente miksa. U stereo spektru nalaze se 100% lijevo i 100% desno – vrlo česta pozicija tomova unutar agresivnijih žanrova glazbe. U ovom slučaju tomovi nisu prosljeđeni na DrumBus sabirnicu kako ih kompresija ne bi uništila već idu direktno na miks grupu svih instrumenata. Prosljeđena su oba tomova na grupu odjeka u 80% količini.



Slika 46. Fabfilter Saturn korišten u obradi Tomova



### 5.3.5. Bubnjarska soba (eng. „Drum Room“)

"Soba za bubnjeve" u glazbenoj produkciji odnosi se na namjenski prostor ili okruženje u kojem se bubnjevi snimaju kako bi se uhvatio određeni zvuk i ambijent. Bitna je komponenta glazbene produkcije, posebno za hvatanje prirodnog ambijenta i karaktera snimaka bubnjeva. Njegova uporaba može uvelike varirati ovisno o željenom zvuku, žanru i kreativnim odabirima glazbenika i inženjera uključenih u proizvodni proces.

Miks Daimon B. Another life sadrži samo jedan audio zapis bubnjarske sobe:

- **11\_DrumRoom** – Stereo audio zapis

Na bubnjarsku sobu primijenjen je samo jedan efekt – Fruity parametric EQ2 s visoko propusnim filterom na 100hz kako bi se maknulo tutnjanje i ostale niske frekvencije koje se pojavljuju unutar sobe, a nepotrebne su za zvuk ovog audio zapisa (Slika 47.).



Slika 47. Visokopropusni ekvalizator korišten na audio zapisu bubnjarske sobe

Bubnjarska soba je prosljeđena unutar DrumBus sabirnice kao i mnogi drugi audio zapisi bubnjeva za dodatnu kompresiju, a odjek se ne koristi u ovom slučaju pošto zapis već sam po sebi djeluje dovoljno ambijentalno.

## 5.4. Grupa bubnjeva - „DrumBus“ sabirnica

Grupa bubnjeva je kritičan element u miksanju i produkciji glazbe, služi kao središnje čvorište gdje se pojedinačni zapisi bubnja, uključujući kick, snare, toms i ostale, usmjeravaju kako bi zajednički oblikovali cjelokupni zvuk bubnja. Njegova primarna uloga je osigurati jedinstvenu i uravnoteženu osnovu za ritam sekciju. Na sabirnici bubnja inženjeri mogu primijeniti globalne tehnike obrade kao što su kompresija, EQ i zasićenost kako bi spojili pojedinačne elemente bubnja zajedno, pojačavajući koheziju i utjecaj. Kompresija na sabirnici bubnja pomaže u kontroli dinamičkog raspona, osiguravajući da udarci bubnja budu dosljedni u miksu, dok podešavanja EQ-a mogu oblikovati kolektivni tonalitet, naglašavajući ili ukroćujući specifične frekvencijske raspone kako bi se postigao željeni karakter. Dodatno, kreativni efekti poput paralelne obrade, prijelaznog oblikovanja i stereo poboljšanja mogu se primijeniti u ovoj fazi kako bi se dodala dubina, prodornost i širina bubnjevima, pridonoseći ukupnoj zvučnoj teksturi miksa.

Na „DrumBus“ sabirnici primijenjen je digitalni kompresor BUSTERse (Slika 48.) – besplatni VST kompresor moduliran prema analognim SSL bus kompresorima. Aktivirane su TURBO i XFORMER opcije koje emuliraju analognu saturaciju transformatora. Podešen je prag na +7dB kako bi se smanjio dinamički raspon bubnjeva i povećala energija i kohezivnost unutar miksa. Podešeno je MAKE-UP pojačanje na +2dB kako bi se pojačao zvuk grupe bubnjeva nakon primijenjene kompresije.



Slika 48. Postavke „DrumBus“ kompresora

## 5.5. Bas sintesajzeri

"Another Life" Daimona B. je glazbena kompozicija koja ide nekonvencionalnim putem isključujući tradicionalnu bas gitaru i povjeravajući niže frekvencije bas sintisajzerima. Ova strateška odluka rezultira jedinstvenim zvučnim krajolikom u kojem sintetizirani bas tonovi postaju pokretačka snaga iza ritma pjesme. Odsutnost fizičkog instrumenta omogućuje veću kreativnu slobodu, omogućujući umjetniku precizno oblikovanje i modulaciju bas zvukova. Sintetizirani elementi basa u 'Another Life' nude širok raspon zvučnih mogućnosti, od dubokih, podzvučnih udaraca do prodornih, rezonantnih tonova koji se neprimjetno pojavljuju u miksu. Ovaj pristup ne samo da prikazuje svestranost modernih alata za glazbenu produkciju, već otvara i puteve za eksperimentiranje.

U pjesmi se koriste dvije različite zvučne datoteke bas sintesajzera:

- **13\_Bass1**
- **14\_Bass2**

Oba sintesajzera dodaju intrigantan sloj zvučne raznolikosti kompoziciji. Ovi pažljivo odabrani bas elementi sviraju u različitim dijelovima pjesme, pridonoseći dinamičnom razvoju glazbe. Na 14\_Bass2 sintesajzer nije primjenjena nikakva audio obrada, kako bi se stvorio kontrast oštrih i tupih tonova između oba sintesajzera, a oba sintesajzera postavljena su u centru same panorame miksa.



Slika 49. 13\_Bass1 – bas sintesajzer – audio obrada

„13\_Bass1“ sadrži sljedeću obradu: primijenjen je FabFilter Saturn na „Warm tape“ postavki, podešen je saturacijski EQ gdje su pojačane visoke (+0.5dB) i niske (+1dB) frekvencije, te je podešena drive postavka na +26.30% kako bi se pojačala saturacija zvučnog signala, dodan je Fruit parametric EQ2 na kojem su pojačani srednje niske frekvencije oko 600hz +4dB kako bi se povećala prividno stvorena dubina unutar miksa koju nudi bas sintesajzer. Na samom kraju lanca dodan je Fabfilter pro Q3 digitalni ekvalizer s dinamičkim postavkama krivulje na 40hz za kontrolu sub niskih frekvencija kako ne bi smetale bas bubnju.

## 5.6. Ritam gitare

U pjesmi autora „Daimon B.“ – „Another life“ ritam gitare "21\_ElecGtr" i "22\_ElecGtrDT," pružaju intrigantan uvid u zvučnu arhitekturu pjesme. Odabir da se ove gitare udvostruče i pomiču snažno lijevo i desno u stereo polju je klasična tehnika u glazbenoj produkciji. Ovaj pristup daje osjećaj širine i prostranosti, obavijajući slušatelja bogatim, sveobuhvatnim zvukom gitare koji je karakterističan za mnoge rock i pop žanrove. Gitare su grupirane unutar gitara grupe dopuštajući kolektivnu obradu obje gitare.

Obrada primijenjena na gitare je sljedeća, dodani su Fabfilter Saturn i Fruit parametric EQ2. Fabfilter saturn koristi se za dodatnu saturaciju gitara u različitim frekvencijskim pojasevima – niske frekvencija +2.2dB i srednje visoke frekvencije +4.4dB kako bi se dodala potreba „težina“ i oštrina gitarama. Fruit parametric EQ2 koristi se za pojačanje srednjih frekvencija oko 1000hz za +6dB. Pojačanje 1000 Hz ima tendenciju da naglasi srednje frekvencije, koje su često povezane s prisutnošću i jasnoćom instrumenta. U kontekstu električnih gitara, to može učiniti zvuk gitare istaknutijim i pomoći mu da se probije kroz miks, te da djeluje bliže slušatelju od ostalih instrumenata (Slika 50.). Gitare su usmjerene na odjek sabirnicu na 50% wet/dry vrijednosti. Slanjem tih gitarskih zapisa u namjenski odjek room sabirnicu postignut je dodatni osjećaj prostora i dubine ritam gitare.



Slika 50. Obrada ritam gitara

## 5.7. Vodeći sintesajzeri

U ovoj sekciji rada pokrivaju vodeći sintesajzeri. Ono što je posebno intrigantno je izostanak tradicionalne vodeće gitare u aranžmanu. Umjesto toga, umjetnik je odlučio glavnu dionicu u potpunosti povjeriti sintesajzerima.

U pjesmi se koristi 6 vodećih sintesajzera imenovanih od 15\_synth1 do 20\_synth6, a obrađen je samo 16\_synth2 koji ujedno vodi i vodeću melodiju pjesme. Kod ostalih obrada nije bila potreba već je podešena samo dodatni balans unutar miksa (Slika 51.). Svi sintesajzeri nalaze se u samom centru panorame miksa pošto su stereo zapisi koji imaju podešenu auto panoramu ovisno o notama koje se sviraju.



Slika 51. Obrada 16\_synth2 vodećeg sintesajzera miksa

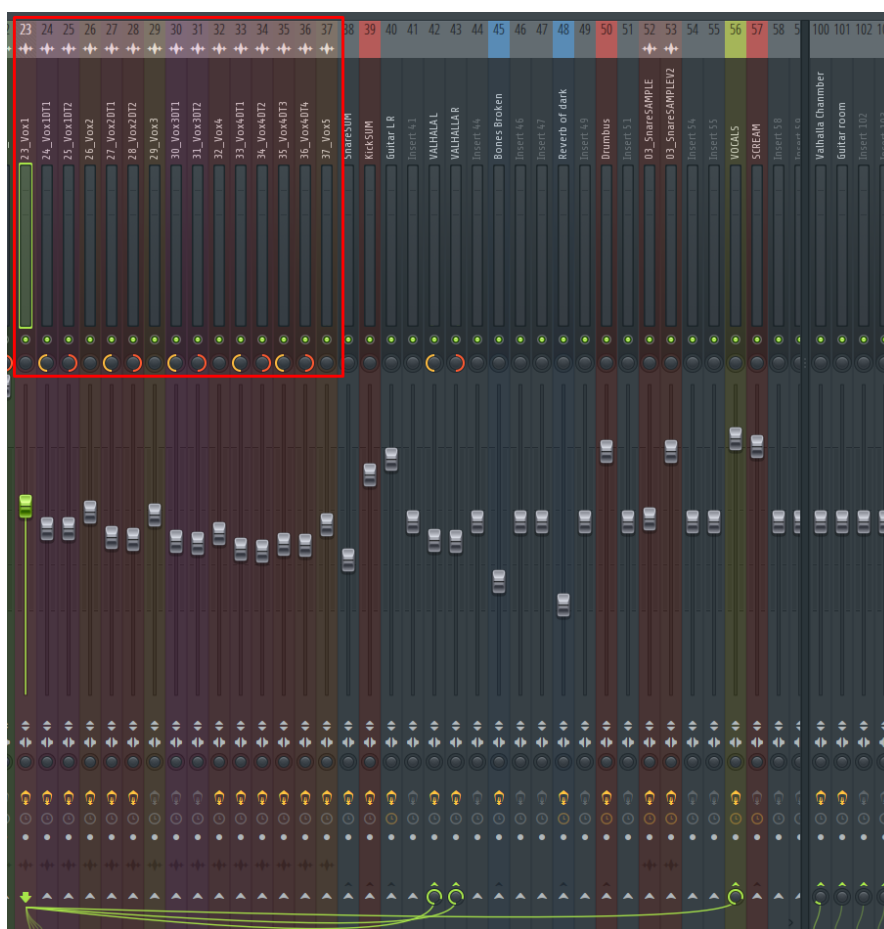
Za obradu sintesajzera korišten je Fruit parametric EQ2 – koristi se visoko propusni filter 80hz smanjenje su frekvencije od 1000hz za – 2dB i primijenjen je filter visoke police na 5000hz za – 2dB što fokusira slušatelja na srednje, važnije frekvencije sintesajzera. Samim time sprečava se zamućenost i preopterećenje niskih i visokih frekvencija unutar miksa.

Sveukupno, integracija sintesajzera umjesto glavne gitare primjer su promišljenog i inovativnog pristupa stvaranju zvučne palete pjesme "Another Life". Ovo je dokaz umjetnikove sposobnosti da iskoristi tradicionalne i suvremene tehnike produkcije kako bi stvorio zadivljujuće glazbeno iskustvo koje nadilazi žanrovske granice.

## 5.8. Vokali i vokalni efekti

U miksanju glazbe, vokali zauzimaju središnju i često emocionalno najrezonantniju poziciju unutar zvučnog krajolika. Pedantna obrada vokala je najvažnija kako bi se osiguralo da sjaje jasno dok se besprijekorno stapaju s pratećim instrumentima. Reverb i efekti kašnjenja dodaju prostor i dimenziju, obavijajući vokale u virtualnom okruženju koje odgovara raspoloženju pjesme. Pažljivo pomicanje i automatizacija olakšavaju precizno postavljanje vokalnih zapisa u stereo polju i pomažu u naglašavanju fraza ili riječi. Harmonije i prateći vokali mogu se naslagati i miješati kako bi se stvorile raskošne teksture i dodala dubina glavnom vokalu. Naposljetku, tehnike de-essinga i smanjenja buke poliraju vokalni zapis, eliminirajući neželjenu sibilaciju ili pozadinsku buku. Cilj je isporučiti klijentu vokale koji prenose željenu emociju, ispričati priču pjesme i duboko se povezati sa slušateljem, čineći ih sastavnim dijelom glazbene produkcije.

Unutar „Daimon B.“ – „Another Life“ pjesme nalazimo sljedeće vokalne audio trake (Slika 52.).



Slika 52. Vokalne audio trake miksa pjesme „Another Life“

Autor je snimio 5 glavnih grupa vokala od „23\_Vox1“ do „37\_Vox5“. Svaka grupa ima svoje prateće vokale.

Na primjer: „24\_Vox1\_DT1“ i „25\_Vox1\_DT2“ koji su postavljeni 100% lijevo i desno unutar stereo spektra kako bi proširili miks.

Audio trake „23\_Vox1“ i „26\_Vox2“, glavni su vokali i pojavljuju se kroz cijelu pjesmu s njihovim pratećim vokalima koji su ujedno harmonije glavnih vokala.

Vokali 1 i 2 obrađeni su identično a korišteni su sljedeći alati:

Fabfilter Saturn – podešena i dodana dodatna saturacija na srednje visokim (+3dB) i visokim frekvencijama (+5dB)

Fruit parametric EQ2 – pojačane su srednje frekvencije oko 1000hz kako bi vokal djelovao bliže slušatelju i stavljen je filter visoke police na 5000hz za podizanje visokih tonova i čistoće vokala.

TrackS3 Black76 kompresor - s postavkama brzog napada i sporog otpuštanja, što je dovelo do -14dB kompresije vokala (Slika 53.).



Slika 53. 23\_Vox1 i 26\_Vox2 obrada vokala

Vokali su prosljeđeni u „VOCALS“ sabirnicu kako bi se kasnije na njih jednostavnije primijenila automatizacija i u digitalni odjek Valhalla vintage verb u 10% i 50% omjeru.

Također, vodeći vokali su dodatno prosljeđeni u dva kanala koja primjenjuju efekt kašnjenja na vokal koristeći Valhalla Delay softverski dodatak – jedan kanal se nalazi 100% lijevo a drugi 100% desno unutar stereo spektra miksa, a njihove postavke kašnjenja vrlo se malo razlikuju kako bi se povećala prividna širina vokala (Slika 54.) – Delay 280ms i delay 300ms.



Slika 54. ValhallaDelay - primijenjen na glavnim vokalima



Prateći vokali glavnih vokala obrađeni su na identičan način. Korišten je Fruit parametric EQ2 na kojem je postavljen visoko propusni filter s početkom na 240hz što postepeno ublažuje sve niske frekvencije koje bi inače mogle preopteretiti miks, pogotovo nakon dodatne kompresije.

Pojačane su frekvencije na 1000hz za dodatnu prisutnost na vokalima i frekvencije na 5000hz kako bi se prateći vokali probili kroz miks.

Kompresor je postavljen na slične postavke kao i na glavnim vokalima i postignuto je oko 10dB kompresije koja je jasnije kompenzirana pojačanjem glasnoće pratećih vokala. Prateći vokali su prosljeđeni u efekt odjeka – Valhalla vintage verb, a zasićeni su u postocima između 50% i 70% po potrebi.

Prateći vokali se obično jače zasićuju odjekom nego glavni vokali kako bi „pali“ malo dublje unutar virtualnog prostora miksa.



Slika 55. Obrada pratećih vokala

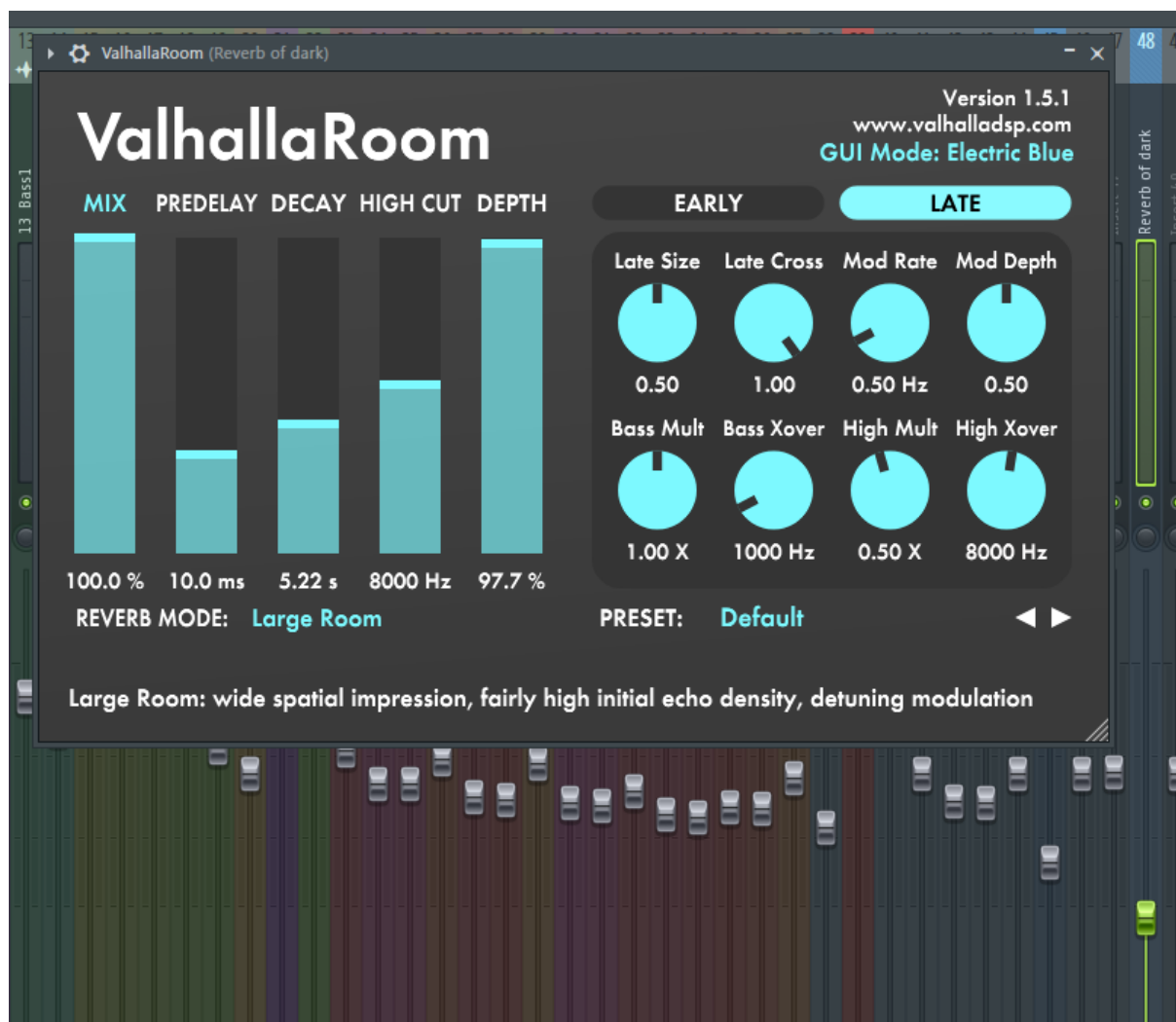
„29\_Vox3“ i njihovi prateći vokali pojavljuju se samo na dionici gdje se spominje „Bones broken“, te je za njih napravljeni novi kanal nazvan „Bones broken“ gdje su svi zajedno proslijeđeni i obrađeni. Za obradu se koriste identične postavke kao kod obrade vodećih vokala (Slika 53.). Ovo je vrlo česta pojava tokom miksanja, te se ponekad radi ubrzanja rada mogu kopirati identične postavke obrade na više od jednog audio zapisa ukoliko napomenuto funkcionira u kontekstu cjelokupnog miksa skladbe, te ukoliko je proces snimanja isto bio identičan ili vrlo sličan.

„32\_Vox4“ do „36\_Vox4DT4“ vokali su vriskanja, a pojavljuju se na specifičnim dijelovima pjesme gdje se naglašavaju određene riječi ili emocije. Glavni vokal 32\_Vox4 nalazi se na samoj sredini stereo spektra, a ostali su 100% pomaknuti lijevo i desno. Ovi vokali oštri su i agresivni, a takva je i njihova obrada. Obrada na svima vokalima vriskanja je identična, a za obradu su korišteni sljedeći alati: Fabfilter Saturn – djeluje kao ekvalizator i saturator u isto vrijeme, povećana je saturacija vokala specifično na srednje visokim frekvencijama (+10dB) kako bi se pojačala oštrina i agresija vrištećih vokala. Fruit parametric EQ2 korišten je kao visoko propusni filter postavljen na 100hz s malim pojačanjem frekvencija na 1000hz i 3000hz za dodatnu prisutnost i oštrinu vokala u miksu. Na kraju lanca postavljen je kompresor – TrackS3 Black 76 – s postavkama napada od 2.7ms i otpuštanja 5.4ms. Podešen je i „INPUT“ kako bi se postigla jača kompresija od 15dB, a kompresija je kompenzirana dodatnim pojačanjem glasnoće na „OUTPUT“ parametru (Slika 56.). Svi vokali vrištanja proslijeđeni su u „SCREAM“ sabirnicu radi dodatne automatizacije glasnoće.



Slika 56. Obrada vokala vriskanja

Svi vokali vriskanja prosljeđeni su u Valhalla vintage verb pod 60% zasićenosti, a za određene vokale napravljena je posebna sabirnica nazvana „Reverb of dark“ koja sadrži Valhalla room reverb s postavkama prikazanim na slici 57.



Slika 57. „Reverb of dark“ sabirnica

Ova sabirnica koristi se za takozvano „bacanje odjeka“ nakon završetka vriska, kreativna tehnika koja se koristi za naglašavanje određenih fraza, riječi ili trenutaka u vokalnoj izvedbi primjenom iznenadnog i jasnog povećanja reverberacije ili ambijentalnih efekata. Ova tehnika može dodaje dodatnu dramatičnost i dubinu, privlačeći pozornost slušatelja na ključne vokalne ili emocionalne elemente. Postavljeni parametri ovo odjeka dosta su agresivni.

„37\_Vox5“ finalni je vokal unutar miksa, a koriti se samo u zadnjem refrenu pjesme kao vokal koji dopunjuje ostale vokale. Produkcijski je obrađen do određene granice, a stavljen je efekt modulacije visine tona (eng. „Pitch modulation“). Za obradu su korišteni Fabfilter Satrun i Fruit Parametric EQ2 i TrackS Black 76 s identičnim postavkama kao kod vrištećih vokala (Slika 56.). Dodatno je postavljeni effect rack od Soundtoys – gdje je vokalni ton dodatno promjenjen i pojačan. Korišten je STYLE III postavka, a efekt je postavljen na 90% mokru (eng. „Wet“) opciju.



Slika 58. Obrada „37\_Vox5“ s MicroShift dodatkom

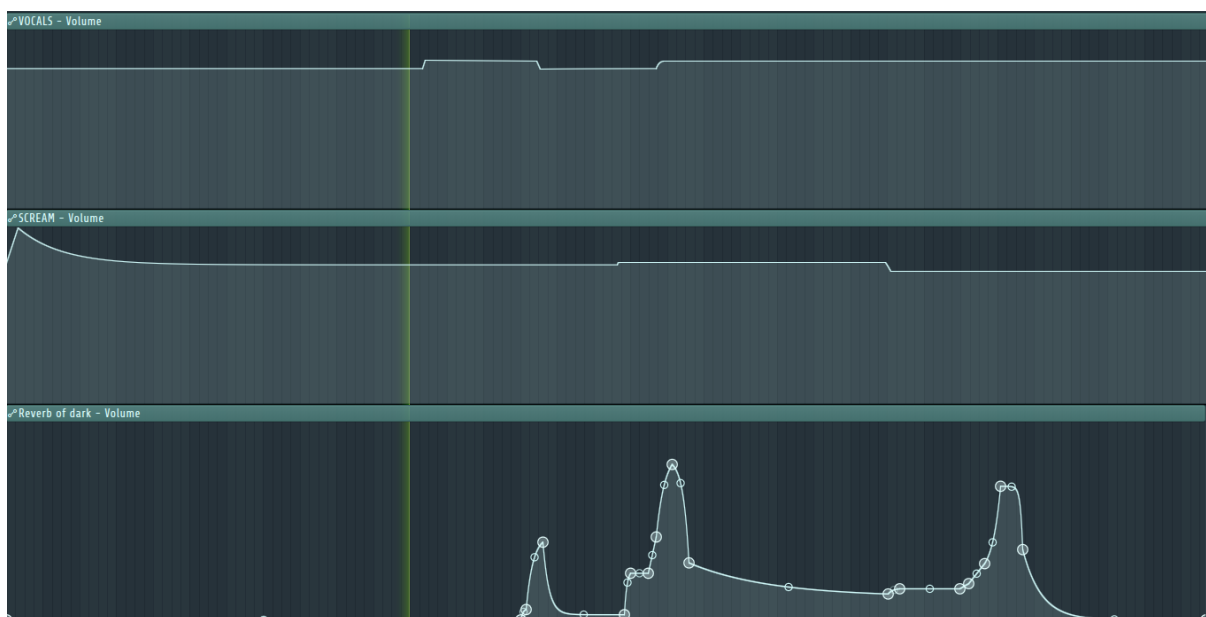
## 5.9. Automatizacija

Automatizacija u miksanju glazbe je proces dinamičkog prilagođavanja različitih parametara kroz pjesmu kako bi se postigla precizna kontrola nad ravnotežom, dinamikom i zvučnim karakteristikama miksa. Omogućuje inženjerima stvaranje pokreta, emocija i ugrađenog konačnog proizvoda. Ključni aspekti automatizacije uključuju glasnoću, pomicanje EQ filtera, efekata i parametre virtualnih instrumenata.

Automatizacija također udahnuje život instrumentima modulacijom parametara kao što su filtri, dubina tremola i omotnice sintesajzera. Rezultat je dinamičan miks koji hvata nijanse glazbe, usmjerava pažnju slušatelja i pojačava emocionalni učinak pjesme.

U miksu „Daimon B.“ – „Another Life“ koriste se 3 parametra automatizacije (Slika 59.):

- **VOCALS** – Glavna grupa svih „čistih“ vokala
- **SCREAM** – Grupa vrištećih vokala
- **Reverb of Dark** – Kanal s posebnim odjekom vrištećih vokala (Slika 57.)



Slika 59. Automatizacija unutar miksa „Daimon B.“ – Another Life

## 5.10. Miks sabirnica i priprema miksa za mastering

U miksanju glazbe, mix sabirnica (ili mix buss) kritična je komponenta audio usmjeravanja i lanca obrade. Služi kao središte gdje se višestruki audio zapisi ili kanali kombiniraju i zajedno obrađuju kako bi oblikovali cjelokupni zvuk miksa. Sabirnica Miksa obično predstavlja završnu fazu prije nego što se zvuk pošalje na glavni izlaz. Miks sabirnica se koristi za:

- **Zbrajanje zvuka:** Sve pojedinačne audio trake, poput vokala, instrumenata i bubnjeva, usmjeravaju se na sabirnicu za miks. To omogućuje inženjeru da kontrolira zajedničku ravnotežu miksa.
- **Obrada:** Na mix busu primjenjuju se različiti alati za obradu. Uobičajene tehnike uključuju ekvilizaciju (EQ) za oblikovanje ukupne tonske ravnoteže, kompresiju za kontrolu dinamike, pojačanje stereo slike i ograničenje glasnoće miksa
- **Priprema za mastering:** Obrađeni miks iz sabirnice za miks se zatim obično šalje u fazu masteringa gdje se primjenjuju završni detalji kako bi se pjesma pripremila za distribuciju.

Za obradu miksa na miks sabirnici korišteni su sljedeći alati:

**Dodatna ekvilizacija: Fabfilter Pro Q3** – Pojačana glasnoća miksa na 1000hz i stavljen dinamički ekvalizator s postavkom ekspanzije na 5000hz za pojačanje oštine miksa. Miks je djelovao pre „tamno“ i nije imao dovoljno srednje visoke oštine.

**Kompresija: BUSTERse** – Postavljen kompresor s podešenim postavkama praga i MAKE-UP pojačanja radi kontrole dinamike. Miks je bio pre dinamični prije kompresora – bubnjevi su bili pre dominantni. Aktivirani su i MAIN, TURBO i XFORMER postavke virtualnih transformatora za dodatnu emulaciju analogne saturacije.



Slika 60. Fabfilter Q3 i BUSTERse kompresor na miks sabirnici

**Proširenje stereo slike: DrMS i IzotopeOzone** – Postavljeni su alati za proširenje stereo slike kako bi povećala prihoakustična dubina zvuka unutar miksa. Bez ovih alata miks djeluje dosta centrirano i plitko. Parametri su podešeni vrlo pažljivo kako se ne bi uništio centar miksa prevelikim proširenjem stereo polja. Podešena je širina za 17% unutar DrMS alata i dodatno unutar Izotope Ozone Imager 2 alata (slika 61.).



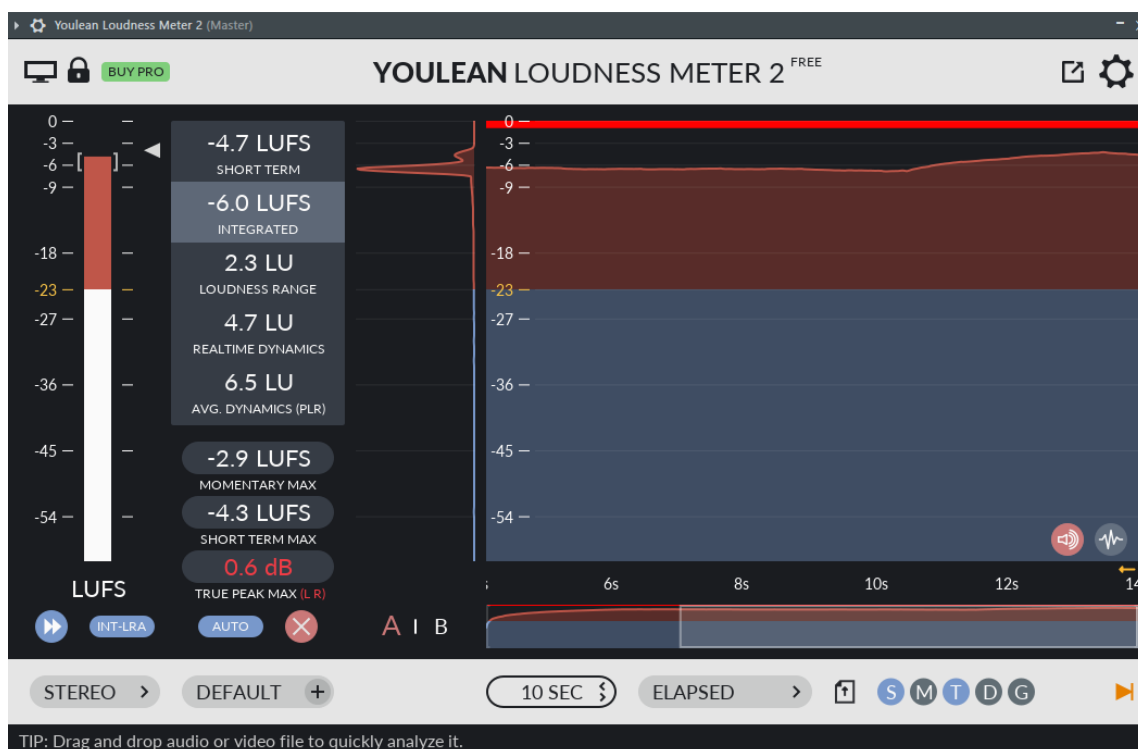
*Slika 61. Pojačanje stereo slike miksa*

**Poboljšanje dinamičkog raspona miksa: Oxford Inflater** - Dizajniran je za povećanje percipirane glasnoće i prisutnosti audio signala bez unošenja primjetnih izobličenja ili artefakata. Pojačani su EFFECT i CURVE parametri.



*Slika 62. Pojačanje percipivne glasnoće miksa*

Nakon finalne obrade miksa postavljeni su digitalni kliper TrackS3 Classic Clipper i Fabfilter pro L2 limiter kako bi se provjerila moguća perceptivna glasnoća miksa i usporedio miks s ostalim komercijalnim miksevima u vidu dubine, glasnoće, balansa instrumenata i slično. Analizom je utvrđena moguća glasnoća miksa na refrenu od -4.4LUFS-a. LUFS, ili jedinice glasnoće u odnosu na punu skalu, standardizirano je mjerenje koje se koristi u audio produkciji i emitiranju za kvantificiranje percipirane glasnoće audio materijala na način koji je dosljedan u različitim sustavima i platformama za reprodukciju. LUFS je posebno važan za osiguravanje da se audio miksevi i masteri pridržavaju standarda glasnoće i održavaju dosljedno iskustvo slušanja za publiku (Slika 63.).



Slika 63. Analiza potencijalne moguće glasnoće miksa

Miks je kasnije izvožen u .wav formatu, 44.1kHz i s -6 decibela odmaka. Oštri vrhovi reprezentiraju tranziente bubnjeva u određenim sekcijama – što dinamičnije to bolje.



Slika 64. Daimon B. – „Another life“ zvučni val nakon miksa



## **6. Masteranje pjesme „Another Life“ banda „Daimon B.“**

Masteranja u glazbenoj produkciji posljednji je i ključni korak u procesu audio post produkcije, fokusirajući se na optimizaciju miksa za distribuciju kroz različite medije i sustave reprodukcije. Njegovi primarni ciljevi uključuju poboljšanje kvalitete zvuka, osiguravanje dosljednosti i pripremu glazbe za publiku kojoj je namijenjena. Inženjeri masteringa koriste specijalizirane alate i tehnike za balansiranje frekvencijskog spektra pjesme, prilagodbu dinamike i maksimiziranje glasnoće dok minimaliziraju distorziju. Oni mogu primijeniti EQ, kompresiju, limitiranje i harmonijska poboljšanja za fino podešavanje cjelokupnog zvučnog karaktera miksa. Štoviše, mastering se bavi pitanjima slijeda, razmaka i formata za albume ili EP-je, osiguravajući koherentno i privlačno iskustvo slušanja od početka do kraja. Uz audio poboljšanja, mastering također uključuje dodavanje metapodataka, određivanje praznina između pjesama i formatiranje za različite medije kao što su CD-ovi, vinilne ploče ili digitalne platforme za slušanje glazbe. U konačnici, mastering premošćuje jaz između kreativnog procesa i ušiju publike, što rezultira uglađenim, dosljednim glazbenim proizvodom profesionalnog zvuka. U sljedećoj sekciji rada prikazan je proces digitalnog i analogno-hibridnog masteranja pjesme „Another Life“.

## 6.1. Proces digitalnog masteranja pjesme „Another life“

Digitalni master napravljen je u potpunosti unutar FL studio 12 uz pomoć digitalnih dodataka. U praksi master se najčešće radi u potpuno novom projektu što nije slučaj ovdje. Master je napravljen u miks sesiji te je dodano par novih alata unutar master grupe:

**Fabfilter Pro Q3** – referenciranjem miksa prema drugim komercijalnim masterima utvrđeno je kako miksu fale visoke frekvencije 2000hz na više pa je postavljen filter visoke police s +6dB pojačanjem signala. Također postavljen je i dinamički ekvilizator ekspanzije na 200hz kako bi se niske frekvencije bas bubnja probile kroz miks.



Slika 65. Master ekvilizator miksa Daimon B. – Another life

**TrackS3 Classic Clipper** – Digitalni kliper koji funkcionira kao emulator klasičnog analognog laganog klipanja (eng. „Soft clipping“). Služi za povećanje percipirane glasnoće pjesme te kako bi iz polirao glasne „vrhove“ bubnjeva. Uključen je i saturacijski modul koji donosi pjesmi osjećaj punine i povećan „GAIN“ za +1.8dB.



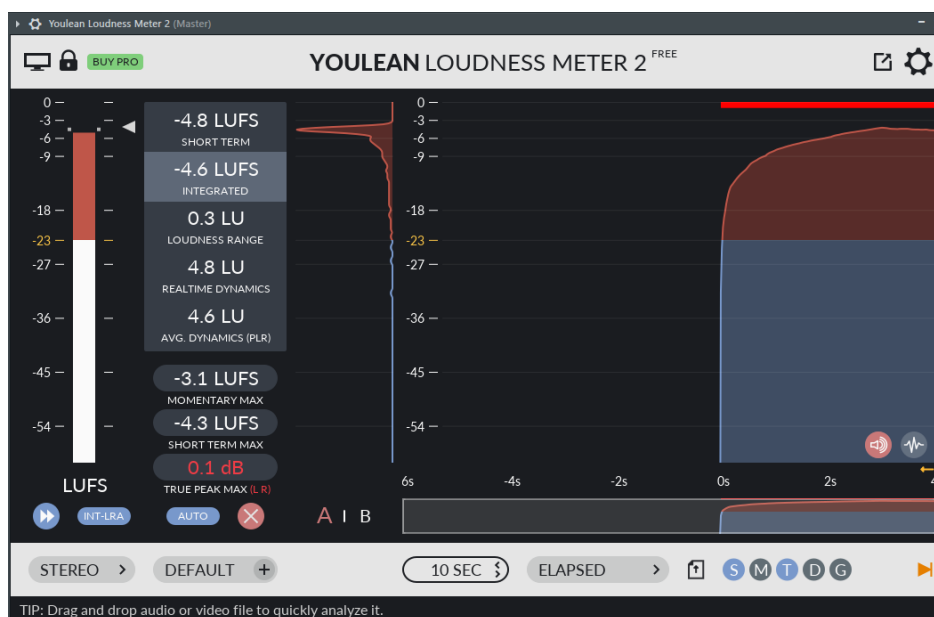
Slika 66. Postavke digitalnog klipera za masteranje

**Fabfilter Pro L2** – Nakon klipera dodan je dodatni limiter, postavljen na tvorničke postavke koji stvara oko -4.6dB kompresije. U masteringu, kombinacija clippera i limitera može biti moćan paket za postizanje dotjeranog i dojmljivog konačnog audio proizvoda (Slika 67.).



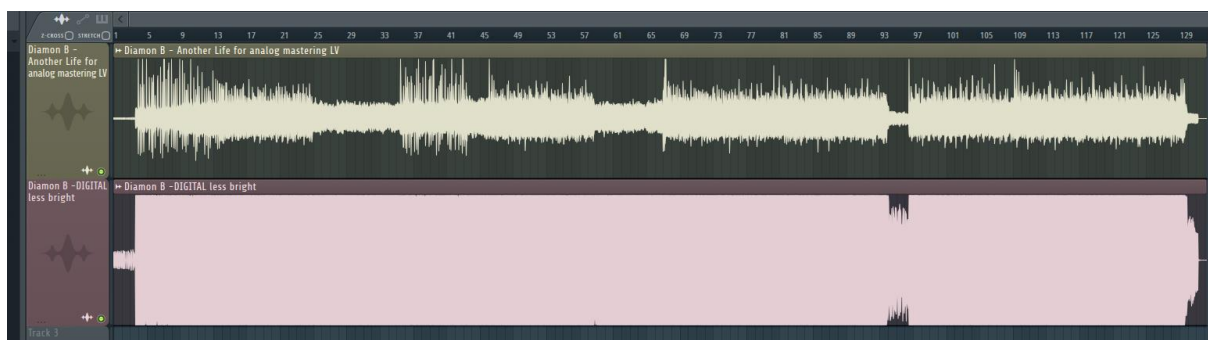
Slika 67. L2 mastering limiter na „Daimon B.“ – „Another life“ masteru

Ovi procesori zvuka zajedno omogućuju postizanje ravnoteže između poboljšanja audio karaktera i maksimiziranja percipirane glasnoće, a sve to uz zadržavanje kontrole i osiguravanje čistog, profesionalnog zvuka. Ukoliko bi maknuli kliper iz master lanca, limiter bi bio preopterećen. Ova tehnika procesuiranja zvuka daje bolji i glasniji master, pojavljuje se ugodna saturacija, distorzija i stvara se prividan dinamičan raspon što daje glasan i dinamičan master.



Slika 68. Glasnoća digitalnog mastera „Daimon B.“ – „Another life“

Glasnoća finalnog mastera provjerena je koristeći **Youlean Loudness Meter 2** za provjeru na najglasnijim dijelovima pjesme gdje je prosječna glasnoća ispala -4.4 LUFS. Neki tiši dijelovi su na -8.8 LUFS, a uvod u pjesmu na čak i niže (Slika 68.).



*Slika 69. Daimon B. another Life – Zvučni val prije i nakon mastera*

## 6.2. Proces analognog/hibridnog masteranja pjesme „Another life“

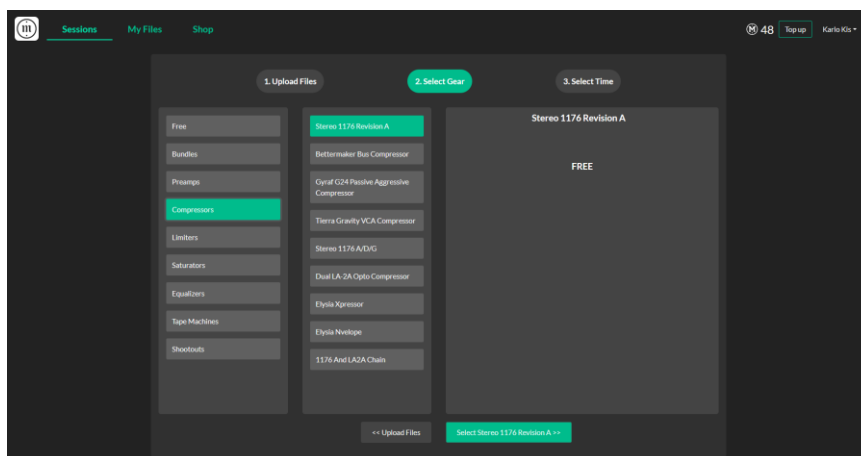
Hibridno masteriranje kombinira digitalne i analogne tehnike obrade kako bi se poboljšala kvaliteta i karakter konačnog audio miksa što obično uključuje korištenje digitalnih alata za preciznu kontrolu nad ekvalizacijom, kompresijom i drugim aspektima obrade, dok također uključuje analogni hardver poput analognog zbrajanja, cijevnih kompresora ili EQ-a za dodavanje topline, boje i jedinstvenih zvučnih karakteristika.

Ovaj pristup iskorištava preciznost digitalne tehnologije i bogate, harmonijske kvalitete analogne opreme, omogućujući master inženjerima da postignu uravnotežen i zvučni ugodan rezultat koji kombinira najbolje od oba svijeta, prilagođen specifičnim potrebama glazbe koja se masterira.

Za hibridno masteriranje korištena je web usluga – Mix analog i FL studio 12. "Mix analog" web platforma nudi inženjerima uslugu koja omogućuje daljinsko upravljanje analognom audio opremom u svrhu miksanja i obrade putem web sučelja ili softverske aplikacije.

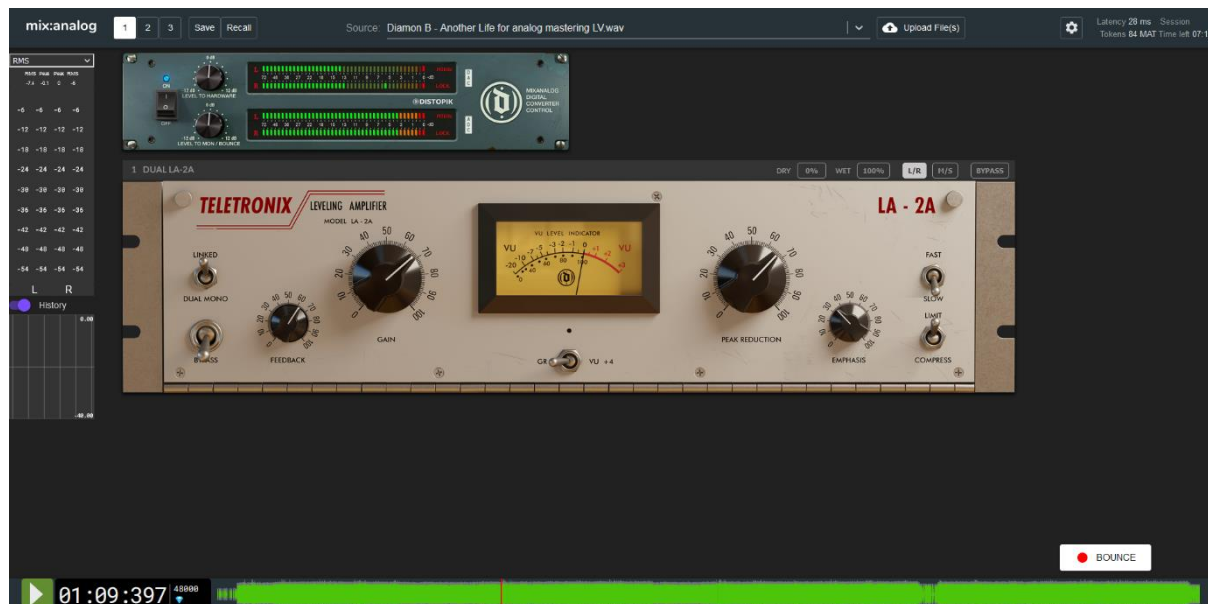
To je način na koji glazbenici, producenti i inženjeri mogu pristupiti visokokvalitetnom analognom hardveru s bilo kojeg mjesta u svijetu koristeći svoje računalo.

U takvoj postavci, studio s analognom opremom povezuje svoju opremu s digitalnim sučeljem i čini je dostupnom klijentima putem interneta. Korisnici mogu koristiti web aplikaciju za kontrolu postavki i parametara analognih procesora, kao što su ekvilajzeri, kompresori, odjeci i drugo, kao da su fizički prisutni u studiju. To omogućuje da se „toplina“ i karakter analogne opreme integriraju u tijek rada digitalnog snimanja i miksanja, čak i kada su korisnik i oprema geografski udaljeni (slika 70.).



Slika 70. Početno web sučelje „mix analog“

Izvoženi miks uploadan je putem „mix analog“ web sučelja, a odabrani uređaj za masteriranje je stereo par „Teletronix LA-L2 Leveling amplifier“ – Analogni limiter/kompresor poznat po svojim glatkim i prirodnim karakteristikama optičke kompresije i limitanja. Izvorno ga je dizajnirao i proizveo Teletronix ranih 1960-ih i od tada je postao dio studijske opreme. Za masteriranja korišteni su parametri prikazani na Slici 71.



Slika 71. „Teletronix LA-2A Leveling Amplifier“ – na Daimon B. – Another life miksu

Uređaj je postavljen na „Limit“ postavku kako bi se pojačala energija i reakcija uređaja na audio signal pjesme u stilu limitera. LA-2A je optički kompresor/limiter pa nema obične parametre kao vrijeme napada, i vrijeme otpuštanja već ih sam kalkulira pomoću kompliciranih optičkih sklopovlja što daje finalnom masteru interesantnu dinamiku koju je teško postići korištenjem digitalnih softvera.

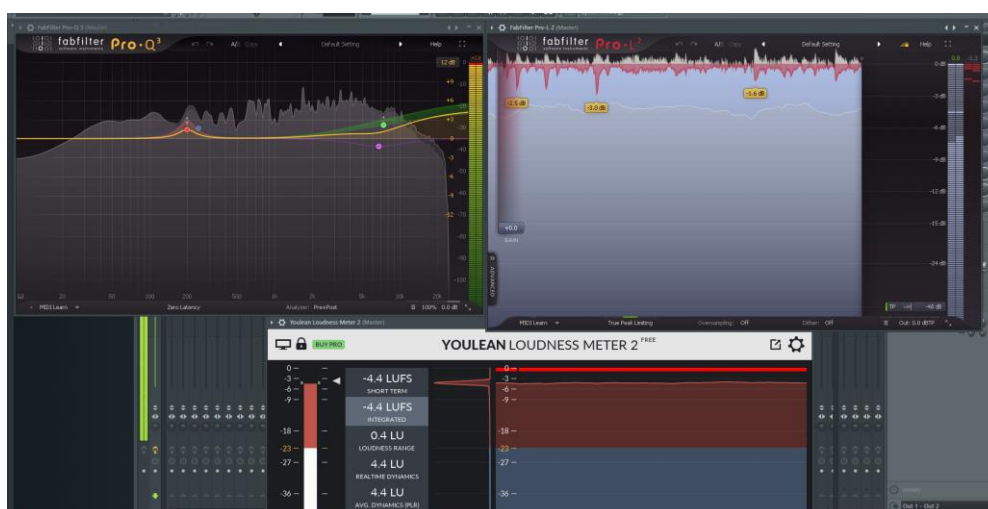
Podešen je „GAIN“ parametar na 70 kako bi se audio signal miksa što više zasitio analognom saturacijom. Također podešen je i „PEAK REDUCTION“ parametar koji kontrolira razinu kompresije koju uređaj stvara tokom obrade audio signala. Navedeni parametri podešeni su detaljnim slušanjem s ciljem kompresije bez gubitka dinamike unutar miksa. „FEEDBACK“ i „EMPHASIS“ postavke kontroliraju frekvencijski odaziv kompresora i način na koji uređaj komprimira signal. Nakon podešavanja postavki na samom uređaju potrebno je kliknuti na „BOUNCE“. Ova opcija se odnosi na postupak snimanja miksanog digitalnog audio zapisa i njegovog usmjeravanja kroz analogni hardver za obradu prije finaliziranja miksa ili mastera. Usmjeravanje zvuka kroz analognu opremu traje i snima se identično dugo koliko je i trajanje audio zapis koji se pušta i snima kroz analognu opremu.

Nakon snimanja i izvoza audio zapis miks je skinut na računalo i ubačen u FL studio 12 na danju obradu. Napravljen je novi master projekt i za filano poliranje zvuka korišteni su sljedeći alati (Slika 72.):

**Fabfilter Pro Q3** – Ekvalizer postavljen na dinamičke postavke, pojačane su frekvencije od 200hz u dinamičkom modu ekspanzije. Svaki udarac bas bubnja pojačava frekvencije od 200hz što naglašuje niske frekvencije i stvara dodatnu masovnost i dubinu unutar miksa. Postavljen je i EQ visoke police na 7000hz za dodatnu kristalnost tonova. Korištenje ekvalizatora nakon analogne saturacije pojačava već predivno saturirane frekvencije.

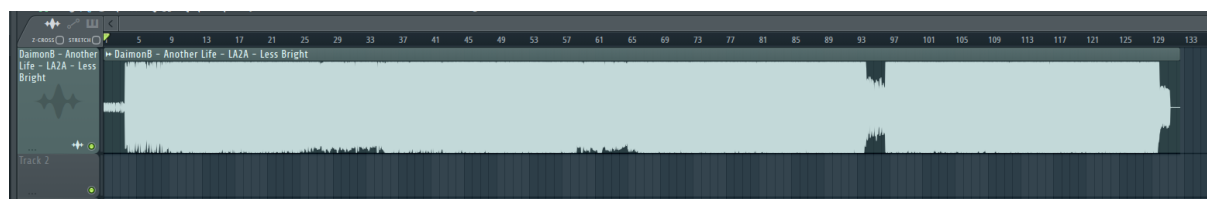
**Fabfilter Pro L2** – Limiter, korišten za dodatni limiting od -2dB u prosjeku – pojačava energiju i daje pjesmi zvuk poliranog komercijalnog mastera.

**Youlean Loudness Meter 2** – Koršten za kontrolu glasnoće mastera. Glasnoća mastera na refrenu iznosila je najviše oko -4.4LUFS.



Slika 72. Digitalni dio hibridnog masteriranja

Master je izvožen u stereo .wav datoteku, 2304, 48 kHz, 24bits, 2 kanala. Zvučni val finalnog mastera nalazi se na slici 73.



Slika 73. Zvučni val hibridnog mastera pjesme „Daimon B.“ – „Another Life“

## 7. Istraživanje

### 7.1. Metodologija istraživanja

Ovo istraživanje magistarskog rada istražuje i uspoređuje subjektivne preferencije i perceptivne kvalitete povezane s analognim i digitalnim tehnikama masteringa primijenjenim na istu glazbenu skladbu što ima za cilj pridonijeti tekućoj raspravi unutar zajednice audio inženjera o prednostima analogne i digitalne obrade u završnim fazama audio produkcije. Kako bi se to postiglo, provede će se test slijepog slušanja koristeći Google Forms kao platformu za prikupljanje podataka. Sudionicima će biti predstavljeni parovi audio isječaka, od kojih će svaki predstavljati drugačiji pristup masteringu (analogni ili digitalni), a od njih će se tražiti da procijene i rangiraju svoje preferencije na temelju različitih zvučnih atributa. Ovo istraživanje nastoji pružiti dragocjene uvide u nijansirane preferencije slušatelja i profesionalaca u kontekstu analognog i digitalnog masteringa, pridonoseći dubljem razumijevanju praktične implikacije ovih tehnika u modernoj glazbenoj produkciji.

**Sudionici:** Istraživanje će regrutirati raznolik uzorak sudionika, uključujući pojedince s iskustvom u audio inženjerstvu i glazbenoj produkciji i one bez ikakve profesionalne ekspertize u tom području. Tražit će se najmanje 100 sudionika kako bi se osigurala statistička značajnost.

**Audio uzorci:** Jedan audio zapis bit će odabran kao ispitni materijal koji je prošao kroz dva različita procesa masteringa: jedan će koristiti analognu opremu i digitalne alate, a drugi će koristiti alate digitalne audio radne stanice (DAW). Svaka verzija je pažljivo dokumentirana ranije u radu.

**Google obrasci:** Google obrasci će se koristiti kao primarni alat za prikupljanje podataka. Obrazac će sadržavati demografska pitanja, upute i dio testa slijepog slušanja.

**Test slijepog slušanja:** Sudionici će biti usmjereni na Google obrazac gdje će dati demografske podatke i informirani pristanak. Zatim će im biti predstavljen test slijepog slušanja. Za svako ispitivanje sudionici će poslušati par dva audio zapisa. Od sudionika će se tražiti da procijene i rangiraju verzije.

**Analiza podataka:** Prikupljeni podaci bit će podvrgnuti jednostavnoj statističkoj analizi.



## 7.2. Hipoteze

**Hipoteza 1 (Preferenca):** Većina sudionika će pokazati sklonost analognom masteru nad digitalnim, navodeći kvalitetu analognog kao primarni razlog za svoju sklonost.

**Hipoteza 2 (stručnost):** Sudionici s iskustvom u audio inženjerstvu i glazbenoj produkciji pokazat će preferencije prema analognom masteru u usporedbi sa sudionicima bez profesionalne ekspertize.

**Hipoteza 3 (dob i edukacija):** Dob i edukacija sudionika neće značajno utjecati na njihovu preferenciju analognog ili digitalnog svladavanja, što ukazuje da ta preferenca nije generacijska i povezana s edukacijom pojedinaca.

## 7.3. Anketna pitanja

Napravljene su dvije ankete – anketa na Hrvatskom i Engleskom jeziku. Rezultati anketa će se kombinirati. Masterirani audio zapisi ubačeni su na google drive i prosljeđeni u tekst ankete (Slika 74.). Anketa sadrži sljedeća pitanja s ponuđenim odgovorima:

1. **Za koju audio datoteku smatrate da ima bolju ukupnu kvalitetu zvuka?:**
  - Track A
  - Track B
  - Ne mogu uočiti razliku
2. **Odaberite Vašu dobnu skupinu:**
  - 18-24
  - 25-34
  - 35-44
  - 45-54
  - 55-64
3. **Odaberite Vaš spol:**
  - Muško
  - Žensko
  - Ostalo
4. **Odaberite Vašu razinu obrazovanja:**
  - OsNevna škola
  - Srednja škola
  - Viša škola ili fakultet
  - Magisterij
  - Doktorat
5. **Jeste li glazbenik?:**
  - Da
  - Ne
6. **Jeste li audio profesionalac?:**
  - Da

- Ne
7. **Koliko često slušate glazbu?:**
- Vrlo često
  - Često
  - Ponekad
  - Rijetko
8. **Koji ste audio uređaj koristili za provođenje ovog slijepog testa?:**
- Stolni zvučnici
  - Studijski zvučnici
  - Zvučnici mobilnog telefona
  - Slušalice
  - Kućni HIFI stereo sustav
  - Zvučnici na prijenosnom računalu/laptopu
  - Ostalo (navedite)
9. **Je li Vaša soba bila tiha tijekom testa?:**
- Da
  - Ne
10. **Imate li već postojeća stanja sluha ili probleme, poput gubitka sluha, tinitusa ili drugih problema povezanih sa sluhom, koji bi mogli utjecati na vašu sposobnost točne percepcije i procjene kvalitete zvuka?:**
- Da
  - Ne
  - Radije ne bih odgovorio/la



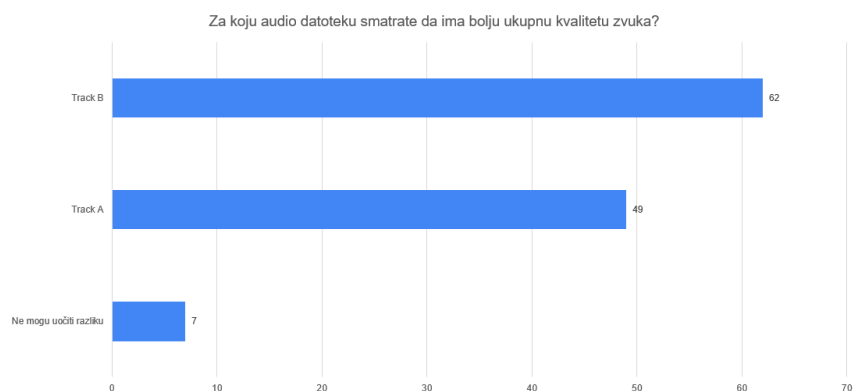
*Slika 74. Tekst ankete istraživanja*

## 7.4. Rezultati istraživanja

Obrazac je popunilo 118 osoba. TRACK A je digitalna verzija miksa, a TRACK B analogna/hibridna verzija miksa.

Rezultati istraživanja su sljedeći:

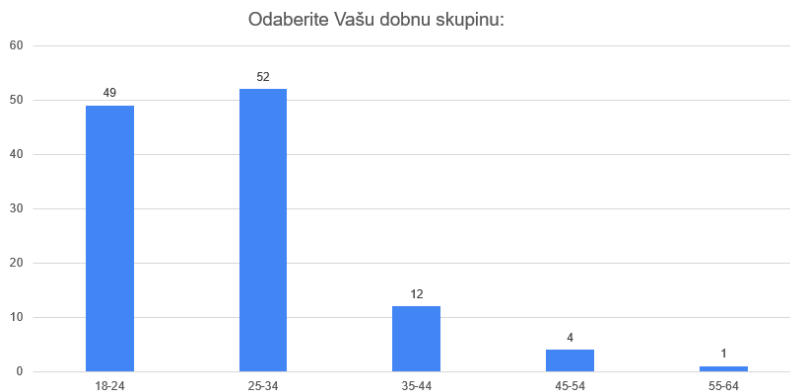
**Grafikon 1** - Za koju audio datoteku smatrate da ima bolju ukupnu kvalitetu zvuka?:



*Grafikon 1. – snimka zaslona autora*

Analizom grafa uočava se tendencija slušatelja prema analognoj verziji mastera pjesme. 62 ljudi je odabralo analogni master (52.54% - TRACK B), 49 ljudi je odabralo digitalni master (41.52% - TRACK A), a 7 ljudi (5.93%) nije moglo uočiti razliku između kvalitete audio zapisa.

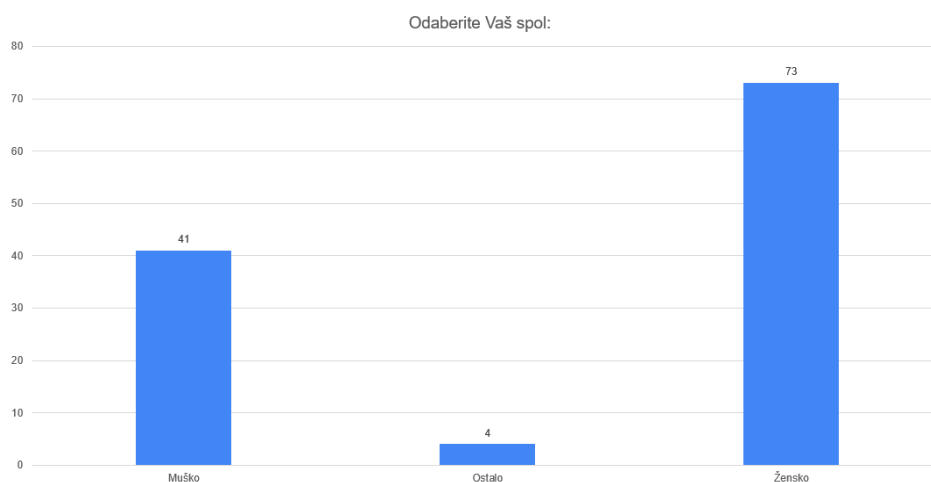
**Grafikon 2** – Odaberite Vašu dobnu skupinu:



*Grafikon 2. – snimka zaslona autora*

Većina ispitanika je u dobnoj skupini između 18 i 34 godina. 12 ispitanika je između 35 i 44, 4 između 45 i 54, a 1 ispitanik između 55-64.

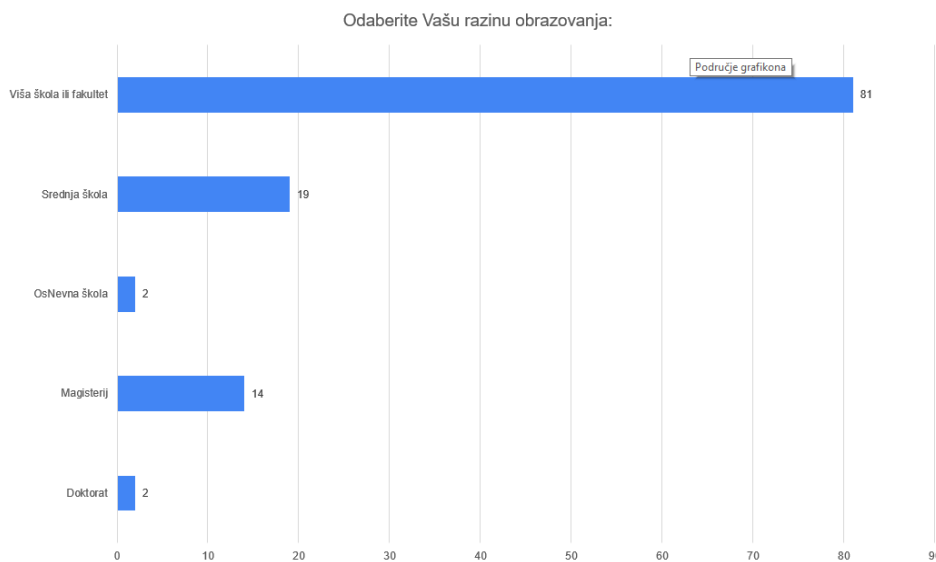
**Grafikon 3 – Odaberite Vaš spol:**



*Grafikon 3. – snimka zaslona autora*

Većina ispitanika je ženskog spola (73). 41 ispitanika je muškog spola a 4 ispitanika su stavila „ostalo“.

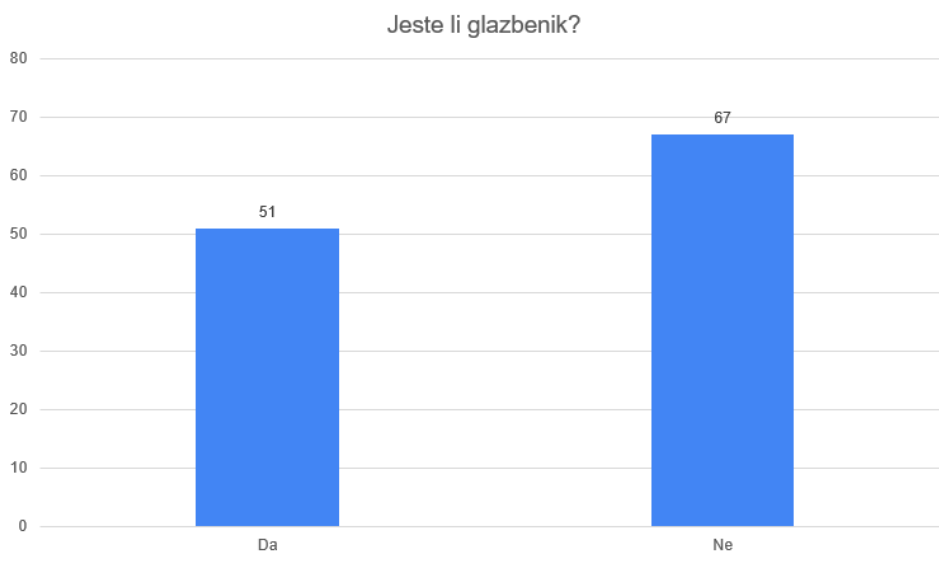
**Grafikon 4 – Odaberite Vašu razinu obrazovanja:**



*Grafikon 4. – snimka zaslona autora*

Analizom grafa 4 može se uočiti da većina ispitanika ima razinu obrazovanja na razini Više škole ili fakulteta (81). 19 ljudi ima srednjoškolsko obrazovanje, 2 osnovnu školu, 14 magisterij i 2 doktorat. Korelacije između obrazovanja i izbora audio datoteke nije moguće uočiti.

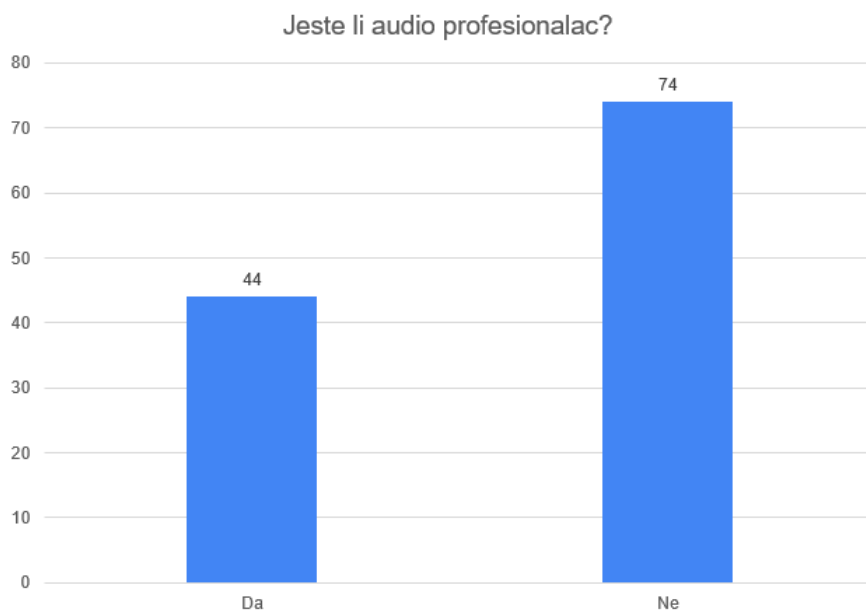
### Grafikon 5 – Jeste li glazbenik?



*Grafikon 5. – snimka zaslona autora*

Čak 51 ispitanika se smatra glazbenikom, a ostalih 67 je stavilo odgovor ne. 28 od 51 (54%) glazbenika je odabralo analogni master kao preferirajući dok je 34 od 67 ostalih odabralo analogni master. (50.7%)

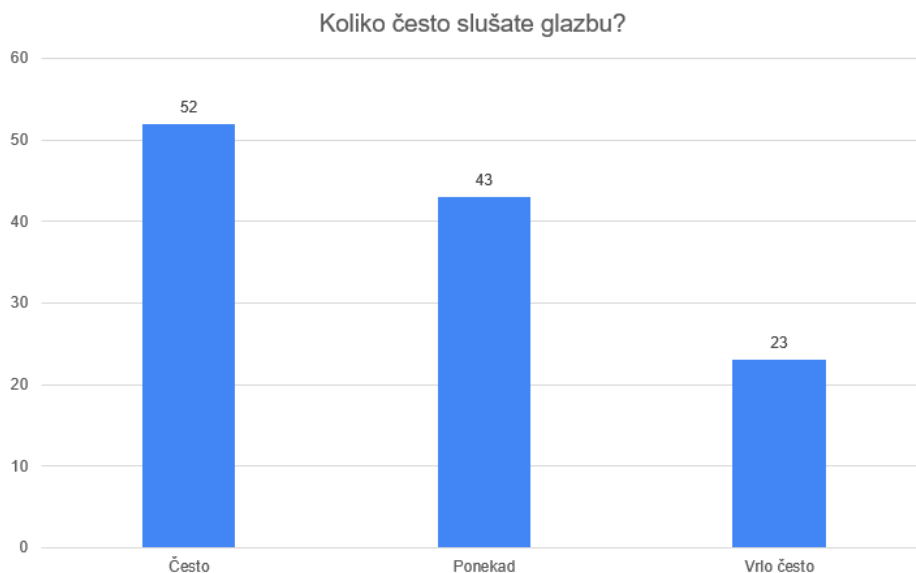
### Grafikon 6 – Jeste li audio profesionalac?



*Grafikon 6. – snimka zaslona autora*

Od 118 ukupno ispitanika, 44 su audio profesionalci, a 74 nisu. 24 od 44 (54.54%) audio profesionalaca je odabralo analogni master, a 38 od 74 (51.35%) ljudi koji nisu audio profesionalci su odabrali hibridni master.

### Grafikon 7 – Koliko često slušate glazbu?



*Grafikon 7. – snimka zaslona autora*

Od ukupno 118 ispitanika, 52 ispitanika često sluša glazbu, 43 ponekad i 23 vrlo često.

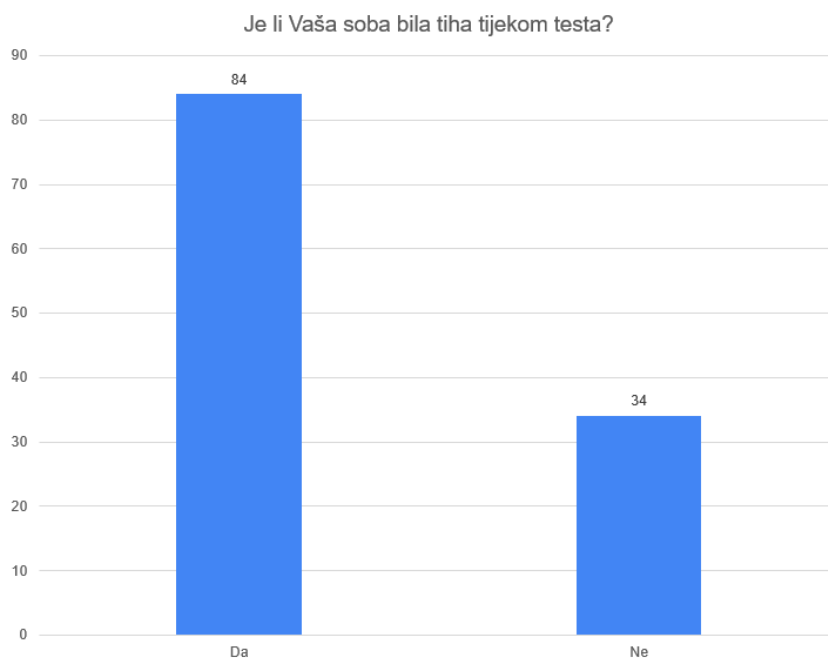
### Grafikon 8 - Koji ste audio uređaj koristili za provođenje ovog slijepog testa?



Grafikon 8. – snimka zaslona autora

Većina slušatelja (35) koristila je slušalice kao audio uređaj za provođenje slijepog testa, a čak 24 ispitanika koristili su kućni HIFI stereo sustav.

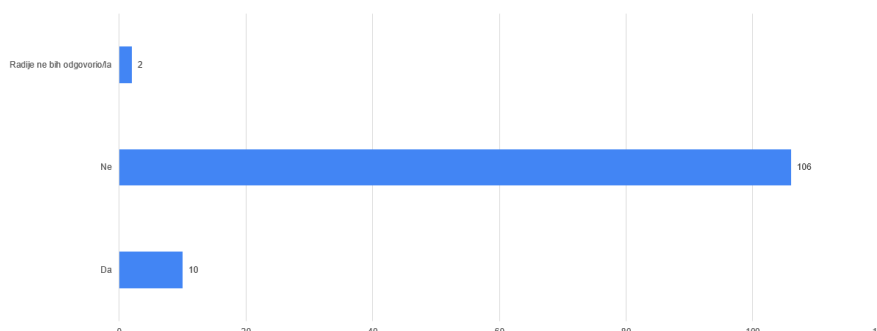
### Grafikon 9 – Je li Vaša soba bila tiha tijekom testa?



Grafikon 9. – snimka zaslona autora

Od 118 ukupnih ispitanika, 84 je imalo tihu sobu tokom provođenja testa, a 34 nije.

**Grafikon 10** – Imate li već postojeća stanja sluha ili probleme, poput gubitka sluha, tinitusa ili drugih problema povezanih sa sluhom, koji bi mogli utjecati na vašu sposobnost točne percepcije i procjene kvalitete zvuka?:



*Grafikon 10. – snimka zaslona autora*

Od 118 ispitanika svega 10 ispitanika ima određene probleme sluha, dok 2 ispitanika nije dalo odgovor.

**Ispitivanjem je prihvaćena Hipoteza 1** – „Većina sudionika će pokazati sklonost analognom masteru nad digitalnim, navodeći kvalitetu analognog kao primarni razlog za svoju sklonost.“, no razlika nije toliko velika. 52.54% - TRACK B, 41.52% - TRACK A, 5.93% - ne može uočiti razliku.

**Prihvaćena je i Hipoteza 2** – „Sudionici s iskustvom u audio inženjerstvu i glazbenoj produkciji pokazat će preferencije prema analognom masteru u usporedbi sa sudionicima bez profesionalne ekspertize.“ – „24 od 44 (54.54%) audio profesionalaca je odabralo analogni master, a 38 od 74 (51.35%) ljudi koji nisu audio profesionalci su odabrali hibridni master. „

**Prihvaćena je i Hipoteza 3:** „Dob i edukacija sudionika neće značajno utjecati na njihovu preferenciju analognog ili digitalnog svladavanja, što ukazuje da ta preferenca nije generacijska i povezana s edukacijom pojedinaca.,, – nema nikakve korelacije dobi i edukacije s odabranim analognim masterom



## 8. Zaključak

Ovaj rad pružio je sveobuhvatno istraživanje modernih tehnika miksanja i masteriranja audio obrade u kontekstu nu metal glazbe. Tijekom ovog rada, pokrilo se većina tehnika miksanja i masteriranja nu metal žanra, secirajući jedinstvene elemente koji karakteriziraju ovaj žanr, kao što su agresivni tonovi gitare, snažni zvučni pejzaži bubnjeva i dinamična vokalna isporuka.

Nadalje, ovaj rad je rasvijetlio tekuću raspravu između analognog i digitalnog masteriranja, kritičku raspravu suvremene glazbene produkcije. Nalazi istraživanja, izvučeni iz povratnih informacija sudionika, pokazali su sklonost analognom ovladavanju među većinom sudionika. Ova preferencija naglašava trajnu privlačnost analogne obrade, sa svojom toplinom, harmonijama i percipiranom dubinom, koji podjednako odjekuju kod mnogih audiofila i inženjera zvuka.

U području nu metala, gdje su agresija i emocije najvažniji, odabir tehnike miksanja i mastera ima duboke implikacije. Nalazi sugeriraju da bi se analogni pristup mogao više uskladiti sa zvučnom estetikom žanra, pridonoseći bogatstvu njegove zvučne tapiserije. Međutim, ključno je prepoznati da ova preferencija nije jedinstveno rješenje, već odraz jedinstvenih karakteristika žanra i subjektivne prirode audio percepcije.

Štoviše, valja naglasiti da je ovaj rad obuhvatilo ne samo masteriranje nego i moderne tehnike miksanja koje definiraju prepoznatljivi zvuk nu metala. Tehnike kao što su agresivna kompresija na bubnjevima i vokalima, precizno oblikovanje EQ-a za naglašavanje intenziteta gitarskih rifova i kreativni vokalni tretmani bili su ključni u stvaranju prepoznatljive zvučne palete ovog agresivnog žanra. Međudjelovanje ovih tehnika miksanja i odabranog pristupa masteringu dodatno naglašava složenost proizvodnje nu metala.

Postaje očito da je spoj modernih tehnika miksanja i masteringa sa specifičnim zvučnim zahtjevima žanra dinamičan proces koji se razvija. Dok je analogni mastering stekao naklonost među sudionicima, digitalni miksing i mastering nastavlja nuditi vrijedne alate inženjerima zvuka za postizanje preciznosti, dosljednosti i prilagodljivosti u svijetu glazbene produkcije koji se stalno razvija.

U konačnici, izbor između analognog i digitalnog masteringa ostaje subjektivan, pod utjecajem individualnih preferencija, zahtjeva projekta i zvučnih ciljeva. U kontekstu nu metala, imperativ je za inženjere zvuka i producente da iskoriste snagu analogne i digitalne obrade, stvarajući skladan miks koji hvata intenzitet žanra dok iskorištava prednosti suvremene tehnologije.

Dok se upuštamo u budućnost nu metala i glazbene produkcije u cjelini, ovaj rad služi kao dokaz važnosti modernih tehnika obrade zvuka i trajne važnosti analognog masteringa. To je podsjetnik da, u potrazi za umjetničkim izražavanjem, sinergija tradicije i inovacije može uroditi izvanrednim zvučnim pejzažima koji odjekuju kod publike diljem svijeta.

## 9. Literatura

- [1] Mixing AUDIO, Concepts, Practices and Tools, Roey Izhaki
- [2] Modern Recording techniques, 7th edition, David Miles Huber, Robert E. Runstein
- [3] Glen Ballou, Handbook for Sound Engineers, Fourth Edition
- [4] Mike Senior, Mixing secrets for the small studio
- [5] Ivy Panda, Music Production: History and Changes Research Paper, dostupno:  
<https://ivypanda.com/essays/music-production-history-and-changes/>
- [6] IzotopeOzone, What is Fletcher – Munson curve, dostupno:  
<https://www.izotope.com/en/learn/what-is-fletcher-munson-curve-equal-loudness-curves.html>
- [7] NLOM, Loud music listening, dostupno:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2582665/>
- [8] Academia.edu, The Art of Mixing and mastering, dostupno:  
[https://www.academia.edu/11462759/The\\_Art\\_of\\_Mixing\\_and\\_Mastering](https://www.academia.edu/11462759/The_Art_of_Mixing_and_Mastering)
- [9] Multitrack Mixing, An investigation into Music Mixing Practices, Josef Tot, dostupno:  
[https://www.researchgate.net/publication/324808456\\_Multitrack\\_Mixing\\_An\\_Investigation\\_into\\_Music\\_Mixing\\_Practices](https://www.researchgate.net/publication/324808456_Multitrack_Mixing_An_Investigation_into_Music_Mixing_Practices)
- [10] Joey Sturgis Tones, How to balance instrument sin your mix,  
<https://www.youtube.com/watch?v=zoGTQpOMu2g>
- [11] Plate reverb , <https://producelikeapro.com/blog/plate-reverb-plugins-vs-real-thing/>
- [12] Spring reverb, <https://anasounds.com/analog-spring-reverb-how-it-works/>

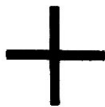
## 10. Popis slika

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. FL Studio 12 – Digitalna audio radna stanica.....   | 4  |
| Slika 2. 24 kanalna analogna konzola - Neve 24 Channel BBC Console (Vintage).....  | 5  |
| Slika 3. Organizacija audio traka .....  | 9  |
| Slika 4.....   | 10 |
| Slika 5. Opisi audio traka pjesme Daimon B. – Another life.....  | 11 |
| Slika 6. Paleta boja korištena za označavanje audio traka pjesme Daimon B. – Another life.   | 13 |
| Slika 7. Frekvencijski odaziv studijskih zvučnika Yamaha HS8 -<br><a href="https://www.audioappraisal.com/yamaha-hs-8-8-active-studio-monitor-speakers-reviewed/">https://www.audioappraisal.com/yamaha-hs-8-8-active-studio-monitor-speakers-<br/>reviewed/</a> .....                       | 17 |
| Slika 8. Frekvencijski odaziv ljudskog uha ovisno o glasnoći slušanja u decibelima -<br><a href="https://www.audioholics.com/room-acoustics/human-hearing-amplitude-sensitivity-part-1">https://www.audioholics.com/room-acoustics/human-hearing-amplitude-sensitivity-part-<br/>1</a> ..... | 18 |
| Slika 9. FL studio 12 projekt nakon uvoza audio zapisa.....  | 21 |
| Slika 10. Balans instrumenata miksa Daimon B. – Another life.....  | 23 |
| Slika 11. Zvuk koji dolazi s desne strane slušatelja imat će amplitudu, vrijeme .....  | 24 |
| i razlike u frekvenciji između lijevog i desnog uha. – Mixing AUDIO, Concepts, Practices and<br>Tools, Roey Izhaki str. 184. ....  | 24 |
| Slika 12. VIATOR DSP - grafički EQ .....   | 28 |
| Slika 13. Fabfilter PRO Q3 – parametarski EQ .....   | 29 |
| Slika 14. Fabfilter Q3 - Filter niske (lijevo) i visoke police (desno) .....   | 29 |
| Slika 14. Fabfilter Q3 -Visokopropusni filter .....  | 30 |
| Slika 15. Fabfilter Q3 -Niskopropusni filter .....   | 30 |
| Slika 16. Fabfilter Q3 -Dinamički EQ .....   | 31 |
| Slika 17. TrackS3 Black 76 – digitalni kompresor modeliran prema analognom kompresoru  | 32 |
| Slika 18. Fabfilter PRO L2 – najpoznatiji digitalni limiter – 11dB limitinga vrhova na finalnom<br>miksi .....   | 35 |
| Slika 19. T-RackS – Soft clipper – „tvorničke postavke“ digitalno klipera .....  | 37 |
| Slika 20. Gem TAPEDESK – digitalni dodatak – digitalni emulator saturacije analogne trake<br>.....   | 39 |
| Slika 21. Black Box Analog Design HG-2MS– digitalni dodatak – emulator saturacije cijevi<br>.....  | 39 |
| Slika 22. Fabfilter Saturn – višepojasni digitalni saturator .....   | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 23. Soundtoys Decapitator – paralelna saturacija - 100% postavka saturacije .....   | 40 |
| Slika 24. Komora odjeka – Abbey Road – Studio Two -<br><a href="https://www.abbeyroad.com/news/studio-two-echo-chamber-gearthatmadeus-3114">https://www.abbeyroad.com/news/studio-two-echo-chamber-gearthatmadeus-3114</a> .....  | 42 |
| Slika 25. Mehanički pločasti odjek - <a href="https://unison.audio/plate-reverb/">https://unison.audio/plate-reverb/</a> .....  | 43 |
| Slika 26. Mehanički opružni odjek - <a href="https://anasounds.com/analog-spring-reverb-how-it-works/">https://anasounds.com/analog-spring-reverb-how-it-works/</a> .....   | 43 |
| Slika 27. OXFORD REVERB – digitalni odjek – postavka „Large Concert room“ .....   | 44 |
| Slika 28. Altiverb – konvolucijski odjek -<br><a href="https://www.audioease.com/altiverb/images/Altiverb7XL.jpg">https://www.audioease.com/altiverb/images/Altiverb7XL.jpg</a> .....   | 44 |
| Slika 29. Valhalla Delay – digitalni efekt odgode s ranije navedenim parametrima .....  | 46 |
| Slika 30. Studio Nugget Rackmount Vacuum Tube Prime Number – analogni efekt odgode -<br><a href="https://crucialaudio.com/product/studio-nugget-vacuum-tube-prime-number-analog-delay/">https://crucialaudio.com/product/studio-nugget-vacuum-tube-prime-number-analog-delay/</a> ..... | 47 |
| Slika 31. Simple delay - <a href="https://staticz.com/simpledelay/">https://staticz.com/simpledelay/</a> .....  | 48 |
| Slika 32. Soundtoys EchoBoy, Modularni efekt odgode .....   | 48 |
| Slika 33. Waves Hybrid Line - HDelay, dostupna opcija ping-pong odgode -<br><a href="https://splice.com/plugins/10715-h-delay-vst-au-by-waves">https://splice.com/plugins/10715-h-delay-vst-au-by-waves</a> .....   | 49 |
| Slika 34. DrMS Spatial processor - Mathew Lane – stereo procesor .....  | 50 |
| Slika 35. Vintage Valhalla reverb kanal i postavke .....  | 52 |
| Slika 36. Daimon B, Another Life – trake bubnjeva.....  | 53 |
| Slika 37. KickSUM grupa .....   | 54 |
| Slika 38. KickSUM kompresor u akciji – 15dB kompresije.....   | 55 |
| Slika 39. Trigger 2 – okidač bubnjeva – SnareUp kao baza za okidanje.....   | 56 |
| Slika 40. SnareSUM kanal .....  | 57 |
| Slika 41. Audio obrada 03_Snare_SAMPLE .....  | 58 |
| Slika 42. Audio obrada 03_Snare_SAMPLEV2 .....  | 58 |
| Slika 43. Audio datoteke činela korištene u miksu .....   | 59 |
| Slika 44. Fabfilter Saturn na viseći „Ride“ čineli .....  | 59 |
| Slika 45. EQ2 primijenjen na stereo viseće mikrofone .....  | 60 |
| Slika 46. Fabfilter Saturn korišten u obradi Tomova .....   | 61 |
| Slika 47. Visokopropusni ekvalizator korišten na audio zapisu bubnjarske sobe.....  | 62 |
| Slika 48. Postavke „DrumBus“ kompresora .....   | 63 |
| Slika 49. 13_Bass1 – bas sintesajzer – audio obrada .....   | 64 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 50. Obrada ritam gitara .....   | 65 |
| Slika 51. Obrada 16_synth2 vodećeg sintesajzera miksa.....                                | 66 |
| Slika 52. Vokalne audio trake miksa pjesme „Another Life“ .....                           | 67 |
| Slika 53. 23_Vox1 i 26_Vox2 obrada vokala .....   | 68 |
| Slika 54. ValhallaDelay - primijenjen na glavnim vokalima .....                           | 69 |
| Slika 55. Obrada pratećih vokala .....  | 70 |
| Slika 56. Obrada vokala vriskanja.....  | 71 |
| Slika 57. „Reverb of dark“ sabirnica.....   | 72 |
| Slika 58. Obrada „37_Vox5“ s MicroShift dodatkom .....                                    | 73 |
| Slika 59. Automatizacija unutar miksa „Daimon B.“ – Another Life.....                     | 74 |
| Slika 60. Fabfilter Q3 i BUSTERse kompresor na miks sabirnici.....                        | 75 |
| Slika 61. Pojačanje stereo slike miksa .....  | 76 |
| Slika 62. Pojačanje perceptivne glasnoće miksa .....                                      | 76 |
| Slika 63. Analiza potencijalne moguće glasnoće miksa .....                                | 77 |
| Slika 64. Daimon B. – „Another life“ zvučni val nakon miksa .....                         | 77 |
| Slika 65. Master ekvilizator miksa Daimon B. – Another life.....                          | 79 |
| Slika 66. Postavke digitalnog klipera za masteranje .....                                 | 79 |
| Slika 67. L2 mastering limiter na „Daimon B.“ – „Another life“ masteru .....              | 80 |
| Slika 68. Glasnoća digitalnog mastera „Daimon B.“ – „Another life“ .....                  | 80 |
| Slika 69. Daimon B. another Life – Zvučni val prije i nakon mastera.....                  | 81 |
| Slika 70. Početno web sučelje „mix analog“.....   | 82 |
| Slika 71. „Teletronix LA-2A Leveling Amplifier“ – na Daimon B. – Another life miksu ..... | 83 |
| Slika 72. Digitalni dio hibridnog masteriranja .....                                      | 84 |
| Slika 73. Zvučni val hibridnog mastera pjesme „Daimon B.“ – „Another Life“ .....          | 84 |
| Slika 74. Tekst ankete istraživanja .....   | 87 |
| Grafikon 1. – snimka zaslona autora.....  | 88 |
| Grafikon 2. – snimka zaslona autora.....  | 88 |
| Grafikon 3. – snimka zaslona autora.....  | 89 |
| Grafikon 4. – snimka zaslona autora.....  | 89 |
| Grafikon 5. – snimka zaslona autora.....  | 90 |
| Grafikon 6. – snimka zaslona autora.....  | 91 |
| Grafikon 7. – snimka zaslona autora.....  | 91 |
| Grafikon 8. – snimka zaslona autora.....  | 92 |

|   |    |
|---|----|
| Grafikon 9. – snimka zaslona autora.....  | 92 |
| Grafikon 10. – snimka zaslona autora..... | 93 |



### IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, KARLO KIS (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom MODERNE MIKSIING I MASTERING TEHNIKE U METAL GRAĐBE (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Karlo Kis

(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.