

ÄÄNENLAATUEROT JA NIIDEN TUTKIMUS OSANA
MUSIIKIN TUOTANTOA JA TEKNOLOGISTA KEHITYSTÄ

Heikki Kivelä
Maisterintutkielma
Musiikkitiede
Syyskuu 2014
Jyväskylän Yliopisto

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta – Faculty Humanistinen tiedekunta	Laitos – Department Musiikin laitos
Tekijä – Author Heikki Joonas Veijonpoika Kivelä	
Työn nimi – Title Äänenlaatuero ja niiden tutkimus osana musiikin tuotantoa ja teknologista kehitystä	
Oppiaine – Subject Musiikkitiede	Työn laji – Level Maisterintutkielma
Aika – Month and year 9/2014	Sivumäärä – Number of pages 74
<p>Tiivistelmä – Abstract</p> <p>Tämä tutkielma käsittelee äänenlaadun kehityksen, tuotannon ja tutkimuksen näkökulmia narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Keskeisimpänä tutkimusmateriaalina toimivat eri tavoin musiikin tutkimukseen ja teknologiaan liittyvät kirjalliset lähteet.</p> <p>Äänenlaatueroista keskustellaan usein hyvin subjektiivisesti erilaisissa ympäristöissä. Tästä johtuen tavoitteenani on tarkastella erilaisia teoreettisia lähtökohtia objektiivisemmin ja pyrkiä laajentamaan ymmärrystä äänenlaatuerojen tutkimuksen taustalla vaikuttavista mekanismeista.</p> <p>Tutkielmani osoittaa, että äänenlaatuun ja sen kokemiseen vaikuttavat monet erilaiset tekijät. Käsittelen tässä äänentallennuksen ja -toiston teknologioiden historiallista kehitystä, äänenlaatuerojen kokemista ja niiden tutkimusmenetelmiä sekä musiikintuotannon parissa työskentelevien tahojen vaikutusta äänenlaadun esiintymiseen.</p> <p>Työni toimii äänenlaatuerojen tutkimuksen kannalta hyödyllisenä, aineistoa teoreettisesti tarkastelevana koontina. Laaja-alaisesti eri mekanismit ja näkökulmat huomioiva jatkotutkimus aiheesta onkin tarpeellista äänentallennusteknologioiden, erilaisten formaattien ja musiikintuotannon tyylien kehittyessä alituisesti.</p>	
Asiasanat – Keywords Äänenlaatu, äänentallennus, äänentoisto, musiikkiteknologia, kuuntelukoe	
Säilytyspaikka – Depository Jyx - Jyväskylän yliopiston julkaisuarkisto	
Lisätietoja – Additional information –	

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
1.1 Tutkielman tavoite ja tutkimusmenetelmä.....	5
1.2 Tutkielman rajaus ja rakenne.....	7
2 ÄÄNENTALLENNUKSEN HISTORIA	9
2.1 Keksintöjen ja äänilevyteollisuuden aika.....	10
2.2 Digitaalisen äänentallennuksen käännekohta.....	16
3 ÄÄNENLAATUEROJEN KOKEMINEN	24
3.1 Kuulemisprosessin perusteet.....	25
3.2 Kuulemistapojen ja kuulijoiden kirjo.....	30
4 ÄÄNENLAATUEROJEN TUTKIMUS	37
4.1 Koeolosuhteiden vaikutuksista.....	38
4.2 Testauksen sisäiset järjestelmät.....	41
5 ÄÄNENLAATU NYKYAIKAISESSA MUSIIKINTUOTANNOSSA	50
5.1 Teknisen toteutuksen rooli.....	51
5.2 Äänityöntekijä teknologian käyttäjän roolissa.....	57
6 YHTEENVETO JA POHDINTA	62
LÄHDELUETTELO	67

1 JOHDANTO

Moderni musiikintuotanto teknologisine apuvälineineen on laajentanut keskeisesti nykyihmistä ympäröivää äänimaailmaa. Internetin myötävaikutuksella räjähdysmäisesti kasvanut musiikin saatavuus sekä kuunteluolosuhteiden monipuolistuminen ovat osaltaan mahdollistaneet sen, että musiikista on tullut entistä olennaisempi osa jokapäiväistä elämää. Tarkastelen tässä tutkielmassa erästä tallennetun äänen perustekijää, äänenlaatua, ja sen erilaisia ilmenemismuotoja osana musiikillista ääniympäristöämme. Tutkimusmenetelmänäni on kirjallisuuskatsaus, joten tekstini on perusteiltaan teoreettista pohdintaa.

Äänenlaatuerojen esiintyminen, havaitseminen ja tuottaminen sekä edellä mainittujen tutkimus tutkielman aiheena on mielestäni kiehtova usean eri näkökulman kautta. Ensisijaisesti siksi, koska koko äänenlaadun käsitteeseen liittyy sen subjektiivisesti koettavan luonteen vuoksi paljon erilaisia mielipiteitä ja lähestymistapoja. Toiseksi siksi, että äänenlaadun tuottamisen teknologiat ja tekotavat muuttuvat osin musiikin, osin yleisen teknologisen kehityksen mukana, eivätkä merkit paikallaan polkemisesta ole missään nimessä ilmiselviä – varsinkaan nyt, kun digitaalisen äänentallennuksen standardeja pitkään määrittänyt CD-äänenlaatu ja -formaatti alkaa väistyä valta-asemastaan musiikin tallennus- ja toistomediana. Kolmanneksi mielestäni on tärkeää luoda kriittinen katsaus musiikkiteknologia-alan kirjallisuudessa ja tutkimuskäytännöissä vallitseviin käytäntöihin, joiden avulla äänenlaadun esiintymistä käsitellään.

Aiheen parissa aktiivisesti toimivien tahojen roolit risteilevät mielenkiintoisilla tavoilla. Tekijöiden toiminnassa erottuu paikoin selkeästi useiden ennakko-oletusten murtaminen, haastaminen tai vahvistaminen jatkuvalla argumentaatiolla: on laitteistojen tarkkuuden teoreettista nostamista vastustavia laitevalmistajia (ks. esim. Lavry 2001;2012), ikuisesti täydellistä ääntä vastustavia audiofiilejä (ks. esim. Downes 2010) sekä tutkijoita, jotka hakevat hienovaraisimpien äänenlaatuerojen havaitsemista tai kokemista koko perinteisen kuulojärjestelmän ulkopuolelta (ks. esim. Oohashi & al. 2000;2006) vain muutamia mainitakseni. Siinä missä osa kirjoittajista ja tutkijoista

keskittyy tieteellisen näytön avulla argumentointiin, osa lähestyy aihetta enemmän pohdiskellen ja sovitellen. Näiden lähestymistapojen välimaasto tarjoaa mielestäni hedelmällisen maaperän tutkia äänenlaatua tasavertaisesti molemmat ääripäät huomioiden. Vaikka äänenlaatueroista puhuttaessa liikutaan äärimmäisen subjektiivisten asioiden vyöhykkeellä, tieteellisistä apuvälineistä ja mittausmenetelmistä on kiistatta runsaasti hyötyä joidenkin peruslähtökohtien määrittelyssä – ilman, että ne riistävät keneltäkään mahdollisuutta nauttia musiikista omalla, erilaisella tavalla tai laitteistolla.

1.1 Tutkielman tavoite ja tutkimusmenetelmä

Kiinnostukseni aihetta kohtaan alkaa jo kandidaatintutkielmastani (Kivelä 2012), jossa tutkin näytetaajuuden ja bittisyvyyden vaikutuksia subjektiivisten äänenlaatuerojen arviointiin. Kuuntelukokeeni tulokset olivat hypoteesini kannalta positiivisesti suuntaantavia ja implikoivat, että korkeammalla näytetaajuudella ja bittisyvyydellä tallennettuja ääniä olisi mahdollista erottaa CD-äänienlaatuista vastineistaan. Kuitenkin kuuntelukokeiden ja äänenlaatuerojen tutkimusmenetelmien mekanismit jäivät kytämään mieleeni kandidaatintutkielmani jälkeen ja herättivät aina uusia kysymyksiä muun muassa siitä, mitä reittejä myötäillen musiikkiteknologia on ylipäättään kehittynyt nykyiseen muotoonsa, millaisista ihmisistä kuuntelukokeiden koehenkilöt koostuvat ja millaisella otannalla kuuntelukokeita tehdään, missä vaiheessa ja kenen toimesta äänenlaatua tuotetaan äänilevyille tai muihin musiikinjulkaisumuotoihin. Valitsin tästä syystä jatkotutkielmalleni teoreettisen toteutustavan ja viitekehyksen vastatakseni heränneisiin kysymyksiin.

Pureudun tässä jatkotutkielmassa tarkemmin äänenlaatuerojen tutkimuksen vaikuttaviin mekanismeihin ja perusteisiin sekä luon mahdollisuuden erilaisten mielipiteiden ja näkökulmien vuoropuhelulle. Äänenlaadun kokemisen äärimmäisen subjektiivisesta perusluonteesta johtuen aiheesta liikkuu mielipiteiltään varauksellista ja jopa ennakkoluuloista tietoa. Usein nämä näkökulmat esiintyvät alan intohimoisten harrastajien ja asiantuntijoiden keskuudessa erityisesti internetin keskustelupalstoilla. Ei ole mitenkään epätavallista, että monet tieteellisesti vertaisarvioidut tutkimuksetkin

saavat osakseen melko kärkevää, tosin joskus perinpohjaistakin kritiikkiä, sikäli kun ne sattuvat asettumaan vastahankaan jonkun henkilökohtaisten mielipiteiden, ihanteiden tai preferenssien suhteen.

Pääasiallinen aineistoni koostuu musiikkiteknologia-alan ja musiikkitieteen kirjallisuudesta sekä erilaisista tutkimusraporteista ja selvityksistä. Tutkimusmetodini aineiston käsittelyssä on kirjallisuuskatsaus. Aineistoni osittaisen poikkitieteellisyyden ja polarisoituneisuuden vuoksi kirjallisuuskatsaus ja sen metodiset tavoitteet toimivat erinomaisena työkaluna sisällön tarkastelussa. Roy F. Baumeisterin ja Mark R. Learyn (1997, 312) mukaan kirjallisuuskatsauksella on viisi tavoitetta, joista kunnianhimoisimpana esiin nousee (1) teorian kehittäminen tai rakentaminen, sitten (2) olemassa olevan teorian arviointi ja tarkastelu, (3) tiedon kartuttaminen valitusta aiheesta, (4) aiheen tai teorian sisällä piilevien ongelmien, heikkouksien ja kiistojen paljastaminen sekä (5) aineiston historiallinen järjestely. Tutkielmani kattaa luontevasti kohdat 2–5. Tutkimusmenetelmän näkökulmasta tutkielmaani määrittävät parhaiten kuvailevan, erityisesti narratiivisen kirjallisuuskatsauksen elementit: tekstini on kommentoivaa muttei tavoittele täyttä objektiivisuutta, riippuen äänenlaatuerojen havaitsemisen ja esiintymisen subjektiivisesta luonteesta (Salminen 2011, 6–7).

Aineiston avulla muodostuva tutkielmani narratiivi valottaa kappale kerrallaan äänenlaadun ja musiikkiin liittyvän teknologian kehitystä ja tutkimusta 1800-luvulta nykypäivään. Toiveenani on, että lukijalle välittyisi ehjä kuva erilaisista mekanismeista ja tavoista, joilla äänenlaatua esitetään ja tuotetaan eri asiayhteyksissä. Samalla tutkielmani toimii myös koontina keskeisimmistä tutkimuksista ja niiden perusteista. Koska aiheesta ei ole tietääkseni kirjoitettu vastaavaa tutkielmaa etenkin Suomessa, katson, että työni sopinee toimivaksi, aineistoa kokoavaksi pohjaksi aiheesta kiinnostuneille lukijoille ja tutkijoille. Lisäksi nostan tutkielmassani esiin lähteitä ja tutkimuksia erilaisten näkökulmien taustoista, joista musiikintutkimuksen ja -teknologian kirjallisuudessa puhutaan usein ikään kuin automaattisina konventioina.

1.2 Tutkielman rajausta ja rakenne

Tutkielmani eroaa keskeisimmin muista aiheita sivuavista tutkimuksista sen suhteen, ettei käytössäni ole minkäänlaista itse tuottamaani empiiristä aineistoa. Vaikka samoja aiheita ja osin samoja lähdeaineistoja onkin menestyksellisesti käsitelty viime vuosina muun muassa dynamiikka-alueen kompressoimisen havaitsemisen tutkimuksessa (ks. esim. Huttunen 2013), äänenlaadun arvioimisen, asiantuntijuuden ja erilaisten sokkokuuntelumenetelmien (ks. esim. Nederström 2004) sekä korvakuulokkeilla toteutettavien kuuntelukokeiden testimetodien (ks. esim. Hirvonen 2002) yhteydessä, tulokulmani aiheeseen on erilainen. Olen valinnut, ja myös rajannut, lähteeni aineisto edellä, koska tutkielmassani ei ole suoranaista tutkimusongelmaa tai kysymyksiä, joihin voisi vastata yksiselitteisesti. Sen sijaan tavoitteeni on pyrkiä jokaisessa luvussa avaamaan neljän kategorian, (1) äänenlaadun historiallisen kehityksen, (2) äänenlaadun kokemisen ja sen (3) mittaamisen, sekä (4) äänenlaadun musiikkitekologisen tuottamisen keskeisimpiä elementtejä laajahkon kirjallisuusvalikoiman kautta.

Toisessa luvussa esittelen äänenlaatuun oleellisesti kuuluvan äänen tallentamisen historiallisen horisontin merkittävimpiä tapahtumia ja kehityspolkuja valikoidun kirjallisuuden kautta. Tämän tarkoitus on osoittaa musiikintutkija Jonathan Sterne (2003, 276–277) esittämää ajatusta mukaillen, ettei äänentallennuksen ja äänenlaadun kehittymisen polku ole täysin yksisuuntainen; teknologinen kehitys ei automaattisesti tarkoita kuulijoille äänenlaadullista kehitystä. Jokaisella tallennettua ääntä kuuntelevalla sukupolvella on ikään kuin oma hifinsä teknologian kehityksen laajentaessa musiikillista tarjontaa ja sen kuluttamisen mahdollisuuksia (Sterne 2003, 222).

Luvussa kolme esittelen äänenlaatuerojen kokemista sekä kuulojärjestelmän toiminnan että kuuntelemaan harjaantuneisuuden kautta. Molemmista tarkastelutavoista löytyy runsaasti tietoa, mutta kuten tulen osoittamaan, myös kenttiä, joiden kattamiseksi vaaditaan vielä syvällisempää, monitieteellistä tutkimusta. Tämä luku johdattaa sujuvasti neljänteen lukuun, jossa tuon esiin äänenlaatuerojen mittaukseen liittyviä menetelmiä. Kokemisen ja mittaamisen asiakokonaisuuksien on tarkoitus osoittaa, että

hienovaraisimpien äänenlaatuerojen tutkimus sisältää lukuisia haasteita, ja koherenttien tutkimustulosten saavuttamiseksi on välttämätöntä tarkastella kriittisesti koko mittausjärjestelmää ja käytössä olevia menetelmiä. Tutkimuskysymyksenäni on miten subjektiivisesti raportoituihin äänenlaatuerojen kokemuksiin tulisi suhtautua tieteellisestä näkökulmasta, jos esimerkiksi tutkimuksen kannalta välttämätön asetelman toisinnettavuus ei ole mahdollista, tai koeasetelman ja -ympäristön aiheuttamia vaikutuksia ei pystytä täysin erittelemään.

Luvussa viisi avaan keskeisimpien musiikkiteknologisten laitteiden ja niitä käyttävien äänityöntekijöiden roolia äänenlaadun tuottamisessa musiikintuotannon kautta. Käsittelen muiden muassa musiikintutkija Eric F. Clarken (2007, 54) esittämää ajatusta äänilevyformaattiin tuotetusta musiikista irrallaan pyrkimyksistä alkuperäisen, luonnollisen musiikillisen performanssin tallentamiseen. Kuten musiikkitieteilijä Jay Hodgson (2010, vii–ix) asian muotoilee, äänitetty musiikki on etenkin populaarimusiikin hallitseva kieli ja kommunikaatiotapa. Erittelen tähän ajattelutapaan liittyviä, nykyaikaisen musiikintuotannon äänenlaadullisia tavoitteita äänityöntekijöiden ammattirutiinien kautta. Päätän tutkielmani sisällön kokoavaan pohdintaosioon.

2 ÄÄNENTALLENNUKSEN HISTORIA

Tutkielmani keskeisin tarkastelun kohde on äänenlaatu, jonka luonne koettavien ilmiöiden joukossa jättää varaa monenlaisille tulkinnoille. Teknisesti näennäisen yksinkertaisena näyttäytyvä äänentallennus on muuntautunut pelkästä ääniviestien toimittamisesta mitä moninaisimpien nykyaikaisten musiikkiteknologisten ratkaisujen kehittämiseen. Tallennetun äänen laadullisesti tärkeimpiin tavoitteisiin lukeutuu kuitenkin edelleen usein alkuperäisen äänen ominaisuuksien säilöminen ja toistaminen mahdollisimman uskollisesti ja ennen kaikkea häiriöttömästi (Watkinson 2001, 58). Lyhyesti sanottuna, tallennetun äänen yhtenä keskeisimpänä päämääränä on autenttisuus.

Äänenlaadun teknologisen kehityksen analogisesta digitaaliseen muotoon voidaan sanoa mahdollistaneen entistä puhtaamman tallennus- ja toistovasteen. Valtaosa musiikin kuluttajista on tottunut CD-äänenlaatua vastaavaan tasoon, sillä se on teknisiltä ominaisuuksiltaan määrittänyt valtaosaa musiikintuotannosta jo yli 30 vuotta. Kuitenkin jatkuvat pyrkimykset ja kiivas keskustelu teknisesti paremman äänenlaadun puolesta (ja toisaalta vastaan) osoittavat, että intressejä digitaalisen äänentallennuksen ja -toiston kehitystä kohtaan löytyy. Yhtäältä kehityksen yleislinjoja ohjaavat musiikkiteollisuuden kärjistetyksi laadun kustannuksella määrään tähtäävä toimintakulttuuri, toisaalta erilaisten laitekehittäjien ja musiikkiteknologioiden tavoitteet sekä asialle omistautuneiden harrastajien vaikutuspyrkimykset. Ääripäiden ajoittain ristiriitaisistakin kannanotoista huolimatta tilanne 2010-luvun puolivälissä on vielä melko avoin seuraavan ratkaisevan suunnanmuutoksen suhteen.

Luotaan tässä luvussa äänenlaadun historiaa 1800-luvulta nykyhetkeen saakka pääsääntöisesti äänentallennusta ja musiikkiteollisuutta tarkastellen historiallisesti tärkeimpien tapahtumien kannalta. Muodostan tekstistäni eheän narratiivin äänentallennukseen liittyvän kirjallisuuden avulla ja avarran seuraavissa luvuissa käsiteltävien äänen fyysisten, kuulemisen fysiologisten sekä äänentallennuksen teknologia- ja tuotantoratkaisujen näkökulmia.

2.1 Keksintöjen ja äänilevyteollisuuden aika

Ihmiskunnan historia tuntee monenlaisia yrityksiä tallentaa ja toistaa ääniä. Useimmin äänilevyn historiaa käsittelevissä teoksissa (ks. esim. Gronow & Saunio 1990, 19–20; Day 2000, 1–2) 1800-luvun puolivälin keksinnöt toimivat aihepiirin avauksena. Mainittavaa kuitenkin on, ettei tuonaikaisista tallennuskokeiluista jälkipolville jäänyt juuri muuta kuin kerrottavaa, johtuen tallennusmateriaalien varsin helposti kuluva luonteesta. Varhaisimpia äänityksiä kutsutaan akustisiksi tai mekaanisiksi äänityksiksi. Käytännössä tämänkaltaisissa äänitysprosesseissa äänityksen kohde, usein esiintyjä, oli samassa huoneessa äänityslaitteen kanssa. Äänityslaitteesta olevasta äänitorvesta värähtely siirtyi jonkinlaisen kalvon pinnasta kaivertimeen, joka taas muunsi värähtelyt uriksi jonkinlaisen massan pinnassa. Tässä prosessissa ei käytetty sähköä. (Katz M. 2004, 37.)

Virallisesti ensimmäinen luotettava todiste onnistuneesta äänentallennusyrityksestä kuuluu ranskalaiskeksijä Edouard-Léon Scott de Martinvillelle, joka vuonna 1857 kehitti fonautografiksi nimittämänsä laitteen pelkästään äänien tallentamista, ei niiden toistoa varten (Gronow & Saunio 1990, 21; Cowen 2012, 279). Toinen, huomattavasti tunnetumpi tapaus ajoittuu vuoteen 1877, jolloin yhdysvaltalainen liikemies ja keksijä Thomas Alva Edison lausui kehittämäänsä fonografilaitteeseen tunnetun lastenlaulun *Mary Had a Little Lamb* sanat (Gronow & Saunio 1990, 19). Edisonin nimi nouseekin oikeutetusti esiin aina äänentallennuksen kehittäjästä puhuttaessa, paljolti miehen varsin monipuolisen ja tuotteliaan keksijäuran ansiosta.

Virallisia musiikin tallentamiseen ja toistoon tarkoitettuja kojeita alettiin valmistaa massatuotantona noin vuosikymmen myöhemmin. Edisonin fonografi oli teknisten ominaisuuksiensa ansiosta edelläkävijä kehityksessä, vaikka keksijä itse ei alun alkaen ollut edes kaavaillut laitetta musiikillista käyttöä varten (Gronow & Saunio 1990, 19–20). Huomionarvoista on myös Edisonin äänentallennusmediaan käyttämien lieriöiden rakenteellinen heikkolaatuisuus, minkä ansiosta äänentallennuksen olemassa oleva historia säilyneine ja soivine materiaaleineen linkittyy Charles Sumner Tainterin kehitystyöhön vuodelta 1881 (Ashby 2010, 60). Varsinaisen äänilevyn ilmestyminen

paikantuu 1800-luvun loppuun, jolloin yhdysvaltalainen Emil Berliner panosti sinnikkäästi Tainterin kehittämään, gramfoniksi nimeämänsä laitteen ja siihen sopivien aihoiden kehitykseen.

Tainterin gramfoni – toisin kuin Edisonin fonografi – tallensi ja toisti ääntä ensimmäistä kertaa levyltä. Levyformaatin monistettavuudesta ja markkinointipotentiaalista innostunut saksalainen lelutehdas Kämmerer & Reinhardt käynnisti äänilevyjen massatuotannon vuonna 1889. Toiminta huipentui, kun Eldridge Johnson -niminen konepajan omistaja suunnitteli vuonna 1896 Berlinerille luotettavan, jousella motorisoidun gramfonin. (Gronow & Saunio 1990, 36.) Fonautografi, fonografi ja gramfoni olivat aikalaisten silmissä epäilemättä varsin kiehtovia keksintöjä ja laajensivat kaikkialla ihmisten kokemusmaailmaa. Äänenlaatu ei ymmärrettävästi kuitenkaan ollut kehuttava tallennustekniikan varsin tiukkojen rajoitteiden vuoksi. Silti tallennetut ja toistetut äänet ilmiönä, kaikkine puutteineenkin, puhuttelivat jo 1800-luvun lopussa kuulijoita kaikkialla siellä, missä niitä oli mahdollisuus päästä kokemaan. Vuoteen 1925 mennessä tehdyt akustiset äänitykset sisälsivät heikon, parhaimmillaankin vain noin 168–2000 hertsin taajuuskaistan, ja hiljaisimpia ääniä tallennustekniikka ei poiminut laisinkaan, eikä myöskään esimerkiksi instrumenttien äänenvärillisiä vaihteluita saatu talteen kuin korkeintaan välttävästi ja usein kovin säröytyneesti (Day 2000, 9). Näiden äänitysten äänenlaatua voi verrata esimerkiksi tavallisen puhelinverkon äänenlaatuun, joka yleisesti on 300–3400 hertsiä (Lefebvre & Gournay 2008, 595).

Seuraava suuri kehitysaskel äänentallennuksessa sijoittuu 1920-luvun lopun Saksaan, missä itävaltalaiskeksijä Fritz Pflüger tuli kehittäneeksi alun perin tupakkateollisuuden käyttöön suunnitellusta koristeellisesta paperisuikaleesta ensimmäisen magneettisen nauhan jolle pystyi tallentamaan ääntä. Sekä nauha että Pflügerin kehittämä alkeellinen toisto- ja tallennuslaite kiinnostivat saksalaista AEG-yritystä, jonka aloitteesta nauhatekniikkaan perustuva kehitystyö alkoi kunnolla loppuvuodesta 1932. AEG ja nauhoja kehittänyt BASF-yhtiö nimesivät mullistavan keksintönsä ”magneettiseksi fonografiksi” eli magnetofoniksi. Vuonna 1935 Berliinissä esillä ollut laite sai aikalaisiltaan ymmärrettävistä syistä runsaasti positiivista huomiota.

Yhtäällä radiotekniikan, erilaisten mediamuotojen ja viestinnän kehityslinjoja ja vaateita myötäillyt, toimintaperiaatteeltaan yksinkertainen laite kykeni sujuvasti sekä tallentamaan että toistamaan ääntä paremmin kuin yksikään aikaisemmista alan keksinnöistä. Seuraavina vuosina magnetofonin toiminnallisuus parantui laitteen aktiivisen kehitystyön myötä. Todellinen läpimurto tapahtui jälleen Berliinissä vuonna 1941, kun tuoreen teknologian näyttelyssä esiteltiin laitteen päivitetty versio, jonka mainosteksti lupasi uhmakkaasti fantastisen kokemuksen ja vallankumouksen elektronisessa äänentallennuksessa. Lupauksen perusteina olivat siihen aikaan parhaimmat mahdolliset tekniset ominaisuudet: 60 desibelin dynamiikka-alue sekä 50 hertsistä 10 kilohertsiin ylettyvä taajuusalue. Heti seuraavana vuonna tehtiin myös ensimmäinen stereofoninen äänitys, mutta johtuen radiotekniikan monofonisuudesta stereoäänitykset jäivät tuolloin vielä kokeiluasteelle. (Engel 1999, 47–64.)

Toisen maailmansodan päätyttyä ja 1950-luvun koittaessa nauhatallentimien käyttäminen ja niiden käyttäjäkunta laajenivat huomattavasti. Radio- ja elokuvateollisuus, tavalliset kuluttajat, armeijat ja eri alojen ammattilaiset hyötyivät enenevässä määrin magnetofonista erilaisissa käyttöyhteyksissä (Engel 1999, 70). Laitteen yksinkertainen ja suhteellisen varma toimintaperiaate, aikalaisittain hyvä äänenlaatu, melko edullinen hinta sekä monipuoliset käyttömahdollisuudet houkuttelivat ihmisiä entistä laaja-alaisemmin äänentallennuksen pariin. Magnetofonin yleistymisen voidaan nähdä myös voimistaneen kaupallista kilpailua, joka varsinkin myöhemmin oli keskeisessä roolissa äänilevyteollisuuden massatuotannon kehityksessä. Ympäri maapalloa erilaiset yritykset asiantuntijoineen ja tiedemiehineen pyrkivät parantamaan nauhatallennustekniikkaa entisestään, ja päivitettyä teknologiaa tuotiin markkinoille nopealla aikavälillä.

Musiikkiteollisuuden kannalta nauhateknologian kehitys mahdollisti täysin uudenlaisia tuotanto- ja tekotapoja. Ennen, jäykkien tallenneaihioiden aikana, esimerkiksi päällekkäisäänitykset olivat teknisesti mahdottomia toteuttaa ja kuultaville päätyneet lopputulokset poikkeuksetta yksittäisottoja ilman ylimääräisiä tuotannollisia toimenpiteitä. Nauhateknologian myötä päällekkäisäänitykset ja nopeudensäätöön perustuvat äänen manipulointimahdollisuudet tulivat pian osaksi äänilevyjen

tuotantoprosesseja. Uuden teknologian myötä soittajille avautui mahdollisuus ylittää ajan, tilan ja inhimillisyyden rajoitukset ja vaikuttaa uusien äänten, teosten, musiikkityylien ja soittotapojen kehitykseen (Katz M. 2004, 41). Tämän voidaan katsoa olevan ensiaskel musiikintuotannon irtiotosta eräänlaisen täydellisen autenttisuuden tavoittelussa. Äänilevy muodosti elävästä performanssista eroavan tavan luoda, tallentaa ja kuunnella musiikkia.

Toisaalla, ihmisten kodeissa, nauhureiden käyttö mukaili vielä jossain määrin Edisonin musiikkiin liittymättömiä käyttötapoja. Esimerkiksi 1950-luvun puolivälissä elektroniikkayhtiö Philips rohkaisi kuluttajia laatimaan eräänlaisia ”puhuvia perhealbumeita”, joihin tallennettaisiin erilaisia katkelmia puheesta, soitosta ja laulusta ikuisesti kestäviksi äänimuistoiksi (Bijsterveld & Jacobs 2009, 29). Tällä tavalla äänentallennus ja -toisto tulivat lähemmäksi kuluttajien jokapäiväistä arkea ja kavensivat välimatkaa teknologian ja tavanomaisen elämän välillä. Samanaikainen yksinkertaisten, helppokäyttöisten ja varmatoimisten kuluttajaratkaisujen sekä huippulaadukkaiden, monipuolisten ja poikkeuksetta hintavien ammattilaislaitteistojen kehittäminen sai aikaan 1950-luvulla kuitenkin selvän kahtiajakautumisen äänen tallennus- ja toistoteknologioiden markkinoinnissa. Äänimaailmaa avartanut stereofonisuus yleistyi voimakkaasti LP-levyjen tuotannossa vuodesta 1957 eteenpäin (Clark 1999, 93) ja radiolähetyksissä pian sen jälkeen, vuodesta 1961 alkaen (Huff 2001, 10). Stereofonisuuden myötä tallennetun äänen kirjo lauantui kuulijan kannalta merkittävästi. Samoin laajentui myös musiikillisten tallenteiden ajallinen ulottuvuus, kun äänilevyteollisuus alkoi entistä voimakkaammin tuoda markkinoille pitkäsoittomuotoisia albumeita aiemmin runsaammin julkaistujen, lyhyempien single-albumeiden rinnalle. Tämä toimii osaltaan osoituksena elävän musiikin valta-aseman horjumisesta musiikinkulutuksen tapana.

E erityisen vahvasti pitkäsoittomuodon, stereofonisuuden ja korkean äänenlaadun tavoittelu erottui klassisen musiikin tuotannon kohdalla. Siinä missä pop-musiikkia painettiin vielä pitkälle 1960-luvun loppuun monofonisille singleille, olivat klassisen musiikin pitkäsoitot usein stereofonisia ja kokonaisvaltaisesti hyvin tasokkaita äänenlaadultaan (Osborne 2012, 95–96). Tuolloin, 1950-luvulta lähtien, äänilevyjen ja

äänen toistoon sekä tallennukseen tarkoitettujen laitteiden yhteydessä alkoi entistä runsaammin esiintyä termi hifi (*high fidelity*), jolla tarkoitettiin kuluttajille suhteellisen hyvän äänenlaadun takaavia systeemejä (White & Louie 2005, 184). Kaiutinvalmistaja H.A. Hartley väittää keksineensä hifi-termin jo vuonna 1927 korostaakseen tietynlaista, vakavammin otettavaa äänentoistoa. Hänen mukaansa tuohon aikaan keskimääräinen radio tai fonografi kuulosti pääsääntöisesti ”melko kauhealta”, ja hän päätti tehdä asialle jotain tutkimalla äänen luonnetta, ihmiskorvan käyttäytymistä ja lopulta toteuttamalla omia ratkaisujaan äänentoiston saralla. Hänen pyrkimyksensä oli jo tuolloin kehittää ääntä toistava systeemi, joka ei lisää tai poista mitään musiikista jota siihen syötetään. (Hartley 1958, 200.) Hartleyn motiivit ja menetelmät laitteidensa kehitykselle näkyvät mielestäni edelleen 2000-luvun ääniteknologian kehityksessä ja myös markkinoinnissa, vaikkei hifi terminä välttämättä olekaan enää laitteiden leimallinen ominaisuus, johtuen osittain sen hankalasta määrittelystä.

Ristiriitaiset tuntemukset hifi-termiä kohtaan ulottuvat 1960-luvulle. Esimerkiksi kirjailija Gilbert Arthur Briggsin audioteknologian sanastoa vuodelta 1961 koonnut teos esittää hifin käsitteenä, joka ”on menettänyt merkityksensä väärinkäytön takia, ensin sellaisten laitteiden kohdalla, joissa on ylikorostettu ’yläpää’ ja basso, ja myöhemmin halpojen ja massatuotettujen, ’laimean yläpään’ ja bassottomien laitteiden vuoksi”. Briggs esittikin, että hifin tulisi tarkoittaa luonnollista toistoa ja painotti, että yhä useampi kuulija pitää tätä tavoitteenaan. (Briggs 1961, 98.) Osa kuulijoista varmasti pitikin äänen luonnollista tallennusta ja toistoa arvossa, mutta sitä enemmän kuluttajia kiinnosti epäilemättä laitteiden ja teknologioiden käytännöllisyys. Yksi merkittävimmistä keksinnöistä tässä mielessä olikin C-kasetti ja sen suomat mahdollisuudet yksinkertaisessa ja helppossa äänen tallennuksessa sekä toistossa. Elektroniikkayhtiö Philipsin vuonna 1963 lanseeraama C-kasetti, jota myös taskukasetiksi kutsuttiin, sisälsi viisi ytimekästä pyrkimystä: (1) pienin mahdollinen koko 30-minuuttisella toistolla, (2) yksinkertainen ja tukeva rakenne, (3) luotettavuus, (4) nauhan maksimaalinen suojaus sekä (5) matala energiankulutus toiston ja kelaamisen aikana. Yksi olennaisimmista C-kasetin menestyksen takaajista perustui sen oivalliseen markkinointiin ja siihen, miten hyvin formaatti kehittyi melko pian julkaisunsa jälkeen – ei niinkään äänenlaatuun. Formaatin kehittäjä ja keskeisin

markkinoija Philips panosti alusta alkaen C-kasetin mahdollisimman laajaan lisensoimiseen, eikä perinyt muilta valmistajilta maksua teknologian kehittämistä ja käytöstä. Kuluttajien suosion vain kasvaessa vuosien myötä C-kasetti saavutti vahvan aseman vinyylilevyjen kilpailijana, myös äänenlaadullisesti. (Clark 1999, 102–104.)

Äänentallennuksen ja -laadun kannalta C-kasetin kansainvälinen kehitystyö tuotti hämmästyttäviä tuloksia. Aiemmin ammattilaiskäyttöön tarkoitettujen nauhureiden häiriönestotekniikoiden ja parannusten sekä toisaalta ylipäättään helppokäyttöisempien teknologisten innovaatioiden ansiosta ihmisten käsitys musiikin kuluttamisesta muuttui ratkaisevasti. Yhtäkkiä itse valittu, usein radiosta tallennettu musiikki seurasi ihmistä helposti melkein minne tahansa. Autostereot, kannettavat radionauhurit ja myöhemmin korvalappustereot ja voimakkaaseenkin äänenpaineeseen kykenevät mankat siirsivät musiikin pois olohuoneista tai konserttisaleista minne milloinkin. Tämän kehityksen voidaan nähdä muuttaneen keskeisesti tapaa millä musiikkia kuunnellaan ja kulutetaan nykypäivänä. Sen sijaan hankalampaa on arvioida sitä, miten äänenlaadun parantuminen on vaikuttanut kuluttajakäyttäytymiseen kokonaisvaltaisesti. Kuten hifi-termin lanseeraaminen jo 1920-luvulla osoitti, kiinnostus äänenlaadun parantamiseen on ollut vuosikymmenten mittainen ilmiö, mutta se on koskettanut vain osaa musiikin ja musiikkilaitteiden kuluttajista.

Maininnat hyvästä äänenlaadusta yleistyivät laitteiden markkinointikielessä jo teollisuuskehityksen varhaisessa vaiheessa. Diskurssitasolla huomattavaa on, että jo Edisonin ja Berlinerin kohdalla yksi keskeisimmistä markkinointistrategioista oli korostaa laitteen ainutlaatuista äänentoistokykyä. Kuten sanottua, aikalaisten korvissa äänenlaatu lienee ollut pitkin 1800-luvun lopulta alkanutta kehityskulkua sananmukaisesti ennenkuulumattoman hyvä, ja merkkejä samankaltaisesta innostuksesta on havaittavissa myös myöhempien aikojen kaupallisissa äänen tallennus- ja toistolaitteisiin liittyvissä teksteissä. On ymmärrettävää, että teknologioiden markkinointiin on liittynyt olennaisesti huikentelevia takeita parhaimmasta mahdollisesta äänenlaadusta. Problemaattista onkin, millä mittarilla tai kenen toimesta äänenlaatua on määritetty ja miten kritiikille avoimia määritelmät ovat

olleet, kehitys kun nähdään yleensä luonteeltaan jokseenkin lineaarisena ja aina uuden teknologian paremmuuteen tähtäävänä.

1900-luvun puolivälin teknologioiden kehitystä voi tarkastella kaksisuuntaisena prosessina. Ammattilaiskäyttöön tarkoitettujen äänentallennusvälineiden paranteluun keskittyneet tekniset innovaatiot, kuten kohinanvaimennus, sopivat suoraan matalimman tason kuluttajalaitteisiin. Osin tähän vaikutti se, että markkinat kiinnostivat laitteiden kehittäjiä, joten pyrkimykset tuottaa kokonaisvaltaisesti toimivia ratkaisuja niin musiikin kuluttajille kuin tekijöillekin olivat keskeisessä asemassa. Tämä on syytä huomioida, kun tarkastelun painopiste siirtyy lähemmäs nykyaikaa ja digitaalista äänentallennusta.

2.2 Digitaalisen äänentallennuksen käännekohta

Digitaalisuus on muodostunut valtaapitäväksi lähestymistavaksi musiikintuotannossa ennen kaikkea yleisen teknologisen kehityksen ansiosta. Mainittavaa tosin on, etteivät analogiset tallennusmenetelmät ole täysin hävinneet käytöstä, vaan ne näyttäytyvät jopa tiettyjen musiikintuotantotapojen ihanteena. Käytännössä painopiste on kuitenkin siirtynyt 1970-luvun lopussa kehitetyn digitaalisen äänentallennustekniikan muututtua vuosikymmenien saatossa muotoaan kalliista ja monimutkaisesta prosessista melko yksinkertaiseksi ja kuluttajan kannalta helposti lähestyttäväksi tavaksi työskennellä musiikin tallentamisen parissa. Nykyaikana tiettyjen digitaalisten tallentimien käyttö on oikeastaan hyvin samankaltaista kuin 1960-luvun jälkeinen toiminta C-kasettien kanssa, tosin sillä erotuksella, että kuluttajatasolla laitteet ovat pienentyneet ja jossain määrin fuusioituneet tietokoneiden kanssa.

Tietokoneiden kehitys onkin ollut keskeisessä asemassa analogisen äänentallennuksen asteittaisen harventumisen ja vastaavasti digitaalisuuden valta-aseman muodostumisessa. Alun perin jo 1940-luvulla kehitetyt massiiviset tiedonkäsittelyjärjestelmät kypsyivät rauhassa vuosikymmeniä, kunnes lähinnä 1970-luvun myötä olennaisimpien komponenttien kehitys johti kompaktimpien, monipuolisempien ja tehokkaampien laitteistojen julkaisemiseen. Kattavan selvityksen

tästä kehityksestä ja sen detaljeista tarjoavat muiden muassa Peter Manning (2004) ja John Watkinson (1999; 2001). Käytännössä ja äärimmäisen yksinkertaisesti muotoiltuna digitaalinen äänentallennus eroaa analogisesta keskeisimmin tavassa miten ääniaaltojen tuottama energia säilötään ja toistetaan uudelleen. Analogisessa äänityksessä ääniaallot muodostavat erityyppisiä sähköisiä impulsseja, jotka tallentuvat eri voimakkuuksin jonkinlaiselle pinnalle, esimerkiksi magnetisoidulle nauhalle (Hood 1998, 123; Gallagher 2008, 8). Värähtelyt "tarttuvat" täten vastakappaleeseensa ja pysyvät kiinteästi siinä, kuten esimerkiksi urat vinyylilevyssä. Digitaalisessa tallennuksessa taas tietyllä taajuudella näytteistetyt ääniaallot muuntuvat numeerisista arvoista rakentuviin sarjoihin, joita tallennuslaite käsittelee (Gallagher 2008, 52; Clements 1998, 68) ja usein toistaa.

Tarkemmin digitaalista äänentallennusprosessia käsiteltäessä aiheeni kannalta on ensimmäisenä syytä tarkastella näytteistystä (*sampling*). On melko haastavaa löytää nykyaikaista audioteknologiaan tai hifiin liittyvää teosta, jossa ei nousisi aiheen yhteydessä esiin Bellin laboratoriossa työskennelleen Harry Nyquistin vuoden 1928 työhön perustuva teoreema, jonka informaatioteoreetikko Claude Shannon todensi vuonna 1949 (Gallagher 2008, 141). Yksinkertaisimmillaan teoreema esitetään usein seuraavalla tavalla: tietyntaajuinen signaali voidaan tuottaa uudelleen teoreettisesti täydellisesti vain, jos se on näytteistetty alkuperäiseen signaaliin nähden kaksinkertaisella näytetaajuudella. Täten esimerkiksi 10 kilohertsin signaalin täydelliseen uudelleen tuottamiseen vaaditaan 20 kilohertsin näytetaajuus. Äänenlaadun kannalta yksi eniten keskustelua aiheuttaneista osatekijöistä onkin näytetaajuuden riittävyys tai riittämättömyys pyrittäessä täydelliseen äänentallennukseen ja -toistoon. Palaan tähän aiheeseen ja keskustelujen sisältöihin tarkemmin tutkielmani seuraavissa luvuissa.

Yleisin käytössä oleva digitaalisen äänen näytetaajuus on CD-levyn yhteydestä tuttu 44,1 kilohertsiä. Juuri tämän lukeman valintaan sanotaan liittyneen neljä peruslähtökohtaa: (1) ihmisen kuuloalueen ylärajan katsotaan yleensä olevan 20 kilohertsiä, (2) mistä johtuen Nyquistin teoreeman mukaan 20 kilohertsin kattamiseksi ja (3) sen ylittämiseksi sopiva näytetaajuus on suurempi kuin 40 kilohertsiä, sekä (4) Beethovenin

9. Sinfonian toivottiin mahtuvan yhdelle levyille (Park 2010, 19), joskin viimeksi mainitun perusteen totuudenmukaisuus ja painoarvo on toisinaan kyseenalaistettu. Sanotaan, että kyseisen sinfonian mahduttamista yhdelle levyille penäsivät erityisesti kapellimestarilegenda Herbert von Karajan sekä Sonyn puheenjohtajan Akio Moritan vaimo (Pohlmann 1992, 11).

44,1 kilohertsiin päätymiseen johtavan tapahtumaketjun katsotaan saaneen alkunsa 1960-luvulla, kun sopivat komponentit ja oikea osaaminen kohtasivat. Merkittävimmät laitteet tuolloin olivat NHK Technical Research Institutun valmistama tallennin, joka kykeni tallentamaan ääntä digitaalisesti 30 kilohertsin ja 12 bitin tarkkuudella, sekä Sonyn vastaava, 47,25 kilohertsin ja 13 bitin tarkkuudella toiminut tallennin. Hollantilaistiedemies Klaas Compaan taas oli ensimmäinen varsinaisen CD-levyn ideoijista. Yhdessä kollegansa Piet Kramerin kanssa miehet kehittivät Philipsille teknologiaa, jonka avulla laserlevyille voitaisiin tallentaa videokuvia ja toistaa niitä. (Pohlmann 1992, 10.) Huomionarvoista on, että samoin kuin alkujaan Edisonin ja fonografin kohdalla, myöskään CD-levyä ei siis alun perin kehitetty musiikillista käyttöä silmälläpitäen. Toisaalta, CD-ROM-teknologian myötä itse CD-levy ja digitaalinen tallennustapa muodostuivat lopulta varsin käyttökelpoisiksi tallennusmenetelmiksi ja -medioiksi myös muulle sisällölle kuin musiikille, toisin kuin Edisonin vahaliieriöt.

Päätös CD-levyn teknisten standardien yhdenmukaistamisesta syntyi kansainvälisten toimijoiden yhteistyöllä. Teknologiaa kehittivät tahoillaan yhdenmukaiseen ja yhteensopivaan suuntaan eurooppalainen teknologiajätti Philips sekä japanilaiset Sony, Mitsubishi ja Hitachi. Erilaisilla kehityslinjoilla kartutettiin tietämystä mm. levyjen koosta, sopivasta materiaalista niiden valmistamiseen, signaalinmuodostuksesta, näytetaajuudesta, joka vaihteli kehittäjäkohtaisesti aina 50 kilohertsistä 44,05 kilohertsiin sekä sopivasta bittisyvyydestä 14 ja 16 bitin välillä. Huomattavaa on, että kaikki kehittäjät tahoillaan tutkivat aihetta perinpohjaisesti ja lopullisia ratkaisuja koeteltiin mittavien kriittisten kuuntelukokeiden avulla. (Pohlmann 1992, 10–11.) Kehityksessä on siis huomioitu subjektiiviset äänenlaatuerot ja niiden tutkimus ainakin jossain määrin, eikä valintoja perusteltu pelkästään teknisillä tai taloudellisilla seikoilla.

CD-levy laskettiin markkinoille viimein pitkällisen kehityksen jälkeen Euroopassa ja Japanissa syksyllä 1982 ja Yhdysvalloissa keväällä 1983. Ensimmäisenä vuotenaan CD-levyt ja -soittimet otettiin kuluttajien keskuudessa vastaan varovaisella mielenkiinnolla; soittimia myytiin 30 000 ja levyjä 800 000 kappaletta. (Pohlmann 1992, 12.) Ensimmäinen markkinoille laskettu CD-levy oli Euroopassa ABBA-yhtyeen *The Visitors* ja Yhdysvalloissa joko Billy Joelin *52nd Street* tai Glenn Millerin *In The Digital Mood*, eikä yllättäen Beethovenin 9. Sinfonia, joskin vuoteen 1988 mennessä siitä oltiin julkaistu yli 70 erilaista versiota (Elborough 2009, 380). Vuoteen 1990 mennessä CD-levyjä oltiin myyty maailmanlaajuisesti noin miljardi kappaletta (Pohlmann 1992, 12), mikä osoittaa, että CD-levyistä ja -soittimista oli täten muodostunut kuluttajille varsin yleinen tapa nauttia musiikkista. Vastaavasti, 1990-luvulle tultaessa, analogisten LP-levyjen ja kasettien myynti kääntyi laskuun ja digitaalisesti tuotettu musiikki valtasi hiljalleen alaa.

CD-levyn yleistyminen 1980–1990-luvuilla ei tarkoittanut missään nimessä digitaalisen äänen kehitystyön pysähtymistä. Pikemminkin päinvastoin, samaan tapaan kuin äänentallennuksen historian saatossa yleensäkin: myöskään esimerkiksi Edisonin keksinnöt eivät jääneet keksijän kannalta lopulliseen muotoon, vaan osia ja toimintaperiaatteita lainattiin suoraan jatkokehitykseen. Sama malli täsmää digitaaliseen äänenkäsittelyyn ja CD-levytekologiaan. Kuluttajien ja asialle omistautuneiden linjat erkanivat jossain mielessä nopeastikin äänenlaadun ja teknologian suhteen. Siinä missä kodit täyttyivät nopeasti edullisista soitinyksiköistä ja suurempi rahasumma kului helposti äänilevykokoelman kuin äänentoistolaitteiden kartuttamiseen, osa hifiharrastajista oli tyytymättömiä CD-äänienlaatuun sekä laitteiden suorituskykyyn (Downes 2010, 305). Osin tästä, osin taloudellisista ja muista syistä Sony ja Philips kokoontuivat 1990-luvulla uudelleen miettimään jatkoa CD-äänilevyille.

Loppuvuodesta 1999 julkaistu SACD (Super Audio CD) säilytti CD-levyn ulkomuodon, mutta paransi siihen tallennettavan ja siltä toistettavan äänen laatua merkittävästi. Uudistettuun tallennustekniikkaan perustuva SACD kykeni jopa 100 kilohertsin signaalien toistoon ja yli 120 desibelin dynamiikka-alueen sujuvaan käsittelyyn. 44,1 kilohertsin sijaan SACD:n näytetaajuus oli noussut 2,8224 megahertsiin. (Maes & Vercammen 2001, 283–284.) Uuden teknologian huiman äänenlaadunparannuksen

lisäksi SACD-kehitys vaikutti myös studiotyöskentelyyn ohessa kehittyneen DSD (Direct Stream Digital) -tallennuksen siirtyessä monien äänittämöiden varustukseen. Myös uudenlaisesta materiaalin vesileimaustavasta (*watermarking*) oli hyötyä toimissa piratismia vastaan.

Aiemmin, vuonna 1992 Sony oli julkaissut maailmanlaajuisesti varteenotettavan digitaalisen vaihtoehdon C-kasetille (Maes & Vercammen 2001, 28). MiniDisc-tekniikan avulla yksinkertainen äänien digitaalinen tallentaminen ja toistaminen kompaktille pienelle levyllä vaati kehitykseltä erityispainotusta esimerkiksi psykoakustiikkaan. Jotta kompleksinen äänidata saatiin tallennettua CD-levyille pienemmälle levyllä laadun merkittävästi kärsimättä, ääni tuli kompressoida tiettyyn muotoon, jolloin siitä hävisi ihmiskorvan kannalta tarpeettomimpia taajuuksisältöjä. (Maes & Vercammen 2001, 220–255.) MiniDisc ei kuitenkaan vakiintunut lopulta kovinkaan yleiseen käyttöön, ja nykyään tuotantolinjat on lopetettu. Saman kohtalon jakaa myöskin DAT-nauha (Digital Audio Tape) variaatioineen, jotka käyttivät nauhatekniikkaa digitaalisen sisällön tallentamiseen (Maes & Vercammen 2001, 191–212).

Viimeisimpänä nimenomaan ääneen keskittyneiden levyformaattien kehitysvaiheena pidetään DVD-A:ta (Digital Versatile Disc Audio). Pääosin teknologiayritys JVC:n kehittämä DVD-A sai inspiraationsa musiikkiteollisuudelta ja sen tarkoituksena oli mahdollistaa korkealaatuinen tallennus- ja säilytysjärjestelmä (Maes & Vercammen 2001, 299). DVD-A-formaatti kykenee käsittelemään 192 kilohertsin näytetaajuisia ääntä. Kyseinen näytetaajuus onkin nykyään sisällytetty useimpien äänentallentimien ominaisuuksiin. DVD-A mahdollistaa myös monikanavaäänentoiston, mistä johtuen formaatin kehitykseen on vaikuttanut paljolti myös DVD:n käyttö esimerkiksi elokuvien yhteydessä. Samalla kuluttajille on markkinoitu kuudesta kaiuttimesta koostuvia 5.1-järjestelmiä elämyksellisen ja elokuvateattereista tutun surround-äänien toistamiseksi kotiolosuhteissa.

1990-luvun keskeisimpien musiikkitekniikoiden innovaatioiden yhteydessä toistaiseksi lopullisin ja tietyssä mielessä tärkein kehitysvaihe tapahtui internetin

yleistymisen myötä. Tätä harppausta voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Ensinnäkin vuosisadan aikana kehittynyt äänilevyteollisuus toimintoineen, ja sitä teknologisella tuella ja innovaatioilla paikoin runsaastikin tehostanut musiikkiteknologiateollisuus kohtasivat internetin suomien mahdollisuuksien myötä uuden tilanteen, jossa kuluttajat eivät enää toteuttaneetkaan pelkästään perinteisiä musiikkikulutusmalleja, missä äänilevyjä kuunneltiin niille suunnitelluista toistolaitteista. 19-vuotiaan yhdysvaltalaisopiskelija Shawn Fanningin ideasta lähtenyt Napster-tiedostonjakopalvelu haastoi 1999 koko perinteisen äänilevyteollisuuden asettamalla tarjolle miljoonien mp3-tiedostojen katalogin ladattavaksi ilman tekijänoikeuskorvauksia ja laskemalla kertaaheittolla maailmanlaajuisia levymyyntiä 26 prosenttia (Ogden J., Ogden D. & Long 2011, 124). Napsterin ja muiden vastaavien tiedostonjakopalveluiden myötä laittomasti verkossa jaettava sisältö kasvoi räjähdysmäisesti. Keskityn tässä yhteydessä kuitenkin pelkästään tiedostojen äänenlaadullisiin seikkoihin menemättä syvemmälle tiedostonjaon teoreettisiin detaljeihin tai vaikutuksiin äänilevyteollisuuteen. Mainittakoon kuitenkin, että ilmiönä laitton musiikin kopioiminen ja jakaminen ei ollut millään muotoa uusi, sillä jo 1980-luvulla levy-yhtiöt kärsivät merkittäviä tappioita kotona tehtyjen kasettiäänitysten vuoksi (Elborough 2009, 366–367). Sen sijaan laajamittaisempi toiminta musiikin kopioinnin ja levittämisen parissa juuri internetissä aikaansai erään näkökulman mukaan systemaattisen piratismiänsä synnyn ja teki massoista rikollisia (Rogers 2013, 49).

Käytännössä valtaosa internetissä jaetuista, kuten myös erilaisissa mobiililaitteista usein kuunneltavista äänitiedostoista on niin kutsuttua pakattua audiota, jossa äänitiedoston kokoa on pienennetty joko häviöttömällä tai häviöllisellä koodausmenetelmällä. Koska esimerkiksi CD-äänienlaadun kriteerit täyttävä äänitiedosto vei vielä vuosituhannen vaihteessa melko pitkän ajan latautuakseen kuluttajatasoisella internet-yhteydellä, pakattiin tiedostoja pienempään kokoon tiedonsiirron nopeuttamiseksi. Samalla myös jaetun materiaalin määrä ja yleinen liikuteltavuus kasvoi eksponentiaalisesti.

Häviöttömissä tiedonpakkausmenetelmissä toistettava signaali ei muuta muotoaan, vaan se palautetaan toistovaiheessa identtiseksi alkuperäisen kanssa, kun taas

häviöllisissä menetelmissä hyödynnetään psykoakustiikkaan pohjautuvaa havaintopohjaista äänenkoodausta, jossa äänisignaali säilyttää ainakin osan muodostaan, vaikka siitä poistetaankin dataa. Häviöllisten menetelmien etuna on niiden huomattavan suuri ja erilaisiin käyttötarkoituksiin muokattavissa oleva pakkauksen määrä ja siihen liittyvä hyötysuhde. Esimerkiksi alkuperäinen, CD-äänenlaatuinen signaali voidaan puristaa kymmenen kertaa pienempään muotoon ja silti säilyttää itse musiikki melko ehjänä. (Katz D. J. & Gentile 2005, 181.)

Tällä hetkellä äänentallennuksen, -toiston ja -laadun kehitys antaa odottaa seuraavaa mullistusta. Levy-yhtiöiden ja äänilevyteollisuuden reaktiot internetin aikaansaamiin musiikinkulutustottumusten muutoksiin alkavat normalisoitua, ja entistä useammin digitaaliseen jakeluun panostetaan jopa fyysisiä julkaisuja laajemmin. Vaikka äänilevyjen kokonaisvaltaisten myyntitilastojen laatiminen on hankalaa, ellei peräti mahdotonta, tarjoaa maailmanlaajuisesti toimivan IFPI-organisaation raportti (2014) musiikkiteollisuuden tuloista vuodelta 2013 joitain yleistettävissä olevia suuntaviivoja. Raportin mukaan fyysiset vaihtoehdot muodostavat yhä eniten kulutetun kategorian musiikkijulkaisuformaattien joukossa 51,5% maailmanlaajuisella myyntiosuudellaan – joskin laskevassa suhdanteessa; vuonna 2012 vastaava lukema oli 56,1%. Musiikin digitaalisen jakelun osuus taas on kasvussa ja erilaiset tilaus-, mainos- ja latauspohjaiset palvelut muodostavat jo 39% lohkon musiikinkulutuksesta. Loput musiikkiteollisuuden tulot muodostuvat erilaisista käyttö- ja esityskorvauksista. (IFPI 2014.)

Syy myyntitilastojen tarjoaman statistiikan tarkasteluun tässä yhteydessä piilee digitaalisten äänitiedostojen vaikutuksessa äänenlaadun yleiseen diskurssiin. Kun esimerkiksi Apple julkaisi vuonna 2001 ensimmäisen, 5 gigabitin muistilla varustetun kannettavan iPod-musiikkisoittimensa, sen mainoslause kuului ”1 000 kappaletta taskussasi” (Rogers 2013, 49). Pikaisella laskutoimituksella 5 gigabittiin mahtuu noin 507 minuuttia CD-äänenlaatuista, 44,1 kilohertsin ja 16 bitin wav-audiota. Täten Applen lupauksen kattamiseksi yhden kappaleen keskimääräiseksi kestoksi CD-äänenlaadulla tulisi noin 30,5 sekuntia. Oletus ja tarkoitus siis oli, että laitteeseen ladattaisiin pakattuja äänitiedostoja. Kuten tapahtuikin, ja tapahtuu edelleen. Vaikka häviöttömät pakkausformaatit alkavat kasvattaa suosiotaan lataus- ja suoratoistopalveluissa, liikkuu

valtaosa kuluttajille suunnatuista digitaalisista äänitiedostoista edelleen häviöllisessä muodossa, esimerkiksi YouTuben, iTunesin ja Spotifyn kaltaisten palveluiden kautta.

Kynnys äänenlaadullisesti parempien ratkaisujen toteuttamiseksi on siis tietyssä mielessä korkeampi kuin koskaan, johtuen kuluttajille suunnattujen äänilevyformaattien kulutuksesta. CD-levyt, joiden äänenlaatuun voi joko olla tyytyväinen tai tyytymätön, laskevat myyntitilastoissa ja tilalle tulevat noususuhteessa olevat, usein lähtökohtaisesti CD-äänienlaadusta audiosta pakatut, eri tavalla loppuunsa tuotetut digitaaliset musiikkitiedostot. Äänilevyteollisuudelle tilanne on kieltämättä täynnä uhkia ja mahdollisuuksia; koskaan ennen kuluttajille ei ole voitu massamarkkinoida näin paljon erilaisia artisteja tai kappaleita. Esimerkiksi jo mainitun Applen lippulaiva-iPod Touch 64 gigabitin muistillaan vuodelta 2012 pystyy sisällyttämään muistiinsa noin 88 äänilevyä CD-äänienlaadulla. Jos taas kapasiteetin täyttää esimerkiksi nykyään entistä vaivattomammin internetistä joko laillisesti tai laittomasti saatavilla MP3-tiedostoilla, kasvaa määrä helposti satoihin levyihin. Kuluttajalla on siis käsissään – tai taskussaan – melkoinen musiikkikokoelma verrattuna esimerkiksi sukupolventakaiseen verrokkiinsa.

3 ÄÄNENLAATUEROJEN KOKEMINEN

Käsittelen tässä luvussa äänenlaatuerojen kokemista laaja-alaisesti erilaisten näkökulmien kautta. Lähtökohdaksi asetan äänenlaatuerojen kokemisen subjektiivisen luonteen: jokainen voi kokea äänenlaadun yksilöllisesti merkityksellisenä tai merkityksettömänä elementtinä kuulemassaan äänessä. Siitä huolimatta monet äänenlaatuun liittyvät perustelut musiikki- ja audioteknologisissa teksteissä ja määritelmässä lähtevät usein liikkeelle ihmisen kuulosta, sen ominaisuuksista ja rajoitteista sekä ennen kaikkea oletuksesta, että ”normaalikuuloinen” yksilö ikään kuin määrittää äänenlaadulle tietyt raja-arvot.

Kuuloaistin merkitystä äänenlaatuerojen havaitsemisen yhteydessä ei ole toki syytä vähätellä, mutta sen rinnalle kuuluu myös muita perustekijöitä, jotka osaltaan vaikuttavat yksilötasolla äänenlaatuun suhtautumiseen. Sikäli kun kuuloaistin normaali toiminta määritellään vaikkapa fysiologian kautta, jättää se avoimeksi syyt sille, miksi toiset eivät välttämättä havaitse äänenlaatueroja ilmiselvissäkään tapauksissa, kun taas toiset, yhtä lailla fysiologisesti mitattuna normaalikuuloiset, pystyvät varsinkin kriittiseen kuunteluun harjaantuneina erottamaan kuulemastaan äänestä hyvin hienovaraisia eroavaisuuksia.

Kuten edellisessä luvussa toin esiin, äänenlaatua on pitkin musiikki- ja audioteknologian historiaa tuotettu ja kehitetty erilaisin teknologisin ratkaisuin sekä korostettu tai määritelty erilaisten markkinointitekstien avulla. Tämä tulisi mielestäni nähdä itse äänen rinnalla myös ikään kuin mekaanisten äänentallennusteknologioiden kuulemisena ja kokemisena. Onkin esitetty, että koko äänentallennus muodostaisi vain eräänlaisen perspektiivin ääneen tallentimen kautta (Dyson 2009, 75). Niin tai näin, paneudun seuraavaksi siihen miten äänestä ylipäätään muodostuu arvioitavissa oleva ilmiö.

3.1 Kuulemisprosessin perusteet

Kuuloaistia tarkastellessa on oleellista huomioida, että se on lähtökohtaisesti eräänlainen äänimaailman suodatin, joka ulottuu korvan ulkoisista osista tiettyihin aivojen osa-alueisiin (Augoyard 2006, 49). Kuulon kaksi keskeisintä tehtävää ovat ilmanpaineen vaihtelun mekaanisen energian muuntaminen bioelektriseksi signaaleiksi, sekä niiden informaatioisällön koodaaminen taajuuksia suodattamalla (Fuchs 2010, 1). Käytännössä kyse on siis yksinkertaisimmillaan yhden aistin ja aivojen yhteistoiminnasta, jonka avulla ympäristön signaaleista muodostuu ainakin jossain määrin yksilön toimintaan vaikuttavaa informaatiota, kokemuksia ja tunteita. Tämä lähtökohta antaa hyvät perusteet aiheen laaja-alaisemmalle tarkastelulle, tosin rajauksena pidettäköön tutkielmani kannalta olennaisimmat seikat, eritoten tallennetun musiikin äänenlaatu. Perinpohjaisemman selvityksen kuulon mekaanis-fyysisestä toiminnasta tarjoavat Paul Fuchsin (2010) toimittama *Oxford Handbook of Auditory Science* -teossarjan ensimmäinen osa, joka keskittyy pelkästään korvaan ja sen toimintaan, sekä kuulemisen fysiologiaa tarkasteleva James Picklesin (2012) kirjoittama *Introduction to the Physiology of Hearing* -teoksen neljäs painos.

Ääni voidaan määritellä yleistäen erilaisten partikkelien, atomien tai molekyylien, värähtelystä muodostuviksi aalloiksi, jotka etenevät paikasta toiseen jonkinlaisessa kiinteässä, nestemäisessä tai kaasumaisessa välittäjäaineessa. Elinympäristömme on joitakin erittäin harvinaisia poikkeuksia (kuten erityisrakenteisia kaiuttomia tiloja) lukuun ottamatta täynnä tällaista partikkelien aaltoilua. Rajaus siitä, mikä milloinkin määritellään vaikkapa musiikiksi, on syvällä eri yksilöiden ja myös kulttuurien sisäisessä hahmotuksessa. Tieteellinen tutkimus onkin keskittynyt muun muassa siihen, mikä oikeastaan on musiikin konsepti, voivatko kuultavissa olevat ympäristön äänet tai vaikkapa melu olla musiikkia, ja miten musiikin kuuleminen eroaa musiikin kuuntelemisesta (Law 2012, 13). Musiikin kuunteleminen eroaa toimenpiteen tasolla keskeisesti ympäristöäänien kuulemisesta, sillä vaikka partikkelien aaltoilut sekä kuuloaistin toiminta ja mekaniikka ovatkin samankaltaiset, musiikin kuunteleminen on vaikutuksiltaan omalla tasollaan.

Mikä kuulemisprosessissa sitten pysyy samankaltaisena olosuhteista riippumatta? Olettakaamme, että joku on ääniä sisältävässä tilassa ja tilanteessa. Tilan rakenteista ja pinnoista heijastuvat ja kimpoilevat ääniaallot saavuttavat yksilön ulkoiset kuuloelimet, eli tässä tapauksessa korvakäytävän aukon. Seuraavassa vaiheessa ilmanpaineen vaihtelu muuntuu mekaaniseksi värähtelyksi ja siirtyy tästä eteenpäin kohti välikorvaa, missä värähtely saavuttaa lopulta tärykalvon. Välikorvassa värähtelyt siirtyvät kuuloluiden vaikutuksella simpukkaan, joka taas välittää nesteen avulla ärsykeitä aistinsoluihin ja sitä kautta aivoihin kuulohermoja pitkin.

Edellä kuvaamani tapahtumaketju on tyypillinen, muttei ainoa nisäkäslajeille ominainen tapa kuulla asioita, ja se on kehittynyt nykymuotoonsa noin 230 miljoonan vuoden evoluution seurauksena (Manley 2013, 3). Mainittakoon, että tästä ajasta ihmisen (tarkemmin homo sapiensin) aikakausi on kestänyt noin 200 000 vuotta. Löydöksiä ja perusteita yleisesti musiikilliseksi käsitetylle toiminnalle löytyy taas noin 40 000 vuoden ajalta, ja valtaosalle musiikin kuuntelijoista tutun tasavireisen C-duurikolmisoinnun iäksi voitaneen arvioida noin pari sataa vuotta (Gjerdingen 2013, 702). Nostan esiin evolutiivisen näkökulman osoittaakseni, että kuulemisprosessin laajassa aikaikkunassa esimerkiksi musiikki on varsin tuore ilmiö, puhumattakaan nimenomaan nykyaikaisen musiikista, sen äänimaailmoista ja tavoista, joilla sitä kuunnellaan.

Palaan kuitenkin takaisin äänen ja ihmisen kuulemisprosessin pariin vielä hieman yksityiskohtaisemmin. Ihmisen kuuloaisti on kehittynyt erottelevaksi. Se suodattaa ja käsittelee tiettyjä äänenvoimakkuuksia ja tiettyjä taajuuksia eri tavalla. Tarkemmin kuvailtuna kuulojärjestelmä keskittyy erittelemään yksittäisen äänen kolmea ominaisuutta: äänenvoimakkuutta, äänenkorkeutta ja äänenväriä. Huomionarvoista on, että vaikka äänimaailma lähes missä tahansa musiikissa on rakenteeltaan huomattavasti kompleksisempaa useiden äänien päällekkäisyyksistä johtuen, mainitut kolme elementtiä muodostavat käytännöllisen lähestymistavan äänien ja kuulojärjestelmän käsittelemiseen.

Näistä ensimmäinen, äänenvoimakkuus liittyy suhteelliseen äänenpaineeseen tai intensiteettiin korvakäytävässä. Ihmisen kuulojärjestelmällä on erittäin laaja dynamiikka-alue; logaritmisella desibeliasteikolla hiljaisin kuultavissa oleva ääni on voimakkuudeltaan 10^{12} kertaa hiljaisempi, kuin voimakkain sellainen ääni, joka ei vielä aiheuta välitöntä kuulovauriota. Tutkimukset ovat osoittaneet, että pienin huomattavissa oleva muutos äänenvoimakkuudessa on melko tarkka, noin 12% prosentin luokkaa, mutta vain silloin, kun näyteäänit esitetään peräjälkeen. Sen sijaan äänenvoimakkuuksien laittaminen järjestykseen on osoittautunut hankalammaksi tehtäväksi. (Oxenham 2013, 4–5.)

Subjektiiivisesti koetun äänenvoimakkuuden ja tosiasiallisen, fysikaalisen äänenpaineen välillä ei lukuisista syistä johtuen ole suoraa yhteyttä. Merkittävin syistä on se, että kuulojärjestelmässä äänen taajuus vaikuttaa sen koettuun äänenvoimakkuuteen. Tietyistä taajuuksista riippuvainen koettu äänenvoimakkuus on määritelty vuonna 1961 kansainväliseksi ISO 226 -standardiksi ja tarkistettu viimeksi vuonna 2003. (Oxenham 2013, 5–6.) Yleensä nämä äänenvoimakkuudet ja -taajuudet kuvataan kaksiakselisella asteikolla, jota kutsutaan myös Fletcher-Munsonin käyriksi. Kuvaajasta selviää, että jos pyrkimyksenä on saattaa esimerkiksi 50 hertsin ja 2000 hertsin äänet soimaan koettavissa olevasti samalla äänenvoimakkuudella, 50 hertsin äänen tulisi soida fyysisesti 50 desibeliä – eli suhteessa 100 000 kertaa – voimakkaammin kuin 2000 hertsin äänen. Tämä on yksinkertainen osoitus siitä, että kuulojärjestelmämme on huomattavasti herkempi 2000 hertsin kuin 50 hertsin ääniä kohtaan, ja että herkin taajuuskaista sijaitsee juuri 2000 hertsin tietämällä. (Mathews 2001a, 71.)

Huolimatta 150-vuotisen äänenvoimakkuustutkimuksen laajuudesta ja monipuolisuudesta, moni kysymys äänenvoimakkuuden kokemiseen liittyen on vielä vailla selkeää vastausta, erityisesti kompleksisten äänten kohdalla (Epstein & Marozeau 2010, 65). Koska musiikin yhteydessä esiintyvä äänimaailma on nimenomaan kompleksista, tulisi kliinisen kuulotutkimuksen argumentteja käyttää mielestäni harkiten keskusteltaessa äänenlaatuerojen kokemisesta, kuten erityisesti subjektiivisesti koetun äänenvoimakkuuden kysymysten kohdalla voidaan havaita.

Musiikki liittyy keskeisesti myös äänenkorkeudesta puhumiseen. Asian voi muotoilla jopa niin, että äänenkorkeus on musiikin – melodian, harmonian ja tonaliteetin – rakennusaine (de Cheveigné 2010, 71). Taajuudeltaan musiikissa yleisesti käytössä olevat noin seitsemän oktaavia sijoittuvat alueelle, joka ulottuu 30 hertsistä 4000 hertsiin. Tähän haarukkaan voidaan kärjistäen sanoa sisältyvän kaikki yleisimmillä instrumenteilla tuotettavissa olevat fundamenttitaajuudet, eli perusäänet. Osin kysymys on myös siitä, miten instrumenttien perusäänet mielletään. Kuten ylempänä hahmottelin, 50 hertsin ääni jää suhteellisessa äänenvoimakkuudessaan korkeampitaajuisen äänen jalkoihin. Siksi onkin huomattavaa, että esimerkiksi alle 100 hertsin äänet kuullaan – tai hahmotetaan – paljolti harmoniakerrannaistensa ansiosta, ja taas esimerkiksi yli 5000 hertsin äänten pois suodattamisella menetetään ”yllättävän vähän” (Mathews 2001a, 71).

Samoin kuin äänenvoimakkuuden kokemisen tutkimuksessa, myös äänenkorkeuden kohdalla käydään yhä intensiivistä debattia siitä, miten äänenkorkeus oikeastaan esiintyy kuulojärjestelmässä. Toistaiseksi esimerkiksi sitä, miten tai missä kuulojärjestelmän osassa äänenkorkeuden erottelu tapahtuu, ei ole pystytty aukottomasti selvittämään, ja voi jopa olla, ettei koko mekanismia vielä edes tunneta. (de Cheveigné 2010, 84–95.) Myös tämän näkökulman huomioiminen on tärkeää äänenlaatueroista puhuttaessa, sikäli kun argumenttina käytetään kuulojärjestelmän toimintaa.

Äänenväri taas on käsite, joka täydentää sujuvasti muun muassa edellä käsittelemiäni äänenvoimakkuuden ja -korkeuden käsitteitä äänten kokemisessa: se on hämäävän yksinkertainen, mutta epämääräinen termi, johon nivoutuu hyvin monimutkainen kokonaisuus äänen attribuutteja sekä melkoisesti erilaisia psykologisia ja musiikillisia elementtejä. Musiikin havainnointiin liittyen äänenväri ymmärretään kahden johtokäsityksen kautta: (1) se sisältää moninaisen nipun erilaisia havainnoitavissa olevia äänen ominaisuuksia, sekä (2) ilmentyy yhtenä keskeisimmistä äänenlähteen tunnistamiseen liittyvistä tekijöistä. (McAdams 2013, 35.) Täten myös äänenväriellisten ominaisuuksien tallentuminen ja toistuminen vaikuttaa koettuun äänenlaatuun ja sen arviointiin, vieläpä melko kiinteästi. Virallista ANSI-määritelmää mukailleen on esitetty,

että äänenväri olisi oikeastaan kaikkea sitä, mitä esimerkiksi aiemmin käsittelemäni äänenvoimakkuus ja -korkeus eivät ole (Patil & al 2012, 2).

Äänenväriin havainnoimisen on esitetty olevan jokseenkin vähälle huomiolle jäänyt kenttä musiikintutkimuksessa. Tutkijat ovat kuitenkin muodostaneet jonkinlaisen konsensuksen siitä, että äänenväriin keskeisimmät rakenteet liittyvät jonkin kompleksisen äänilähteen (kuten musiikki-instrumentin) spektristen ja ajallisten muotojen ominaisuuksiin. (Law 2012, 80–81.) Yleistäen voidaankin hahmotella, että äänilähteen identiteetti muodostuu äänenväriin ansiosta, ja että äänenväri on suuressa roolissa erilaisten äänilähteiden sekä niiden tuottamien äänien tunnistamisessa ja erittelyssä. Äänilähteen äänenväriin ominaisuudet liittyvät myös laajemmin musiikin kokemiseen. Lisäksi kuten Tuomas Eerola, Rafael Ferrer ja Vinoo Alluri (2012) ovat tutkimuksessaan tuoneet esiin, äänenväri korreloi myös affektien ja emootioiden kokemisen kanssa (Eerola & al 2012, 64–65).

Erilaisia äänien ja äänilähteiden havainnointiin keskittyviä tutkimuksia on toteutettu pääosin monenlaisten kuuntelukokeiden muodossa. Varianssia tuloksiin ja näkökulmiin on saatu summaamalla erityyppisiä lähtötekijöitä löydöksiin taustalle. Esimerkiksi koehenkilöiden musiikillisella harjaantuneisuudella tai harjaantumattomuudella on todettu olevan vaikutusta muun muassa äänenkorkeuden ja -värin havainnointiin, kuten Mark Pitt (1994, 984) esittää. Pittin löydöksiin vastapainoksi on tosin huomautettu myös, että tuloksien erot johtuvat pikemminkin esimerkiksi aistimusten prosessoinnin tai kuuntelustrategioiden yksilöllisistä vaihteluista, joilla ei ole korrelaatiota musiikillisen asiantuntemuksen tai kokemuksen kanssa. Tähän liittyen on ehdotettu, että koska äänenväriin havaitseminen on niin keskeisesti yhteydessä jokapäiväiseen ääniympäristömme tarkkailuun, jokainen voi suoriutua tehtävästä jonkinlaisena asiantuntijana, toisten ollessa toki herkempiä tietyille ominaisuuksille. (McAdams 2013, 38.)

Stephen McAdamsin (2013, 38) esittämä näkökulma istuu mielestäni kuvaan myös äänenlaatuerojen tutkimuksesta puhuttaessa, tosin tietyin varauksin. Jos pohditaan tallennettua ääntä, sen kuuntelukonventioita ja tuotantotapoja musiikin kannalta,

voidaan niiden nähdä ulottuvan omalta osaltaan jokapäiväiseen ääniympäristöön, ainakin sellaisissa olosuhteissa, joissa esimerkiksi teknologiset apuvälineet sallivat tai aiheuttavat musiikin tulemisen osaksi yksilön elinympäristöä. Toisaalta taas juuri musiikin ja sitä kautta äänenlaadun tuottamisen konventiot muodostavat omalta osaltaan, hyvässä ja pahassa, sen äänenlaatu ympäristön, jota havainnoidaan, tarkastellaan ja vastaanotetaan. Esimerkiksi CD-tasoisien äänenlaadun tekniset ominaisuudet pystyvät epäilemättä tallentamaan ja toistamaan melko uskollisesti sen, mitä vaikkapa konserttisalissa tapahtuu, mutta toisaalta juuri omista ja äänentoistojärjestelmän asettamissa rajoissa, toistaiseksi ilman selvästi korkealaatuisempaa ja tallennus- sekä toistovasteeltaan rikkaampaa vertailukohdetta.

3.2 Kuulemistapojen ja kuulijoiden kirjo

Esiteltyäni keskeisimmät periaatteet kuuloaistin toiminnasta ja kuulemisprosessista, keskityn seuraavaksi tarkemmin erilaisiin tapoihin kuulla, kuunnella ja arvioida ääntä äänenlaadun ja sen havainnoimisen kontekstissa. Yksi merkittävimmistä musiikkia ja ääntä hyvin tarkasti havainnoivista ihmisryhmistä ovat musiikintuotannon parissa työskentelevät henkilöt. Siksi ei ole yllätys, että valtaosassa musiikkiteknologiaan, musiikin tuotantoon ja äänittämiseen keskittyvästä kirjallisuudesta nousee esiin kriittisen kuuntelemisen merkittävä rooli osana äänen kanssa työskentelyä. Tästä huolimatta on perusteetonta väittää, etteikö kuka tahansa voisi harjaantua ilman opastustakin hyväksi, tarkaksi ja kriittiseksi kuulijaksi, työskentelipä hän sitten musiikin parissa tai ei. Vastaavasti ei myöskään voida olettaa, että kaikki musiikintuotannon parissa työskentelevät henkilöt olisivat kuulemisominaisuuksiltaan automaattisesti erityisasemassa muihin verrattuna. Sen sijaan, voi hyvinkin olla, että moni äänittäjä tai tuottaja toimii enemmän tai vähemmän alitajuisesti omien subjektiivisten tuntemustensa kautta, mikä taas välittyy työstettävään musiikkiin parhaimmassa tapauksessa ehjänä, taiteellisenä ja mielenkiintoisena näkemyksenä. Mutta miksi, mitä ja miten kuunnellaan kriittisesti?

”Kuuntele! Avaa korvasi kuuntele tarkoin kaikkia äänen nyansseja. Kaikki on tärkeää.” on musiikkiteknologiaan keskittyneen kirjailijan Bobby Owsinkin (2006, 27)

yksinkertaistettu ohje äänen parissa työskentelijöille. Kuuntelemaan ja korvia käyttämään kehottaa myös kollegansa Joe Dochtermann (2010, 26): "[...] keskity ääneen, instrumentin sointiin ja vireeseen sekä tila-akustiikkaan". Äänen tallentamisen historiassa näin ei kuitenkaan aina ole ollut. Tekniset yksityiskohdat, kuten laitteiden ja signaaliketjun toimivuus vaikuttivat ensisijaisesti äänityksen laadun arviointiin äänentallennuksen alkuaikoina, ei niinkään ääni itsessään (Gottlieb 2007, 4). Teknologian asettamien rajoitusten, saati mahdollisuuksien vaikutusta äänityöskentelyyn ei voi vähätellä vielä nykyaikanakaan, mutta huomattavaa on, että ainakin musiikkiteknologia-alan kirjallisuus kärkipäässä pyrkii aktiivisesti korostamaan yksilön luottamussuhdetta omaan kuuloaistiinsa ja korviinsa. On vaikea sanoa milloin ja miten toimiva synteesi subjektiivisen kuulemisen ja teknologisen tietotaidon välillä muodostui äänityön perusedellytykseksi, mutta kärjistäen voitaneen arvioida, että esimerkiksi 1900-luvun puolivälin musiikillisella ja teknologisella kehityksellä sekä ylipäätään musiikin tekotapojen monimuotoistumisella on merkittävä vaikutuksensa asiaan.

Kriittisestä kuuntelemisesta ja kuulon harjaannuttamisesta kirjoittanut Jason Corey hahmottaa aluksi äänenväriin keskittyneen teknisen korvien treenaamisen tutkimuksen syntyneeksi 1980-luvun puolivälissä (Corey 2013, 2). Hän asettaa teoksessaan *Audio Production and Critical Listening: Technical Ear Training* kriittiselle kuuntelulle kolme päämäärää: ensiksi helpottaa isomorfisen [sic] kartoituksen syntymistä teknisten parametrien ja havainnoitavan äänenlaadun välille, jotta fyysisten määreiden (esim. hertsit ja desibelit) sekä niiden säätimien ja havainnoitavan äänen ominaisuuksien (esim. äänenväri ja -voimakkuus) välille saataisiin toiminnallinen korrelaatio; toiseksi kiinnittää huomiota äänen hienovaraisiin ominaisuuksiin ja attribuutteihin sekä kehittää kykyä huomata pikkuruisetkin muutokset äänenlaadussa tai signaalissa; kolmanneksi kasvattaa reaktioaikaa muodostuneen havainnon ja sen vaatiman toimenpiteen suorittamisen välillä. (Corey 2010, xii.)

Corey liittää korvien harjaannuttamisen ja kuuntelemaan oppimisen erityisesti herkkyyden kehittymisenä äänenväriissä tapahtuvien muutosten havaitsemiseen, josta taas on hyötyä muun muassa äänentallennuksessa, kaiutinkehityksessä, elektronisen

musiikin luomisessa ja audiosignaalien prosessoimisessa (Corey 2013, 2–5). Tarkoista korvista ja kyvystä luoda, kontrolloida ja manipuloida audiosignaaleja on epäilemättä hyötyä nykyaikaisessa äänityössä, mutta on syytä huomioida, että myös musiikkia ensisijaisesti vastaanottavalta laidalta löytyy kuulijoita, joiden aistit ovat tottuneet kriittiseen kuunteluun, ainakin väitteidensä mukaan.

Intohimoisten musiikin ystävien joukossa on ihmisryhmä, johon usein viitataan termillä audiofiili. Tämä, usein etuoikeuksista nauttiva ja hyvin koulutettu, miehistä koostuva ryhmä ei millään tapaa edusta koko musiikin kuluttajakuntaa, mutta aika-ajoin kärkevinkin argumentein audioteknologioiden tieteellisiä teorioita vastaan kamppaileva segmentti muodostaa mielenkiintoisen kategorian tieteellisen tutkimuksen kannalta, kuten audiofiilejä sosiologiselta kantilta tutkinut Marc Perlman (2004, 785–786) toteaa. Audiofiilien ajattelun kerrotaan pohjautuvan klassiseen pyrkimykseen siitä, että tallennetun äänen ja laitteiston millä sitä toistetaan täytyisi kyetä vastaamaan mahdollisimman uskollisesti alkuperäisen äänitystilanteen äänimaailmaa (Perlman 2004, 779). Ymmärrettävistä syistä tällaiseen tallennus- ja toistovasteeseen pyrkiminen vaatii huippuunsa vietyinä tuotanto- ja kuluttajaketjun molemmissa päissä varsin hintavia ratkaisuja, joten asetelma paikantuu melko vahvasti musiikintuotannon marginaaliin niin laitteisto- kuin äänitepuolellakin. Marginaalissa pysyttelevät myös audiofiilit.

Perlman esittelee dikotomiaa audiofiilien sekä tieteen ja teknologian luojien välillä seuraavalla tavalla: audiofiilit ”kultakorvineen” nauttivat etuoikeudestaan kokea musiikkia intiimin, ruumiillistuneen, henkilökohtaisen, periksiantamattoman ja karismaattisen äänen havaitsemisen ylemmyytensä kautta, kun taas tiedemiehet ja insinöörit ovat ”mittarinlukijoita” ja edustavat rationaalista, julkista ja persoonatonta, tieteen ja sosiaalisesti valitun asiantuntijuuden proseduuria (Perlman 2004, 792). Mielestäni samantyyppinen, joskin paljon pirstaloituneempi dikotomia määrittää äänenlaatueroista käytävää keskustelua tänäkin päivänä. Asetelman keskeisimpänä lähtökohtana on ainakin jossain määrin pyrkimys vastakkainasetteluun subjektiivisen mielipiteen tai -kuvan sekä tieteellisten mittausten ja tavalla tai toisella todennettujen tutkimustulosten välillä. Tilanne on nähtävissä yhtäältä mihinkään johtamattomana

mielipideasioista kiistelynä, mutta toisaalta myös useampaakin tieteen ja teknologian alaa elävöittävä ja motivoivana diskurssina, jonka syystä tai ansiosta äänenlaadun tuottamisen konventiot pysyvät jatkuvasti ainakin jonkinlaisessa liikkeessä.

Eräs osoitus tällaisesta liikkeestä paikantuu 1980-luvun alkuun, jolloin CD-levy julkaistiin. Kuten luvussa 2.2 kerroin, suhtautuminen CD-levyyn ja digitaaliseen äänentallennukseen ja -toistoon oli aluksi hieman ristiriitaista. Audiofiilien mielestä CD:t kuulostivat kauhealta (Downes 2010, 305). Negatiivinen reaktio vaikuttaa jälkikäteen pohdiskeltuna loogiselta; merkittävimmät CD-soittimien valmistajat (ja digitaalisen äänentallennuksen ja -toiston airuet) markkinoivat tuotteitaan huikentelevin kuvailuin, jotka liputtivat CD-teknologian ylivertaisuutta analogiseen teknologiaan verrattuna ja väittivät, että CD toistaa äänen juuri esittäjän haluamalla tavalla, ikuisesti täydellisesti (Downes 2010, 317). Audiofiilien muutaman vuosikymmenen työ äänen täydellisyyden tavoittelussa analogisen teknologian parissa tuli siis kertaheitolla kyseenalaistettua täysin uuden, vieraan ja monimutkaisen digitaalisuuden edessä.

Yksi keskeisimmistä ongelmista digitaalisuudessa oli tallennusmetodi, joka sieppaa 44,1 kilohertsin näytetaajuisen CD:n tapauksessa ääniallosta "vain" 44 100 näytettä sekunnissa jättäen lopun kuuloaistin täydennettäväksi, sekä säröytyessään muuttuu kohinaksi, toisin kuin analoginen, eri tavalla käyttäytyvä harmoninen säröytyminen (Rawson 2006, 210). Toinen, huomattavasti helpommin ratkaistavissa oleva ongelma löytyi CD-soittimien komponenttipuolelta. Kun digitaalisen äänenlaadun perusteet alkoivat saada audiofiileiltä jossain määrin myötämielisempää vastakaikua, kriittiset vaihtelut CD-soittimien suorituskyvyssä paikantuivat standardisoimattomiin osiin, joiden käyttö vaihteli valmistaja- ja mallikohtaisesti (Downes 2010, 322). 1980-luvun jälkipuoliskolle tultaessa laitevalmistajien ja audiofiilien välit lähentyivät siinä määrin, että vaativimpiakin kuluttajia varten alkoi löytyä ratkaisuja, jotka lunastivat CD-formaatille luvattun potentiaalin (Downes 2010, 325).

E erityisen mielenkiintoisen asetelmasta tekee se, ettei todellisia audiofiilejä paljon puhuttuine kultakorvineen ja kykyineen kuulla hienovaraisimpiakin vaihteluita äänenlaadussa testattu tieteellisesti. Kuten audiofiiliyhteisöä sosiaaliselta kantilta

tarkastelevat tutkimukset (esimerkiksi Downes 2010; Perlman 2004; Rawson 2006) osoittavat, hajanaisen, mutta ajattelutavoiltaan yhtenäisen yhteisön koheesio on ollut varsin vahva, ja luottamus tieteellistä mittausta kohtaan melko vähäinen. Audiofiilit ovat mielestäni keskeisimpiä esimerkkejä sellaisista yksilöistä tai ryhmistä, jotka tuovat mielenkiintoista näkökulmaa subjektiivisten äänenlaatuerojen olemassaoloon ja tutkimukseen. He esiintyvät ja osin heitä myös pidetään äänenlaadun ja -toiston asiantuntijoina, mutta tietyin varauksin. Osin pelosta oman maailmankuvan järkkymistä kohtaan, osin oletettavasta mielenkiinnottomuudesta todelliset audiofiilit pysyvät omissa kuunteluhuoneissaan testaamassa laitteistojaan, jotka pyrkivät täydellisyyteen sitä todennäköisesti ikinä saavuttamatta – sekä siksi, että täydellisyys käsitteenä kätkee sisäänsä omat määritelmälliset hankaluutensa että myös nykyisen äänilevyteollisuuden kompastuskivistä, joista kerron hieman lisää luvussa 5.

Millaisia yksilöitä kuuntelukokeiden koehenkilöt sitten ovat? Tämä riippuu paljolti kuuntelukokeen järjestäjän tavoitteista ja vallitsevista olosuhteista. Yksi asia on kuitenkin vakio: koehenkilö on toiminnaltaan koejärjestelyiden (sisältäen esimerkiksi koeasetelman ja -menetelmän, tilat, laitteiston) hankalimmin arvioitavissa oleva elementti, sillä jokainen toimii inhimillisesti ja subjektiivisesti, omien ominaisuuksiensa ja mieltymyksiensä varassa. Koehenkilöiden määrittämistä varten on olemassa tiettyjä standardeja, joista useimmin käytetty on International Organization for Standardizationin ISO-8586, jonka tuorein päivitys on vuodelta 2012 (ISO 2012). Kyseinen standardi on hieman yllättäen kehitetty ravintoteollisuuden käyttöön, mutta sitä suositellaan käytettäväksi myös audiotutkimuksessa.

Standardi määrittelee koehenkilöt seitsemään eri luokkaan kokemuksen ja osaamisen perusteella lähtien ensimmäiseltä assessor-tasolta, johon voi kuulua ylimalkaisesti kuka tahansa, ja etenee seitsemännen tason specialized expert assessor -luokkaan, jonka edustajalta vaaditaan erityisasiantuntijan kykyjä sekä arvioida että ennustaa tuotteen tai prosessin raaka-aineita ja yksityiskohtia vaikutuksineen ja variaatioineen (Bech & Zacharov 2006, 110). Äänenlaadun arviointiin keskittyvän ITU-R BS.1116-2 -suosituksen mukaan asiantuntijoiden käyttö hienovaraisten erojen arvioinnissa on tärkeää, sillä kyseisten testien tulokset eivät ole yleistettävissä suurelle yleisölle (ITU

2014, 5). Sikäli kun järjestettävän kokeen luonne sallii, määritellyistä asiantuntijoista on hyötyä myös esimerkiksi terminologian ja erityisempien menettelyjen nopeammassa hahmottamisessa. Jos taas halutaan mitata tavanomaista äänenlaatua yleisillä menetelmillä ja yleistettäväksi tarkoitettuja tuloksia tavoitellen vähemmän kokeneet koehenkilöt sopivat paremmin. (Bech & Zacharov 2006, 112.) Vastuu koehenkilöiden valinnasta on luonnollisesti kokeen järjestäjällä, minkä vuoksi erilaisten suositusten ja standardien noudattaminen on suotavaa esimerkiksi koetulosten vääristymisen ennaltaehkäisemiseksi. On myös esitetty, että asiantuntijoista koostuva koehenkilöpaneeli säästää sekä aikaa että rahaa (Schinkel-Bielefeld, Lotze & Nagel 2013, 2).

Miten eritasoiset koehenkilöt yleensä sitten suoriutuvat kuuntelukokeissa? Esimerkiksi Nadja Schinkel-Biefeld kollegoineen (2013) esittävät äänenpakkausmenetelmien arviointiin keskittyneessä tutkimuksessaan, että löydetyt eroavaisuudet kokeneiden ja kokemattomien koehenkilöiden tuloksissa johtuvat arviointiasteikon käytöstä, eikä tuloksia siitä syystä voi verrata toisiinsa luotettavasti. Lisäksi heidän mukaansa koejärjestäjät saavat luotettavampia tuloksia luottamalla pienempään, asiantuntijoista koostuvaan ryhmään, sillä kokeneet koehenkilöt heidän tutkimuksessaan käyttivät enemmän koeasetelman mahdollistamia tapoja vertailla ääninäytteitä toisiinsa. (Schinkel-Biefeld & al 2013, 8.) Sean Olive (2003) taas osoitti varsin laajamittaisella, 268 eritasoisesta koehenkilöstä koostuvalla, kaiuttimien äänenlaatua tarkastelleella tutkimuksellaan, että kokeneiden koehenkilöiden arviot kaiutinpreferensseistä olivat yleisesti samoja kuin nimellisesti kokemattomien koehenkilöiden arviot. Kuitenkin myös hänen löydöksiinsä liittyi havainto siitä, että kokeneet koehenkilöt käyttivät arviointiasteikkoa eri tavalla; he antoivat pääsääntöisesti matalampia arvosanoja, joten heitä on ilmeisesti hankalampi tyydyttää. (Olive 2003, 821.)

Toistaiseksi siis ei ole kiistatonta näyttöä siitä, että kokeneiksi ja harjaantuneiksi määritellyt koehenkilöt suoriutuisivat merkittävästi paremmin äänenlaadun arviointiin liittyvistä tehtävistä verrattuna kokemattomiin verrokkeihinsa. Kokeneiden koehenkilöiden käytöstä on kuitenkin hyötyä koejärjestelyihin liittyvissä seikoissa, mikä riittää jo perusteeksi ylläpitää jonkinlaista osaamisasteikkoa kokeisiin kutsuttavien

arvioijien välillä. Sen sijaan tulosten yhdensuuntaisuus osoittaa mielestäni sen, että keskittyneellä kuulijalla voi olla hänen taustastaan riippumatta kyky havainnoida ja arvioida vaihteluita äänenlaadussa. Siinä mielessä hyvä ja korkeatasoinen äänenlaatu on jotain, mistä kaikkien segmenttien kuluttajat voivat hyötyä ja nauttia, vaikkakin kriittistä kuuntelua ja arviointia vaativat kuuntelukoeolosuhteet eivät ole millään tapaa yleistettävissä lähellekään jonkinlaista normatiivista tallennetun musiikin kuuntelutilannetta.

4 ÄÄNENLAATUEROJEN TUTKIMUS

Äänenlaatuun keskittyvän tutkimuksen tarve on mahdollista perustella nykyaikana usean näkökulman kautta. Koska prosessoidun äänen käyttö on lisääntynyt musiikin lisäksi muun muassa telekommunikaatiossa, multimediaympäristöissä ja erilaisissa kuulon apuvälineissä, tarve äänenlaadun kehittämiseksi ja sen mittaamiselle on kasvanut samaa tahtia, subjektiivisen kuuntelukokeen pysytellessä yhäti yleisimpänä mahdollisena tapana testata merkittävimpiä ratkaisuja (Harlander, Huber & Ewert 2014, 324). Tarkastelen tässä luvussa äänenlaatuerojen mittaustekniikoita tutkimuksellisista näkökulmista; miten koeasetelmat rakentuvat, millaisin perustein koemateriaali valitaan ja millaisia tuloksia erilaiset mittausmenetelmät tuottavat.

Lähtökohdaksi otettakoon äänenlaadun tutkimuksesta kirjoittaneiden Søren Bechin ja Nick Zacharovin hahmotelma prosessin mittasuhteista: havaitun äänenlaadun objektiivinen määrittäminen on kokonaisuus, joka sisältää monien tieteenalojen periaatteita äänen tallentamisesta ja tuottamisesta sähköoppiin, signaalinkäsittelyyn, akustiikkaan, elektroakustiikkaan, kokeelliseen psykologiaan ja tilastotieteeseen. Mikäli tutkimusta tehdään ilman edellä mainittujen alojen asiantuntemusta, voivat väärät johtopäätökset johtaa huonoihin kompromisseihin ja heikkoihin tuloksiin sekä tuoda keskusteluun tieteellisen valon sijasta pimeyttä. (Bech & Zacharov 2006, xii.)

Kuten tulen muutaman tapausesimerkin kautta osoittamaan, monet suurella tarkkuudella ja hyvin perustein laaditut tutkimuksetkaan eivät ole täysin kyenneet valamaan kaikkia periaatteita yhtenäiseksi konsensukseksi. Sen sijaan erityisesti alan harrastajien ja asiantuntijoiden parissa käytävä keskustelu äänenlaatueroista jatkuu ilman osapuolten välistä sopimusta kaikista yksityiskohdista. Tämä lienee ainakin osin osoitus Bechin ja Zacharovin mainitsemasta pimeydestä, sillä erityisesti toistetun äänenlaadun tutkimus ääniteollisesta näkökulmasta on vielä suhteellisen tuore ilmiö, joskin akateemisesta näkökulmasta aihetta on ehditty tutkia pitempään (Bech & Zacharov 2006, xi).

Ensimmäinen pohdittava kysymys äänenlaatuerojen tutkimukselle on tapauskohtainen tutkimustarpeen puntarointi. Millä tavalla testaus eroaa jo tehdyistä testeistä, millaisia tuloksia testauksella halutaan tuottaa, tutkia tai jalostaa, millaisia johtopäätöksiä testauksella on mahdollista tuottaa, miten se asemoituu tutkimuskentän sisälle, ja niin edelleen. Esimerkiksi olemassa olevat ja varsin käyttökelpoisiksi havaitut ITU-R ja ITU-T -standardit toimivat hyvinä suuntaviittoina tutkimuksen tekijöille, mutta vaikka kyseiset standardit ovatkin konsensuksessa valittuja ja määriteltyjä, eivät ne asianmukaisesti noudatettuinakaan takaa kaikissa tapauksissa mittausten aukottomuutta tai yksittäisten tutkimusten onnistumista. Standardit myös päivittyvät säännöllisin väliajoin vastaamaan oman aikansa tarpeita, joten niihin tulisi mielestäni suhtautua hyväksi havaittuna ohjenuorina, ei ehdottomina käskyinä.

4.1 Koeolosuhteiden vaikutuksista

Ensimmäinen lähtökohta äänenlaadun mittaamiselle on sopivien olosuhteiden määrittäminen. Varsin kattavasti audiojärjestelmien erilaisia mittaustapoja tarkasteleva Bob Metzlerin *Audio Measurement Handbook* sijoittaa äänenlaadun tutkimusolosuhteet pääsääntöisesti kolmeen eri paikkaan; tutkimus- ja kehityslaboratorioihin, tuotteiden laadunvarmistusvaiheeseen tuotantopaikoissa sekä huoltamoiden ja korjaamopajojen testaustiloihin (Metzler 2005, 81). Keskityn tässä pelkästään ensin mainittuihin laboratorio-olosuhteisiin, jotka voidaan karkeasti mieltää milloin miksikin, jollain tavalla määritellyiksi, testatuiksi ja mahdollisimman vähän häiriöitä kokeen suorittamiseen aiheuttaviksi tiloiksi. Periaatteessa mikä tahansa erityisesti kokeen suorittamista varten valmisteltu rauhallinen tila täyttää määritelmän, mutta tilan ominaisuudet voivat vaikuttaa ratkaisevastikin kokeen tuloksiin. Huomattavaa on myös, että äänentoiston luonne asettaa omat vaatimuksensa tutkimustilan suhteen. Ymmärrettävistä syistä esimerkiksi korvakuulokkeiden avulla toteutettava koe vaatii tilalta huomattavasti vähemmän, kuin vaikkapa monimutkaisemman kaiutinjärjestelmän vaativa monikanavaisen äänenlaadun tutkimus.

Erilaisiin tiloihin liittyvien yksityiskohtien standardoimiseen (ks. esimerkiksi Bech & Zacharov 2006, 228–248) liittyy pyrkimys vakioida kuunteluolosuhteet sellaisiksi, että

ne olisivat keskenään vertailukelpoisia. Tämä on ymmärrettävää, sillä tilojen väliset vaihtelut voivat äärimmäisimmillään vaikuttaa tuloksiin esimerkiksi tuuletusjärjestelmän taustahurinan aiheuttamien peittoilmiöiden vuoksi, puhumattakaan vaikkapa tilan ympäristöstä kantautuvien äänien vaikutuksesta tai yleisestä viihtyvyydestä (Bech & Zacharov 2006, 228–229). Sopivimmat tilat standardien ohjeistamia yksityiskohtia korkeammalla tasolla ovat akustisesti suunniteltuja. Akustinen suunnittelu tähtää tilassa tapahtuvan ääniaaltojen liikkeen ympärillä muodostuvien häiriöiden minimointiin tai joidenkin tiettyjen äänen yksityiskohtien ja ominaisuuksien läsnäolon vahvistamiseen (LaBelle 2010, 165).

Tapoja ja mahdollisuuksia joilla ääniä, tässä tapauksessa esimerkiksi koemateriaalina toimivia ääninäytteitä, erityisessä tilassa kuunnellaan, voidaan luonnollisesti tutkia akustisena prosessina tai aistihavaintojen muodostumisena, mutta kuten Barry Blesser ja Linda-Ruth Salter (2006, 11) esittävät, äänellisen tilan (*aural space*) fenomenologia on vielä tuntemattomampaa aluetta. Koeasetelmissä käytettävät tilat voivat tätä ajattelua noudatellen vaikuttaa yleisellä, mutta melko epämääräisellä tavalla siihen, miten koehenkilöt suhtautuvat koeasetelmaan ja kuuntelutilanteeseen. Äärimmilleen vietynä voitaisiin jopa väittää, ettei äänentoistollisesti steriileissä ympäristöissä saatuja koetuloksia voi suoraan edes yleistää kattamaan kuulijoiden ja kuunteluolosuhteiden kirjoa. Tekniseltä kannalta aukottominkin koejärjestelmä järjestelyineen voi äänellisen arkkitehtuurinsa tai kulttuurillisen kontekstinsa vuoksi herättää koehenkilöissä levottomuutta tai tyyneyttä, sosiaalisuutta tai sulkeutuneisuutta, turhautumista, pelkoa, kyllästymistä, esteettisiä nautintoja ja niin edelleen (Blesser & Salter 2006, 11).

Käytännöllisemmällä ja tutkitulla tasolla aihetta voi mielestäni tarkastella kuuntelutilojen ominaisuuksien liittyvien seikkojen valossa. Tuoreet tutkimustulokset äänityöntekijöiden adaptoitumiskyvystä työskentelyyn tiloissa, joissa on runsaasti sivusuuntaisia heijasteita (King, Leonard & Sikora 2012) sekä siitä, millaiset seikat tilan soinnissa vaikuttavat eri ammattilaisten preferensseihin (Tervo, Laukkanen, Pätynen & Lokki 2014) osoittavat, että tila ominaisuuksineen vaikuttaa keskeisesti siihen, miten äänityön ammattilaiset kokevat erilaiset kuunteluolosuhteet. Richard King tutkimusryhmineen havaitsivat, että sivusuuntaisten heijasteiden runsaus korreloi

koehenkilöiden normaalin suoriutumiskyvyn ja -ajan alentumisen kanssa tavanomaisen työtehtävän suorittamisessa (King & al. 2012, 997). Mielestäni tämä osoittaa sen, miten tilan sointi voi vaikuttaa koeasetelman yleiseen toimivuuteen koemateriaalin toistuvuutta muuttavalla tavalla. Vastaavasti Sakari Tervon ja tutkimusryhmänsä tutkimuksessa ilmentyy edellisessä luvussani hahmottelema dilemma täydellisen akustisen ympäristön luomisesta; haastattelujen ja kuuntelukokeen perusteella äänityön ammattilaisten keskuudesta löytyy eriäviä preferenssejä soivan tilan mieltymysten suhteen: Siinä missä miksaajat viihtyvät akustisesti kuiva- ja kirkassointisissa tiloissa, masteroijat taas suosivat kaikuisempia ja vähemmän kirkassointisia tiloja (Tervo & al. 2014, 300). Kuunteluolosuhteiden vaikutukset eivät millään tapaa estä onnistuneiden tutkimustulosten aikaansaamista, mutta laajempi tutkimus aiheesta voisi tuoda tarvittavaa näkökulmaa siihen, millaisia kumuloituvia vaikutuksia akustisten tilojen ominaisuuksilla on kokonaisasetelmaan, sekä erityisesti kaiuttimien ja penkin selkänojan välissä olevaan koehenkilöön.

Tilan määrittämisen jälkeen seuraava askel on kokeessa käytettävän laitteiston määrittäminen ja siihen kohdistuvat toimenpiteet. Keskityn tässä laitteistoon koemateriaalia ensisijaisesti välittävänä ja toistavana kokonaisuutena, en niinkään kokeen laadullisen arvioinnin erityisenä kohteena. Erilaisten äänentoistolaitteiden laadun mittaaminen kuuntelukokeiden avulla on toki yleistä – kuten erilaisten hifi- ja tekniikkajulkaisujen palstoilta on luettavissa – mutta usein tavalla tai toisella vaikeammin määriteltävää ja yleensäkin sidonnaista kaupallisesti motivoituneisiin lähtökohtiin, joihin en tässä yhteydessä paneudu syvemmin. Sen sijaan erittelen mittauksissa yleisesti käytettävien äänentoistolaitteistoketjujen yleispiirteitä tuodakseni esiin niiden aikaansaamia vaikutuksia äänenlaadun tutkimuksen tuloksiin.

Bechin ja Zacharovin (2006, 105) mukaan lukuisia äänentoistoketjun osasia voidaan käsitellä mittausten itsenäisinä muuttujina. Tämä on loogista, sillä esimerkiksi korkeilla näytetaajuuksilla operoitaessa perinteinen äänentoistoketju komponentteineen ei kaikissa tapauksissa pysty rajoituksistaan johtuen toistamaan korkeataajuisia sisältöjä. Palaan kuitenkin tämän aiheen problematiikkaan ja sen taustatekijöihin tarkemmin vasta seuraavassa luvussa. Semminkin kun äänentoistoketju kykenee kuitenkin

toistamaan teoriassa kaiken kokeessa tarvittavan materiaalin, voi esimerkiksi pelkkä kaiuttimien asettelu vaikuttaa tuloksiin, kuten Sean Olive, Peter Schuck, Sharon Sally ja Marc Bonneville (1994) havaitsivat. Heidän toteuttamassaan kaiutinvertailuissa kaiuttimien asemointi kuuntelutilaan muodostui merkitsevämmäksi tekijäksi kuin itse kaiuttimien toiston subjektiivisesti havaitut eroavaisuudet (Olive & al. 1994, 651). Tämä osoittaa mielestäni sen, miten teoriassa täysin sopivankin äänentoistojärjestelmän yksi tekijä voi pelkän sijoittelunsa perusteella vaikuttaa itse äänen arviointiin. Väärin asennetut ja suunnatut kaiuttimet voivat vaikuttaa tilassa muodostuviin heijastuksiin ja jälkikaikuun, tuoda vääristymiä stereokuvaan sekä ylipäättään hämmentää äänen spektristä, tilallista ja ajallista kokemista. Ja vaikka kaiuttimet olisivatkin suunnattu oikein, voi koehenkilönkin paikka kuuntelutilassa olla väärä. Yksinkertaisimmissa kuuntelukokeissa tällä ei tietenkään ole kriittisiä merkityksiä, mutta sikäli kun tavoitteena on saada tuloksia todella hienovaraisista äänenlaatueroista, olosuhteiden ja äänentoistoketjun huomioiminen muodostuu äärimmäisen tärkeäksi osa-alueeksi koejärjestelyiden kokonaisuudessa.

Vincent Koehl ja Mathieu Paquier (2013, 1448) tiivistävät pähkinänkuoreen sekä akateemisessa että teollisessa tutkimuksessa esiintyvät ongelmat. Heidän mukaansa äänenlaatu on paradoksaalisesti usein hankalimmin tutkittava osa-alue ääntä toistavien laitteiden kohdalla, sillä sen havainnointiin vaikuttavat monet tekijät jotka liittyvät muun muassa ärsykkeisiin ja ympäristöön. Vain näiden tekijöiden voimakkaalla kontrolloimisella voidaan saavuttaa luotettavia ja toistettavissa olevia tuloksia. Lisäksi he esittävät, että koeolosuhteet eriävät liian usein siitä ympäristöstä mihin laitteisto alun alkaen on tarkoitettu, mikä taas osaltaan voi johtaa tulosten vääristymiseen. (Koehl & Paquier 2013, 1448.)

4.2 Testauksen sisäiset järjestelmät

Kuten osoitettua, äänenlaatuerojen tutkimuksen ulkoiset puitteet sisältävät runsain määrin yksityiskohtia, joiden vaikutukset saattavat vaikuttaa tuloksiin negatiivisella tavalla. Täysin samaa ei kuitenkaan voi sanoa koejärjestelmien teoreettisista ja sisäisistä rakenteista, vaikka aukotonta järjestelmää ei olekaan vielä kehitetty. Sisäisellä

rakenteella tarkoitan tässä yhteydessä koejärjestelyjen teoreettisia, fyysisten olosuhteiden ja laitteiden valintojen taustalla vaikuttavia lähtökohtia. Jotain sellaista, minkä avulla koemateriaalin luonne, keskinäisjärjestys ja tarkempi tutkimussisältö määritellään ennen se toistamista koehenkilölle. Koska tälläkin kentällä erilaisia standardeja ja toteutustapoja riittää, keskityn vain keskeisimpiin periaatteisiin ja niiden lähtökohtiin.

Yleisellä tasolla tuloksia subjektiivisen äänenlaadun arviointiin keskittyneistä tutkimuksista saadaan kahteen pääkategoriaan sopivien metodien kautta. Ensimmäinen näistä metodeista keskittyy suhteellisiin arvioihin, joissa verrataan käsittelemätöntä ja alkuperäistä referenssisignaalia käsiteltyyn ja usein huonompilaatuiseen testisignaaliin. Vastaavasti toinen, absoluuttisten arvojen metodi perustuu signaalin äänenlaadun arvioimiseen ilman verrokkisignaalia. Arviot annetaan tyypillisesti kategorista ja/tai numeerista arviointiasteikkoa käyttäen. (Harlander & al. 2014, 324.) Tarkemmin suositelluista tutkimusmenetelmistä kertovat esimerkiksi Slawek Zielński, Francis Rumsey & Søren Bech (2008, 427). He esittävät, että vaikka viimeisen kahden vuosikymmenen aikana on kehitetty useita äänenlaadun arviointiin sopivia menetelmiä (joista kattavan listauksen antavat esimerkiksi Bech & Zacharov 2006, 342–358), kolme tiettyä käytetään useimmin. Nämä ovat (1) pienten äänenlaadullisten heikkenemien arviointiin keskittyvä ITU-R BS.1116, (2) yleisesti MUSHRA-nimellä kulkeva ITU-R BS.1534-1, jonka avulla tutkitaan audiolaitteiden välistä äänenlaatua, sekä (3) puheäänienlaadun tutkimukseen kehitetty ITU-T P.800. (Zielński & al. 2008, 427.)

Näistä ensimmäinen, ITU R BS.1116 pohjautuu asetelmaan, jossa koehenkilölle esitetään kerrallaan kolme erilaista ääninäytettä (A, B ja C), joista ensimmäinen (A) on merkitty referenssisignaali, ja toinen ja kolmas (B ja C) referenssisignaalin merkitsemätön ja yhdenmukainen vastine sekä merkitsemätön ja prosessoitu vastine. B ja C vaihtavat sattumanvaraisesti paikkaansa jokaisella koekierroksella. Koehenkilöiden tehtävänä tässä asetelmassa on arvioida näytteiden B ja C yleistä, tarkemmin määrittelemätöntä äänenlaatua referenssiin A verrattuna ja antaa vastauksensa graafisella asteikolla. (Zielński & al. 2008, 428.)

Vastaavasti toinen, edellä mainitun pohjalta tehokkaammaksi kehitetty ITU-R BS.1534-1, myös MUSHRA-nimellä (*multistimulus test with hidden reference and anchor*) tunnettu asetelma eroaa edeltäjästään keskeisimmin sen suhteen, että se tarjoaa koehenkilölle useampia, merkitsemättömiä näytteitä verrattavaksi referenssinäytteeseen. Samankaltaisuutena tosin on äänenlaadun yleisluontoinen määritelmä ja minkä tahansa siihen liittyvän vaihtelun arvioiminen asteikolla, joka käsittää ääripäät huonosta erinomaiseen. Tarkoituksena on aikaansaada tilanne, missä koehenkilö arvioi näytteiden joukkoon piilotetun, referenssiä vastaavan näytteen korkeimmaksi. Kolmas metodi, ITU-T P.800 taas keskittyy puheen äänenlaadun arviointiin, jossa koehenkilölle esitetään erilaisia foneettisesti balansoituja puheäänitteitä, joita he yksitellen arvioivat viiden diskreetin kategorian kautta (Zielínski & al. 2008, 428–430).

Edellä mainitut koejärjestelyt ovat lähes poikkeuksetta tietokoneavusteisia; koetta varten valittu tai kehitetty käyttöliittymä ja vastauskaavake ovat molemmat usein tavalla tai toisella projisoituna koehenkilön läheisyyteen. Koehenkilöllä on myös usein mahdollisuus operoida käyttöliittymää vapaasti; hän voi valita missä järjestyksessä tai miten usein hän näytteitä kuuntelee, sikäli kun koeasetelmaan sisältyy valinnanvapautta. Tavoitteeksi asetetaan usein hyvien ja totuudenmukaisten tulosten saaminen, minkä vuoksi koehenkilölle annetaan rauha keskittyä kokeen suorittamiseen ja vapaus tarkastella koemateriaalia haluamallaan tavalla.

Varsinainen koemateriaali määräytyy tutkimuskohtaisesti, ja ottaen huomioon äänenlaatuerojen tutkimuskentän laajuuden, myös kuviteltavissa olevan materiaalin laajuus on melkoinen. Luonnollisesti äänimateriaali määrittelee osin siitä tutkimuskäytössä saatavia tuloksia; jos ääninäytteet ei eivät sisällä esimerkiksi korkeatai matalataajuisia komponentteja, on niiden tutkiminen sellaisella äänimateriaalilla käytännössä mahdotonta. Vastaavasti taas, mikäli tutkimuksessa halutaan painottua johonkin erityiseen äänen ominaisuuteen, joidenkin sisältöjen suodattamisella voi olla materiaalia selkeyttävä vaikutus.

Näytteiden keskinäinen vertailu on keskeisessä roolissa tulosten muodostamisessa. Klassisin esimerkki yksinkertaisimmasta mahdollisesta vertailusta on niin sanottu AB-testi, joka käytännössä tarkoittaa kahden eri audiolaitteen (tai -näytteen), A ja B, keskinäistä vertailua (White & Louie 2005, 5). Vaikka tämän tyyppinen vertailu onkin laajalti käytetty ja ajatukseltaan varsin toimiva, siihen liittyy myös kaksi perustavanlaatuaista ongelmaa. Ensinnäkään sen avulla ei varsinaisesti saada näyttöä siitä, kumpi testattavista laitteista tai näytteistä on oikeasti uskollisempi alkuperäiselle signaalille, toisekseen sikäli kun testattavien kohteiden välillä on hienosiakin äänenvoimakkuuseroja, niistä koväänisempi arvioidaan yleensä paremmaksi (White & Louie 2005, 5). Toinen esimerkki, ABX-testi on edellä mainitun aavistuksen kehittyneempi versio samaan käyttötarkoitukseen. Siinä vertailu tapahtuu 1977 kehitetyn, niin kutsutun ABX-boksin avulla siten, että koehenkilö kuuntelee kahta laitetta tai näytettä, A ja B, ja yrittää selvittää kumpi niistä on X. Myös tämän metodin käytössä on ongelma. Kun valittavia vaihtoehtoja on usein vain kaksi, koehenkilö voi periaatteessa pelkästään arvaamalla saada noin puolet vastauksistaan oikein, jolloin epäselväksi jää onko vastauksen taustalla todellinen havaittu äänenlaatuero, vai pelkästään oikea arvaus. (White & Louie 2005, 6.)

Kärjistäen voisi siis ajatella, että kaikki vertailuun perustuvat tutkimusmenetelmät sisältävät kaksi perustavanlaatuaista ongelmaa: (1) niiden avulla voidaan parhaimmillaankin saada näyttöä pelkästään näytteiden keskinäisistä eroista, mikä taas ei kerro mitään tekijöistä näytteiden laadullisten eroavaisuuksien taustalla, ja (2) kaikissa kaksinapaisiin arviointeihin perustuvissa vertailuissa on mahdollisuus saada pelkästään arvaamalla merkitseviä tuloksia. Lisäksi esimerkiksi Abderrahmane Smimite, Azeddine Beghdadi ja Ken Chen (2013) ovat tuoreessa tutkimuksessaan esittäneet, että kuuntelukokeiden vertailuissa esiintyvät heikkolaatuisemmat ääninäytteet vaikuttavat merkittävästi ja negatiivisesti seuraavien vaiheiden näytteiden arviointiin, vaikka kyseessä olisi parempilaatuinen ääninäyte (Smimite & al. 2013, 769). Nämä ongelmat tiedostaen koeasetelmia ja mittaustapoja voi ohjata sellaisiin suuntiin, missä edellä mainittujen käyttökelpoisuus ja helppous säilyy, mutta tuloksia saadaan myös muilla samanaikaisilla mittaustavoilla.

Yksi tunnetuimmista ja valtavasti keskustelua aiheuttaneista äänenlaatuerojen arviointiin liittyvistä mittauksista on Tsutomu Oohashin, Emi Nishinan, Manabu Hondan, Yoshiharu Yonekuran, Yoshitaka Fuwamoton, Norie Kawain, Tadao Maekawan, Satoshi Nakamuran, Hidenao Fukuyaman ja Hiroshi Shibasakin (2000) toteuttama varsin monipuolinen tutkimus, *Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect*, jossa he lähestyivät aihetta muutaman erilaisen menetelmän avulla. Heidän tutkimuksessaan kuuntelukokeen lisäksi koehenkilöiden havainnointia ja aivotoimintaa tarkasteltiin myös huomaamattomilla fysiologisilla mittausmenetelmillä (*noninvasive physiological measurements*). Toistaessaan koehenkilöille korkeataajuisia komponentteja (yli 22 kilohertsiä) sisältävää gamelan-musiikkia Oohashin johtama tutkimusryhmä havaitsi, että koehenkilöiden aivojen aktiivisuus sekä alueellinen verenkierto reagoivat merkitsevästi eri tavalla, kuin toistettaessa pelkkiä korkeataajuisia komponentteja tai näytteitä, joissa ei ollut näitä taajuussisältöjä. Kaiken lisäksi tutkimuksen ohessa toteutetut psykologiset arvioinnit osoittivat, että korkeataajuisia komponentteja sisältäneet näytteet koettiin kaikista miellyttävimmiksi. (Oohashi & al. 2000, 3548.)

Mielestäni Oohashi kollegoineen onnistui tällä tutkimusasetelmalla ja sen toteutuksella haastamaan lukuisia äänenlaatuun liittyviä konventioita ja paradigmoja. Kuten he raportissaan esittävät, äänen korkeataajuisien sisältöjen tutkimus ei ole vielä kyennyt uskottavasti selittämään niiden kokemisen ja havaitsemisen biologista mekanismia, johtuen osin taustalla olevien konventioiden luottamuksesta pelkästään subjektiivisiin kyselyihin tulosten taustalla (Oohashi & al. 2000, 3548–3549).

Mielenkiintoinen yksityiskohta koejärjestelyissä on myös ääninäytteiden kestossa. Tutkimusryhmä haastoi muun muassa yleisesti noudatetun ITU-R BS.1116 -standardin suosituksen, minkä mukaan ääninäytteiden sopiva kesto äänenlaadun arvioimista varten tulisi pitää noin 15–20 sekunnissa 0,5–1 sekunnin tauoilla (tai 10–25 sekunnin mittaisena standardin 2014 päivitettyssä versiossa [ks. esim. ITU 2014, 9]) johtuen ihmisen lähimuistista ja sen rajoituksista. Oohashin ja tutkimusryhmänsä mukaan havaittavat muutokset aivojen EEG- ja PET-mittauksissa ilmentyivät kuitenkin useita kymmeniä sekunteja korkeataajuisille ääninäytteille altistumisen jälkeen, ja ne myös

säilyivät havaittavissa kymmeniä sekunteja altistuksen päätyttyä. Tämän vuoksi tutkimuksessa käytettiin pitempikestoisia, 200 sekunnin mittaisia ääninäytteitä. (Oohashi & al. 2000, 3552–3556.)

Lyhyempien ääninäytteiden puolesta on esitetty, että pidemmät, esimerkiksi yli puoliminuuttiset näytteet varioituvat kestopensa aikana muun muassa äänenvärillisten ja tilallisten ominaisuuksiensa puolesta, jolloin koehenkilön voi olla hankalaa antaa ”keskiarvo” havaitsemastaan laadusta (Zielinski & al. 2008, 431). Tähän on tosin suhtauduttava varauksella, sillä sikäli kun koemateriaalina on vaikkapa musiikillisia ääninäytteitä, niiden äänenvärilliset ja tilalliset ominaisuudet elävät joka tapauksessa. Joten, jollei tarkoituksena ole tutkia mainituilta elementeiltään staattisia näytteitä, on variaatio joka tapauksessa väistämätöntä ja ”keskiarvon” muodostaminen tavalla tai toisella välttämätöntä. Toinen argumentti lyhyempien ääninäytteiden puolesta sen sijaan on varteenotettavampi. Pitkät ääninäytteet voivat aiheuttaa koehenkilöissä stressiä tai uupumusta, jotka taas osaltaan voivat vääristää tuloksia (Smimite & al. 2013, 770). Toisaalta, Raimund Schatz, Sebastian Egger ja Kathrin Masuch (2012) ovat osoittaneet kokeen mittaa, kuunteluväsymystä ja arviointikäyttäytymistä tarkastelevassa tutkimuksessaan, että koehenkilöiden vastaukset olivat luotettavia jopa 90 minuutin yhtäjaksoisen laadunarvioinnin jälkeen (Schatz & al. 2012, 63). Oohashin ja kollegojensa tutkimuksen kesto oli noin 60 minuuttia (Oohashi & al. 2000, 3552), joten voidaan katsoa, että se jäi reippaasti luotettavuusrajana pidetyn 90 minuutin paremmalle puolelle.

Huolimatta Oohashin tutkimusryhmän perin mielenkiintoisista tuloksista, jatkotutkimus aiheen parissa on vielä toistaiseksi jokseenkin vähäistä. Oohashi, Kawai, Nishina, Honda, Yagi, Nakamura, Morimoto, Maekawa, Yonekura ja Shibasaki (2006) palasivat kuitenkin aiheen pariin esittäen, että korkeataajuisten sisältöjen havaitseminen ja kokeminen liittyykin mahdollisesti jonkinlaiseen biologiseen systeemiin, joka on irrallinen perinteisen ilmapälitteisen kuulotelimistön toiminnasta (Oohashi & al. 2006, 340). Muista tutkimuksista maininnan ansaitsevat esimerkiksi Toshiyuki Nishiguchin, Kimio Hamasakin, Kazuha Onon, Masakazu Iwakin ja Akio Andon (2009) tutkimus, jossa todettiin, että osa koehenkilöistä pystyi erottamaan yli 20 kilohertsin taajuussisältöjä

musiikillisista ääninäytteistä (Nishiguchi & al. 2009, 921), sekä korkeiden taajuuksien havaitsemismahdollisuuksia tutkineet Masakazu Higuchi, Mitsuteru Nakamura, Yasuhiro Toraichi, Kazuo Toraichi, Yasuo Morooka, Kazuki Katagishi, Nobuyuki Otsu ja Hitomi Murakami (2009) jotka tuloksissaan esittävät, että korkeataajuiset sisällöt musiikissa vaikuttavat kuuntelukokemukseen monimuuttujamenetelmien erottelevan analyysin perusteella (Higuchi & al. 2009, 709).

Edellä kuvaamani tutkimukset liittyvät jossain määrin pyrkimykseen lanseerata markkinoille jokin CD-levystä kehittyneempi ääniteformaatti, tai ainakin tutkia sellaisen mahdollisuuksia tuottaa korkeataajuisia ultraäänisisältöä (Higuchi & al. 2009, 709; Nishiguchi & al. 2009, 921; Oohashi & al. 2000, 3548). Vaikka tulokset implikoivatkin esimerkiksi DVD-A:n ja SACD:n mahdollisuudesta korkeataajuisen sisällön tuottamiseen, ei kyseisistä formaateista kuitenkaan ole ollut perinteisen CD-levyn haastajaksi. Esimerkiksi SACD:stä ei tullut missään vaiheessa suuren yleisön suosikkia (Gallagher 2008, 183; Owsinski 2007, 137), mikä johti lopulta muun muassa siihen, että vuonna 2008 RIAA päätti lopettaa formaatin myyntiseurannan johtuen liian alhaisista myyntiluvuista (Kerins 2010, 325). Vuonna 2014 SACD:t ovatkin pääsääntöisesti hävinneet markkinoilta, vaikkakin pienehkö audiofiliyhteisö vielä vaaliikin formaattia ja siihen törmää esimerkiksi klassisen musiikin äänitteiden yhteydessä.

Kuten havaittavissa on, SACD:stä ei tullutkaan korkealaatuisen ja -taajuisen audion menestysformaattia, mutta se ei ole täysin lopettanut äänenlaatuerojen tutkimusta aiheen parissa. Tuorein, Ryuma Kuribayashin, Ryuta Yamamoton ja Hiroshi Nittonon (2014) tutkimus jatkaa edellisvuosikymmenen löydösten linjoilla todistaen EEG-mittauksin korkeataajuisen taajuussisältöjen vaikutuksia äänenlaadun arviointiin. He nostavat korkealaatuisen digitaalisen audion mahdollisuuksiksi fyysisten jakeluformaattien rinnalle ajanmukaisesti digitaaliteknologian uudet innovaatiot ja nopeat verkkoyhteydet. (Kuribayashi & al. 2014, 651.)

Olipa internetin suomista mahdollisuuksista äänenlaatukäsitysten murтажaksi tai ei, kritiikki ylipäättään koko korkearesoluutioista äänentallennusta ja -toistoa kohtaan pitää myös pintansa. Varsin suosittu ja runsaasti keskustelua herättänyt esimerkki tästä on

Brad Meyerin ja David Moranin (2007) kiitettävällä koehenkilöotannalla toteutettu tutkimus, jossa he pyrkivät saamaan selville siitä, erottuvatko korkealaatuiset äänilevyt ja äänentoistolaitteet vertailusta CD-äänenlaatuisten toistojen kanssa. ABX-vertailuun perustuneessa koeasetelmassaan he syöttivät korkearesoluutioista ääntä kaiuttimiin käsittelemättömänä ja CD-äänenlaatua vastaavan 44,1 kilohertsin ja 16 bitin ”pullonkaulan” lävitse. Tulokset osoittavat, etteivät koehenkilöiksi valitut äänen parissa ammatikseen työskentelevät, sitä opiskelevat saati omistautuneet audiofiilit erottaneet CD-äänenlaatuista toistoa korkearesoluutioisesta toistosta normaalista voimakkaaseen vaihdelleella kuunteluäänenvoimakkuudella. Tämän perusteella he toteavat, että kaikki tutkimuksessa koemateriaalina käytetyt korkearesoluutioiset äänitteet oltaisiin voitu julkaista tavallisella CD-levyllä, sillä niissä ei ollut kuultavaa eroa. (Meyer & Moran 2007a, 775–779.)

Tutkimuksen tuloksista syntyneen keskustelun johdosta tutkijat julkaisivat samana vuonna vielä hyödyllisiä lisätietoja kokeen taustoista Boston Audio Society:n internet-sivuilla (Meyer & Moran 2007b). Kuten aina, kritiikki synnytti myös kritiikkiä, erityisesti alan omistautuneimpien harrastajien keskuudessa. Tutkimuksen nimeä hakusanana käyttäen löytyy sivukaupalla luettavaa koeasetelman sekä tulosten puolesta ja luonnollisesti vastaan. Sen sijaan akateemisessa maailmassa Meyerin ja Moranin tutkimukseen ei juuri ole palattu.

Näiden esimerkkien kautta on helppo valottaa äänenlaatuerojen tutkimuksen sisällä vallitsevia suuntauksia, toteutustapoja ja erilaisia näkökulmia. Tuloksia ja etenkin niitä kohtaan esitettyä kritiikkiä lukemalla voi toisaalta ajatella, että alalla vallitsee jonkintasoinen ”millainen testi – sellaiset tulokset” -ajattelumalli. Tutkimustulosten melkoisen varianssin ja hankalan toistettavuutensa vuoksi osa keskustelijoista ja keskusteluista tuntuukin kyseenalaistavan vahvasti subjektiivisen mittauksen. Kenties osin tästä syystä äänenlaatueroja voidaan nykyään tutkia hyvin pitkälle tietokoneavusteisesti. Kalliiden ja aikaa vievien, subjektiivisiin arvioihin perustuvien kuuntelukokeiden sijasta äänenlaatua voidaan tutkia myös objektiivisesti erilaisia algoritmeja käyttäen (Abanto, Kemper & Telles 2011, 1).

Yksi tunnetuimmista tähän tehtävään kehitetyistä malleista on PEAQ (*Perceptual Evaluation of Audio Quality*), joka mallintaa ihmisen kuuloaistin psykoakustisia periaatteita, ja johon useat äänenlaadun kohtuulliseen säilyvyyteen tähtäävät pakkausalgoritmit perustuvat (Campbell, Jones & Glavin 2009, 1490). Täysin tietokoneiden varassa ei kuitenkaan vielä toistaiseksi olla, sillä ihmisten suorittamia subjektiivisia kuuntelukokeita tarvitaan esimerkiksi tietokoneavusteisten arviointialgoritmien kehittämisessä ja toimivuuden testaamisessa (Campbell & al. 2009, 1490). Koejärjestelyihin liittyvistä eduistaan huolimatta objektiivisten äänenlaatuerojen arviointimenetelmien kehitys on vielä sillä asteella, ettei se ainakaan toistaiseksi tule syrjäyttämään subjektiivista arviointia. Sen sijaan on syytä odottaa mielenkiinnolla millaisia subjektiivisten ja objektiivisten arviointimenetelmien fuusioita tulevaisuus tuo mukanaan.

5 ÄÄNENLAATU NYKYAIKAISESSA MUSIIKINTUOTANNOSSA

Kartutettuani äänenlaadun teknisen kehityksen ääri viivoja ja tarkasteltuani sekä äänenlaadun havainnoimiseen että sen arviointiin liittyviä periaatteita keskityn tutkielmani viimeisessä asiakokonaisuudessa äänenlaadun tuottamisen mahdollisuuksiin ja rajoitteisiin nykyaikaisessa musiikintuotannossa. Jaan tämän osan kahteen periaatteelliseen puoliskoon: (1) tuotantoteknologian ja (2) sen käyttäjien toiminnan arviointiin. Hahmottelen tuotantoketjun osia ja eri vaiheita yleistyksiä kaihtamatta sen vuoksi, että jokainen tuotantoprosessi on luonnollisesti aina yksilöllinen ja riippuu keskeisesti monesta tekijöiden ja olosuhteiden valitsemasta yksityiskohdasta.

Pintapuolisesti musiikintuotannossa vallitsee kuitenkin runsaasti erilaisia hyväksi havaittuja konventioita, joiden perusteisiin pureudun äänenlaatu johtokäsitteenä. Yksi näistä on pitkin tutkielmaani esiintynyt klassinen pyrkimys, jonka mukaan tallennettu (ja myöhemmässä vaiheessa toistettu) ääni olisi mahdollisimman uskollinen alkuperäiselle äänenlähteelle, sen ominaisuuksille ja tietyissä tapauksissa myös äänitysolosuhteille. Muistutettakoon tosin vielä, että kaikissa tapauksissa näin ei kuitenkaan ole. Esimerkiksi synteettisten instrumenttien alati laajenevat mahdollisuudet tarjoavat musiikintekijöille vapaat kädet uniikkien ja perinteisistä käsityksistä irtaantuneiden äänimaailmojen luomiseen. Niidenkin tuotannossa tosin on otettava huomioon muutamia yksityiskohtia, joita esittelen tämän osuuden myötä.

Käytän tässä luvussa lähdekirjallisuutenani ensisijaisesti valitsemiani musiikkiteknologia-alan perusteoksia ja erilaisia oppaita, koska niiden saatavuus ja helppolukuisuus on nykyaikana varsin kohtuullisella tasolla. Lisäksi niitä käytetään entistä enemmän sekä opetusmateriaalina että lähdeoteoksina musiikintuotannosta keskusteltaessa. Tämän tyyppisen kirjallisuuden ja sen luojien voidaan siis katsoa olevan keskeisessä osassa musiikin tuottamisprosesseihin liittyvien normien ja konventioiden välittämisessä, ylläpitämisessä ja osin myös kyseenalaistamisessa.

5.1 Teknisen toteutuksen rooli

Musiikintuotannosta puhuessani keskityn ensimmäiseksi äänitysprosessiin ja sen vaiheisiin. Äänentallennusta tai äänittämistä voidaan tarkastella useammalta kantilta: erään virallisemmän selityksen mukaan äänittäminen on ”äänen joko magneettiseen, analogiseen, digitaaliseen tai muuhun muotoon säilömisen prosessi” (Gallagher 2008, 174) ja äänityssessio yksinkertaisesti ”aika, jona muusikot työskentelevät studiossa” (Gallagher 2008, 188). On myös esitetty, että äänittäminen olisi vain esitetyn musiikin teknologista adaptoimista, mutta toisaalta taas etenkin populaarimusiikin vallitseva kommunikaatiotapa (Hodgson 2010, vii–ix). Äänitystä ja äänitteitä on verrattu jopa kieleen ja kirjoitukseen, mistä kertoo muun muassa Edisonin keksimän fonografin nimi fonon viitatessa ääneen ja grafin kirjoitukseen (Ashby 2010, 123).

Tavallaan kyse on jonkinlaisesta siirtämisen prosessista, missä soivan tilan ääniaaltojen energia tallennetaan siirtovälineen (mikrofoni) avulla johonkin muotoon, ja saatetaan jälleen toista siirtovälinettä (kuten kaiuttimia) hyödyntäen kuultaville; ääni siis muuttuu ensin *joksikin* ja sitten *se jokin* takaisin ääneksi, kuten Sterne (2003, 22) asian esittää. Sternin vertaus ei voisi olla digitaalisen äänentallennuksen ja teknologian, joka muuntaa fyysiset ääniaallot lukuarvoiksi, aikana osuvampi.

Nyky aikaista musiikin äänittämistä tilannesidonnaisuuksineen voidaan lähestyä myös eriyttämällä se värähtelevistä kalvoista, soinnuista, pinnoista ja ilmassa matkaavista molekyyleistä, keskittyen edellä mainittujen sijasta elektronisten impulssien manipuloimiseen (Greene 2004, 1). Muusikoiden ja äänittäjän (*sound engineer*) roolitus tässä asetelmassa on hälvenemässä jälkimmäisenä mainitun aseman muunnuttua nykymusiikkikulttuureissa pelkästä studioteknikosta laajemmin käsitettäväksi toimijaksi ja vaikuttajaksi (Greene 2004, 4). Voidaankin sanoa, että niin ennen kuin nykyäänkin, nimenomaan äänittäjällä (tai tuottajalla, teknikolla, miksaajalla tai masteroijalla laajemman toimijuuden mielessä) on kenties suurin vastuu ja laajimmat mahdollisuudet vaikuttaa työstämänsä äänityksen ja äänitteen laadullisiin yksityiskohtiin. Vaikka käytettävissä olevalla laitteistolla yhtenä monista äänenlaatua osaltaan määrittävistä tekijöistä on myöskin oma, merkittävä vaikutuksensa, pelkkä teknologia ei ainakaan toistaiseksi edes haasta inhimillistä osaamista ja ammattitaitoa.

Masteroijalegenda Bob Katz kertoo vastaavansa kohteliaasti lähes päivittäin kollegoiltaan saamiinsa kirjeisiin, joissa he anovat hyväksyntää tai siunausta laitteistoketjuilleen, ettei tärkeintä ole teknologia, vaan miten sitä käyttää (Katz B. 2002, 11-12).

Palataan Sternen (2003, 22) hahmotelmaan, jossa siirtovälineet näyttävät keskeistä roolia musiikin tallentamisessa ja toistamisessa. Kuvitellaan, että jonkinlaiseen tilaan on kokoontunut laulu- ja soitinyhtye aikeissa tehdä äänitys tarkemmin määrittelemättömästä esityksestä. Muusikot asemoituvat tilaan ja alkavat soittaa soittimiaan ja ensimmäisistä sävelistä lähtien tila täyttyy erilaisista äänistä. Äänityksen kannalta ensimmäisenä kuvioon astuu tila ja sen pinnat, joilla on vaikutuksensa ääniaaltojen liikkeisiin. Ääniaalloista osa – niiden luonteesta, tilan pinnoista ja akustisista ominaisuuksista riippuen – imeytyy, taittuu tai heijastuu takaisin tilaan muodostaen siten oman ainutlaatuisen äänimaailmansa (Gottlieb 2007, 38). Mitä neutraalimmassa tilassa soitto tapahtuu, sitä vähemmän tilan ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten soittajat kokevat ja kontrolloivat ilmaisuaan. Mitä monipuolisempia käytetyt soittimet ovat, sitä monipuolisempi on myös niiden yhteissointi. Luonnollisen, tai ainakin sen kaltaisen äänityksen elinehtona on soittimien ominaisuuksien riittävän tarkka tallentaminen. Tähän vaikuttaa keskeisesti instrumenttien karaktääri ja äänenväri, joihin taas liittyy olennaisesti soittimien tuottamat harmoniakerrannaiset. Huomattavaa on, että suuri määrä musiikillisten instrumenttien tuottamasta kokonaisenergiasta on niiden harmoniakerrannaisissa (Mathews 2001b, 2). Korkealaatuisen digitaalisen äänentallennuksen tavoitteena on, ettei tallennus- ja toistoteknologia vaikuttaisi alkuperäisen äänen äänenväriin (Watkinson 2001, 58).

Käytännössä tämä on kuitenkin nykyisen teknologian ominaisuudet huomioiden mahdotonta toteuttaa, sillä teoriassa minkä tahansa akustisen soittimen tai äänen harmoniakerrannaisten sarja on loputon. Sen vuoksi audioteknologiassa on keskitytty kuultavissa olevien harmoniakerrannaisten tallentamisen ja uudelleen toistamisen huolellisuuteen. Koska musiikilliset instrumentit tuottavat lähes poikkeuksetta alle 5 kilohertsin fundamenttitaajuuksia, pääosa äänten tunnistamiseen ja yksilöimiseen

liittyvistä harmoniakerrannaisista jää kuuloualueen ylärajana pidetyn 20 kilohertsin alapuolelle (Watkinson 2001, 57–58).

Asetelma ei ole kuitenkaan aivan näin yksinkertainen. Esimerkiksi CD-äänenlaatuinen digitaalinen äänitys, jonka näytetaajuus on mainittu 44,1 kilohertsiä, kykenee tallentamaan Nyqvistin teoreeman mukaan 22,05 kilohertsin taajuisia äänisignaaleja. Sikäli kun instrumenttien joukossa on äänenlähteitä, jotka kykenevät tuottamaan edellä mainitun rajan ylittäviä taajuussisältöjä (kuten esimerkiksi symbaalit, kellot tai jotkin muut metalliset lyömäsoittimet), ne voivat pahimmassa tapauksessa aiheuttaa tallenteen kuultavissa olevalle kaistalle laskostumiseksi (*aliasing*) kutsuttua häiriötä. Tämän vuoksi digitaalisessa tallennuksessa käytetään erilaisia suodattimia, joista yksi on alipäästösuodatin, joka poistaa äänestä kaikki määrätyn raja-arvon ylittävät taajuudet.

CD-äänenlaatuudessa äänityksessä raja-arvona on usein noin 20 kilohertsiä (eikä teoreettinen maksimi 22,05 kilohertsiä), koska suodattimet tarvitsevat toimiakseen liikkumavaraa ja myös koska äärettömän jyrkkien suodattimien luominen on periaatteessa mahdotonta (Pierce 2002, 51–52). CD-äänenlaadun todellinen näytetaajuus jää siis laskostumisen estävän alipäästösuodattimen vuoksi usein ilmoitettua matalammaksi (Stanković, Orović & Sejdić 2012, 58–59). Tietysti mitä jyrkemmin suodatin toimii sitä enemmän se jättää signaaleja puhtaana kaistan reuna-alueille, mikä taas selittää kiinnostuksen jyrkkien suodattimien kehitystä kohtaan, joskin niidenkin ongelmia ovat vielä toistaiseksi muun muassa yleinen monimutkaisuus, vaihevirheet ja kasvava viive (Swanson 2008, 23–24).

Jos siis haluaa välttyä muun muassa laskostumiselta mutta saada silti muusikoiden ilmaisun ja soittimien äänenvärilliset ominaisuudet tallennettua uskollisesti alkuperäiselle esitystilanteelle, millaisia vaihtoehtoja nykyaikainen äänitysteknologia tarjoaa? Näytetaajuuden nostaminen CD-äänenlaatua korkeammaksi on ollut pitkään kiistelty vaihtoehto äänityön ammattilaisten keskuudessa. Periaatteessa korkeampi näytetaajuus, yleisesti joko 48, 88,2, 96 tai 192 kilohertsiä antaisi mahdollisuuden tallentaa huoletta korkeataajuisempiakin signaaleja, koska Nyqvistin teoreemaa

mukaillen puhtaasti näytteistyvän signaalin maksimiarvo kasvaisi puoleen käytetystä näytetaajuudesta. Tätä ajatusta vastaan on kuitenkin esitetty varteenotettavaa kritiikkiä.

Eräs käytetyimmistä lähteistä aiheen tiimoilta on korkeatasoisia muuntimia valmistavan Lavry Engineeringin johtajan Dan Lavryn vuonna 2001 internetissä julkaisema *Sampling Theory for Digital Audio*, joka täyttää mielestäni melko kohtuullisesti tieteellisen artikkelinkin ehdot, vaikkei sitä olekaan julkaistu muualla kuin yrityksen verkkosivuilla. Paperissaan Lavry, jonka valmistamat audioteknologiset laitteet ovat yleisesti käytettyjä ja arvostettuja, argumentoi 192 kilohertsin näytetaajuuden käyttöä vastaan siksi, että se hidastaa näytteistysprosessia ja vie tallennuskapasiteettia, eivätkä kaiuttimet ja mikrofonit ole suunniteltuja saati tarkoitettuja erittäin korkeataajuisien sisältöjen vastaanottamiseen ja toistoon, sekä siksi, ettei ihmiskorva kuule yli 20 kilohertsin taajuuksia (Lavry 2001, 1–2). Kuten edellisessä luvussani toin esiin, korkeataajuisien sisältöjen havainnointi saattaa liittyä japanissa tehtyjen tutkimusten mukaan johonkin perinteisen kuulojärjestelmän ulkopuoliseen mekanismiin, joten Lavryn jälkimmäinen argumentti jääköön käsittelemättä. Tarkastelen sen sijaan ensimmäistä ja toista.

Lavryn mukaan 192 kilohertsin näytetaajuudella tallentaminen tuottaa isokokoisempia tiedostoja, jotka tarvitsevat enemmän tallennustilaa ja hidastavat siirtoa muodostaen samalla suuren taakan laskennallisen prosessin nopeudelle (Lavry 2001, 1). Epäilemättä tilanne on voinut olla 13 vuotta sitten sen aikaisilla tietokonejärjestelmillä varsin totuudenmukainen, mutta tänä päivänä tietokoneiden ja niiden kanssa käytettävien oheislaitteiden nopeus ja resurssit ovat kasvaneet merkittävästi, puhumattakaan siitä millaisia järjestelmiä musiikintuotannossa tullaan käyttämään 13 vuoden kuluttua. Lavryn väite kaiuttimien ja mikrofonien teknisistä ulottuvuuksista sen sijaan pätee edelleen jossain määrin. Erityisiä tutkimuskäyttöön kehitettyjä mikrofoneja lukuun ottamatta perinteiset ja hyväksi havaitut mikrofonit, joita musiikin äänittämisessä hyvin yleisesti käytetään, ovat tyypistä riippumatta usein rajattuja tietylle taajuuskaistalle. Esimerkiksi dynaamisten mikrofonien taajuusvaste laskee noin 10 kilohertsin tietämällä (Owsinski 2004, 2), nauhamikrofonien tarjotessa joissain tapauksissa hieman paremman vasteen, joka ulottuu noin 14 kilohertsin tienoille (Owsinski 2004, 4), kun taas kondensaattorimikrofonit tarjoavat yleisellä tasolla parhaimman taajuusvasteen

myös korkeimpien taajuuksien suhteen (Owsinski 2004, 7). On kuitenkin hyvä huomioida, että edellä mainitut ominaisuudet ovat yleisluontoisia, eivätkä kaikissa tapauksissa koske kaikkia mikrofoneja, sillä jokaisen valmistajan jokainen malli on kuitenkin hieman erilainen omine yksityiskohtineen (Owsinski 2009, 58) – jopa niin merkittävästi, että identtisinä markkinoiduissa mikrofonipareissakin voi olla kuultavia eroavaisuuksia (Owsinski 2009, 7).

Kaiuttimien suhteen tilanne on erittäin monimutkainen, joskin yleisellä tasolla Lavrya mukailten voidaan sanoa, ettei valtaosa musiikin toistamiseen tarkoitetuista äänentoistoratkaisuista kykene toistamaan erityisen korkeita taajuussisältöjä. Vieläpä jonkinlaista kahtiajakoa kuluttaja- ja ammattilaisäänentoiston välillä noudattaen on esitetty, että studio-olosuhteiden äänentarkkailun pitäisi yleisesti kyetä vastaamaan täsmällisesti sitä, mitä kuluttaja tulee kuulemaan (Gottlieb 2007, 68). Toisaalta esimerkiksi Bob Katz argumentoi tätä vastaan luonnehtiessaan erityisesti masterointikäyttöön soveltuvan äänentoiston elementtejä: hänen mukaansa masteroijan äänentoisto koostuu laajan ja neutraalin taajuuskaistan ja toistokyvyn hyvin asennetuista kaiuttimista, ei vaihtoehtoisista tai halvoista pikkukaiuttimista (Katz B. 2002, 75–76). Tästäkään huolimatta kaiuttimille ei jää erityisemmin korkeataajuisia sisältöjä toistettavaksi, jos äänitystilanteessa käytössä olleet mikrofonit eivät alun perinkään ole kyenneet tallentamaan niitä. Täten lähtökohtaisen taajuuksien suodattumisen voidaan sanoa paikantuvan mikrofonivaiheeseen, eikä asialle sinällään voi mitään laitteisto- tai tuotantoketjun muiden osatekijöiden laadusta ja pyrkimyksistä riippumatta.

Kuvitellaan kuitenkin, että käytettävissä olisi tavanomaista laajemman taajuusvasteen tarjoavia mikrofoneja ja äänitettävä materiaali antaisi perusteet korkeampien taajuussisältöjen tallentamiselle. Huolimatta Lavryn 2001 julkaistun paperin jyrkästä suhtautumisesta korkeita näytetaajuuksia vastaan edistystä alalla on tapahtunut. Itse asiassa siinä määrin, että Lavry itse palasi aiheen pariin 2012 julkaisemallaan, itsevarmasti nimeämällään paperilla *The Optimal Sample Rate for Quality Audio*. 2001 julkaisemansa paperin teemojen jatkojalostamisen ohella Lavry tarjoaa aiheeseen myös muutaman nykyaikaisemman näkökulman, mutta pysyy edelleen kriittisenä liian

korkeita näytetaajuuksia kohtaan. Lavry esittää, että on todellakin olemassa optimaalinen näytetaajuus, ei liian nopea eikä liian hidas, joka kattaa kaiken kuuloalueen kannalta tarpeellisen ja hylkää sinne kuulumattomat taajuudet. Lähestymistapa on sekä käytännöllinen että taloudellinen, mutta ottaa huomioon myös kaikista tärkeimmät korvat ja laajennetun ”turvamarginaalin”: lisäämällä kaistaan noin 10 kilohertsiä, päädytään noin 40 kilohertsin kokonaiskaistaan, mikä taas tarkoittaa Lavryn mukaan suositusäänenlaadun näytetaajuuksia 88,2 ja 96 kilohertsiä. Näissä tapauksissa sekä mikrofoni että muuntimet toimivat oletetun 20 kilohertsin kuuloalueen ylärajan tuolla puolen, ja suodattavat korkeat taajuussisällöt pois esimerkiksi 96 kilohertsin näytetaajuuden tarjoamalta kaistalta vasta noin 40 kilohertsin tienoilla. Tästä ei tosin ole Lavryn mukaan mitään hyötyä, jos ei varsinaisesti mitään haittaakaan, vaikkakin liian korkeilla näytetaajuuksilla erilaisia säröytymisongelmia ja epämusiikillisen energian sotkeutumista signaaliin voikin esiintyä. (Lavry 2012, 1–3.)

Molemmissa Lavryn papereissa (2001 & 2012) on teräviä, perusteltuja ja aiheellisia havaintoja näytetaajuuden vaikutuksesta äänenlaatuun. On kuitenkin hyvä pitää mielessä, että Lavry itse on enemmän kaupallisen sektorin toimija, jonka tavoitteena on pyrkiä korostamaan omien tuotteidensa paremmuutta kilpailijoiden vastaaviin. Silti kriittinenkin tarkastelu ei poista Lavryn esiin nostamaa tosiasiaa siitä, että jotkin audioteknologisten laitteiden valmistajat ovat keskittyneet markkinoimaan laitteitaan kovin puhein, mutta ilman Lavryn kaltaista paneutumista aiheeseen. Suorituskyvyn ja -tehon yhteydessä käytetyt superlatiivit sekä isot numerot voivat toki toimia tärppeinä kuluttajille, mutta korkean äänenlaadun takaaminen (tai toisaalta kumoaminen) pelkkien teknisten yksityiskohtien ja ominaisuuksien avulla ei ole vielä onnistunut täysin.

Esimerkiksi näytetaajuus ei vielä toistaiseksi erityisemmin vaikuta tapoihin miten musiikkia luodaan, vaan se on enemmänkin äänityöntekijöiden valinta siitä, miten äänimateriaalin kanssa toimitaan ja millaisen loppusijoituksen valmis äänite tulee saamaan. Sen sijaan äänen parissa työskentelevien muut valinnat osana musiikintuotannon prosesseja vaikuttavat lopputulokseen kenties enemmän, kuin

vaikkapa ylempänä kuvaamassani mikrofoniin problemaattisessa suhteessa äänentoistolaitteistoon. Äänityöntekijän ammattitaito sekä hänen tekemänsä ratkaisut ovat monessakin mielessä käytettyä laitteistoa merkittävämmässä roolissa tallenteen lopullisen äänenlaadun kannalta. Tämäkään asetelma ei tosin ole aivan yksinkertainen, sillä valintoja ohjaavat yhtäällä ammattitaidon ohella työskentelyn normit, konventiot ja rutiinit, mutta myös erilaiset kommunikaation tavat ja muodot, joiden rooli tuotantoprosessissa alkumetreiltä valmiiseen tuotteeseen saakka jättää merkkinsä kaikkiin vaiheisiin.

5.2 Äänityöntekijä teknologian käyttäjän roolissa

Äänilevyiksi tuotettua musiikkia voi lähestyä kokonaan irti siitä ajatuksesta, että sen tulisi olla alkuperäisen soittotilanteen ja musikaalisen tulkinnan representaatio – ikään kuin unohtaen koko autenttisuuspyrkimyksen. Esimerkiksi Eric F. Clarke (2007, 54) esittää, että jo nauhan suomien editointimahdollisuuksien ajalta studioissa on tehty musiikkia, jonka olemassaolon keskiössä on pelkästään äänilevyformaatti ja sen muodossa esiintyminen. Äänilevy musiikki-ilmaisun muotona on muuttanut ratkaisevasti tapaa, jolla (musiikkia) ylipäätään kuunnellaan – lukuisilla tavoilla. Musiikillinen horisontti on laajentunut yhä suuremmalle ihmismassalle ja rikastanut tapoja millä erilaisia musiikin esiintymismuotoja kohdataan osana jokapäiväistä elämää. Ja ennen kaikkea, koko musiikin ekologia on muuttunut äänitteiden suomien mahdollisuuksien myötä. (Clarke 2007, 67.)

Äänitys- ja tuotantoteknologian suomien mahdollisuuksien tarkastelu musiikin esitystapojen yhteydessä herättää mielenkiintoisia kysymyksiä siitä, millä tavalla esimerkiksi äänenlaatuun tulisi lopulta suhtautua osana laajempaa äänellistä todellisuutta ja miten äänenlaatu lopulta tuotetaan tai liitetään osaksi korkeatasoista musiikkitalennetta? Miten äänenlaatu saadaan kuuluville, koettavaksi ja tarkasteltavaksi? Missä vaiheessa, ja millä mekaniikalla, realistisen uudelleen tuottamisen ja itsenäisen äänimaailman raja hälvenee?

Vastauksia näihin kysymyksiin voi saada tarkastelemalla äänityöntekijän (olipa hän sitten äänittäjä, miksaaja, masteroija tai mikä tahansa vastaava teknologista ja musiikillista osaamista yhdistelevä taho) roolia. Gary Gottlieb (2007, 248) kuvaa äänityöntekijän yhteistyötä muusikon ja tuottajan kanssa yksinkertaisella tilanteella, missä äänityöntekijä toimii ikään kuin tulkkina subjektiivisten termien tai tuntemuksien muuttamisessa teknisiksi toimenpiteiksi. Tuottaja harvoin pyytää ”3 desibelin lisäystä 800 hertsin kaistalle” – yleisempää on toivoa rumpuihin lisää jytinää ja pauketta. (Gottlieb 2007, 248.) Toteuttaessaan näitä toiveita äänityöntekijä tukeutuu työkokemuksensa ja -historiansa aikana muodostuneisiin esteettisiin lähtökohtiin (Gottlieb 2007, 11). Tätä ajatusta noudatellen äänityöntekijän rooli koko musiikin tuottamisen ja luomisen prosessissa kasvaa yllättävänkin merkittäväksi – myös äänenlaadun kannalta.

Gottliebin (2009, 53–72) haastattelema, koko digitaalisen äänentallennuksen ja -toiston ajan merkittävää työtä musiikintuotannon parissa tehnyt masteroija Bob Ludwig avaa mielenkiintoisen näkökulman nykyaikaisen äänenlaadun esiintymiseen tuotantoprosessin eri vaiheissa. Hänen mukaansa keskimääräinen masteroitavaksi tuleva tallennus kuulostaa nykyään huonommalta kuin koskaan pitkän uransa aikana, johtuen liian pienestä äänitysbudjetista. Toisaalta taas hänen mukaansa masteroijat voivat saada kauheankin kuuloisesta tallenteesta ”normaalin” kuuloisen ja antaa vaikutelman, että tuotantoon olisi käytetty huomattavia rahasummia. Kaikissa tapauksissa tämäkään ei kuitenkaan onnistu, kuten Ludwigin viittaama, eräs Metallica-yhtyeen 2000-luvun säröytymiseen asti – yhtyeen ja tuottajan tahdosta – liian äänekkääksi tuotettu albumi osoittaa. (Gottlieb 2009, 72.)

Äänekkyyys, tai myöskin kovaäänisyys, (*loudness*) on kenties yksi merkittävimmistä ja selkeimmin erottuvista tuotannollisista ongelmakohdista nykyisessä musiikintuotannosta. Kuten sivulla 28 esittelemäni Fletcher-Munsonin äänenvoimakkuuskäyrät osoittavat, ihmiskorvan ja kuuloaistin herkkyyys äänenvoimakkuuden vaihtelua kohtaan on riippuvainen äänen taajuudesta. Digitaalisen äänentallennusteknologian ja äänilevytuotannon myötä yleistyneet dynaamiset kompressorit ja äänenvoimakkuuden rajoittimet ovat osaltaan muuttaneet tapaa, millä

äänenvoimakkuus – ja sitä kautta myös äänenlaatu – ylipäätään esiintyy äänilevyillä. Yleisesti ottaen monet kirjoittajat ja musiikin ystävät ovat osoittaneet huolensa kasvanutta äänenvoimakkuutta ja dynamiikka-alueeltaan rajoittunutta musiikintuotantoa kohtaan, liittäen siihen termin *loudness war*.

Tausta-ajatus pohjautuu siihen, että äänilevyjen dynamiikka-aste olisi kaventunut maksimoidun äänenvoimakkuuden ansiosta, jolloin musiikin luonnollinen dynaaminen vaihtelu olisi ikään kuin häviämässä. Mutta kuten muissakin äänenlaatuun liittyvissä ongelmakohdissa, myös äänenvoimakkuuden puhutussa kasvamisessa on vastakkain niin subjektiivisia mielipiteitä kuin tieteellistäkin tarkastelua. Tuoreimmista tutkimuksista mainittakoon esimerkiksi Emmanuel Derutyn ja Damien Tardieun (2014) valtavirtamusiikin dynaamista prosessointia kartuttanut paperi, jossa tutkijat toteavat, että ongelma piilee ennen kaikkea dynamiikka-alueen määrittelyssä.

Viidelle vuosikymmenelle ulottuvan tutkimusmateriaalinsa ajalta merkittävimmät löydökset viittaavat siihen, että vuodesta 1967 vuoteen 1984 valtavirtamusiikin tuotannossa keskeisimpiä arvoja ovat olleet korkea tarkkuus (hifi) ja transparenssi, kun taas kehitystä vuodesta 1984 vuoteen 2004 määrittävät matalampi tarkkuus ja transienttien heikkolaatuisuus. Taistelu äänenvoimakkuudesta rajoittimieen paikantuu heidän mukaansa 1980-luvun loppuun, saavuttaa huippunsa vuonna 2004 ja on sittemmin osoittanut hienovaraisia käännyksiä kohti vastakkaista, vähemmän täyteen ahdettua tuotantolinjausta. (Deruty & Tardieu 2014, 54.) Näitä havaintoja tukee Jens Hjortkjærin ja Mads Walther-Hansenin (2014) tutkimus populaarimusiikin dynamiikka-alueen kompressoinnin havaittavissa olevista vaikutuksista. Heidän järjestämänsä kuuntelukokeen tulosten perusteella koehenkilöiden katsottiin olevan oletettua ja väitettyä vähemmän herkkiä jopa erittäin jyrkkää musiikin kompressointia kohtaan. (Hjortkjær & Walther-Hansen 2014, 39–40.)

Niin tai näin, semminkin kun esimerkiksi Ludwigin (Gottlieb 2009, 72) kommentissa esiin tulleen Metallica-yhtyeen albumin dynamiikan vaihtelun sanotaan tapahtuvan noin 3 desibelin alueella – CD-äänenlaadun teoreettisen 96 desibelin maksimin sijasta (Schneider & von Ruschkowski 2011, 52) – voidaan aiheellisesti pohtia kasvaneen

äänenvoimakkuuden ja kaventuneen dynamiikka-alueen yleisiä vaikutuksia äänenlaadun kokemiseen. Maksimiraja-arvoon ”limitoitu” musiikki kun soi käytännössä jatkuvasti täysillä, ja kuuloaisti ja korvat vastaanottavat äänienergiaa lähes samalla tavalla, jatkuvasti täydellä teholla ilman taukoa tai mahdollisuutta korjautumiseen tai lepoon, mikä taas voi pahimmillaan tuoda mukanaan tilapäisen tai pysyvän kuulovaurion riskin (Schneider & von Ruschkowski 2011, 52). Tästäkin, ja pyrkimyksistä dynaamisten vaihteluiden luonnollisempaan representaatioon, huolimatta joidenkin äänityöntekijöiden ja laitevalmistajien keskuudessa vallitsee jonkinasteinen luottamus siihen, että suuret yleisöt tottuvat kaikkeen, kunhan muutokset tuodaan ilmi tarpeeksi huomaamattomasti. Tämä on johtanut siihen, että erilaisia musiikin luonnollisia transientteja tasoitellaan aina edellistä levyä enemmän pois suuremman äänenvoimakkuuden saavuttamiseksi ja työstettyjen äänilevyjen suuremman koetun äänenvoimakkuuden luomiseksi. (Dochtermann 2010, 248.)

Mielestäni koetun äänenvoimakkuuden maksimoiminen ja kokonaisdynamiikka-asteen – sen määrittelyongelmista huolimatta – supistaminen toimivat oivallisena esimerkkinä siitä, miten musiikin tekniseen toteutukseen ja äänenlaadun ilmentymiseen liittyy keskeisesti äänityöntekijöiden tekemät valinnat äänilevyjen (tai formaatista riippumattomien vastaavien musiikkitalenteiden) luonteesta. Kapealla dynaamisella kaistalla soiva kompressoitu musiikki asettuu melko etäälle transparentista ja luonnolliseen pyrkivästä vastinkappaleestaan. Taustalla voidaan katsoa olevan äänityöntekijän subjektiiviset mieltymykset tietynlaiseen ääneen tai teknologiaan ja sen käyttöön.

Watkinson (2001, 709) esittää toimivan näkökulman subjektivismiin vaikutuksiin äänenlaadun kokemisen arvioinnissa väittäen yleistäen, että ihmiset, jotka eivät säännöllisesti kuuntele elävää musiikkia, voivat ikään kuin leimautua tiettyihin laitteisiin sekä olettaa niiden suorituskyvyn ”oikeaksi”, vaikka vertailussa olisi teknisesti paljon parempilaatuisempi vastaava. Hänen mukaansa 15 kilohertsin taajuuskaistan tarjonnan FM-radion julkaisun myötä lähetystoimijat saivat valituksia siitä, miten uusi teknologia kuulostaa liian kimeältä ja kirkkaalta. 7 kilohertsin taajuuskaistaiseen AM-radioon verrattuna näin varmasti olikin. (Watkinson 2001, 709.) Kenties

kompressoreihinsa ja dynamiikkaprosessoreihinsa mieltyneet äänityöntekijät toimivat tätä näkökulmaa noudatellen hieman samalla tavalla: verraten äänilevymusiikin nykytrendejä ja -konventioita muutoksen mahdollistaviin teknologisiin toteutustapoihin hyläten ne subjektiivisesti epäkelvon kuuloisina. Äänityöntekijät teknologian operaattoreina taas muokkaavat osin välillisesti ja taas osin välittömästi sitä, millä tavalla yleisö, eli musiikin kuuntelijat mieltävät äänenlaadun.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä tutkielmassa kartoitin valikoimieni lähteiden valossa äänenlaadun musiikkiteknologisen historian kehitystä, äänenlaatuerojen kokemista ja mittaamista sekä äänenlaadun yhteyttä nykyaikaisen musiikintuotannon menetelmiin. Tavoitteenani oli kartuttaa äänenlaatuerojen havaitsemisen subjektiivisia lähtökohtia sekä muita avoimia kysymyksiä ja niihin liittyviä tutkimuksellisia ongelmia. Tutkielmani musiikkitieteellisestä tarkastelutavasta johtuen toin esiin erilaisia näkökulmia käyttäen apunani lähdeaineistoa musiikintutkimuksen eri aloilta.

Erilaiset äänentallennukseen ja -toistoon liittyvät keksinnöt sekä niiden jatkojalostus näyttelevät keskeistä osaa siinä, millaisilla tavoilla ihmiset kokevat äänenlaadun osana kuulemaansa musiikkia. Teknologia musiikin ja kuulijan välillä on 1800-luvulta saakka tarjonnut sekä elämyksiä ja yllätyksiä että pettymyksiäkin. Siinä missä varhaisimmat ääntä tallentaneet ja toistaneet kojeet ällistyttivät ihmisiä mahdollisuuksillaan, nykyajan teknologioihin kohdistuu mielestäni ennen kaikkea tyytyväisyyttä, mutta osin myös tyytymättömyyttä. Tyytyväisyydestä osoituksena on se, että musiikkia kulutetaan määrällisesti kenties enemmän kuin milloinkaan aiemmin, koska sen saatavuus on helpottunut tietoliikenneteknisten mahdollisuuksien vuoksi. Tyytymättömyydestä kertonee parhaiten se, että asiantuntijoiden keskuudessa ei ole täydellistä konsensusta siitä onko nykykonventioin tallennetun ja toistetun äänen laatu paras mahdollinen.

Ikuisesti täydellistä ääntä myyntiteksteissään luvannut CD-levy kohtasi alkuaikoinaan runsaasti kritiikkiä äänenlaatuun intohimoisesti suhtautuneilta audiofileiltä, mutta siitä muodostui kuitenkin monista syistä johtuen koko digitaalista äänentallennusta ja -toistoa määrittänyt tapa tuottaa musiikkia. CD-levyn teknisten ominaisuuksien määräämät konventiot määrittävät edelleen digitaalisen äänentallennuksen tarkkuutta, joskin sen nostamista on kokeiltu laajalti. Ongelmina ovat kuitenkin edelleen formaattien ja kuluttajalaitteistojen yhteensopivuusongelmat sekä tiettyjen asiantuntijoiden keskuudessa vallitseva kielteinen suhtautuminen esimerkiksi näytetaajuuden korottamista vastaan. Tämän taustalla näyttäytyy kaksi vahvaa

argumenttia, (1) ihmisen kuuloalueen sekä (2) nykyisen musiikkiteknologian perinteisimpien siirtovälineiden rajoitteet.

Kuten luvuissa 3 ja 4 hahmottelin, tieteellinen tutkimus ihmisen kuuloalueesta on varsin kehittynyttä, mutta sisältää silti hienovaraisimpien äänenlaatuerojen havaitsemisen kannalta muutamia keskeisiä kysymyksiä. Erityisen mielenkiintoiseksi asetelman tekee esimerkiksi japanilaistutkijoiden esitys siitä, että korkeataajuisempien äänien kuulemisen tai kokemisen mekanismit sijaitisivat perinteisen kuulojärjestelmämme ulkopuolella. Tätä ehdotusta noudatellen elävän musiikin suhde nykyteknologialla tallennetun musiikin laatuun tulee pysymään aina epätasapainoisena. Koska muun muassa sinfoniaorkesterin tuottama äänenvärien ja harmoniakerrannaisten massa ylittää helposti tavanomaisten siirtovälineiden tallennus- ja toistorajoitteet, äänitetty ja toistettu musiikki ei kykene vastaamaan lähellekään elävän esityksen äänimaailmaa.

Tosin huomionarvoista on myös se, etteivät äänilevyt kaikissa tapauksissa yritäkään edustaa alkuperäistä, autenttista soittotapahtumaa. Äänilevyformaattiin luotu musiikki on jo vuosikymmeniä representoinut erilaisia musiikintuotannollisia ratkaisuja, joilla hälvennetään autenttisen musisoinnin ja studioteknologian suomien mahdollisuuksin avulla editoidun ja manipuloidun äänen rajaa. Tällaisessa tuotantokulttuurissa äänityöntekijän melko löyhästi määrittyvä rooli nousee esiin ratkaisuja tekevänä osapuolena. Äänityöntekijöiden alalla esiintyy myös erilaisia tuotantorutiineja tai -tavoitteita, joista hyvänä esimerkkinä on dynamiikka-alueen litistämisen sellaiseksi, että instrumentista tai tulkintatavasta riippumatta kaikki kuulostaa maksimiäänenvoimakkuudella soitetulta. Tällaisia tuotantotapoja osin vastustetaan, mutta toisaalta on myös havaittu, etteivät musiikin kuuntelijat kiinnitä huomiota paikoin jyrkkäänkään dynamiikan manipulointiin. Tavallaan voidaan siis ajatella, että äänityöntekijöitä ohjaa jonkinlainen leimautuminen laitteistoihinsa, joiden kautta äänenlaadun ihanteet välittyvät musiikkia kuluttaville kuulijoille.

Ottaen huomattavan yleistämisen riskin voidaan lopuksi väittää, että nykyaikaiset äänilevyt ja niiden tuotanto ovat ikään kuin monivaiheisia kokonaistaideteoksia, joiden toteutustavoissa näyttäytyvät sekä taiteelliset että teknologiset elementit. Äänenlaatu

on yksi keskeisimmistä tallenteiden koherenssia määrittävistä tekijöistä, mutta kuten tutkielmani aineistovalinnat ja niiden tarkastelu osoittavat, sen määrittelyyn, mittaamiseen ja erityisesti kokemiseen liittyy runsaasti äärimmäisen subjektiivisia näkökulmia.

Samaa yleistämisen linjaa jatkaen voidaan jopa väittää, että äänenlaatuerot ovat pohjimmiltaan ainoastaan subjektiivisia – niiden vertailussa ainoa pysyvä tekijä on kuulijan tai kokijan henkilökohtaiset preferenssit, joiden kirjosta jokainen tuloksiaan auki purkava tutkija pääsee tai joutuu vetämään johtopäätöksensä. Teknologialla on mahdollista tuottaa ja esittää äänenlaatueroja, mutta niiden todellinen havaitseminen tai havaitsemattomuus ja erityisesti kokeminen tuntuu pakenevan teknologialle ominaista kovaa tieteellistä määritelmää.

Digitaaliset äänenkäsittelyn ja -tallennuksen menetelmät ovat muodostuneet lähestulkoon erottamattomiksi osatekijöiksi nykyaikaisessa musiikintuotannossa. Käytännössä 1980-luvulla CD-levyn markkinoille lanseeraamisen myötä alkaneen digitaalisen vallankumouksen yksi keskeisimmistä tavoitteista on ollut tarjota kuulijoille mahdollisimman korkealla äänenlaadulla alkuperälleen uskollisesti tuotettuja elämyksiä formaatista riippumatta. Tässä tärkeintä on mielestäni ottaa huomioon se tosiasia, että musiikin tuottamisprosessi äänityksen suunnitteluvaiheesta viimeisimpään jälkituotantovaiheeseen muodostaa itse asiassa keskeisimmin sen jonkin ”alkuperäisen”, mitä äänilevyn väitetään representoivan. Kyseessä ei välttämättä ole pyrkimys yksittäisen soittotapahtuman tai instrumentin tietyissä akustisissa olosuhteissa muodostuneen äänen autenttiseen toistoon kuluttajapäässä.

Autenttisuutta parhaimmillaan edustaa koko tuotantoketjun – niin teknologisen kuin taiteellisenkin toteutuksen kautta – eheys ja yhdenmukaisuus lopullisessa tuotteessa. Tätä autenttisuutta on mielestäni syytäkin arvioida kriittisesti, vaikka kyseessä ovatkin jälleen äärimmäisen subjektiiviset seikat. Jos 2000-luvun moderni metal-genren pitkäsoitto kuulostaa säröytyneeltä yhtyeen ja tuottajan tahdosta, se vain tekee niin, koska se on tuotantotiimin lopullinen näkemys ilmaisun autenttisuudesta. Digitaaliseen

muotoon säilöttynä musiikki onkin – lupauksen mukaisesti – ikuisesti täydellistä, mutta vain siinä muodossa mihin se on tuotettu.

On ilmiselvää, ettei musiikin teknologia-avusteinen tuotanto tule kokemaan minkäänlaista systemaattista äänenlaadun alenemista enää aikana, jolloin yleisesti argumentteina käytetyt resurssihävikit käyvät yhä epäolennaisemmiksi tietokoneiden tehokkuuden, tallennuskapasiteetin ja tietoliikenneyhteyksien parantuessa. Keskeisempi kysymys onkin millaisesta standardoinnista tulevaisuuden musiikintuotannossa on syytä keskustella samalla, kun CD-levy formaattina on hiljalleen menettämässä dominoivan markkina- asemansa musiikin kulutuksen muotona. Tuleeko korkealaatuisista äänentallennuksen ja -toistamisen metodeista uusia konventioita ja onko niillä samankaltaisia havaittavissa olevia vaikutuksia kuin liikkuvan kuvan puolella suhteellisen nopeasti kehittyneessä asetelmassa VHS-videosta DVD-levyjen kautta Blu-ray-levyihin? Tällainen kehityskulku voidaan nähdä kahdella eri tavalla. Yhtäällä se on parantanut elokuvien ja niiden toistolaitteiden tarkkuutta ja laatua, mutta toisaalta formaattimuutosten myötä kuluttajille on voitu myydä suhteellisen lyhyellä aikavälillä sama sisältö uudessa paketissa. Samankaltainen yritys erottuu mielestäni parhaiten kaupallisesti epäonnistuneen SACD:n kohdalla.

Lopuksi mielestäni tärkeimpiä kysymyksiä ovatkin, millaiset äänenlaatuerot ovat tärkeitä ja todella havaittavissa olevia, ja millainen niiden selvittämiseen tähtäävä tutkimus perusteltua? Miten esimerkiksi laadullisten ja määrällisten tutkimusmenetelmien tarjoamat työkalut voitaisiin valjastaa yksimielisempiä tuloksia tuottavien kokeiden suunnitteluun? Onko jokin valmiiksi määritelty arvoasteikko attribuutteineen ja sen käyttö äänenlaadun kuvaamisessa paras mahdollinen vastaustapa, vai pitäisikö oheen liittää mahdollisuus kuvailla koettua ääntä jotenkin vapaammin? Tulisiko vastauskaavakkeisiin liittää jonkinlainen näytekohtainen mittari, jolla koehenkilö voisi arvioida antamansa vastauksen varmuutta varmojen väärin ja epävarmojen oikeiden vastausten erottamiseksi? Ja ennen kaikkea, onko nykyaikainen musiikki tai äänimaailma laajemmin – määrittelytavasta riippumatta – sellaista, että se erityisesti vaatii parempaa äänenlaatua?

Uskon, että kahtiajako peruskuluttajien sekä asialle omistautuneiden harrastajien ja ammattilaisten keskuudessa tulee pitämään pintansa ainakin lähitulevaisuudessa. Periaatteessa kahden karkeasti jaetun leirin olemassaolo palvelee kohtuullisesti koko ääniteollisuutta teknologiasta tutkimuksen kautta tuotteistamiseen. Näin kuluttajapuoli huolehtii ostopäätöksillään musiikin tekemisen ja tuotannon jatkuvuudesta, joka taas hyödyttää taloudellisesti teknologisten ratkaisujen ja laitteistojen tekijöitä, joiden toimintamallit taas synnyttävät keskustelua ja sitä kautta tutkimusta äänenlaadun yleisestä esiintymisestä ja esittämisestä. Jos koko musiikkiteollisuus ja sen ylläpitäminen musiikin tuottamisen ja äänenlaadun kannalta perustuisi kyseenalaistamattomiin ja muuttumattomiin konventioihin, olivat ne sitten täydelliseen autenttisuuteen pyrkimistä tai jatkuvaa maksimaalisen äänenvoimakkuuden tuottamista, ääniympäristömme olisi huomattavasti yksiulotteisempaa. Nyt kiistely, kyseenalaistaminen ja kritiikki ruokkivat uusien innovaatioiden ja tuotantotapojen muodostumista, joskin hitaasti ja melko pitkälti kahlittuna taloudellisiin näkökulmiin. Silti on vaikeaa väittää, etteikö kehitystä tapahtuisi.

LÄHDELUETTELO

- Abanto, L., Kemper, G. & Telles, J. (2011). A novel fuzzy logic-based metric for audio quality assessment: Objective audio quality assessment. *Telecommunications (CONATEL), 2011 2nd National Conference*, 1–10.
- Ashby, A. (2010). *Absolute Music, Mechanical Reproduction*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Augoyard, J.-F. (2006). *Sonic Experience: A Guide to Everyday Sounds*. Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Baumeister, R. F. & Leary, M. R. (1997). Writing Narrative Literature Reviews. *Review of General Psychology*, 1(3), 311–320.
- Bech, S. & Zacharov, N. (2006). *Perceptual Audio Evaluation – Theory, Method and Application*. West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Bijsterveld, K. & Jacobs, A. (2009). Storing Sound Souvenirs: The Multi-Sited Domestication of the Tape Recorder. Teoksessa K. Bijsterveld & J. Van Dijck (toim.) *Sound Souvenirs: Audio Technologies, Memory and Cultural Practices* (s. 25–42). Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Blessner, B. & Salter, L.-R. (2006). *Spaces Speak, Are You Listening? Experiencing Aural Architecture*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Briggs, C. A. (1961). *A to Z in Audio*. New York, NY: Gernsback Library, Inc.
- Campbell, D., Jones, E. & Glavin, M. (2009). Audio Quality Assessment Techniques – A Review, and recent developments. *Signal Processing*, 89(8), 1489–1500.
- de Cheveigné, A. (2010). Pitch Perception. Teoksessa D. R. Moore (toim.) *Oxford Handbook of Auditory Science: Hearing* (s. 71–104). New York, NY: Oxford University Press.
- Clark, M. H. (1999). Product Diversification. Teoksessa E. D. Daniel, C. D. Mee & M. H. Clark (toim.) *Magnetic Recording* (s. 92–109). New York, NY: IEEE Press.
- Clarke, E. J. (2007). The Impact of Recording on Listening. *Twentieth-century Music*, 4(1), 47–70.
- Clements, K. (1998). Compact Disc Technology. Teoksessa I. R. Sinclair (toim.) *Audio and Hi-fi Handbook (3rd Edition)* (s. 67–92). Oxford: Newnes.

- Corey, J. (2010). *Audio Production and Critical Listening: Technical Ear Training*. Burlington, MA: Focal Press.
- Corey, J. (2013). Technical ear training: Tools and practical methods. [Sähköinen versio]. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 19(1), 025016. [Viitattu 12.8.2014]. doi: 10.1121/1.4795853.
- Cowen, R. (2012). Archaeologist of Sound. *Science*, 335(6066), 278–280.
- Day, T. (2000). *A Century of Recorded Music – Listening to Musical History*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Deruty, E. & Tardieu, D. (2014). About Dynamic Processing in Mainstream Music. *Journal of Audio Engineering Society*, 62(1/2), 42–55.
- Dochtermann, J. (2010). *Big Studio Secrets for Home Recording and Production*. Boston, MA: Course Technology / Cengage Learning.
- Downes, K. (2010). Perfect Sound Forever. *Technology and Culture*, 15(2), 305–331.
- Dyson, F. (2009). *Sounding New Media: Immersion and Embodiment in the Arts and Culture*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Eerola, T., Ferrer, R., & Alluri, V. (2012). Timbre and Affect Dimensions: Evidence from Affect and Similarity Ratings and Acoustic Correlates of Isolated Instrument Sounds. *Music Perception*, 30(1), 49–70.
- Elborough, T. (2009). *Vinyl Countdown: The Album from LP to iPod and Back Again*. Washington, DC: Soft Skull Press.
- Engel, F. K. (1999). The Introduction of the Magnetophon. Teoksessa E. D. Daniel, C. D. Mee & M. H. Clark (toim.) *Magnetic Recording* (s. 47–71). New York, NY: IEEE Press.
- Epstein, M. & Marozeau, J. (2010). Loudness and Intensity Coding. Teoksessa D. R. Moore (toim.) *Oxford Handbook of Auditory Science: Hearing* (s. 45–69). New York, NY: Oxford University Press.
- Fuchs, P. A. (2010). Introduction and overview. Teoksessa P. A. Fuchs (toim.) *Oxford Handbook of Auditory Science: The Ear* (s. 1–15). New York, NY: Oxford University Press.
- Gallagher, M. (2008). *Music Tech Dictionary: A Glossary of Audio-Related Terms and Technologies*. Boston, MA: Course Technology / Cengage Learning.
- Gjerdingen, R. O. (2013). Psychologists and Musicians: Then and Now. Teoksessa D.

- Deutsch (toim.) *The Psychology of Music (Third Edition)* (s. 683–707). New York, NY: Elsevier.
- Gottlieb, G. (2007). *Shaping Sound in the Studio and Beyond: Audio Aesthetics and Technology*. Boston, MA: Course Technology.
- Greene, P. D. (2004). Introduction: Wired Sound and Music Cultures. Teoksessa P. D. Greene & T. Porcello (toim.) *Music Culture: Wired for Sound: Engineering and Technologies in Sonic Cultures* (s. 1–22). Middletown, CT: Wesleyan University Press.
- Gronow, P. & Saunio, I. (1990). *Äänilevyn historia*. Helsinki: WSOY.
- Harlander, N., Huber, R. & Ewert S. D. (2014). Sound Quality Assessment Using Auditory Models. *Journal of Audio Engineering Society*, 62(5), 324–336.
- Hartley, H. A. (1958). *Audio Design Handbook*. New York, NY: Gernsback Library, Inc.
- Higuchi, M., Nakamura, M., Toraichi, Y., Toraichi, K., Morooka, Y., Katagishi, K., Otsu, N. & Murakami, H. (2009). Ultrasound Influence on Impression Evaluation of Music. *Communications, Computers and Signal Processing – IEEE Pacific Rim Conference*, 709–714.
- Hirvonen, T. (2002). *Headphone Listening Test Methods*. Teknillinen korkeakoulu. Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto. Diplomityö.
- Hjortkjær, J. & Walther-Hansen, M. (2014). Perceptual Effects of Dynamic Range Compression in Popular Music Recordings. *Journal of Audio Engineering Society*, 62(1/2), 37–41.
- Hodgson, J. (2010). *Understanding Records: A Field Guide to Recording Practice*. London: Continuum International Publishing.
- Hood, J. L. (1998). Tape Recording. Teoksessa I. R. Sinclair (toim.) *Audio and Hi-fi Handbook (3rd Edition)* (s. 112–138). Oxford: Newnes.
- Huff, W. A. K. (2001). *Regulating the Future: Broadcasting Technology and Governmental Control*. Westport, CT: Greenwood Press.
- Huttunen, N. (2012). *Dynamiikka-alueen kompressoinnin havaitseminen ja vaikutus kuuntelukokemukseen*. Jyväskylän yliopisto. Musiikin laitos. Pro Gradu.
- IFPI (2014). Facts and Stats. [WWW-dokumentti]. IFPI. [Viitattu 10.5.2014]. Saatavissa: <http://www.ifpi.org/facts-and-stats.php>
- ISO (2012). Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and

- monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
[WWW-dokumentti]. ISO. [Viitattu 31.7.2014]. Saatavissa:
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8586:ed-1:v1:en>
- ITU (2014). *Recommendation ITU-R BS.1116-2 (06/2014): Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems*. Geneve: International Telecommunication Union.
- Katz, B. (2002). *Mastering Audio – The Art and the Science*. Burlington, MA: Focal Press.
- Katz, D. J. & Gentile, R. (2005). *Embedded Media Processing*. Oxford: Newnes.
- Katz, M. (2004). *Capturing Sound: How Technology Has Changed Music*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Kerins, M. (2010). *Beyond Dolby (Stereo): Cinema in the Digital Sound Age*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- King, R., Leonard, B. & Sikora, G. (2012). The Practical Effects of Lateral Energy in Critical Listening Environments. *Journal of Audio Engineering Society*, 60(12), 997–1003.
- Kivelä, H. (2012). *Näytetaajuuden ja bittisyvyyden vaikutus subjektiivisten äänenlaatuerojen arviointiin*. Jyväskylän yliopisto. Musiikin laitos. Kandidaatintutkielma.
- Koehl, V. & Paquier, M. (2013). A comparative study on different assessment procedures applied to loudspeaker sound quality. *Applied Acoustics*, 74(12), 1448–1457.
- Kuribayashi, R., Yamamoto, R. & Nittono, H. (2014). High-resolution music with inaudible high-frequency components produces a lagged effect on human electroencephalographic activities. *Clinical Neuroscience: NeuroReport*, 25(9), 651–655.
- LaBelle, B. (2010). *Acoustic Territories: Sound Culture and Everyday Life*. London: Continuum International Publishing.
- Law, L. N. C. (2012). *Assessing and Understanding Individual Differences in Music Perception Abilities*. The University of York. Department of Psychology. Väitöskirja.
- Lavry, D. (2012). The Optimal Sample Rate for Quality Audio. [WWW-dokumentti]. Lavry Engineering Inc. [Viitattu 20.8.2014]. Saatavissa:
http://www.lavryengineering.com/pdfs/lavry-white-paper-the_optimal_sample_rate_for_quality_audio.pdf
- Lavry, D. (2001). Sampling Theory for Digital Audio. [WWW-dokumentti]. Lavry

- Engineering Inc. [Viitattu 20.8.2014]. Saatavissa:
<http://lavryengineering.com/pdfs/lavry-sampling-theory.pdf>
- Lefebvre, R. & Gournay, P. (2008). Speech Coders. Teoksessa D. Havelock, S. Kuwano & M. Vorländer (toim.) *Handbook of Signal Processing in Acoustics: Volume 1* (s. 587–620). New York, NY: Springer.
- Maes, J. & Vercammen, M. (2001). *Digital Audio Technology: A Guide to CD, Minidisc, SACD, DVD(A), MP3, DAT - 4th Edition*. Oxford: Focal Press.
- Manley, G. A. (2013). Mosaic Evolution of the Mammalian Auditory Periphery. Teoksessa B. C. J. Moore, R. D. Patterson, I. M. Winter, R. P. Carlyon & H. E. Gockel (toim.) *Basic Aspects of Hearing: Physiology and Perception* (s. 3–9). New York, NY: Springer.
- Manning, P. D. (2004). *Electronic and Computer Music*. Cary, NC: Oxford University Press.
- Mathews, M. (2001a). What Is Loudness? Teoksessa P. R. Cook (toim.) *Music, Cognition, and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics* (s. 71–78). Cambridge, MA: MIT Press.
- Mathews, M. (2001b). The Ear and How It Works. Teoksessa P. R. Cook (toim.) *Music, Cognition, and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics* (s. 1–10). Cambridge, MA: MIT Press.
- McAdams, S. (2013). Musical Timbre Perception. Teoksessa D. Deutsch (toim.) *The Psychology of Music (Third Edition)* (s. 35–67). New York, NY: Elsevier.
- Metzler, B. (2005). *Audio Measurement Handbook*. Beaverton, OR: Audio Precision.
- Meyer, E. B. & Moran, D. R. (2007a). Audibility of a CD-Standard A/D/A Loop Inserted into High-Resolution Audio Playback. *Journal of Audio Engineering Society*, 55(9), 775–779.
- Meyer, E. B. & Moran D. R. (2007b). Audibility of a CD-Standard A/D/A Loop Inserted into High-Resolution Audio Playback: Sources, Venues and Equipment. [WWW-dokumentti]. The Boston Audio Society. [Viitattu 12.8.2014]. Saatavissa:
<http://www.bostonaudiosociety.org/explanation.htm>
- Nederström, N. (2004). *Äänenlaadun arvioiminen, asiantuntijuus ja erilaiset sokkokuuntelumenetelmät*. Helsingin yliopisto. Käyttätymistieteellinen tiedekunta. Pro gradu.
- Nishiguchi, T., Hamasaki, K., Ono, K., Iwaki, M. & Ando, A. (2009). Perceptual

- discrimination of very high frequency components in wide frequency range musical sound. *Applied Acoustics*, 70(7), 921–934.
- Ogden, J. R., Ogden, D. T. & Long, K. (2011). Music Marketing: A History and landscape. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 18(2), 120–125.
- Olive, S. E., Schuck, P. L., Sally, S. L. & Bonneville, M. E. (1994). Effects of Loudspeaker Placement on Listener Preference Ratings. *Journal of Audio Engineering Society*, 42(9), 651–669.
- Olive, S. E. (2003). Differences in Performance and Preference of Trained versus Untrained Listeners in Loudspeaker Tests: A Case Study. *Journal of Audio Engineering Society*, 51(9). 806–825.
- Oohashi, T., Nishina, E., Honda, M., Yonekura, Y., Fuwamoto, Y., Kawai, N., Maekawa, T., Nakamura, S., Fukuyama, H. & Shibasaki, H. (2000). Inaudible High-Frequency Sounds Affect Brain Activity: Hypersonic Effect. *Journal of Neurophysiology*, 83(6), 3548–3558.
- Oohashi, T., Kawai, N., Nishina, E., Honda, M., Yagi, R., Nakamura, S., Morimoto, M., Maekawa, T., Yonekura, Y. & Shibasaki, H. (2006). The role of biological system other than auditory air-conduction in the emergence of the hypersonic effect. *Brain Research*, 1073–1074, 339–347.
- Osborne, R. (2012). *Ashgate Popular and Folk Music Series: Vinyl: A History of the Analogue Record*. Abingdon: Ashgate Publishing Group.
- Owsinski, B. (2007). *Mastering Engineer's Handbook: The Audio Mastering Handbook (2nd edition)*. Boston, MA: Course Technology / Cengage Learning.
- Owsinski, B. (2006). *Mixing Engineer's Handbook (2nd Edition)*. Boston, MA: Course Technology / Cengage Learning.
- Owsinski, B. (2004). *Recording Engineer's Handbook*. Boston, MA: Course Technology
- Oxenham, A. J. (2013). The Perception of Musical Tones. Teoksessa D. Deutsch (toim.) *The Psychology of Music (Third Edition)* (s. 1–33). New York, NY: Elsevier.
- Park, T. H. (2010). *Introduction to Digital Signal Processing: Computer Musically Speaking*. Singapore: World Scientific Publishing.
- Patil, K., Pressnitzer, D., Shamma, S. & Elhilali, M. (2012). Music in Our Ears: The Biological Bases of Musical Timbre Perception. [Sähköinen versio]. *PLoS Computational Biology*, 8(11). [Viitattu 28.7.2014]. doi:

10.1371/journal.pcbi.1002759

- Perlman, M. (2004). Golden Ears and Meter Readers: The Contest for Epistemic Authority in Audiophilia. *Social Studies of Science*, 34(5), 783–807.
- Pickles, J. (2012) Introduction to the Physiology of Hearing (4th Edition). Bradford: Emerald Insight.
- Pierce, J. (2001). Sound Waves and Sine Waves. Teoksessa P. R. Cook (toim.) *Music, Cognition, and Computerized Sound: An Introduction to Psychoacoustics* (s. 37–56). Cambridge, MA: MIT Press.
- Pitt, M. A. (1994). Perception of Pitch and Timbre by Musically Trained and Untrained Listeners. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 20(5), 976–986.
- Pohlmann, K. C. (1992). *The Compact Disc Handbook – 2nd Edition*. New York, NY: Oxford University Press.
- Rawson, E. (2006). Perfect Listening: Audiophilia, Ambiguity, and the Reduction of the Arbitrary. *The Journal of American Culture*. 29(2), 202–212.
- Rogers, J. (2013). *Death and Life of the Music Industry in the Digital Age*. London: Bloomsbury Academic.
- Salminen, A. (2011). *Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasa: Vaasan yliopisto.
- Schatz, R., Egger, S. & Masuch, K. (2012). The Impact of Test Duration on User Fatigue and Reliability of Subjective Quality Ratings. *Journal of Audio Engineering Society*, 60(1/2), 63–73.
- Schinkel-Bielefeld, N., Lotze, N. & Nagel, F. (2013). Audio quality evaluation by experienced and inexperienced listeners. [Sähköinen versio]. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 19(1). [Viitattu 28.7.2014] doi: 10.1121/1.4799190.
- Schneider, A. & von Ruschkovski, A. (2011). Techno, Decibels, and Politics: an Empirical Study of Modern Dance Music Productions, Sound Pressure Levels, and ‘Loudness Perception’. Teoksessa A. Schneider & A. von Ruschkovski (toim.) *Hamburger Jahrbuch für Musikwissenschaft, Volume 28 : Systematic Musicology : Empirical and Theoretical Studies* (s. 13–62). Frankfurt: Peter Lang AG.
- Smimite, A., Beghdadi, A. & Chen, K. (2013). Investigating “The Experience Effect” in Audio Quality Assessment. *Telecommunications Forum (TELFOR)*, 2013 21st, 769–

772.

- Stanković, S., Orović, I. & Sejdić, E. (2012). *Multimedia Signals and Systems*. New York, NY: Springer.
- Sterne, J. (2003). *The Audible Past: Cultural Origins of Sound Reproduction*. Durham & London: Duke University Press.
- Swanson, D. C. (2008). Acoustic Data Acquisition. Teoksessa D. Havelock, S. Kuwano & M. Vorländer (toim.) *Handbook of Signal Processing in Acoustics: Volume 2* (s. 17–32). New York, NY: Springer.
- Tervo, S., Laukkanen, P., Pätynen, J. & Lokki, T. (2014). Preferences of Critical Listening Environments Among Sound Engineers. *Journal of Audio Engineering Society*, 62(5), 300–314.
- Watkinson, J. R. (1999). The History of Digital Audio. Teoksessa E. D. Daniel, C. D. Mee & M. H. Clark (toim.) *Magnetic Recording*. (s. 110–123). New York, NY: IEEE Press.
- Watkinson, J. R. (2001). *The Art of Digital Audio (3rd Edition)*. Oxford: Focal Press.
- White, G. D. & Louie, G. J. (2005). *Audio Dictionary (3rd Edition)*. Seattle, WA: University of Washington Press.
- Zielinski, S., Rumsey, F. & Bech, S. (2008). On Some Biases Encountered in Modern Audio Quality Listening Tests – A Review. *Journal of Audio Engineering Society*, 56(6), 427–451.