



Rasmus Lång

Äänittäminen suoratoistotilanteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikka

Insinöörityö

10.5.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Rasmus Lång
Otsikko: Äänittäminen suoratoistotilanteessa
Sivumäärä: 47 sivua
Aika: 10.5.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine: Mediatekniikka
Ohjaaja: Lehtori Toni Spännäri

Insinööritöön tarkoituksena oli tutkia livetilanteen äänittämistä ja luoda skenaariopohjaisesti parhaat käytännöt -tyyppiset äänitysehdotukset kullekin skenaariolle. Paikan päälle rakennettaviin suoratoistotilanteisiin ei ole vakiintuneita käytäntöjä, ja tarkoitus on, että skenaarioiden ratkaisuehdotukset voisivat toimia pohjatietona suoratoistotilanteita rakennettaessa.

Työ toteutettiin itsenäisesti, ilman ulkopuolista tilaajaa. Käsiteltävät suoratoistoskenaariot valittiin työn aihetta sovittaessa. Työssä kartoitettiin ensin äänittämisen signaaliketjua ja signaalin prosessointia, ja sen pohjalta luotiin äänitysehdotukset skenaarioille. Ratkaisuihin ja niiden kartoitusosuudessa keskityttiin signaaliketjun rakentamiseen, tilan lukemiseen ja häiriötilanteiden ennakointiin. Suoratoistotilanteen luonteen vuoksi ratkaisuihin esitettiin tapoja rakentaa äänitystilanne siten, että häiriöt saataisiin minimoitua. Ratkaisuihin esiteltiin esimerkiksi vaihtoehdot mikrofoniin valintaan ja asettamiseen kunkin tilanteen mukaan. Toinen keskeinen seikka, jota käsiteltiin, oli kuhunkin tilanteeseen sopiva signaalin prosessointi, esimerkiksi taajuuskorjaimen ja kompressorin käyttö. Työssä esitettiin myös ehdotukset jatkokehitykselle. Lopputuloksena ratkaisut toimivat hyvänä pohjana kunkin skenaarion äänityksen suunnitteluvaiheeseen.

Työn tietoperustana oli kirjallisten lähteiden ja verkkolähteiden lisäksi tekijän oma kokemus äänittämisestä sekä syventävää käytännön kokemusta tarjoavat asiantuntija-haastattelut. Projektia hankaloittivat koronavirustilanteen aiheuttamat poikkeusolot, jotka estivät esitettyjen ratkaisujen käytännön testaamisen ja jatkokehittämisen. Työn tuloksena olivat äänitysratkaisut neljään eri skenaarioon: konferenssiin tai opetustilanteeseen, podcastiin, paneelikeskusteluun ja teatteriesitykseen.

Avainsanat: mediatekniikka, äänitys, suoratoisto, signaaliketju

Abstract

Author:	Rasmus Lång
Title:	Recording in livestreaming circumstances
Number of Pages:	47 pages
Date:	10 May 2021
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Information and communications technology
Professional Major:	Media technology
Supervisor:	Toni Spännäri, Senior lecturer

The purpose of this thesis was to study recording in livestream circumstances and plan “best practices” type recording recommendations for each planned livestream scenario. On location livestreaming productions don’t have established practices, the purpose of the recommendations was to act as a good basis for building a recording setup for each scenario. The subject was planned and agreed upon with Toni Spännäri, who is the head of the degree programme in media engineering.

This study was conducted independently. The recording scenarios were agreed upon during planning of the thesis. The project maps signal flow of recording and signal processing. The recording recommendations were based upon the theory of the thesis. The recommendations and the theory focused on building a signal flow, assessing the location and predicting possible problem situations. Because of the nature of live broadcasting, the recommendations suggest ways to build the recording situation in a way that minimizes possible problems. The work also includes suggestions for further development.

The foundation for the work was literary sources, online resources, my own experience recording, and practical knowledge offered by experts who I interviewed regarding the subject of recording. The project was hindered by exceptional circumstances which prohibited the hands-on testing of the suggested recording recommendations. As a result of the study, recommendations we’re created for four different recording scenarios.

Keywords: media engineering, recording, livestream, signal flow

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ääni	1
2.1	Analoginen ja digitaalinen ääni	2
2.2	Pakkaamaton ja pakattu ääni	4
3	Signaaliketju	5
3.1	Mikrofoni	6
3.2	Mikseri	14
3.3	Häiriöäänet	21
3.4	Asiantuntijahaastattelut	24
4	Äänitysskenaariot ja ehdotetut ratkaisut	31
4.1	Paneelikeskustelu	31
4.2	Konferenssi ja opetustilanne	36
4.3	Podcast	39
4.4	Teatteriesitys	43
5	Yhteenveto	45
	Lähteet	47

Lyhenteet ja käsitteet

Hz: Hertsi on taajuuden yksikkö, jossa värähtelyjaksot toistuvat sekunnin välein.

dB: Desibeli on äänenvoimakkuuden yksikkö.

kHz: Kiloherzin värähtelyjaksossa tapahtuu tuhat värähtelyä sekunnissa.

kb/s: Kilobittiä sekunnissa, tiedonsiirtonopeus.

Phantom-jännite: Ulkoinen jännitelähde, joka vahvistaa mikrofonin signaalia.

XLR: Yleisesti käytössä oleva mikrofonikaapeli.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on luoda äänitysratkaisut erilaisille suoratoistoskenaarioille. Tavoitteena on luoda parhaat käytännöt -tyyppiset ratkaisut paneelikeskustelun, konferenssin ja opetustilanteen, podcastin ja teatteriesityksen liveäänityksen rakentamiselle. Paikan päälle rakennettaville suoratoistotilanteille ei ole vakiintuneita käytäntöjä. Äänitysratkaisuilla pyritään tarjoamaan hyvä pohjatieto äänitystilanteen rakentamiselle kussakin skenaariossa.

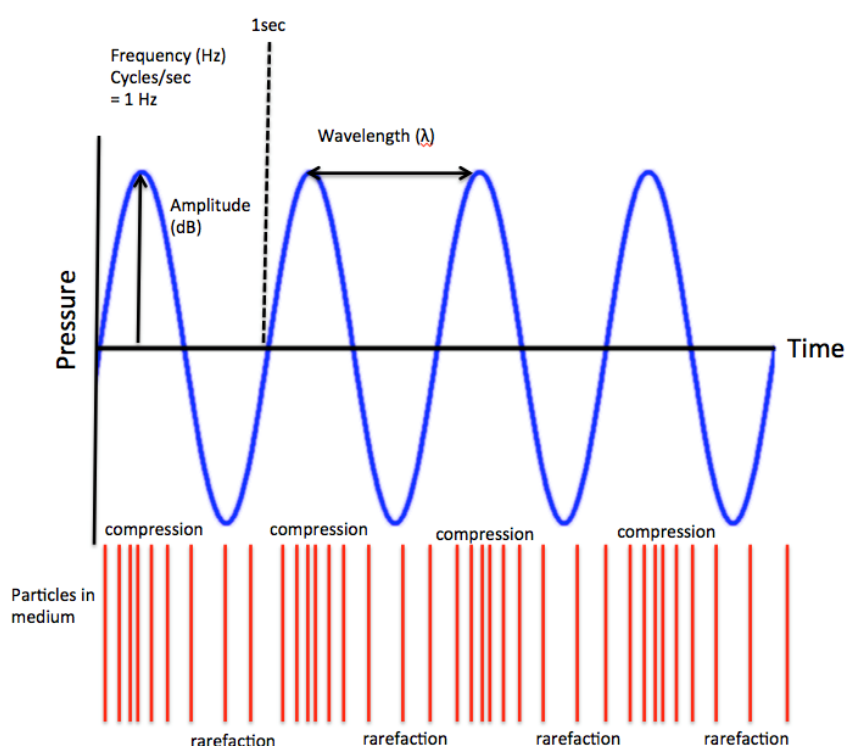
Insinööriyössä käsitellään ensin ääntä teknisellä tasolla ja tämän jälkeen äänittämisen signaaliketjua järjestyksessä alkaen äänen lähteestä ja mikrofonista. Työ käsittelee erilaiset mikrofonityypit ja niiden ominaisuudet. Läpi käydään myös mikserien toimintaa ja signaalinprosessoinnin menetelmiä, kuten esimerkiksi taajuuskorjainta ja kompressoria. Signaalinprosessoinnin työkalut mahdollistavat hyvälaatuisen äänityksen. Työssä käydään myös läpi mahdollisia häiriöääniä ja niiden ratkaisemista. Insinööriyö ammentaa käytännön kokemusta tekijän omasta äänityskokemuksesta sekä erityisesti kolmelta asiantuntijalta, joita haastateltiin aiheesta.

Henkilökohtaisesti aihe on mielenkiintoinen, sillä olen ollut mukana tekemässä suoratoistotilanteita ja myös jonkin verran tuottamassa studiossa tehtyä ääntä. Lisäksi olen mukana Levo-teatterin kesällä 2021 tehtävässä tuotannossa, joka on myös tarkoitus lähettää suoratoistona. Skenaariopohjaiset ratkaisut tukevat hyvän signaaliketjun valmistelua jo erityisesti suunnitteluvaiheessa.

2 Ääni

Ääni on aaltoliikettä, joka tarvitsee väliaineen kulkeakseen ja ollakseen kuultavissa. Ääniaaltojen perusominaisuuksia ovat mm. taajuus ja äänen voimakkuus, joita mitataan hertseinä (Hz) ja desibeleinä (dB). Äänen taajuus kertoo yksikönä ääniaaltojen värähtelyn määrän sekuntia kohti (kuva 1). Korkeampi värähtelyn määrä on korkeampi ääni, siinä missä matalampi värähtelyn määrä on

matalampi ääni. Esimerkiksi tyypillinen bassokitara voi tuottaa melko matalia ääniä 60 hertsin tienoilla ja huilu yltää korkeisiin ääniin, jopa 2 000 hertsiin, tai lyhyemmin 2 kHz (2 kilohertsiin). Ihmisen kuuloelinten kuulema taajuuksien ala on 20–20 000 hertsiä. Toisena havainnollistavana esimerkkinä tyypillinen sähkökitaran taajuusala on noin 80–1 200 hertsiä. Desibeli on äänenpainetason yksikkö, joka kuvaa äänen voimakkuutta. Tavallisen puhumisen volyyymi on 50–60 desibeliä. Äänellä on myös muita ominaisuuksia, kuten spektri, joka viittaa monen eri taajuuden muodostamaan ryhmään, sekä äänen nopeus, metreinä sekunnissa. [1.]

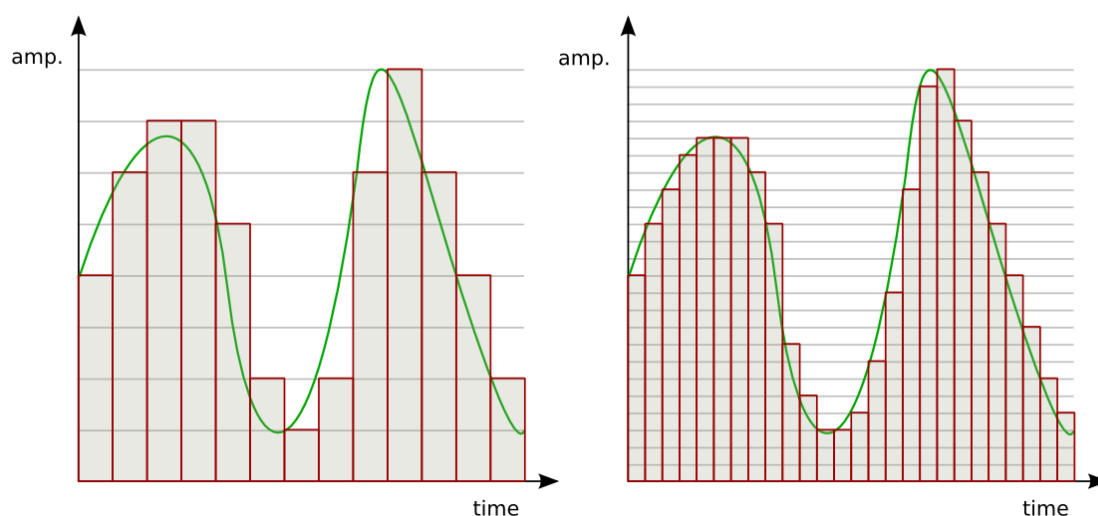


Kuva 1. Ääniaallon perusominaisuudet [27].

2.1 Analoginen ja digitaalinen ääni

Analogisesti nauhoitettu äänisignaali koostuu jatkuvista ääniaaltojen värähdyksistä, vaihtelevasta portaattomasta jännitteestä (kuva 2). Äänitys vastaa alkupe-
räistä äänenlähdetä. Digitaalinen ääni taas muodostuu biteistä, nollasta tai yk-

kösestä, jotka kertovat, onko tietty jännite läsnä vai ei. Digitaalinen ääni nauhoitetaan analogisella tekniikalla, mikrofoneilla, joissa jännitteet kulkevat. Analogisen signaalin muuttaminen digitaalseksi tapahtuu tyypillisesti ADC:llä, eli analog-to-digital-konvertterilla, A/D-muuntimella. Konversio voi tapahtua eri vaiheissa äänitysprosessia. Kaikki kuultava ääni on lopulta analogista, eli kun digitaalista ääntä soitetään esimerkiksi kaiuttimien kautta kuultavaksi, se muuttuu digitaalisesta takaisin analogiseksi ääneksi. Analoginen ääni on portaaton, siinä missä digitaalinen ääni on porrastettua, sillä digitaalisessa äänessä voi olla vain diskreettejä arvoja, kun analogisessa äänessä voi kahden eri äänenkorkeuden välillä olla käytännössä loputtomasti eri taajuuksia (kuva 2). A/D-muuntimen erottelukyky, tai resoluutio, kertoo, kuinka monella bitillä analoginen signaali muunnetaan digitaalisiksi arvoiksi. Näytteenottotaajuus (sampling frequency) taas kuvastaa sitä, kuinka monta näytettä signaalista otetaan sekuntia kohden. [2; 3.]



Kuva 2. Digitaalinen ja analoginen ääni [27].

Digitaalista ääntä käytetään, koska sen tallentaminen, käsittely ja jakelu on helpompaa kuin analogisen. Analogiseen tallennusformaattiin tallennettua ääntä ei voida jaella internetin välityksellä, eikä sitä voida kätevästi monistaa ilman ylimääräisiä fyysisiä komponentteja. Digitaalista ääntä tarvitaan myös, koska digitaalinen tallentaminen säästää fyysistä tilaa. Analoginen äänite on aina fyysinen

esine, kuten kasetti tai vinyylilevy, jolloin joudutaan huolehtimaan esimerkiksi tallennusformaatin laadun säilymisestä. Analoginen tallenne kuluu käytössä. [3.]

2.2 Pakkaamaton ja pakattu ääni

Digitaalisen äänen laadun mittarina toimii tiedonsiirtonopeus (bit rate), joka kertoo, kuinka monta bittiä tietoa siirretään sekuntia kohden. Äänessä tämä mitataan yleisesti kilobitteinä sekuntia kohden, lyhyesti kb/s. Pakkaamattoman äänen tiedonsiirtonopeutena pidetään yleisesti 1,411 kilobittiä sekuntia kohden. Esimerkiksi CD-levy toimii tällä nopeudella. Pakkaamatonkin ääni on kuitenkin porrastettua digitaalisuutensa vuoksi toisin kuin analoginen ääni, mutta ihmis-korvalla eroa on vaikea ellei mahdoton kuulla. Pakkaamatonta ääntä käytetään, kun halutaan hyödyntää käytännössä täysin samaa ääntä kuin äänenlähde on ollut. [4.]

Äänenpakkauksessa ääni pakataan (kompressoidaan) joko häviöttömästi pakattuun tai häviöllisesti pakattuun formaattiin. Pakkaamaton ääni vie paljon kiintolevytilaa, ja sen formaatteja ovat mm. PCM (pulssikoodimodulaatio) ja WAV (waveform audio file format). Pakattujen formaattien kilobittimäärä sekuntia kohtaan vaihtelee paljon. Häviöttömästi pakatussa äänessä informaatiota ja äänenlaatua ei menetetä. Tämä johtuu siitä, että häviöttömästi pakatut formaatit vähentävät tiedoston kokoa, mutta niitä soittaessa informaatio palaa takaisin alkuperäiseen muotoonsa eli dekompressoituu. Pakkaamattoman ja häviöttömästi pakatun äänen korkeammilla kilobittimäärillä voidaan äänestä kuulla enemmän yksityiskohtia ja vivahteita, riippuen myös äänentoistovälineen laadusta. Pakkaamattoman äänen raja on aiemmin mainittu 1,411 kb/s, häviöttömästi pakatun äänen kilobittimäärä voi vaihdella. Häviöttömästi pakatun äänen formaatteja ovat mm. FLAC (Free Lossless Audio Codec) ja ALAC (Apple Lossless Audio Codec). [4; 5.]

Häviöllisessä pakkauksessa tiedostokokoa vähennetään poistamalla osa alkuperäisestä informaatiosta. Mitä enemmän dataa poistetaan, sitä pienempi tiedostokokoo on. Yleisiä kilobittimääriä häviöllisesti pakatulle äänelle ovat mm.

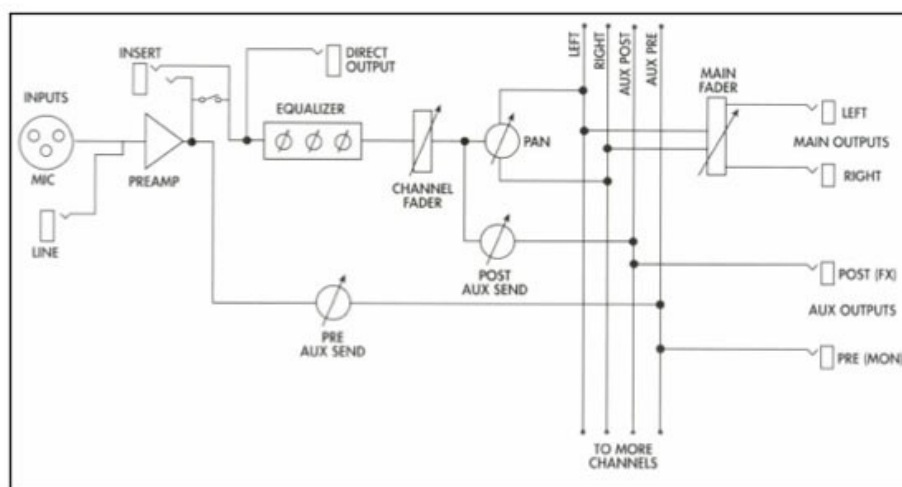
128 kb/s, 192 kb/s ja 320 kb/s, yleisinä formaatteina mm. MP3, AAC ja OGG. Häviöllisesti pakatun äänen etu on pienempi koko. Esimerkiksi 320 kb/s on jo erittäin laadukas äänite. Kokonsa vuoksi häviöllisesti pakatut formaatit ovat myös kaikkein yleisimpiä suoratoistokäytössä. Formaatin valintaan vaikuttaa myös se, miten loppukäyttäjä käyttää ääntä. Jos ääntä toistetaan laadukkaassa äänistudiossa editoitaessa, ei tiedoston koolla ole juuri väliä, mutta jos ääntä suoraistetaan vaikkapa Spotifystä korvanapeilla, ei kilobittien määrä tietyn rajan jälkeen juuri tuo lisäarvoa kuuntelijalle. [4; 5.]

3 Signaaliketju

Lyhyesti tiivistettynä signaaliketju perustuu lähteisiin ja määränpäihin. Lähteenä voi olla esimerkiksi ihminen, joka puhuu mikrofoniin, ja määränpää voi olla esimerkiksi konserttisalin äänentoistojärjestelmä tai katsojalle suunnattu livelähetyks. Signaaliketju on yksi tärkeimmistä osista, joka tulee ymmärtää liveääntä lähettäessä: se on reitti, jota pitkin ääni kulkee erilaisten laitteiden läpi määränpäähensä (kuva 3). Signaaliketjun osat on hyvä tuntea, jotta laitteet saadaan kytkettyä oikealla tavalla toisiinsa. Ketjun visualisointi voi myös auttaa ongelmanratkaisussa (kuva 3).

Ensimmäinen linkki signaaliketjussa on XLR-kaapeli, joka liitetään mikrofoniin, josta signaali kulkee edelleen joko suoraan mikseriin tai XLR-jakolaatikkoon ("sub-snake"), johon voidaan liittää useampi XLR-kaapeli, josta sitten lähtee montaa eri signaalia kuljettava kaapeli XLR-jakajaan ("main-snake"), josta edelleen lähtee kaapeli mikseriin. XLR-jakolaatikoita on monia erikokoisia, aina neljästä kuuteenkymmeneen neljään. Niillä vältetään tarve useille pitkille yksittäisille XLR-vedoille tilanteissa, joissa mikrofoneja on useita ja etäisyydet ovat pitempiä. Ennen mikseriä signaaliketjuun saattaa liittyä myös erillisiä osia, kuten esimerkiksi erillinen mikrofoniin etuaste, joka vahvistaa mikrofoniin lähettämää signaalia tarpeeksi vahvaksi mikseriä varten. Mikseri voi olla digitaalinen tai analoginen laite, joka hoitaa äänen signaalinprosessoinnin. Sen jälkeen audio-signaali on valmis lähetykseen. Lähetystapoja voivat olla esimerkiksi suoraverk-

kolähetyksen kohdalla OBS-lähetysohjelmisto tai erillinen lähetinlaite, joka lähettää Unicastia, joka on menetelmä, jolla lähetetään videosignaalia. Unicast-menetelmällä sisältöä suoratoistetaan yhdestä pisteestä toiseen pisteeseen, eli käyttäjän hakema sisältö toistetaan suoraan lähteestä hänelle. Unicastin etuihin lukeutuu se, että loppukäyttäjälle lähetettävä video skaalautuu käytettävän laitteen ja käyttäjän internetnopeuden mukaan, esimerkiksi isolle televisiolle voidaan suoratoistaa 4K-resoluutioista videota ja kännykälle HD-laatuista videota. [6; 7; 25.]



Kuva 3. Esimerkki signaaliketjusta [30].

Tässä luvussa esitellään signaaliketjun osat alkaen äänenlähteestä ja mikrofonista.

3.1 Mikrofoni

Ihmisen kuuloaisti kykenee kuulemaan ääniä parhaimmillaan kuuloalueella 20 Hz – 20 000 Hz. Hz on lyhenne sanasta hertsi, joka kertoo ääniaallon värähtelyn lukumäärän sekuntia kohden. Ääniaallot ovat siis mekaanista aaltoenergiaa. Mikrofoni on sähköakustinen laite, joka muuttaa tämän akustisen äänivärähtelyn sähköiseksi signaaliksi. Mikrofoneissa on kaiutinkalvo tai liikkuva pinta, jonka kanssa ääniaalto reagoi. Syntynyt signaali on äänikuva ympäröivästä äänestä. [8.]

Mikrofoneilla on monenlaisia ominaisuuksia, ja erilaiset mikrofonit sopivat erilaisiin tarkoituksiin toisia paremmin.

Langallinen ja langaton mikrofoni

Langaton mikrofoni on johdoton mikrofoni, joka lähettää signaalin langattomasti radiolähtetimen kautta. Vastaanotin kytketään mikseriin tai muuhun laitteeseen johdolla. Historiallisesti langattomien ja langallisten mikrofonien erona on ajateltu olevan äänenlaatu, joka olisi langattomissa huonompi. Näin ei kuitenkaan nykyään enää ole ja langattomat mikrofonit tuottavat yhtä laadukasta ääntä kuin langalliset. Langattomissa mikrofoneissa on kuitenkin paljon eroavaisuuksia verrattuna langallisiin, jotka tulee ottaa huomioon äänitystä suunnitellessa. [9.]

Langattomat mikrofonit toimivat paristoilla tai akulla. Virran kesto riippuu mikrofonista, ja alhaiset lämpötilat voivat nopeuttaa akun tyhjentymistä. Uudet paristot tai ladattu akku tulisi laittaa mikrofoniiin aina uuden äänityssession alettua. [8.]

Langattomat mikrofonit käyttävät radiotaajuuksia signaalin lähettämiseen. Niistä tulee huolehtia tarkasti. Jos useampi langaton mikrofoni on toiminnassa samassa tilassa, niiden tulee lähettää signaalia eri taajuudella. [8.]

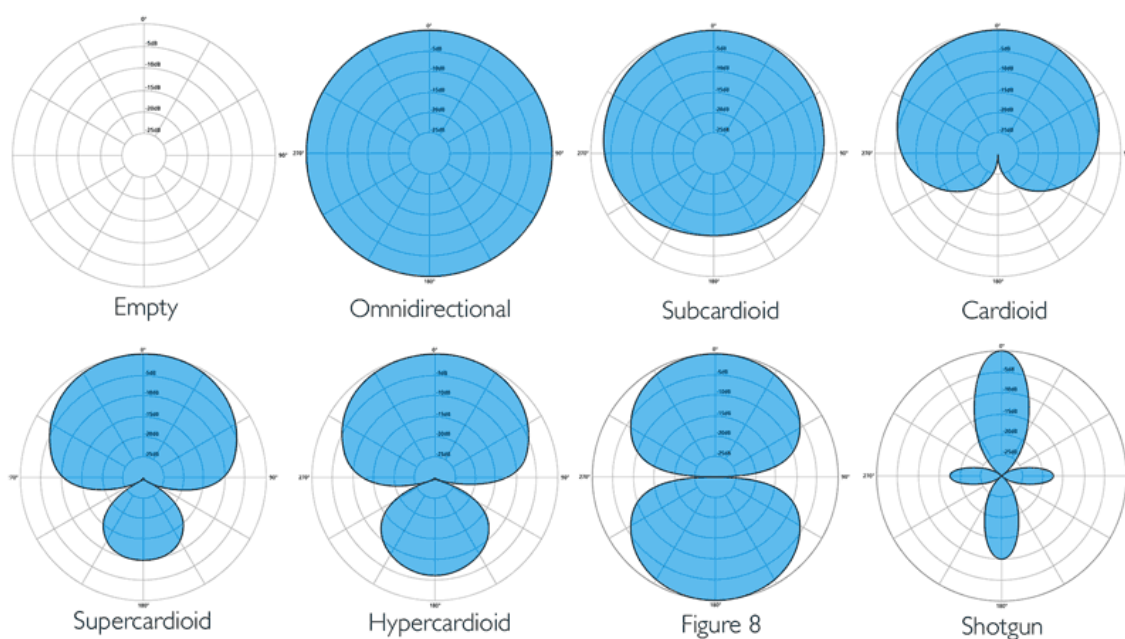
Dynaaminen ja kondensaattorimikrofoni

Dynaaminen mikrofoni on isompikokoinen ja kestävämpi. Kondensaattorimikrofoni on pienempi ja herkempi äänille. Dynaamisen mikrofonin sisällä on magneettisessa kentässä käämi, johon on kiinnitetty kaiutinkalvo, jota sisään tulevat ääniaallot liikuttavat. Näin mikrofoni synnyttää sähkövirtaa, jota vahvistamalla syntyy ääntä. Kondensaattorimikrofonissa on myös kaiutinkalvo, mutta se ei ole kiinni missään. Ääniaallot liikuttavat kondensaattorimikrofonin kalvoa, joka liikkuu eri etäisyyksien päähän sähköisesti latautuneesta laatasta. Tämä etäisyyksien muutos luo vaihteluita sähköiseen jännitteeseen, jota vahvistamalla syntyy ääni. Kondensaattorimikrofoni tosin tarvitsee ulkoisen jännitelähteen eli phantom-jännitteen tai muun virtalähteen, jotta aluslaatta latautuu sähköisesti.

Dynaaminen mikrofoni kestää kovat äänet ja kovan käsittelyn eikä tarvitse ulkoista virtalähdettä. Huono puoli on, että se ei ole erityisen herkkä hiljaisille äänille tai äänille, joiden taajuusvaste on korkea. Kondensaattorimikrofonissa on parempi, laaja-alaisempi taajuusvaste. Tämä johtuu siitä, että kondensaattorimikrofonin kalvo on vapaa ja pystyy tuottamaan tarkempaa signaalia. Perinteisesti kondensaattorimikrofoneja käytetään aina studiokäytössä ja dynaamisia mikrofoneja paikan päällä. [7; 26.]

Mikrofonin suuntakuviot

Kaikki mikrofoni eivät vastaanota ääntä samalla tavalla. Yksi mikrofoniin ominaisuuksista on sen suuntakuviot eli se, miten mikrofoni käyttäytyy äänen suunnan suhteen ja miten suuntakuviot vaikuttaa äänen poimintaan ja ominaisuuksiin. Kuvassa 4 on esitelty mikrofoniin erilaiset suuntakuviot. [7; 12.]



Kuva 4. Mikrofonien suuntakuviot [32].

Pallomikrofoni

Pallomikrofoni (omnidirectional) poimii ääntä sisään kaikista suunnista samalla voimakkuudella. Pallomikrofonin etu on se, että sillä on helppo poimia ääntä tasaisesti avaralta alueelta, esimerkiksi kun äänitetään isoa ryhmää tai liikkuvaa henkilöä. Haittapuolena pallomikrofonissa on se, että se ei erota ei-toivottuja ääniä toivotuista. Esimerkiksi äänen heijastumat seinistä tai lähellä olevien ihmisten tai tekniikan äänet tulevat toivotun äänen joukkoon. Pallomikrofonin asettelussa tuleekin ottaa huomioon se, että mikrofoni olisi hyvä olla mahdollisimman lähellä haluttua äänilähdettä. [7.]

Herttamikrofoni

Herttamikrofoni (kardioidi, suuntaava) poimii ääntä herkästi erityisesti edestä ja sivuilta jättäen takaosan hiljaisemmaksi. Nimensä mukaisesti sillä on hertan muotoinen suuntakuvio. Herttamikrofonin etu on se, että se poimii vähemmän taustahälinää toisin kuin pallomikrofoni. Hyvin tähdättynä lopputulos on puhtaampi. Hertta on suuntaava, mutta sitä voidaan käyttää hyvin yleismikrofonina. [7.]

Superherttamikrofoni ja hyperherttamikrofoni

Superherttamikrofoni on variaatio herttamikrofonista. Sen suuntakuvio on herttamikrofonista valikoivampi ja suuntaavampi. Superhertta poimii runsaasti vähemmän taustahälyä ja sopii hyvin kaukana olevan kohteen äänittämiseen, mutta suuntakuvio on erittäin valikoiva. Superhertan suuntaamisessa tulee käyttää erityistä huolta, ettei poiminta mene ohi äänitettävästä kohteesta. [7.]

Hyperherttamikrofonin suuntakuvio on vielä superherttaakin kapeampi. Se poimii ääntä myös takaansa herkemmin kuin superhertta. [7.]

Kahdeksikkomikrofoni

Kahdeksikkomikrofonin suuntakuvio poimii ääntä edestä ja takaa hyvin jättäen sivut hiljaisiksi. Suuntaavuutensa vuoksi sen äänenpoimintakyvykkyys on parempi kuin pallomikrofoneissa, ja kohdetta voi äänittää kauempaakin. Erityisen

käytännöllinen kahdeksikkomikrofoni on, kun äänitetään kahta vastakkaista äänilähdettä, esimerkiksi keskustelua pöydän molemmilla puolilla istuvien henkilöiden välillä. [7.]

Haulikkomikrofoni

Haulikkomikrofoni (kuva 5) on hyperkardiodimikrofoni. Haulikkomikrofonin suuntakuvio poimii ääntä melko kapealta suunnalta ja on vähemmän herkkä muihin suuntiin. Mikrofonista on erityistä hyötyä, kun äänitetään erityisen äänekäissä tai kaikuisissa ympäristöissä, sillä haulikkomikrofoni poimii kohteen äänen selkeästi ja vähentää heijastuksia. Matalammilla taajuuksilla se tosin menettää kykynsä erottaa äänenlähteet, eli hyödyt riippuvat paljon äänitettävästä kohteesta. [7; 12.]

Mikrofonityypit

Mikrofonien suuntakuviot voivat vaihdella mikrofonista toiseen. Seuraavaksi esitellään yleisiä mikrofonityyppejä. Tämä liittyy enemmän niiden fyysiseen rakenteeseen.

Käsimikrofoni

Käsimikrofoni on kädessä pidettävä mikrofoni, jolla on kahva ja usein pallonmuotoinen mikrofoniosuus (kuva 5). Käsimikrofoneja käytetään monenlaisiin tarkoituksiin musiikkiesityksistä televisiohaastatteluihin. [8; 12.]



Kuva 5. Shure sm58 -laulumikrofoni [41].

Lavalier-mikrofoni

Lavalier-mikrofoni on pienikokoinen, ja se on helppo kiinnittää suoraan puhujan vaatteisiin kiinni (kuva 6). Lavalierin toimintaetäisyys on hyvin pieni, ja yleensä sen suuntakuvio vastaa pallomikrofonia. Meluisissa ympäristöissä suuntaavan kardioidilavalierin käyttö on järkevää. Tässä tapauksessa mikrofonin täytyy tosin osoittaa kohti puhujan suuta. Lavalier-mikrofonin käyttö on erityisen järkevää silloin, kun on tarpeellista, että puhuja voi liikkua ja muutoin toimia. Yleensä mikrofoni kiinnitetään ulkoiseen vaatekerrokseen, esimerkiksi solmioon tai paitaan, ja mikrofonin johdot voidaan kätkeä vaatteiden alle. Pienen vaahtomuovisen tuulisuojan käyttö lavalierin kanssa on mahdollista. [7; 12.]



Kuva 6. Lavalier-mikrofoni kiinnityksineen [34].

Haulikkomikrofoni

Haulikkomikrofoni on pitkä kapea sylinterimäinen mikrofoni (kuva 7), joka kiinnitetään usein telineeseen. Haulikkomikrofoni ottaa ääntä sisään etupaneelist, jonka kautta se kulkee mikrofoniin takaosaan. [7; 12.]



Kuva 7. Haulikkomikrofoni XLR-kiinnityksellä [40].

Sankamikrofoni

Sankamikrofoni voi olla langaton tai langallinen mikrofoni, jossa on kiinnikkeet tai sanka, jolla se voidaan laittaa päähän. Sankamikrofoni saattaa myös koostua kuulokkeista ja mikrofoniasta. Tällainen mikrofoni vapauttaa puhujan käyttäjän kätet muuhun toimintaan. [7; 12.]

Läheisyysilmiö

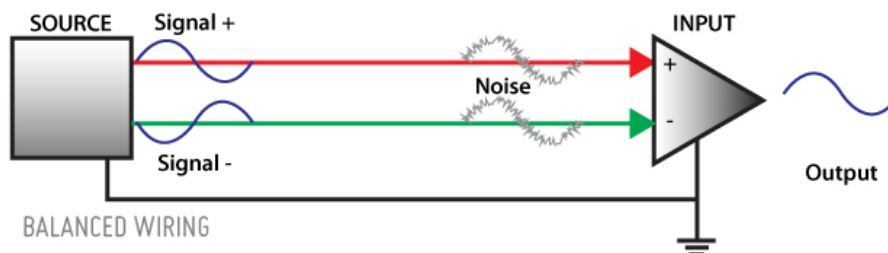
Suuntaaviin mikrofoneihin (hertat, kahdeksikko, haulikko) vaikuttaa läheisyysilmiö. Mitä lähempänä mikrofoni on äänen lähdettä, sitä isompi matalien taajuuksien vaste. Dynaamisissa ja suurikalvoisissa mikrofoneissa läheisyysilmiö on myös isompi. Toisin sanoen bassoäänet kuuluvat epäluonnollisen kovaa. Läheisyysilmiö on vahvin kahdeksikkomikrofonissa ja keskivahva erilaisissa kardioidimikrofoneissa. Läheisyysvaikutuksella voi saada aikaan haluttua efektiä eli isoa syvää ääntä, mutta pitää varoa, etteivät matalat taajuudet muutu liian sameiksi. Esimerkiksi radiolähetyksissä läheisyysilmiö on yleinen keino, jolla ääni saadaan kuulostamaan syvältä. Läheisyysvaikutus on huomattavin äänisisälössä, jonka taajuusvaste on alle 200 Hz. [13.]

Suojaamattomat ja suojatut kaapelit

Signaaliketjun osana käytetyt kaapelit ja johdot ovat isossa osassa koko ketjua. Jokainen kaapeli saattaa lisätä signaaleihin häiriöääntä. Suojaamaton kaapeli koostuu kahdesta liittimestä ja kahdesta johtimesta. Kaapelin sisällä kulkee signaalilanka maadoituksen ympäröimänä. Maadoituslanka kantaa osan signaalista ja suojaa sitä jonkin verran häiriöääniltä, kuten radiotaajuuksilta. Lanka torjuu melko hyvin häiriöääniä mutta toimii myös antennina, joka poimii sitä. Esimerkiksi tavallinen sähkökitarakaapeli on suojaamaton. Suojaamattomien kaapelien maksimipituuden tulisi olla noin 4–6 metriä, jotta signaali pysyy suhteellisen hyvänä. [14.]

Suojattu kaapeli koostuu kolmesta johtimesta liittimessä. Johdon sisällä kulkee kaksi signaalilankaa ja erillinen maadoituslanka (kuva 8). Maadoituslanka toimii

samalla tavalla kuin suojaamattomissa kaapeleissa. Suojatun kaapelin kaksi signaalilankaa kumpikin kantavat kopiota samasta signaalista. Nämä kopiot on lähetetty polariteetti käännettynä, ja kun signaalit summataan jäljelle jää pelkkä hiljaisuus. Kaapelin vastaanottopäädyssä signaalit käännetään ja uloslähtevästä signaalista matkan varrella poimittu häiriöäni on poistettu. Suojatut kaapelit tukevat paljon pidempiä vetoja. [14.]



Kuva 8. Suojattu kaapeli [14].

3.2 Mikseri

Mikseri, miksauslaite tai äänipöytä on analoginen tai digitaalinen laite, joka yhdistää ääniä eri signaaleista. Äänilähteet, joita mikseriin tuodaan, tulevat mikrofoniin kautta, joilla äänitetään esimerkiksi puhetta, akustisia tai elektronisia instrumentteja tai laulua. Tavallisesti mikserin mikrofoniiliitäntä on XLR, jota useat mikrofonit käyttävät. Mikserin kautta eri äänisignaaleita voidaan muokata, minkä jälkeen signaalit yhdistetään ja lähetetään livelähetyksessä, tallennetaan, tai lähetetään edelleen seuraavaan laitteeseen. Mikseri on yksi signaaliaketjun tärkeimmistä osista. [12.]

Analoginen ja digitaalinen mikseri

Analogisissa ja digitaalisissa miksereissä on eroja, esimerkiksi hinnan, laadun ja designin suhteen.

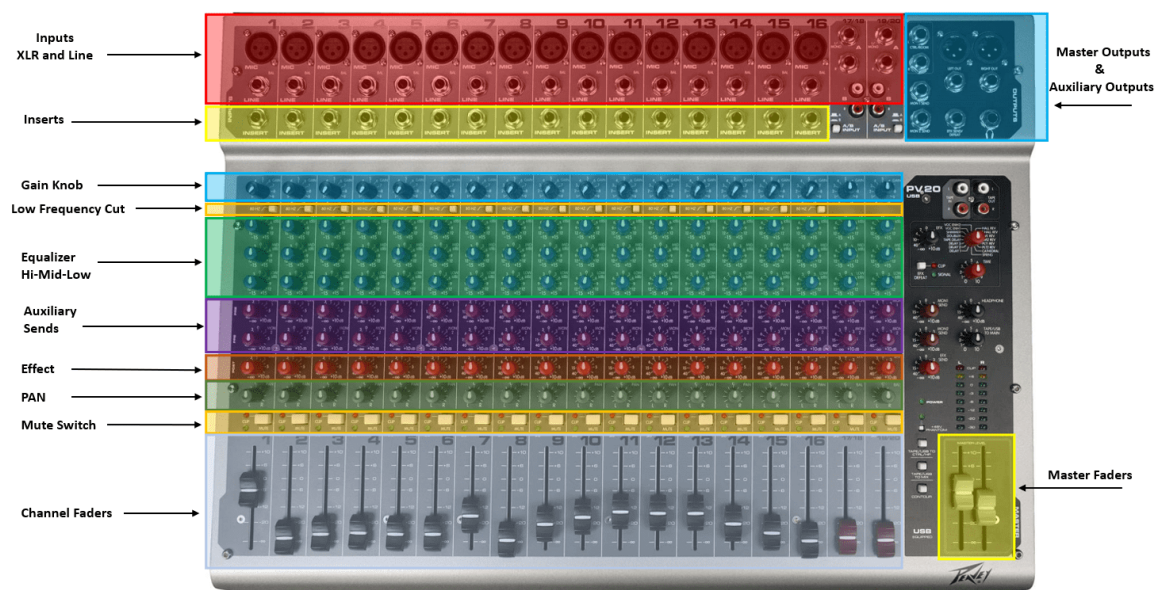
Analoginen mikseri voi olla käyttäjäystävällisempi vaihtoehto. Ne ovat yksinkertaisempia, ja monesti eri toiminnallisuudet ovat samoissa paikoissa, jolloin erilaisten analogisten miksereiden käyttäminen ja ongelmien ratkaisu on helpompaa. Kun oppii käyttämään yhtä mikseriä, voi helposti hypätä toisen käyttöön. Yleisesti ottaen analogiset mikserit ovat myös halvempia kuin digitaaliset vaihtoehdot. Toisaalta esimerkiksi laajempi räätälöinti ulkoisilla mikseriosilla voi tulla kalliiksi. Lisäksi analogiset mikserit voivat olla painavia, mikä vaikeuttaa kuljetusta. Ehkä tärkein ääniketjuun liittyvä haittapuoli on se, että analogisiin miksereihin ei saa tallennettua esiasetuksia toisin kuin digitaalisiin. Lisäksi analogiset mikserit ovat alttiimpia tilaäänelle ja voivat olla äänekkäitä, erityisesti isoissa tiloissa. [15.]

Digitaalisten miksereiden suurin etu on se, että laitteeseen voi ohjelmoida etukäteen esiasetuksia, joita voidaan käyttää tarvittaessa. Etukäteen ohjelmoiduilla muokkauksilla voidaan helpommin säädellä uloslähtevän äänen tunnelmaa monissa käyttötapauksissa. Digitaalinen mikseri tuottaa myös usein parempaa äänenlaatua digitaalisen lähetyssignaalin vuoksi, joka ei häiriinny tilaan liittyvistä äänistä tai taajuuksista. Digitaalinen mikseri tukee myös isompaa määrää ulkoisia äänilaitteita, ja sillä voidaan suorittaa enemmän toimintoja. Mikseri on myös usein analogista vastinettaan kevyempi ja näin ollen helpompi kuljettaa. Erityisen selkeä haittapuoli digitaalisessa mikserissä on sen tavallisesti kalliimpi hinta verrattuna analogiseen. Toinen tärkeä haittapuoli on se, että digitaalinen mikseri ei ole välttämättä käyttäjäystävällisin vaihtoehto: se, että oppii käyttämään hyvin yhtä digitaalista mikseriä, esiasetuksia, käyttöliittymää ja etukäteisohjelmointia ei suoraan käänny samanlaiseksi osaamiseksi erilaisen digitaalisen mikserin kanssa. [15.]

Mikserin tyyppi tulee ottaa huomioon äänitystä suunnitellessa. Etukäteen kannattaa miettiä, minkälaista osaamista mikserin käyttö vaatii ja minkälaisia muokkauksia ääneen voidaan tehdä.

Kanavalohko

Jokaiselle mikseriin sisään tuotavalle äänilähteelle on oma kanavalohkonsa. Kanava on mikserin peruspilari, joka toistuu mikserissä samanlaisena monta kertaa peräkkäin. Kanavalohko sisältää toiminnallisuudet, joilla ääneen voidaan vaikuttaa (kuva 9). Yksi kanavalohko sisältää täysin samat toiminnallisuudet kuin seuraava, eli kun ymmärtää yhden kanavan toiminnallisuudet, ymmärtää myös koko mikserin toimintaa. [17.]



Kuva 9. Mikseri. Kanavalohko on vasemmalta katsottuna yksi pituussuuntainen lohko alkaen XLR-sisääntulosta alaspäin. [28.]

Joissain mikserieissä on mahdollisuus yhdistää monta eri kanavaa tiettyyn alaryhmään, jota sitten miksataan erikseen ennen sen lähetystä päämiksaukseen. Ensimmäinen kanavalohkon osa on sisääntuloliitäntä, yleensä XLR, johon mikrofoni liitetään kiinni. Seuraavaksi käydään läpi mikserin osat kanavalohkon mukaisessa järjestyksessä.

Esivahvistimen säätö

Audiota äänitettäessä esivahvistin (gain) on ensimmäinen vaihe, jonka läpi signaali kulkee. Nimensä mukaisesti esivahvistin vahvistaa sisään tulevaa signaalia edelleen käsittelyä varten. Se toimii hieman samalla tavalla kuin kanavaliuku

tai volyymin säätö yhdellä tärkeällä erotuksella: Jokaisessa audiosignaaliassa on vähäinen määrä kohinaa. Jos signaali on liian hiljainen ja sitä nostetaan kanavaliu'un eli volyymin kautta, signaalin sisältämä kohina nousee myös ja äänestä tulee huonolaatuinen. Esivahvistin vahvistaa mikrofoniin poimimaa signaalia kohinan ylitse, jolloin käsiteltävä signaali pysyy kirkkaana ja kohina vähäisenä. Esivahvistinta tulee säätää jokaisen sisään tulevan äänen kohdalla siten, että saavutetaan mahdollisimman hyvä suhde signaalin ja kohinan välillä. Yleensä tämä tarkoittaa sitä, että ääntä kuunnellaan samalla, kun esivahvistinta säädetään mahdollisimman ylös ilman ääneen tulevia ongelmia. Mikserissä saattaa myös olla merkkivalo, joka ilmoittaa, milloin signaali on liian korkealla. Esivahvistinta kannattaa myös säätää sillä tavoin, että kanavaliu'un vaihtoehdot ovat mahdollisimman monipuoliset, eli volyyimia säätämällä äänenvoimakkuuden saa sekä ylös että alas. [17; 18.]

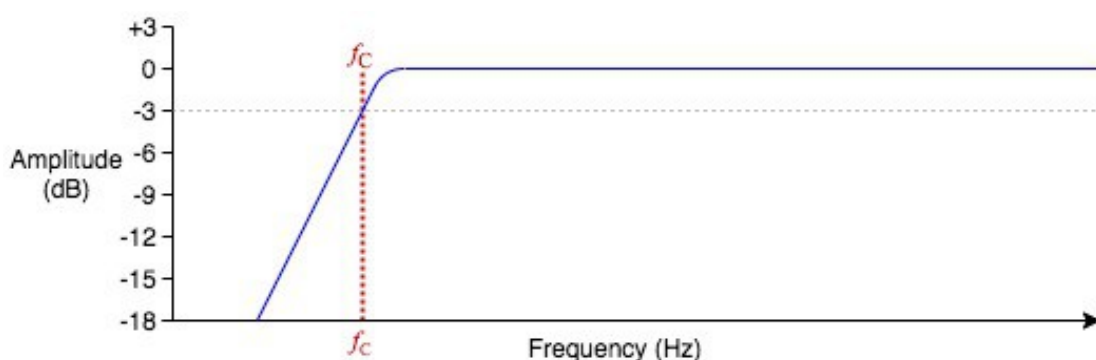
Aux-ulostulot

Aux-ulostulojen (auxiliary send routing) kautta mikseristä voidaan lähettää signaalia ulos tavalla, jolla luodaan erillinen miksaus. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi miksata monta eri kanavaa yhdeksi ulostuloksi. Aux-ulostuloja luodaan yleisesti kahdella eri tavalla: joko "pre-fader" tai "post-fader." Nämä termit tarkoittavat sitä, vaikuttaako uloslähtevään aux-ulostuloon kanavaliuku ("volyymi") vai ei. "Pre-fader"-aux-ulostuloon ei vaikuta kanavaliuku, kun taas "post-fader"-aux-ulostulosignaaliassa on mukana kanavaliu'un asetukset. Aux-ulostuloilla voidaan tehdä monenlaisia asioita, muun muassa voidaan luoda monitorointi- tai kuulokemiksaus, jotta esiintyjät voivat kuulla itsensä äänittämisen aikana, voidaan lähettää signaaleja erilliseen efektiprosessoriin ja tuoda se sitten takaisin mikseriin prosessoituna, voidaan lähettää vain tietyt kanavat äänityskäyttöliittymään, ja voidaan luoda alimiksaus. [19.]

Taajuuskorjain

Taajuuskorjain (EQ) muodostuu yleensä kolmesta tai useammasta nupista, joita voidaan säätää. Taajuuskorjain vaikuttaa erityisesti äänen tunnelmaan. Sen toimintapa on yksinkertaistetusti seuraavanlainen: Ajatellaan, että kanavaliuku tai volyyymi säätää äänisignaalin kokonaisvaltaista volyymia. Toisin kuin volyyymi, joka kontrolloi kokonaisvaltaista äänenvoimakkuutta, taajuuskorjaimella voidaan säätää tai jopa kokonaan leikata tiettyjä äänen taajuuksia.

Äänentaajuuudet jakautuvat karkeasti kolmeen eri alueeseen: bassoon, keskialueeseen ja diskanttiiin. Miksauslaitteessa näiden eri taajuuksien säätimet voivat olla esimerkiksi nimillä "High-freq", "treble", "mid band", "bass control" jne. Säätimiä voi olla mikserissä montakin, esimerkiksi kaksi tai kolme nuppia yhtä aluetta (esim. bassotaajuuudet) kohti. Taajuuskorjain on yksi tärkeimmistä äänisignaalia muokkaavista työkaluista. Yleisesti ottaen sillä tehtävät toiminnot voidaan jakaa korostamiseen ja vaimentamiseen tai jopa leikkaamiseen (kuva 10). Hyvä nyrkisääntö on tehdä aluksi kapeita leikkauksia ja leveitä korostuksia, eli leikataan esimerkiksi vain kapeaa määrää bassotaajuuksia ja vahvistetaan koko keskialuetta. Karkeasti sanottuna taajuuskorjaimella voidaan poistaa signaalista kohinaa ja ei-haluttua ääntä, vahvistaa haluttua ääntä, saada ääni kuulostamaan erilaiselta tai luoda "tilaa" miksaukseen. Yksinkertainen esimerkki voi olla esimerkiksi, että puhetta äänitettäessä leikataan osaa bassotaajuuksista pois, jotta kohinaa saadaan vähennettyä ja signaali kuulostaa kirkkaammalta. [18; 20.]



Kuva 10. Tyypillinen high-pass filter eli bassoleikkuri [29].

Panorointikiertosäädin

Panorointikiertosäädin, pan control, säätää sitä, missä signaali esiintyy stereo-kuvassa. Stereoääni tarkoittaa kaksikanavaista ääntä, jossa ääni jakautuu vasemmalle ja oikealle, esimerkiksi kaiuttimissa tai kuulokkeissa. Panorointikiertosäätimellä signaali voidaan sijoittaa stereokuvaan vasemmalle tai oikealle. Säättöä käytetään tilavaikutelman luomiseen. [18.]

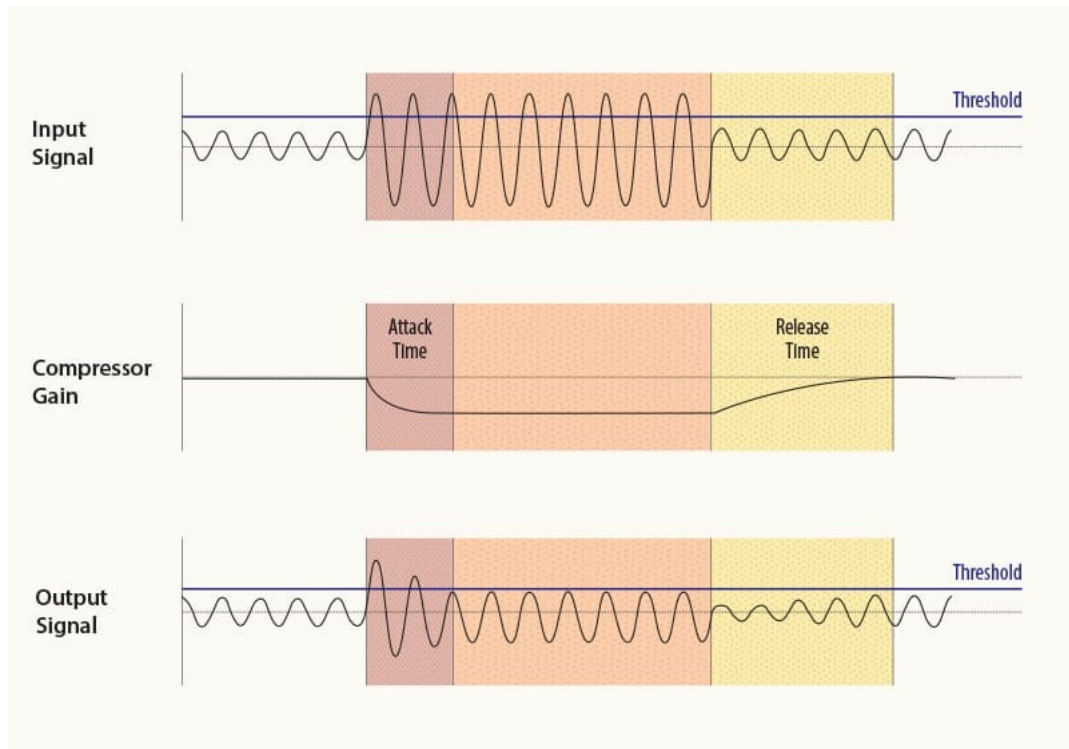
Kompressor

Kompressor on toiminto, jolla voidaan säätää signaalin dynaamista aluetta. Dynaaminen alue tarkoittaa signaalin voimakkaimman ja heikoimman taajuuden välistä suhdetta. Kompressor hiljentää voimakkaimman taajuuden volyyymia ja nostaa hiljaisimman taajuuden voimakkuutta, eli tiivistää signaalin dynaamista aluetta, jolloin voimakkaimmat ja hiljaisimmat taajuudet ovat lähempänä toisiaan. Kompressoimalla tiettyä signaalia sitä voidaan tuoda keskeisemmäksi osaksi lopullista miksausta. Esimerkiksi musiikissa voidaan haluta, että laulu on erittäin ”keskellä” äänimaisemaa, jolloin on hyvä, että laulun hiljaisimmat ja voimakkaimmat kohdat ovat volyyymissa lähempänä toisiaan. Kompressorin käyttö riippuu paljon käsiteltävästä signaalista ja siitä, mihin sitä halutaan käyttää. [21.]

Kompressorin osat ovat seuraavat:

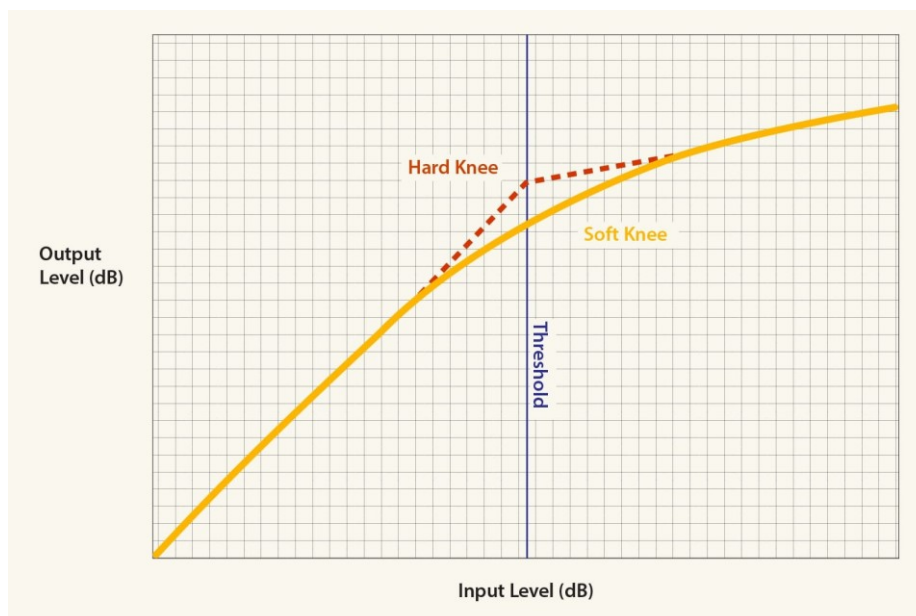
Threshold tai kynnysarvo (kuva 11) asettaa rajan, mistä kompressio alkaa, eli kynnystä ylemmät taajuudet kompressoidaan ja alemmat jätetään kompressoimatta. [21; 22.]

Attack ja release, jyrkkyys ja toimintanopeus (kuva 11). Jyrkkyys tarkoittaa aikaa, joka signaalilla kestää, että se on täysin kompressoitu. Release taas tarkoittaa aikaa, joka signaalilla kestää siirtyä kompressoidusta tilasta takaisin originaaliin kompressoimattomaan signaaliin. [21; 22.]



Kuva 11. Kompressorin ominaisuuksia [22].

Jyrkkyyden säädin (knee) (kuva 12) viittaa siihen, miten kompressor siirtyy kompressoitua ja kompressoimattoman signaalin välillä. Yleensä kompressor tarjoaa valinnan joko pehmeän tai kovan jyrkkyyden välillä. Voi myös olla, että vaihtoehtoja on useampia tai kompressor jopa tarjoaa mahdollisuuden säätää jyrkkyyttä. [21; 22.]



Kuva 12. Jyrkkyyden säädin [22].

Kanavaliuku

Kanavaliuku säättää lopuksi jokaisen kanavan käsitellyn signaalin äänenvoimakkuutta. Säädot on hyvä tehdä siten, että kanavaliu'un avulla äänenvoimakkuutta voidaan säätää miellyttävästi matalaksi tai korkeaksi. Ryhmäliuku toimii samalla tavalla mutta säättää eri signaaleista tehdyn ryhmämiksauksen äänenvoimakkuutta. Signaalit lähetetään edelleen masterliukuun, joka säättää uloslähtevän miksauksen kokonaisvaltaista äänenvoimakkuutta. [16; 18.]

3.3 Häiriöäänet

Häiriöääniä esiintyy monissa eri muodoissa, ja ne voivat ilmentyä eri vaiheissa signaaliketjua. Käytännössä häiriöääni tarkoittaa mitä tahansa ääntä, mitä ei haluta äänitykseen. Se voi olla esimerkiksi ympäristöstä johtuvaa meteliä, kohinaa jossain signaaliketjun osassa tai vaikkapa ilmastointilaitteen aiheuttamaa huriinaa. Laadukkaallakin tekniikalla rakennettu signaaliketju kohtaa välillä väistämättä häiriöääniä. Tässä luvussa esitellään yleisimmät häiriöäänien lähteet ja tapoja vähentää tai korjata niiden vaikutusta.

Ulkoilman häiriöäänet

Ulkoilmassa äänitetty materiaali altistuu monenlaisille häiriöäänille. Niistä eniten äänityksen laatuun vaikuttava on tuuli. Se luo matalia taajuuksia tullessaan yhteyteen mikrofonin kanssa. Parhaita keinoja korjata tuulen aiheuttamaa häiriöääntä on asettaa mikrofoni suojattuun paikkaan tai käyttää tuulisuojaa. Tuulisuoja on kahdesta materiaalista, kevyemmille tuulille voi riittää vaahtomuovinen suoja ja voimakkaammilla tuulilla altistuttaessa voidaan käyttää ”pörröistä” tuulisuojaa (kuva 13). Tuulen luomia matalia taajuuksia voidaan myös suodattaa high pass filterillä eli bassoleikkurilla. Tällöin tosin joitain haluttuja matalia ääniä saattaa myös suodattua. [23.]



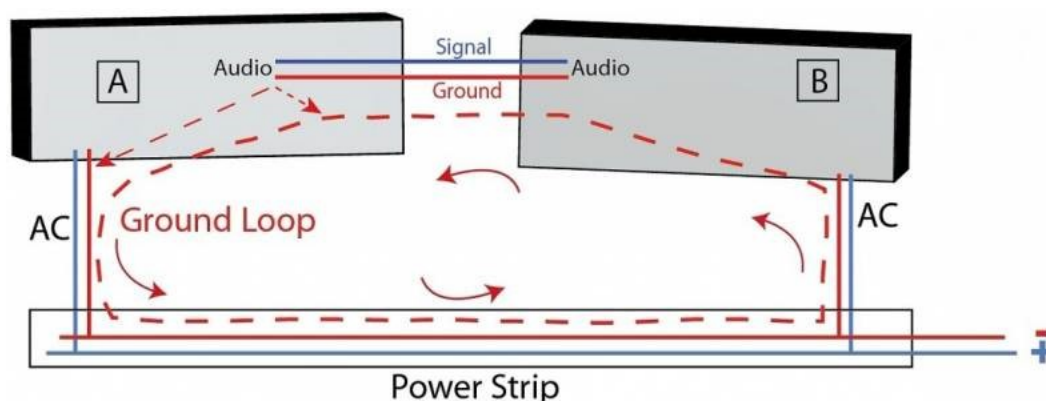
Kuva 13. Mikrofonin vaahtomuovinen ja pörröinen tuulensuoja [10].

Sähköinen kohina ja interferenssi

Sähköinen kohina ilmenee yleensä rätinänä tai jopa signaalin putoamisena. Tämä voi johtua huonosta kaapelista tai kytköksestä signaaliketjussa. Tällaista häiriöääntä voidaan välttää pitämällä hyvää huolta kaapeleista ja noudattamalla erityistä huolellisuutta signaaliketjun rakennusvaiheessa. Kytkentöjen uudelleenkytkentä ja heiluttelu voi auttaa. [23.]

Maalenkki

Ground loop eli maalenkki on häiriötä, joka ilman sijaan liikkuu fyysisten yhteyksien kautta. Lähekkäin olevien johdotusten kautta signaaliin voi tulla häiriöääntä esimerkiksi tietokoneen näytöstä tai kiintolevyistä. Usein maalenkki syntyy, kun monta eri laitetta on kytketty toisiinsa mutta laitettu kiinni eri virtalähteisiin (kuva 14). Jokaisella pistorasiassa on oma maa-arvonsa. Jos kahdella eri pistorasiassa on eri arvo, niiden välinen erotus voi muuttua surinaksi äänitykseen. Helppo tapa korjata maalenkki on käyttää akkukäyttöisiä laitteita akuilla laturijohdon sijaan ja kytkeä kaikki virtaa tarvitsevat laitteet yhteen pistorasiaan jatkojohtojen avulla. Maalenkki voidaan poistaa myös erillisellä laitteella, joka eristää signaalin, ja tämä voi usein olla paras ratkaisu. [23; 24.]



Kuva 14. Maalenkki [31].

Plosiivit

Plosiivit ovat ääneen syntyviä poksahduksia ja muita ääniä, jotka syntyvät, kun puhujaa äänitetään mikrofoniin ollessa melko lähellä suuta. Tämä tapahtuu vain, kun mikrofoni on erityisen lähellä puhujaa, joten kauempana olevat mikrofonit eivät kärsi plosiiveista. Plosiiveja voidaan välttää käyttämällä pop-suodatinta, esimerkiksi podcastin äänitystilanteessa, tai vaihtoehtoisesti vaahtomuovista tuulisuojaa kädessä pidettävää mikrofonia varten. Tietyt puheen äänteet kuten "s" ja "t" voivat olla myös sihiseviä. Tämä vaihtelee riippuen henkilöstä. Jos äänitystilanteessa huomaa, että äänitettävällä henkilöllä esiintyy erityisen voimakkaasti sihiseviä äänteitä, kannattaa kokeilla korkeampien taajuuksien signaalinprosessointia. Myös tuulisuojat voivat auttaa tähän. [23.]

Muut häiriöäännet

Matalataajuuksista ryminää ääneen saattaa tulla ympäristön kautta fyysisesti siirtyen. Tämän voi aiheuttaa esimerkiksi ihmisten kävely mikrofonin ympärillä. Näitä fyysisesti välittyviä matalia taajuuksia voidaan poistaa käyttämällä oikeanlaisia mikrofonitelineitä tai rakentamalla jonkinlaista eristystä mikrofonin ja välittömän fyysisen aineen välille. Esimerkiksi podcastia äänittäessä ihmisten kyyräräpäiden osuminen pöytään voi aiheuttaa häiriötä. Tämä ratkeaa käyttämällä hyvää mikrofonitelinettä ja esimerkiksi asettamalla jonkinlainen alusta telineen ja pöydän väliin. Mikrofonissa itsessään saattaa myös olla jonkinlainen suodatinominaisuus tätä häiriöääntä estämään. Tapauksissa, joissa käytetään esimerkiksi kameraan liitettävää suuntaavaa mikrofonia saattaa ääneen tulla kamerankäytöstä johtuvaa mekaanista ääntä, tai vaikkapa kameraoperaattorin vaatteiden suhinaa. Tällaista häiriöääntä on hankalaa torjua, ja paras tapa on muistuttaa kameraoperaattoria olemaan mahdollisimman sulavaliikkeinen ja tietoinen näistä mahdollisista häiriöäänistä. [23.]

Signaaliketjun sähkölaitteista aiheutuu myös jonkin verran häiriöääntä. Erityisesti jos käytössä on monta erillistä etuastetta ja prosessointivaihetta, voi tämä kohina muuttua ongelmaksi. Tähän häiriöääneen voidaan puuttua jo signaaliketjun alkupäässä asettamalla mikrofonietuaste siten, että sisään tuleva signaali on mahdollisimman selkeä ja vahva. [23.]

Ympäristön taustahäly voi johtua myös äänitystilanteen luonteesta: kun äänitetään paikan päällä, eli ei studioympäristössä, on jonkinasteinen häly väistämättöntä. Tätä varten tulee varautua jo äänitystilanteen suunnitteluvaiheessa valitsemalla tilanteeseen sopivat mikrofonit ja tekniikat ja ohjeistamalla puhujia.

3.4 Asiantuntijahaastattelut

Asiantuntijahaastatteluissa haastateltiin insinööriyötä varten kahta äänialan ammattilaista ja yhtä puoliammattilaista. Haastattelujen tarkoitus oli saada käytännön tietämystä äänitykseen liittyvistä asioista.

Asiantuntijahaastattelu: Ninja Huhtamäki, Podify-podcast-tuotantoyhtiön toimitusjohtaja.

Huhtamäki on äänialan ammattilainen, joka luo ja äänittää Suomen kuunneluimpia podcasteja. Hänellä on paljon käytännön kokemusta äänisisältöjen tuotannon kaikista vaiheista. Hänen haastattelussaan keskityttiin erityisesti podcast-äänityksen ominaisuuksiin ja puhujien ohjeistamiseen. Aluksi keskusteltiin äänityksen työprosessista sekä ”paikan päällä” eli asiakkaan tiloissa että studioolosuhteissa. Tämän jälkeen käsiteltiin signaalinprosessoinnin keinoja ja puhujien ohjeistusta.

Työprosessi tilanteessa, jossa ollaan paikan päällä, johtuu yleisesti ottaen siitä, että asiakas on kokenut helpommaksi sen, että äänitykset tehdään paikan päällä. Usein yrityksillä voi olla useita sidosryhmiä ja aikatauluja, jotka vaikeuttavat studiolle menoa ja helppouden vuoksi päädytään tekemään podcast yrityksen tiloissa. Tällöin on yleensä ennakoon kommunikoitu mahdollisista tiloista, jotka voisivat sopia äänittämiseen. Paikan päälle saavuttaessa tilat käydään läpi etsien mahdollisimman optimaalista tilaa äänittämiseen. On parempi lähteä liikkeelle siitä, että sulkee tiettyjä tiloja pois huonojen ominaisuuksien vuoksi. Tilan tarkastamisessa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin:

- Onko sähköistä ääntä, ilmastointia, huminaa tai muita laitteita, esim. jääkaappi? Saako laitteita pois päältä? Jatkuva ääni ei ole yhtä iso huoli kuin laitteet, jotka äänitelevät sykleittäin.
- Huonekorkeus vaikuttaa kaiun syntyyn, mihin voi törmätä erityisesti, jos yritys on vanhoissa tiloissa. Kaikua on hankala käsitellä pois.
- Ovatko ovet ja ikkunat äänieristettyjä, kuuluuko konttorin melu tai ulkoilman liikenteen äänet jne?
- Kokeillaan nollasoundia tiloissa. Mitä tulee mukaan?

Tilan valinnassa kannattaa valita vähiten epäoptimaalinen tila; todennäköisesti jonkinlaisia häiriöitä äänitykseen tulee mukaan joka tapauksessa. Tällaisissa tilanteissa kannattaa nojata sisällön laatuun ja jopa käsitellä ääneen mukaan enemmän esimerkiksi toimiston melua, jolloin lopputuotteessa ylimääräinen ääni kuulostaa tarkoituksenmukaiselta tunnelmaratkaisulta. Äänenlaatua erityisesti kaiun suhteen nostavat kannettavat akustoseinät, joilla voidaan rakentaa paikan päälle eräänlainen äänityskoppi puhujille, mikä vähentää seinistä kimpoavaa ääntä.

Paikan päällä äänittäessä kondensaattorimikrofonit jäävät pois, koska ne imevät kaiken äänen tilassa. Liikenteessä tulee olla mukana dynaamisia mikrofoneja esim. Shure SM58 -laulumikrofoni. Myös haulikkomikrofoneilla on käyttötapauksia. Dynaamisille mikrofoneille otetaan jalustat mukaan ja asetetaan ne pöydälle mahdollisen pop-suodattimen kanssa. Ihmiset eivät usein osaa pitää mikrofonia kädessään oikein. Yrityksissä ei usein ole ammattipuhujia, jolloin voi auttaa, ettei puhuja kuule omaa ääntään kuulokkeista. Tästä voi tosin olla apua livetilanteeseen siinä mielessä, että puhuja huomaa, jos hän puhuu mikin ohi. Istuvaa puhujaa ohjeistetaan laittamaan kyynärvarret pöydälle ja suu noin 5 cm:n päähän pop-suodattimesta. Kyynärvarsien ollessa pöydällä puhuja ei välttämättä liikehdi aivan niin paljon, ja niska ja kaula rentoutuvat. Jos ihmiset ovat erityisen eläväisiä ja liikkuvia istuessaan, voi haulikkomikrofoni olla hyvä ratkaisu. Suuntaavuus on kapea ja tarkka, jolloin ympäristön äänet myös vähenevät. Haulikko asetetaan jalustalla noin 50 cm:n päähän puhujasta. Ulkoilmassa äänittäessä ratkaisut ovat erilaisia: haulikkomikrofoni pörröisellä tuulisuojalla on hyvä ratkaisu mutta tärkeintä on suojaisan lokaation löytäminen.

Puhujien ohjeistamisessa on hyvä neuvoa pitämään taukoja. Soljuvaan puheeseen pyrkiessä ääneen saattaa tulla paljon täytesanoja ("niiku", "tota", "tavaltaa"). Ajatustauot ovat hyvä asia, ei tarvitse hätäillä. Livelähetys rauhoittuu tauoista, sisältöön tule intensiteettiä ja taukoja pitämällä puhujat muuttuvat kiinnostavammiksi. Paneelikeskusteluissa on usein ongelmana se, että ihmiset puhuvat toistensa päälle, ja tulee keskeytyksiä. Kannattaa ehdottaa "sormi pystyyn" -sääntöä, eli henkilö, jolla on seuraavana sormi pystyssä, puhuu seuraavaksi.

Tämä jakaa puheenvuorot luontevasti. Jos on mahdollista, kannattaa jututtaa puhujia jo etukäteen, että saa kiinni ihmisten manereista, äänestä ja olemisesta. Näin voi ennakoida, mitä prosessointikeinoja tarvitsee mahdollisesti käyttää.

Signaalinprosessoinnissa Huhtamäki painotti sitä, että ihmisiä ei tarvitse saada saman kuuloisiksi. Äänessä korostetaan mieluummin persoonallisuutta, jolloin viesti erottuu paremmin. Monet ammattilaiset tekevät samoilla asetuksilla kaikki äänet. Kuvitellaan esimerkiksi kirkasääninen mies. Monet saattaisivat lisätä EQ:lla ääneen bassoa, vaikka parempi ratkaisu voisi olla hienovaraisesti korostaa äänen kirkkautta. Kyseessä on tosin enemmän tyyliä. Perushuminaa voidaan ohjelmistomikseroissa poistaa esiasetuksilla eli presetillä, esimerkiksi kohinanpoistajalla eli noise reductionilla. Taajuuskorjaimella voidaan vähentää kaikua mutta soundista saattaa lähteä kirkkaus ja ääni tunkkaistua. Presetit voivat olla hyvä keino muokata äänestä ”tarpeeksi hyvää.” Monet ammattilaiset ovat tosin sitä mieltä, että jokainen äänitystilanne on niin erilainen, että kannattaa hakea säädöt joka kerta manuaalisesti. Livetilanteessa ennakoasetuksien käyttö voi jouhevoittaa toimintaa. Taajuuskorjaimella voidaan hakea kirkkautta puheeseen. Panorointikiertosäädin on myös hyvä työkalu: esimerkiksi tilanteessa, jossa paneelikeskustelussa on vaikkapa kaksi hyvin samalta kuulostavaa ihmistä, näitä voidaan stereokuvassa siirtää hieman erilleen, jolloin loppukäyttäjä erottaa paremmin, kuka puhuu.

Kompressoria on perinteisesti käytetty tuomaan äänet lähemmäs toisiaan: esimerkiksi kaupallisissa FM-radioissa käytetään todella voimakkaasti kompressoria. Tämä liittyy kulttuuriin ja saattaa myös osin johtua siitä, että radiolähetys täytyy kuulla selkeästi myös sellaisissa tiloissa, joissa on paljon hälyä, kuten vaikkapa uimahallissa. Podcastissa loppukäyttäjä kuuntelee sisältöä usein intimitimmin, jolloin kevyempi kompressointi on hyvä, liian kova kompressorin äänen kuulostamaan muoviselta ja käsitellyltä. Eron voi huomata kuuntelemalla radiokanavia: Yleisradiossa ei ole kulttuuria kovalle kompressoinnille, ja vaihtamalla Ylen ja kaupallisten kanavien välillä eron huomaa selkeästi.

Asiantuntijahaastattelu: Reino Pirttijärvi, freelancer, monikameratuotannot

Pirttijärvi on freelancertuottaja, joka on tallentanut ja suoratoistanut mm. musiikkikeikkoja, teatteria, sirkusta ja puhetilaisuuden. Hänen kanssaan keskusteltiin sopeutumisesta erilaisiin tilanteisiin ja pienempikokoisten tuotantojen työprosesista.

Pirttijärven työprosessi vaihtelee paljon tilanteen mukaan. Yleensä hän ottaa kaiken omistamansa tekniikan mukaan ja käyttää välineistöä tarpeen mukaan. Kalusto on kompakti, siihen kuuluu nelikanavainen HDMI-videomikseri, johon jakkiliittimillä ääni sisään, pitkät vedot konvertoidaan SD:ksi tai KAT:ksi, kamerat SLR-runkoja, sekalainen valikoima dynaamisia käsimikrofoneja ja lavaliermikrofoneja sekä Roden-videomikrofoneja ja langattomia lähettämiä. Yleensä signaaliketjun pystytys alkaa kuvan pystyttämisestä, ja usein ääni saattaa jäädä viimeiseksi asiaksi, mikä on joskus kostautunut kiireeksi.

Pystyttäminen on helpompaa riippuen tekijöiden määrästä. Tilassa kannattaa huomioida sen ominaisuudet: Onko kaikuisuutta, onko huminaa? Humina saattaa johtua esimerkiksi maalenkistä, ja sitä voi korjata kokeilemalla eri pistorasioita jopa eri huoneesta. Tilassa erityistä huomiota kannattaa kiinnittää myös siihen, muuttuuko jokin tekijä, kun lähetys alkaa, onko esimerkiksi mahdollista, että projektori, joka nyt on pois päältä, onkin päällä lähetyksen aikana. Yleinen vaaranpaikka on se, kun paikan päällä on oma äänikalustonsa, josta otetaan veto omaan lähetykseen. Tällöin kannattaa tarkistaa, että mikserit ovat samalla tasolla, ottamalla ns. "kilon vinku" eli 1 kHz:n siniaalto, jolla tarkistetaan, että äänentaso on sama kummassakin mikserissä. Jos päämikserin aux-lähdöissä on kohinaa, kannattaa kokeilla useita lähtöjä. Paikan ääniteknikko monitoroi oman mikserinsä soundia, ja tällöin saattaa tuntua turhalta, että suoratoiston ääntä monitoroisi, mutta näin olisi hyvä tehdä. Ei siis kannata ajatella, että "ääni on kunnossa", vain koska sitä tekee jo joku. Turvallisin tilanne on, kun mikrofonivedot on tehty itse ja tiimissä on erillinen henkilö miksaamassa ja tarkkailemassa

liveääntä. Jos ylimääräistä henkilöä ei ole, saattaa olla apua jo siitä, että asiakas tai vaikkapa ystävä seuraa lähetystä ja osaa sanoa, jos ääni ei kuulu tai on liian hiljaa. Ylipäätään kannattaa testata ääni loppukäyttäjän näkökulmasta.

Meluisassa ympäristössä voi olla vaikea kuulla, miltä ääni kuulostaa, ja tällöin jo toiseen tilaan siirtyminen suoratoiston äänen tarkistamiseksi voi auttaa. Yksi vaikeimmista tilanteista, mitä Pirttijärvi on kohdannut, oli kun hän oli tekemässä suoratoistoa konferenssitilassa, auditoriossa, jossa oli puoliautomaattinen PA-järjestelmä mutta ei mikseriä. Huminan syyt automaattisen järjestelmän vedosta eivät selvinneet, ja lopulta ratkaisuna kävi lavalier-mikrofoni, joka oli teipattu kiinni PA-mikrofoniin. Yksin tai pienellä porukalla tehtäessä on hyvä pystyä tekemään luovia ratkaisuja. Pienempiin monikameratuotantoihin ei juuri ole vaikiintuneita käytäntöjä, joten laitteisto ja järjestely saattavat vaihdella paljonkin. Riskien minimointi on hyvä asia, mutta pienet virheet eivät haittaa. Kerran Pirttijärvi äänitti koko tilan ääntä ripustamalla lavalierin kattoon.

Langattomat mikrofonit ovat monikäyttöisiä, ja niitä on hyvä olla varalla. Yksi ongelma niissä tosin on akun kesto. Mielenrauhaa tähän on voinut tuoda mukaan teipattavilla akkupankeilla. Mikrofoneja asettaessa kannattaa tarkistaa, ettei mikrofoni hankaa vaatteisiin. Langattomien mikrofonien etuvahvistus kannattaa tehdä vastaanottimessa, ja äänentoiston tarkistaminen (soundcheck) on tärkeää, jotta ääni ei mene rikki. Puhujia kannattaa muistuttaa siitä, että ääni lähtee myös suoratoistoon. Halvemmissa nappimikrofoneissa saattaa olla myös kantamaongelmia. Tällöin tulee sijoittaa vastaanotin lähemmäs mikrofonia. Teatterissa erityisen fyysisissä suorituksissa lavalier saattaa olla huono: Mitä jos näyttelijä esimerkiksi ottaa vaatteita pois tai ryömii lattialla? Koko tilan äänittäminen saattaa olla parempi ratkaisu tällaisissa tilanteissa. Parempaa ääntä tietysti saa, kun kaikilla esiintyjillä on oma mikrofonsa, mutta tällöin olisi hyvä olla erillinen henkilö tarkkailemassa ääntä. Jos lähetyksessä on vain yksi puhuja, voi äänen monitorointi olla mahdollista, vaikka miksaisi samalla videolähetystä. Äänen tasoja tulee tarkkailla, mutta kehittyneempää signaalinprosessointia varten tarvitaan toinen henkilö.

Asiantuntijahaastattelu: Antti Immonen, Yle, tekninen kehitystuottaja

Immosella on 20 vuotta kokemusta live- ja studiotyöskentelystä äänen parissa. Kokemusta on kaikkein isoimmista viihdetuotannoista, livemusiikista, viihdeohjelmista ja studiotyöskentelystä. Hänen kanssaan keskusteltiin yleisellä tasolla signaaliketjun tekniikasta ja häiriötilanteista.

Signaaliketjun pystytys on kaikissa tilanteissa samankaltainen. Lavalla ovat esiintyjät ja mikrofonit, ja sama signaali jaetaan äänitarkkaamoon, jossa tehdään tv-ääni, yleisölle saliaäni ja soittajille ja kilpailijoille monitorimiksaus. Monitori- ja lähetyssäntä varten mikrofonit jaetaan analogisilla jakajilla, joista ääni ajetaan eri paikkoihin. AD-muunnos tapahtuu jo lavalla, minkä jälkeen ääntä jaellaan eri formaateissa tarvitsijoille Dante-verkossa. Dante on järjestelmä, joka jakelee ääntä IP-verkon kautta. Signaali pysyy näin digitaalisesti jaeltuna korkealaatuisena huolimatta etäisyyksistä. Isoissa tuotannoissa on tärkeää huomioida, kuka hallitsee gainin säätöä: esimerkiksi Avidin äänipöydissä on kaikissa älykäs gainmatching-järjestelmä, ja jos joku nostaa esivahvistusta, balanssi pysyy samana.

Langattomien mikrofonien laatu on parantunut, ennen soundi oli huonompi. Nykyään langattomia järjestelmiä on enemmän. Isoissa järjestelmissä langattomuutta saattaa häiritä lähetystaajuuksien vähyys. Esimerkiksi oopperassa on toista sataa kanavaa. Laskentaohjelmat laskevat taajuudet mikrofoneille, jolloin voidaan käyttää pienempää taajuusikkunaa. Tällöin ollaan häiriöille immuuneja, vaikka lähetyksen ja äänipöydän latenssi voi olla jonkinlainen. EU-tason taajuusmuutos, jossa enemmän taajuuksia varatiin mobiilidatalle, on vaikeuttanut järjestelmien pystytystä, ja langatonta kalustoa on täytynyt paikoin uusia.

XLR-kaapeleilla vedetään aina mikrofonien asettamiset, jotka nauhoittavat liikumatonta ääntä, esimerkiksi instrumentteja. Teatterituotannoissa käytetään yleensä suuntaavia lavalier-mikrofoneja. Nauhamikrofonit eli ribbon-mikrofonit eivät nykyään enää rikkoudu niin helposti, ja uusiin voidaan syöttää myös phantom-virtaa. Yleisön reaktioita kerätään usein haulikkomikrofonilla.

Häiriöääni, jota tulee välttää viimeiseen asti, on PA-järjestelmän kiertoääni. Usein häiriöitä voi tulla esimerkiksi viallisista johdoista, mikrofonin kiinnikkeestä putoamisesta ja telineiden putoamisesta oikeasta asemoinnista. Tällaisia asioita sattuu usein, ja niitä pitää korjata livetilanteessa. Langattomissa mikrofoneissa interferenssi, sähinä, voi vaivata. Lavalier-kiinnityksissä voi ilmetä rahinaa tai korujen kilinää. Usein virhetilanteita kannattaa välttää jo ennakolta. Kohinaa voidaan korjata compander-tekniikalla. Compander on signaalinprosessointia, jossa sekä kompressoidaan että laajennetaan. Kompressointi maksimoi signaali-kohinasuhdetta ja laajennus puskee sitä alas, jolloin lopputuloksena on puhtaampi signaali.

4 Äänitysskenaariot ja ehdotetut ratkaisut

Tässä luvussa selostetaan insinööriyössä luodut parhaat käytännöt -tyyppiset äänitysratkaisut valituille skenaarioille. Paikan päällä tapahtuville pienimuotoisemmille suoratoistotilanteille ei ole yleisesti vakiintuneita toimintaperiaatteita. Ehdotetuissa ratkaisuissa käydään läpi kunkin tilanteen signaaliketjun rakennusta, neuvotaan puhujien ohjeistuksessa ja signaalinprosessoinnissa. Skenaarioiden ratkaisut toimivat hyvänä pohjana kunkin tilanteen äänityksen suunnitteluun.

4.1 Paneelikeskustelu

Paneelikeskustelu on kahden tai useamman henkilön välinen keskustelu, joka usein käydään yleisön edessä. Keskustelulla voi olla vetäjä tai juontaja, joka jakaa puheenvuoroja. Yleisön läsnäolon vuoksi paneelikeskustelut käydään yleensä isommissa tiloissa, kuten auditorioissa ja esiintymislavoilla. Paneelikeskusteluun saattaa myös sisältyä yleisön osallistuminen kysymysten muodossa.

Äänityksen suunnitteluvaiheessa on hyvä käydä ensin läpi tila, jossa paneelikeskustelu järjestetään. Tärkeimmät seikat, mitkä tulee ottaa selville signaaliketjua suunnitellessa ovat seuraavat:

- Kuinka monta puhujaa on? Missä puhujat ovat, puoliympyrässä tuoleilla istuen lavalla vai ehkä pitkän pöydän ääressä? Tarvitaanko yleisömikrofonia?
- Mihin tekniikka mahtuu? Otetaan selvää, mihin tekniikka asetaan. Tämä riippuu kustakin tilasta. Tekniikan sijoittelua suunniteltaessa kannattaa pitää mielessä, että suositus XLR-vedon pituuteen on 30 metriä ilman lisävahvistusta. Kannattaa myös testata langattomien mikrofoniin vastaanottimen kantoalue.
- Mistä saadaan sähkö? Sähkö tekniikkaa varten kannattaa vetää tiloihin mahdollisimman huomaamattomasti ja mahdollisuuksien mukaan välttää paikkoja, joista ihmiset kulkevat. Sähkö kannattaa ottaa kokonaan yhdestä pistorasiasta jatkojohdoilla, mikäli mahdollista. Näin voidaan välttää maalenkkejä.
- Minkälainen tilan akustiikka on? Ennakoidaan mahdollisia häiriöääniä, kaikuisuutta, huminaa. Onko tilassa laitteita, joista kuuluu ääntä? Tasaisia ääniä kuten huminaa voidaan käsitellä live-tilanteessakin pois, mutta syklisiä laitteiden ääniä on hankala kokonaan poistaa.

Tilan ja puhujien tarpeen mukaan suunnitellaan kalustolista ja varalaitteet. Mukaan kannattaa varata ylimääräisiä mikrofoneja, kaapeleita, jatkojohtoja ja virtalähteitä. Signaaliketju kannattaa piirtää tai kirjoittaa paperille. Tämä voi auttaa mahdollisten virhetilanteiden ratkaisemisessa.

Paneelikeskustelussa kannattaa käyttää langattomia lavalier-mikrofoneja. Tämä mahdollistaa puhujien jonkinasteisen liikkumisen ja päänkääntelyn, joka keskustelutilanteessa on mahdollista. Mikrofonin kiinnitetään mahdollisimman lähelle puhujan suuta, rinnan päälle, ilman että se häiritsee. Mikrofoniasetusta kannattaa varmistaa, ettei puhujalla ole yllään esineitä, jotka osuvat mikrofoniin. Joissain tapauksissa johdot kannattaa teipata, jotta ne eivät pääse liikkumaan ja kahisemaan. Teippaus kannattaa tehdä siten, että johdolla ei ole liikaa löysää

tilaa. Langattomissa mikrofoneissa tarkistetaan lähetystaajuuksia kuunnellen, ettei interferenssiä tule ääneen. Kunkin mikrofoniin lähetystaajuus kannattaa asettaa hieman erilleen toisistaan, ettei taajuusalueelta vuoda ääntä toiseen signaaliin. Langattomissa mikrofoneissa tulee myös varmistaa, että akku on täynnä ja sitä on tarpeeksi, kun livetilanne alkaa. Kannattaa ottaa vara-akkuja mukaan. Erityisen pitkissä tilanteissa mukaan voidaan teipata akkupankki. Langattomien mikrofoniin vastaanottaja(t) pitää asettaa tilaan erityisesti kantamaa silmällä pitäen ja kuunnellen. Jos kantama ei riitä, vastaanottajat siirretään lähemmäksi. Vastaanottajan johdotukset tehdään XLR-ohjeiden mukaan (ks. s. 35 XLR-johtojen johdotukset).

Toinen mahdollisuus paneelikeskustelun mikrofoneiksi on joutsenkaulamikrofoni. Kannattaa käyttää mielellään dynaamisia ja suuntavia versioita. Joutsenkaula asetetaan noin 30 cm:n päähän puhujasta pöydälle telineensä kanssa, koska alle 15 cm:n päässä olevaan mikrofoniin alkaa tulla läheisyysilmiön vaikutusta ja plosiivit saattavat tulla häiriöääneksi (kuva 15). Joutsenkaulamikrofoneissa on usein vaahtomuovinen tuulisuoja, jota kannattaa käyttää.



Kuva 15. Joutsenkaulamikrofoni tiedotustilaisuudessa [33].

Jos yleisöltä halutaan ottaa kysymyksiä, tähän kaikkein optimaalisin ratkaisu olisi käyttää langatonta dynaamista käsimikrofonia. Jos äänen laatu ei ole tärkein kriteeri, myös Catchbox, joka on heitettävä noppamikrofoni, voi olla mahdollinen (kuva 16). Tätä mikrofonia voidaan liikutella yleisön joukossa varsin nopeasti, eikä se ole samalla tavoin herkkä pudottelulle kuin perinteiset mikrofonit. Langattomien mikrofonien käyttöönotto tehdään kuten lavalierin kohdalla edellä.



Kuva 16. Langaton Catchbox-mikrofoni [35].

Paneelikeskustelussa kannattaa puhujille ehdottaa ”sormi pystyssä” -sääntöä riippumatta siitä, onko paneelissa vetäjä vai ei. Se, jolla on sormi pystyssä, puhuu seuraavaksi, ja näin välttyään keskeytyksiltä ja päälle puhumiselta.

XLR-kaapelit kannattaa kiinnittää tukevasti ja hieman hytkyttää niitä tunnustellen, että kaapeli on varmasti kunnolla kiinni. Yli 30 metriä pitkät vedot tulisi vahvistaa signaalinjakajalla, ellei käytössä ole erikoiskaapeli, jonka signaalinvahvuus yltää pidemmälle. Kaapelit teipataan maahan siististi tilan mukaan. Kannattaa välttää kuluväylien ylitystä mahdollisuuksien mukaan tai käyttää johtokourua kulkuväylien ylitykseen, jos sellaisia on saatavilla. Johdot kannattaa myös asetella niin, etteivät ne koskisi toisiinsa tai muihin sähköjohtoihin. Näin voidaan vähentää mahdollisia häiriöääniä.

Kun signaalit on saatu kiinni mikseriin, kannattaa testata niiden toimivuus. Tärkein asia suoratoistotilanteessa on, että jokainen signaali toimii. Jos mahdol-

lista, sound check kannattaa tehdä varsinaisten esiintyjien kanssa. Esivahvistinta säädetään sen verran, että jokaisesta signaalista tulee kirkas ilman, että ääni menee rikki. Taajuuskorjainta voidaan käyttää kahteen asiaan: häiriöäänien leikkaamiseen ja puhujan äänen korostamiseen. Esimerkiksi matalaa huminaa voidaan korjata bassoleikkurilla. Kaikuisuutta on hankala korjata ilman, että ääni kuulostaa tunkkaiselta, joten kaikua ei kannata yrittää korjata liikaa.

Taajuuskorjaimella kannattaa pyrkiä hienovaraisesti korostamaan puhujien omaa persoonallista ääntä: esimerkiksi kirkkaan äänensävyyn omaava henkilö kuulostaa hyvältä, kun keskialuetta ja korkeita alueita hieman korostetaan. Taajuuskorjaimen käyttö on osittain mielipideasia. Kannattaa sound checkissä hieman kokeilla, minkälaisia efektejä erilaiset säädöt saavat aikaan, ja hakea näin äänestä hyvä. Kompressorin käyttö riippuu paljon tilanteesta. Sillä voidaan vähentää ääneen ilmestyviä piikkejä, esimerkiksi jos tuoli kolisee tai kyynärpää osuu pöytään jne. Yleisesti ottaen kompressoria kannattaa käyttää hienovaraisesti, loppukäyttäjää ajatellen. Jos ajatellaan, että suurin osa loppukäyttäjistä kuuntelee lähetystä kuulokkeilla, kannattaa ääni pitää eläväisenä sen sijaan, että kompressorilla vedetään ääni liian tasapaksuksi.

Panorointikiertosäätimellä voidaan paneelitulanteessa sijoitella jokainen henkilö sopivasti erilleen stereokuvassa. Toinen mahdollisuus on hieman kuunnella, ketkä puhujista ovat erityisen samankuuloisia, ja sijoitella heitä hieman erilleen. Näin loppukäyttäjä saa paremman kuuntelukokemuksen.

Kanavaliu'un kohdalla pidetään huoli siitä, että jokainen puhuja kuuluu yhtä kovalla volyymilla. Jos joku puhuu erityisen kovaa ja joku hiljaa, voi tämä tarkoittaa sitä, että liukujen optimaaliset paikat vaihtelevat. Kaikkien äänien monitorointiryhmäliuku kannattaa pitää erillisenä kuin lähetyksen masterliuku.

Paneelikeskusteluun vaikuttavat häiriöäänet voivat olla sähköinen kohina, interferenssi, maalenkki, plosiivit sekä ympäristön äänet.

Suoratoistotilanteessa kannattaa testata lähetyksen alettua myös loppukäyttäjän ääni, menemällä jopa eri huoneeseen seuraamaan lähetystä hetkeksi esimerkiksi puhelimella. Paneelikeskustelussa on yleensä monta eri signaalia, ja olisi hyvä, jos äänen monitorointiin ja miksaamiseen olisi varattu henkilö. Jos resurssit eivät riitä, tärkein asia on saada ääni toimimaan ja ulos kuuluvana.

4.2 Konferenssi ja opetustilanne

Konferenssiesiintymiset ja opetustilanteet ovat yleensä tilanteita, joissa yksi tai joskus useampi puhuja esitelmöi aiheesta. Esitykseen saattaa liittyä muuta materiaalia, esimerkiksi diaesitys. Yleensä tällaiset tilanteet tapahtuvat esimerkiksi auditorioissa tai esiintymislavoilla ja yleisö seuraa esitystä.

Suunnitteluvaiheessa tila käydään läpi. Seuraavat asiat tulee selvittää:

- Tekniikan sijoittaminen. Mihin tekniikka asetetaan? Tämä riippuu kustakin tilasta.
- Paikan päällä oleva PA-järjestelmä. Onko kyseessä esimerkiksi auditorio, jossa on jonkinlainen rakennettu äänijärjestelmä, tai esiintymislava, johon on rakennettu esitystä varten oma äänentoistonsa. Tämä järjestelmä ja siitä otettavan signaalin toimivuus kannattaa testata jo etukäteen.
- Tilan akustiikka. Kuunnellaan tilan kaikuisuutta ja huminaa, mahdollisesti nollasoundia kuunnellen. Näin voidaan ennakoida mahdollisia häiriöääniä ja pohtia niille ratkaisuja.
- Sähkö omaa tekniikkaa varten. Sähkö tulisi sijoittaa tilaan mahdollisimman siististi ja mahdollisuuksien mukaan ottaa sähkö yhdestä pistorasiasta maalenkkiä välttäten.

Konferenssit ja opetustilanteet ovat usein sellaisia, joissa esiintyjät liikkuvat. Tämän vuoksi hyvä ratkaisu on käyttää langatonta lavalier-mikrofonia tai langatonta dynaamista käsimikrofonia (kuva 17). Tämän lisäksi konferenssissa äänen voidaan ottaa mukaan yleisöääntä asettamalla haulikkomikrofoni yleisöön suunnaten. Näin saadaan luotua suoratoistoon tilan tuntua.



Kuva 17. Opetustilanne Aalto-yliopiston tiloissa [39].

Lavalier-mikrofoni tulee asettaa puhujan rinnalle, kiinni vaatteeseen, mahdollisimman lähelle suuta, ilman että mikrofoni koituu häiriötä. Johdot ja lähetin teipataan vaatteiden alle tai esimerkiksi vyöhön. Johtoja asettaessa ja kiinnitettäessä kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että puhujan liikkeenvapaus säilyy mutta johdot eivät silti roiku liikaa. Mikrofonien lähetystaajuudet tulee tarkastaa etukäteen, jotta niissä ei ole interferenssiä. Akun tulee olla tilanteen alkaessa mielellään täysi, jotta vältetään ongelmilta. Langattoman lähettimen asettamisessa kiinnitetään huomiota kantamaan. Kannattaa kävellä koko esiintymisalue läpi kuunnellen signaalia ja varmistaen, ettei se putoa pois. Jos kantama ei riitä, vastaanotin siirretään lähemmäksi tilan mukaan. Dynaamisen langattoman

käsimikrofonin kanssa toimitaan samoin. Jos paikan päällä on oma äänentoistojärjestelmänsä mutta jostain syystä signaalia ei kyetä vetämään omaan mikseriin, voi yksi vaihtoehto olla lavalier-mikrofonin teippaaminen puhujan mikrofooniin kiinni.

Usein opetustilanteissa ja konferensseissa on oma äänentoistonsa yleisölle, joten puhujat saattavat huomata, jos heidän äänensä ei kuulu. Kannattaa silti muistuttaa puhujia pitämään mikrofoni mielessä. Jos esiintyjät eivät ole kokeneita puhujia, kannattaa ohjeistaa pitämään ajatustaukoja ja olemaan hätäilemättä. Näin sisältö rytmittyy paremmin.

Kaapelit kiinnitetään laitteisiin kokeillen, että ne varmasti ovat lukossa. Teipeillä johdot laitetaan siististi tilan mukaisesti lattiaan. Kulkuväylien ylitystä vedoilla kannattaa välttää tai käyttää johtokourua, jos sellainen on saatavilla. Sähköjohdot ja äänijohdot kannattaa kiinnittää siten, etteivät ne koske toisiinsa, koska näin voidaan välttää maalenkin syntymistä.

Sound checkissä varmistetaan ensin signaalien toimivuus. Jos mahdollista, kannattaa ääni testata lopullisten puhujien kanssa. Esivahvistimella signaalia säädetään siten, että se on mahdollisimman kirkas menemättä rikki. Taajuuskorjaimella voidaan korjata jonkin verran tilan huminaa tai muita häiriöääniä, esimerkiksi bassoleikkurilla. Muutoin puhujan ääntä kannattaa pyrkiä korostamaan. Tätä kannattaa kokeilla tilassa puhujan kanssa hieman eri asetuksilla, niin että löytyy hyvä asetus, tavoitteena vahva selkeä ääni. Kompressorin käyttö riippuu tilanteesta. Jos on tiedossa, että esimerkiksi opetustilanne suoratoistetaan lähinnä julkisiin tiloihin, esimerkiksi muihin auditorioihin, kannattaa kompressoria käyttää enemmän. Jos loppukäyttäjät kuuntelevat useammin lähetystä omilla kuulokkeillaan, voi kompressoria käyttää harkitummin. Ääneen ilmestyviä piikkejä ja kolinaa sillä kannattaa hieman poistaa. Panorointikiertosäädintä opetustilanteessa ei tarvita, ellei ole selvää, että kaksi henkilöä puhuu ja he pysyttelevät eri puolilla tilaa, jolloin voidaan puhujia hieman erotella stereokuvassa, jotta loppukäyttäjä erottaa henkilöt paremmin. Kanavaliu'un kohdalla äänentasot

tasataan lähetykseen sopiviksi. Kannattaa pitää monitorointimiksaus ja uloslähtevän suoratoiston masterliuku eri lohkoissa.

Suoratoistotilanteessa huolehditaan ensin siitä, että ääni kuuluu, ja tarkistetaan myös loppukäyttäjän kuulemma ääni muulla laitteella. Olisi hyvä, että äänen tarkkailussa ja miksauksessa on yksi henkilö. Jos resurssit eivät riitä, voi esimerkiksi yhden puhujan lähetyksen kohdalla riittää, että suoratoiston muuta osa-aluetta hoitava henkilö varmistaa välillä äänen toimivuuden. Jos tuotantoryhmä tuntee jonkun, joka katsoo suoratoistoa, voidaan myös tällainen henkilö osallistaa lähettämään viestiä, jos äänentaso suoratoistossa on huono. Konferenssi- tai opetustilanteeseen saattaa vaikuttaa ympäristön ääni, plosiivit, maalenkki, sähköinen kohina ja interferenssi.

4.3 Podcast

Podcast on yhden tai useamman henkilön äänimuotoinen keskusteluohjelma. Podcastin äänitystilanteessa ei yleensä ole yleisöä. Nauhoitukset tapahtuvat joko ”paikan päällä” tai studio-olosuhteissa.

Ensimmäinen asia podcastin äänitystä suunnitellessa on tilan valitseminen. Mikäli ei olla studio-olosuhteissa, kannattaa ennakkoon kommunikoida mahdollisista tilavaihtoehtoista. Paikan päälle saavuttaessa tilat tarkastetaan ja valitaan niistä vähiten epäoptimaalinen, sen sijaan, että pyritään etsimään täydellistä äänitystilaa. Tiloja tarkastaessa kannattaa huomioida ja kuunnella seuraavia asioita:

- Onko tilassa ilmastointia, huminaa tai sähköistä ääntä? Minkälaisia muita laitteita tilassa on? Saako niitä pois päältä? Tasainen humina ei ole yhtä vaarallista kuin laitteet, jotka äänitelevät satunnaisesti.
- Huonekorkeus synnyttää kaikua. Yritetään etsiä tila, jonka huonekorkeus ei ole liian iso.

- Kuuluuko ikkunoista esimerkiksi liikenteen ääntä tai oven takaa toimistomelua?

Kannattaa kokeilla, millainen nollasoundi (tilassa hiljaa ollessa äänitetty ääni) on. Tämän perusteella voidaan ennakoida mahdollisia häiriöitä ja niiden ratkaisemista. Todennäköisesti jonkinlaisia häiriöitä ääneen tulee joka tapauksessa. Esimerkiksi toimistomelun tapauksessa kannattaa yrittää saada se kuulostamaan tarkoituksenmukaiselta tunnelmaratkaisulta. Äänen laatua voidaan parantaa kannettavilla akustoseinillä (kuva 18), joilla puhujille voidaan rakentaa paikan päälle eräänlainen äänityskoppi. Näin vähennetään seinistä kimpoavaa ääntä.



Kuva 18. Taitettava akustoseinä [36].

Studio-olosuhteissa podcast kannattaa äänittää kondensaattorimikrofoneilla, joiden eteen asetetaan pop-suodattimet. Paikan päällä oltaessa kondensaattorimikrofoneja ei kannata käyttää, sillä ne ovat liian herkkiä. Tällöin voidaan käyttää dynaamista laulumikrofonia pöytätelineellä ja pop-suodattimella (kuva 19). Tässä tapauksessa puhujaa ohjeistetaan pitämään suu noin 5 cm:n päässä pop-suodattimesta ja asettamaan kyynärvarret pöydälle. Kyynärpäiden ollessa

pöydällä niska ja kaula rentoutuvat ja puhuja pysyy tarpeeksi lähellä mikrofonia. Jos äänitettävät ihmiset ovat erityisen eläviäisiä ja liikkuvat paljon, kannattaa käyttää haulikkomikrofonia. Haulikko asetetaan omalle telineelleen noin 50 cm:n päähän puhujasta. Tällä ratkaisulla ei erityisemmin haittaa, jos puhuja hieman liikehtii.



Kuva 19. Podcastin nauhoitustilanne, dynaaminen mikrofoni pop-suodattimella [37].

Puhujia kannattaa ohjeistaa pitämään taukoja ja olemaan hätäilemättä. Normaaliin puheeseen saattaa tulla enemmän täytesanoja, jotka vievät sisällöltä rytmitystä. Ajatustauot rauhoittavat ja rytmittävät lähetystä, sisältöön tulee intensiteettiä ja loppukäyttäjän on helpompi seurata puhetta. Livetilanteessa voi olla hyötyä siitä, että myös puhujille laitetaan monitorointikuulokkeet, jolloin puhuja huomaa itse, jos hän puhuu mikrofoniasta ohi.

XLR-kaapelit kannattaa kiinnittää pöytiin ja lattiaan tukevasti teipaten niin, etteivät ne jää heilumaan jalkoihin tai paikkoihin, jotka saattaisivat johtaa telineiden kaatumiseen. Kannattaa myös asetella johdot siten, etteivät ne koske toisiinsa.

Miksauspöytä ja muu tekniikka on hyvä asettaa melko lähelle äänitystilannetta, tilojen mahdollisuuksien mukaisesti.

Riippuen käytettävästä äänikortista tai mikseristä esivahvistuksen kohdalla säädetään puhujien volyyymi samalle tasolle, tai jos käytössä on mikseri, jossa on erikseen kanavaliu'ut, säädetään esivahvistus siten, että jokainen signaali on kirkas menemättä kuitenkaan rikki. Taajuuskorjaimella voidaan poistaa häiriöääniä, esimerkiksi matalaa huminaa bassoleikkurilla. Ohjelmistomikserin tapauksessa voidaan myös käyttää erinäisiä esiasetuksia, esimerkiksi "noise reduction" -asetusta, kirkastamaan ääntä. Erilaisilla esiasetuksilla voidaan myös kiireen sattuessa saada äänestä tarpeeksi hyvä lähetystä varten. Taajuuskorjainta kannattaa käyttää myös puhujien äänen persoonallisuuden vahvistamiseen. Kannattaa hieman kokeilla erilaisia asetuksia ja mielellään tehdä sound check lopullisten puhujien kanssa.

Kompressoria tulisi käyttää harkiten ja kevyesti. Usein podcastin loppukäyttäjä kuuntelee lähetystä intiimimmin kuulokkeilla toisin kuin radiolähetyksiä, joita kuunnellaan tiloissa, joissa on muita ääniä. Radiossa vahvempi kompressointi on tarpeen, jotta kuulija saa meluisassa ympäristössä selvää äänestä, mutta intiimimmässä kuuntelussa kannattaa ääni pitää eläväisempänä. Liika kompressointi voi saada äänen kuulostamaan liian käsitellyltä. Panorointikiertosäätimellä voidaan hieman eritellä puhujien sijaintia stereokuvassa, mutta tämä ei ole pakollista. Kanavaliukujen kohdalla puhujien äänet säädetään kuulostamaan yhtä kovalta. Kannattaa pitää monitorointimiksaus ja uloslähtevä mastermiksaus erillään toisistaan.

Livetilanteessa kannattaa aina ensin varmistaa, että signaaliketju toimii, ääni kuuluu kirkkaana ja myös loppukäyttäjälle. Monitorointiin ja miksausukseen olisi hyvä varata henkilö. Yleiset häiriöäänet voivat johtua ympäristön melusta, plosiiveista, kohinasta, huminasta ja maalenkeistä.

4.4 Teatteriesitys

Teatteriesityksessä on usein monta esiintyjää, jotka liikkuvat paljon. Esitykseen kuuluu myös erillinen äänisuunnittelu ja musiikki. Hyvä puoli teattereissa on se, että usein äänitekniikalle on erikseen suunniteltua tilaa.

Teatteriesityksen signaaliketjun suunnitteluvaiheessa kannattaa mahdollisuuksien mukaan seurata esityksen harjoituksia. Merkillepantavia asioita ovat esimerkiksi näyttelijöiden määrä, näyttelijöiden liikkuminen se, onko tilaani tarpeellista, onko esityksessä erillinen äänisuunnittelu, mihin vedetään sähköt ja mihin tulee tekniikka. Mikäli mahdollista, signaaliketju ja suoratoisto kannattaa testata jonkin harjoituksen tai kenraaliesityksen aikana ja kirjoittaa muistiin. Tällä tavoin voidaan ennakoida virhetilanteita ja niiden korjaaminen helpottuu.

Näyttelijöiden liikkumisen vuoksi teatterissa kannattaa käyttää joko sankamikrofoneja tai lavalier-mikrofoneja. Huomaamattomat ja hyvin kiinni pysyvät sankamikrofonit ovat paras vaihtoehto (kuva 20). Erityistä huomiota tulee kiinnittää langattomien mikrofoniin kantamaan, jonka tulisi yltää myös esiintymislavan takahuoneeseen. Tarvittaessa vastaanottimia liikutetaan lähemmäs esiintymislavaa. Huolellisesti kiinnitetyt lavalier-mikrofonit voivat olla vaihtoehto, jos näyttelijät eivät näytöksen aikana esimerkiksi vaihda vaatteita, ryömi lattialla tai tee muunlaista liikettä, joka voisi saada lavalier-mikrofonin irtomaan.



Kuva 20. Sankamikrofoneja Q-teatterin Toksinen kabaree -esityksessä. Varsin huomaamattomat mikrofonit voi huomata vasemman kuvan esiintyjistä ja oikean kuvan keskimmäisestä esiintyjästä. [38.]

Lavalier kannattaa kiinnittää mahdollisimman lähelle suuta, rinnan päälle, siten ettei se haittaa esiintyjää. Johdot tulee teipata tarkasti ja pitävästi vaatteisiin ja lähetin piilottaa vaatteiden alle. Teippauksessa kannattaa pitää silmällä sitä, että näyttelijän liikeala pysyy tarpeeksi hyvänä esiintymistä varten. Mikrofonien lähetystaajuudet tulee tarkistaa ja asettaa ne siten, etteivät ne ole liian lähellä toisiaan ja signaaleissa ei ilmene interferenssiä. Näytöksen alettua teatteriesityksessä on erityisen huono tilanne joutua korjaamaan mikrofonien asettelua keskeyttäen koko esitys, joten etukäteisvalmistelut kannattaa tarkistaa moneen otteeseen. Akkujen riittävyys on tärkeää. Jos esityksessä on väliaika, kannattaa tuolloin vaihtaa akut tarpeen vaatiessa. Jos mukaan halutaan tilääni, tämä voidaan tehdä ripustamalla esimerkiksi lavalier-mikrofoni kattoon. Näin esitykseen saadaan tilääntä ja yleisön reaktiota. Esityksen mahdollinen äänisuunnittelu otetaan paikan päällä olevasta mikseristä omana vetonaan suoratoistoon. Tällöin kannattaa testata, että kummankin mikserin tasot ovat samat kuuntelemalla paikan päällä olevasta mikseristä 1 kHz:n siniaalto ja säätämällä tasot oikein. Jos signaalissa on kohinaa, kannattaa kokeilla toista ulostuloa.

Teatteriesiintyjät ovat usein tottuneita käyttämään mikrofoneja. Livetilannetta ajatellen kannattaa muistuttaa mikrofonin olemassaolosta ja siitä, että lähetys lähtee myös suoratoistona ulos.

XLR-kaapelit kiinnitetään vastaanottimiin tarkistaen, että ne ovat lukossa. Kaapelit teipataan lattiaan siististi tilan mahdollisuuksien mukaan. Kulkuväylien ylitystä kaapelilla kannattaa välttää ja käyttää johtokourua, jos sellainen on saatavilla. Johtojen olisi hyvä olla koskematta toisiinsa tai muihin sähköjohtoihin, mikä voi auttaa välttämään maalenkin ja muiden häiriöäänien syntymisen.

Kun signaalit saadaan mikseriin, tarkistetaan ensin, että jokainen signaali toimii. Esivahvistinta säädetään siten, että jokainen signaali on selkeä ja kirkas menemättä kuitenkaan rikki. Taajuuskorjaimella voidaan poistaa tilan huminoita jonkin verran. Tämän lisäksi kannattaa pyrkiä korostamaan esiintyjien ääniä mahdollisimman persoonallisiksi ja erottuviksi. Tätä on hyvä harjoitella ja testata kenraaliharjoituksen yhteydessä, jotta on täysin selvillä, minkälaisia ääniä esitys sisältää. Muistiinpanojen teko voi helpottaa säätöjen tekemistä livetilanteeseen. Kompressoria teatteritilanteessa tulee käyttää tilanteesta riippuen melko vahvasti. Esiintyjän äänen dynaaminen alue voi esityksestä riippuen vaihdella huu-dosta hyvin pieniin ääniin ja on täten hyvin erilainen normaaliin puheeseen verrattuna. Kompressorin tuo äänet lähemmäs toisiaan ja vähentää isojen piikkien syntymistä. Kompressoria on hyvä seurata ja tarkistaa myös suhteessa esityksen äänisuunnitteluun. On tärkeää, että repliikit kuuluvat musiikin ja muun äänisuunnittelun yli ja ovat ylipäättään melko keskellä äänimaisemaa. Panorointikier-tosäädintä teatteritilanteessa ei tarvita. Kanavaliu'un kohdalta signaalit säädetään kuulostamaan samantasoisilta. Kannattaa pitää monitorointimiksaus ja uloslähtevä miksaus eri kanavilla. Teatteriesitykseen saattaa vaikuttaa maalenkki, sähköinen kohina ja tilan äänet kuten humina ja interferenssi.

Livetilanteen alettua kannattaa tarkistaa ääni myös loppukäyttäjän näkökulmasta, esimerkiksi puhelimella. Teatteritilanteen liveäänien miksaamisessa pitää olla henkilö, joka tarpeen mukaan tekee säätöjä ja selvittää virhetilanteita.

5 Yhteenveto

Insinööriyössä luotiin parhaat käytännöt -tyyppiset ratkaisut erilaisten suoratoistotilanteiden äänittämiselle.

Ratkaisujen tarpeiden kartoittaminen aloitettiin tutkimalla yksityiskohtaisesti äänittämiseen liittyvää tekniikkaa. Erityisesti perehdyttiin erilaisiin mikrofonityyppeihin ja siihen, miten ne vaikuttavat ääneen, sekä mikseriin ja signaalinprosessoinnin keinoihin. Mikrofonit ja mikseri ovat äänen tallentamisessa tärkeimmät tekniset työvälineet. Valitut skenaariot tapahtuvat lähinnä studio-olosuhteiden ulkopuolella, joten tutkittiin myös paljon mahdollisten häiriötilanteiden syntyä ja niiden ratkaisemista. Teoreettista tutkimista täydensivät asiantuntijahaastattelut, joiden avulla saatiin enemmän näkymää siitä, minkälaista äänitysratkaisujen kehittäminen ja äänittäminen käytännössä on. Tekijän oma, kuitenkin verrattain vähäinen kokemus äänittämisestä oli myös hyödyllinen työtä tehdessä.

Insinööriyön aikana vallinneet poikkeusolosuhteet (koronavirusepidemia) estivät ratkaisujen testaamisen käytännössä. Olisi ollut hyvä kokeilla ratkaisuja käytännössä, jotta niiden käytännön toimivuudesta olisi näyttöä. Todennäköisesti kuitenkin ratkaisut ovat toimivia ja hyviä, sillä ulkopuolisen konsultoinnin avulla pystyttiin korvaamaan käytännön kokeilua ammattilaisten kokemuksella. Insinööriyötä voisi jatkaa siten, että loisi tiivistetympiä, mahdollisesti graafisia ohjeilitteitä esimerkiksi häiriötilanteiden ratkaisemiseen. Muistilistoista voisi olla hyötyä livetilanteessa.

Insinööriyön tarjoama tietopohja ja skenaarioiden ehdotetut ratkaisut voivat toimia hyvänä pohjana kyseisten tilanteiden signaaliketjun suunnittelussa. Työn tekeminen oli myös erittäin opettavaista, ja äänittämistä sai käsitellä hyvin monen osa-alueen kautta.

Lähteet

- 1 Dittmar, Tim. 2017. Audio Engineering 101. Focal Press. O'Reilly-tietokanta.
- 2 How to Convert Analog to Digital Audio. 2019. Verkkoaineisto. Rev. <<https://www.rev.com/blog/how-to-convert-analog-to-digital-audio>>. Luettu 2.3.2021.
- 3 The "Analog vs. Digital" Debate. 2019. Verkkoaineisto. HD PRO. <<https://medium.com/hd-pro/which-is-better-analog-vs-digital-806449f7147d>>. Luettu 2.3.2021.
- 4 The 10 Most Common Audio Formats: Which One Should You Use? 2019. Verkkoaineisto. MUD. <<https://www.makeuseof.com/tag/audio-file-format-right-needs>>. Luettu 7.3.2021.
- 5 Live Sound System Signal Flow. 2015. Verkkoaineisto. DcSoundOp. <<https://www.youtube.com/watch?v=ysn3l2efQLQ>>. Luettu 10.3.2021.
- 6 Audio signal flow: what it is and how to use it. 2020. Verkkoaineisto. MusicianOnAMission. <<https://www.musicianonamission.com/signal-flow/#:~:text=Signal%20flow%20is%20the%20order,of%20like%20riding%20a%20train>>. Luettu 11.3.2021.
- 7 The Microphone Book. 2012. 2nd Edition. Focal Press. O'Reilly-tietokanta.
- 8 How to Decide Between a Wired and Wireless Microphone. 2016. Verkkoaineisto. The Broadcast Bridge. <www.thebroadcastbridge.com/content/entry/7512/how-to-decide-between-a-wired-and-wireless-microphone/?cat_id=5>. Luettu 30.10.2020.
- 9 Wireless Microphones vs. Wired Microphones. 2020. Verkkoaineisto. CCI Solutions. <<https://www.ccisolutions.com/StoreFront/category/wired-microphone-wireless-mic#:~:text=Wired%20Microphones%20Might%20Sound%20Better&text=Many%20wireless%20mics%20use%20companding,setup%20versus%20a%20wired%20one>>. Luettu 5.2.2021.
- 10 Movo WS-G7 Foam & Furry Indoor/Outdoor Microphone Windscreen. 2021. Verkkoaineisto. Movophoto. <<https://www.movophoto.com/products/movo-ws-g7-foam-furry-indoor-outdoor-microphone-windscreen-combo-pack>>. Luettu 5.5.2021.

- 11 Miles, Dean. 2014. Location Audio Simplified. Routledge. O'Reilly-tietokanta.
- 12 Owens, Jim. 2015. Television Production. 16th Edition. Focal Press. O'Reilly-tietokanta.
- 13 What is the Proximity Effect? 2015. Verkkoaineisto. Georg Neumann GmbH. <www.neumann.com/homestudio/en/what-is-the-proximity-effect> Luettu 30.10.2020.
- 14 What's the Difference Between Balanced and Unbalanced? 2016. Verkkoaineisto. Aviom. <<http://www.aviom.com/blog/balanced-vs-unbalanced/>>. Luettu 1.5.2021.
- 15 Analog vs digital live mixers – What's the difference? 2021. Verkkoaineisto. Aviom. <<https://churchsoundtips.com/analog-digital-mixing-consoles/>>. Luettu 20.4.2021.
- 16 A Guide to The Mixer And Its Various Features. 2020. Verkkoaineisto. Dawsons. <<https://www.dawsons.co.uk/blog/the-mixer-and-its-feature#:~:text=Pan,right%2C%20to%20the%20right%20output>>. Luettu 21.4.2021.
- 17 Gain vs Volume: The Practical Differences That Matter. 2021. Verkkoaineisto. Ledgernote. <<https://ledgernote.com/columns/studio-recording/gain-vs-volume/>>. Luettu 23.4.2021.
- 18 How Audio Mixers Work – What is a Mixer & What Does it Do? 2019. Verkkoaineisto. Sweetwater. <<https://www.youtube.com/watch?v=oX-FiXWbj7Jc>>. Luettu 10.4.2021.
- 19 What is an aux send? 2017. Verkkoaineisto. Mackie. <<https://mackie.com/blog/what-aux-send#:~:text=An%20%E2%80%A2Send%E2%80%A2is%20a,your%20%E2%80%A2Send%E2%80%A2output.&text=This%20allows%20you%20to%20add,or%20channel%20on%20your%20mixer>>. Luettu 11.4.2021.
- 20 How to use EQ: 10 amazing tips for a professional mix. 2021. Verkkoaineisto. MusicianOnAMission. <<https://www.musicianonamission.com/approach-equalization-two-types-eq/#:~:text=An%20equalizer%20is%20simply%20a,individual%20elements%20of%20that%20sound>>. Luettu 24.4.2021.
- 21 Compression explained. 2020. Verkkoaineisto. Splice. <<https://www.youtube.com/watch?v=9AJEPfpPvik>>. Luettu 26.4.2021.

- 22 Audio Compression Basics. 2021. Verkkoaineisto. Splice. <<https://www.uaudio.com/blog/audio-compression-basics/>>. Luettu 26.4.2021.
- 23 10 Types of Noise in Audio and how to Get Rid of it for Good. 2021. Verkkoaineisto. AccusonusBlog. <<https://blog.accusonus.com/fix-broken-audio/types-of-noise>>. Luettu 1.5.2021.
- 24 6 simple and cheap ways to fix hum, buzz and ground loop noise. 2018. Verkkoaineisto. Loopop. <<https://www.youtube.com/watch?v=q2c6fKOu-vo>>. Luettu 1.5.2021.
- 25 Difference between Unicast Vs Multicast. 2020. Verkkoaineisto. Haivision. <<https://www.haivision.com/blog/broadcast-video/difference-between-unicast-vs-multicast>>. Luettu 9.5.2021.
- 26 Dynamic vs. Condenser: Which live mic is right for you? 2021. Verkkoaineisto. Rode. <<http://www.ode.com/blog/all/dynamic-vs-condenser-which-live-mic-is-right-for-you>>. Luettu 9.5.2021.
- 27 Bit Depth: What is it and How Does it Affect Your Work. 2019. Verkkoaineisto. Masteringbox. <<https://www.masteringbox.com/bit-depth/>>. Luettu 4.5.2021.
- 28 Mixing Console Basics. 2020. Verkkoaineisto. Virtuoso Central. <<https://virtuosocentral.com/mixing-console-basics/>>. Luettu 4.5.2021.
- 29 Audio EQ: What Is A High-Pass Filter & How Do HPFs Work? 2021. Verkkoaineisto. Mynewmicrophone. <<https://mynewmicrophone.com/audio-eq-what-is-a-high-pass-filter-how-do-hpfs-work/>>. Luettu 4.5.2021.
- 30 The Ins and Out of Audio Signal Paths. 2015. Verkkoaineisto. Live sound education. <<https://sound.education/audio-signal-paths/>>. Luettu 4.5.2021.
- 31 Getting Rid of Audio Ground Loops. 2018. Verkkoaineisto. Broadcast Bridge. <<https://www.thebroadcastbridge.com/content/entry/11485/getting-rid-of-audio-ground-loops/>>. Luettu 4.5.2021.
- 32 Mic Polar Patterns. 2021. Verkkoaineisto. Line. <https://line.17qq.com/articles/wmmqwnqky_p6.html>. Luettu 4.5.2021.
- 33 Hallitus päätti suosituksista koronaviruksen leviämisen hillitsemiseksi. 2020. Verkkoaineisto. Valtioneuvoston kanslia. <<https://vnk.fi/-/hallitus-paatti-suosituksesta-koronaviruksen-leviamisen-hillitsemiseksil>>. Luettu 4.5.2021.

- 34 How to use a lavalier microphone. 2019. Verkkoaineisto. Mobile Motion. <<https://momofilmfest.com/how-to-use-a-lavalier-microphone/>>. Luettu 4.5.2021.
- 35 Catchbox Lite +WC. 2021. Verkkoaineisto. Thomann. <https://www.thomann.de/fi/catchbox_lite_wc.htm>. Luettu 4.5.2021.
- 36 VersiFold Acoustical Room Divider. 2021. Verkkoaineisto. Versare. <<https://www.versare.com/versifold-acoustical-room-divider/>>. Luettu 4.5.2021.
- 37 Neonbrand digital marketing, las vegas, united states. 2021. Verkkoaineisto. Neonbrand. <<https://unsplash.com/s/photos/neonbrand-digital-marketing%2C-las-vegas%2C-united-states>>. Luettu 4.5.2021.
- 38 Toksinen kabaree. 2021. Verkkoaineisto. Q-teatteri. <<https://www.instagram.com/qteatteri>>. Luettu 4.5.2021.
- 39 Learning@aalto assesment for lifelong learning. 2021. Verkkoaineisto. Aalto-yliopisto. <<https://onlinelearning.aalto.fi/aol/blog/news/5132-learning-aalto-assessment-for-lifelong-learning>>. Luettu 4.5.2021.
- 40 Audio-Technica BP4029. 2021. Verkkoaineisto. Full compass. <<https://www.fullcompass.com/prod/112970-audio-technica-bp4029-93-stereo-shotgun-microphone>>. Luettu 4.5.2021.
- 41 Shure sm58 lc vocal microphone. 2021. Verkkoaineisto. Tai audio. <<http://www.taiaudio.com/shure-sm58-lc-vocal-microphone/>>. Luettu 4.5.2021.

