

# **Analogiset nauhat digitaaliseen muotoon**

Lauri Kuivanen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2013  
Viestintä  
Digitaalinen ääni & kauppa-  
linen musiikki

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Viestinnän koulutusohjelma  
Digitaalinen ääni & kaupallinen musiikki

LAURI KUIVANEN:  
Analogiset nauhat digitaaliseen muotoon

Opinnäytetyö 30 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Huhtikuu 2013

---

Opinnäytettyössä käsiteltiin kaksikanavaisten analoginauhojen digitointia. Työssä perehdyttiin analogisten nauhojen digitoinnin työvaiheisiin ja siihen mitä asioita tulisi ottaa huomioon digitointia tehdessä. Lisäksi työssä selvitettiin analogisen ja digitaalisen äänen eroja ja sitä, miten nämä erot vaikuttaa äänen tallentamiseen. Opinnäytteen tavoitteena oli löytää toimiva työtapana nauhojen digitointiin sekä siirtää aineistona olevat analogiset konserttitallenteet digitaaliseen muotoon.

Digitoidut nauhat olivat konserttitallenteita, jotka oli nauhoitettu 70- ja 80-luvuilla amatööriäänittäjän toimesta. Konsertteja digitointiin 17 kappaletta. Konserteissa esiintyivät Mikkelin orkesteri sekä Mikkelin oopperayhdistys. Suurin osa teoksista oli äänitetty c-kasetille. Osa teoksista oli nauhoitettu kelanauhalle. Digitoinnin yhteydessä äänitteet restauroitiin. Käytännössä tämä tarkoitti kohinanpoistoa, sekä äänitteiden taajuusvasteiden korjaamista. Lopulliset versiot digitoiduista teoksista välitettiin myös Mikkelin orkesterille, joka vietti vuonna 2013 110-juhlavuottaan.

Nauhoja digitoitaessa keskeistä on saada nauhoilla oleva informaatio sellaiseen muotoon, että se säilyy. Lisäksi klassista musiikkia digitoidessa olisi hyvä, että alkuperäisen konsertin äänikuva välittyisi mahdollisimman luonnollisen kuuloisena myös digitoidussa äänitteessä. Amatööriäänittäjien tekemät konserttitallenteet sattavat olla äänenlaadultaan välttäviä. Tällöin äänitettä digitoivan on tehtävä kompromissi luonnollisen äänikuvan suhteen ja keskityttävä siihen, että äänitteen olennaiset asiat välittyisivät digitoituun versioon äänitteestä.

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Media  
Digital Sound and Commercial Music

LAURI KUIVANEN:  
Analog Tapes into Digital Form

Bachelor's thesis 30 pages, appendices 1 page  
April 2013

---

This thesis deals with digitizing two-channel analog tapes. The purpose was to familiarize with the digitization of tapes and the factors that should be considered. The thesis also clarifies the differences between analog and digital audio and how these differences influence on storing audio. The goal of the thesis was to find out a functional workflow for digitizing a tape and for transferring some analog concert tapes into the digital form.

The digitized tapes were concert recordings made in the 1970's and 1980's by an amateur recordist. 17 concerts performed by Mikkeli Orchestra and Mikkeli Opera Society were digitized. The concerts were mainly recorded on C-cassettes. Some of the concerts were recorded on reels. The recordings were restored during the digitizing, which practically meant removing noise and fixing frequency responses. The final versions of the digitized works were also delivered to Mikkeli Orchestra that celebrated its 110th anniversary in 2013.

When digitizing, it is important to get the information on the tapes into the form that remains. When digitizing classical music, it is important to preserve the natural tone of the original concert. The sound quality of the concert tapes recorded by amateur recordists can be insufficient. The digitizer must compromise the natural tone and focus on delivering the essential things into the digitized version of the tape.

---

Key words: digitizing, audio tapes, analog, digital

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	VIITEKEHYS .....	7
3	ÄÄNITTEIDEN DIGITOINTI .....	8
	3.1 Analogisesta digitaaliseksi.....	8
	3.2 Analoginen audiosignaali.....	8
	3.3 Ongelmat analogisessa tallentamisessa.....	9
	3.4 Digitaalinen audiosignaali .....	9
	3.5 Ongelmat digitaalisessa tallentamisessa .....	10
	3.6 Tilantarvevertailu.....	10
4	PROSESSI.....	12
	4.1 Lähtökohdat .....	12
	4.2 Nauhurin huolto .....	12
	4.3 Nauhurin kytkeminen äänikorttiin .....	13
	4.4 Nauhurin säädöt ja asetukset.....	14
	4.5 Esimagnetointi .....	15
	4.6 Äänikortin ja sekvensserin asetukset .....	16
	4.7 Äänitys .....	16
	4.8 Kohinanpoisto .....	16
	4.9 Taajuuskorjaimen käyttö.....	18
	4.10 Dynamiikan hallinta.....	19
	4.11 Stereokuvan leveys .....	20
	4.12 Kaiun käyttö.....	20
	4.13 Äänitteen masterointi .....	21
	4.14 Varmuuskopiointi .....	24
5	DIGITOINTIPROJEKTIN TAUSTAT .....	25
6	OMAT HAVAINNOT .....	27
7	POHDINTA.....	29
	LÄHTEET .....	30
	LIITTEET .....	31

## 1 JOHDANTO

Sain idean opinnäytetyöhöni joulukuussa 2011. Isovanhempieni talosta löytyi tuolloin vanhoja c-kasetteja ja kelanauhoja. Osissa nauhoissa oli ainutkertaisia isoisäni itse tekemiä äänityksiä Mikkelin orkesterin sekä Mikkelin oopperayhdistyksen esittämistä teoksista 70 ja 80-luvuilta. Lähisukulaiseni kyseli minulta, olisiko näitä nauhoja mahdollista siirtää digitaaliseen muotoon ja tuolloin päätin tehdä kyseisestä digitointiprojektista opinnäytetyöni. Sain opinnäytteeseeni apurahan Suomen kulttuurirahastolta, koska alkuperäiset nauhat nähtiin merkittävänä osana Mikkeliläistä kulttuuriperintöä ja niiden digitointia pidettiin tärkeänä. Lopulliset versiot digitoiduista teoksista toimitan Mikkelin orkesterille, koska he ovat olleet nauhoista kiinnostuneita.

Opinnäytteeni koostuu kolmesta osa-alueesta. Ensimmäisessä osassa perehdyn digitoinnin eri vaiheisiin. Keskeistä tässä osiossa ovat digitaalisen ja analogisen äänen erot ja kuinka ne vaikuttavat äänisignaalin käyttäytymiseen. Lisäksi käyn läpi, kuinka näitä signaaleita on mahdollista tallentaa. Käyn myös itse digitointiprosessin vaihe vaiheelta läpi ja selitän, miten digitointi tulisi toteuttaa.

Toinen osuus on mediaosa, joka koostuu lyhyistä katkelmista teoksista, joita olen digitoinut. Digitoin 17 teosta ja materiaalia kertyi kokonaisuudessaan noin 40 tuntia. Koska materiaalia kertyi niin paljon, koostin mediaosuuteen erilaisia pätkiä digitoimastani materiaalista.

Viimeisessä osuudessa käyn läpi digitointiprojektini etenemistä ja pohdin, kuinka asiat sujuivat. Projekti osoittautui todella aikaa vieväksi ja jouduin tekemään osan työstä kahden kertaan tekemieni virheiden vuoksi. Alkuperäisten nauhojen yhteydessä ei ollut informaatiota itse äänityksistä, joten jouduin kuuntelemaan äänitteitä paljon saadakseni esimerkiksi kuvan, minkälaisessa tilassa äänitteet on aikanaan nauhoitettu.

TAULUKKO 1. Ajankäyttö

	Suunniteltu	Toteutunut
Nauhojen hankkiminen	10	10
Nauhojen digitointi	120	150
Miksaus	70	100
Raportti	70	80
Tekniikkaan tutustuminen	50	50
Laitteiden huolto	10	10

## 2 VIITEKEHYS

Toteutin digitointiprojektin aikavälillä 2012-2013. Analogisen nauhamateriaalin digitointi toteutettiin suurilta osin kesän 2012 aikana ja materiaalin prosessointi syksyllä 2012. Projektissa digitoin vanhoja ääninauhoja, jotka sisälsivät konserttitallenteita 70 ja 80-luvuilta. Konserttitallenteet olivat ainutkertaisia eikä niitä oltu aikaisemmin digitoitu. Konserteissa esiintyvät Mikkelin orkesteri sekä Mikkelin ooppera.

Toteutin digitoinnin c-kasettinauhurin, ulkoisen äänikortin sekä tietokoneen avulla. Tietokoneen äänitysohjelmistona käytin Logic pro -ohjelmistoa ja työasemana pientä Apple macbook -kannettavaa tietokonetta. Kuunteluna käytin kuulokekuuntelua.

### 3 ÄÄNITTEIDEN DIGITOINTI

#### 3.1 Analogisesta digitaaliseksi

Äänitteen digitoiminen tarkoittaa analogisessa muodossa olevan tallenteen siirtämistä digitaaliseen muotoon. Analogisesti tallennetut nauhat rappeutuvat ja niiden äänenlaatu huononee ajan kuluessa, joten jos äänitteen haluaa säilyvän hyvälaatuisena pidempään, tulisi äänite digitoida. Digitaalisessa muodossa olevissa äänitteissä ääni pysyy samanlaisena kuin se on tallennettu medialle. Digitaalisesta äänitteestä on myös mahdollista ottaa kopiota, jotka vastaavat täysin tallennettua äänitettä. Tallennusmedian vioittuminen voi tosin johtaa siihen, ettei digitaalista äänitettä voi enää toistaa. (Puustinen 2011, 5.)



KUVA 1: C-kasetteja ja kelanauhoja (Kuva: Lauri Kuivanen 2013)

#### 3.2 Analoginen audiosignaali

Jotta voisimme tallentaa ja käsitellä ääntä, ääni täytyy muuntaa ensin analogiseen muotoon. Äänet, joita aistimme, ovat värähtelevien kappaleiden aiheuttamia muutoksia mei-



tä ympäröivässä ilmassassa. (Laaksonen 2006, 4.) Mikrofonit pystyvät muuntamaan näitä muutoksia sähköisiksi signaaleiksi, joita vahvistamalla ne on mahdollista tallentaa esimerkiksi ääninauhalle. Tämä tapahtuu siten, että nauhurin äänipää muuttaa mikrofonin tuottamat sähköiset jännitteenvaihtelut muuttuvaksi magneettikentäksi. Ääninauhan kulkiessa magneettikentän ohi nauhassa olevat metallioksidishiukkaset muuttavat asentoaan vastaamaan sillä hetkellä olevaa magneettikenttää. Kaikki nauhassa olevat hiukkaset eivät kuitenkaan vaihda asentoaan ja tämä ilmenee nauhakohinana kun nauhaa kuunnellaan. (Mäkelä 2002, 45.) Analogista nauhoitetta kuunnellessa nauhuri lukupää kääntää tallennusmediassa olevan magneettisen informaation takaisin sähköisiksi jännitteen muutoksiksi. Tätä signaalia vahvistamalla ja ohjaamalla sen kaiuttimeen saamme aikaan ilmanpaineen vaihtelua, jonka kuulemme äänenä. (BASF-ääninauhaopas, 16.)

### **3.3 Ongelmat analogisessa tallentamisessa**

Vanhat ääninauhat alkavat ajan myötä kohista ja äänenlaatu saattaa heiketä. Tämä johtuu siitä, että kun analogisesti tallennettua ääninauhaa kuunnellaan ja kelataan, tallennusmediassa oleva magneettinen informaatio muuttaa muotoaan. Lämpötilojen vaihtelu, kosteuden muutokset, suora auringonvalo ja monet muut tekijät aiheuttavat muutoksia nauhassa olevaan magneettiseen informaatioon. Kopioitaessa analogista äänitettä alkuperäisessä tallenteessa tapahtuneet muutokset ja äänitteen siirrosta aiheutuneet häiriöt huonontavat äänitekopion laatua. Analoginen äänitekopio ei vastaa alkuperäistä tallennetta. (Laaksonen 2006, 80.)

### **3.4 Digitaalinen audiosignaali**

Digitaalinen audiosignaali saadaan aikaiseksi analogisesta signaalista. Perusideana on, että analogisen signaalin jännitteen vaihteluita kuvataan binäärimuodossa olevalla numeerisella lukusarjalla. Binäärimuoto tarkoittaa sitä, että haluttu luku esitetään lukusarjana, jossa käytetään ainoastaan nollia ja ykkösiä. Kun signaali muutetaan analogisesta muodosta digitaaliseksi, signaali näytteistetään, eli signaalin jännitteestä otetaan todella tihein välein näytteitä. Esimerkiksi cd-levyllä käytetään 44.1 kHz näytteenottotaajuutta, eli muunnos analogisesta digitaaliseksi on tehty siten, että näytteitä on otettu 44100 kappaletta jokaisen sekunnin aikana. Kullakin hetkellä saatu näyte joudutaan kvan-

tisoimaan eli määrällistämään. Kvantisoinnissa saatu näyte pyöristetään lähimpänä olevaan arvoon, joka voidaan esittää binäärimuodossa. Digitaalisen tallenteen dynaaminen vaihtelualue on jaettu tasaisesti arvoihin. Tallennustarkkuus, eli resoluutio, on esimerkiksi cd-levyllä 16 bittiä, jolloin binäärimuotoisen lukujononpituus on 16 merkkiä. Jokainen lukusarjan numero voi olla nolla tai ykkönen ja tällöin ääni voi saada  $2^{16}=65536$  erilaista arvoa dynaamisella alueella. Jokaisella bitillä on mahdollista esittää 6 desibelin dynaaminen alue, joten 16 bitillä alue on 96 desibeliä. Saaduista näytteistä rakennetaan lukujono, jota on mahdollista tallentaa kiintolevylle tai muulle medialle. (Laaksonen 2006, 71.) Tallennuksen jälkeen ääntä voi prosessoida mm. erilaisten sekvensseriohjelmistojen avulla. Digitaalinen audiosignaali on mahdollista purkaa takaisin analogiseksi signaaliksi. Kvantisoinnista ja näytteistämisestä johtuen digitaalisesti tallennettu ääni ei aaltomuodoltaan vastaa analogista signaalia. (Laaksonen 2006, 78.)

### 3.5 Ongelmat digitaalisessa tallentamisessa

Digitaalisesti tallennettu ääni ei täydellisesti vastaa informaatioltaan alkuperäistä analogista signaalia. Rajoitetusta dynaamisesta alueesta johtuen digitaalinen signaali säröytyy heti, kun signaali ylittää maksimitason. Lisäksi digitaalinen signaali ei pysty toistamaan taajuuksia, joita ei pystytä esittämään käytetyllä näytteenottotaajuudella. Tätä kutsutaan Nyquistin teoriaksi. (Ten minute masters 2006, 49.) Teorian mukaan näytteenottotaajuuden on oltava kaksi kertaa suurempi, kuin korkein digitoitavan signaalin taajuus. Tämä johtuu siitä, että kutakin täyttä aaltoa kohden on saatava vähintään kaksi näytettä. Tällöin on mahdollista tallentaa tieto aallon molemmilla puolilla olevista huippuarvoista. (Laaksonen 2006, 67.)

### 3.6 Tilantarvevertailu

Analogisen äänitteen vaatimaa fyysistä tilaa voidaan esittää nopealla laskutoimituksella. Yhdelle tavalliselle c-kasetille mahtuu kaksikanavaista ääntä 30-120 minuuttia. (Krogerus 1970, 57.) Esimerkiksi kahden terabitin kiintolevylle mahtuu noin 120000 minuuttia stereoääntä, joka on tallennettu 48kHz näytteenottotaajuudella sekä 24bit:in resoluutiolla. (Laaksonen 2006, 175.) Jos vastaava määrä ääntä laitettaisiin esimerkiksi 90 minuutin kaseteille, niitä kuluisi noin 1300 kappaletta. Kahden terabitin kiintolevy painaa noin

kilon, mutta vastaavan tallennuskapasiteetin omaava kasettimäärä painaisi jo noin 85 kiloa. Lisäksi jos nämä kasetit laitettaisiin päällekkäin, olisi pinon korkeus huimat 22 metriä. Näiden laskutoimitusten jälkeen on selvää, miksi analogisesta tekniikasta on siirrytty digitaalitekniikkaan. Analogisessa äänite vie moninkertaisesti tilaa verrattuna digitaaliseen ääneen. Etenkin, jos säilytettävää materiaalia on paljon, on digitaalisuus hyvä vaihtoehto.

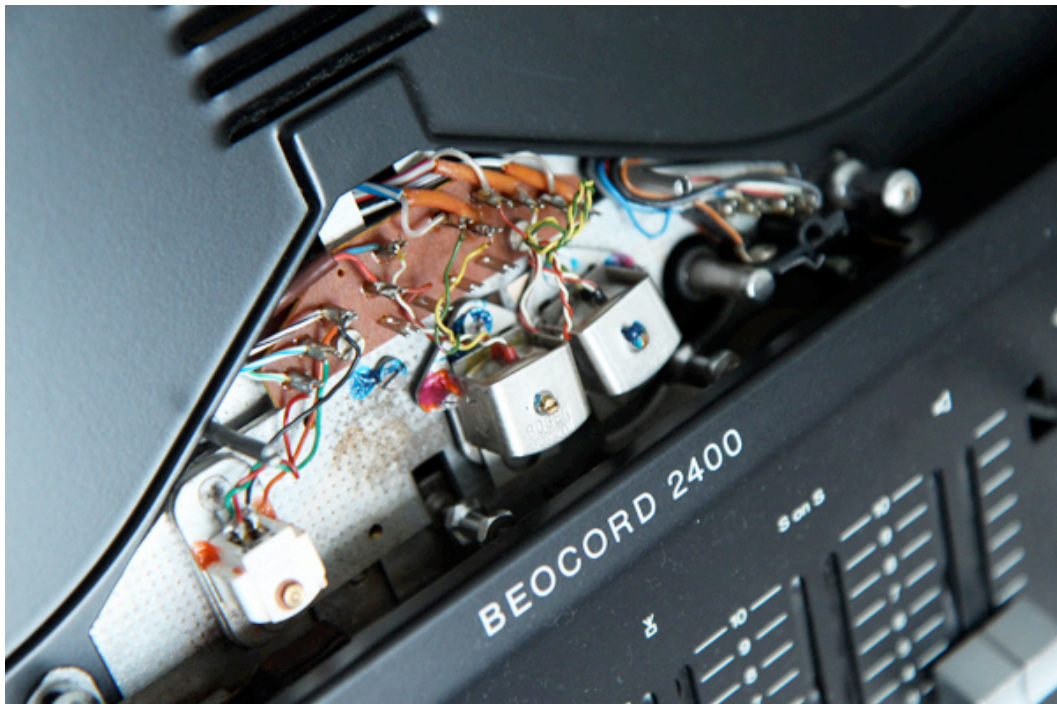
## 4 PROSESSI

### 4.1 Lähtökohdat

Koko digitointiprosessi lähtee siitä, että digitoitavan analogisignaalin on oltava mahdollisimman hyvälaatuinen. Analogilähteen, eli esimerkiksi nauhurin, täytyy olla asianmukaisesti huollettu ja toistoasetuksien täytyy olla kunnossa, jotta analoginen signaali voidaan muuttaa laadukkaasti digitaaliseksi. Myös signaalitien digitaalisen osan tulee olla mahdollisimman korkealaatuinen.

### 4.2 Nauhurin huolto

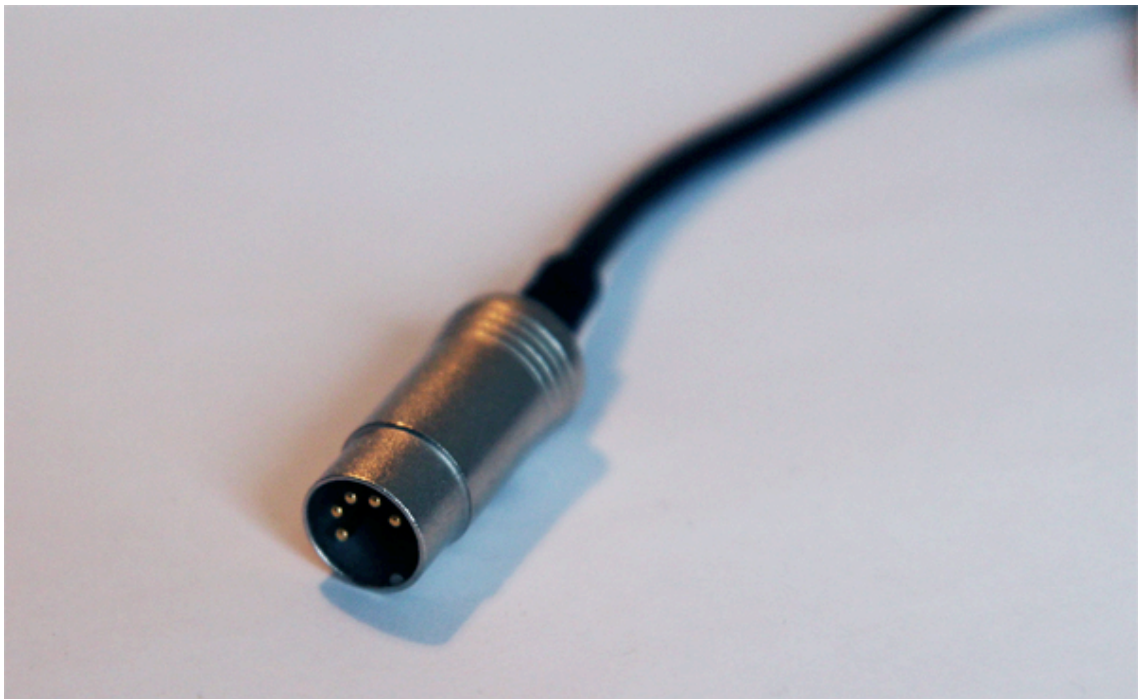
Paraskin nauhuri tarvitsee säännöllistä huoltoa toimiakseen hyvin. Nauhoja kuunneltaessa irtoaa nauhapölyä, joka haittaa nauhurin toimintaa. Irronnut pöly tulisi poistaa säännöllisesti nauhurista. Puhdistukseen suositellaan isopropyylialkoholilla kostutettua pellavatilkkua, jolla sitten varovaisesti pyyhitään nauhurin osat, joiden kautta nauha kulkee. Tämän lisäksi nauhuri tulee käsitellä määräajoin demagnetointikelalla. Nauhan pyöriessä nauhurissa syntyy hankaussähköä, joka magnetoi nauhurin eri osia. Magneettisuus täytyy aika ajoin poistaa, jotta nauhuri toimisi hyvin. (Krogerus 1970, 25.)



KUVA 2: Nauhurin äänipäät ja nauhaohjaimet (Kuva: Lauri Kuivanen 2013)

### 4.3 Nauhurin kytkeminen äänikorttiin

Vanhat nauhurit saattavat käyttää erilaisia liitäntöjä kuin uudet. Nykylaitteet käyttävät yleisesti rca-liitäntää, jossa vasen ja oikea kanava ovat omilla liittimillään. Vanhemmissa laitteissa esiintyy Din-liitäntää. Kyseisellä liitännällä laite on mahdollista kytkeä muihin äänilaitteisiin esimerkiksi nauhoitusta tai äänen kuuntelua varten. Din-liittimestä on olemassa eri pinnimäärällä olevia versioita. Nauhureissa käytetyllä viisipinnisellä liitännällä on mahdollista kytkeä laite siten, että se saa yhden stereokanavan sisäänpäin ja toisen ulos. (Mäkelä 2002, 35.)



KUVA 3: Viisipinninen Din-liitin. Midi-kaapeleissa käytetään samanlaista liitintä. (Kuva: Lauri Kuivanen 2013)

Äänikortin päässä nauhurilta tuleva stereosignaali kytketään kahteen linjatasoiseen sisään-tuloon. Linjatasoksi kutsutaan signaalia, jonka voimakkuus on 1,55 voltia. Molempien kanavien vahvistustasoa on mahdollista muuttaa.

#### 4.4 Nauhurin säädöt ja asetukset

Itse digitointiprosessi alkaa tarvittavien säätöjen ja asetusten löytämisestä käytettävässä laitteistossa. Lähtökohdana hyvään lopputulokseen on tasokkaan analoginauhurin käyttö oikealla pyörimisnopeudella ja oikeanlaisella kohinanpoistoasetuksella. Kelanauhureissa on mahdollista käyttää eri toistonopeuksia. Digitointia tehdessä tulee valita sama nopeus, jolla äänitys on alunperin tehty. Musiikin äänittämiseen suositellaan korkeinta nauhanopeutta. Todennäköisesti tämä on ollut nauhan äänittäjällä tiedossa. Siksi oikean toistonopeuden etsiminen on luontevinta aloittaa korkeasta nopeudesta. Jos ääni nauhaa toistettaessa kuulostaa luonnottomalta, on pyörimisnopeus väärä. (Beocord 2400 manual, 7.)

C-kasetteja digitoitaessa täytyy nauhurista valita käytettävän nauhan tyyppi. Nauhoja on olemassa neljää eri tyyppiä. Nauhoissa käytetty materiaali vaihtelee ja ne käyttäytyvät äänittäessä eri tavalla. Tyypin II ja IV nauhat ovat laadultaan parhaimpia laajan taajuusvasteen ja tasaisen suorituskyvyn takia. (Dollin 1987, 39.) Lisäksi nauhureissa käytetään kohinanvaimennustekniikka, jonka profiili täytyy valita nauhurista ennen toiston aloittamista.



KUVA 4: Nauhanopeutta voi säädellä kuvassa keskellä olevalla kolmiasentoisella kytkimellä. Kuvassa Beocord 2400 kelanauhuri. (Kuva: Lauri Kuivanen 2013)



#### 4.5 Esimagnetointi

Eri nauhatyyppiä olevat kasetit tarvitsevat erisuuruisen esimagnetointivirran. Tämän vuoksi nauhurissa on erillinen nauhatyyppinvalitsin. Tällä valinnalla nauhurin esimagnetointivirta säädetään oikeaksi. Oikealla bias- eli esimagnetointivirralla nauhan taajuusvaste on tasainen, mutta jos säätö on pielessä, matalien ja korkeiden taajuuksien keskinäinen balanssi saattaa olla väärä. Joissain kasettinauhureissa on hienosäätö bias-virralla. Hienosäätöä voi joutua käyttämään silloin, kun halutaan, että nauhan taajuusbalanssi on juuri oikea. Tarkka bias-virran säätö vaatii mittalaitteen käyttöä. (Koistinen 2000, 294.)



KUVA 5: Onkyo TA-2027 c-kasettinauhurin painikkeet. Kytkimet sijaitsevat mikrofoniiliitäntöjen päällä, vasemmalta oikealle: nauhatyyppinvalinta, kohinanvaimennusprofiili, bias-virran hienosäätö sekä kanavatasapainonsäätö (Kuva: Lauri Kuivanen 2013)

#### 4.6 Äänikortin ja sekvensserin asetukset

Nauhurista analogisignaali siirtyy äänikortille, joka muuntaa nauhurilta saapuvan analogisen signaalin digitaalseksi. Ensimmäiseksi äänikortista täytyy määrittää sopiva vahvistustaso. Tätä varten on tärkeää tutustua nauhan äänimateriaaliin, jotta materiaalin voimakkaimmat kohdat löytyvät. Jos materiaali äänitetään liian suurella vahvistustasolla, digitaalinen ääni voi säröytyä, eikä ongelmaa saa korjattua enää jälkikäteen. Sopiva arvo huipuille on noin -3 desibeliä. (Puustinen 2011, 20.) Tietokonepohjainen sekvensseri-ohjelmisto tallentaa digitaalisessa muodossa olevan äänen ja mahdollistaa tarvittavien korjauksien suorittamisen ääninauhalle. Sekvensseri-ohjelmistossa määritetään digitaalisen äänen tallennusformaatti ja laatuasetukset. Nykyisin suositellaan vähintään 48 kHz:n näytteenottotaajuutta sekä 24 bitin resoluutiota. (Puustinen 2011, 20.) Kaksikanavaiselta analogilähteeltä digitoidessa voidaan aina käyttää samanlaisia asetuksia, joten on kannattavaa luoda oletusasetukset, ettei asetusten valintaa tarvitse tehdä jokaisella kerralla uudestaan. Aikaa säästyy, kun oikeat asetukset ovat valmiiksi tallennettuna ohjelmistoon. Laitteiston asetusten löytymisen jälkeen digitointi etenee suoraviivaisesti. Osalle nauhatyypeistä on mahdollista tallentaa ääntä kahteen suuntaan. Tämä aiheuttaa sen, että nauha on käännettävä ympäri ensimmäisen puolen lopussa.

#### 4.7 Äänitys

Äänityksessä on tarkkailtava signaalitasoja, jotta digitaalinen ääni ei säröytyisi. Alkuperäisen nauhan ongelmista on hyvä tehdä itselle muistiinpanoja jälkitöitä varten. Äänityksen yhteydessä on tärkeää siirtää alkuperäisen nauhan mukana tulleet tiedot digitaaliseen muotoon äänitteen yhteyteen. Tällaisia tietoja ovat kappaleen nimi, äänitysvuosi, äänityspaikka yms. Jos nauhoista on olemassa ulkopuolista tietoa, on tärkeää lisätä kaikki nauhaa koskevat tiedot digitaaliseen muotoon. (Puustinen 2011, 22.)

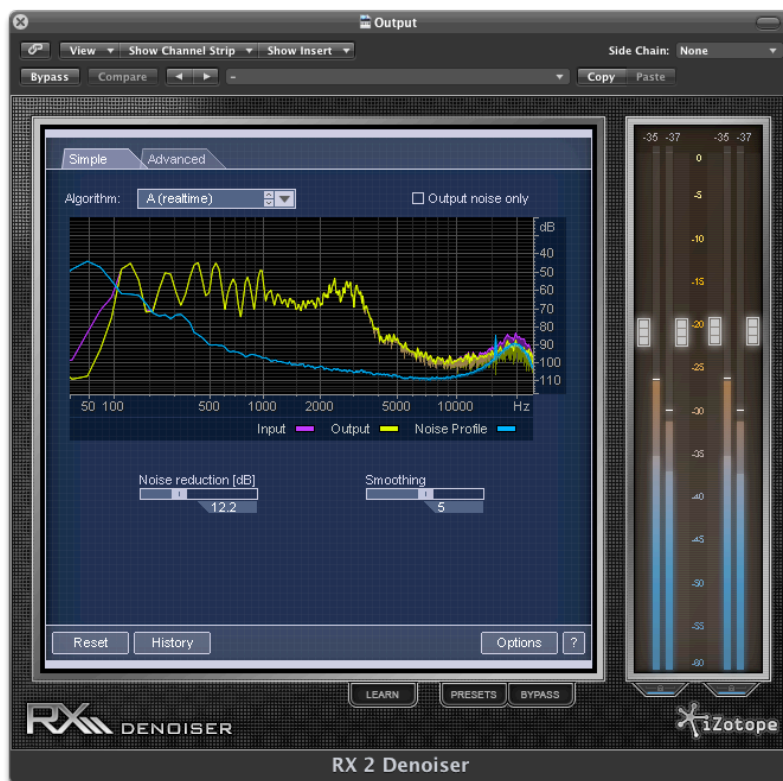
#### 4.8 Kohinanpoisto

Sähköisessä äänen vahvistamisessa syntyy väistämättä aina jonkin verran pohjakohinaa. Kohina on sattumanvaraista, eli kohina sisältää jokaista taajuutta yhtä paljon. (Laaksonen 2006, 58.) Tällaisen äänen poistaminen vaatii kompromisseja. Kohinaa poistettaes-



sa käy helposti siten, että myös hyötysignaali kärsii. Vanhoja äänitteitä restauroidessa tämä on ongelma, koska vanhoilla ja huonokuntoisilla nauhoilla saattaa esiintyä paljon kohinaa. Tämä johtuu siitä, että magneettiselle nauhalle tallennettu ääni on analogisessa muodossa ja ajan myötä nauhalla oleva magneettinen informaatio muuttuu. (Laaksonen 2006, 194.) Monissa kasettisoittimissa on itsessään jo erilaisia kohinanpoistomahdollisuuksia, mutta parhaan mahdollisen laadun saavuttamiseksi on kohinaa koitettava vähentää myös jälkikäteen tehtävällä prosessoinnilla. Käytännössä tämä tapahtuu sekvensserissä erilaisten lisäohjelmien (plug-in) avulla tai itsenäisellä ohjelmistolla.

Kohinanpoistoon pystyviä lisäohjelmia on tällä hetkellä markkinoilla useita. Yksinkertaisuudessaan kohinanpoisto-ohjelmalla tehdään profiili äänitteellä olevasta taustakohinasta. Ohjelma toimii tällöin dynaamisen suotimen tavoin. Tässä suotimessa koko taajuuskaista on jaettu useisiin kaistoihin, joista jokaista on mahdollista prosessoida yksitän. Jokaiselle kaistalle on mahdollista asettaa omat kynnyksarvot, joiden mukaan lisäohjelma pienentää ulos lähtevää signaalia. (Laaksonen 2006, 352.)



KUVA 6. Izotope:n kohinanpoistoon tarkoitettu lisäohjelma. Sininen käyrä kuvaa ohjelman luomaa kohinanpoistoprofiilia.

#### 4.9 Taajuuskorjaimen käyttö

Nauhojen restauroinnissa taajuuskorjain on yksi työkaluista, joilla tehdään korjauksia äänitteelle. Taajuuskorjaimella on mahdollista muuttaa signaalin taajuusjakaumaa. Korjaintyyppejä on neljä: ylipäästö, alipäästö, kaistapäästö sekä kaistanesto. Taajuuskorjainta käyttämällä on mahdollista muuttaa haluttujen taajuuksien suhteellista voimakkuutta. Taajuuskorjaimessa on kolme perusparametria jotka ovat taajuus, vahvistuksen määrä sekä kaistanleveys. Näitä kolmea parametria muuttamalla on mahdollista saada aikaan erityyppisiä korostuksia ja vaimentumia. (Laaksonen 2006, 319.)

Klassista musiikkia käsitellessä on usein tavoitteena saada mahdollisimman luonnollinen ja todenmukainen kuulokuva. (Laaksonen 2006, 317.) Suurimmat ratkaisut luonnollisen kuulokuvan puolesta tapahtuvat äänityksen yhteydessä. Äänityksessä käytetyt mikrofonitekniikat ja äänitystila vaikuttavat olennaisesti aikaansaatuun kuulokuvaan. Parhaimmassa tapauksessa taajuuskorjaimella tarvitsee ainoastaan hienosäätää äänikuvan väri. Jos äänite on hyvin säilynyt ja hyvin äänitetty, äänitteelle tehdään vain masterointia vastaava toimenpide. Jos äänessä on esimerkiksi tukkoisuutta, sen voi korjata taajuuskorjaimella. Taajuuskorjaimella kannattaa tehdä mahdollisimman pieniä ja leveitä korjauksia. Kapeat ja suuret korjaukset saattavat aiheuttaa ääneen sisäisen vaiheviritymän eli vaihevirheen. Laadukkailla taajuuskorjaimilla vaihevirhettä syntyy vähemmän. (Laaksonen 2006, 317.)

Alunperin taajuuskorjainta käytettiin erilaisten laitteiden ja signaaliteiden taajuusvasteiden tasoittamiseen. Vanhoja nauhoja restauroidessa tulee ottaa huomioon myös se seikka, että käytetyt laitteet ja signaalitiet ovat saattaneet värittää ääntä. Nykyisten äänilaitteiden sekä signaaliteiden taajuusvasteet ovat melko suoria. (Laaksonen 2006, 317.)

Ääninauvojen äänenlaatu saattaa heiketä ajan saatossa ja restauroinnissa vaaditaan tällöin suurempia toimenpiteitä. Ääni saattaa esimerkiksi olla todella ohut tai nauha saattaa sisältää runsaasi kohinaa. Lisäksi pitkiä äänityksiä restauroidessa tulee ottaa huomioon se, että teos saattaa olla nauhoitettu usealle eri nauhalle. Vaikka nauhat olisivat samaa mallia, ne ovat saattaneet kulua eri tavalla ja tämä saa aikaan sen, että nauhat saattavat kuulostaa erilaisilta. Jokainen nauha on yksilö. (Laaksonen 2006, 317.)

#### 4.10 Dynamiikan hallinta

Dynamiikan muuttaminen on restauroinnin yhteydessä mahdollista. Äänitettäessä analoginauhalle, itse nauhoituksessa tapahtuu jo kompressoitumista, joten suurille muutoksille ei ole välttämättä tarvetta. Ääntä kompressoitaessa täytyy olla tarkkana, koska dynamiikkaa rajoittaessa pohjakohina nousee. Jos äänite sisältää jo valmiiksi runsaasti kohinaa, saattaa prosessoidusta äänestä tulla kuuntelukelvoton. Ekspanderin käyttö saattaa olla hyödyksi, jos halutaan saada pohjakohinan tasoa alemmaksi. (Laaksonen 2006, 339.)

Ekspanderilla on mahdollista vaimentaa dynamiikka-alueen alapäässä olevia ääniä. Ekspanderille asetetaan äänenvoimakkuuden kynnsarvo, jonka alapuolella oleva ääni pienenee halutussa suhteessa. Ekspandereissa asetetaan ekspansiosuhde, joka esitetään murtolukuna. Murtoluku on aina lukua yksi pienempi ja se kuvaa laitteen käyttäytymistä ekspansioon aikana. Jos esimerkiksi laitteeseen saapuu signaali, joka alittaa kynnsarvon kolmella desibelillä ja ekspansiosuhde on 1:2, signaali pienenee suhteen mukaisesti kuuteen desibeliin. Ekspanderissa on myös mahdollista määrittää, kuinka nopeasti laite reagoi, kun signaali alittaa asetetun kynnsarvon. Ekspanderin paluuaika-parametrilla määritetään, kuinka nopeasti laite vaimentaa signaalin sen jälkeen, kun kynnsarvo on alitettu. Vastaavasti käynnistysaika-parametrilla määritetään, miten nopeasti laite palautuu, kun signaali on ylittänyt kynnsarvon. (Laaksonen 2006, 339.)



KUVA 7. Logic pro –ohjelmiston ekspanderi.

#### 4.11 Stereokuvan leveys

Digitoinnin yhteydessä on mahdollista muokata äänitteen stereokuvan leveyttä. Stereo-materiaalia digitoidessa tämä tapahtuu panoroimalla vasenta ja oikeaa kanavaa keskustaa kohden, jolloin kuulokuva kapenee. (Mäkelä 2002, 180.) Stereokuvan leveyttä voidaan myös muuttaa käyttämällä MS-tekniikkaa. Tekniikkaa käyttämällä on mahdollista rakentaa eräänlainen signaalimatriisi. Matriisin avulla voi prosessoida äänikentän laitoja ja keskustaa omina kokonaisuuksinaan. Tällöin stereokuvan leveyden määrittäminen tapahtuu yksinkertaisesti muuttamalla äänikentän laitojen ja keskustan voimakkuuksien välistä suhdetta. (Laaksonen 2006, 282.)

MS-matriisin yhteydessä on myös mahdollista käyttää taajuuskorjainta. Tällöin on mahdollista esimerkiksi kaventaa stereokuvaa vain jonkin tietyn taajuuden suhteen. Asettamalla ylipäästösuotimen signaalin laitakomponenttiin, kaventuu stereokuva matalien taajuuksien osalta. Tästä on hyötyä, kun halutaan selkeyttää äänikuvan alimpia taajuuksia.



KUVA 8. Voxengo-valmistajan MS-ohjelmisto.

#### 4.12 Kaiun käyttö

Jos alkuperäinen äänite kuulostaa liian kuivalta, on digitoituun äänitteeseen mahdollista lisätä kaikua muun prosessoinnin yhteydessä. Kaiuttaessa tilamikrofoneja tulee ottaa huomioon alkuperäisen tilan tuntu. Lisättävän kaiun sävy tulisi olla sama kuin alkuperäisen tilan. (Laaksonen 2006, 365.)

Audiosignaaliin on mahdollista lisätä kaikua kahdella eri tavalla. Keinostereokaiutuksessa alkuperäinen signaali kaiutetaan siten, että kaikulaitteelta palaava kaiutettu signaali panoroituu äänikuvan keskelle. Vaikka keinostereokaiutuksessa käytetään nimensä mukaisesti kahta ulostuloa kaiutetulle äänelle, ääni paikallistuu eri kohtaan stereokuvassa kuin alkuperäinen signaali. Kaiutettaessa stereoäänitystä olisi hyvä käyttää todellista stereokaiutusta. Tässä menetelmässä molemmat kanavat kaiutetaan erikseen ja prosessoitu signaali paikantuu stereokuvassa samaan kohtaan, kuin alkuperäinen signaali. (Laaksonen 2006, 365.)



KUVA 9. Space Designer –kaikuohjelmisto. Ohjelmistolla on mahdollista luoda keinostereokaikua sekä todellista stereokaikua.

#### 4.13 Äänitteen masterointi

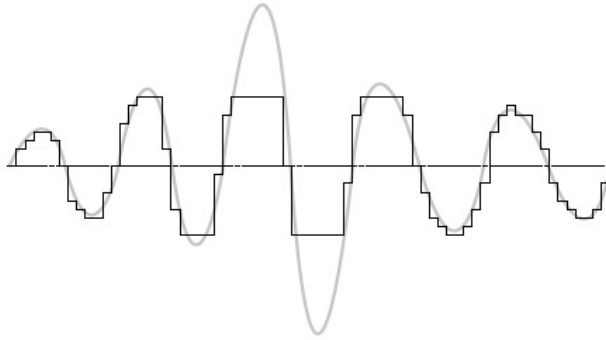
Lopuksi digitoitu äänite masteroidaan. Masteroinnissa hienosäädetään kappaleen dynamiikka ja taajuusvaste. Masteroinnissa olisi hyvä käyttää projektin ulkopuolista henkilöä, jotta saataisiin tuore näkemys kuulokuvaan. (Mäkelä 2002, 207.)

Hyvän lopputuloksen takia olisi hyvä, että äänitteen resoluutio ja näytteenottotaajuus säilytettäisiin masterointiin saakka. Cd-levylle päätyvä materiaali joudutaan kääntämään sekä 16 bittiseksi, että näytteenottotaajuudelle 44,1 kHz. Äänitteen konvertointi, eli resoluution ja näytteenottotaajuuden muuttaminen, olisi hyvä tehdä vasta masteroinnin yhteydessä. (Sound on sound 2004.) Tällöin masteroijan on mahdollista käsitellä äänitettä vielä mahdollisessa korkeammassa resoluutiassa. Tämä mahdollistaa äänitteen tarkemman käsittelyn.

16-bittisellä äänellä dynaaminen alue on 96 desibeliä. Dynaaminen alue on mahdollista esittää dBFS-asteikon avulla. Asteikon yläpäässä on arvo 0 dBFS. Tämä arvo kuvaa voimakkainta ääntä, joka on digitaalisesti mahdollista tallentaa. Jos ääni ylittää rajan 0 dBFS, ääni säröytyy. Arvo -96 dBFS kuvaa vastaavasti sen äänen tasoa, jota hiljaisempia ääniä 16-bittisellä resoluutiolla on mahdotonta tallentaa. (Laaksonen 2006, 83.) 96 desibelin dynaaminen alue kuulostaa suurelta. Kuitenkin digitaalisen äänen PCM-koodaustapa (Pulse Code Modulation) saa aikaan ongelman, kun analoginen signaali käännetään digitaaliseen muotoon. (Laaksonen 2006, 83.) 16-bittisen digitaalisen audio-signaalin näyte koostuu kahdesta 8-bittisestä tavusta. Koko tallennettava dynaaminen alue on jaettu näiden kahden tavun kesken. Ensimmäinen tavu kuvaa 16-bittisessä resoluutiassa signaalin voimakkuuden vaihtelua tasosta 0dBFS tasoon -48dBFS. Vastaavasti toinen tavu kuvaa tason -48dBFS ja tason -96 dBFS välistä vaihtelua. PCM-koodauksesta johtuen ensimmäinen tavu saa 16-bittisellä resoluutiolla käyttöönsä 65280 eri näytetasoa ja toinen tavu ainoastaan 256. (Laaksonen 2006, 83.) Ensimmäinen tavu käyttää siis noin 99% koko sanan käytössä olevista näytetasoista. Digitaalisen signaalin resoluutio on siis huomattavasti pienempi hiljaisella äänentasolla. Käytännössä tämä aiheuttaa sen, että digitaalinen signaali sekä kohisee, että säröytyy herkästi hiljaisilla äänentasoilla. (Laaksonen 2006, 83.)

Digitaalisen signaalin resoluutio on huono hiljaisilla voimakkuuksilla ja hiljaisilla tasoilla saattaa esiintyä häiritsevää kohinaa tai säröä. Ditheroinnilla eli kohinalinearisoinnilla on mahdollista poistaa huonon resoluution aiheuttamia ongelmia. (Laaksonen 2006, 84.) Ditheroinnissa äänitteeseen lisätään tahallisesti kohinaa, joka vähentää PCM-koodaustekniikasta johtuvaa hiljaisten äänten säröytymistä. (Laaksonen 2006, 85.) Digitaalisen signaalissa sanan viimeistä bittiä kutsutaan vähiten merkitseväksi bitiksi (LSB, Least Significant Bit). Viimeinen bitti hyppii hyötysignaalin mukaan siten, että bitin arvo on joko nolla tai yksi. Ongelma korostuu, koska hiljaisilla voimakkuuksilla

digitaalisen signaalin resoluutio on huono. Bitin hyppimisestä aiheutuu neliöaaltoa muistuttava aaltomuoto, jonka ihminen kuulee särönä. Ditheroinnissa äänitteeseen lisätään tasainen pohjakohina. Kohinan summautuu vähiten merkitsevän bitin aikaan saamaan neliöaaltoon ja särön määrä vähenee. (Laaksonen 2006, 87.) Digitaalinen signaali siis säröytyy, kun käännetty aaltomuoto syystä tai toisesta alkaa muistuttaa neliskanttista aaltoa. Tämä tapahtuu mm. silloin, kun signaalitaso 0 dBFS ylittyy.



KUVIO 1. Säröytynyt signaali. Säröytymisen johtuu tason 0 dBFS ylityksestä.

Masteroinnin yhteydessä on viimeinen hetki, kun äänitteen kuulokuvaan on mahdollista puuttua. Masterointi on mahdollista tehdä joko tietokone tai käyttämällä ulkoisia laitteita. Masteroinnissa olisi hyvä käyttää tarkinta mahdollista laitteistoa. Tällöin äänitteestä on mahdollista havaita pienimmätkin erot. (Katz 2007, 21.) On tärkeää, että äänite olisi mahdollisimman valmis ennen kun se masteroidaan. Jos äänitteeseen halutaan suurempia muutoksia, joudutaan miksaamaan uusi versio. Tällöin masterointi on ollut turhaa ja uusi versio joudutaan masteroimaan erikseen. (Katz 2007, 24.)

Useista raidoista koostuvaa äänitettä olisi hyvä prosessoida ennen masterointia siten, että master-lohkossa ei olisi mitään plugineja. Tällöin kanavan kuulokuvaan vaikuttaa ainoastaan itse raidassa oleva prosessointi sekä mahdollisten aux-lähtöjen kautta kiertävä signaali. (Sound on sound 2004.) Tällöin dynamiikkaa on masteroinnissa jäljellä enemmän ja masteroijalla on enemmän työstövaraa. Olisi hyvä, että masteroija viimeisteli äänitteen dynamiikan. Masteroija voi teknisesti hyvällä laitteistollaan parantaa äänitteen kuulokuvaa.

Äänitekokonaisuuksia masteroidessa täytyy masterointia ajatella kokonaisuuden kannalta. Masteroinnilla voidaan vaikuttaa siihen, mikä kappale nousee kokonaisuudesta esiin. Tällöin myös kappaleiden keskinäisellä järjestyksellä on merkitystä. (Katz 2007, 101.)

#### **4.14 Varmuuskopiointi**

Kun äänite on saatettu digitaaliseen muotoon, on tärkeää huolehtia sen asianmukaisesta varmuuskopioinnista. Digitaalisesta äänitteestä on mahdollista ottaa täysin identtisiä kopioita. Digitaalinen tallennusmedia voi laiterikosta tai muusta syystä johtuen tulla lukukelvottomaksi ja tällöin koko digitointiprosessi jouduttaisiin menetettyjen kappaleiden osalta suorittamaan uudestaan. (Puustinen 2011, 23.)



## 5 DIGITOINTIPROJEKTIN TAUSTAT

Opinnäytteessäni materiaalina käytetyt analogiset nauhat on äänittänyt Antti Tirkkonen (1929-1990). Hän oli mikkeliäinen lääkäri ja aktiivinen musiikin harrastaja. Lisäksi hän toimi valtakunnallisella tasolla Suomen sinfoniaorkesterit ry:ssä. Hän nauhoitti harrastuspohjalta vuosina 1974-1988 Mikkelin orkesterin ja Mikkelin oopperan konsertteja.

Mikkelin ooppera on vuonna 1974 perustettu yhdistys. Yhdistys on esittänyt erilaisia teoksia ensin amatööri laulajien ja sittemmin myös ammattilaulajien voimin. Teokset ovat olleet suurimmilta osin klassisia oopperoita ja operetteja. (Lankinen 1999, 5.)

Mikkelin orkesteri on perustettu vuonna 1903. Vähitellen siitä kehittyi yhdistyspohjainen ammattisoittajien orkesteri. Vuonna 1990 orkesterin 14 palkattua jäsentä siirrettiin Mikkelin kaupungin palkkalistoille orkesterin kunnallistamisen yhteydessä. Mikkelin orkesteri toimi yhteistyössä Mikkelin oopperan kanssa. Vuosittain esitettiin yksi oopperaproduktio. Opinnäytteen materiaalina käytettyjen äänitteiden aikana orkesteria johtivat Jouko Koivukoski vuosina 1974-1977 ja Onni Kelo vuosina 1977-1990.

Laitteistona äänityksissä on käytetty kaksikanavaista C-kasettinauhuria, johon on kytketty erillinen mikrofoni. Osa konserteista on äänitetty kaksikanavaisella kelanauhurilla. Suurin osa nauhoituksista on tehty Mikkelin ammattikoulun liikuntasalissa ja osa Mikkelin teatterissa. Taulukossa on nähtävissä digitoimani konsertit ja hieman taustatietoa niistä. (taulukko 2).

## TAULUKKO 2. Nauhojen tiedot

Äänite	Esityspäivä	Esityspaikka	Kapelimestari
Dido et aeneas	8.4.1974	Mikkelin teatteri	Jouko Koivukoski
La traviata	10.9.1975	Mikkelin ammattikoulu	Jouko Koivukoski
Mikkelin orkesteri	30.1.1978		Onni Kelo
75-Konsertti Mo	18.3.1978	Mikkelin ammattikoulu	Onni Kelo
Mo Sib. Sinf.3	17.4.1978		Onni Kelo
Mo	17.4.1978		Onni Kelo
Aida	1979	Mikkelin ammattikoulu	Onni Kelo
Kaariina pekantytär	17.10.1980	Mikkelin teatteri	Onni Kelo
Figaron häät	27.3.1981	Mikkelin teatteri	Onni Kelo
Daniel Hjort	29.1.1982	Mikkelin ammattikoulu	Onni Kelo
Mikkelin orkesteri	8.3.1982		Onni Kelo
Mikkelin orkesteri	24.4.1983		Onni Kelo
Carmen	24.5.1984	Mikkelin ammattikoulu	
Trappin perhe	24.5.1985	Mikkelin teatteri	Onni Kelo
Myyty morsian	1987	Mikkelin teatteri	
Pohjalaisia	1988	Mikael	
Sevilian parturi			

## 6 OMAT HAVAINNOT

Alkuperäisten nauhojen äänimateriaalissa oli monenlaisia ongelmia. Keskeisin näistä oli äänitteiden tekninen laatu. Kohinaa äänitteissä oli vaihtelevasti, mutta ääntä prosessoidessa oli mahdollista poistaa kohinaa hieman. Suurimpana ongelmana äänitteissä oli äänikuvan epäselvyys. Tämä johtui osaltaan äänityslaitteiston riittämättömyydestä konserttien tallentamiseen. Lähes kaikissa tallenteissa soitti sinfoniaorkesteri. Tämän lisäksi konsertit sisälsivät solistisia lauluosuuksia, jotka tapahtuivat orkesterin soittaessa samanaikaisesti. Tällöin laulun voimakkuus oli usein suhteessa orkesteriin liian pieni. Solisti olisi tarvinnut erillisen tukimikrofonin, jonka voimakkuutta olisi voinut säätää erikseen suhteessa orkesteriin ja muuhun taustaan.

Digitoinnin yhteydessä laulajien voimakkuuksien nostamista oli lähes mahdoton tehdä johtuen siitä, tallenteet olivat ainoastaan koko äänikuvan stereotallenteita. Materiaalista oli mahdollista poistaa taajuuskorjaimella matalia taajuuksia, jotka tekivät äänikuvasta epäselvän. Tällöin solistia oli helpompi kuulla ja koko materiaali kuulosti selkeämmältä. Solistin äänenvoimakkuus ja horisontaalinen sijoittuminen kuulokuvassa vaihtelevat myös sen takia, että solisti näyttelee laulaessaan. Tällöin on luonnollista, ettei äänikuva pysy stabiilina solistin suhteen. Kun solisti liikkuu näyttämöllä ja esittää rooliaan, on luonnollista, että hän kääntelee päätään vuorosanoja lausuaan. Kun solistin puhuu pois päin mikrofoneista, saa puheesta hieman huonommin selvää. Mikrofonit eivät tuolloin pysty välittämään laulajalta tulevaa suoraa ääntä. Tällöin laulajasta kuuluvat lavalta sellaiset taajuudet, jotka eivät ole suuntaavia. Lisäksi laulajasta äänestä kuuluvat eri pintojen kautta heijastuvat äänet. Tämä saa kuulokuvan epäselväksi.

Nauhoja kuunnellessa on ollut mahdollista huomata se, kuinka erilaisissa tiloissa konsertteja on soitettu ja tallennettu. Osa konserteista oli äänitetty Mikkelin teatterissa. Nauhoista oli mahdollista havaita, että salin akustiikka on ollut todella kuiva. Tämä aiheutti sen, että näitä nauhoja digitoidessa jouduin lisäämään materiaaliin melko paljon kaikua. Tällöin äänestä tuli miellyttävämmän kuuloinen.

Osassa äänitteistä oli mahdollista huomata se, kuinka eritavalla yksittäisten c-kasettien äänenlaatu on saattanut heiketä. Eräs konserteista oli pituutensa vuoksi jouduttu äänittämään kolmelle eri kasetille. Vaikka nauhat olivat tyyppiltään ja merkiltään täysin samo-

ja, poikkesi yhden kasetin taajuusvaste täysin muista. Nauhan korkeat taajuudet olivat vaimentuneet noin 15 desibeliä ja kuulokuvaa oli mahdotonta palauttaa muiden nauhojen kaltaiseksi. Tällöin oli yksinkertaisesti tehtävä kompromissi tallenteen äänenlaadun suhteen. Nauhaa täytyi prosessoida siten, että olennaisista asioista olisi mahdollista saada selvää. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että käytin taajuuskorjainta äänikuvan kirkastamiseen siten, että konsertin vokaaliosuuksien lyriikoita oli mahdollisuus seurata. Kahden parempaa nauhaa prosessoisin kevyemmin. Kolmas nauha kuulostaa lopullisessa versiossa erilaiselta, kuin muut. Mielestäni oli parempi pitää kahden muun nauhan laatu parempana ja koittaa saada kolmannelta niin hyvä kuin mahdollista.

Konsertteja digitoidessa on ollut mahdollisuus huomata äänityslaitteiden tekninen kehitys. Nykymikrofoneilla stereoäänitystekniikoita käytettäessä on mahdollista äänittää todella tarkka äänikenttä, josta välittyvät äänen vivahteiden erot. Digitoidussa materiaalisessa äänikuva on epätarkkaa. Epätarkka äänikuvan johtuu osittain varmasti käytetystä äänityslaitteistosta ja sen laadusta. Myös äänityksissä käytettyjen c-kasettien ikääntyminen on vaikuttanut siihen, että nauhojen äänenlaatu on heikentynyt.

Projektissa ei juuri tarvinnut tehdä äänentasoautomaatiota. Äänityksissä oli melko paljon dynamiikkaa, mutta sitä oli mahdollista hallita kompressoreilla. Tarkoitukseni oli saada kompressorien toiminnasta niin kuulumatonta kuin mahdollista. En halunnut saada kompressoreilla aikaan mitään efektinomaista äänikuvaan. Tarkoitukseni oli vain hallita dynamiikkaa. Olisi hyvä, jos kuuntelija pystyisi kuuntelemaan koko tallenteen yhdellä äänentasoasetuksella.

Konserteissa on nauhanvaihtoista johtuvia taukoja. Käytetyissä kaseteissa yhdelle puolelle mahtui noin 45 minuuttia materiaalia. Koska tauot tulivat melko satunnaisissa kohdissa, en pyrkinyt juuri peittelemään niitä editoinnin yhteydessä. Lopullisissa versioissa äänitteissä on pieni tauko nauhan vaihdon kohdalla. Päädyin tähän, koska olisi ollut täysin mahdotonta saada äänikuvallista jatkumoa nauhojen vaihdon väliin.

Osa konserttien nauhamateriaalista oli hukkunut vuosien varrella. Muutamista teoksista ei ole täydellisiä versioita, mutta päätin digitoida kuitenkin kaiken materiaalin.

## 7 POHDINTA

Digitointiprojekti oli huomattavasti haastavampi kuin mitä olin osannut odottaa. Vastaavanlaista projektia ei ole aikaisemmin tullut tehtyä, joten rutiinin löytymisessä kyseiseen projektiin kesti oma aikansa. Projektin alussa jouduin etsimään kunnollisia nauhuksia analogisen nauhamateriaalin toistamiseen. Alunperin tarkoituksena oli toistaa ai-noastaan kelanauhoja, mutta projektin edetessä paljastuikin, että suurin osa teoksista olikin äänitetty c-kasetille.

Kääntämieni teoksien äänenlaatu vaihteli paljon. Nauhat oli äänitetty aikavälillä 1975-1990 ja etenkin alkupään teokset olivat päässeet jo melko huonoon kuntoon. Äänityksiä oli tehty useissa eri tiloissa ja niissä oli käytetty erilaisia mikitystekniikoita. Nauhojen yhteydessä ei ollut minkäänlaista informaatiota äänitystilasta tai käytetystä laitteistosta, joten jouduin päättelemään paljon asioita.

Keskeinen projektin tavoite ole saattaa vanhat nauhat sellaiseen muotoon, että niitä olisi helppo säilyttää ja kuunnella tulevaisuudessakin. Digitaalisessa muodossa olevia äänitteitä on helppo jakaa konserteissa mukana olleille laulajille ja soittajille. On varmasti hauskaa saada muistoja vuosikymmenten takaa.

Opin projektin aikana sen, että äänitteitä restauroidessa joutuu väistämättä tekemään kompromisseja äänenlaadun suhteen. On kuitenkin tärkeää saada vanha ja tärkeä äänite säilymään. Tällöin äänenlaatu ei välttämättä ole tärkein kriteeri äänitettä restauroidessa. Tärkeää on että alkuperäisten nauhojen keskeinen sisältö saadaan välitettyä kuulijoille.

## LÄHTEET

Basf.n.d. Basf-ääninauhaopas. Helsinki: Mercantile Oy.

Beocord 2400 manual. n.d.

Dollin, S. 1986. Kuvaa itse. Videokuvaajan käsikirja. Östersunbom: Kirjalito.

Katz, B. 2007. Mastering audio. The art and science. Oxford: Linacre House

King, L. 2006. Musictech. Ten minute masters. Norfolk: Pc Publishing.

Kostinen, P. 1998. Tee itse hifilaitteita. 2. painos. Helsinki: Helsinki media

Krogerus, K. 1970. Nauhurit ja nauhoittaminen. Ääni ja kuva talteen. 3. painos. Porvoo: Werner söderström Oy.

Laaksonen, J. 2006. Äänityön kivijalka. Helsinki: Idemco Oy.

Lankinen, A. 1999. Mikkelin ooppera.

Mäkelä, J. 2002. Kotistudio. Musiikki purkkiin omin avuin. Helsinki: Like kustannus.

Puustinen, E. 2011. Digitoinnin alkeet. Kansanmusiikki-instituutti.

Audio Mastering In Your Computer, How to achieve classy-sounding results. 2004.

Sound On Sound. Luettu 13.4.2013.

<http://www.soundonsound.com/sos/aug04/articles/computermastering.htm>

**LIITTEET**

Liite 1. Cd-levy

Lyhyitä katkelmia digitoidusta materiaalista

Raitajärjestys

- 1.Dido et aeneas, 1974
- 2.Katariina pekantytär, 1980
- 3.Figaron häät, 1981
- 4.Daniel Hjort, 1982
- 5.Carmen, 1984
- 6.Mikkelin orkesteri 1982