

Kristoffer Kleveland

Akustisk musikkproduksjon til Dolby Atmos

Bacheloroppgave i Musikkteknologi

Veileder: Andreas Bergsland

Januar 2022

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Det humanistiske fakultet
Institutt for musikk



Kristoffer Kleveland

Akustisk musikkproduksjon til Dolby Atmos

Bacheloroppgave i Musikkteknologi
Veileder: Andreas Bergsland
Januar 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Det humanistiske fakultet
Institutt for musikk



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Hvordan går man frem for å produsere akustisk musikk til Dolby Atmos og hva kan dette nye lydformatet tilføre den tradisjonelle musikkopplevelsen? Dette prosjektet utforsker de soniske mulighetene Dolby Atmos tilbyr for produksjon av akustisk musikk gjennom praktisk utforskning og kreativ eksperimentering av ulike produksjonsteknikker. En kort oversikt over historien til surround-lyd blir presentert. Videre tar jeg for meg ulike format og mikrofonteknikk for 3D-lyd. Hoveddelen av prosjektet består av tre produksjoner: «Maid Veahket» - innspilling i Nidarosdomen, en praktisk utforskning av tre kompakte 3D-mikrofonteknikker og «Klubb 5» av Reiche - innspilling på Dokkhuset. Metoder for produksjonene blir redegjort for, og resultat blir presentert. Avslutningsvis diskuteres ulike momenter ved prosjektene og prosessen.

Abstract

How does one approach producing acoustic music for Dolby Atmos, and what can this new audio format add to the traditional music experience? This project explores the sonic possibilities that Dolby Atmos offers for acoustic music production through practical exploration and creative experimentation with various production techniques. A brief overview of the history of surround sound is presented, followed by discussions on different formats and microphone techniques for 3D audio. The main part of the project consists of three productions: "Maid Veahket" - recorded in Nidaros Cathedral, a practical exploration of three compact 3D microphone techniques, and "Klubb 5" by Reiche - recorded at Dokkhuset. Production methods are explained, and results are presented. Finally, various aspects of the projects and the process are discussed.

Annerkjennelser

Først og fremst ønsker jeg å takke alle de fantastiske menneskene som har hjulpet meg å stable dette prosjektet på plass. Takk til Nidarosdomen Oratoriekor, Petra Bjørkhaug, Georg Buljo, Per Willy Aaserud og Thomas Henriksen for muligheten til å spille inn i Nidarosdomen. Videre ønsker jeg å takke mine flotte medstudenter som var med på innspillingen i studio Olavskvartalet: Andreas Vislie, Margrethe Dahl, Tore Talgø Roaldseth og Vegard Rishaug. Jeg ønsker også å takke Reiche, bestående av Øyvind Leithe og Vegard Rishaug, og Dokkhuset scene for å få låne lokalet til innpilling. Til slutt ønsker jeg å takke veilederen min Andreas Bergsland for god veiledning gjennom hele prosjektperioden.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
Abstract.....	1
1 Introduksjon	7
2 Bakgrunn	8
2.1 Begrep	8
2.2 3D-lyd i et historisk perspektiv	8
2.3 3D-lydformater	9
2.3.1 Dolby Atmos	9
2.4 Opptaksteknikker for 3D-lyd	10
2.4.1 3D-opptaksteknikker basert på XY og M-S	11
2.4.2 Ambisoniopptak	13
2.4.3 Surround «mikrofonarrays»	13
3 Overordnet metode	16
3.1 Innledende arbeid	16
4 «Maid Veahket»	17
4.1 Innspilling i Nidarosdomen	17
4.2 Metode for miks	18
4.3 Resultat	19
5 Surround-jam	20
5.1 Innspilling i studio olavskvartalet	20
5.2 Resultat	22
6 «Klubb 5» - Reiche	24
6.1 Innspilling på Dokkhuset	24
6.2 Miks	25
6.3 Resultat	26
7 Diskusjon	27
8 Konklusjon	29
9 Referanser	30
10 Vedlegg	32
10.1 Maid Veahket.wav	32
10.2 Surround-jam.wav	32
10.3 Klubb 5 – Reiche.wav	32

1 Introduksjon

Surround lyd har lenge vært en standard innenfor film og tv. Med utviklingen og videreføringen av «kinokonseptet» så man stadig nye former for surround teknologi, og i dag er Dolby Atmos en slags industristandarden til lyd for film. I musikkverdenen har flerkanalslyd et slags nisjepreg over seg, som tilsynelatende kun entusiaster og kunstnere bryr seg om og driver med. Debatten rundt dette temaet kan virke ganske betent, og det er flere som har sterke meninger om hvilket format musikk helst burde nytes i, ganske lik den debatten man så i overgangen fra mono til stereo. Da Atmos gjorde sitt inntog i musikken så vi en holdningsendring til surround lyd i musikk; nesten over natta ble atmos en form for industristandard, og flere store musikkelskaper krever i dag at teknikere sender inn både stereo og atmos mikser. Hvorvidt Dolby Atmos har kommet for å bli er fortsatt usikkert, men formatet er meget aktuelt for videre forskning og eksperimentering. Etter å ha opplevd formatet live på Focal sin Superbooth stand i Berlin 2023 ble jeg overbevist om at det har noe for seg, og ønsket derfor å dykke inn i denne verdenen.

Målet med dette bachelorprosjektet er å avdekke de soniske mulighetene Dolby Atmos tilbyr i produksjon av akustisk musikk gjennom praktisk utforskning og kreativ eksperimentering av ulike produksjonsteknikker. Ettersom min egen praksis de siste årene har basert seg på innspilling av ulike ensembler i samme rom, ønsket jeg å fokusere på dette aspektet med produksjon til Dolby Atmos. Min overordnede spørsmålsstilling i dette prosjektet har vært: hvordan går man frem for å produsere akustisk musikk til Dolby Atmos og hva kan dette nye lydformatet tilføre den tradisjonelle musikkopplevelsen?

I rapporten vil jeg innledningsvis forklare ulike begreper og gi en oversikt over historien til surround-lyd. Videre tar jeg for meg relevant teori, med fokus på ulike formater og opptaksteknikker for 3D-lyd. Deretter vil de ulike prosjektene jeg har gjort bli presentert, med en forklaring på metoder brukt og resultatet av anvendte metoder. Avslutningsvis skal jeg reflektere over resultatet og oppsummere de viktigste aspektene med dette prosjektet.

2 Bakgrunn

I dette kapitlet vil jeg første avklare begrep brukt i rapporten. Deretter legges det frem en kort oppsummering av historien til 3D-lyd. Metoder for 3D-lyd blir forklart og en oversikt over 3D-lydformat blir gitt. Deretter blir ulike tilnærminger til opptak av 3D-lyd presentert.

2.1 Begrep

Rudi og Simonsen (2023) definerer kringlyd som en «(...) felles betegnelse på teknikker som plasserer og beveger lyder i lydfelt, og som brukes for å skape eller gjenskape troverdige lydmiljøer i elektroakustisk musikk og andre medieproduksjoner». Kringlyd, surround-lyd og 3D-lyd brukes ofte om hverandre. Når vi prater om surround refererer dette ofte til fysiske høyttalersystem. Notasjonen som brukes for å forklare størrelsen på et høyttalersystem (eller kanalkonfigurasjonen) er X.Y, der X står for antall kanaler på det horisontale planet og Y er en egen lavfrekvent effektkanal (LFE – Low Frequency Effect) (Myren, 2023). I 3D-lydsystem brukes også en bokstav Z for å si noe om antall høydehøyttalere, så i et «standard» Dolby Atmos høyttaleroppsett vil kanalkonfigurasjonen være 7.1.4. De såkalte «høydekanalene» som brukes i 3D-lydformater kan hjelpe lydteknikere med å gi lytteren en mer realistisk lydgjengivelse og en høyere grad av immersjon hos lytteren, men åpner også muligheten for kreativ panorering av ulike lyder (Lee, 2022).

Immersjon, akustisk sett, refererer til lyder som kommer fra alle retninger rundt en lytter, noe som gjenspeiler hvordan mennesker opplever lyd. Imidlertid refererer den vanlige betydningen av immersjon innen lyd og akustikk til den psykologiske følelsen av å være omgitt av spesifikke lydkilder, så vel som omsluttende lydlandskap (Wenzel et al., 2018).

2.2 3D-lyd i et historisk perspektiv

Evnen vår til å lage virtuelle 3D-lydmiljøer er et relativt nytt fenomen (Boren, 2018). Lydgjengivelse var i starten ékanals (mono), men i mellomkrigstiden startet man å eksperimentere med flerkanallyd. Et samarbeidsprosjekt mellom Walt Disney Studios og RCA resulterte i et av de første surround-lydsystemet verden har sett – Fantasound. Systemet var for komplisert til å få fotfeste, men i etterkrigstiden ble tokanalsvarianten (stereo) adoptert av konsumermarkedet og ble en ny standard for lydgjengivelse. I løpet av 1950- og 1960-tallet ble multikanalsystemer videreutviklet innen kunstmusikken (Rudi & Simonsen, 2023).

2.3 3D-lydformater

I musikk og filmverden eksisterer det tilsynelatende tre allment aksepterte system – eller «industridefinerte standarder» – for 3D lyd: Aura 3D, Dolby Atmos og Ambisoni (Pfanzagl-Cardone, 2023a). Disse formatene, som beskrevet i Corteel et al. (2016), implementerer 2D og 3D lyd ved hjelp av et (eller fler) av de følgende prinsippene:

Kanalbasert lyd (CBA): hver enkelt lydstrøm blir tildelt hver sin spesifikke høyttaler eller kanal. Lyden blir kodet til å passe et spesifikt høyttaleroppsett, slik som 5.1 eller 7.1.

Scenebasert lyd (SBA): basert på høyere ordens ambisoni (HOA). HOA er en teknologi som tillater realistisk opptak og overbevisende gjengivelse av 3D-lydfelt på forskjellige avspillingsformat, slik som hodetelefoner, ulike høyttaleroppsett og lydplanker.

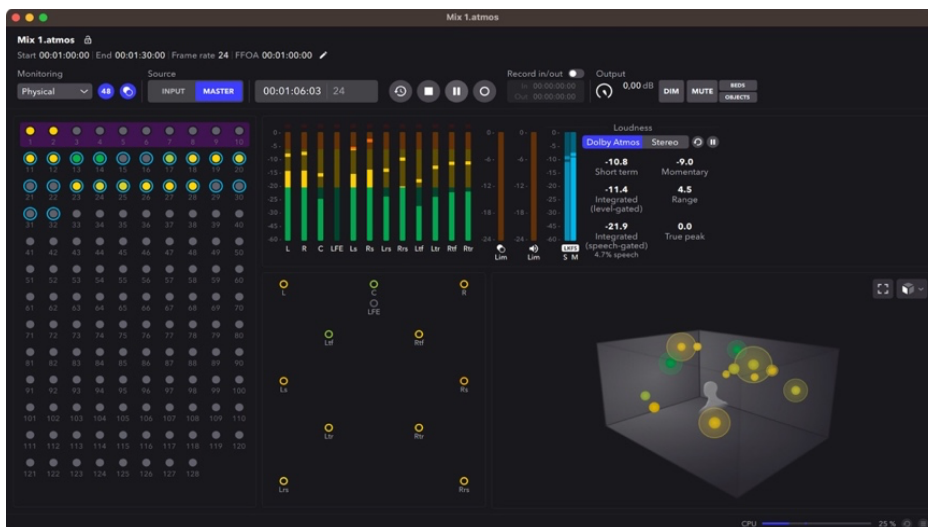
Objektbasert lyd (OBA): lydstrømmer blir beskrevet som lydobjekter med metadata for posisjon og romlig omfatning, som kan endre seg over tid. I likhet med SBA, kan OBA anvendes til ulike avspillingsformat.

2.3.1 Dolby Atmos

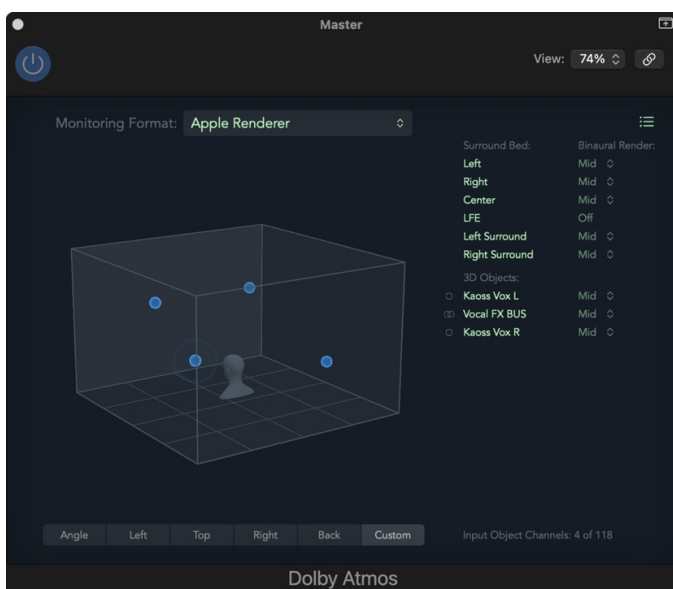
Dolby Atmos er en surround-lydteknologi utviklet av Dolby Laboratories. Den utvider eksisterende surround-lydsystemer ved å legge til høydekanaler, slik at lyder kan panoreres uten horisontale eller vertikale begrensninger (Pfanzagl-Cardone, 2023c). Dolby Atmos anvender både kanalbasert og objektbasert lyd. En «bed» er en kanalbasert surround-bus som inkluderer flerkansals panorering. Beds kan konfigureres fra stereo (2.0) opp til 7.1.2, og i enkelte DAW'er har man muligheten til å bruke flere beds. (Dolby, 2021). Et objekt derimot er en form for objektbasert lyd, hvor objekter kan panoreres hvor som helst i et 3D-lydfelt. Den posisjonelle informasjonen til lyden blir skrevet inn i objektet som metadata, og blir dekodet i sanntid for å tilpasse den romlige plasseringen til det spesifikke høyttaleroppsettet som blir brukt (Audient, 2024). «Beds» og objekter samles og eksporteres til en enkelt masterfil via Dolby Atmos Renderer programvaren. Rendereren kan håndtere opptil 128 innganger, hvor hver enkel kanal i bedene teller som en inngang.

Dolby Atmos er integrert i flere ulike DAW'er (digital audio workstation), som Pro Tools, Nuendo og Logic Pro X, noe som har gjort arbeidsflyten relativ lett. Enkelte DAW'er har en innebygd atmos renderer, men i forhold til Dolby sin atmos renderer vil ikke alle funksjoner være tilgjengelig tilgjengelig.

Når man eksporterer en atmos miks får man en samlet filtype som heter ADM BWF (Audio Definition Model Broadcast Wave Format). ADM BWF-masterfilen er det som brukes når man sender en ferdig miks til mastering eller distribusjon. Filen inneholder alle lydkanalene i en atmosmik: surround-«beden» og objektene, panoreringsdata og nødvendig metadata (Apple, 2024).



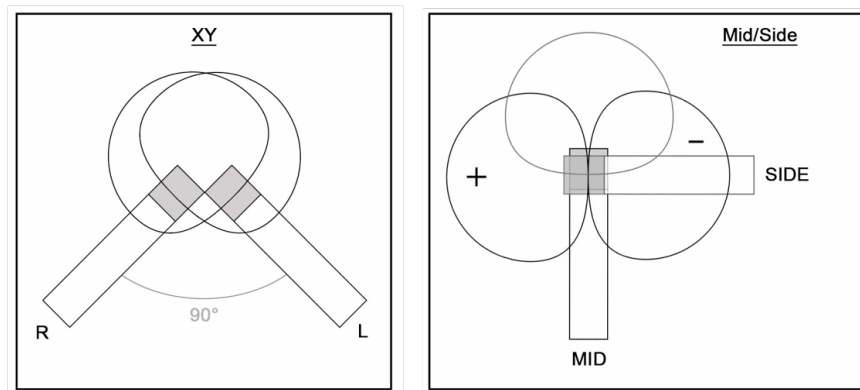
Figur 1 Dolby Atmos Renderer programvare



Figur 2 Logic sin interne renderer

2.4 Opptaksteknikker for 3D-lyd

Mye av forskningen gjort på 3D-lyd handler om ulike mikrofonteknikk. I en studie av Lee (2019) ble 8 ulike surround mikrofonarray testet. Hensikten med forsøket var å lage en åpen database for å kunne undersøke forskjellene mellom de ulike teknikkene. Likevel er dette bare en brøkdel av teknikkene som eksisterer i dag, hvor også mange av de ulike teknikkene baserer seg på allerede kjente stereo opptaksteknikker som XY og Mid-side. Opptaksteknikk for ambisoni er også en velkjent metode for opptak i 3D, hvor det blir anvendt ulike kompakte og praktiske systemer for opptak.

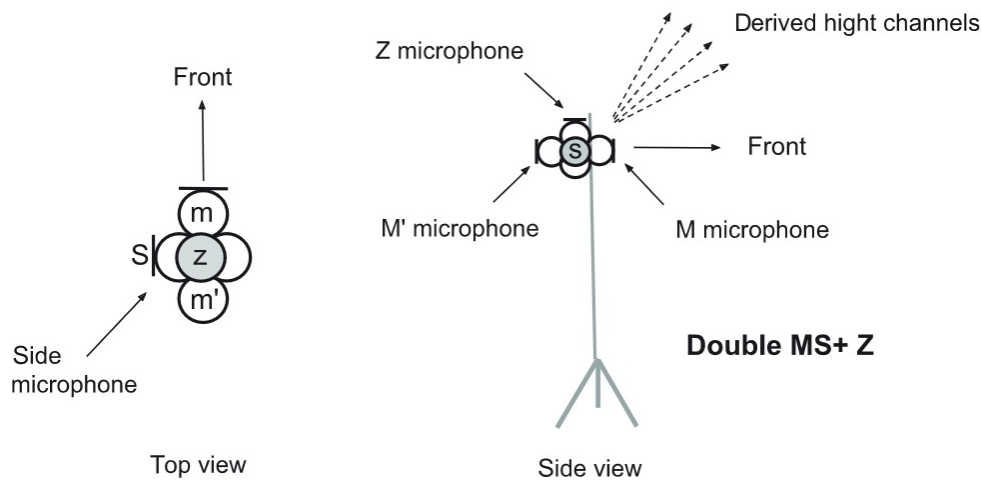


Figur 3 XY og M-S stereoteknikk

2.4.1 3D-opptaksteknikker basert på XY og M-S

Tradisjonell M-S består som regel av en fremover vendt kardioid- eller omnimikrofon (M), og en sidevendt åttetallsmikrofon (S, og S' der polariteten er vendt) (se figur 3). Denne teknikken kan utvides for å fange både horisontal surround- og høydeinformasjon ved å legge til en bakovervendt kardioidmikrofon (M') og en vertikalt orientert åttetallsmikrofon (Z). Gitt at mikrofonene har lik følsomhet, kan man ut ifra disse lage virtuelle signaler. Nedenfor er beskrevet formler for å lage signal til et 7.0.4 høyttalersystem (Geluso, 2022).

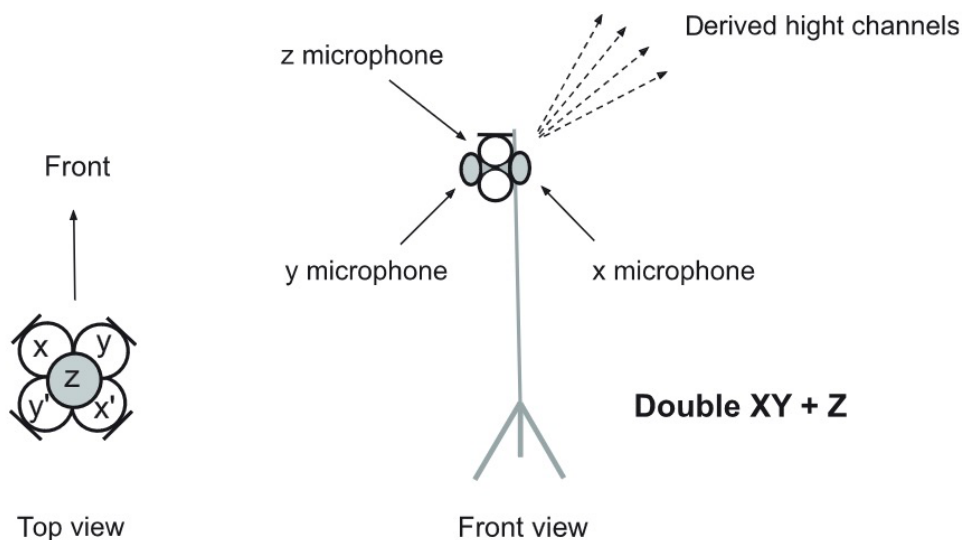
$$\begin{aligned}
 L &= (M + 0.5S)/1.21 \\
 R &= (M - 0.5S)/1.21 \\
 C &= M \\
 L_s &= S \\
 R_s &= S' \\
 L_{rs} &= (M' + 0.5S)/1.21 \\
 R_{rs} &= (M' - 0.5S)/1.21 \\
 L_h &= (L + 0.5Z)/1.21 \\
 R_h &= (R + 0.5Z)/1.21 \\
 L_{hs} &= (L_s + 0.5Z)/1.21 \\
 R_{hs} &= (R_s + 0.5Z)/1.21
 \end{aligned}$$



Figur 4 Double M-S + Z teknikk

På samme måte som M-S kan XY-mikrofonteknikk utvides til 3D. XY-mikrofonteknikk for stereo bruker to like vinklede kardioidmikrofoner (se figur 3). Ved å summere X og Y signalet skaper man et virtuelt sentersignal (C). For å utvide mikrofonoppsettet til å ta opp i alle retninger på et 2D-plan, kan man legge til et bakovervendt XY-mikrofonpar (X' og Y'). For å utvide systemet til 3D kan et åttetallsmikrofonersignal (Z) kombineres med hvilke som helst signaler på det horisontale planet for å styre signalene oppover eller nedover (Geluso, 2022). For at både fysiske og virtuelle signal skal opprettholde lik følsomhet i alle retninger kan formlene nedenfor benyttes:

$$\begin{aligned}
 L &= X \\
 R &= Y \\
 C &= (L + R)/1.71 \\
 Ls &= (L + Ls)/1.71 \\
 Rs &= (R + Rs)/1.71 \\
 Lrs &= Y' \\
 Rrs &= X' \\
 Lh &= (L + 0.5Z)/1.21 \\
 Rh &= (R + 0.5Z)/1.21 \\
 Lsh &= (Ls + 0.5Z)/1.21 \\
 Rsh &= (Rs + 0.5Z)/1.21
 \end{aligned}$$



Figur 5 Double XY + Z teknikk

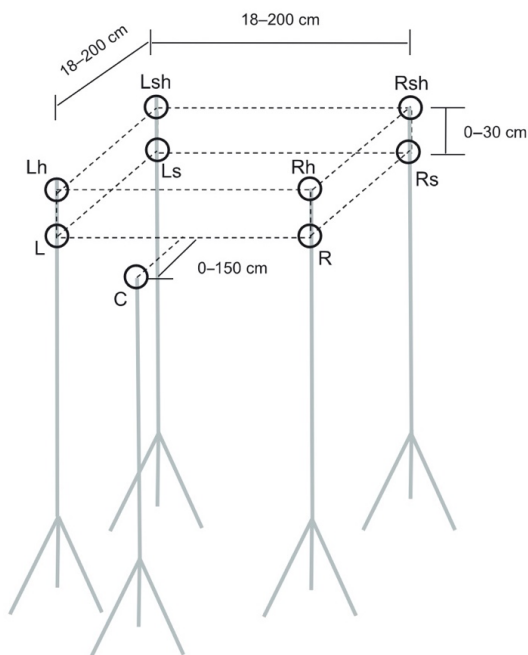
2.4.2 Ambisoniopptak

Tidligere i teksten ble ambisoni nevnt, og lydformatet kan anvendes for innspilling i 3D. Ambisoni er et lydformat som brukes til opptak, lydbehandling og reproduksjon av lyd i tre dimensjoner. Ambisoni anvender amplitude- og faseinformasjon for å beskrive posisjonering og bevegelse av lyd. (Rudi, 2023). Formatet ble introdusert på 70-tallet av Michael Gerzon og Peter Fellgett, hvor hensikten var å utvide lydgjengiving fra et 60° stereoperspektiv til 360° surround, med 180° vertikal dekning (Fellgett, 1975). I motsetning til stereo, kvadrofoni og andre kanalbaserte format, er ambisoni en metode for opptak og avspilling av lyd der alle retninger blir behandlet likt. Formatet kan også tilpasses til ulike høyttalerkonfigurasjoner (Geluso, 2022). For å gjøre 3D lydopptak (førsteordens ambisoni) kan man bruke en kombinasjon av omni- og åttetallsmikrofoner, eller såkalte tetraedriske mikrofoner som har 4 kapsler. Denne typen opptak har fått termen A-format, og kan kodes om til fire signaler: W, X, Y og Z, som kalles B-format (Zotter & Frank, 2019). B-format kan dekodes til ulike avspillingsystem slik som 7.1.4, som anvendes til Dolby Atmos.

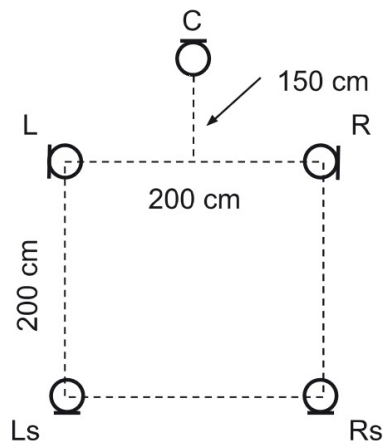
2.4.3 Surround «mikrofonarrays»

Selv om mikrofonteknikkene nevnt ovenfor skaper et naturlig og presist lydbilde, har de ikke mulighet til å fange tidsforskjeller mellom kanalene (eller såkalt ITD - interchannel time differences), som er viktige for å skape følelsen av rom og størrelse (Witteck & Theile, 2017). Slike begrensninger kan overkommens ved å bruke avstandsbaserte mikrofonteknikker (eller surround mikrofonarray). Ved å legge til

«høydemikrofoner» i eksisterende surround-opptaksteknikker kan man fange 3D-lyd. For eksempel kan et 2D 5.0 surround-system, som bruker et baselag med 5 mikrofoner, ekspanderes med 4 høydemikrofoner for å lage et 5.0.4 system (se figur 7). Denne typen oppsett passer seg godt for å ta opp akustisk musikk, hvor resultatet representerer 3D-lydfeltet på en naturtro måte (Geluso, 2022).



Figur 7 5.1.4 surround-opptaksteknikk



Figur 6 Decca-tree hybrid

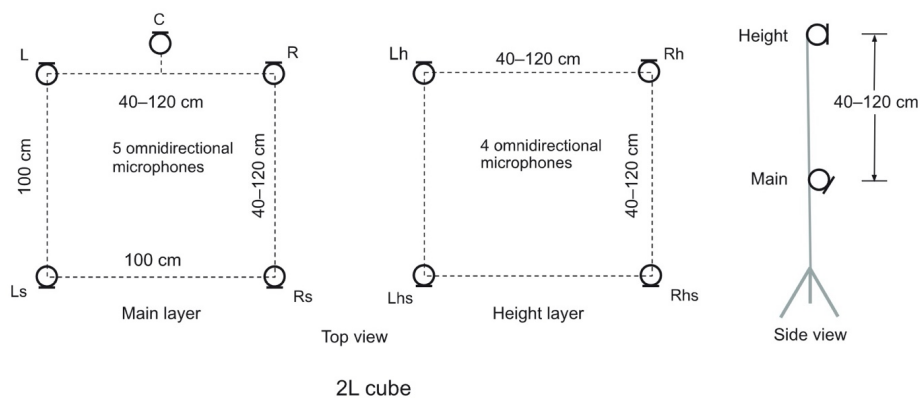
Decca tre hybrid

Decca-treet består typisk av tre omnidireksjonelle mikrofoner, og har historisk sett blitt mye brukt til å ta opp orkestre og større ensemble. Decca-systemet kan tilpasses for 3D-lydopptak ved å legge til bakovervendte kardioidmikrofoner og høydemikrofoner (se figur 6) (Geluso, 2022).

2L Cube

«2L Cube», utviklet av Morten Lindberg, er i stor grad basert på høyttalerkonfigurasjonen man bruker i surround-formatet Auro-3D. Formatet Auro-3D er en samlet metode for produksjon og avspilling av 3D-lyd, og er det første 3D-lydformatet som anvendte høydehøyttalere på en effektiv måte. Teknologien innebygd i Auro-3D gjør det mulig å implementere formatet i allerede eksisterende avspillingssystem, noe som har gjort det til en kommersiell suksess. På samme måte som Dolby Atmos, anvender formatet både kanal- og objektbasert teknologi. Per nå støtter formatet høyttaleroppsett opp til 26.1 kanaler (Pfanzagl-Cardone, 2023b).

Mikrofonoppsettet i «2L Cube» består av ni like omnidireksjonelle mikrofoner (5.0.4), men kan ekspanderes til 7.0.4 med to ekstra mikrofoner. Dimensjonen på kubeoppsettet varieres etter behov (se figur 8), og mikrofonene kan også vinkles etter behov for å endre på tonalitet og respons. Man kan også bruke akustiske trykkutlignerballer (acoustic pressure equalizer) for å gjøre responsen til mikrofonene mer retningsstyrte (Lindberg, 2016).



Figur 8 2L cube

3 Overordnet metode

Arbeidsmetoden i dette prosjektet har i hovedsak bestått av tre deler: en innledende arbeidsfase med fokus på litteraturstudier og selvopplæring i relevant teknikk og software, deretter en innspillingsperiode på ulike lokasjoner der jeg anvender ulike opptaksteknikker, og til slutt miksing av innspilt materiale og evaluering av arbeid. Ettersom dette bachelorprosjektet består av 3 delprosjekter, har jeg samlet metode og resultat for hvert enkelt delprosjekt i samme kapittel.

3.1 Innledende arbeid

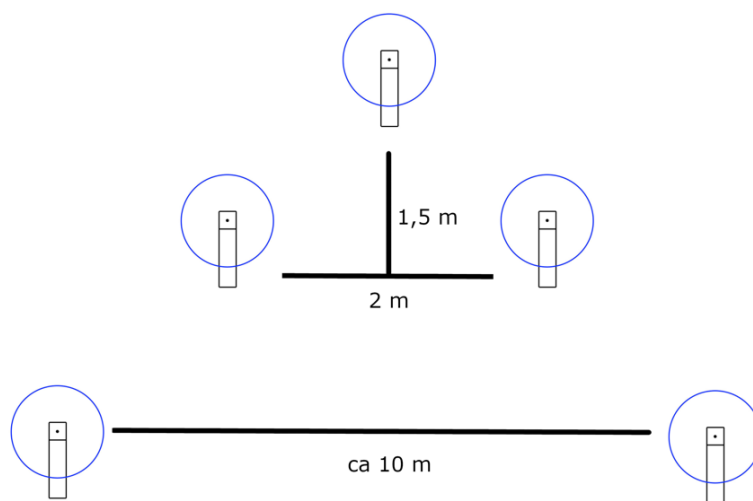
Helt i startfasen av prosjektet tok jeg kontakt med ulike aktører i Norge som bruker Atmos i sitt virke. I løpet av Januar 2024 var jeg i kontakt med Jørgen Meyer, Jo Ranheim og Henning Svoren. Hensikten med disse samtalen var å danne et bilde på hva slags muligheter og praksiser som eksisterer med produksjon til Dolby Atmos. Dette var også en praktisk tilnærming til å forstå hvordan produksjon til atmos fungerer, ettersom disse personene innehar erfaring fra å jobbe med formatet. Jeg anvendte også ulike læringsplattformer som Dolby sitt selvlæringsprogram for musikkproduksjon til atmos (2024), intervju, artikler, podcaster og Youtube.

4 «Maid Veahket»

«Maid Veahket» er fra en innspilling av en konsert i Nidarosdomen med Nidarosdomen Oriatoriekor, Petra Bjørkhaug, Georg Buljo og Per Willy Aaserud. I dette kapitlet skal jeg gjennomgå hvordan produksjonen tok form, hva slags metode for opptak og miks som ble brukt, og resultatet av anvendte metoder.

4.1 Innspilling i Nidarosdomen

Mikrofonoppsettet til denne innspillingen er inspirert av innspillingen av *Draumkvedet* (Bjørkhaug et al., 2024) - spilt inn av Jo Ranheim i Nidarosdomen. Metoden går ut på å sette opp mikrofoner som tilsvarer posisjonen på høyttalerne i et surround-høyttaleroppsett. Jeg brukte et decca-tre (to DPA 2006 og en Neumann U87) plassert så nærme musikerne som mulig, og to Neumann KM184 plassert på hver sin side (se figur 9). På grunn av utstyr tilgjengelig og av praktiske årsaker prioriterte jeg et oppsett som jeg vet fungerer i stereo. Ettersom jeg visste at jeg skulle gjøre en stereomiks ble dette også et naturlig valg.



Figur 9 Mikrofonoppsett nidarosdomen

Til produksjonen i Nidarosdomen hadde jeg dagen før på opprigg, men møtte på noen utfordringer da jeg kom dit. Jeg visste ikke at det skulle være en lydtekniker der fra før av, som hadde satt opp mikrofoner til konserten, så da måtte jeg finne ut av hvordan jeg skulle få signalet fra han, i tillegg til mikrofonene jeg satt opp. Dette løste jeg ved å bruke en analog split.

Et problem jeg møtte på med plasseringen av decca-treet var at PA-en i Nidarosdomen var plassert der jeg vanligvis ville satt et slikt oppsett (litt bak dirigenten). En annen overveielse er at mikrofonene fanget opp en del av direktelyden fra monitorene på scenen. Kombinasjonen av disse to faktorene endte opp med å gi litt for mye lav mellomtone respons i mikrofonene. Jeg endte opp med å flytte decca-treet lenger bak for å forminske dette problemet. Lyden ble noe mer diffus, men mer balansert tone-messig enn det jeg hadde fått med den andre plasseringen. Jeg hadde også bare standard mikrofonstativ, så jeg fikk ikke eksperimentert med å plassere decca-treet høyere opp.



Figur 10 Bilde fra opptak i Nidarosdomen

4.2 Metode for miks

I denne miksen ønsket jeg å eksperimentere med panorering og klang for å oppnå en følelse av immersjon musikalsk sett. Med utgangspunkt i oppsettet til rommikrofonene panorerte jeg signalene til hver sin respektive høyttaler. Jeg brukte Cinematic rooms, som er en surround-klang, for å fylle opp de resterende kanalene i bed'en. Jeg valgte å skru av klangen i kanalene der det tørre signalet lå.

Koret ble tatt opp med to xy-par. Disse signalene panorerte jeg til L/Lrs og R/Rrs, og sendte også signalene til høydehøyttalere, hvor jeg la på en klang. Gitar og trompet panorerte jeg til hver sin side.



Figur 11 Liquidsonics Cinematic Rooms

4.3 Resultat

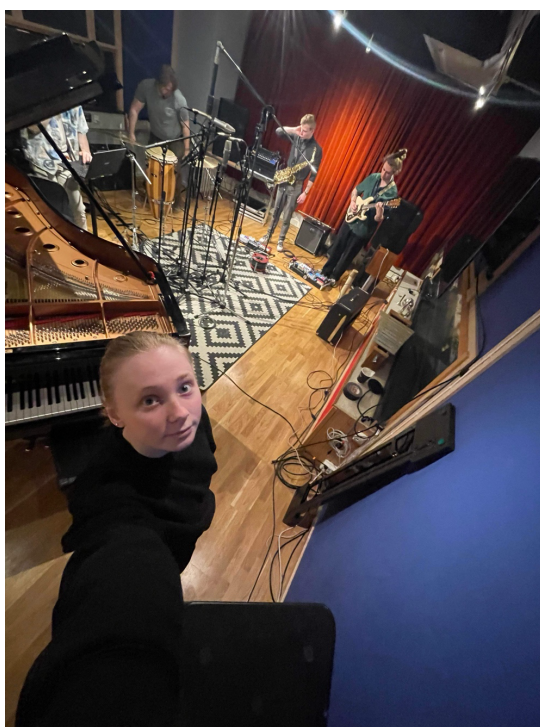
Resultatet av produksjonen ble en miks som eksperimenterer med panorering og klang. Dette skapte en følelse av immersjon. Miksen er ikke en naturtro representasjon av opplevelsen av å være i Nidarosdomen på konserten, men heller en engasjerende lytteopplevelse som utfordrer hvordan slik musikk vanligvis oppleves. Decca-treet og sidemikrofoner ga et naturlig lydbilde. Ved å legge de ulike mikrofonsignalene i L, R, C, Ls og Rs ga dette en følelse av ekspandert stereo.

5 Surround-jam

I dette delprosjektet ønsket jeg å fokusere på mindre mikrofonoppsett på grunn av praktiske årsaker, men også fordi det er større sannsynlighet for at jeg kommer til å benytte meg av et mindre oppsett til fremtidige innspillinger. Dette dannet utgangspunktet for en innspilling i studio olavskvartalet av en jam bestående av studenter ved musikkteknologi, der utøverne ble oppfordret til å spille fritt. Inkludert meg selv (trompet og elektronikk) hadde jeg med Andreas Vislie (saksofon og elektronikk), Vegard Rishaug (gitar og elektronikk), Margrethe Dahl (piano og sang), og Tore Talgø Roaldseth (trommer/perk og elektronikk).

5.1 Innspilling i studio olavskvartalet

Jeg satt opp et kvadrafonisk høyttaleroppsett (4 høyttalere plassert i hvert sitt hjørne) koblet til en analog yamaha-mikser for å kunne sende signal til ulike plasseringer i rommet. Gitaristen brukte to amper på hver sin side av rommet og en bassamp plassert foran. Flygelet ble satt opp bak i rommet, med fortepedalen holdt nede av en tung gjenstand. Dette ga muligheten til å spille inn i lokket for å lage interessante klangfarger. Jeg satt opp pedalbrett og mikrofon foran i rommet, og sendte effektsignalet til høyttalerne bak i rommet. Dette gjorde at den akustiske lyden av trompet og saksofon ligger foran, og lyd med effekter ligger bak.



Figur 12 Bilde fra innspilling i studio Olavskvartalet

Jeg brukte tre ulike mikrofonoppsett: en sennheiser AMBEO VR mikrofon, double M-S + Z og dobbel XY + Z. Oversikt over mikrofoner brukt i hvert oppsett ligger under. For å prosessere signalene til AMBEO VR mikrofonen, brukte jeg sennheiser sin AMBEO VR plugin (Sennheiser, 2024), for å konvertere A-format til B-format. Videre brukte jeg programvaren Soundfield av Røde (2024) for å dekode B-formatet til å kunne spilles av på et 7.1.4 høyttalersystem.

Sennheiser Ambeo

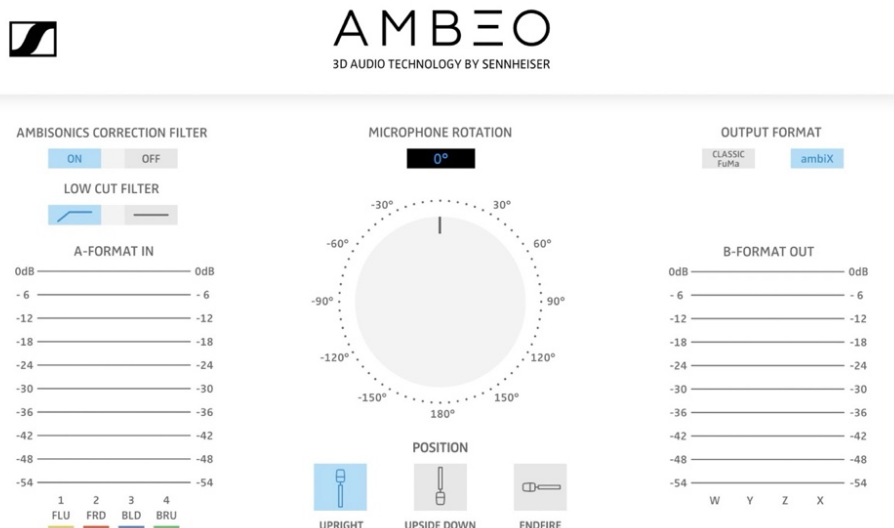
Input 1	Left front up (LFU)
Input 2	Right front up (RFD)
Input 3	Left back down (LBD)
Input 4	Right back up (RBU)

Double M-S + Z

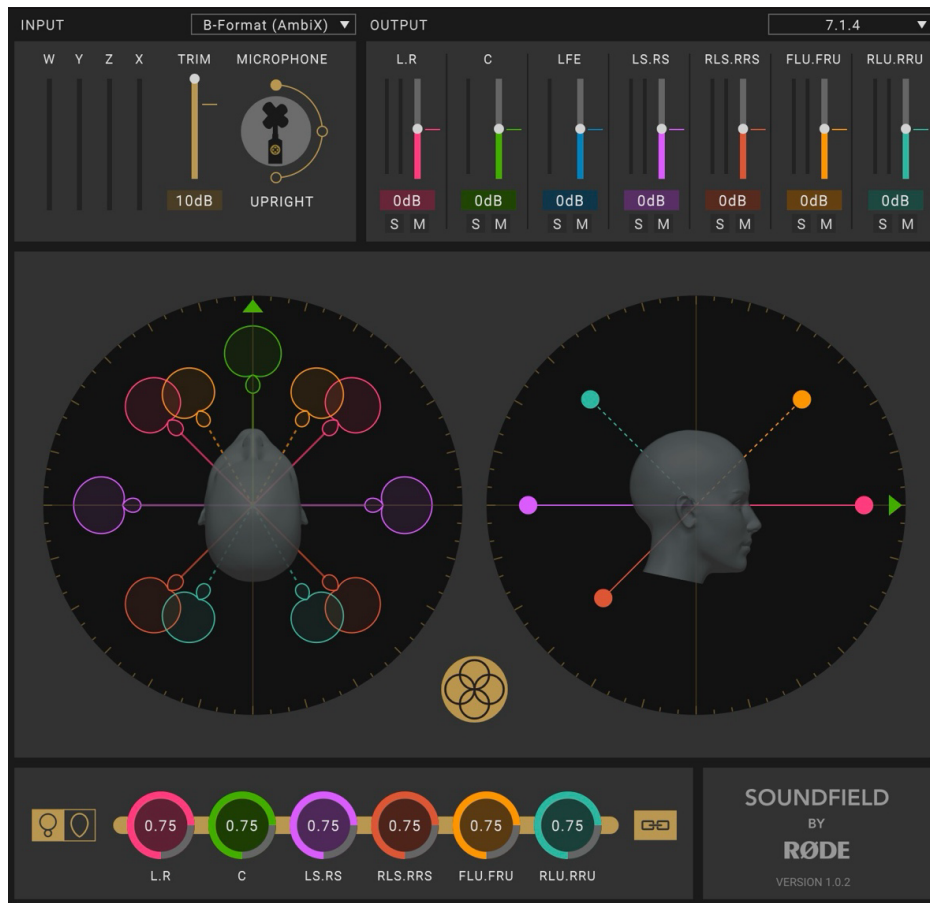
AKG C451	Mid (M)
AKG C451	Back (M')
Neumann TLM67	Sides (S, S')
Neumann TLM67	Height (Z)

Double XY + Z

Neumann KLM184	Front left/right (L,R)
Neumann USM 69	Rear left/right (L',R')
AKG C451	Height (Z)



Figur 13 Ambeo VR plugin



Figur 14 Sounfield av Røde

5.2 Resultat

Resultatet av innspillingen er en praktisk utforsking av 3 kompakte surround-opptaksteknikker. Alle teknikkene ga en naturlig representasjon over 3D-lydfeltet. XY-teknikken synes jeg var den teknikken som hadde den beste formen for skille mellom instrumentene slik det stod i rommet. Ambeo-mikrofonen var den letteste å anvende, ettersom både oppsett og prosessering etterpå var enkelt i forhold til de to andre teknikkene. Den mest knotete teknikken var M-S-teknikken, ettersom at det var vanskelig å få lik følsomhet i alle mikrofonene.



Figur 15 Bilde av innspilling i studio Olavskvartalet

6 «Klubb 5» - Reiche

Reiche, bestående av Vegard Rishaug (gitar) og Øyvind Leithe (trommer), er en eksperimentell duo, med et utgangspunkt i fri improvisasjon. I dette kapitlet skal jeg gjennomgå hvordan jeg løste produksjonen av låten «Klubb 5».

6.1 Innspilling på Dokkhuset

Innspillingen jeg gjorde med Reiche på Dokkhuset er inspirert av Morten Lindberg (2016) sin metode for surround-opptak – 2L Cube, som ble forklart i 2.4.3. Da jeg satt opp mikrofonoppsettet innså jeg raskt at jeg ikke kunne ha oppsettet like høyt som jeg ville, siden mikrofonstativene ikke var høye nok. Jeg sørget for at baselaget stod over cymbalene. I mitt tilfelle endte oppsettet med å være 70 cm x 70 cm for baselaget, og 100 cm x 100 cm for høydelaget, hvor lengden mellom de to lagene tilsvarte 100 cm. Jeg hadde ikke 9 like omnimikrofoner tilgjengelig og måtte derfor bruke forskjellige mikrofoner. Jeg endte opp med å flytte gitarforsterkerne og bassforsterkeren nærmere mikrofontreet, slik at disse var omtrent like langt unna som trommesettet. Dette ga mer definisjon i gitarlyden.

Jeg brukte også nærmikrofoner på trommer og gitar for å kunne blende inn det nære signalet med rommikrofonene. For å unngå alt for mange kanaler brukte jeg kun mikrofoner på kick, skarp og overhead-mikrofoner for å fange lyden av hele settet. Jeg brukte to mikrofoner på stortrommen, hvor den inni fanget slaglyden og den utenfor fanget «kroppen». Det ble brukt to forskjellige amper, og her merket jeg at nærmikrofonene var ute av fase med hverandre. Dette var en kul effekt på enkelte deler, men jeg endte med å snu fasen på den ene linjen slik at de spilte mer på lag.

Oversikt over mikrofoner brukt er i tabellen under.

L, R	2x DPA 4006
C	Neumann U87
Ls, Rs	2x DPA 4006
Lh, Lh	2x Austrian Audio OC818
Lhr, Rhr	Line audio OMNI1
Kick In	Shure beta 91A
Kick out	DPA 2011
Snare	DPA 2011
Oh LR	2x Coles 2038
Guitar LR	2x AKG C535eb
Bassamp	DI og Sennheiser MD421

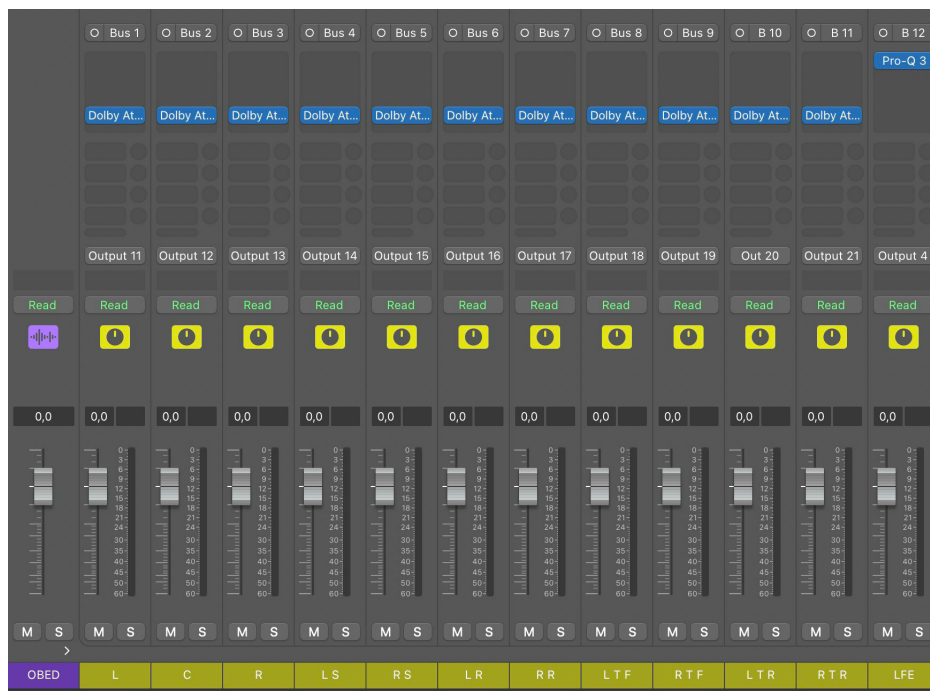


Figur 16 Bilde fra innspilling på Dokkhuset

6.2 Miks

I denne produksjonen startet jeg med å lage en stereomiks. Etter et par revisjoner i samråd med Reiche, hadde jeg et utgangspunkt jeg kunne bruke i atmosmiks. Jeg likte godt det romlige som surround-mikrofonoppsettet ga, så derfor ønsket jeg preservere dette, samtidig som jeg ønsket å få samme «punch» som i stereomiksen. For å få en tilnærmet lik lyd fra nærmikrofonene, eksporterte jeg stems (lydfiler av enkeltinstrumenter fra en miks) fra tromme- og gitarsporene. Før jeg eksporterte ut stems, slo jeg av noe av kompresjonen jeg hadde brukt i stereoversjonen, ettersom at jeg ønsket å forme dette i atmosmiks.

Et problem med å benytte bed-lyd i Dolby Atmos er at lyden ikke holder like godt på posisjon som objekt-lyd gjør, som Genewick (2020) beskriver i artikkelen hans i *The Mix*. Derfor ønsket jeg å teste ut Shane Grush (2023) sin mikseteknikk som bruker 11 objekter, hvor disse utgjør posisjonene til hver høyttaler i et 7.1.4 atmos høyttaleroppsett. Siden man ikke kan sende signal til LFE kanalen gjennom et objekt, bruker man «bed» for å kunne sende signal til LFE-kanalen (utgang 4). Grush bruker Pro Tools for denne teknikken, men jeg har implementert teknikken i Logic Pro X.



Figur 17 OBED-mikseteknikk

I miksen jobbet jeg også med volumautomasjon og med å sende kanalene til ulike høyttalere. Jeg eksperimenterte med å sende gitar og overhead til sidehøyttalere i ulike deler, for å utvide instrumentets plassering i lydfeltet.

6.3 Resultat

Resultatet fra denne produksjonen er en miks som er tro mot stereoversjonen, men som preserverer den romlige akustiske lyden. Mikrofonteknikken jeg brukte ga en fin, romlig lyd. Nærmikrofonene gjorde det mulig å få samme «punch» som i stereomiksen. Ved å bruke Shane Grush sin OBED-mikseteknikk ble det mulig å plassere instrumentene i rommet på en kreativ og effektfull måte.

7 Diskusjon

Målet med dette prosjektet var å utforske de soniske mulighetene med akustisk musikkproduksjon til Dolby Atmos, samtidig som å tilegne seg kunnskap om hvordan man produserer akustisk musikk i Dolby Atmos. Gjennom de tre produksjonene jeg har gjort, i tillegg til selvooplæring i de ulike verktøyene, har jeg fått en god grunnleggende kunnskap om musikkproduksjon til Dolby Atmos, som jeg ser for meg er lett å bygge videre på.

Et av mine mål i dette prosjektet har vært å få en bred forståelse av produksjon til Dolby Atmos. Samtalene jeg hadde med Jørgen Meyer, Jo Ranheim og Henning Svoren var med på å gi meg en kickstart på prosjektet. Hadde det ikke vært for disse samtalene hadde jeg mest sannsynlig brukt mye lenger tid på å komme i gang. Det var også inspirerende å høre om hvordan disse personene bruker Dolby Atmos og erfaringer de har gjort med formatet, og dette var en god inspirasjonskilde til hva jeg ønsket å utforske videre.

I sjangeren jeg har jobbet i (musikk tatt opp i samme rom) har jeg gjennom ulike teknikker som panorering, bruk av klang og automasjon prøvd å skape lydlandskap som er nytt for sjangeren. I produksjon av akustisk musikk er det ofte et overordnet mål om å skape en naturtro lytteopplevelse av instrument i rom. Med Dolby Atmos har man muligheten til å skape annerledes lydlandskap, som jeg mener er mer interessant enn en «perfekt» gjenskapelse av hva som skjedde musikalsk i et rom. Derfor har jeg bevisst prøvd å utfordre denne sjangeren, for å se om dette er effektivt, noe jeg mener det er.

Jeg er fornøyd med resultatet, men det er enkelte ting jeg kunne ha gjort annerledes. Innspillingen i Nidarosdomen ble gjennomført ganske tidlig i prosjektet og kom ganske brått på. Jeg hadde ikke rukket å lese meg opp på mikrofonteknikk og innspilling til surround, noe som gjorde at valgene mine ble litt forhastet. Jeg innser i ettertid at det er enkelte andre mikrofonoppsett som hadde passet seg mye bedre til en slik innspilling, slik som Morten Lindberg sitt 2L-cube eller andre lignende oppsett. Hvis jeg skulle gjort innspillingen på nytt hadde jeg satt opp et surround-mikrofonarray som også tar opp høydeinformasjon. Orgelet har for eksempel piper rundt i hele rommet, så det hadde vært interessant å prøve å fange hele bredden til instrumentet. Koret stod også på korbenker, så høydemikrofonene ville tatt opp denne informasjonen også. Selv om oppsettet jeg brukte ikke følger en etablert metode, synes jeg det fungerte bra. Det gir også mening med tanke på at decca-treet er en godt etablert stereoteknikk og brukes også som utgangspunkt i ulike surround-opptaksteknikker.

Jammen i studio olavskvartalet ble en morsom måte å utforske ulike surround-mikrofonteknikker på. Ved å sette opp tre ulike oppsett ble det mulig å sammenligne de ulike oppsettene med samme materiale. Jeg fikk ikke plassert mikrofonene på samme sted, så de måtte stå ved siden av hverandre for å få plass. Derfor er det usikkert på hvor sammenlignbare resultatene er. Likevel var ikke hensikten med dette forsøket å sammenligne de ulike oppsettene, men heller få kjennskap til de ulike teknikkene og hvordan det er å jobbe med de. Jeg synes det var vanskelig å jobbe med double M-S og double XY teknikkene, ettersom det var vanskelig å bedømme om mikrofonene hadde

lik følsomhet. Hvis jeg skulle gjort dette på nytt hadde jeg prøvd å finne en metode for å bedømme dette. En mulighet hadde vært å spille av pink noise fra en høyttaler og plassert foran hver av mikrofonene.

Innspillingen på Dokkhuset er kanskje det jeg er mest fornøyd med. Jeg var litt skeptisk til å bruke et slikt mikrofonoppsett på Dokkhuset ettersom rommet er veldig livlig og preges av mye refleksjoner i veggene. En grunn til at Morten Lindberg ofte gjør opptak i store rom er for å få mindre refleksjoner fra vegger, som han nevner i et intervju med Sennheiser (2018). Likevel synes jeg at sjarmen med Dokkhuset er hvordan akustikken i rommet er, og dette passet overraskende bra med musikkuttrykket til Reiche.

Jeg møtte også på utfordringer når det kom til lyttesituasjonen i studio jeg jobbet i under miks. Det ble gjort høyttalerkalibrering og endringer i studio i løpet av denne våren. Høyttalerne ble også flyttet på flere ganger, noe som gjorde at lyttesituasjonen endret seg. Dette gjorde tilvendingsfasen ekstra lang, og jeg er fortsatt ikke sikker på om rommet er kalibrert på en riktig måte. Hvordan miksene mine oppleves utenfor studio ble et usikkerhetsmoment gjennom hele våren. Det var til stor hjelp å bruke referanselåter og å lytte på hodetelefoner jeg kjente godt fra før.

8 Konklusjon

I dette prosjektet har jeg gjennom tre produksjoner utforsket hvordan man produserer akustisk musikk til Dolby atmos. Gjennom utprøving av ulike mikrofonteknikker og eksperimentering med miks har jeg tilnærmet meg produksjon til Dolby Atmos på en praktisk og utforskende måte. Ved hjelp av ulike teknikker som mikrofonteknikk, panorering, klang og volumautomasjon har jeg prøvd å utfordre det godt etablerte «soundet» til akustisk musikk spilt inn i samme rom, og funnet ulike teknikker for å gjøre nettopp dette.

For å videreføre prosjektet hadde det vært interessant å utforske andre 3D-lydformat som ambisoni og Auro-3D, med tilhørende produksjonsteknikker. Lyd til film er også noe jeg kunne tenkt meg å se på, ettersom 3D-lyd er meget relevant i dette domenet. Videre ønsker jeg å fortsette å jobbe med Dolby Atmos. Det er mange aspekter ved produksjon til Dolby Atmos jeg har valgt å ikke se på, slik som binaural (eller spatial audio, som Apple kaller det)

9 Referanser

Apple. (2024). *Export ADM BWF files in Logic Pro for Mac*. Apple. Hentet 15. mai 2024 fra <https://support.apple.com/en-bw/guide/logicpro/lgcp258ed132/mac>

Audient. (2024). *Objects and Beds Explained*. Audient. Hentet 13. mai 2024 fra <https://audient.com/tutorial/objects-and-beds-explained/>

Bjørkhaug, P., Opheim, B. & Inderberg, J. P. (2024). *Draumkvedet*. [Album]. Øra Fonogram.

Boren, B. (2018). *History of 3D Sound*. I (1. utg., s. 40-62). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315707525-3>

Corteel, E., Pesce, D., Foulon, R., Pallone, G., Changenet, F. & Dejardin, H. (2016). *An Open 3D Audio Production Chain Proposed by the Edison 3D Project*.

Dolby. (2021). *What is a bed?* Dolby. Hentet 13. mai 2024 fra https://professionalsupport.dolby.com/s/article/What-is-a-bed?language=en_US

Fellgett, P. (1975). Ambisonics. part one: General system description. *Studio Sound*, 17(8), 20-22.

Geluso, P. (2022). 3D acoustic recording. I J. Patterson & H. Lee (Red.), *3D Audio* (1. utg., Bd. 1, s. 228-255). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429491214-12>

Genewick, S. (2020). 10 Things I've Learned Mixing Dolby Atmos Music. *The Mix (Berkeley, Calif.)*, 44(5), 42-42.

Grush, S. (2023, 11. Oktober 2023). *Exploring Object Bed Mix Buses in Dolby Atmos Mixing - (Part 1 of 2)* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=qJFrBlTWoKQ>

Learning, D. (2024). *Dolby Atmos Essentials*. Dolby. Hentet 7. mai 2024 fra <https://learning.dolby.com/course/info.php?id=191>

Lindberg, M. (2016). *3D Recording with the "2L-cube"*. VDT. Hentet 10. mai 2024 fra <http://www.2l.no/artikler/2L-VDT.pdf>

Myren, S. K. (2023). *Surround*. snl. <https://snl.no/surround>

Pfanzagl-Cardone, E. (2023a). '3D'- or 'Immersive' Audio—The Basics and a Primer on Spatial Hearing. I E. Pfanzagl-Cardone (Red.), *The Art and Science of 3D*

Audio Recording (s. 51-91). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23046-2_2

Pfanzagl-Cardone, E. (2023b). The 'AURO-3D®' System and Format. I (s. 93-142). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23046-2_3

Pfanzagl-Cardone, E. (2023c). The DOLBY® "Atmos™" System. I E. Pfanzagl-Cardone (Red.), *The Art and Science of 3D Audio Recording* (s. 143-188). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23046-2_4

Rudi, J. (2023). *Ambisoni*. Store Norske Leksikon. Hentet 12. mai 2024 fra <https://snl.no/ambisoni>

Rudi, J. & Simonsen, T. (2023). *Kringlyd*. Store Norske Leksikon. Hentet 13. mai 2024 fra <https://snl.no/kringlyd>

Røde. (2024). *Soundfiel by Røde*. Røde. Hentet 14. mai 2024 fra <https://rode.com/en/apps/soundfield-by-rode>

Sennheiser. (2018). *Sennheiser PRO TALK / Morten Lindberg - Part 1 of 3 I Sennheiser* [Video]. Youtube. Hentet 15. mai 2024 fra <https://www.youtube.com/watch?v=KUDL3ZVo7sc>

Sennheiser. (2024). *AMBEO VR Mic*. Sennheiser. Hentet 14. mai 2024 fra <https://www.sennheiser.com/en-no/catalog/products/microphones/ambeo-vr-mic/ambeo-vr-mic-507195>

Wenzel, E. M., Begault, D. R. & Godfroy-Cooper, M. (2018). Perception of Spatial Sound. I (1. utg., s. 5-39). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315707525-2>

Wittek, H. & Theile, G. (2017). Development and application of a stereophonic multichannel recording technique for 3D Audio and VR. Audio Engineering Society Convention 143,

Zotter, F. & Frank, M. (2019). XY, MS, and First-Order Ambisonics. I (Bd. 19). Switzerland: Springer International Publishing AG.

10 Vedlegg

10.1 Maid Veahket.wav

10.2 Surround-jam.wav

10.3 Klubb 5 – Reiche.wav

Vedleggene er ADM BWF filer, og må derfor åpnes i Dolby Atmos Renderer programvaren eller importeres inn i DAW. Her anbefaler jeg å bruke Logic Pro X.

