

**VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA
MARIBOR**

SNEMANJE IN POSTPRODUKCIJA KONCERTA V ŽIVO

Kandidat: Gašper Lenart

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Avdio produkcija

Mentor predavatelj: doc. dr. Mitja Reichenberg

Mentor v podjetju: Martin Bezjak

Lektor: Monika Ajlec, mag. prof. slov.

Maribor, 2025

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Gašper Lenart, sem avtor diplomskega dela z naslovom Snemanje in postprodukcija koncerta v živo, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Mitje Reichenberga.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel/a, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32.a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, marec 2025

Podpis študenta:

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Mitju Reichenbergu in mentorju v podjetju g. Martinu Bezjaku za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre zasedbi Alo!Stari ter vsem sodelujočim na omenjenih koncertih. Velika zahvala tudi Dariu Soleničkiju za predano znanje na področju koncertne produkcije.

Iskrena hvala tudi moji družini in prijateljem za podporo in pomoč skozi celotno študijsko obdobje.

POVZETEK

Diplomsko delo *Snemanje in postprodukcija koncerta v živo* opiše in predstavi celoten proces snemanja glasbenega dogodka in postprodukcijo posnetega materiala. Glavni poudarek je na tehničnih izzivih, s katerimi se soočajo tonski mojstri pri zajemu zvoka v živo, ter na metodah in orodjih, ki se uporabljajo za izboljšanje končnega izdelka.

V teoretičnem delu naloge obravnavam osnove snemanja koncertov, vključno z različnimi tehnikami postavitve mikrofонов, izborom snemalne opreme in razlikami med snemanjem koncerta na prostem ter koncerta v dvorani.

Eksperimentalni del naloge temelji na snemanju dveh koncertov. Prvi se je odvijal v dvorani Mladinskega centra Brežice, 15. 11. 2024, drugi pa na prostem, na Trgu Leona Štuklja v Mariboru, 6. 5. 2023. Za snemanje sem uporabil različne mikrofone na različnih inštrumentih, pri čemer je bil poudarek na zajemanju zvoka iz bas in snare bobna z dvema mikrofonom naenkrat. Tudi bas kitaro sem snemal z dvema kosoma opreme, le da je tokrat enega izmed mikrofонов zamenjal DI box.

V postprodukcijskem delu naloge opišem, kako sem s pridobljenimi posnetki naredil miks in mastering. Podrobno predstavim obdelovanje zvoka v programu Cubase 12 Pro, kjer sem na vsak kanal posebej apliciral orodja, kot so izenačevalnik, kompresor, limiter ipd., za pridobitev željene končne podobe zvoka.

Celoten projekt je pokazal, da je snemanje koncertov v živo precejšnji tehnični zalogaj, saj zahteva prilagajanje mnogim spremenljivkam. Snemanje na prostem prinaša predvsem izzive povezane z vremenom in pomanjkanjem odbojev zvoka, medtem ko se snemanje v prostoru pogosto lahko sooča s preveč odboja zvoka. Slednje lahko privede do tega, da z mikrofonom zajamemo več različnih zvočnih virov, kot bi jih želeli. S primerjalno analizo snemanja bas kitare z mikrofonom in DI box sem ugotovil, da kombinacija obeh pristopov omogoča večjo prilagodljivost v miksu. Podobno ugotovitev sem opazil pri snemanju bas in snare bobna z dvema mikrofonom. Za vključitev krovne teme BTEC sem pri postprodukciji za obdelovanje zvoka uporabil tudi umetno inteligenco. Izkazalo se je, da je le-ta koristno orodje za optimizacijo nekaterih procesov, vendar zaenkrat nikakor ne more povsem nadomestiti človeškega ušesa.

Ključne besede: *snemanje, postprodukcija, mikrofoni, mešanje, DI box*

ABSTRACT

The thesis *Recording and Post-Production of a Live Concert* describes and presents the entire process of capturing a musical event and the subsequent post-production of the recorded material. The primary focus is on the technical challenges that sound engineers face when recording live audio, as well as the methods and tools used to enhance the final product.

In the theoretical section of the thesis, I discuss the fundamentals of concert recording, including various microphone placement techniques, the selection of recording equipment, and the differences between recording a concert outdoors versus indoors.

The experimental part of the thesis is based on the recording of two concerts. One took place in the concert hall of the Brežice Youth Center, 15. 11. 2024, while the other was held outdoors at Trg Leona Štuklja in Maribor, 6. 5. 2023. For the recording process, I used different microphones on various instruments, with a particular emphasis on capturing the sound of the bass drum and snare drum using two microphones simultaneously. The bass guitar was also recorded using two different methods; however, in this case, one of the microphones was replaced with a DI box.

In the post-production section, I describe the mixing and mastering process of the recorded material. I provide a detailed overview of the audio processing in *Cubase 12 Pro*, where I applied tools such as equalizers, compressors, limiters, and other effects to each channel individually to achieve the desired final sound.

The entire project demonstrated that recording live concerts presents significant technical challenges, requiring adaptation to multiple variables. Outdoor recordings primarily pose challenges related to weather conditions and the lack of natural sound reflections, whereas indoor recordings often struggle with excessive reflections, which can cause microphones to pick up multiple sound sources—sometimes more than desired. Through a comparative analysis of recording a bass guitar with both a microphone and a DI box, I found that combining both approaches allows for greater flexibility in the mix. A similar conclusion was reached when recording the bass and snare drum with two microphones.

To incorporate the overarching BTEC theme, I also utilized artificial intelligence in post-production for audio processing. While AI proved to be a useful tool for optimizing certain processes, it is still far from being able to fully replace the human ear.

Keywords: *recording, post-production, microphone, mixing, DI box*

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA	9
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	10
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	11
2	SNEMANJE KONCERTA V ŽIVO	12
2.1	OSNOVE SNEMANJA V ŽIVO	12
2.2	RAZLIKA MED SNEMANJEM KONCERTA V DVORANI IN KONCERTA NA PROSTEM	13
2.3	PREDNOSTI SNEMANJA Z VEČ MIKROFONI	14
2.4	PRIMERJAVA SNEMANJA BAS KITARE PREKO DI BOX IN Z MIKROFONOM (H3).....	15
2.5	VPLIV UMETNE INTELIGENCE V POSTPRODUKCIJI (H4).....	15
3	PRODUKCIJA	16
3.1	LOKACIJA KONCERTA	16
3.2	IZVAJALEC.....	16
3.3	TEHNIČNA DOKUMENTACIJA KONCERTA.....	17
3.4	POSTAVITEV OPREME.....	18
3.5	POSTAVITEV MIKROFONOV	20
3.6	TONSKA VAJA.....	21
3.7	SNEMANJE	22
4	POSTPRODUKCIJA	23
4.1	PRIPRAVA POSNETKOV.....	23
4.2	MIKS.....	24
4.2.1	<i>Izenačevalnik.....</i>	<i>26</i>
4.2.2	<i>Kompresor.....</i>	<i>28</i>
4.2.3	<i>Dodajanje odmeva.....</i>	<i>30</i>
4.3	MASTERING.....	31
4.4	AI MIKS.....	33
4.5	AI MASTERING.....	34
5	ANALIZA REZULTATOV	36
5.1	INTERPRETACIJA REZULTATOV	36
5.1.1	<i>H1: Koncertni prostor močno vpliva na snemanje koncerta</i>	<i>36</i>
5.1.2	<i>H2: Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare-u nam omogoča več možnosti pri mešanju</i>	<i>37</i>
5.1.3	<i>H3: Snemanje bas kitare na koncertu preko DI-boxa se ne razlikuje mnogo od snemanja z mikrofonom</i>	<i>38</i>

5.1.4	<i>H4: Umetna inteligenca naredi zelo drugačen mix in mastering</i>	38
6	SKLEP	39
7	VIRI IN LITERATURA	NAPAKA! ZAZNAMEK NI DEFINIRAN.
8	PRILOGE	42

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	POSTAVITEV OPREME IN IZVAJALCEV NA ODRU	19
SLIKA 2:	UVOŽENI IN UREJENI POSNETKI	23
SLIKA 3:	IZENAČEVALNIK NA NOTRANJEM MIKROFONU BAS BOBNA	27
SLIKA 4:	KOMPRESIJA NA BAS DI BOX	29
SLIKA 5:	DODAJANJE ODMEVA NA VOKAL	30
SLIKA 6:	PRIMER NASTAVITVE LIMITERJA ZA MASTERING	32
SLIKA 7:	PRIMER AI OBDELAVE POSNETKA KITARE	34
SLIKA 8:	PRIMER VERIGE EFEKTOV AI MASTERINGA	35

KAZALO TABEL

TABELA 1:	KANALI IN MIKROFONI	17
-----------	---------------------	----

Slovar tujk, uporabljenih v diplomskem delu

DI BOX – (ang. Direct Injection Box); Naprava, ki pretvarja visokoomski signal iz inštrumentov na mikrofonski nivo za boljši prenos in manjše motnje.

IEM – (ang. In-Ear Monitoring); Ušesni monitorji, ki glasbenikom omogočajo poslušanje sebe in drugih brez hrupa iz okolice.

STAGE BOX – Priključna enota na odru, v katero se priključijo mikrofoni in inštrumenti in s katero signal pošiljamo do mešalne mize.

MULTICORE – Večžilni kabel, ki združuje več povezav v eno in s tem zmanjšuje število kablov na odru.

RIDER – Dokument, ki podrobno navaja tehnične zahteve izvajalca.

CLIPPING – Popačenje zvoka, ki nastane, ko signal preseže dovoljeno mejo in se presežena valovna oblika odreže.

CAT5 – (ang. Category 5 Cable); Omrežni kabel za prenos digitalnega signala.

SAMPLER – Naprava, ki predvaja kratke avdio posnetke.

AUX – (ang. Auxiliary); Dodatni izhodi za pošiljanje zvoka v monitorje, efekte ali zunanje naprave.

MULTITRACK – Več ločenih zvočnih stez, ki omogočajo neodvisno obdelavo in mešanje.

HIGH-PASS FILTER – Filter, ki odstrani nizke frekvence pod določeno mejo.

TRANSIENT – Kratek, hiter in izrazit začetni del zvoka.

MIXDOWN – Združitev vseh avdio stez v en posnetek, pripravljen za mastering.

STEREO – Ločena levi in desni kanal, ki ustvarjata prostorski občutek in širino zvoka.

MONO – En kanal, kjer je zvok brez prostorskega učinka.

XLR – (ang. eXternal Line Return); Balansiran avdio priključek s tremi pini.

SUPERKARDIOID – Usmerjen vzorec mikrofona, ki zajema zvok predvsem od spredaj z manj občutljivosti za zvoke s strani in rahlo občutljivostjo za zvoke od zadaj.

HIPERKARDIOID – Še bolj usmerjen vzorec kot superkardioid z ozkim zajemanjem zvoka od spredaj in večjo občutljivostjo za zvoke od zadaj.

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Zvok je eden ključnih elementov glasbene umetnosti, ki služi kot osrednji medij izražanja glasbenikov. Medtem ko studijsko snemanje ponuja idealne pogoje za zajem zvoka, je snemanje v živo precej bolj nepredvidljivo. Zahteva hitre odločitve in natančno tehnično izvedbo v realnem času, kar predstavlja številne izzive, zlasti zaradi nepredvidljivih akustičnih pogojev ter možnosti tehničnih napak. Snemanje koncerta v živo je običajno najbolj zahtevno, ko gre za snemanje na večjem prizorišču ali na prostem, kjer akustične lastnosti prizorišča, vremenski vplivi, motnje s strani občinstva in pomanjkanje časa za pravilno postavitve opreme še toliko bolj pridejo do izraza.

V kontekstu teh izzivov postane postavitve mikrofонов eden izmed ključnih problemov. Vsak mikrofoni mora biti postavljen in nastavljen pravilno, da lahko zagotovi optimalen zajem zvoka. Zaradi velikega števila mikrofонов, ki so potrebni za izvedbo snemanja v živo, se lahko zgodi, da tehniki ob postavljanju hitijo in mikrofoni niso na optimalnih pozicijah, kar privede do slabšega zajema zvoka. Slednje se zelo dobro opazi, ko imamo opravka z več mikrofoni na enem glasbilu, miks le teh pa je končna zvočna podoba glasbila. S tem se pogosto srečamo pri zajemu snare in bas bobna ter zvoka iz kitarških ojačevalcev. Poleg nepravilne postavitve, pa se večkrat soočamo tudi s časovnimi zamudami ob postavljanju mikrofонов v času prehodov, kar pripelje do podaljšanja tehničnih premorov in posledično negativno vpliva na dinamiko koncertnega dogajanja.

Kot odrski tehnik se pogosto srečujem z naštetimi izzivi in jih poskušam reševati na najbolj primerne načine za okolje, v katerem delam. Omenjeni časovni in pozicijski problem s postavitvijo mikrofонов se najpogosteje reši z uporabo DI boxa, če nam inštrument, katerega zvok zajemamo, to dopušča. Sam se te rešitve poslužujem predvsem za snemanje bas kitare, kar bom v nadaljevanju diplomskega dela tudi predstavil.

Ker pa sta se snemanje zvoka in postprodukcija skozi zgodovino nenehno spreminjala, ne smemo pozabiti na vlogo orodij, ki jih žene umetna inteligenca (AI). Poleg tehničnih izzivov, ki so povezani z zajemom zvoka v živo, pozornost priteguje tudi vprašanje, kako lahko AI pripomore pri postprodukciji ali celo izboljša snemanje v realnem času. AI je vedno bolj prisotna na področju zvočne obdelave, kjer se že uporabljajo algoritmi, ki samodejno

prilagodijo zvočne parametre. A vendar ostaja vprašanje, ali je resnično sposobna nadomestiti človeško uho in zvočno intuicijo, ki jo tonski mojstri pridobijo z leti izkušenj.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen diplomskega dela je preučiti vpliv tehnologije in okolja na snemanje in postprodukcijo koncertov v živo, zlasti z vidika uporabe digitalnih vmesnikov (DI box) ter umetne inteligence, v dvorani in na prostem. Glavni cilj raziskave je oceniti, ali lahko zmanjšamo število mikrofонов za snemanje celotnega koncerta z uporabo DI box-ov in tako skrajšamo čas priprave koncertnih prizorišč, hkrati pa obdržimo kvaliteto posnetkov. Raziskal bom tudi uporabo več mikrofонов na enem glasbilu za doseganje željenega zvoka. V zadnjem delu se bom v miksu in masteringu posvetil primerjavi AI in človeških izdelkov, ter ocenil, ali AI ustvari občutno drugačen zvok.

Na podlagi teh izhodišč bo diplomsko delo preverjalo naslednje hipoteze:

- H1: Koncertni prostor močno vpliva na snemanje koncerta.
- H2: Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare-u nam omogoča več možnosti pri mešanju.
- H3: Snemanje bas kitare na koncertu preko DI-boxa se ne razlikuje mnogo od snemanja z mikrofonom.
- H4: Umetna inteligenca naredi zelo drugačen mix in mastering.

1.3 Predpostavke in omejitve

Pri tej raziskavi predpostavljam, da bodo vsi koncerti, ki jih bom analiziral, izvedeni v realnih pogojih, s standardno koncertno opremo in tehničnim osebjem. Predpostavljam tudi, da bodo DI boxi, mikrofoni in umetna inteligenca, uporabljena v postprodukciji, delovali v skladu s trenutno dostopno tehnologijo in orodji. Ker je AI na raziskovalnem področju še v fazi razvoja, je pomembno, da rezultate obravnavamo v kontekstu omejitev trenutne tehnologije.

Ena glavnih omejitev je, da snemanje v različnih prostorih ne bo popolnoma enako, kar lahko vpliva na primerjavo rezultatov. Prav tako je omejena dostopnost do specifične opreme na različnih prizoriščih, kar lahko vpliva na nekatere tehnične vidike raziskave. Omejena je tudi uporaba popolnoma naprednih AI orodij, saj v času raziskave še niso v celoti razvite in dostopne v industrijski rabi.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Za raziskovanje sem uporabil predvsem eksperimentalno metodo. To pomeni, da sem za vsako hipotezo spreminjal po eno spremenljivko in ugotavljal njen vpliv na končni rezultat. Spremljal sem, kako različne metode snemanja in obdelave istih posnetkov vplivajo na kakovost zvoka in končni izdelek. Zanašal sem se tudi na do sedaj pridobljene izkušnje, lastno znanje in literaturo.

2 SNEMANJE KONCERTA V ŽIVO

2.1 Osnove snemanja v živo

Snemanje koncerta v živo vključuje vrsto tehničnih in logističnih izzivov, saj mora tehnična ekipa hitro prilagajati zajem zvoka glede na trenutne razmere na odru in v prostoru. Zahtevana je velika prilagodljivost in hitro odzivanje na spremembe, saj ni prostora za napake in ponovitve, kot je mogoče v studijskem okolju. Tehniki morajo biti sposobni prilagoditi postavitev mikrofонов, obdelavo signalov in monitoring, da zagotovijo optimalno kakovost zvoka za poslušalce in za snemanje.

Izbor pravega mikrofona in njegova postavitev ima velik pomen za zajem avtentičnega zvoka. Izbrati je treba prave tipe mikrofонов za specifično rabo. Dinamični mikrofoni, kot je Shure SM58, so priljubljeni zaradi svoje odpornosti na zunanje vplive in povratne zvoke, vendar imajo omejen frekvenčni odziv, kar pomeni, da so manj primerni za zajem subtilnih tonov. (Owsinski, 2017) Po drugi strani pa so kondenzatorski mikrofoni, kot je AKG C414, bolj občutljivi in zajamejo širši spekter frekvenc, kar je pomembno za vokale in akustične inštrumente, vendar so bolj dovzetni za povratne zvoke in hrup na odru. (Evans, 2010)

Pomemben element snemanja v živo kot tudi v studiu je monitoring sistem, ki glasbenikom omogoča, da slišijo svoje izvajanje in druge člane na odru v realnem času. Tradicionalni odrski monitorji so pogosto vzrok za povratne zvoke, saj lahko njihova glasnost moti zajem zvoka. Zaradi tega se v zadnjih letih vse pogosteje uporablja in-ear monitoring, ki omogoča boljšo izolacijo zvoka za glasbenike in zmanjšuje hrup na odru.

Pri snemanju koncerta se zagotovo slej kot prej srečamo z zajemanjem kompleksnega zvočnega vira, kot so bobni. Za ta namen se uporablja večje število mikrofонов na enem inštrumentu ali zvočnem viru hkrati, ki tehniku omogočajo, da natančno zajame zvok.

To naj bi omogočalo tudi večjo prilagodljivost v kasnejši fazi mešanja in obdelave, kar bom tudi raziskal. Ko delamo z več mikrofoni na istem inštrumentu, je pomembno uskladiti vse faze med njimi, da se izognemo faznim motnjam, ki lahko povzročijo izgubo nekaterih frekvenc ali zmanjšajo kakovost zvoka.

Četudi imajo mikrofoni skoraj največjo vlogo pri zajemu kakovostnega zvoka, pa ne smemo pozabiti tudi na dobro kvaliteto vseh kabelskih povezav. Kot se v praksi izkaže, je v vsaj polovici primerov za slabo kvaliteto zvoka v živo kriv kabel. Zato je pomembno, da redno preverjamo stanje opreme, s katero delamo. Prav tako se poskušamo pri povezavi mikrofонов do stage boxa posluževati za to namenjenih multicore kablov, ki občutno zmanjšajo število samostojnih kablov in posledično ustvarijo bolj pregledno delovno okolje. Pri povezavi stage boxa z mešalno mizo uporabimo CAT5 ethernet kabel, ki poskrbi za najhitrejši prenos signala.

2.2 Razlika med snemanjem koncerta v dvorani in koncerta na prostem

"Snemalni studio ni zgolj prostor za zajem zvoka; sam po sebi je instrument, ki oblikuje ton in karakter vsakega posnetka, ki nastane v njegovih stenah." (Miles & Runstein, 2010)

Vpliv na zvok ima tudi okolje, v katerem se koncert izvaja. Seveda je med majhno in veliko dvorano razlika precej očitna, a vendar sem se bolj posvetil splošni razliki med koncerti v zaprtih prostorih in na prostem. Nič presenetljivega ni, da vsako okolje zahteva različne pristope pri postavitvi mikrofонов in obdelavi zvoka. V dvoranah, ki so pogosto akustično zasnovane za glasbene dogodke, naravni odmevi prostora prispevajo k bogatejšemu zvoku. Pri tem mora biti tehnik pozoren, da zajame optimalno količino odmeva in neposrednega zvoka. Če mikrofón zajame preveč odmeva, bo zvok zamegljen in manj razumljiv.

Ko zvočni val naleti na trdo površino, kot so omet, opeka ali poliran les, se bo znaten del energije v valu odbil oziroma se bo zvok vrnil v prostor. (Gottlieb & Hennerich, 2008)

Na prostem ni naravnih odbojev zvoka od sten ali stropa, zato je zvok bolj neposreden in "suh". Seveda se zgodi, da se dogodek odvija v bližini stavb, od katerih se zvok odbija, a bom za ta primer izbral idealno okolje, v katerem ni stavb ali ovir, ki bi odbile zvok. Osredotočiti se moramo na čim bolj čist zajem zvoka iz zvočnega vira. Čistejši zvok bo tako v živo kot v postprodukciji lažje obdelati in mu dodati umetni odmev, kar bo ustvarilo občutek prostornosti in globine. Na prostem lahko za ta namen uporabimo tudi bolj usmerjene superkardoidne ali hiperkardoidne mikrofone, ki imajo ožjo usmerjenost in nam zagotovijo bolj natančen zajem. Prav nam pridejo tudi razni vetrobrani, ki pomagajo izničiti zunanje vplive.

2.3 *Prednosti snemanja z več mikrofoni*

V kolikor imamo možnost, se vedno poslužimo snemanja z več mikrofoni. Zajemanje zvoka iz več zvočnih perspektiv omogoča tehniku v postprodukciji bolje uravnati posamezne elemente. Večmikrofonski pristop omogoča zajem vseh različnih frekvenčnih območij, ki jih ustvarjajo različni deli bobnarskega kompleta.

Bas boben ustvarja nizke in močnejše frekvence, medtem ko činele ustvarjajo visoke, ki zahtevajo uporabo občutljivejših mikrofонов za natančen zajem zvoka. (Owsinski, 2017)

Bobnarski komplet je odličen primer, kjer je uporaba več mikrofонов skorajda nujna. Bas boben pogosto zahteva mikrofón, kot je Shure Beta 52A, ki je narejen za zajem nizkih frekvenc, medtem ko snare boben zahteva mikrofón, ki bolje zajema zvok v območju srednje visokih frekvenc. V te namene pogosto uporabimo mikrofón Shure SM57, ki je zaradi svojih karakteristik primeren tudi za zajem tom bobnov in v končni fazi tudi kakšnih hi-hat činel. Za ostale činele pa največkrat najbolj ustrezajo mikrofoni, ki z namestitvijo nad bobnarski komplet zajamejo širši frekvenčni spekter in še malo naravnega zvoka prostora. Pogosto se uporabljajo kondenzatorski mikrofoni, ki so zaradi svoje delikatnosti boljši tudi pri zajemanju visokih frekvenc, ki jih oddajajo činele.

Četudi se zdi logično, da se bobnarski komplet snema z več mikrofoni zaradi števila komponent, pa tudi ni vsem najbolj znano, da se še skoraj vedno kakšen posamezen boben snema z dvema mikrofonom ali več. Najpogosteje se v praksi to pokaže pri snemanju bas ali snare bobna, ki ima na svoji resonančni opni mrežico. Le ta ob udarcu na zgornjo opno vibrira in daje bobnu njegov prepoznaven zvok. V ta namen sta za snemanje potrebna dva mikrofona. Eden nad bobnom za zajem opne po kateri udarjamo in drugi pod bobnom, za zajem zvoka mrežice. Slednje se na podoben način uporablja tudi pri zajemu zvoka kitar, kjer lahko z dvema mikrofonom in njuno različno postavitvijo na ojačevalcu dobimo dva različna posneta zvoka za uporabo v postprodukciji.

2.4 Primerjava snemanja bas kitare preko DI box in z mikrofonom (H3)

Bas kitara je inštrument, ki se zaradi svojih nizkih frekvenc pogosto snema prek DI boxa. DI box omogoča, da se signal zajame neposredno iz inštrumenta, kar zagotavlja čist in natančen zvok brez vpliva akustike prostora ali ojačevalca. V prejšnji točki sem opisal, kako lahko z dvema mikrofonom na različnih pozicijah iz istega vira zvoka dobimo dva različna posnetka. Pri snemanju bas kitare preko DI boxa in mikrofona je zadeva praktično enaka, le da namesto enega izmed mikrofонов za prenos signala poskrbi DI box. V postprodukciji se torej v teoriji srečamo z dvema posnetkoma različnih karakteristik. Posnetek, pridobljen iz mikrofona, ima nekoliko "temnejši" oz. bolj mehek zvok, medtem ko je signal iz DI boxa bolj direkten in "oster". Z njegovo uporabo smo tudi manj podvrženi neželenim zvokom iz okolja, kot sta lahko hrup iz publike ali veter. Kombinacija zajemov nam omogoča, da združimo natančnost DI boxa z naravnim zvokom mikrofona in ustvarimo bogatejši in bolj uravnotežen zvok.

2.5 Vpliv umetne inteligence v postprodukciji (H4)

Za zadnjo točko raziskovanja se bom dotaknil še umetne inteligence (AI), ki je postala pomembno orodje predvsem v postprodukciji. Tudi v produkciji sami jo že opazimo, a vendar veliko manj. Uporabna naj bi bila predvsem pri avtomatizaciji nekaterih nalog, kot so kompresija, izenačevanje in mastering. Omogoča hitrejšo analizo zvoka, prilagodi določene začetne parametre in nam s tem občutno skrajša čas za obdelavo. Uporabljeni algoritmi lahko samodejno prilagodijo ravni glasnosti, zaznajo frekvenčne anomalije in predlagajo optimalne nastavitve kompresije glede na stil glasbe.

Kljub temu umetna inteligenca še ni čisto sposobna nadomestiti človeških izkušenj in intuicije pri bolj subtilnih odločitvah o zvoku. Zlasti pri projektih, kjer je pomembna dinamika glasbe in AI ni sposobna zaznati vseh glasbenih nians, ter upoštevati interpretacije glasbenikov kot izkušen tehnik. Evans (2010) prav tako izpostavlja, da je umetna inteligenca v postprodukciji orodje, ki lahko pomaga avtomatizirati nekatere procese, vendar bo za doseganje vrhunske kakovosti zvoka vedno potreben človeški nadzor.

3 PRODUKCIJA

3.1 Lokacija koncerta

Za namene naloge sem potreboval posnetke dveh koncertov. En dogodek se je moral odvijati na prostem, drug pa v zaprtem prostoru. Iz internega urnika glasbene skupine sem si izbral dva primerna dogodka in s tem določil dan in lokacijo snemanja koncerta. Za zunanji dogodek sem si izbral koncert na trgu Leona Štuklja v Mariboru, koncert v zaprtem prostoru pa se je odvijal v dvorani Mladinskega centra Brežice.

Ker je v obeh primerih šlo za istega izvajalca in isto utečeno ekipo, se razen prostora ni kaj dosti spreminjalo. Tudi zato bo v nadaljevanju naloge opisan en postopek snemanja in urejanja posnetkov, saj se način dela in zajemanje zvoka na dogodkih nista razlikovala. Tehnične zahteve skupine so bile popolnoma enake, kar je zelo pripomoglo pri pridobivanju posnetkov in kasneje pri analizi rezultatov.

3.2 Izvajalec

Alo!Stari so relativno sveža zasedba na slovenski glasbeni sceni, ki je znana po svojih energičnih nastopih, predvsem pa po naklonjenosti do domačega dialekta. Njihova glasba združuje elemente punka in rocka in skupaj tvori zelo dinamično zvočno sliko. Prav tako do poslušalcev prenašajo močna sporočila, ki izražajo aktualne družbene teme, obenem pa navdihujejo z optimizmom in pozitivno energijo.

Alo!Stari so:

- glavni vokal: Tine Matjašič
- bas kitara in vokal: Matej Kosmačin
- kitara in vokal: Matic Mlakar
- kitara: Jernej Metež
- bobni: Tomaž Medvar

3.3 Tehnična dokumentacija koncerta

Skupina po pogodbi z organizatorjem s seboj pripelje vso potrebno opremo za izvedbo koncerta, razen odra, luči, ozvočenja in nekaterih mikrofонов. V praksi to pomeni, da smo s seboj pripeljali mešalno mizo Behringer X32, stage box Midas DL32, povezovalni kabel CAT5, In-ear monitoring, komplet mikrofонов za bobne in vokale, ojačevalce za kitare in bas ter inštrumente. Organizator dogodka predhodno prejme tehnični rider, ki pomaga pri ugotovitvi vseh tehničnih zahtev. Občasno se zgodi, da se zaradi pogoste uporabe in premikanja kakšen kos opreme pokvari, ki ga nato zamenjamo z lokalnim inventarjem, pripravljenim po riderju.

V tehnični dokumentaciji je poleg seznama opreme in mikrofонов najbolj pomemben seznam kanalov, kjer je vsak vir zvoka poimenovan in oštevilčen za lažji priklop na stage box. Pri priklopu vseh mikrofonskih in DI box kablov na stage box nam velikokrat priskočijo na pomoč tudi lokalni tehniki, saj je ta del eden izmed najbolj zamudnih, a najbolj pomembnih.

Tabela 1: Kanali in mikrofoni

KANAL	IME	MIKROFON
1	Kick IN	Shure Beta 91
2	Kick OUT	Shure beta 52
3	Snare TOP	SEV7X
4	Snare BTM	SEV7X
5	Hi-hat	Oktava MK102
6	Tom	Sennheiser e604
7	Floor tom	Sennheiser e604
8	Ride	Oktava MK102
9	OH-L	Neumann K184
10	OH-R	Neumann K184
11	Bass MIC	Sennheiser MD421
12	Bass DI	Direct
13	Guitar L1	Shure Sm57
14	Guitar L2	Shure Sm57
15	Guitar R1	Shure Sm57

16	Guitar R2	Shure Sm57
17	VoxTine	SeV7
18	Vox Matej	SEV7
19	Vox Matic	SEV7
20	VoxTomaz	SEV7
21	Sampler L	DI
22	Sampler R	DI

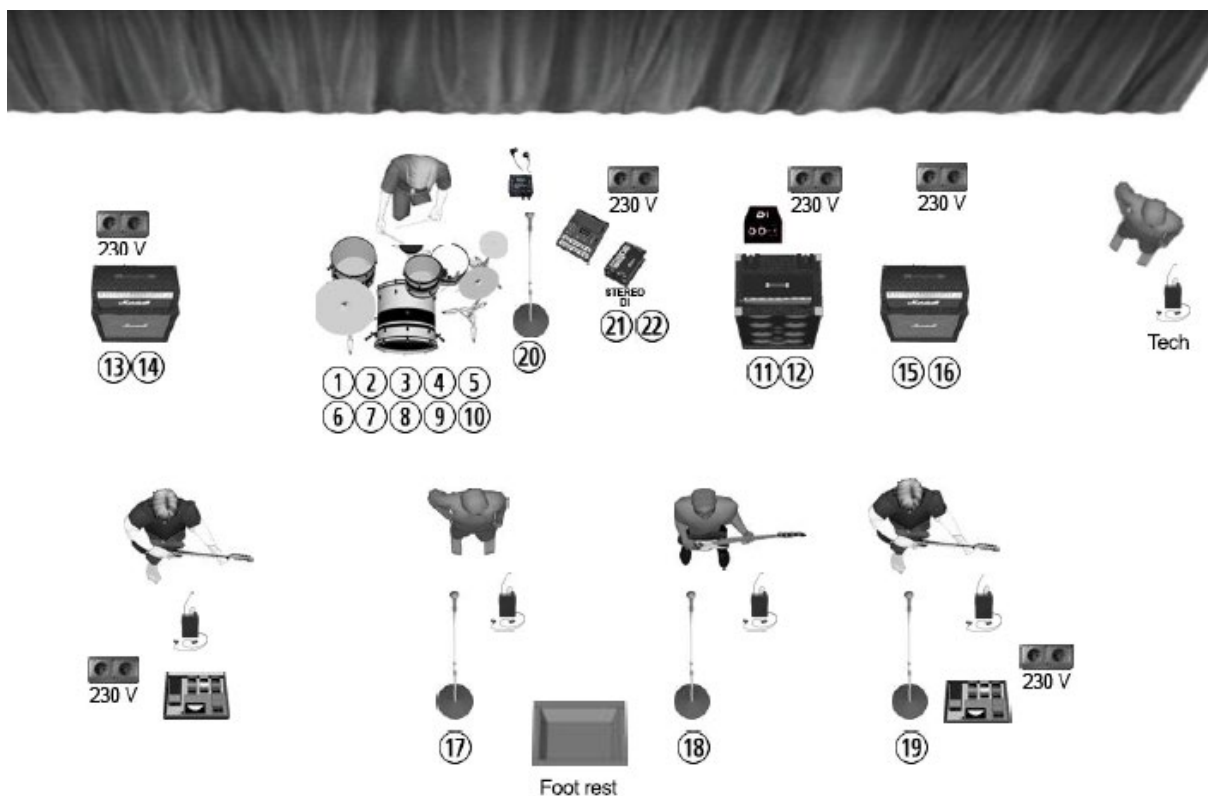
Vir: (Lastni vir)

3.4 Postavitev opreme

Ena izmed slik v tehničnem riderju je tudi postavitev opreme in inštrumentov na odru. Le ta se nikoli ne spreminja, razen če res ne gre drugače zaradi karakteristik prostora ali deljenja odra z drugimi izvajalci. V primeru koncertov, analiziranih v nalogi, je bila postavitev za oba primera enaka.

Pozicije na odru so precej "tradicionalne". Bobni so postavljeni na sredini oziroma malenkost proti desni strani odra, kjer si delijo prostor z enim kitarskim ojačevalcem. Na levi strani odra pa sta postavljena še en kitarski in en bas ojačevalec. Kitarista imata pred seboj še kitarske efekte. Stage box nima svoje fiksne pozicije ampak se postavi na levo ali desno stran, odvisno od električnih in signalnih napeljav prireditvenega prostora. Stage box in In-ear monitoring si delita ohišje, kar pomeni, da sta vedno skupaj na istem mestu. Če zaenkrat izvzamemo mikrofone, je to vsa oprema, ki se nahaja na odru. Mešalna miza je po navadi postavljena nekje proti zadnjemu delu prostora na sredini, kjer lahko tehnik najbolj optimalno oblikuje zvok za poslušalce.

Pomembno je, da smo pred postavljanjem opreme seznanjeni s stranmi odra, in sicer da levo in desno določamo v smeri z odra proti publiki. To pomeni, da kar poslušalci vidijo na desni strani odra, je v resnici "Oder levo".



Slika 1: Postavitev opreme in izvajalcev na odru

Vir: (Lastni vir)

Ko je vse na svojem mestu, začnemo s povezovanjem vseh elementov. Mešalno mizo s CAT5 kablom povežemo v stage box, ki premore 32 vhodov in 16 izhodov. Vanj priklopimo tudi Sampler, ki je tako kot bas kitara povezan preko DI boxa. Ker je sampler stereo, moramo imeti tudi stereo DI box, za razliko DI boxa bas kitare, ki je mono. Na AUX izhode iz stage boxa priklopimo posamezne monitoring oddajnike. Vsak v skupini ima svojega, vključno s tehniki. Slednje pripomore k hitremu zaznavanju tehničnih napak med samim koncertom.

Preglednost na odru nam precej olajša delo z bas ojačevalcem, ki že ima vgrajen direktni izhod, ki se obnaša enako kot DI box. To pomeni en element manj v signalni verigi in več prostora na odru.

Vso opremo na odru večinoma povezujemo z XLR kabli. Gre za uravnotežene kable s trikontaktnimi priključki, ki se uporabljajo za prenos zvoka brez šumov in motenj na daljše dolžine. So robustni in imajo varnostni zaklep, kar jih dela zelo zanesljive. Ostali kabli, ki jih še najdemo med opremo so CAT5 za povezavo mešalne mize in stage boxa in pa navadni kitarski kabli za priklop inštrumentov v ojačevalce. CAT 5 je standarden omrežni kabel, ki se uporablja za digitalno povezavo na dolgo razdaljo, saj hitro prenese velike količine podatkov. Z njim zamenjamo več fizičnih kablov, kar spet pripomore k hitrosti postavitve in zanesljivosti.

Pred uporabo se moramo le prepričati, da nam stage box omogoča pretvorbo signala v digitalno obliko za prenos do mešalne mize in nazaj v analogno za prenos do monitoring sistema. Takšni kabli uporabljajo RJ45 konektorje.

Vse zgoraj naštetu smo postavili in priklopili, sedaj pa je čas za najbolj pomembno stvar snemanja – postavitve mikrofонов.

3.5 Postavitev mikrofонов

Za različne vire zvoka sem uporabil različne mikrofone. Vsak mikrofoni je stal na stojalu, ki ga je priskrbel organizator, z izjemo tistih, ki so bili s pomočjo posebnih sponk pritrjeni na sam instrument (bobni).

Mikrofoni, uporabljeni za snemanje vokalov, so SE V7. Dinamični mikrofoni, ki je priljubljen zaradi robustne zasnove in odličnega zvoka za vokale, se uporablja zlasti za nastope v živo. Ima superkardoidno smerno karakteristiko, kar pomeni, da zelo dobro zmanjšuje zvoke iz okolice in šum s strani, s čimer se osredotoča na zajem zvoka neposredno pred mikrofonom. Pozicija mikrofona bo tako direktno pred usti pevcev na njim prilagojeni višini. Frekvenčni zapon je med 40 Hz in 19 kHz.

Z zajem zvoka iz kitarskih ojačevalcev sem uporabil Shure SM57. So eni izmed najbolj priljubljenih dinamičnih mikrofонов, znani po svoji vsestranskosti in trpežnosti. Kardoidna smerna karakteristika se osredotoča na sprejem zvoka iz sprednje strani in zmanjšuje šum iz okolice. Frekvenčni razpon je med 40 Hz in 15 kHz.

Za bas ojačevalec sem uporabil Sennheiser MD421, ki ima malo nižji frekvenčni razpon med 30 Hz in 17 kHz. Ima kardoidno smerno karakteristiko in nastavljen nizkofrekvenčni filter, kar omogoči prilagoditev odziva na nizke frekvence.

Vsi mikrofoni bodo pravokotno postavljeni na vir zvoka. Za določanje pozicije na ojačevalcu, si pomagam s svetilko, s katero posvetim skozi mrežico pred zvočnikom, da glede na njegovo pozicijo nastavim pozicijo mikrofona. Mikrofoni poskušam nastaviti tako, da je malo oddaljen od centra zvočnika, saj s tem dobim malo manj direkten in mehkejši zvok.

Največ mikrofонов pa sem uporabil na bobnih. Za bas bobni sem uporabil Shure Beta91 in Shure Beta52. Beta91 je kondenzatorski mikrofoni, ki se uporablja za notranji zajem zvoka. Položen je na blazino ali drugo blažilno podlago znotraj bobna. Mikrofoni je usmerjen proti kladivcu, s čimer natančno zajema udarce. Na zunanji strani bobna pa je Beta52. Dinamični

mikrofon, postavljen nekje 5–10 cm stran od resonančne opne, kar omogoča zajem nizkih frekvenc in globine. Oba imata kardioidno smerno karakteristiko.

SE V7X je mikrofon, ki sem ga uporabil na snare bobnu. Pravzaprav sem uporabil dva enaka, ki sta bila postavljena zrcalno drug na drugega. Mikrofon je dinamični s superkardioidno smerno karakteristiko. Nameščen je približno 5 cm nad obročem bobna in pod kotom 45° usmerjen proti sredini opne. Drugi mikrofon je nameščen zrcalno na prvega, na spodnji strani bobna. Njegova naloga je zajem zvoka mrežice, ki da bobnu značilen zvok.

Za Hi-hat sem uporabil Oktavo MK102, ki je kondenzatorski mikrofon, nameščen 10–15 cm nad robom činele. Nagnjen je pod kotom 60° proti zgornji čineli. Njegova kardioidna oblika kljub večji občutljivosti zagotavlja čim manjši vpliv zvoka iz drugih bobnov in činel.

Za tom in floor tom je bil uporabljen komplet Sennheiser e604 mikrofonov. Kompaktni, dinamični mikrofoni se s sponkami pritrdijo na obroč bobnov in so postavljeni 3–5 cm nad opno, pod kotom 45° in usmerjeni proti sredini opne.

Oktava MK102 se še enkrat pojavi pri čineli ride, kjer je nameščen 20–30 cm nad činelo in rahlo nagnjen proti sredini. Kondenzatorska zasnova zagotavlja visoko občutljivost in podrobnost zvoka.

Za konec pa sem za zajem celotnega bobnarskega kompleta uporabil še dva kondenzatorska mikrofona Neumann K184, nameščena na stojali približno 1 m nad kompletom. Postavljena sta v konfiguraciji spaced pair, kar omogoča stereo zajem. Njuna karakteristika zajema naravno sliko bobnov in prostorske značilnosti odra. Postavitev se v praksi imenuje tudi "Over head" (OH).

3.6 Tonska vaja

S postavljeno opremo, priključenimi ojačevalci in pravilno postavljenimi mikrofoni je čas za tonsko vajo. Tonska vaja zagotovi, da je vse povezano, kot mora biti in da vse deluje. Člani skupine s seboj na odru nosijo sprejemnik, ki jim preko slušalk v ušesa pošilja točno to, kar bi radi slišali (IEM). Med vajo se po navadi odigra nekaj skladb, medtem pa se prilagajajo glasnosti, frekvenčni odzivi in ostale nastavitve, da se ustvari uravnotežen zvok, primeren za prostor. Celoten proces po navadi traja okoli 60–90 min.

3.7 Snemanje

Že med tonsko vajo sem si pripravil vse potrebno za snemanje v program Cubase 12 Pro. V njem sem odprl nov projekt in nastavil vzorčevalno frekvenco na 48 Khz ter bitno globino na 24-bit, kar je standard za kakovostno snemanje v živo. Za vsak vhod na stage boxu sem ustvaril svoj kanal in ga poimenoval glede na seznam iz riderja. Računalnik sem z USB kablom povezal na mešalno mizo in vsakemu izmed kanalov določil svoj vhod.

Pred začetkom snemanja sem med tonsko vajo preveril vhodne ravni signala v vsak kanal, in jih po potrebi znižal, da se izognem "clippingu", ali zvišal, če je bil signal preslab.

Ko so bile vse ravni nastavljene na približno isto raven, sem počakal na nekaj minut pred koncertom, potem pa sem vklopil snemanje. Med koncertom sem spremljal raven signala, in če so vsi kanali še funkcionalni. Ker je bilo na koncu vse kot mora biti, sem po koncertu zaustavil snemanje in zvok kot večkanalni posnetek (multitrack) shranil na računalnik in na prenosni disk. Med snemanjem si nisem označeval posameznih skladb, saj je namen naloge preverjati druge spremenljivke, povezane s snemanjem in postprodukcijo celega koncerta v enem kosu in ne posameznih skladb.

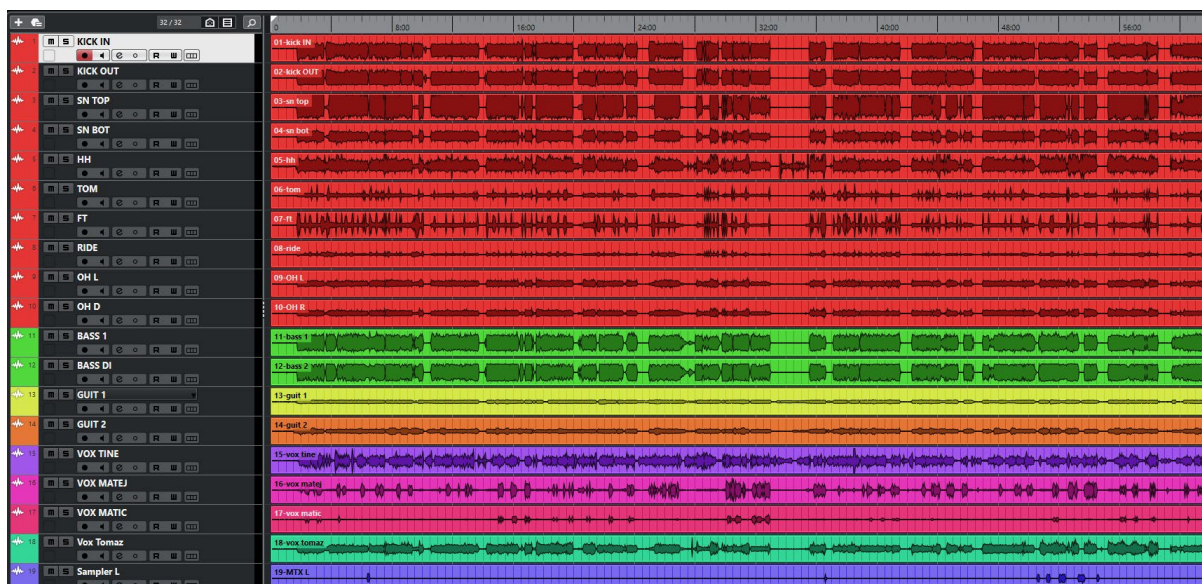
4 POSTPRODUKCIJA

4.1 Priprava posnetkov

Preden sem začel s kakršnimkoli urejanjem posnetkov, sem si le te najprej pripravil za urejanje. Za vsak kanal sem popravil ime, če je bilo potrebno oziroma sem krstice, uporabljene med snemanjem, spremenil v cela imena. Nato sem vse kanale skrajšal tako, da sem malo tišine pustil pred prvo in zadnjo skladbo. Odvečni posnetek nekaj minut pred in po koncertu sem odrezal in ga zavrgel. Prelezel sem tudi vsak kanal posebej, da preveril ali so kjerkoli kakšni izraziti šumi za kasnejše odstranjevanje oziroma kakšne druge večje nepravilnosti za obdelovanje. K sreči se v svetu snemanja v živo marsikatera malenkost spregleda, saj tudi odstopanja od originala, posnetega v studiu, ustvarjajo poseben čar koncertov.

Glavna razlika pri urejanju posnetkov v živo v primerjavi s studijskim posnetkom je, da je na posnetkih iz živega snemanja običajno prisotnih več neželenih шумov. (Gottlieb & Hennerich, 2008)

Sledilo je še preverjanje nivojev posameznih kanalov, kar pa je bilo zaradi pozornosti na to že ob snemanju hitro urejeno. Različne kanale sem razdelil še po barvah, da je bila preglednost večja, ter podobne inštrumente oziroma inštrumente z več mikrofoni združil v skupine za lažje mešanje.



Slika 2: Uvoženi in urejeni posnetki

Vir: (Lasten vir)

4.2 Miks

Proces miksa je po mojem mnenju najbolj kreativen, saj združujemo posamezne delce v celoto, ki mora odražati energijo in sporočilo skladbe oziroma koncerta.

Najprej sem se lotil miksa bobnov. Kot že omenjeno je na bobnih po navadi veliko mikrofонов. V mojem primeru jih je bilo deset. Tukaj pa pridemo do prve hipoteze diplomske naloge. Pri bas bobnu sta bila uporabljena dva mikrofona. Zanimalo me je, ali mi snemanje bas bobna z dvema mikrofonom res daje več možnosti pri nadaljnjem miksu kot snemanje le z enim. Še preden sem začel s postavljanjem razmerja med obema mikrofonom, sem naprej poslušal, kako bi zvenelo, če bi uporabil le enega pred bobnom, usmerjenim v sredino, kar je stalna praksa, ko nimamo na razpolago več opreme. Zunanji mikrofoni so lepo zajeli globino in nizke frekvence, s čimer mi je postavil zelo široko zvokovno sliko, medtem ko sem z notranjim mikrofonom lepo zajel prodorne in natančne udarce stopalke. Ugotovil sem, da bi, če bi bilo potrebno, lahko posnel bas boben le z enim mikrofonom, le da bi bil zvok precej manj definiran. Nadaljeval sem s postavljanjem razmerja med posnetkoma iz obeh mikrofонов. Ko se mi je zdelo, da je zvok bobna lepo definiran, sem nadaljeval z delom na snare bobnu. Tudi v tem primeru sem za namene preverjanja hipoteze uporabil tehniko snemanja z dvema mikrofonom. Podobno kot pri bas bobnu se je izkazalo, da bi lahko snare zajeli le z enim mikrofonom nad bobnom, a vendar bi mu manjkala prodornost in značilen zvok mrežice, ki ga zajema drugi mikrofoni. Ker je šlo za mešanje prvega posnetka, si še nisem dovolil potrditi hipoteze in sem mešal naprej. Po uporabi obeh mikrofонов na snare bobnu sem mu končno določil jasen zvok in nadaljeval na tom bobnih. Tukaj je bila zadeva precej enostavna, saj je na vsakem bobnu le po en mikrofoni. Dela z mešanjem dveh posnetkov tukaj nisem imel, sem pa se malo poigral z nastavitvami v izenačevalniku, o katerih bom za vsak inštrument posebej vse pojasnil malo kasneje. Toma sem s pomočjo drsnega potenciometra samo dvignil na določeno raven, da sem dobil grob oris nivojev glasnosti med bobni. Podobno kot za tome tudi pri činelah nisem imel kaj dosti dela, razen v izenačevalniku. Po grobi nastavitvi nivojev glasnosti sem vsem kanalom uredil še panoramo. Panorama se ureja v stereo posnetkih, ko je leva in desna zvočna podoba različna, kar nam daje občutek prostora in pozicije zvočnih virov po prostoru. Ker so bobni na odru postavljeni na sredini, sem si predstavljal, kaj je na desni in kaj na levi strani od navidezne sredinske črte. V tem primeru sta leva in desna določena iz smeri publike v smeri proti odru in ne obratno, kot sem govoril prej pri postavljanju opreme na oder. To pomeni, da je bas boben lahko na sredini, snare in hi-hat nastavimo rahlo na desno, medtem ko tom in floor tom postavimo rahlo na levo. Če imamo ozvočeno tudi ride činelo, jo pomaknemo v tisto smer, kjer

je. Po navadi je to na levo. Ko pa pride do "Over head" mikrofонов, pa jih preprosto obrnemo v skrajno stran, na kateri stojita. To pomeni, da mikrofón, ki je bližje in snare bobnu in hi-hat čineli nastavimo skrajno desno, da zajema celotno desno stran kompleta, mikrofón bližje floor tomu in ride čineli pa skrajno levo, kjer zajema levi del kompleta. Ko je vse naštetó nastavljeno, pa sledi relativno subjektivni del mešanja, kjer se trudimo, da s postavitvijo glasnosti posameznih kanalov ne zapostavimo drugih, obenem pa omogočimo, da se vsak del inštrumenta sliši tako, kot se mora.

Skoraj enak proces mešanja je za vsak inštrument, ki sledi. Pri kitarah denimo, imamo opravka z enim mikrofonom na ojačevalec. V takšnem primeru, si lahko dovolimo, da kanal podvojimo in med njima nastavimo rahlo stereo zvočno podobo. S tem pridobimo ogromen občutek prostora in širine. Če se kitari, kot v mojem primeru nahajata vsaka na svojem delu odra, sem za obe kitari podvojil kanal, enega izmed kanalov nastavil v skrajno smer, kjer je pozicija kitare, drugega pa rahlo čez polovico v nasprotno smer. To pomeni, da kljub temu da je kitara na levi strani, jo slišimo tudi na desni, a ne toliko, da bi mislili, da je pozicija glasbenika na desni. Enako, le da obratno, velja za kitaro na desni.

Sledi bas kitara, kjer sem se ponovno srečal s hipotezo, v kateri se sprašujem, kakšna je razlika med snemanjem z mikrofonom in snemanjem z DI box. V slednjem primeru namreč prihranimo veliko časa s postavitvijo in imamo večjo verjetnost za vedno enak zajem zvoka. Ko sem poslušal oba posnetka, sem ugotovil, da če nismo pozorni, lahko rečemo, da gre za skoraj isti zvok. Sem pa ponovno opazil podobnost s snemanjem bas bobna z dvema mikrofonom. Tako kot nam je tam zunanji mikrofón dodal širino in globino bobna, nam je v primeru bas kitare, mikrofón lepo zajel nizke frekvence in ustvaril mehko in široko zvočno podobo. DI box po drugi strani, pa se je obnašal bolj kot mikrofón, ki je bil v bas bobnu in usmerjen proti kladivcu. DI box že v imenu pove, da je povezan direktno na vir zvoka. Če ga postavimo na mesto mikrofona, ugotovimo, da pred seboj ne potrebuje zvočnika, ki bi mu proizvajal zajemani zvok. To se na koncu odraža v veliko bolj natančnem, direktnem in ostrem zvoku. Ko sem v miksu uporabil vsak kanal posebej, sem ugotovil, da miks deluje v obeh primerih. Bas se je vedno slišal, le da sem pri uporabi DI boxa uporabil manjšo vhodno jakost, saj je zvok veliko bolj prodoren kot zvok, zajet z mikrofonom. Potemtakem sem si ustvaril zelo grobo mnenje, da za namene igranja in snemanja v živo mogoče ne potrebujemo dodatnega mikrofona na ojačevalcu bas kitare. Končni posnetek iz obeh različnih načinov snemanja se mi v tem trenutku ni zdel tako bistveno različen, da bi vplival na potek in dožemanje samega koncerta. Pa vendar več o analizi in hipotezah malo kasneje. Za namene naloge sem uporabil oba posnetka, in tako kot pri

bobnih z njuno pomočjo sestavil zvočno sliko bas kitare, ki se mi je zdela hkrati dovolj mehka, široka in prodorna. Nastavil sem še panoramo, kjer sem bas kitaro postavil rahlo proti desni strani.

Za konec so mi ostali še vokalni mikrofoni in pa digitalni signal iz samplerja. Slednjega sem zaradi snemanja levega in desnega kanala v panorami postavil skrajno levo in desno ter s tem pridobil širino in stereo podobo vložkov. Vokali so bili prav tako deležni panoramske razporeditve, in sicer z glavnim vokalom na sredini in ostalimi pomožnimi vokali proti desni strani.

Med uvodnim korakom grobega urejanja posameznega kanala in končnega miksa pa seveda ne smemo pozabiti na nujno potrebno uporabo orodij, ki nam pomagajo pri končni podobi. Najpogostejše uporabljene orodja sta izenačevalnik (EQ) in pa kompresor. V teoriji bi lahko kakšno od orodij izpustili iz procesa, če bi nam uspelo zvok posneti v idealnih pogojih, kar pa na koncertu zagotovo niso. Poleg izenačevalnika in kompresorja sem pri miksu uporabil še dodajanje odmeva. Za obdelovanje sem uporabljal vtičnike, ki so že del programa Cubase 12 Pro. Izjema sta vtičnika Izotope Neutron in Izotope Ozone.

4.2.1 Izenačevalnik

Izenačevalnik (EQ) je orodje, ki nam pomaga ustvariti prostor za posamezne elemente v miksu. Vsak instrument oziroma vir zvoka ima svoje frekvenčno območje. Ko določimo le tega, lahko preostali frekvenčni spekter odstranimo, s čimer naredimo prostor za druge instrumente, katerih frekvenčni spekter je morda ravno tam. Za primer, pri bobnih sem vedno odrezal nizke frekvence do 35 Hz ali 40 Hz, kjer se pojavi samo šum in poudarim frekvence med 50 Hz in 100 Hz, kjer je zvok bobna najbolj definiran. Snare bobnu sem ojačal frekvence med 120 Hz in 250 Hz ter frekvence okoli 5 kHz, ki dodajo malo jasnosti. Pri okoli 400 Hz se lahko pojavijo blatne (muddy) frekvence, ki sem jih po potrebi odstranil. Tom bobni imajo naravno resonanco med 10 Hz in 300 Hz, ki sem jo našel ter ojačal. Med 4 kHz in 6 kHz sem našel frekvence, ki so se mi zdele uporabne za povečanje prodornosti. Na hi-hat in OH mikrofoni sem porezal vse frekvence do 150 Hz ter jih ojačal med 8 kHz in 12 kHz za pridobitev sijaja in zračnosti.

Bas kitara je zahtevala ravnovesje med globino in definicijo. To sem si lahko na grobo popravil že s kombinacijo mikrofona in DI box-a, a vendar sem z izenačevalnikom dobil bolj natančno sliko. Poudaril sem območje med 60 Hz in 100 Hz za poudarjanje polnosti in širine, ter

frekvence okoli 800 Hz za izstopanje v miksu. Preveril sem še vse nizke frekvence, da se preveč ne pokrivajo s frekvencami bas bobna.



Slika 3: Izenačevalnik na notranjem mikrofону bas bobna

Vir: (Lasten vir)

Električne kitare pogosto zavzemajo srednji del spektra. Poudaril sem frekvence med 2 kHz in 4 kHz za jasnost in izstopanje. Zmanjšal sem frekvence na območju okoli 200 Hz, kjer je zvenelo malo blatno (muddy). Ponovno sem uporabil High pass filter, s katerim sem porezal vse nizke frekvence in s tem sprostil prostor za frekvence bas kitare.

Pri vokalih sem med območjem 1 kHz in 4 kHz poiskal najbolj jasen vokal vsakega pevca in ga rahlo ojačal. S high pass filtrom sem zopet porezal vse frekvence pod 100 Hz. Za rahli pridih zračnosti in svetlosti sem ponekod pojačal frekvence med 10 kHz in 15 kHz. Pri vokalih se za razliko od kitar veliko bolj prilagajam specifikam posameznega pevca, da se ga sliši v končnem miksu.

4.2.2 Kompresor

S kompresijo v posnetku obvladujem dinamiko in zagotovim konsistentnost posameznih elementov v miksu. Gre za napravo ali v našem primeru programsko orodje, ki zmanjša razpon med najtišjimi in najglasnejšimi deli signala. Deluje tako, da zmanjša glasnost signalov, ki presežejo določeno raven, imenovano prag (threshold).

Glavni parametri kompresorja so:

- **Threshold (prag):** Določa raven, pri kateri začne kompresor delovati. Signali pod tem pragom ostanejo nespremenjeni, medtem ko se signali nad njim stisnejo.
- **Ratio (razmerje):** Opredeljuje, koliko bo glasnost signala nad pragom zmanjšana. Na primer, razmerje 4 : 1 pomeni, da bo signal nad pragom zmanjšan za štirikrat.
- **Attack (napad):** Določa, kako hitro začne kompresor delovati po tem, ko signal preseže prag. Kratek napad je uporaben za omejevanje transientov, medtem ko daljši napad ohranja naravno dinamiko.
- **Release (sprostitev):** Določa, kako hitro kompresor preneha delovati, ko signal pade pod prag.
- **Make-up gain (izravnalna ojačitev):** Uporablja se za povečanje celotne glasnosti signala po kompresiji, da se nadomesti izgubljena glasnost.

Pri obdelavi kanalov s kompresorjem sem uporabljal nastavitve, ki so se mi zdele pomembne za poudarjanje določenih elementov. Pri vokalih sem uporabil napade približno 10 ms, da sem ohranil naravni začetek besed in sprostitve med 50 ms in 100 ms za lep in gladek prehod. Razmerje sem nastavil na 4 : 1.

Bas kitara je zahtevala razmerje 4 : 1, saj je bilo treba obvladati precej dinamičnih skokov. Napad (attack) je nastavljen na 20 ms, da sem ohranil začetni udarec, sprostitev pa na 100 ms. Za bas kitaro in bas boben sem uporabil tudi paralelno kompresijo, ki je ob vsakem udarcu bas bobna rahlo zmanjšala glasnost bas kitare. Slednje pripomore pri ohranjanju dinamike kot tudi prepoznavnosti bas bobna v končnem miksu.



Slika 4: Kompresija na bas DI box

Vir: (Lasten vir)

Za bobne sem vsakemu kanalu dodal svojo kompresijo. Hitra sprostitvev bas bobna za definicijo in srednje hiter napad za ohranitev dinamike. Snare boben s hitrim napadom 10 ms in srednje hitro sprostitvijo 60 ms doda malce ostrine. Na tomih sem uporabil daljši napad 30 ms, da sem ohranil naravni ton in sprostitvev po 40 ms. Na činelah kompresije ni. Uporabimo jo le v primeru, ko so činele preglasne in še takrat zelo blago.

Kompresija električnih kitar je odvisna od stila. Ker gre pri punk skupini za precej dinamične kitare, sem na obe kitari dodal rahlo kompresijo 2 : 1 in hitrim napadom 5 ms, da malo omejim transiente, hkrati pa ne podrem dinamike, saj sta obe kitari tako ritmični kot tudi solo.

4.2.3 Dodajanje odmeva

Dodajanje odmeva in drugih efektov je zadnji korak pri oblikovanju prostora v miksu. Trudil sem se najti pravo ravnovesje med uporabo odmeva in ohranjanjem jasnosti. Na vokale sem dodal malo občutka širine in prostora s pomočjo vtičnika RoomWoorksSE.

Pri tem sem pazil, da odmev ne preglasi izvirnega zvoka. Uporabil sem pre-delay, kar pomeni, da začne efekt delovati nekaj milisekund po originalnem zvoku. To pomaga ohranjati definicijo. (Owsinski, 2014)



Slika 5: Dodajanje odmeva na vokal

Vir: (Lasten vir)

Z dodajanjem efektov sem opravil še zadnji korak pri ustvarjanju miksa. Po tem sledi le še natančno ustvarjanje zvočne podobe s prilagajanjem ravni glasnosti in panoram ter popravki nastavitvev orodij in efektov.

4.3 *Mastering*

Mastering je zadnja faza postprodukcije, v kateri se miks prilagodi tako, da doseže optimalno glasnost, frekvenčno uravnoteženost in skladnost z industrijskimi standardi. Namen masteringa je ustvariti izdelek, ki bo dobro zvenel na vseh napravah, od visokokakovostnih zvočnikov do običajnih slušalk ali prenosnih naprav.

Prvi korak v procesu masteringa je analiza dinamičnega območja posnetka. Prepričati se moramo, da skladba ne presega priporočene glasnosti (LUFS), kar bi povzročilo popačenje med predvajanjem. Nato uporabimo izenačevalnik za odpravljanje frekvenčnih ravnovesij. Na primer, če skladba zveni preveč "blatno" ali "ostro", prilagodimo frekvence okoli 200 Hz ali 5 kHz. (Owsinski, 2017)

Za primer izdelka diplomskega dela sem po tem, ko sem bil zadovoljen z miksom, le tega izvozil kot stereo.wav datoteko. Ker so se vsi kanali združili v enega, sem odprl nov projekt in vanj na en stereo kanal uvozil stereo posnetek koncerta, ki je bil pripravljen za obdelavo. Ponovno sem uporabil izenačevalnik in kompresor, dodal pa sem tudi limiter. Nastavil sem ga tako, da sem preprečil presežek signala nad 0dBFS. "Limiter je ključno orodje v masteringu, saj omogoča nadzor nad glasnostjo in preprečuje digitalno popačenje". (Owsinski, 2017)

Skupaj s kompresorjem mi je omogočil, da sem lahko dvignil glasnost, a vseeno ohranil dinamiko. Kompresor sem nastavil na razmerje 5 : 1, napadom 20 ms in sprostitvijo 50 ms. Prag delovanja sem nastavil na -24 dB. Na koncu sem z izenačevalnikom še rahlo popravil določene frekvence in tako določene elemente bolj izpostavil oziroma skril. Pri snemanju se lahko izenačevalnik uporablja za drastične spremembe, v masteringu pa je skoraj vedno uporabljen v zelo majhnih korakih, običajno v desetinkah decibela do največ 2 ali 3 dB. (Owsinski, 2016) Preveril sem tudi fazne korelacije in stereo sliko, s čimer sem zagotovil, da zvok ni preveč mono ali preveč razpršen.



Slika 6: Primer nastavitve limiterja za mastering

Vir: (Lastni vir)

Ko sem bil s končnim izdelkom zadovoljen, sem posnetek spet izvozil kot .wav datoteko, jo naložil na zaseben Soundcloud kanal, ter ga predvajal na čim več napravah in različnih sistemih za predvajanje. Po nekaj spremembah v izenačevalniku sem bil zadovoljen z izdelkom in ga še zadnjič izvozil.

Po končanih dveh miksih in dveh masteringih sem zaključil človeški del obdelovanja posnetka. Za oba posnetka sem uporabil enak postopek dela in enaka orodja, na katerih sem nastavil zanemarljivo različne nastavitve.

4.4 *AI miks*

Preden sem se lotil mešanja z umetno inteligenco, sem bil prepričan, da bo postopek hiter in preprost. V mislih sem imel, da bom vse posnetke uvozil v nov projekt, stisnil nekaj klikov in rezultat bo tukaj. A ne bi se mogel bolj motiti. Izkaže se, da umetna inteligenca morda le še ni tako napredna, kot sem mislil. Vsaj ne na tem področju.

Po nekaj dnevih raziskovanja sem naletel na vtičnik Izotope Neutron, ki omogoča avtomatsko analizo posnetkov in priporočila za izboljšanje miksa. Ker je bil kompatibilen z mojo programsko opremo, sem ga naložil in se odločil, da ga uporabim za to nalogo. Tukaj pa se je izkazalo, da je umetna inteligenca malo manj inteligentna. Ko sem v novem projektu že uvozil vsak kanal, kot pri prejšnjih miksih, sem moral na vsakega posebej vstaviti vtičnik Neutron. Označil sem mu del posnetka, ki je vseboval tako hitre in glasne kot tudi malo bolj počasne in tihe zvoke. Po nekaj sekundah jih je uspešno procesiral in ustvaril svojo lastno verigo efektov, s katero je obdelal zvok iz kanala. Rezultati so bili obetavni, zato sem vajo ponovil na vsakem izmed kanalov. Hitro sem imel pred seboj 22 obdelanih kanalov, ki so vsak zase zveneli odlično, a razmerja glasnosti med njimi niso bila pravilna tako kot tudi ne panorame.

Dober miks ne pomeni zgolj uravnavanja drsnikov – gre za zlivanje zvokov med seboj, tako da noben element ni zakrit. To je ogromna odgovornost, saj imaš v bistvu nadzor nad glasbo drugega umetnika. (Swallow, 2010)

Umetna inteligenca je uspela poskrbeti za samo procesiranje signala, človeško uho pa je to, kar ji manjka, ko pride do postavljanja posameznih delcev v skupno zvočno podobo. Malo sem še raziskoval in naletel na nekaj projektov, ki v prihodnosti obljublajo, da bo AI sama uredila tudi razmerja glasnosti, a so bili vsi še v dokaj zgodnji razvojni fazi in zato neuporabni v moji nalogi. Rahlo razočaran sem se lotil samega miksa brez kakršnegakoli posega v obdelane posnetke. Ko so se mi zdela razmerja med kanali primerna, sem projekt zopet izvozil kot stereo mixdown in ga pripravil še za AI mastering. Čeprav je umetna inteligenca opravila le polovico dela, za katerega sem upal, da ga bo, sem miks vseeno končal veliko hitreje kot v prejšnjih primerih. Enako sem storil še za drugi posnetek koncerta in že sem imel pripravljena dva AI miksa za AI mastering.



Slika 7: Primer AI obdelave posnetka kitare

Vir: (Lasten vir)

4.5 AI mastering

Vtičnik Izotope Neutron se je dobro izkazal, zato sem še malo raziskal vtičnike pri istem proizvajalcu in naletel na Izotope Ozone, ki pa je ustvarjen posebej za masteriziranje. Spet sem v programu Cubase 12 Pro ustvaril nov projekt in vanj uvozil stereo miks, ki sem ga ustvaril s pomočjo AI. Na kanal sem vstavil vtičnik Izotope Ozone, ki je del posnetka analiziral in predlagal začetne nastavitve. Sam sem nastavil le žanr glasbe. Vtičnik je po nastavitvi žanra sam prilagodil glasnosti, frekvenčni spekter in dinamiko. Zopet si je sestavil verigo vtičnikov, skozi katero je procesiral posnetek. Ozone je bil zelo hiter in natančen, končni produkt pa presenetljivo dober. Stereo slika je bila široka, glasbila prepoznavna in dinamika še vedno prisotna, kljub temu da se je vse slišalo glasneje. Res je, da funkcija "Master Assistant" pogosto služi le kot izhodišče na katerem ročno prilagodimo parametre za dosego želenega umetniškega vtisa, a vseeno je za namen naloge pomemben le njegov doprinos k izdelku. Posnetek sem izvozil in enako storil še za drugi AI miks.



Slika 8: Primer verige efektov AI masteringa

Vir: (Lastni vir)

Končni izdelki človeškega in AI miksa ter masteringa so dostopni na povezavi: [Diplomsko delo – posnetki](#).

5 ANALIZA REZULTATOV

5.1 Interpretacija rezultatov

V raziskavi sem se osredotočil na ključne spremenljivke, ki vplivajo na snemanje in postprodukcijo koncerta v živo. S poudarkom na različnih tehnikah snemanja ter uporabi umetne inteligence v postprodukciji sem preverjal štiri hipoteze:

- H1: Koncertni prostor močno vpliva na snemanje koncerta.
- H2: Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare-u nam omogoča več možnosti pri mešanju.
- H3: Snemanje bas kitare na koncertu prek DI–boxa se ne razlikuje mnogo od snemanja z mikrofonom.
- H4: Umetna inteligenca naredi zelo drugačen mix in mastering.

5.1.1 H1: Koncertni prostor močno vpliva na snemanje koncerta

Primerjava koncertov v prostoru (dvorana Mladinskega centra Brežice) in na prostem (Trg Leona Štuklja v Mariboru) je postregla z zanimivimi rezultati, ki so bili nepričakovani. V teoriji nam zaprti prostori nudijo naravne odmeve, ki lahko obogatijo zvok, pri snemanju na prostem pa le teh odmevov nimamo in jih moramo dodati v postprodukciji. Izkazalo se je, da pri zajemanju zvoka ni bilo bistvene razlike, kar se tiče odmeva prostora. K temu najverjetneje botruje akustična obdelava dvorane, saj je večnamenska in mora akustično gledano ustrezati velikemu naboru dogodkov. Četudi bi nam rahel odmev prišel prav na glasbenem koncertu, bi nam le ta lahko povzročal težave na kakšni konferenci. Poleg tega smo za vsa snemanja uporabili kardiodne ali hiperkardiodne mikrofone, ki imajo dovolj natančno usmerjenost, da v nobenem primeru nismo zajeli preveč motenj iz okolice. Za povrh sem na obeh koncertih že pred snemanjem nastavljal frekvenčni spekter vsakega mikrofona zelo podobno, kot sem jih nastavljal kasneje v postprodukciji. To se sicer direktno ni poznalo pri zajemanju zvoka, saj je bilo namenjeno za prilagajanje ozvočenja na prostor, je pa pomagalo, da se prek ozvočenja v prostor niso pošiljali celotni frekvenčni spektri, od katerih bi se lahko marsikateri vrnil skozi mikrofona in mi ustvaril problem.

Naravni odmevi prostora lahko izboljšajo ali poslabšajo zvok – njihovo nadzorovano zajemanje je bistveno za kakovosten posnetek. (Bartlett & Bartlett, 2014)

Izkazalo pa se je, da teorija mogoče vseeno ni čisto zanemarljiva, saj sem v dvorani v vokalne mikrofone zajel več zvoka publike kot na prostem. K temu najverjetneje botruje nekaj odbojev zvoka od sten, a vendar sem to ugotovitev zanemarlil, saj je bil oder v dvorani bistveno bližje prvi vrsti publike kot oder na prostem in s tem možnost zajema zvoka ne glede na stene bistveno večja.

Zaradi pridobljenih rezultatov sem mnenja, da lahko z ustrezno izbiro opreme in pravilnimi nastavitvami močno zmanjšamo vpliv prostora na snemanje, če le to želimo. Hipotezo sem zato delno ovrgel.

5.1.2 H2: Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare-u nam omogoča več možnosti pri mešanju

Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in na snare bobnu se je izkazala za izjemno koristno. Pri bas bobnu je notranji mikrofoni zagotovil definiran in prodoren zvok, medtem ko je zunanji mikrofoni zajel nižje frekvence in s tem ustvaril občutek širine. Kombinacija obeh je v postprodukciji omogočila fleksibilnost pri oblikovanju končne zvočne podobe, kar bi z enim mikrofonom precej težje dosegli.

Podobna ugotovitev je bila pri snemanju snare bobna, kjer je zgornji mikrofoni zajemal udarec in zvok opne, medtem ko je spodnji mikrofoni zajemal resonanco mrežice. Rezultat mi je pri miksu omogočil večjo dinamiko in definicijo, kar je še posebej pomembno pri takšnem žanru glasbe.

Ugotovil sem, da ni nujno potrebno snemati bas in snare bobna z dvema mikrofonom, a nam zagotovo omogočata več možnosti za miks in pridobivanje željene zvočne podobe inštrumenta. Hipotezo sem potrdil.

5.1.3 H3: Snemanje bas kitare na koncertu prek DI-box-a se ne razlikuje mnogo od snemanja z mikrofonom

Pri snemanju bas kitare z mikrofonom in DI box-om sem naletel na manjše razlike med posnetkoma. Zlasti pri živi izvedbi, kjer je zvok po navadi manj dodelan kot v studiu, je razlika še toliko manj opazna. DI box je zagotovil čist in natančen signal brez kakršnegakoli zunanjega vpliva, zajemanje zvoka z mikrofonom pa je dodalo občutek topline in globine, ki ga DI box ne more reproducirati. Četudi sta mi obe tehniki snemanja zelo pomagali pri definiranju zvoka bas kitare v miksu, se mi zdi, da bi lahko snemanje koncerta v živo brez problema izvedli tudi samo z DI box-om. Slednje bi mi omogočilo krajši čas postavitve in snemanje brez večjih kompromisov kakovosti na dogodkih, kjer je akustika problematična. Hipotezo sem potrdil.

5.1.4 H4: Umetna inteligenca naredi zelo drugačen mix in mastering

Analiza miksa in masteringa pa je pokazala malo bolj nepričakovane rezultate. Kot že omenjeno, sem pričakoval enostavno, hitro in avtonomno uporabo. Vse naštetu je bilo sicer res, a le v določenih pogledih. Če se za trenutek še ne osredotočim na preverjanje hipoteze, bi rad izpostavil dejstvo, da je AI čisto samostojno uspela narediti le mastering. Miks, po drugi strani, je ustvarila le na pol. Posneti material je po posameznih kanalih obdelala zelo dobro, a nikakor ni znala postaviti končne podobe. K temu je botrovala stopnja razvoja, na kateri je trenutno ta tehnologija. Na podlagi tega sem se odločil, da bom miks ocenjeval le z vidika procesiranja surovih posnetkov; prilagajanje glasnosti posameznih kanalov in postavitev panoram pa bom nastavil sam, kot sem jih pri človeškem miksu. Po postavitvi miksa, katerega kanale je obdelala AI, sem ugotovil, da se zvok sicer razlikuje, a ne tako očitno, kot sem pričakoval. Obdelava umetne inteligence je za seboj pustila miksa, ki je dajal malo večji občutek širine in globine. Prav tako je natančno določila frekvenčni spekter vsakega glasbila, zato se je vse skupaj mogoče slišalo malo jasneje. Ker pa sem se po drugi strani sam tega lotil na začetku kariere, kar pomeni, da mojih izkušenj in znanja še ni toliko, se mi je vseeno zdelo, da bi morala AI narediti mnogo večjo razliko v obdelavi, če bi želeli hipotezo potrditi.

Podoben rezultat sem imel pred seboj na koncu masteringa. AI ga je definitivno naredila hitreje in subjektivno gledano za moje pojme tudi malo boljše. A vseeno razlika med AI masteringom in človeškim masteringom ni bila zelo velika. Hipotezo sem zavrnil.

6 SKLEP

Diplomsko delo *Snemanje in postprodukcija koncerta, posnetega v živo* je obravnavalo pomembne vidike snemanja glasbenih dogodkov v živo ter postprodukcijskih procesov. Cilj je bil raziskati vpliv spremenljivk na snemanje in uporabo različnih metod ter orodij za izboljšanje končnega rezultata. Raziskava je temeljila na praktičnem delu, kjer sem snemal dva koncerta – enega v zaprtem prostoru (dvorana Mladinskega centra Brežice) in enega na prostem (Trg Leona Štuklja v Mariboru). S tem sem preverili štiri glavne hipoteze, ki so se nanašale na vpliv koncertnega prostora, uporabo več mikrofонов, snemanje bas kitare prek DI box-a in vpliv umetne inteligence na miks in mastering.

Hipoteza **H1**, ki je trdila, da koncertni prostor močno vpliva na snemanje koncerta, je bila delno ovržena. Kljub teoretičnim predvidevanjem, da zaprti prostor zaradi odbojev zvoka predstavlja možno težavo in motnje pri snemanju, je uporaba ustreznih mikrofонов, njihova pozicija in pravilna nastavitve zagotovila zmanjšan vpliv prostora na snemanje in s tem izničila opazno razliko med posnetkoma. Enako je pri odprtem prostoru odsotnost odmevov le malo vplivala na končni posnetek. K sreči sem imel tudi srečo z vremenskimi vplivi, zato je bila analiza posnetkov, ki so razen prostora nastali v praktično istih pogojih, veliko lažja.

Hipoteza H2, ki je trdila, da uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare bobnu omogoča več možnosti pri mešanju, je bila potrjena. Uporaba dveh mikrofонов na bas bobnu in snare bobnu je omogočila večjo fleksibilnost pri oblikovanju končne zvočne podobe. Notranji mikrofoni na bas bobnu je zagotovil definiran in prodoren zvok, medtem ko je zunanji mikrofoni zajel nižje frekvence in ustvaril občutek širine. Podobno je bilo pri snare bobnu, kjer je zgornji mikrofoni zajemal udarec, spodnji pa resonanco mrežice. Kombinacija obeh mikrofонов je omogočila večjo dinamiko in definicijo v končnem miksu.

Hipoteza H3, ki je trdila, da se snemanje bas kitare prek DI box-a ne razlikuje mnogo od snemanja z mikrofonom, je bila prav tako potrjena. DI box je zagotovil čist in natančen signal, medtem ko je mikrofoni dodal toplino in globino. Kljub temu se je izkazalo, da bi bilo snemanje koncerta v živo možno izvesti tudi samo z DI box-om, kar bi omogočilo krajši čas postavitve in zmanjšalo tveganje za neželene zunanje vplive.

Hipoteza H4, ki je trdila, da umetna inteligenca naredi zelo drugačen miks in mastering, je bila zavrnjena. Umetna inteligenca je sicer omogočila hitrejšo obdelavo posnetkov in natančno določitev frekvenčnega spektra, vendar ni bila sposobna samostojno ustvariti končne zvočne podobe. Miks, ki ga je obdelala AI, je bil sicer drugačen, vendar ne tako drastično, kot sem pričakoval. Podobno je bilo tudi pri masteringu, kjer je AI sicer zagotovila hitrejši in subjektivno gledano boljši rezultat, vendar razlika med AI in človeškim masteringom ni bila zares velika.

Skupno gledano je diplomsko delo pokazalo, da je snemanje koncertov v živo tehnično zahteven proces, ki zahteva prilagodljivost in natančno izvedbo. Uporaba več mikrofонов na bas bobnu in snare bobnu ter kombinacija snemanja bas kitare z mikrofonom in DI box-om sta se izkazali za zelo koristni pri oblikovanju končne zvočne podobe. Umetna inteligenca pa je kljub svojemu potencialu še vedno omejena in za doseganje vrhunske kakovosti zvoka še vedno potrebuje človeški nadzor.

V prihodnosti bi bilo koristno razširiti raziskavo na več koncertov v različnih prostorih ter preizkusiti naprednejša AI orodja, ki bi lahko še bolj avtomatizirala postproduksijske procese. Kljub temu pa je že sedaj jasno, da je kombinacija tradicionalnih tehnik in sodobne tehnologije ključ do uspešnega snemanja in postprodukcije koncertov v živo.

7 VIRI IN LITERATURA

Bartlett, B., & Bartlett, J. (2014). *Recording Music on Location*. Taylor&Francis.

Evans, B. (2010). *Live Sound Fundamentals*. Course Technology.

Gottlieb, G., & Hennerich, P. (2008). *Recording on the go*. Course Technology.

Miles, H. D., & Runstein, E. R. (2010). *Modern Recording Techniques*. Taylor & Francis.

Owsinski, B. (2014). *The Mixing Engineer's Handbook* . Bobby Owsinski Media Group.

Owsinski, B. (2016). *The Mastering Engineers Handbook*. Bobby Owsinski Media Group.

Owsinski, B. (2017). *The Recording Engineer's Handbook*. Bobby Owsinski Media group.

Swallow, D. (2010). *The Art of Mixing a Show*. Elsevier Inc.

8 PRILOGE

Priloga 1: Človeški miks koncerta v Brežicah (WAV format, 48Hz, 32-bit)

Priloga 2: AI miks koncerta v Brežicah (WAV format, 48Hz, 32-bit)

Priloga 3: Človeški mastering koncerta v Brežicah (WAV format, 48Hz, 32-bit)

Priloga 4: AI mastering koncerta v Brežicah (WAV format, 48Hz, 24-bit)

Priloga 5: Človeški miks koncerta v Mariboru (WAV format, 48Hz, 24-bit)

Priloga 6: AI miks koncerta v Mariboru (WAV format, 48Hz, 24-bit)

Priloga 7: Človeški mastering koncerta v Mariboru (WAV format, 48Hz, 24-bit)

Priloga 8: AI mastering koncerta v Mariboru (WAV format, 48Hz, 24-bit)