

Musiikkiteknologia kognitiivisen musiikintutkimuksen renkinä

Tuomas Eerola ja Petri Toivainen

1 Johdanto

Mitä annettavaa teknologialla on musiikintutkimukselle? Kysymys on huono, sillä päinvastoin pitäisi kysyä, miten musiikintutkimus toimisi ilman teknologian tukea? Musiikin historia on osa teknologian historiaa ja pohjautuu monille teknologiselle innovaatioille (nuotinus, painokone, soitinten tekninen kehitys, äänen vahvistus, joukkoviestimet, tietokone). Musiikkikulttuuri – ainakin länsimaaisessa maailmassa – on musiikkiteknologian läpeensä suodattama. Mitä musiikin analyysiin tulee, Otto Abraham ja Erich von Hornbostel (1994 [1904]) suosittivat jo yli sata vuotta sitten turvautumista fonografin transkription ja analyysin apuvälineenä. Myös Carl Seashore (1938) totesi jo yli 60 vuotta sitten, ettei musiikkia enää kannata analysoida pelkästä nuotinnoksesta kun teknisiä apuvälineitäkin on tarjolla. Toisin sanoen musiikin tallennustapojen kehittyessä analyysitapojenkin tulisi muuttua.

Tässä artikkelissa on tarkoitus esitellä valikoivasti musiikkiteknologian tarjoamia apuvälineitä musiikin analysoimiseksi sekä näille työkaluille olemassa olevia valmiita digitaalisia aineistoja. Artikkelin näkökulma on tarkoituksella kognitiivinen, millä tarkoitamme sitä, että musiikkiteknologian tutkimukselle tarjoamat keinot ovat jollain tavalla kytkettävissä siihen, miten ihminen käsittelee musiikillista tietoa. Itse teknologia sinänsä ei ole mikään itseisarvo, se on vain apuväline ilmiöiden ymmärtämiseen. Toinen artikkelin painotus on symboliseen tietoon perustuvien musiikin esittämistapojen suosiminen akustisen tiedon asemesta. Tämä valinta heijastaa musiikkitieteen historiaa ja tutkimuksen laajuutta tällä hetkellä, kun akustista tietoa soveltavat lähestymistavat eivät ole vielä saaneet osakseen kaipaamaansa huomiota. Haluamme painottaa, että vaikka jätämme akustisen tiedon käsittelyn tässä artikkelissa vähemmälle huomiolle, muodostaa se tutkimuksen kannalta tärkeän aihepiirin.

1.1 Musiikin digitaalisia representaatioita

Musiikkia voidaan digitaalisessa ympäristössä esittää usealla eri tavalla. Yleisimmällä tasolla representaatiot voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden musiikillisen jäsentyneisyyden asteen mukaan: (1) notaatiopohjaisiin, (2) tapahtumapohjaisiin ja (3) akustisiin representaatioihin. Näistä ensin mainitussa musiikilli-

nen rakenne on tarkimmin jäsennetty tahtiviivojen, etumerkkien, artikulointimerkkien ja muiden tulkintaa ja esittämistä selkeyttävien merkkien avulla. Tapahtumapohjainen representaatio on vain osin jäsennelty ja akustisessa representaatioissa ei musiikillista rakennetta ole jäsennelty lainkaan. Notaatio- ja tapahtumapohjaiset representaatiot ovat symboleihin perustuvia representaatioita. Notaatiopohjainen representaatio sisältää olennaisesti saman informaation kuin perinteinen notaatio, siis nuottien sävelkorkeudet, aika-arvot, tahtiviivojen paikat, tempo- ja tahtilajimerkinnot, fraseeraukset, dynamiikan vaihtelut jne. Tapahtumapohjainen representaatio (esim. MIDI) taas sisältää tiedon kunkin sävelen korkeudesta, alku- ja loppuhetkestä, soittovoimakkuudesta ja kanavasta. Tässä representaatioissa sävelkorkeus esitetään muodossa, jossa keskenään enharmoniset sävelet saavat saman koodin (eli esim. yksiviivainen Es ja Dis esitetään saman numeron avulla, joka MIDI standardissa on 63). Akustisista tallenteista voidaan tutkia esimerkiksi saundiin liittyviä asioita, mutta monien musiikillisten piirteiden ”irrottaminen” musiikkiäänitteestä ei vielä onnistu luotettavasti. Tosin tällä saralla tehdään aktiivista tutkimusta (Klapuri 2001).

Yllä mainituista representaatioista on kirjoitettu muualla (Balaban 1996; Selfridge-Field [toim.] 1997), joten yksityiskohtaisen tarkastelun sijasta pyrimme antamaan yleiskuvan näiden representaatioiden ominaisuuksista. Taulukko 1 sisältää niiden kiteytyksen.

	Akustinen representaatio	Tapahtumapohjainen representaatio	Notaatiopohjainen representaatio
Tiedostomuoto	AIFF, WAV, MP3, AAC	MIDI	**KERN, SCORE, GUIDO, NIFF, DARMS, Common Music Notation
Yksikkö	näyte	tapahtuma	nuotti, dynaaminen merkki jne.
Materiaalin jäsenyisyys	ei	osaksi	tarkka
Muistin tarve	2000	1	10
Aineiston määrä	erittäin paljon (useita satoja tuhansia)	paljon (kymmeniä tuhansia, laatu vaihtelee huomattavasti)	vähän (tuhansia)
Muunna vasemmalle	–	helppoa	helppoa
Muunna oikealle	yksiaäninen: mahdollista, moniaäninen: vaikeaa	hankalaa, mutta osin mahdollista	–
Esiteltävä analyysityökalu	IPEM Toolbox	MIDI Toolbox	Humdrum

Taulukko 1. Erialaisten musiikin digitaalisten representaatioiden ominaisuuksia.

Taulukossa 1 esitetään tiedostomuotojen ja representaatioiden perusyksikköjen lisäksi joitakin huomioita niiden muistin tarpeesta tietokoneella. Tämä on arvioitu laskemalla keskimääräinen muistin tarve muutamalla kymmenellä popkappaleella, joista on saatavilla kukin representaatio (notaatio, MIDI ja akustinen representaatio), sekä laskemalla samat tunnusluvut kahdesta laajasta kansanmusiikkikokoelmasta (Eerola & Toiviainen 2004b; Schaffrath 1995). Lopuksi muistin tarve on suhteutettu vähiten muistin tarvetta vaativan repre-

sentaation – MIDI-tiedoston – mukaan. Tämä ominaisuus ei ole vain representaatioita kuvaava triviaali kuriositeetti, jonka ohitse kovalevyjen koon nopea kasvu olisi ajanut, vaan sillä on paljonkin käytännön merkitystä itse representaation analysoinnin tehokkuudelle. Taulukossa 1 esitetään myös kullekin representaatiolle löytyvän aineiston määrä, joka on arvioitu eri lähteistä käsin. Aineiston määrä vaihtelee hyvin paljon representaatiokohtaisesti; tarkat analyttiset esittämistavat, kuten digitaaliset nuottikokoelmat, ovat materiaalin määrällä mitattuna huomattavasti pienempiä kuin yleisemmät, joko tapahtumalistoihin tai akustiseen tietoon perustuvat kokoelmat. On tietenkin huomattava, että aineistolla tarkoitetaan ylipäänsä tälle esitystavalle löytyvää musiikkia eikä välttämättä akateemisen tutkimuksen vaatimukset täyttävää hyvälaatuista ja tarkistettua materiaalia. Näistä aineistoista puhutaan tarkemmin musiikkietokantoja koskevassa osassa.

Kysymyksiä aineiston saatavuudesta ja sen tarkemmasta luonteesta esitellään myöhemmin. Lopuksi taulukossa hahmotellaan sitä, millä tavoin automaattinen, tietokoneella tapahtuva muuntaminen representaatiosta toiseen on mahdollista. Kyseisiltä taulukon riveiltä huomaamme, että akustisen representaation muuntaminen symboliseen muotoon on haastavaa ja muodostaa joissakin tapauksissa ylitsepääsemättömiä ongelmia. Yksiäänisestä materiaalista on mahdollista löytää sävelkorkeus erikoistuneiden signaalinkäsittelymenetelmien avulla (engl. *pitch tracking*), mutta esimerkiksi ihmisäänen seuraaminen ei ole helppo tehtävä tietokoneelle. Siitä huolimatta on tehty sovelluksia, joissa musiikkietokannasta voi hakea teoksen hyräilemällä sen alkua (Batke et al. 2004; Pauws 2002).¹ Tapahtuma- tai notaatiopohjaisesta representaatiosta akustiseen representaatioon muuntaminen on suhteellisen helppoa. Tästä esimerkkinä toimii vaikkapa se, kun notaatio-ohjelmalla soittaa partituuria tietokoneen äänikortin kautta. Soiva lopputulos on yleensä mekaanista ja sointiväriältään melko keinotekoisista, mutta niin tulkinnallista kuin äänimallinnuspuolta on viety eteenpäin paljon 1980-luvun standardeista, joihin vielä nykyäänkin monet tietokoneen äänikortit ja synteesiohjelmat perustuvat (esim. Friberg 1995; Karjalainen 1999). Taulukon viimeisellä rivillä mainitaan tässä artikkelissa tarkemmin esiteltävät analyysiohjelmat.

1.2 Yhdistelmärepresentaatiot

Aiemmin kuvattujen kolmen, verrattain vanhojen ja vakiintuneiden representaatiotyyppien lisäksi on paraikaa kehitteillä uusia representaatioita, joissa pyritään hyödyntämään sujuvasti aiemmin kuvattuja eri representaation tyyppejä. Tämänlaisia tulevaisuuden standardeja ovat MPEG-7 sekä XML-pohjainen musiikin representaatio. Näitä molempia hybridi-muotoja yhdistää se, että niissä voidaan esittää tapahtumat joko tarkasti tai sopivalla tarkkuudella tarkoituksen mukaan. Tämä koskee niin äänenlaatua kuin muita musiikillisiä parametreja ja mukana voi olla tulkintaan tai jopa nuottikuvaan liittyvää tietoa, jos

¹ <http://www.widisoft.com>

siihen on tarvetta. Näistä MPEG-7 on jo pitkälle lanseerattu standardi (Gómez et al. 2003; Martínez 2001), joka vastaa muun muassa mobiiliviestimien tiedonvälityksen pullonkaulan asettamaan haasteeseen eli kaistanleveyden rajallisuuteen koodaamalla musiikin pääosin symbolisen representaation avulla. Tämä ns. MPEG-ryhmän (*Moving Picture Experts Group*) lanseeraama multimediasstandardi² kuvaa muun muassa sointiväriä ja melodiaa kuhunkin tapaukseen räätälöidyillä metodeilla ja termistöllä, esimerkiksi melodian kaarrosta esitetään viisiportaisella asteikolla ja samalla kuvataan myös sävel- ja tahtilaji sekä aloitus-sävel. Parhaillaan käynnissä on useita projekteja (Batke et al. 2004), joissa hyödynnetään jollain tavoin kyseistä standardia. Kuitenkin insinööri-tieteiden alalla, jossa standardi on kehitetty, tunnustetaan musiikkitieteellisen tietämyksen tarve varsinaisten hakutekniikoiden kehittämisessä.

XML (*Extensible Markup Language*) on nykyisen verkkostandardin HTML:n manttelinperijä, joka lanseerattiin jo vuonna 1998 ja joka mahdollistaa aiempaa yhteensopivamman ja joustavamman jäsenytyneen tietoaikaisen määrittelyn eri tavoitteita silmällä pitäen. Musiikin kohdalla XML-pohjaisia representaatioita on tällä hetkellä luonnosteltu useita (MEL, MusicXML, WEDELMUSIC XML, EMNML, XScore, MML, MusiXML jne.³), ja käytännön sovelluksia löytyy muutamia (lähinnä notaatio-ohjelmien laajennuksia). Siitä huolimatta tämän representaation tavoitteena on pyrkiä saamaan aikaiseksi laaja standardi, jonka avulla eri musiikki-ohjelmat, erityisesti nuotinnusohjelmat, kykenisivät tulkitsemaan musiikin yhtenäisesti tahtiviivoineen ja muine merkintöineen (Good 2001). Lisäksi tavoitteena on esittää kyseisen hybridi-representaation avulla musiikkia myös tietokannoissa, multimediaesityksissä sekä mobiililaitteissa, joissa kaikissa määrittelyn joustavuus on näitä hyvin erilaisia tavoitteita silmällä pitäen representaation varsinainen etu.

Taulukossa 2 on suomalaisen kansanlaulun *Läksin minä kesäyönä* kaksi ensimmäistä säettä kuvattu kolmen symboleihin perustuvan representaation avulla. Katkelman nuotinnos löytyy kuvasta 1. Esimerkki on yksiaäninen ja muutoinkin varsin yksinkertainen. Toki monimutkaisemman, kuten esimerkiksi moniäänisen musiikin esittäminen on näillä representaatioilla myös mahdollista. Kussakin representaatiossa aika kulkee ylhäältä alaspäin eikä vasemmalta oikealle kuten nuottikuvassa.

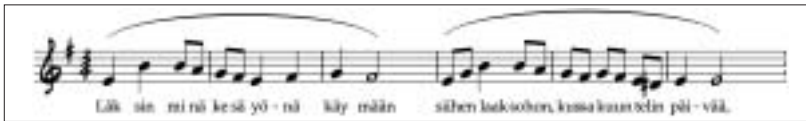
Ensimmäisessä sarakkeessa esimerkki on esitetty MIDI-tiedon avulla, joka on tosin purettu selkokieliseksi, sillä MIDI esitetään tietokoneella kompaktimassa muodossa (tiettyssä järjestyksessä olevina bitteinä). Oheisessa MIDI-tietoa kuvaavassa sarakkeessa on kuitenkin esitetty se tieto, minkä tämä koodattu MIDI-tiedosto pitää sisällään: kunkin tapahtuman (nuotin) alkamishetki (*On*, rivin ensimmäinen numero, joka esitetään tietyn kellotaajuuden osina), tapahtuman kanava (*ch*, joita voi olla 16), korkeus (*n*, jossa $c^1 = 60$) sekä painallus-

² <http://www.mpeg-industry.com>

³ MEI, <http://dl.lib.virginia.edu/bin/dtd/mei/>; WEDELMUSIC XML, <http://www.wedelmusic.org/>; MusiXML <http://www.music-notation.info/en/musixml/MusiXML.html>

voimakkuus (v joka vaihtelee välillä 0–127). MIDI-tiedostossa kuvataan myös teoksen tempo, tempomuutokset ja sävelien soittotapaan ja korkeuksiin vaikuttavia asioita sekä mahdollisesti sävellaji- ja tahtimerkintä sekä muuta meta-tietoa, joka ei ole tiedoston esittämisen kannalta merkityksellistä. MIDI-raitoja voi tiedostossa olla useita.

Humdrum-ohjelmiston käyttämä ****KERN**-representaatio on enemmän notaatiopohjainen ja sikäli selkokielisempi musiikin esittämistapa kuin edellä kuvattu MIDI. Sävelten korkeus on esitetty yksinkertaisesti nuottiniminä, jolloin pieni e-kirjain tarkoittaa e¹:tä jne. Kesto on puolestaan kuvattu notaatiosta tuttuina suhteellisina aika-arvoina (iskun osina), jolloin numero 4 sävelen korkeuden edessä kertoo, että kyseessä on neljäsosanuotti. Representaatioon on merkitty myös tahtiviivat (=) sekä säerajat ({}). Lisäksi sävelmässä on mukana meta-tietoja yhtenäisen standardin avulla, jolla tässä tapauksessa annetaan tietoa kokoelmasta, sävelmän nimestä, kerääjästä jne. Kolmannessa sarakkeessa on hybridi-representaatio (XML) samaisesta katkelmasta. Tässä representaatiossa jokaisen tapahtuman tyyppi on kuvattu ennen sen arvojen määrittämistä. Esimerkiksi nuottien nimeämistä tarkastellessa selviää, että ensin kerrotaan, minkälainen tapahtuma on kyseessä (*note*), ja seuraavaksi, minkä arvon nuotin sävelkorkeus ja kesto saavat. Esitystapa on jäsennetty hierarkkisesti siten, että nuottitapahtumat on sijoitettu säkeiden (*phrase*) sekä tahtien (*bar*) sisälle XML-koodimerkintöjen avulla.



Kuva 1. Läksin minä kesäyönä -sävelmän ensimmäinen säe.

1.3 Representaation soveltuvuus tutkimuskysymykseen

Kullakin kolmella perinteisellä representaatiolla on tietokonepohjaisen analyysin näkökulmasta omat etunsa ja haittansa. Tämä juontuu siitä, että erilaisilla representaatioilla on erilaiset käyttötarkoitukset sekä kehityshistoriansa. Notatio- ja tapahtumapohjaiset representaatiot mahdollistavat tiettyjen korkeamman tason musiikillisten ilmiöiden tutkimisen, joita akustisista tallenteista käsin ei voida luotettavasti tutkia. Tällaisia ovat esimerkiksi melodian, rytmin, harmonian ja tonaliteetin tutkimus. Tapahtumapohjainen representaatio, jossa kaikkia partituurissa olevia tietoja ei ole tarjolla, on notaatiopohjaista esitystapaa käytökelpoisempi erilaisissa kysymyksissä, kuten esimerkiksi musiikkiesityksen nyanssien tai improvisoidun musiikin analysoimisessa. MIDI-standardissa käytetty ajan ja dynamiikan tarkka esitysmuoto tekee mahdolliseksi esimerkiksi musiikillisen esityksen hienojakoisen analysoinnin (ks. Repp 1993).

Vaikka eri representaatioihin liittyy erilaisia ontologisia ja pragmaattisia (tek-

MIDI	**KERN	XML ⁴
MFile 1 3 360	!!!OTL: Läksin minä kesäyönä	XML CODE
MTrk	!!!ARE: Europe, Finland	<mdl>
0 Meta SeqName "läksin"	**kern	<clef type="G" pos="treble"/>
0 TimeSig 3/4 24 8	*M3/4	<key sig="1#" tonic="E"/>
0 KeySig 1 major	*k[f#]	<time sig="3/4" norm="3/4"/>
0 Tempo 612245	*e:	<bar startline="invis">
0 On ch=1 n=64 v=82	=1	<phrase startline="startphrase">
324 On ch=1 n=64 v=0	{4e	<note pitch="E4" dur="4"/>
360 On ch=1 n=71 v=89	4b	<note pitch="B4" dur="4"/>
684 On ch=1 n=71 v=0	8b	<note pitch="B4" dur="8"/>
720 On ch=1 n=71 v=82	8a	<note pitch="A4" dur="8"/>
882 On ch=1 n=71 v=0	=2	</bar>
900 On ch=1 n=69 v=70	8g	<bar>
1062 On ch=1 n=69 v=0	8f#	<note pitch="G4" dur="8"/>
1080 On ch=1 n=67 v=72	4e	<note pitch="F#4" dur="8"/>
1243 On ch=1 n=67 v=0	4f#	<note pitch="E4" dur="4"/>
1260 On ch=1 n=66 v=72	=3	<note pitch="F#4" dur="4"/>
1423 On ch=1 n=66 v=0	4g	</bar>
1440 On ch=1 n=64 v=70	2f#}	<bar>
1764 On ch=1 n=64 v=0	!!!OPR: SKS	<note pitch="G4" dur="4"/>
1800 On ch=1 n=66 v=79	!!!OVM: Laulusävelmät 1	<note pitch="F#4" dur="2"/>
2124 On ch=1 n=66 v=0	!!!ONM: 352	<phrase endline="endphrase">
2160 On ch=1 n=67 v=85	!!!ONB: Ald3	</bar>
2484 On ch=1 n=67 v=0	!!!OCL: H. A. Reinholm	</mdl>
2520 On ch=1 n=66 v=72	!!!YEP: SKS/JYU	
3150 On ch=1 n=66 v=0	!!!YER: 15.6.2004	
5000 Meta TrkEnd	!!!ENC: T. Eerola	
TrkEnd	*-	

Taulukko 2. Esimerkkejä tapahtuma- ja notaatiopohjaisista representaatioista (Läksin minä kesäyönä -sävelmän ensimmäinen säe).

nisiin käytäntöihin liittyviä) kysymyksiä, voidaan niiden keskinäistä paremmuutta ajatella pikemminkin soveltuvuutena valittuun tutkimuskysymykseen. Jos kiinnostuksen kohteena on vaikkapa sanojen ja metriikan suhde renessanssin ajan moteteissa, on varmasti parempi käyttää notaatioon pohjautuvaa esittämistapaa kuin lähteä liikkeelle akustisesta esitystavasta. Tutkimuksen, joka pyrkii ymmärtämään sen, miten kuulija päättelee esimerkiksi säerajojen paikat musiikissa, tulisi perustua representaatioon, josta kyseinen tulkinta on uskotavasti mahdollista tehdä. Tässä tapauksessa kuulijan päättelyä tahtilajista ja erilaisista sävelten painotuksista on syytä muodostaa varsin yksinkertaisesta esitystavasta (esim. MIDI), koska kuulijakaan ei voi yleensä tarkistaa kyseistä asiaa nuotin avulla. Kun taas pyritään rakentamaan malli, joka toimii tietokoneella tehokkaasti ja on tarkoitukseltaan soveltava, kuten esimerkiksi halutun musiikillisen motiivin etsiminen tietokannasta, musiikin hyvinkin yksinkertainen repre-

⁴ Kyseessä on yksi esimerkki XML-koodauksesta, joka ei ole vielä vakiintunut.

sentaatio voi olla sopiva. Näiden käytännön sovellusten merkitys on korostunut viime vuosina.

Laskennallisesti kevyt representaatio ei välttämättä vastaa juuri sitä, miten kuulija musiikin hahmottaa, mutta tämä on usein toisarvoinen seikka sovellusten kehittämisessä. Musiikillisen kognition tutkimuksessa kiinnostuksen kohteena on muun muassa se, miten kuulija hahmottaa musiikillisia perusasioita kuten melodiaa, rytmiä ja tonaliteettia. Näin ollen tämä lähestymistapa ei ole kiinnostunut puhtaasti matemaattisista malleista (kuten lukuteoriasta tai joistakin joukkoteoriaa koskevista malleista), joita myös tietokoneen avustuksella tutkitaan. Musiikkia koskevien kognitiivisten toimintojen ymmärtämistä silmäläpitäen musiikin akustinen esitystapa tai tapahtumapohjaiset esitystavat ovat parempia lähtökohtia kuin valmiiksi analysoitu nuottikuvaan pohjautuva esitysmuoto. Näistä akustinen esitystapa on monesti kaikkein paras (ekologisesti validein) lähtökohta tutkimukselle, sillä sen kanssa toimiessa joudutaan ratkaisuun kuulijan äänisignaalin tekemät operaatiot, kuten äänisignaalien taajuuksien erottelu, äänten alukkeiden etsintä jne. Tosin näistä muunnosten moninaisuuksista johtuen on usein käytännöllisempää lähestyä tiettyjä kysymyksiä tapahtumapohjaisen representaation avulla, jolloin kyseessä on symboleihin pohjautuva representaatio. Tämän kaltaisella representaatiolla on se vahvuus, että me kuulijat muodostamme erillisistä yksiköistä (esim. sävelistä, motiiveista ja fraaseista) koostamalla käsityksen musiikista ja käsittelemme niitä varsin sujuvasti erillisinä symboleina, kuten kielessä esimerkiksi foneemeja, joilla voimme ilmaista rajattoman määrän asioita. Tapahtumapohjainen representaatio ei tietenkään ole sopiva äänenväriä koskeviin tutkimuskysymyksiin, sillä näitä asioita ei representaatiossa esitetä.

2 Musiikin analyysiin tarkoitettuja työkaluja

Musiikin representaatioiden moninaisuudesta seuraa se, että niiden soveltamiseen on olemassa monia erilaisia työkaluja. Nämä voidaan jakaa musiikin digitaalisten representaatioiden (vrt. luku 1.1) tavoin kolmeen ryhmään: (1) notaatiopohjaisiin, (2) tapahtumapohjaisiin ja (3) akustisiin tallenteisiin pohjautuviin työkaluihin. Musiikin etsiminen tietokannasta (musiikillinen salapolitiisi ja tyylialalyysi), viritysjärjestelmien tutkiminen tai musiikin peruskomponenttien hahmottamisen ymmärtäminen tarvitsevat kaikki omanlaisiaan tekniikoita ja työkaluja. Seuraavaksi esittelemme lyhyesti yhden työkalun esimerkkinä kustakin kategoriasta. Haluamme keskittyä eritoten itse kehittämämme tapahtumapohjaisen työkalun esittelemiseen, sillä uskomme sen tarjoavan monipuoliset mahdollisuudet erilaisille musiikin tutkimuksen hankkeille.

2.1 Notaatiopohjainen musiikin analyysityökalu: Humdrum

Notaatiopohjaiset työkalut on tarkoitettu sellaisten musiikillisten kysymysten

tutkimiseen, joissa notaatiossa olevilla, esitystä tukevilla merkinnöillä kuten fraseerauksella, tahtiviivoilla, tabulatuurilla tai nuottien enharmonisella kuvauksella on suuri merkitys. Yksi tunnetuimpia notaatiopohjaisia analyysityökaluja on David Huronin *Humdrum*⁵ (1995), joka on monitahoinen kokoelma musiikkianalyysityökaluja musiikkiteollisuuden analyysin tarpeisiin. Ohjelman käyttämät musiikin representaatiotavat perustuvat ASCII-muotoiseen tekstiin. Varsinaisia musiikin representaatiotapoja on järjestelmässä useita, eri tilanteita ja tarpeita varten. Representaatio voi perustua perinteiseen nuotintukseen, jolloin esitetään sävelten korkeus- ja kestotiedot, tahtiviivat, tempo ja dynamiikka, fraseeraus, instrumentaatio, esityserkinnät, tahtilajit ja vaikkapa sanat (ns. ****KERN**-representaatio). Lisäksi on mahdollista käyttää erilaisia viritysjärjestelmiä, sormitusta ja esittämistapaa koskevia merkintöjä sekä liittämään bibliografista metatietoa kappaleen ohkeen. Musiikillisten tapahtumien representaatio voi olla melkein mitä vain, mitä symbolein kyetään esittämään, esimerkiksi solfa-merkit, sentit, hertsit, MIDI-sävelnumerot, tabulatuurimerkinnät, dynamiikka (pp, mf, ff jne.) tai neumeja koskevat merkinnät.

Koska Humdrum-ohjelmistolla voidaan suorittaa varsin erilaisia analyyssejä, on ohjelmistolla analysoitu onnistuneesti eri aikakausien teoksia: on tutkittu muun muassa keskiaikaisten moodien rakennetta, Bachin äänenkuljetusperiaatteita, eri puolilta maailmaa peräisin olevien kansanmusiikkien säveltaojen käyttöä sekä sarjallisten periaatteiden toteutumista jälkিতonaalisessa musiikissa. Humdrum-ohjelman vahvuus on sen muunneltavuudessa halutun kysymyksen tarpeisiin. Koska ohjelmisto on verrattain vakiintunut, löytyy sille myös apuohjelmia, joilla kymmeniä erilaisia musiikin representaatioita voidaan muuntaa Humdrumin käyttämään ****KERN**-representaatioon tai siitä johonkin toiseen representaatioon. Tämän vuoksi Humdrum sopii hyvin myös laajamittaisten musiikkikokoelmien editointityöhön, sillä työkaluissa ja representaatioissa on mukana paljon editointiin liittyviä apuvälineitä. Humdrumia on myös sovellettu verkkotietokannoissa (Musedata⁶, Themefinder⁷). Humdrum-ohjelmiston houkuttelevuutta lisää se, että ****KERN**-muotoon on koodattu joukko musiikkikokoelmia aina 1400- ja 1500-luvun aineistosta barokkiin, romantiikkaan ja klassismiin asti sekä jälkিতonaalisen aikakauden musiikista perinnemusiikkiin. Ohjelmistolle löytyy myös graafista nuotinnosta tuottava työkalu.

Humdrumin suurin heikkous musiikkiteeilijän kannalta on sen pohjautuminen Unix-ympäristöön, mikä tuo mukanaan runsaasti uutta opeteltavaa (kuten ketjutettujen komentojonojen ja ympäristömuuttujien hallitsemisen) ennen kuin ohjelmistosta on varsinaisesti hyötyä. Ohjelmisto on ilmainen mutta vaatii hieman tietokonealan tuntemusta ennen kuin sen saa toimimaan yleisimmässä käyttäjärjestelmissä.

⁵ <http://dactyl.som.ohio-state.edu/Humdrum/>

⁶ <http://www.musedata.org>

⁷ <http://www.themefinder.org>

2.2 Tapahtumapohjainen musiikin analyysityökalu: MIDI Toolbox

MIDI Toolbox (Eerola & Toivainen 2004a) on kokoelma MATLAB-ohjelmalle⁸ laadittuja funktioita, jotka on tarkoitettu MIDI-muodossa esitettävän musiikin analysointiin, käsittelyyn, muokkaukseen ja visualisointiin. Tätä ilmaista ja vapaasti verkosta saatavissa olevaa ohjelmistoa⁹ on sovellettu suurten musiikki-tietokantojen analyysiin (*Musical Data Mining*), musiikin havaitsemisen mallintamiseen sekä kuuntelukokeisiin liittyvän materiaalin luontiin ja analysointiin.

MIDI-tiedosto esitetään MIDI Toolboxissa nuottimatriisina, joka voidaan luoda MIDI-tiedostosta `readmidi`-funktion avulla:

```
nm = readmidi('laksin.mid')
nm =
  0  0.9  1    64   82   0    0.55
  1  0.9  1    71   89   0.61  0.55
  2  0.45 1    71   82   1.22  0.28
...
```

Nuottimatriisissa kukin sävel on esitetty yhdellä rivillä (vrt. taulukko 2). Matriisin sarakkeet ilmoittavat (1) alkuhetken iskuissa, (2) keston iskuissa, (3) MIDI-kanavan, (4) sävelkorkeuden MIDI-numeron, (5) soittovoimakkuuden (*velocity*), (6) alkuhetken sekunneissa ja (7) keston sekunneissa. Esimerkin nuottimatriisi sisältää kansansävelmän *Läksin minä kesäyönä* kolme ensimmäistä säveltä (nuottinos kuvassa 1).

MIDI Toolboxissa on noin 100 funktiota, joiden avulla MIDI-tiedostoja voidaan muokata, analysoida tai generoida. Toimintansa perusteella funktiot on jaettu useaan kategoriaan. *Muuntofunktiot* lukevat MIDI-tiedoston Matlabin nuottimatriisiksi tai kirjoittavat nuottimatriisin MIDI-tiedostoksi. *Generointifunktioiden* avulla voidaan luoda uusia nuottimatriiseja ja soittaa näitä joko käyttäen tietokoneen MIDI-soittajaa tai syntetoiden nuottimatriisi äänitiedostoksi. Erilaiset *suodinfunktiot* mahdollistavat musiikkimateriaalin muokkaamisen esimerkiksi skaalaamalla, siirtämällä, kvantisoimalla, transponoimalla ja aikaikkunoomalla. Viimeksimainittu tarkoittaa tietyn aikavälin sisällä soitettujen musiikillisten tapahtumien irrottamista kokonaisuudesta. *Metafunktiot* on tarkoitettu suurten musiikkikokoelmien prosessointiin. *Graafiset ja tilastolliset funktiot* ovat hyödyllisiä nuottimatriisin visualisoinnissa (esim. pianoroll-notaatio) ja erilaisten musiikillisten piirteiden tilastollisten jakaumien tutkimisessa. Edellämainitut funktiot toimivat apuna *analyttisten funktioiden* käytössä. Nämä funktiot liittyvät sellaisiin musiikillisiin prosesseihin kuten sävellajin, metrin ja melodian segmentointiin jne. Useimmat funktioista perustuvat vastaavia toimintoja kuvaaviin kognitiivisiin malleihin. Seuraavassa esitetään esimerkkejä näistä analyttisistä funktioista.

⁸ <http://www.mathworks.com>

⁹ <http://www.jyu.fi/musica/miditoolbox/>

2.2.1 Tonaliteetti

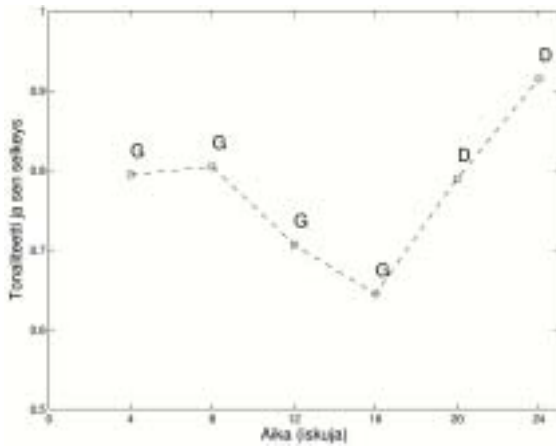
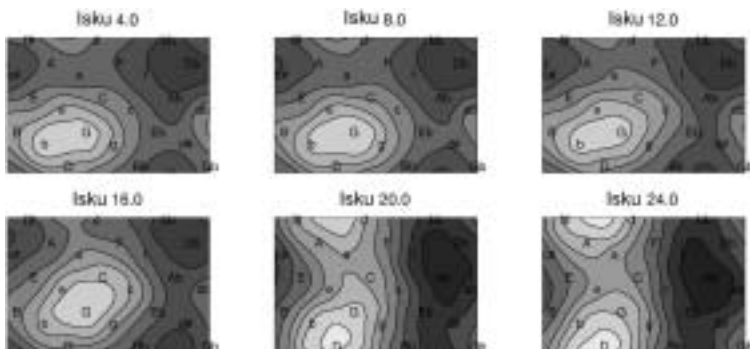
Yksi keskeisistä musiikin hahmottamiseen liittyvistä haasteista on kuunneltavan teoksen sävellajin tai keskeisten sävelkeskusten määrittäminen. Krumhanslin ja Schmucklerin klassinen sävellajin löytämisalgoritmi (Krumhansl 1990) perustuu Krumhanslin ja Kesslerin (1982) määrittämiin sävelten stabiilisuusprofileihin. Algoritmi vertaa sävelmän sävelluokkajakaumaa 24 stabiilisuusprofiliiin (12 duuri- ja 12 molliprofilia) korrelaatiokertoimen avulla. Tämä antaa arvion kunkin sävellajin voimakkuudelle. Tonaliteetin muuttumista ajan kuluessa voidaan tutkia soveltamalla algoritmia liikkuvassa aikaikkunassa.

Ottakaamme esimerkiksi Joseph Haydnin pianosonaatin numero 1 G-duuri (Hob. XVI:8) ensimmäiset 12 tahtia (esitetty kuvassa 2A) ja laskekaamme kyseisen kappaleen maksimaalinen sävellajikorrelaatio kahden iskun askelin etenevissä aikaikkunoissa. Tulos on esitetty graafisesti kuvassa 2B, jossa sävellajin muutos on esitetty ajan kuluessa. Mittari antaa melko pelkistetyn kuvan tonaliteetista esittäessään suurimman sävellajikorrelaation voimakkuuden muttei ilmoita vaihtoehtoisten sävellajien voimakkuutta. Tämä voidaan esittää visuaalisesti käyttäen Toiviaisen ja Krumhanslin (2003) menetelmää, jossa dynaamisesti lasketut sävelluokkajakaumat projisoidaan stabiilisuusprofileilla opetettuun itsejärjestäytyvään karttaan (Kohonen 1997). MIDI Toolboxissa tämä voidaan toteuttaa `keysomanim`-funktioilla, jonka tulos on esitetty kuvassa 2C. Kuvasta voidaan nähdä, kuinka tonaalinen keskus on aluksi G-duurin läheisyydessä, josta se myöhemmin siirtyy kohti muita alueita. Kuvassa esitetyt yksittäiset kuvat voidaan `keysomanim`-funktioilla tallentaa myös animaatioksi.

2.2.2 Metri

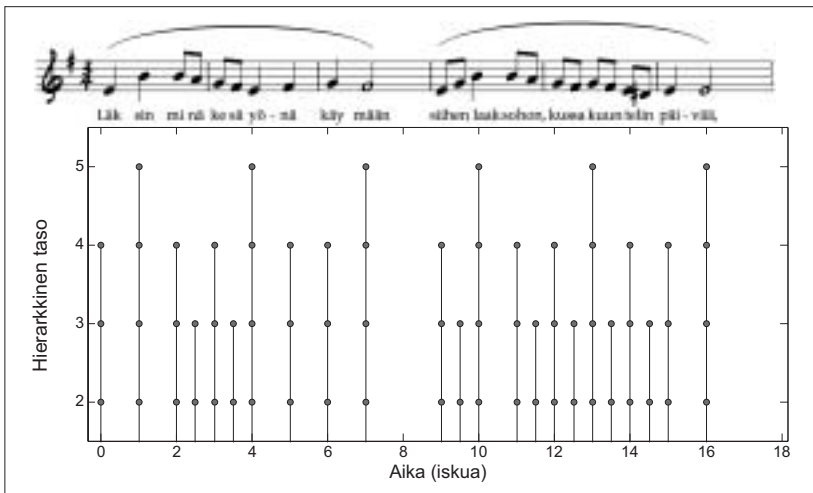
Musiikin metrin ja tahtilajin määrittäminen edellyttää musiikissa olevien säännöllisten iskurakenteiden löytämistä. Tietokonepohjaisessa analyysissä tämä voidaan toteuttaa autokorrelaation avulla, jossa kappaleen tapahtumia verrataan eri määrin viivästettyihin kopioihin kappaleen tapahtumista (Brown 1993). MIDI Toolboxin `meter`-funktio etsii tämän periaatteen avulla sen, onko kyseessä oleva kappale kaksi- vai kolmijakoinen. Esimerkiksi sävelmän *Läksin minä kesäyönä* tämä funktio arvioi kolmijakoiseksi. Toiviainen ja Eerola (2004) testasivat tämän menetelmän tehokkuutta kahdella kokoelmalla, joissa oli yhteensä 12 368 suomalaista ja saksalaista kansansävelmää. Pelkästään kappaleen ajalliseen rakenteeseen perustuvalla menetelmällä funktio luokitteli oikein noin 80 % sävelmien tahtilajeista. Kun sävelten melodinen aksentti otetaan huomioon, oikein luokiteltujen sävelmien osuus nousee noin 95 %:iin. Näin ollen menetelmä tarjoaa varsin onnistuneen ratkaisun säännöllisten iskurakenteiden löytämiseksi. Tämä optimoitu funktio sisältyy myös MIDI Toolboxiin.

Vaikka autokorrelaatiofunktio antaa arvion tahdin pituudesta, sen avulla ei voida päätellä, missä vahvat ja heikot tahdinosat sijaitsevat, ts. alkaako sävelmä tahdin alusta vai kohotahdilla. Tämän määrittämiseksi voidaan hyö-

A**B****C**

Kuva 2. **A.** Ensimmäiset 12 tahtia Haydnin pianosonaatista numero 1 G-duuri (Hob. XVI:8). **B.** Maksimaaliset sävellajikorrelaatiot ja vastaavat sävellajien symbolit pianosonaattikatkelmassa. **C.** Lokaalin sävellajikeskuksen muuttuminen ajan myötä tonaliiteetin havaitsemisen mallin mukaan.

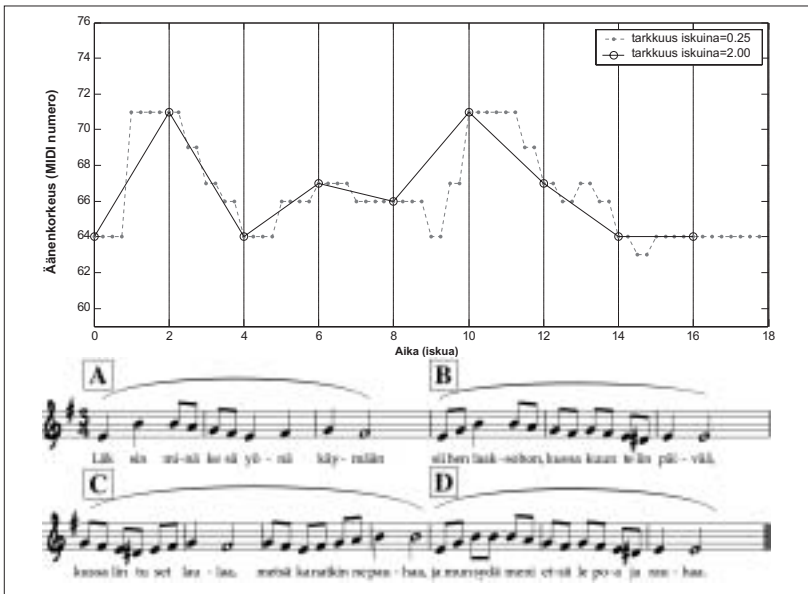
dyntää Lerdahlin ja Jackendoffin (1983) *metrisen hierarkian* käsitettä. Lerdahlin ja Jackendoffin mukaan länsimaisen musiikin metri koostuu hierarkkisesti järjestäytyneiden vahvojen ja heikkojen iskujen vaihtelusta. Korkeimmalla hierarkiatasolla olevat sävellet sijaitsevat tahdin ensimmäisellä iskulla, seuraavaksi korkeimmat tahdin keskellä jne., metristä riippuen. Sävelten asema metrisessä hierarkiassa voidaan arvioida määrittämällä metri autokorrelaation avulla ja sovittamalla sen jälkeen sävelten alukejakauma metristen hierarkioiden syklisiin permutaatioihin. MIDI Toolboxissa tämän voi tehdä `plothierarchy`-funktioilla, jonka graafinen esitys kappaleen *Läksin minä kesäyönä* sävelten hierarkiasta löytyy kuvasta 3. Korkeat pistepinot vastaavat säveliä, jotka ovat hierarkkisesti merkittäviä. Esimerkin metristä hierarkiaa tarkastellessa huomaamme, että kappaleen metri (3/4) on oikein määritelty, mutta nuotinnoksesta eroten algoritmi arvioi, että sävelmän ensimmäinen sävel sijaitsee kohotahdilla. Tämä johtuu 3. ja 6. tahdin toisella iskulla olevista pitkistä sävelistä, joille algoritmi on antanut merkittävän painoarvon. Sävelmää tuntematon kuulija voisi kuitenkin helposti muodostaa tällaisen tulkinnan metrisestä hierarkiasta. On mielenkiintoista, että Heikki Laitinen (2003, 231) esittelee kyseisen sävelmän esimerkkinä laskuttomasta laulujalasta, jossa erityisesti ensimmäisen säkeen alku on nuottikuvaltaan harhauttava. Tämän kaltaiset analyysivirheet kertovat myös musiikin monitulkintaisuudesta sekä ihmisen verrattomasta tulkintakyvystä verrattuna tietokonealgoritmeihin. Toisaalta vaikka tietokonemalli ei välttämättä täysin vastaisi asiantuntijan tulkintaa ilmiöstä, mallin avulla analyysiperiaatteet ovat kuitenkin läpinäkyviä ja myös sen tekemät virheet antavat vihjeitä niistä tavoista, joilla ihminen tekee päätelmän asiasta.



Kuva 3. *Läksin minä kesäyönä* -sävelmä ja sen tietokonealgoritmillä arvioitu metrisen hierarkia.

2.2.3 Melodiankaarros ja melodinen samankaltaisuus

Melodiankaarros kuvaa melodian yleistä muotoa. Tämä melodian hahmo on tavallisesti helpompi muistaa kuin tarkka intervallirakenne (Dowling 1978; Dowling & Fujitani 1971); useat musiikin sisältöhakujärjestelmät käyttävätkin tätä esitysmuotoa (Kim et al. 2000; Lemström – Wiggins – Meredith 2001). MIDI Toolboxissa melodiankaarrosen voi laskea *melcontour*-funktioilla. Kuva 4 esittää kaksi eri resoluutiolla (tarkkuudella) kuvattua melodiankaarrosta. Joissakin sovelluksissa (Kim et al. 2000; Mazzoni & Dannenberg 2001; Uitdenboerd & Zobel 2002) käytetään karkeampaa melodian kaarrosen esitysmuotoa (melodian suuntahaku). Siinä intervallit esitetään sen mukaan, ovatko ne ylöspäisiä, alaspäisiä tai paikallaan (toisto). Näistä voidaan käyttää englanninkielisiä lyhenteitä eli *u, d tai r (up, down tai repeat)*. Tällöin *Läksin minä kesäyönä* -sävelmän ensimmäinen säe löytyisi tekstinpätkällä *urddduud*. Esitystapa vaikuttaa varsin karkealta mutta on yllättävän tehokas yksiaänisten sävelmien – ja etenkin niiden varianttien – löytämisessä. Tätä menetelmää voi kokeilla verkossa suomalaisilla kansansävelmillä.¹⁰



Kuva 4. *Läksin minä kesäyönä* -sävelmän kahden ensimmäisen säkeen melodian kaarros sekä neljän säkeen nuotinnus. Nuotinnoksessa säkeet on merkitty kirjaimilla A–D. Melodiankaarrosessa on esitetty kahden ensimmäisen säkeen (A ja B) melodiankaarros kahdella eri tarkkuudella.

¹⁰ <http://www.jyu.fi/musica/sks/>

Melodiankaarrosta voidaan soveltaa esimerkiksi melodioiden välisen samankaltaisuuden arviointiin. MIDI Toolboxissa tämä voidaan tehdä `meldistance`-funktioilla, joka laskee kahden annetun melodian välisen samankaltaisuuden käyttäjän määrittelemän esitysmuodon (melodiankaarros tai jokin musiikillisten tapahtumien jakauma) ja etäisyysmittarin mukaan. Esimerkiksi sävelmän *Läksin minä kesäyönä* neljän säkeen välinen samankaltaisuus kahden eri esitysmuodon avulla on kuvattu taulukossa 3.

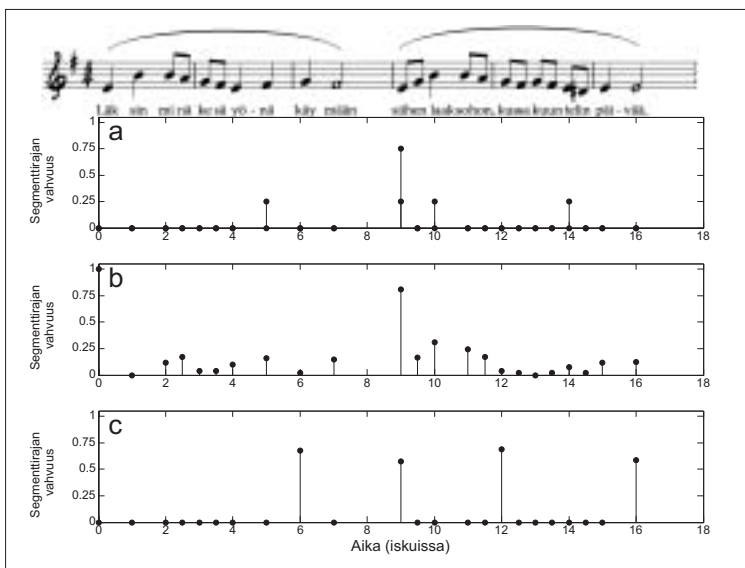
	Melodian- kaarros				Sävelkesto- jakauma			
Säe	A	B	C		Säe	A	B	C
A					A			
B	.90				B	.63		
C	.80	.76			C	.63	.95	
D	.90	1.00	.76		D	.54	.91	.89

Taulukko 3. *Läksin minä kesäyönä* -sävelmän neljän säkeen keskinäinen samankaltaisuus melodiankaarrosen (*contour*) ja sävelkestojaakauman (*durdist1*) mukaan (asteikolla 0–1, jossa 1 = maksimaalinen samanlaisuus).

Taulukon 3 tulosten mukaan säkeet B ja D ovat melodiankaarrokseltaan identtiset (samankaltaisuus 1.00); säe C taas eroaa eniten muista säkeistä. Sävelkestojen jakauman perusteella taas säkeet B ja C ovat eniten samankaltaisia (samankaltaisuus 0.95) ja säkeet A ja D vähiten samankaltaisia (0.54). Säkeiden samankaltaisuuden aste riippuu siis tarkasteltavasta melodian esitysmuodosta.

2.2.4 Melodian segmentointi

Yksi keskeinen prosessi musiikin havaitsemisessa on kuullun sävelvirran segmentointi eli jaksottaminen pienempiin yksiköihin, kuten melodisiksi motiiveiksi ja säkeiksi. Tätä prosessia on mallinnettu useilla menetelmillä. Musiikin symbolisten representaatioiden yhteydessä voidaan erottaa sääntöpohjaiset ja tilastolliset menetelmät. Esimerkkinä ensimmäisestä mainittakoon Tenneyn ja Polansky (1980) algoritmi, joka perustuu hahmopsykologiaan. Kyseinen algoritmi määrittää melodian segmenttirajat peräkkäisten sävelten ja sävelryhmien sävelkorkeus- ja kesto-suhteiden perusteella. Emiliou Cambouropoulos (1997) on myös esittänyt sääntöpohjaisen segmentointimallin. Todennäköisyyksiin perustuvilla malleilla (esim. Bod 2002) tarkoitetaan sellaisia menetelmiä, joita varten on ensin analysoitu laaja joukko musiikkia ja niiden säkeiden rajakohdilla olevia musiikillisia tapahtumia. Näiden todennäköisyyksien perusteella voidaan uusissa kappaleissa pyrkiä ennustamaan todennäköinen segmentointi. Kunkin mallin antamat segmentoinnit on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Läksin minä kesäyönä -sävelmän kahden ensimmäisen säkeen segmentointi sääntöpohjaisten (A, Tenneyn ja Polanskyin [1980] malli; B, Cambouropouloksen [1997] malli) ja (C, todennäköisyyksiin (esim. Bod 2002) perustuvan mallin mukaan. Viivojen korkeus ilmoittaa kunkin segmenttirajan voimakkuuden (välillä 0 ja 1, jossa 1 viittaa vahvaan segmenttirajaan).

Kuvan 5 esimerkkitapauksessa kaikki algoritmit tuottavat uskottavan segmentoinnin kansansävelmästä, joskin sääntöpohjaisten algoritmien tuottama säerakenne vastannee paremmin useimpien kuulijoiden muodostamaa käsitystä laulun säerakenteesta.

2.2.5 MIDI Toolbox ja muut tapahtumapohjaiset työkalut

Edellä kuvatut esimerkit käsittelevät erilaisia musiikin hahmottamisen peruskäsitteitä, joiden tutkimista varten työkalua on pääasiassa kehitetty. Erilaisten suurten kokoelmien vaivaton analyysi on myös mahdollista MIDI Toolbox -työkalun avulla. Työkalun etuja ovat ilmaisuus, monipuolisuus, tehokkuus, MIDI-representaation yleisyys ja helppokäyttöisyys. Haittapuolena on sen isäntänä toimivan ohjelman (Matlab) maksullisuus, vaikka tosin lähes vastaavilla ominaisuuksilla varustettu ilmainenkin ohjelma löytyy (Octave). Matlab on kuitenkin nykyisin hyvin laajasti käytetty ohjelma laskentaa soveltavilla aloilla, ja siitä on saatavilla huokeita opiskelijalisenssejä opetuskäyttöön. Myös muita tapahtumapohjaisia työkaluja on kehitetty. Nämä on yleensä tarkoitettu tietynlaisen, rajatun tutkimuskysymyksen ratkaisemiseksi, kuten musiikkiesityksen tulkinnan

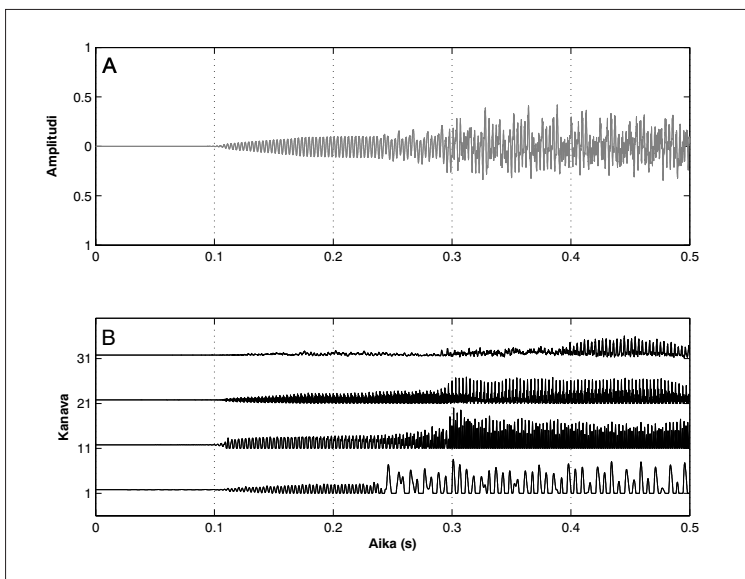
analysointiin ja tuottamiseen, joista esimerkiksi voisi mainita *POCO*-ohjelmiston (Honing 1990) sekä *Director Musices* -ohjelman (Friberg 1995). Analyysin lisäksi myös musiikin luontiin ja vuorovaikutukselliseen toimintaan pystyviä ohjelmistoja on saatavilla, kuten esimerkiksi *MAX* (Puckette & Zicarelli 1990) ja *Patchwork* (Laurson 1996).

2.3 Akustisen representaation analyysityökalu: IPEM Toolbox

Akustisiin tallenteisiin pureutuvat työkalut ovat pääasiassa signaalin- ja äänenkäsittelyn ohjelmia. Tällä alueella työkalun valinta riippuu hyvin paljon käyttötarkoituksesta. Musiikin sisällönanalyysi voidaan akustisen esityksen avulla kohdentaa teoksen mikrotasoon, sävelten tarkkaan säveltasoon ja ajoitukseen, sävelten painotukseen, fraseeraukseen tai sointiväriin. Erinomainen työkalu havaintoon pohjautuvan musiikkianalyysin tarpeisiin on *IPEM Toolbox* (Leman – Lesaffre – Tanghe 2000), joka on Gentin yliopiston (Belgia) psykoakustiikan ja elektronisen musiikin tutkimukseen erikoistuneen instituutin (IPEM) kehittämä työkalupaketti musiikin analysoimiseksi. Myös tämä työkalu tarvitsee toimiakseen Matlab-ohjelmiston. *IPEM Toolbox* pohjautuu vahvasti musiikin havaitsemisprosesseihin, jolloin liikkeelle lähdetään akustisesta tallenteesta. Tätä prosessoidaan siten kuin tiedämme kuulojärjestelmämme käsittelevän äänisignaalia: kuulojärjestelmää mallinnetaan tarkoin erilaisin signaalinprosessoinnin keinoin. Kuvassa 6 on esimerkki äänisignaalin muuntamisesta hermosignaaliiksi kuulosimpukassa. Kuvan ylemmässä paneelissa on esitetty lyhyt ääninäyte (puoli sekuntia) *Läksin minä kesäyönä* -sävelmän äänityksestä, joka on peräisin *Rajaton*-yhtyeen levyltä (2000). Alemmassa paneelissa on kuvattu kuulojärjestelmän laskennallisen mallin (Van Immerseel & Martens, 1992) mukaisia kyseisen ääninäytteen kuulosimpukassa synnyttämiä hermosignaaleita. Kuvassa on esimerkkinä esitetty neljä korvasimpukan taajuuskanavaa (alin käyrä vastaa 141 hertsiä, seuraavat 557, 1333 ja 3609 hertsiä).

Kuvassa 7 on laajempi esimerkki kuvassa 6 esitetystä äänitteestä. Esimerkissä on analysoitu *Läksin minä kesäyönä* -kappaleen kaksi ensimmäistä säettä *Rajaton*-yhtyeen levyltä (2000). Tällöin lähdetään liikkeelle äänisignaalista (paneeli B) ja mallinnetaan kuulojärjestelmän äänenkäsittelyä signaalinprosessoinnin keinoin. Seuraavassa vaiheessa kuulohermossa käytettyä representaatiota (paneeli C, ns. kuulohermosignaali, joka esitettiin tarkemmin kuvassa 6) analysoidaan erilaisin signaalinprosessoinnin menetelmin. Nämä analyysit perustuvat erilaisiin muunnoksiin, joiden avulla voidaan tarkastella musiikkinäytteen taajuuskomponentteja (paneeli D, karkeasti sanoen äänenkorkeutta ja sointiväriä), tai kuten tässä tapauksessa, äänen karheutta ja sävelten alukkeita (paneeli E). Karheus on esitetty käyränä. Kuvan kaikista paneeleista pystyy erottamaan sävelten alukkeet sekä karkeasti äänenkorkeuden paneelista D. Erilaiset ääniteet, erityisesti konsonantit synnyttävät vaihtelua soinnin karheuteen.

Tarjolla on myös joukko muita äänisignaalin tutkimukseen soveltuvia työkaluja. Näistä äänisynteesiin ja analyysiin sopivia ovat esimerkiksi Praat (Boersma & Weenink 1996), Synthesis ToolKit in C++ (Cook & Scavone 1999), Auditory

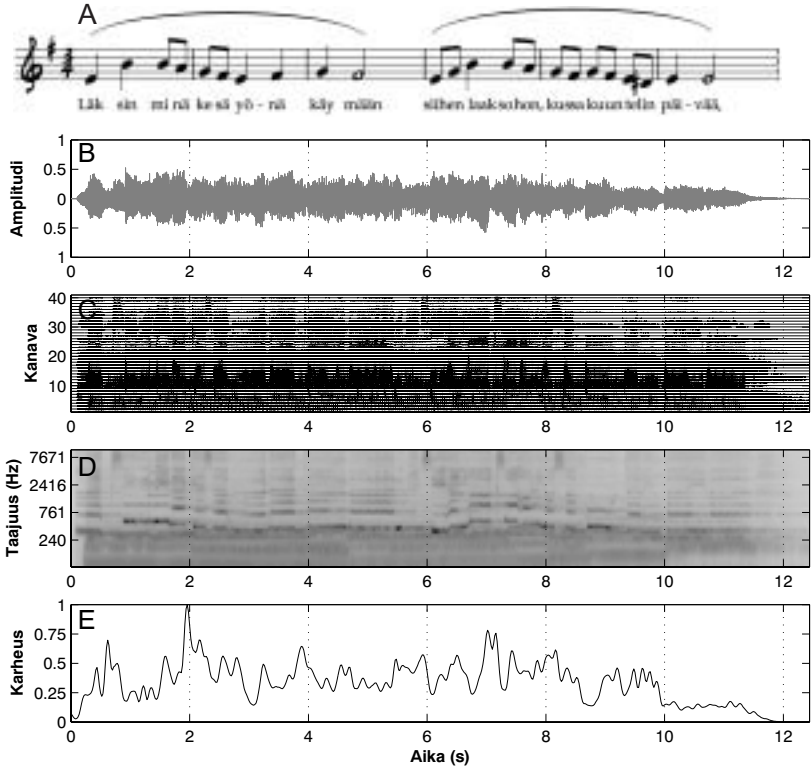


Kuva 6. Läksin minä kesäyönä -sävelmän alusta ensimmäiset 0.5 sekuntia **A**, aaltomuotoisena äänisignaalina ja **B**, kuulohermosignaalina. Jälkimmäisessä on kuvattu korvasimpukan neljän eri taajuuskanavan vasteet. Akustinen tallenne on peräisin Rajaton-lauluyhtyeen Nova-levyltä (2000).

Toolbox (Slaney 1998), Csound (Vercoe 1996) sekä EyesWeb (Camurri et al. 2000). Näiden lisäksi monissa kaupallisissa äänenkäsittelyohjelmistoissa (mm. Soundforge, Sound Edit Pro, Audacity tai Sound Designer) on verrattain monipuoliset analyysiominaisuudet.

3 Musiikkitietokannat ja niiden käyttö tutkimuksessa

Yllä kuvatut työkalut on tehty käytännön tarpeisiin olemassaolevien analyysikysymysten ratkaisemiseksi. Monesti tietokoneanalyysi on parhaimmillaan toistettaessa samaa analyysia useille teoksille. Tällöin kyseessä on yleensä musiikkitietokantojen käyttäminen tutkimuksen apuna. Tietokantojen tutkimuksesta käytetään myös termiä *musiikillisen tiedon louhinta* (engl. *Musical Data Mining*). Viimeksi mainitussa tavoite on enemmänkin musiikkitieteellinen toisin kuin läheisellä *musiikin sisältöhaku* -alalla, josta lisää myöhemmin. Juuri musiikkitietokannat ovat tuoneet tutkimuksen ulottuville joukon uusia kysy-



Kuva 7. Läksin minä kesäyönä -laulun kahden ensimmäisen säkeen representatio **A**, nuottikuvana, **B**, äänisignaali aaltomuotona, **C**, kuulohermosignaalina, **D**, äänen taajuuskomponentteina ja **E**, äänen karheutena. Viimeksi mainitulla tarkoitetaan äänen dissonoiuutta, joka on laskettu kuuloherron eri taajuuskanavien synkronisoinnin asteella (Leman 2000). Äänen karheudessa näkyvät huiput osuvat sanojen konsonanttien kohdalle (erityisesti k ja s). Akustinen tallenne on peräisin Rajaton-lauluyhtyeen Nova-levyltä (2000).

myksiä. Seuraavaksi esittelemme millaisia tietokantoja tällä hetkellä löytyy ja annamme muutamia esimerkkejä niiden avulla tehdystä tutkimuksesta.

3.1 Musiikkitietokannat

Musiikkia on pitkään viety erilaisiin kirjallisiin kokoelmiin, ensyklopedioihin ja temaattisiin luetteloihin. Jo Ilmari Krohn (1902) kehitti sävelmien kadensseihin perustuvan luokittelujärjestelmän. Myös Barlowin ja Morgensternin (1948) toimittamassa hakuteoksessa *A Dictionary of Musical Themes* listataan noin 10 000 sävellyksen teeman alut tietyssä sanakirjamaisessa järjestyksessä, jonka avulla siis voi periaatteessa hakea mieltään askarruttavan kappaleen. Nykyisin samaa kysymystä lähestytään tietokoneen avulla. Tietokannoissa musiikki esitetään yleensä notaatioon pohjautuvilla esitystavoilla, vaikkakaan mitään yhtä standardia ei ole levinnyt käyttöön tietokantojen erilaisten luonteiden vuoksi.

Klassisen musiikin saralla laajin hanke on RISM¹¹ (1997), sävelfragmenttien tietokanta (*incipits database*), jonka kerääminen aloitettiin jo 1940-luvulla ja joka sisältää tällä hetkellä noin 450 000 teosta noin 20 000 säveltäjältä. Teokset on koodattu tietokantaan yksinkertaisen nuotinnokseen perustuvan representaation avulla, jossa kerrotaan sävelkorkeuden ja keston lisäksi tahtiviivojen paikat sekä sävellaji- ja tahtilajimerkinnyt. Muut länsimaisen taidemusiikin kokoelmat eivät ole yhtä kattavia. Verkon avulla käytettävät vapaat musiikkitietokannat kuten *Melodyhound*¹², *MELDEX* sekä aiemmin mainittu *Themefinder* sisältävät joitakin tuhansia klassisen musiikin teoksia. Myös Ohion yliopiston verkkosivuilta löytyy muutamia tuhansia klassisen musiikin teoksia **KERN-representaatioissa¹³. La Trobe -yliopiston ylläpitämä tietokanta¹⁴ sisältää satoja 1300-luvun teoksia. Lisäksi tutkimuskäyttöön on saatavilla ns. tekijänoikeusvapaan musiikin kokoelma (n. 500 teosta) nimeltä *Mutopia*¹⁵.

Kansanmusiikin puolella huomattavin kokoelma on Ilmari Krohnin (1899–1933) toimittamien *Suomen Kansan Sävelmät* -kokoelmien digitaalinen verkkoversio (Eerola & Toiviainen 2004b). Kokoelmassa on liki 9 000 kansansävelmää, ja ne löytyvät niin nuotinnoksina kuin MIDI-tiedostoinakin. Kustakin sävelmästä on tietokannassa myös metatietoa, kuten sävelmien keräyspaikkakunnat, kerääjä, muistiinpanijoiden huomiot, Krohnin kadenssityypit jne. Kokoelma on vapaasti käytettävissä verkossa.¹⁶ Toinen laaja kansanmusiikin tietokanta on Helmut Schaffrathin (1995) toimittama *Essenin kokoelma* (*Essen folk song collection*),¹⁷ joka koostuu noin 6 000 kansansävelmästä, jotka ovat pää-

¹¹ Koko nimeltään *The Répertoire International des Sources Musicales, Series A/II, Music Manuscripts after 1600 database*. http://rism.stub.uni-frankfurt.de/index1_e.htm

¹² <http://name-this-tune.com>

¹³ <http://kern.humdrum.net/>

¹⁴ <http://www.lib.latrobe.edu.au/Audio-Visual/Stinson/medmusic.htm>

¹⁵ <http://www.mutopiaproject.org/>

¹⁶ <http://www.jyu.fi/musica/sks/>

asiassa keskieurooppalaista alkuperää. Kustakin sävelmästä on myös erilaista metatietoa tarjolla (maantieteellinen alue, tyyli, tahtilaji jne.) sekä säumerkinät, ja kyseessä on notaatiopohjainen representaatio (**KERN). Lisäksi aiemmin mainittu MELDEX-tietokanta sisältää vajaa pari tuhatta kansansävelmää *Digital Tradition* -kokoelmasta (Greenhaus 1996), joka kattaa pääasiassa Brittein saarilta peräisin olevaa perinnesävelmää. Muutamia yksittäisiä kulttuurialueita kattavia pienempiä kokoelmia löytyy myös Humdrum-ohjelman käyttämässä representaatiossa Ohion yliopiston verkkosivuilta (mm. Frances Densmoren keräämiä Amerikan intiaanien lauluja). Populaarimusiikkia on saatavilla joitakin tuhansia muun muassa MELDEX-tietokannan laajennuksessa (Bainbridge et al. 1999), mutta toistaiseksi huolellisesti toimitettuja populaarimusiikin kokoelmia ei ole saatavilla.

Akustisten tallenteiden osalta työ kokoelmien kohdalla ei ole vielä yhtä pitkällä niiden vaatimien tila- ja laitteistovaatimusten takia, mutta tilanne on parantumassa koko ajan. Meneillään on muun muassa valtava koko Naxos-levy-yhtiön julkaisutuotannon (klassisen, jazz- ja aasialaisen musiikin) kattava äänitetietokanta (*Variations2*-hanke¹⁸), joka on kokoluokaltaan ilmiömäiset 30 000 teosta (3 teratavua). Lisäksi saatavilla on *Real World Computing* -musiikkitietokanta (Goto et al. 2002), josta löytyy pop-, rock- ja jazz-kappaleita ja taidemusiikin teoksia niin akustisessa kuin tapahtumapohjaisessakin muodossa. Suomessa on tällä hetkellä meneillään kulttuurihistoriallisesti huomattavia musiikkiarkistojen digitointihankkeita (Tampereen yliopiston musiikintutkimuksen laitoksen Ala-Könni-kokoelma,¹⁹ Suomen Jazz- ja poparkiston analogisten äänitteiden digitointi, Yleisradion ääniarkisto, Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran kansanrunousarkisto ja kirjallisuusarkisto). Nämä hankkeet tulevat toivoaksemme jatkumaan vielä pitkään, jotta ainutlaatuinen aineisto saadaan kokonaisuudessaan siirrettyä digitaaliseen muotoon, sillä osa äänitenauihoista on vaarassa tuhoutua. Äänitetietokantojen kehittäminen on tärkeää myös musiikin sisältöhaaku -alalle, sillä tällä hetkellä ei ole olemassa montakaan soveliaista ja hyvin dokumentoitua äänitetietokantaa erilaisten hakumenetelmien kehittämiseksi.

Lisäksi internetissä on saatavilla satoja tuhansia MIDI-muotoisia tiedostoja niin taide- kuin populaarimusiikin saralta, mutta niiden laatu vaihtelee hyvin paljon. Samalla tavoin on verkosta saatavilta hyvin laajalti akustisia tallenteita yleistyneessä mp3-formaatissa, mutta niiden käyttämiseen liittyy paljon tekijänoikeuksiin sekä äänitteiden laatuun ja luotettavuuteen liittyviä ongelmia.

Vaikka representaatiot eroavat melko paljon toisistaan, mikään ei estä rakentamasta myös rinnakkaisia representaatioita sisältäviä tietokantoja. Näin voidaan nopeuttaa esimerkiksi musiikin hakemista pohjaamalla itse haku etukäteen muodostettuihin symbolijonoihin (tapahtumapohjainen tai notaatiopohjainen representaatio), joiden perusteella varsinainen äänitiedosto haetaan. Toisaalta aina ei ole olemassakaan akustista representaatiota musiikista, kuten

¹⁷ <http://www.ccarh.org/>

¹⁸ <http://dml.indiana.edu>

¹⁹ Ks. Marko Ahon katsaus tässä *Musiikin* numerossa sivuilla 175–177.

on laita pääosin *Suomen Kansan Sävelmät* -kokoelman kohdalla, joka pääosin kerättiin ennen fonografin leviämistä kirjaamalla laulut nuottipaperille.

3.2 Millaisiin tutkimuskysymyksiin musiikkitietokantoja on sovellettu?

Äänitteitä tuotetaan nykyisin yhä enenevässä määrin. Vuosittain maailmassa julkaistaan noin 10 000 musiikkialbumia ja rekisteröidään tekijänoikeusrekistereihin noin 100 000 musiikkiteosta. Julkaistun musiikin määrän lisääntyessä musiikin kenttä myös pirstoutuu. Tämän kasvavan informaation määrän hallitsemiseksi on viime aikoina ryhdytty kehittämään tietokonejärjestelmiä, joilla suuria musiikkiaänitekokoelmia voitaisiin automaattisesti analysoida ja luokitella. Tätä uutta tutkimusalaa kutsutaan nimellä musiikin sisältöhaku (engl. *Music Information Retrieval; MIR*) (Downie 2003; Leman 2002). Kyseessä on monitieteinen tutkimusalue, jossa yhdistetään muun muassa musiikkitieteen, kognitiivisen musiikkitieteen, tietojenkäsittelytieteen ja signaalinkäsittelyn tietämystä ja menetelmiä. Luokittelun lähtökohtana ei tällöin ole musiikkiteosta koskeva metadata vaan musiikillinen sisältö eli se, miltä musiikki kuulostaa. Toimiakseen hyvin tällaisen järjestelmän tulee kyetä hahmottamaan musiikista piirteitä, jotka ovat kuulijan kannalta olennaisia. Nämä piirteet liittyvät musiikin peruselementteihin kuten melodiaan, sointiväriin, rytmiin ja sointuihin sekä näiden välisiin suhteisiin. Yksi musiikin sisältöhakututkimuksen keskeisiä tavoitteita on kehittää nk. vihellys- tai hyräilyhakukoneita (engl. *Query by Whistling/Humming*), joiden avulla tietokannoista voidaan hakea musiikkia viheltämällä, hyräilemällä tai laulamalla haluttu melodia tai sen osa. Hakukone analysoi harkijan tuottaman melodian, muuttaa sen nuotinnusta vastaavaan symboliseen muotoon ja vertaa tätä tietokannassa oleviin sävelmiin. Lopputuloksena on luettelo niistä sävelmistä, joissa kyseinen melodia tai sitä läheisesti muistuttava katkelma esiintyy. Toistaiseksi hakumenetelmissä ja käyttöliittymissä on vielä parantamisen varaa, mikä kertoo siitä, kuinka vaikea tehtävä oikeastaan tietokoneelle on ja paljonko musiikillinen tietämys vaikuttaa yksinkertaisinkin tehtäviin. Alan tutkimus on hyvin organisoitunut ISMIR-järjestön²⁰ ympärille, joka järjestää muun muassa vuosittain suuren monialaisen konferenssin.

Yllä kuvatusta dynaamisesta ja nopeasti etenevästä alasta päästään helposti vanhimpaan musiikillisten tietokantojen akateemiseen käyttöön, nimittäin tietokantaan perustuvaan tyyliin, tekijän tai aikakauden tunnistamiseen ja kuvailuun. Jo viime vuosisadan alkupuolella muun muassa Henry J. Watt (1924) tutki Franz Schubertin ja Amerikan intiaanien musiikillisia piirteitä näitä menetelmiä soveltaen. Tämä musiikillinen salapoliisiyö on kuitenkin tietokoneiden avulla helpompi suorittaa. Tällöin pyritään tunnistamaan tuntemattomaksi jäänyt teos vertaamalla sitä samaa aikakautta edustavien tunnettujen teosten ”musiikillisiin sormenjälkiin”, joita voidaan tietokannasta olevista teoksista kohtuullisen helposti laskea. Tämän suuntaisia töitä löytyy eri vuosikymmeniltä (esim. Marilier 1983; Vos & Troost 1989). Esimerkiksi Daniel Christopher Jacobson (1986)

²⁰ *International Conference on Music Information Retrieval*

analysoi yli 40 000 tahtia Schubertin teoksia yrittäessään ajoittaa kahta tuntematonta Schubertin teosta hänen sävellysuransa vaiheisiin. Myös tiettyjen musiikillisten piirteiden maantieteellisten jakautumien kuvaaminen voi avittaa tyylianalyysia (Aarden & Huron 2001; Toiviainen & Eerola 2003).

Musiikkitietokantojen avulla tehtävässä tyylianalyysissa on luotettavuuteen ja otantaan liittyviä ongelmia. Ensinnäkin tietokannassa voi olla puuttuvia tai virheellisiä tietoja (kirjoitus- tai muunnosvirheitä), joita tutkija materiaalin laajuuden vuoksi ei välttämättä huomaa. Toinen ongelma on se, että kokoelmat ovat usein hyvin valikoituneita ja toimitettuja laitoksia, jotka eivät itsessään välttämättä edusta laajasti kysymyksessä olevan tyylin tai aikakauden musiikkia, ainakaan mitä tulee määrällisissä menetelmissä käytettyihin satunnaistamiskäymyksiin.

Toisentyypinen musiikkitietokantojen sovellus on musiikin hahmottamisperiaatteiden selvittäminen. Länsimaisen taidemusiikin melodiaa, harmoniaa ja rytmiä ohjaavia käsitteitä on pyritty ymmärtämään kognitiivisten periaatteiden kautta, joiden voidaan olettaa heijastuvan musiikissa. Varmistusta näitä asioita kuvaaville malleille on haettu analysoimalla suuri otos musiikkia. Esimerkiksi David Huron on tutkinut melodian kaarrosta (1996), dynamiikan käyttöä (1990), polyfonisia käytäntöjä (1993), melodisia aksentteja (Huron & Royal 1996) sekä länsimaisen taidemusiikin äänenkuljetusperiaatteita (2001). Vos ja Troost (1989) esittelivät, miten niin taide- kuin kansanmusiikissakin isot intervallit yleensä nousevat ja pienemmät laskevat, mikä saattaa johtua lauluäänen fysiologisista rajoituksista. Topi Järvinen (1995) puolestaan analysoi liki sata bebop-tyylistä jazz-sooloo selvittäessään, millä tavoin improvisoidessa käytetään hyväksi kappaleen sointu- sekä tonaalisia rakenteita. Kansanmusiikkikoelmia on käytetty myös säerakenteen (Bod 2002) ja metrin havaitsemisen (Toiviainen & Eerola 2004) ymmärtämiseksi. Musiikin hahmottaminen ja musiikin sisältöhaaku ovat aloina lähentyneet toisiaan, sillä sisältöhaaku tarvitsee yhä enemmän musiikillisten tyylipiirteiden kartoittamista sekä musiikin hahmottamisperiaatteiden tuntemusta toimiakseen luotettavasti.

Musiikkitietokantoja on myös käytetty musiikillisen esityksen analysointiin. Tällöin on tutkittu erilaisia tulkintoja samasta kappaleesta. Paljon on tutkittu esimerkiksi pianistien tulkintoja tietyistä teoksesta, koska instrumentin soittamiseen liittyvät tiedot saadaan suhteellisen helposti ja tarkasti talteen MIDI-yhteensopivalla instrumentilla, kuten Yamahan Disklavier-soittimella (akustisesta tallenteesta Kurkela 1991; Repp 1998 & 1999). Tämänlaisista tutkimuksista on hiljalleen selvinnyt säännönmukaisuuksia esittäjien tekemissä hidastuksissa ja paradoksaalista kyllä myös rubatoissa (yhteenvedo mm. Palmer 1997; Todd 1989). Ruotsalaistutkijat ovat tutkineet tunneilmaisun tuottamista (Gabrielsson & Juslin 1996; Juslin 1997) sekä tunneilmaisun tunnustamista (Juslin 2000).

4 Päätäntö

Olemme esitelleet muutamia tietokonetyökaluja ja niiden käyttöä musiikin analysoimiseksi ja yleisemmin musiikillisen toiminnan ymmärtämiseksi. Nämä apuvälineet tuovat mukanaan etuja musiikintutkijalle, joista tärkeimmät ovat seuraavat: (1) analyysiprosessin läpinäkyvyys, (2) mahdollisuus uusien aineistojen käyttämiseen sekä (3) mahdollisuus käsitellä perinteisillä menetelmillä vaikeasti tutkittavia musiikillisia piirteitä (esim. sointiväri). Analyysiprosessin läpinäkyvyydellä tarkoitamme sitä, että tietokonealgoritmeja käytettäessä analyysin apuvälineenä tutkija on pakotettu formuloimaan väitteensä selkeästi. Mallit ja testattava aineisto ovat selkeästi esitettävissä formaalin algoritmin muodossa muille tutkijoille, ja näin ollen myös tutkimuksen toistettavuus paranee. Tietenkin mahdollinen läpinäkyvyys liittyy itse analyysiprosessiin eikä siihen, miksi jokin malli tai musiikkityyli ja musiikillinen ilmiö on alun perin valittu. On myös mahdollista, että analyysiin on valittu vääränlainen analyysityökalu tai sitä on voitu soveltaa tavalla, joka ei tee oikeutta tutkittavalle kohteelle. Tietokonepohjaisen analyysin perinpohjainen ymmärtäminen vaatii toisaalta perehtyneisyyttä ja alan lukutaitoa, joten tämän periaatteen toteutuminen ei ole helposti saavutettavissa. Tietokonepohjaisen analyysin tulokset ovat luonnollisesti tulkinanvaraisia suhteessa musiikilliseen käytäntöön ja tutkijan omaan intuitioon.

Mainittujen apuvälineiden tuomalla toisella edulla tarkoitamme sitä, että on mahdollista tutkia sellaisia asioita, joita ei inhimillisistä syistä (aika, tarkkuus jne.) ole mahdollista tutkia. Esimerkiksi suurten musiikkiaineistojen analyysi tai esityksen analysointi ovat tämänlaisia tutkimuskohteita. On mahdotonta vertailla perinteisen musiikkianalyysin keinoin, millaiset periodiset tekijät antavat vihjeitä siitä, onko sävelmä 2- vai 3-jakoinen yli 10 000 kansansävelmässä (Toiviainen & Eerola 2004), millaiset teokset ovat sormituksiltaan erityisen vaikeita fagotistille tai selvittää tietyin musiikkityylin tyypillisiä fraasirakenteita. Tietokoneella tehtävät laskennat ovat, etenkin symboleihin perustuvissa representaatioissa, hyvin nopeita. Myös sävelten alukkeiden etsiminen ja muu vastaava tarkkuutta vaativa käsityö voidaan usein hoitaa tietokoneelle tehdyn työkalun avulla. Musiikintutkijan on teknologian avulla mahdollista tarkastella musiikkia aiempaa tarkemmin (esim. Louhivuori 1992).

Kolmanneksi nostamme esille notaatiokritiikin, vaikkakin se on musiikkitieteessä jo vanha kritiikin kohde (Hornbostel 1928; Laske 1992; Seeger 1958; Tagg 1979). Kun notaatioon suhtautuu enemmänkin teoksen esityksen ohjenuorana, esittämistä tai analyysia varten tehtynä apuvälineenä, se toimii hyvinkin tarkoituksessaan, mutta tiettyjen tutkimuskysymysten selvittäminen ei notaation avulla ole järkevää. Esimerkiksi ei-länsimaisten musiikkikulttuurien, populaarimusiikin tai uuden musiikin analyysi ovat sellaisia aloja, joissa länsimaisten notaation rajoitukset on tunnettu jo pitkään. Muita teknologiasta hyötyviä aiheita ovat sointiväriä, esittämistä, viritysjärjestelmiä tai mikrointervalleja koskeva analyysi.

Nykyään on tarjolla paljon uusia apuvälineitä, joilla musiikkia voidaan tutkia

uusilla tavoilla ja ottaa tutkittavaksi uusia kohteita. Useimpien työkalujen saataavuus on hyvä, ne ovat pääosin ilmaisia ja kohtuullisen nopeasti omaksuttavissa. Voidaan kysyä: miksi kyseisillä työkaluilla ei ole toistaiseksi enemmän käyttäjiä? Ehkä niiden vaatima erityistietämys on kuulunut enemmän luonnontieteellisille tai matemaattisille aloille. Nykyajan musiikkiteetien tulisi kuitenkin olla monitieteistä ja monia eri menetelmiä ja näköaloja soveltavaa. Tästä syystä musiikkiteiteilijän koulutuksen tulisi käsitellä myös akustiikan ja musiikkiteknologian perusasioita ja terminologiaa aivan kuten ns. perinteisten musiikkianalyyysitaitojenkin (satsioppi ja harmonia) opettelua. Tähän emme näkisi olevan käytännön esteitä, sillä työkalut ovat ilmaisia (kolme artikkelissa mainittua ovat kaikki saatavilla verkosta), ne toimivat yleisimmissä käyttöjärjestelmissä (*Windows*, *Macintosh* ja *Linux*), niihin kaikkiin on laadittu perusteellisia oppaita ja käyttöohjeita esimerkkien kera ja kuhunkin löytyy myös runsaasti olemassaolevia musiikkikokoelmia.

Uusia työkaluja soveltavien musiikkianalyytikkojen sukupolvi eittämättä myös haastaisi työkalujen nykyiset rajoitukset, kuten länsimaisen taidemusiikin painotuksen, minkä takia hierarkkiset ja tonaaliset tekijät sekä tietyt viritysjärjestelmät ovat korostuneet työkalujen ja niiden käyttämien representaatioiden valinnoissa. Toisaalta myös näiden työkalujen kehittäjät hyötyisivät musiikkiteiteilijöiden palautteesta ja niiden sovelluksista uusiin musiikillisiin kysymyksiin.

Eduistaan huolimatta edellä kuvatut tietokonesovellukset ovat kuitenkin vain apuvälineitä tietyille musiikintutkimuksen lähestymistavoille ja menetelmille, eivät mitään uskomusjärjestelmiä, joihin kaikki tutkimusongelmat taivutetaan. Hyvä tutkija valitsee menetelmät ja työkalut tavoitteiden mukaan joutuen matkan varrella tutustumaan erityisten menetelmien, apuvälineiden ja tekniikoiden hyviin ja huonoihin puoliin. Toivomme, että tämä teksti on avuksi sellaiselle musiikintutkijalle, jolle nämä tekniset apuvälineet ovat verrattain tuntemattomia, ja helpottaa soveliaan työkalun valintaa tulevien musiikillisten kysymysten ratkaisemisessa.

Lähteet

Äänite

Lauluyhtye Rajaton 2000. *Nova*. MusicMakers Oy, MMCD 111.

Kirjallisuus

- Aarden, Bret & David Huron 2001. Mapping European Folksong: Geographical Localization of Musical Features. Teoksessa *Computing in musicology* 12: 169–183. Ed. Walter B. Hewlett & Eleanor Selfridge-Field. Stanford, CA: MIT Press.
- Abraham, Otto & Erich M. von Hornbostel 1994 [1904]. Suggested Methods for the Transcription of Exotic Music. *Ethnomusicology* 38 (3): 425–456. [Orig. "Vorschläge für die Transkription Exotischer Melodien". *Sammelhände der Internationalen Musikgesellschaft* 1909–1910: 1–25.]

- Bainbridge, David – Craig G. Nevill-Manning – Ian H. Witten – Lloyd A. Smith – Rodger J. McNab 1999. Towards a digital library of popular music. Teoksessa *Proceedings of ACM Conference on Digital Libraries*. Berkeley, CA: ACM. 161–169.
- Balaban, Mira 1996. The Music Structures Approach to Knowledge Representation for Music Processing. *Computer Music Journal* 20 (2): 96–111.
- Barlow, S. Harold & Sam Morgenstern 1948. *A Dictionary of Musical Themes*. New York, NY: Crown Publishers.
- Batke, Jan-Mark – Gunnar Eisenberg – Philipp Weishaupt – Thomas Sikora 2004. A Query by Humming system using MPEG-7 Descriptors. *Proceedings of the 116th Audio Engineering Society Convention*. Berlin, Germany.
- Bod, Rens 2002. Memory-based models of melodic analysis: challenging the gestalt principles. *Journal of New Music Research* 31: 27–37.
- Boersma, Paul & David Weenink 1996. Praat. A system for doing phonetics by computer. Institute of Phonetic Sciences of the University of Amsterdam: Institute of Phonetic Sciences of the University of Amsterdam. Saatavissa: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>.
- Brown, Judith C. 1993. Determination of meter of musical scores by autocorrelation. *Journal of Acoustical Society of America* 94 (4): 1953–1957.
- Cambouropoulos, Emiliios 1997. Musical rhythm: A formal model for determining local boundaries, accents and metre in a melodic surface. Teoksessa *Music, Gestalt, and Computing: Studies in Cognitive and Systematic Musicology* Ed. M. Leman. Berlin: Springer Verlag. 277–293
- Camurri, A. – S. Hashimoto – M. Ricchetti – R. Trocca – K. Suzuki – G. Volpe 2000. EyesWeb – Toward Gesture and Affect Recognition in Interactive Dance and Music Systems. *Computer Music Journal* 24 (1): 57–69.
- Cook, Perry R. & Gary P. Scavone 1999. The Synthesis ToolKit (STK). Teoksessa *Proceedings of 1999 International Computer Music Conference*. Beijing, China: Computer Music Association. 164–166.
- Dowling, W. Jay 1978. Scale and contour: Two components of a theory of memory for melodies. *Psychological Review* 85 (4): 341–354.
- Dowling, W. Jay & Diane S. Fujitani 1971. Contour, interval, and pitch recognition in memory for melodies. *Journal of Acoustical Society of America* 49 (2): 524–531.
- Downie, J. Stephen 2003. Music information retrieval. Teoksessa *Annual Review of Information Science and Technology* 37 Ed. Blaise Cronin. Medford, NJ: Information Today. 295–340.
- Eerola, Tuomas & Petri Toivainen 2004a. *MIDI Toolbox: MATLAB tools for music research*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- 2004b. Suomen Kansan eSävelmät. Digitaalinen tietovaranto, Musiikin laitos, Jyväskylän yliopisto. Saatavissa: <http://www.jyu.fi/musica/sks>.
- Friberg, Anders 1995. *A quantitative rule system for musical performance*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Gabrielsson, Alf & Patrik N. Juslin 1996. Emotional expression in music performance: Between the performer's intention and the listener's experience. *Psychology of Music* 24 (1): 68–91.
- Gómez, Emilia – Fabien Goyon – Perfecto Herrera – Xavier Amatriain 2003. Using and enhancing the current MPEG-7 standard for a music content processing tool. Teoksessa *Proceedings of the Audio Engineering Society 114th Convention*. Amsterdam, Netherlands.
- Good, Michael 2001. MusicXML for Notation and Analysis. Teoksessa *Computing in Musicology* 12: 113–124. Ed. Walter B. Hewlett ja Eleanor Selfridge-Field. Stanford, CA: MIT Press.

- Goto, Masataka – Hiroki Hashiguchi – Takuichi Nishimura – Ryuichi Oka 2002. RWC Music Database: Popular, Classical, and Jazz Music Databases. *Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2002)*. 287–288.
- Greenhaus, Dick 1996. About the Digital Tradition. Saatavissa: www.mudcat.org/DigiTrad-blurb.html.
- Honing, Henkjan 1990. POCO: An Environment for Analysing, Modifying, and Generating Expression in Music. Teoksessa *Proceedings of the 1990 International Computer Music Conference*. San Francisco: Computer Music Association. 364–368.
- Hornbostel, Erich M. von 1928. African Negro Music. *Africa* 1 (1): 30–62.
- Huron, David 1990. Crescendo/Diminuendo Asymmetries in Beethoven's Piano Sonatas. *Music Perception* 7 (4): 395–402.
- 1993. Note-Onset Asynchrony in J. S. Bach's TwoPart Inventions. *Music Perception* 10 (4): 435–444.
- 1995. *The Humdrum Toolkit: Reference Manual*. Menlo Park, CA: Center for Computer Assisted Research in the Humanities.
- 1996. The Melodic Arch in Western Folksongs. *Computing in Musicology* 10: 3–23.
- 2001. Tone and voice: A derivation of the rules of voice-leading from perceptual principles. *Music Perception* 19 (1): 1–64.
- Huron, David & Matthew Royal 1996. What is melodic accent? Converging evidence from musical practice. *Music Perception* 13 (4): 489–516.
- Jacobson, Daniel Christopher 1986. *Franz Schubert: expanding the realm of harmonic and formal thought, c. 1810–1828*. Väitöskirja. Santa Barbara, CA: University of California.
- Juslin, Patrik N. 1997. Emotional communication in music performance: A functionalist perspective and some data. *Music Perception* 14 (4): 383–418.
- 2000. Cue utilization in communication of emotion in music performance: relating performance to perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 26 (6): 1797–1813.
- Järvinen, Topi 1995. Tonal hierarchies in jazz improvisation. *Music Perception* 12 (4): 415–437.
- Karjalainen, Matti 1999. New techniques and effects in model-based sound synthesis. Teoksessa *Proceedings of the 2nd COST G-6 Workshop on Digital Audio Effects (DAFx99)*. Trondheim: NTNU.
- Kim, Youngmoo E. – Wei Chai – Ricardo Garcia – Barry Vercoe 2000. Analysis of a contour-based representation for melody. Teoksessa *International Symposium on Music Information Retrieval*. Plymouth, MA: Indiana University.
- Klapuri, Anssi 2001. Automatic Transcription of Music. Teoksessa *Proceedings of the Fourteenth Meeting of the FWO Research Society on Foundations of Music Research – Stochastic Modeling of Music*. Ghent, Belgium: IPeM, Ghent University.
- Kohonen, Teuvo 1997. *Self-organizing maps*. Springer Series in Information Sciences. Berlin: Springer.
- Krohn, Ilmari 1902. Welches ist die beste Methode. Um Volks- und volksmäßige Lieder nach ihrer musikalischen Beschaffenheit zu ordnen? *Sammelbände der Internationalen Musik-Gesellschaft* 4: 643–660.
- Krumhansl, Carol L. 1990. *Cognitive foundations of musical pitch*. Volume 17 of Oxford Psychology Series. Oxford: Oxford University Press.
- Krumhansl, Carol L. & Edward J. Kessler 1982. Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Review* 89: 334–368.
- Kurkela, Kari 1991. *Ajan herkkä kosketus. Tapaustutkimus mikroajankäytöstä esittävässä säveltäiteessä*. Musiikin tutkimuslaitoksen julkaisusarja 5. Helsinki: Sibelius-Akatemia.

- Laitinen, Heikki 2003. *Matkoja musiikkiin 1800-luvun Suomessa*. Vaitöskirja. Acta Universitatis Tampereensis. Tampere: Tampereen yliopisto .
- Laske, Otto 1992. An Epistemic Approach to Musicology. Teoksessa *Music Processing*. Ed. G. Haus. Madison, WI: A-R Editions. 109–118.
- Laurson, Mikael 1996. *PATCHWORK: A Visual Programming Language and some Musical Applications*. Studia Musica No 6. Helsinki: Sibelius Academy.
- Leman, Marc – Micheline Lesaffre – Koen Tanghe 2000. *The IPEM toolbox manual*. University of Ghent, IPEM, Department of Musicology: IPEM.
- Leman, Marc 2000. Visualization and calculation of the roughness of acoustical musical signals using the synchronization index model (SIM). Teoksessa *Proceedings of the COST G-6 Conference on Digital Audio Effects (DAFX-00)*. Verona, Italy.
- 2002. Musical audio mining. Teoksessa *Dealing with the Data Flood: Mining data, text and multimedia*. Ed. J. Meij. Rotterdam: STT Netherlands Study Centre for Technology Trends.
- Lemström, Kjell – Geraint A. Wiggins – David Meredith 2001. A Three-Layer Approach for Music Retrieval in Large Databases. Teoksessa *Proceedings of ISMIR 2001, 2nd Annual International Symposium on Music Information Retrieval*. Bloomington, Indiana: ISMIR. 13–14.
- Lerdahl, Fred – Ray Jackendoff 1983. *A generative theory of tonal music*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Louhivuori, Jukka 1992. Akustiikan tutkimus etnomusikologiassa. *Etnomusikologian vuosikirja* 4: 68–86.
- Marillier, Cecil Glyn 1983. Computer Assisted Analysis of Tonal Structure in the Classical Symphony. *Haydn Yearbook* 14: 187–199.
- Martinez, Jose M. 2001. Overview of the MPEG-7 standard (version 6.0). Saatavissa: <http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>.
- Mazzoni, Dominic & Roger B. Dannenberg 2001. Melody Matching Directly From Audio. Teoksessa *Proceedings of the Second Annual International Symposium on Music Information Retrieval: ISMIR 2001*. Ed. J. S. Downie & D. Bainbridge. Indiana: University of Indiana Press. 17–18.
- Palmer, Caroline 1997. Music performance. *Annual Review of Psychology* 48: 115–38.
- Pauws, Steffen 2002. CubyHum: A Fully Operational Query by Humming System. Teoksessa *ISMIR 2002 Conference Proceedings*. 187–196.
- Puckette, Miller & David Zicarelli 1990. *MAX – An Interactive Graphical Programming Environment*. Menlo Park, CA: Opcode Systems.
- Repp, Bruno H. 1993. Objective performance analysis as a tool for the musical detective. *Journal of Acoustical Society of America* 93 (2): 1203–1204.
- 1998. A microcosm of musical expression: I. Quantitative analysis of pianists' timing in the initial measures of Chopin's Etude in E major. *Journal of the Acoustical Society of America* 104 (2, Pt 1): 1085–1100.
- 1999. A microcosm of musical expression: II. Quantitative analysis of pianists' dynamics in the initial measures of Chopin's Etude in E major. *Journal of the Acoustical Society of America* 105 (3): 1972–1988.
- RISM 1997. Répertoire international des sources musicales: International inventory of musical sources. Teoksessa *Series A/II, Music manuscripts after 1600 [CD-ROM database]*. Munich, Germany: K. G. Saur Verlag.
- Schaffrath, Helmut 1995. *The Essen folksong collection in kern format [computer database]*. Ed. D. Huron. Menlo Park, CA: Center for Computer Assisted Research in the Humanities.
- Seashore, Carl 1938. *Psychology of Music*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Seeger, Charles 1958. Prescriptive and Descriptive Music-Writing. *The Musical Quarterly* 44 (2): 184–195.

- Selfridge-Field, Eleanor (ed.) 1997. *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. Cambridge: The MIT Press.
- Slaney, Malcolm 1998. *Auditory Toolbox*. Technical Report 1998-10: Interval Research Corporation.
- Tagg, Philip 1979. *Kojak – 50 Seconds of Television Music*. Skrifter från Musikvetenskapliga institutionen (2). Göteborg: Musikvetenskapliga institutionen.
- Tenney, James & Larry Polansky 1980. Temporal gestalt perception in music. *Journal of Music Theory* 24 (2): 205–41.
- Todd, Neil 1989. A computational model of rubato. *Contemporary Music Review* 3 (1): 69–89.
- Toiviainen, Petri & Tuomas Eerola 2003. *Suomen Kansan eSävelmät: Kansansävelmien tutkimus musiikkietokannan avulla*. Posterisiteelmä Suomen musiikintutkijoiden 7. symposiumissa Turussa 15.–17.5.2003.
- 2004. The role of accent periodicities in meter induction: A classification study. Teoksessa *Proceedings of the 8th International Conference on Music Perception & Cognition, Evanston, IL, 2004*. Ed. S. D. Libscomb – R. Ashley – R. O. Gjerdingen, – P. Webster. Adelaide, Australia: Causal productions. 422–425.
- Toiviainen, Petri & Carol L. Krumhansl 2003. Measuring and modeling real-time responses to music: the dynamics of tonality induction. *Perception* 32 (6): 741–766.
- Uitdenbogerd, Alexandra L. & Justin Zobel 2002. Music ranking techniques evaluated. *Proceedings of the Twenty-Fifth Australasian Computer Science Conference*, Vol. 4. Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society. 275–283.
- Van Immerseel, Luc ja Jean-Pierre Martens 1992. Pitch and voiced/unvoiced determination with an auditory model. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91, 3511–3526.
- Watt, Henry J. 1924. Functions of the size of interval in the songs of Schubert and of the Chippewa and Teton Sioux Indians. *British Journal of Psychology* 14: 370–386.
- Vercoe, Barry L. 1996. *Csound: A Manual for the Audio-Processing System*. Cambridge MA: MIT Media Lab Technical Report.
- Vos, Piet G. & J. M. Troost 1989. Ascending and descending melodic intervals: statistical findings and their perceptual relevance. *Music Perception* 6 (4): 383–396.

FT Tuomas Eerola (tuomas.eerola@campus.jyu.fi) toimii yliassistenttina Jyväskylän yliopiston Musiikin laitoksella. Petri Toiviainen (petri.toiviainen@campus.jyu.fi) toimii professorina Jyväskylän yliopiston Musiikin laitoksella.

Music technology as a tool for music cognition

Music technology can be considered as an essential tool for modern analysis of music. The article reviews certain pertinent tools for the analysis of musical material as well as musical databases used and research issues tackled during the last decades. The tools are divided into score-based, event-based, audio and mixture representations, to which dedicated analytical software and collections of music are available. Examples of analytic tools are given (Humdrum, MIDI Toolbox and IPEM Toolbox). The emphasis, however, is on understanding how listeners and musicians process music, i.e., how musical cognition can be simulated and empirically examined with the aid of music technology.

Tietokoneavusteisen musiikintutkimuksen menetelmistä

Pauli Laine

Johdanto

Tässä artikkelissa tarkastellaan symbolisen musiikillisen tietojenkäsittelyn haasteita ja menetelmiä. Erityisesti keskitytään musiikin säveltämisen mallintamiseen liittyviin kysymyksiin ja sellaisiin menetelmiin, joiden voidaan perustellusti olettaa muistuttavan ihmisen käyttämiä sävellysprosesseja.

Johdannossa käyn lyhyesti läpi tietokoneavusteisen musiikintutkimuksen kehitystä ja teen joitakin havaintoja alan nykytilasta. Sen jälkeen käsittelen musiikin liikehahmoja, takaisinkytkentää, sumean logiikan musiikkisovelluksia sekä musiikillisen ohjelmoinnin formaatteja ja työkaluja.

Mallintava musiikintutkimus alkoi 1950-luvulla Lejaren Hillerin kokeilla (Hiller & Isaacson 1958). 1960-luvulla kokeiltiin lukuisia matematiikasta, tilastotieteestä ja kielitieteestä löydettyjä menetelmiä. 1970–80-luvut olivat eräässä mielessä tämän tieteenhaaran kulta-aikaa. Oli paljon kokeilemattomia polkuja ja rakentamattomia järjestelmiä (esim. kokeilut hermoverkoilla). Voitaneen sanoa, että useimmat nykyisin käytössä olevat algoritmiset sävellysmenetelmät ovat peräisin tuolta ajalta. 1990-luvulla kehitettiin laajempia systemaattisia kokonaisuuksia (mm. David Huronin kehittämä analyttinen Humdrum-ohjelmisto¹) mutta uusien tutkimusinnovaatioiden määrä tuntui hiipuvan. 2000-luvulle tultaessa vaikuttaa siltä, että tietokoneavusteisen tutkimuksen määrä on vähentynyt ja integroitujen mallintavien ohjelmistojen kehittämisessä ei ole edistytty siten kuin aiemmin oletettiin tapahtuvan.

Vaikka tällä hetkellä tietokoneavusteinen musiikintutkimus on ainakin osittaisessa aallonpohjassa, on olemassa joitakin seikkoja, jotka mielestäni voisivat houkuttaa tälle tutkimusalalle. Motivaatiota tietokoneavusteisen musiikin tutkimiseen voisi olettaa lisäävän sen, että käytännön interaktiivisilla musiikkijärjestelmillä on nyt paljonkin enemmän kysyntää kuin aiemmin. Kasvanut peliteollisuus ja peliaudiojärjestelmien kehittäminen (esim. Microsoftin DirectMusic) edellyttää entistä parempia musiikkiohjelmointimenetelmiä ja toisaalta se on myös lisännyt ”musiikkiohjelmointiin” liittyvien työpaikkojen tarjontaa. Lisäksi nykyiset ohjelmointijärjestelmät (esim. Python-ohjelmointikieli

¹ Ks. luku 2.1 Tuomas Eerolan ja Petri Toivianen artikkelissa tässä *Musiikin* numerossa.

laajoine funktiokirjastoineen) ovat helpottaneet ohjelmointia suunnattomasti verrattuna aikaisempaan. Helppokäyttöinen ja kokeilemista suosiva olio-ohjelmointiympäristö mahdollistaa erittäin monimutkaistenkin musiikillisten rakenteiden ja järjestelmien kokeilun.

Seuraavaksi tarkastelen lyhyesti kahta nykyisin yleisesti käytettyä mallintavan musiikintutkimuksen menetelmää, oppivia hermoverkkoja ja satunnaismenetelmiä.

Oppivilla hermoverkoilla (engl. *artificial neural networks*, ANN) pyrittiin saamaan aikaan laskennallisia järjestelmiä, jotka simuloivat eräitä ihmisaivojen suorittamia toimintoja. Näitä toimintoja ovat muun muassa itsejärjestyminen (havainnon strukturoiminen), muistista palauttaminen vihjeen perusteella ja kuvioiden täydentäminen. Nykyisin käytetyt oppivat hermoverkot perustuvat muun muassa Hebbin esittämään neuronimalliin, Teuvo Kohosen 1970- ja 1980-luvuilla kehittämiin teorioihin (mm. *Self Organizing Maps*, SOM) sekä Hopfieldin Backpropagation-algoritmiin. Perinteisten oppivien hermoverkkojen soveltaminen musiikintutkimukseen tehdään sen olettamuksen varaan, että ihmisen käyttäytyminen perustuu pelkästään oppimiseen. Tämän olettamuksen pohjalta kehitetään aluperin tyhjiä järjestelmiä, jotka muodostavat malleja sisäänsyötetyn musiikin pohjalta. Säveltämiseen oppivia hermoverkkoja voidaan käyttää esimerkiksi siten, että niille näytetään puuttellisia tai useasta kappaleesta yhdisteltyjä ”alkumotiiveja”, minkä johdosta verkko ei tuotakaan täysin alkuperäistä materiaalia vaan sen variaation. Käsitelen myöhemmin tässä artikkelissa ns. pulsatiivisia hermoverkkoja ja niistä johdettuja liikemalleja, joiden taustaoletuksena on se, että aivojen omat toimintaperiaatteet (esim. kuvioiden generointi ilman edeltävää oppimista) vaikuttavat siihen, mitä teemme tai esimerkiksi sävellämme.

Nykyisin käytetään usein tilastollisia menetelmiä tai satunnaisotantaa musiikillisten valintojen apuna. Peruste sille on yksinkertainen: mikäli emme tiedä, kuinka valinta tapahtuu oikeasti (ihmisen mielessä), voimme korvata sen satunnaisotannalla. Mutta kuitenkin on niin, että säveltäessään tai improvisoidessaan musiikkia ihminen ei tee valintojaan satunnaisesti. Olettakaamme esimerkiksi, että säveltäjä on tehnyt perinteistä tyyliä olevan laulelman. Hän ei todellakaan viimeisessä tahdissa ”arvo” nuotteja, vaan nuotit määräytyvät tilanteen perusteella. Yksikin arvotti nuotti ko. tilanteessa voisi tuhota koko kappaleen vaikutelman. Esitänkin myöhemmin sumeita menetelmiä (engl. *fuzzy logic*) käsittelevässä kohdassa, kuinka satunnaisotanta voidaan korvata yhtä joustavalla mutta ihmisen toimintaa imitoivalla menetelmällä.

Musiikilliset liikehahmot ja niiden generointi

Musiikillinen liike on usein käytetty käsite, jonka täsmällistä määrittelyä ei ole useinkaan pidetty tarpeellisena. On sanottu, että musiikki keinuu, kulkee tai etenee. On musiikkia, jonka tahdissa tanssitaan, soitetaan keinuen tai marssi-

taan. Musiikki ja siinä olevat (toistuvat) kuviot herättävät ihmisessä mielikuvia jonkin liikkumisesta tietyllä tavalla. Tämänäyttöisiä kuvioita esiintyy yleisesti säestysäänissä ja esimerkiksi rummutuksessa, mutta myös melodioissa käytetään toistuvia kuvioita (sekvenssit) tai niistä johdettuja ja muunnettuja kuvioita, kuten esimerkiksi J. S. Bachin soolosello- ja sooloviulusarjoissa.

Liikkeen, kuvioiden muodostamisen ja liikkeisiin kuluvaan ajan käsittely edellyttää olettamukseni mukaan sellaista aivojen suorittamaa prosessointia, joka on suureksi osaksi verbaalis-loogisen kuvailun ulottumattomissa (ja joka siksi sopii niin hyvin tietokoneella simuloitavaksi!) Tämän vuoksi olen tutkinut liikeneuroneihin perustuvia menetelmiä, jotka matkivat ihmisen tapaa tehdä tai kuvitella toistuvia rytmisiä liikkeitä eli ns. liikekuvioita. Menetelmillä generoidaan musiikillisia liikkeitä ja niiden avulla tuotettuja toistuvia musiikillisia kuvioita. Tutkimuksen tuloksena kehitetty MINN-menetelmä (engl. *mutually inhibited neuronal networks*; Laine 2000) perustuu estokytettyihin vuorotteleviin neuronipareihin. Neuroniparin tai laajemman liikeneuronikytkennän tuottama dynaaminen aikasarja voidaan muuntaa mallinnetuiksi soittoliikkeiksi ja sitten esimerkiksi ääneksi tai notaatioksi (ks. kuva 1). Monimutkaisempien kytkentöjen avulla on mahdollista tuottaa pitkiä periodisia (jopa kaoottisia) aikasarjoja, jotka lineaarisesta alkuperästään huolimatta muistuttavat hierarkkisten kielioppimallien avulla generoituja sarjoja.

MINN-menetelmässä käytetyt kaltaisia verkkoja esiintyy biologisissa hermoverkoissa puoliautonomisesti generoimassa rytmisiä liikkeitä (sydämen lyönnit, kävely, uinti jne.) Yleisesti biologisia rytmigeneraattoreita kutsutaan nimellä *central pattern generators* (CPG). Keinotekkoisten neuroverkkojen tutkimuksen kannalta katsottuna MINN-tyyppin verkot kuuluvat ns. pulsatiivisiin neuroverkkoihin, joiden ominaisuudet poikkeavat suuresti ANN-tyyppin verkoista. Pulsatiivisten neuroverkkojen tutkimus (joka on alkanut käytännössä vasta 1990-luvulla) pyrkii hyödyntämään neuronien lähettämiä yksittäisiä pulsseja eikä keskiarvoistettuja estimaatteja kuten ANN-verkot (Maas & Bishop 1998). Tämän vuoksi pulssineuronijärjestelmillä voidaan simuloida myös aivoissa tapahtuvia ajallisia prosesseja ja muun muassa nopeuttamaan laskentaa ja oppimista suuresti.

Käyttämäni MINN-malli perustui muutamaan (2–64) *integrate_and_fire*-tyyppiseen (summaus_laukeaminen) neuroniin, jotka oli joko satunnaisesti tai manuaalisesti estokytetty toisiinsa. Neuronien laukeamiset muunnettiin nuotien syttymisiksi ja sävelkorkeus saatiin joko neuronin tunnuksesta (ID) tai yhtäaikaan laukeavien neuronien määrästä. Kokeilin myös muun tyyppisiä siirtofunktioita. Siirtofunktioilla ei sinänsä ole tässä menetelmässä ratkaisevaa merkitystä, koska itse mallin dynamiikka oli tarkastelun kohteena ja tarkoituksena oli saada vain nuotinnettuun asuun muuntaen mallin dynaamisia ominaisuuksia mahdollisimman vähän.

MINN-mallin avulla voidaan generoida tyyppisiä toistuvia kuvioita. Malli on varsin robusti eli se sietää hyvin erilaisia parametreja ja sen tuottamat kuviot säilyttävät yleensä hyvin vaiheensa.

Kuva 1. MINN-menetelmällä tuotettua materiaalia.

Mielestäni MINN-mallia voitaisiin hyödyntää esimerkiksi seuraavissa kahdessa jatkotutkimuksessa. Ensiksikin voitaisiin yrittää tutkia, kuinka melodiset järjestelmät ja MINN-mallin tuottamat kuviot voidaan integroida tuottamaan edellä mainittua soolosoitinmusiikkia, joka samanaikaisesti melodisen kehityksen kanssa pitää yllä rytmin ja tekee oman säestyksensä. Toinen mahdollisuus on tutkia, pystytäänkö sisäänsyötettävällä musiikilla viritämään MINN-verkko tuottamaan samantyyppistä musiikkia (edellytyksenä on tällöin MINN-mallin tehokas integroiminen muihin säveltämistä mallintaviin järjestelmiin). Yksi tällainen liikkeisiin liittyvä sävellystrategiahahmotelma on nimeltään MCS (Laine 2003).

Liikkeellinen sävellysstrategia (engl. *motional composition strategy* MCS) tarkoittaa, että erityyppiset liikkeet vastaavat erilaisista harmonisista transformaatioista eli käytännössä siitä, miten (esim. sekvenssi-) kuviossa esiintyviä sävelkorkeuksia muunnetaan siten, että ne sopivat annettuun sointuun. Esimerkiksi kosketinsoitinta soittaessa tämä edellyttää sitä, että sormet sijoitetaan uudella tavalla koskettimistolle. Hypoteesina MCS-mikrostrategiassa oli, että suppeaksi rajatuilla käsien liikuteltavuuksilla voidaan tuottaa suuri osa tietyntyyppisistä kuvioiden harmonisista transformaatioista. MCS-kokeessa lähtöoletuksena oli ainoastaan kaksi liiketapaa: sormien levityslieki ja käden sivusuuntainen lieki. (Ks. kuva 2.)

Sormien levitysliekin avulla voidaan kuviota muuntaa etsimällä lähimmät sävelet (esim. 60, 64, 67 → 59, 64, 67 jos sointuvaihdos on C → Em). Tämä liiketyyppi vastaa perinteistä, esimerkiksi kenraalibassosta tuttua liikettä lähimpiin säveliin. Käden sivusuuntaisella liekeellä voidaan koko kuvio (diatonisesti) transponoida ylemmäs tai alemmas (60, 64, 67 → 59, 62, 65 jos sointuvaihdos on C → Hdim). Tämä lieki on ristiriidassa perinteisen kontrapunktiopin kanssa mutta toimii erittäin hyvin melodisessa kontekstissa ja erityisesti mikäli muunnettava kuvio ei ole kovin pitkä.



Kuva 2. MCS-menetelmällä tuotettua materiaalia.

Takaisinkytkentä

Kun ihminen soittaa tai tekee musiikkia, hän kontrolloi omaa suoritustaan jatkuvasti. Mikäli esimerkiksi soittimen ääni syttyy hitaasti, soittaja aloittaa äänen jo ennen nuottiin merkittyä sävelen alkuaikaa. Viulua soitettaessa äänen taajuutta viritetään sen mukaan mitä kuullaan, sävellettäessä (ellei kyse ole puhtaasti loogisesta tai mekaanisesta sävellyksestä) sävellys etenee sen perusteella, mitä sävelmässä on aiemmin tapahtunut. Kaikki tämä tapahtuu suhteellisen automaattisesti, eräänlaisena itsekontrollointina. Myös koneet, kuten tietokoneohjelmat, voivat kontrolloida tekemisiään. Tällöin kyseessä on kontrollijärjestelmä, ja kontrolloitavien kohteiden välistä kommunikaatiota nimitetään takaisinkytkennäksi. On mielenkiintoista havaita, että nykyisissä musiikkitietokoneohjelmissa takaisinkytkennällä on hyvin vähäinen osuus ja muun muassa hyvin yleisessä MIDI-standardissa takaisinkytkentää ei käytetä juuri lainkaan.

Koska MIDI:ssä ei käytetä takaisinkytkentää, ei soitto-ohjelma (ns. sekvensseri tai nuotitusohjelma) ”tiedä”, millä instrumentilla sävelet soitetaan. Mikäli on valittu esimerkiksi hitaasti syttyvä instrumentti, kuten vaikkapa ”jouset”, ja mikäli soitetaan esimerkiksi nopeita sävelkuluja, sävelet alkavat syttyä täsmälleen nuotin alkuaajakohdalla mutta eivät ehdi syttyä kunnolla ennen kuin ne jo sammutetaan. Kuulovaikutelma on rytmisesti jätättävä ja äänenvärlitään epämääräinen.

Nykyään on olemassa ns. akustisesti mallinnettuja instrumentteja, joissa esimerkiksi puhallusvoimakkuudella ja ansatsilla voidaan säätää instrumentin

tuottamien sävelten äänenvoimakkuutta, äänenväriä ja äänenkorkeutta. Jos ihminen soittaa tällaisella instrumentilla, hän kontrolloi näitä parametreja siten että haluttu ääni syntyy. Tietokoneen soitto-ohjelma taas ei takaisinkytkennän puuttuessa ”kuule” syntyvää ääntä eikä osaa säätää parametreja.

Automaattinen sävellysohjelma voi generoida materiaalia monin eri menetelmin. On kuitenkin hyvin harvoja sellaisia sävellysohjelmia, jotka tarkastelisivat tekemäänsä tuotosta ja muuntaisivat sävellysohjelman säätöjä tilanteen mukaan. Yksinkertainen esimerkki tarkastelu–muutos-tilanteesta voisi olla vaikkapa se, että tuotetussa sävelkulussa havaittaisiin olevan jokin kiintoisa elementti. Takaisinkytkennällä varustettu sävellysohjelma voisi laittaa elementin talteen, varioida sitä ja käyttää myöhemmin sopivassa tilanteessa. (Ks. kuva 3.)

Musiikillisesta takaisinkytkennästä on kirjoitettu yleisesti (Laine 1998; Laine & Lassfolk 1999) sekä takaisinkytkentäprotokollan toteutukseen liittyen (Lassfolk & Virolainen 2001). Artikkelissani (Laine 1999) pohdiskelin dynaamisten tietorakenteiden ja soluautomaatin kaltaisten hermoverkkojen käyttöä musiikillisia takaisinkytkentäalgoritmeja mallinnettaessa.

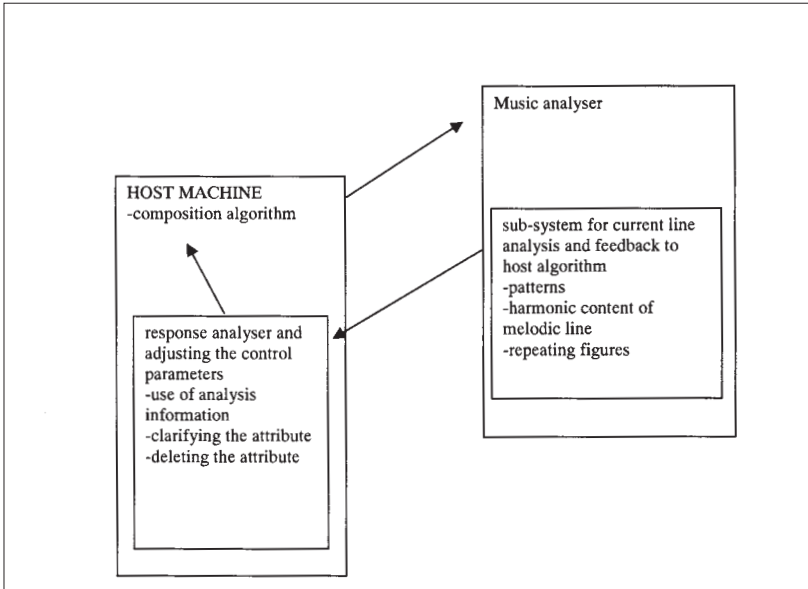
Takaisinkytkentää voidaan nähdä tapahtuvan useilla musiikillisen toiminnan alueilla. Yllä kuvatus soittamiseen liittyvän takaisinkytkennän lisäksi takaisinkytkentää tapahtuu myös säveltämisen alueella. Koherentti musiikillinen tekstuuri vaikuttaa siltä, että erilaisilla elementeillä on ”vaikutuksia” toisiinsa. Jossain esiintyvä johtosävel johtaa hiukan myöhemmin (mutta ei ehkä välittömästi) perussäveleen, kuvion korkein sävel yhdistyy seuraavien kuvioiden korkeisiin säveliin muodostaen asteikkokulun, rytmisesti tärkeä sävel on samalla harmonisesti olennainen. Voitaneen olettaa, että säveltäjä on sävellystä tehdessään havainnoinut materiaalia eri puolilta ja kehittänyt sävelkulkua niin pitkään, että sinne on syntynyt koherenssia lisääviä yhteyksiä.

Kokeellisen musiikkiohjelmoinnin kannalta on tärkeä huomata, että tämä ”materiaalin monipuolinen havainnointi” edellyttää muun muassa seuraavia seikkoja:

- Sointujen, asteikkojen yms. havaitseminen kehkeytyvästä materiaalista.
- Erilaisten rytmisten syklien havainnoiminen ja rytmisten vaikutusten laskeminen.
- Melodisten ja harmonisten elementtien välisen vuorovaikutuksen havaitseminen ja kehittäminen.

Sävellyksellistä takaisinkytkentää hyödyntävän algoritmin tekeminen ei ole aivan yksinkertaista. Keskeisimpänä ongelmana on se, että satunnaista musiikkidataa (”kehkeytyvä materiaali”) tarkasteltaessa tietorakenteen (onko kyseessä sointu, melodia tms.) tulisi määräytyä materiaalin analyysin perusteella. Analyysi voidaan suorittaa kuitenkin useista eri näkökulmista, ja materiaali voidaan nähdä esimerkiksi sointuina, melodialinjana ja rytmiaihiona. Kehkeytyvä rakenne ja sen jatko on kuitenkin avoin, mikä edellyttää useiden mahdollisten kehityskulkujen eteenpäin laskemista. Yksi mielenkiintoinen tutkimus, joka tukee tämäntyypp-

pistä algoritmin kehitystä on Elizabeth Hellmuth-Margulisin (2003) väitöskirja, joka käsittelee sävelten jännitteisiä odotusarvoja, niiden täyttymistä ja purkamista. Vaikka proseminaaritöihin ei yleensä viitatakaan tieteellisissä julkaisuissa, voi olla hyödyllistä aiheesta kiinnostuneelle lukijalle tietää, että Juho Niemistö (2004) on tehnyt Hellmuth-Margulisin tutkimuksen pohjalta proseminaarityön, jossa hän käsittelee ko. menetelmän algoritmista soveltamista.



Kuva 3. Kahden rakenteellisen modulin avulla kuvattu yksinkertainen sävellyksellinen takaisinkytkentäjärjestelmä, joka jatkuvasti seuraa ja muokkaa sävellyksen kehkeytymistä.

Sumeasta logiikasta

Tässä luvussa esittelen yksinkertaisen musiikillisen säännöstön toteutettuna sumean logiikan avulla, jolla korvataan tällaisissa tapauksissa usein käytetyt satunnaismenetelmät. Sumea logiikka (Zadeh 1965) voitaneen ehkä karkeasti tiivistäen kuvata siten, että siinä pyritään kaksiarvoinen on-ei-järjestelmä korvaamaan liukuvalla kuuluvuus- tai jäsenyysarvolla (vrt. kun huoneen lämpötila nousee välillä 15–35, sumea parametri liikuu välillä 'viileä–kuuma').

Musiikillisiin valintoihin voidaan sumeaa logiikkaa soveltaa esimerkiksi seuraavalla yksinkertaisella tavalla. Jokaisella käytetyllä säännöllä muutetaan mahdollisten valintojen jäsenyysarvoa. Esimerkiksi olettaamme, että haluamme valita sävelkorkeuden joukosta [C, C#, D, E], soinnun ollessa [C, E, G] ja edellisen sävelen ollessa F.

Alkutilanne, jokaisen joukon jäsenen jäsenyysarvoksi asetetaan 100:

[C_100,C#_100,D_100,E_100]

Ensimmäinen sääntö, suosi soinnun (C, E, G) säveliä lisäämällä 20:

[C_120,C#_100,D_100,E_120]

Toinen sääntö, suosi lähintä intervallia edellisestä sävelestä (F) säveliä lisäämällä 20:

[C_120,C#_100,D_100,E_140]

Kolmas sääntö, epäsuosi ei-diatonisia säveliä vähentämällä 40:

[C_120,C#_60,D_100,E_140]

Sääntöjen soveltamisen jälkeen valitaan sopivin eli E, koska sen jäsenyysarvo on joukon suurin. (Kannattaa huomata, että vaihtelun aikaansaamiseksi voidaan valita esimerkiksi joka toisella kerralla vaikkapa toiseksi paras, koska sekun sääntöjen soveltamisen ansiosta varsin hyvä.)

Muitakin sumean logiikan soveltamismahdollisuuksia on. Tässä on esitetty vain yksinkertainen esimerkki. Satunnaisotantaan verrattuna on tässä menetelmässä hiukan enemmän työtä (valintajoukon ylläpito jne.) ja se vie enemmän muistia, mutta etuihin verrattuna haitat ovat suhteellisen pienet.

Formaatit ja työkalut

Musiikin representaatiosta on kirjoitettu paljon, ja kymmeniä erilaisia representaatiomalleja on esitetty, mutta mikään niistä ei ole saanut standardinomaista ja yleisesti käytettyä asemaa. Tuntuu siltä, että mitä enemmän aiheeseen paneudutaan, sen enemmän tutkijoiden painotukset alkavat vaikuttaa, ja tämä johtuu representaatiomallien yhtenäistymisen sijasta entistä suuremmasta jakautumisesta. Oma kokemukseni, joka pohjautuu kymmeneen ellei satoihin pienehköihin musiikkialgoritmeihin ja säveltämistä simuloiviin järjestelmiin, on johtanut minut sangen käytännönläheiseen musiikin esitystapaan. Tämä esitystapa muunnetaan varsin suppeasta perusrepresentaatiosta (esim. nuotti_tapahtuma, motiivi/iskuala/tahti, motiivi_lista, harmonia_tilanne, hierarkkinen_rakenne, äänet tai 'raidat') aina kulloiseenkin tarpeeseen sopivaksi. Mikäli muunnos vaikuttaa yleisesti käyttökelpoiselta, perusrepresentaatiota (kantaluokkia ja luokkahierarkiaa) kehitetään ottamalla nämä muunnetut piirteet mukaan.

Seuraavassa joitakin yleisesti tarvittavia elementtejä ja representaatioon liittyviä piirteitä:

- nuotti (alku, loppu, sävelkorkeus, mihin sointuun kuuluu, edellinen nuotti, sumea sävelkorkeusvalintajoukko)
- tahti, iskuala, säe, lauseke ym. rakenneyksiköt soveltuvin osin
- eri ”viivastot” eli itsenäiset äänilinjat
- rytmi, liike, ”kineettinen energia”
- soinnut
- sävelasteikot
- kromaattiset muunnesävelet, niiden rooli
- modulaatiot ja modulaatioiden paikat.

Nykyiset tietokoneet ja ohjelmointikielet ovat niin tehokkaita, että symbolinen musiikillinen tietojenkäsittely onnistuu niiden avulla varsin helposti. Koska musiikin sävellysmenetelmien tutkiminen tietokoneohjelmilla on mitä suurimmassa määrin kokeellista ohjelmointia, laskennallista tehokkuutta tärkeämpää on ohjelmointiympäristön joustavuus ja helppo muunneltavuus.

Kokeelliset musiikiohjelmat saattavat olla abstraktiotasoltaan korkeita, niissä käsitellään sumeasti määriteltyjä yläkäsitteitä (teoksen osa, kuviot, harmonia) ja niiden välisiä monimutkaisia vuorovaikutuksia. Tämän lisäksi musiikilliset tietorakenteet ja niiden käsittely on monimutkaista. Esimerkiksi sävelkorkeuden esittäminen on mahdollista tehdä yksinkertaisen symbolisen esityksen (C, 60) lisäksi myös muun muassa rakenteena, joka kuvaa ko. sävelen ominaisuuksia (Laine 2002; Hörnel 1998), tai ko. säveleen kuuluvana mahdollisten sävelkorkeuksien sumeana kandidaattijoukkona. Musiikillisen tietojenkäsittelyn monimutkaisuutta lisää musiikkidatan aikaulottuvuus. Sävelillä on ”nuotteihin merkitty” alkuaika teoksessa (symbolinen lineaarinen aika), tulkittu alkuaika (reaalinen lineaarinen aika), paikka jossain toistuvassa kuviossa (syklinen aika) sekä ajallisia suhteita muihin samanaikaisesti syttyviin tai soiviin nuotteihin jne.

Ohjelmointikielen selkeys ja lähdekoodin yksinkertaisuus helpottavat abstraktiotason nostamista. Ohjelman lähdekoodin määrällä ja selkeydellä on käytännössä todellista vaikutusta siihen, minkälaisia ohjelmointitehtäviä sillä kannattaa yrittää ruveta ratkomaan. Äänenkäsittelyyn ja reaaliaikaiseen äänisynteesiin on kehitetty tehokkaita (Max/MSP) ja jopa ilmaisia (PD) työkaluja, joilla voidaan ohjelmoida omia syntetisaattoreita ja interaktiivisia äänenkäsittelyjärjestelmiä. Symbolisen musiikin käsittelyyn sopii esimerkiksi Python-ohjelmointikieli, joka on myös ilmainen. Siinä on selkeä ja tehokas oliojärjestelmä, joka muun muassa mahdollistaa dynaamisten nuottilistojen tehokkaan määrittelyn ja käsittelyn. Käsittelyyn kuuluu oliolistojen dynaaminen hallinta ja prosessointi (alkioiden, alilistojen jne. luominen, muuntaminen ja tuhoaminen). Musiikin tutkimus edellyttää paitsi musiikkidatan varsinaista käsittelyä myös käyttöliittymän rakentamisen ja musiikintulostuksen esimerkiksi MIDI-muodossa, jotta voidaan saada aikaan kohtuullinen, arviointitarkoituksiin kelpaava nuottikuva. Tämän vuoksi on tärkeää, että tutkijalla on käytössään kokonaisjär-

jestelmä (tai hän pystyy sellaisen kokoamaan), joka mahdollistaa sekä helpon ohjelmien kehittämisen että myös tulosten mielekkään tarkastelun.

Lopuksi

Tässä artikkelissa olen tarkastellut joitakin tietokoneavusteisen musiikintutkimuksen menetelmiä ja esitellyt uusia näkökulmia tutkimukseen. Tarkoituksena on ollut esitellä menetelmiä ja innostaa jatkotutkimukseen ja kokeiluun, ei niinkään tuoda julki valmiita tutkimustuloksia.

Tietokoneavusteinen musiikintutkimus ja erityisesti sävellysprosessien mallintamiseen pyrkivä generatiivinen musiikintutkimus on ala, jossa on mahdollisuus käyttää luovuutta ja keksiä uusia tekniikoita sekä myös nauttia esteettisestikin tuloksina syntyvistä musiikkituotoksista. Se on tieteenalana harvinainen myös sikäli, että verrattuna esimerkiksi yleiseen tietojenkäsittelytieteen alalla ollaan vasta aivan alkutaipaleella, eivätkä aikaisemmat tulokset ole kattavuudessaan liian rajoittavia.

Kirjallisuus

- Assayag Gérard & Camilo Rueda 1993. The Music Representation Project at IRCAM. *Proceedings of the 1993 International Computer Music Conference (ICMC)* (Tokyo, Japan). San Francisco, CA: Computer Music Association. 206–209.
- Assayag, Gérard – Carlos Agon – Joshua Fineberg – Camilo Rueda 1994. Kant: a Critique of Pure Quantification. *Proceedings of the 1994 International Computer Music Conference (ICMC)* (Aarhus, Denmark). San Francisco, CA: Computer Music Association.
- Balaban, Mira – Kernal Ebcioğlu – Otto Laske (eds.) 1992. *Understanding Music with AI: Perspectives on Music Cognition*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hellmuth-Margulis, Elizabeth 2003. *Melodic expectation: A discussion and model*. Doctoral Dissertation, Columbia University, NY. Saatavilla verkossa osoitteessa: <http://www.music.columbia.edu/dissertations/dissdef/Margulis2003.html>.
- Hiller Lejaren A. & Leonard M. Isaacson 1958. *Experimental Music*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Hörnelt, Dominik 1998. MELONET I: Neural Nets for Inventing Baroque-Style Choral Variations. *Advances in Neural Information Processing Systems, Vol. 10, Proceedings of the 1997 Conference*. Ed. Michel I. Jordan – Michael J. Kearns – Sara A. Solla. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hörnelt, Dominik & Karin Höthker 1998. A Learn-Based Environment for Melody Completion. *Proceedings of 12th Colloquium on Musical Informatics* (Gorizia, Italy). Gorizia: AIMI, University of Udine. Saatavilla verkossa osoitteessa: <http://il1www.ira.uka.de/~musik/>.
- Laine, Pauli 1997. Generating Musical Patterns Using Mutually Inhibited Artificial Neurons. *Proceedings of the 1997 International Computer Music Conference (ICMC)* (Thessaloniki, Hellas). San Francisco, CA: Computer Music Association. 422–426.

- 1998. Cybernetic perspective to Music Algorithms – The Control Feedback in Cognitive modelling. *Proceedings of 5th International Conference of Musical Perception and Cognition (ICMPC)* (Seoul). Seoul: Western Music Research Institute & Seoul National University. 165–170.
- 1999. Motor Neuron Based Virtual Drummer. *Proceedings of the 1999 International Computer Music Conference (ICMC)* (Beijing, China). San Francisco: Computer Music Association.
- 2000. *A Method for Generating Musical Motion Patterns*. Acta Musicologica Fennica 22. Helsinki: Suomen Musiikkitieteellinen Seura. Saatavilla verkoissa osoitteessa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/hum/taite/vk/laine/>.
- 2002. Motional Self-Entrainment as a Component in Musical Creativity. *Proceedings of the European Society for the Cognitive Sciences of Music (Escom) 2*. Liege: ESCOM.
- 2002. Adjusting Length of the Musical Motion Patterns using Context Feedback. *Proceedings of the European Society for the Cognitive Sciences of Music (Escom) 2*. Liege: ESCOM.
- 2003. Using Hand and Finger Movements as Compositional Strategy. *Proceedings of the European Society for the Cognitive Sciences of Music (Escom) 3*. Hannover: University of Hannover.
- Laine, Pauli & Kai Lassfolk 1999. Feedback in Musical Computer Applications. *Proceedings of the 1999 International Computer Music Conference (ICMC)* (Beijing, China). San Francisco, CA: Computer Music Association.
- Lassfolk, Kai & Jussi Virolainen 2001. A Feedback-Based Model for Controlling Digital Musical Instruments. *Proceedings of World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*. Vol 10. Orlando: International Institute of Informatics and Systemics.
- Laurson Mikael 1996. *Patchwork: A Visual Programming Language and some Musical Applications*. Helsinki: Sibelius Academy.
- Maass, Wolfgang & Christopher D. Bishop (eds.) 1998. *Pulsed Neural Networks*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Matthews, Max V. 1969. *The Technology of Computer Music*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Niemistö, Juho 2004. Laskennallisen melodisen odotuksen mallin hahmottelua sävellys algoritmikäyttöä varten. Proseminariesitelmä. Helsingin yliopisto, Musiikkitiede.
- Silva, Flavio S. C. & Fabio Kon 1995. Stylistic Musical Choices Via Fuzzy Preference Rules. *Proceedings of the Congress of International Fuzzy Systems Association* (São Paulo). Julkaistu myös: Technical Report RT-MAC-9505b, Department of Computer Science, IME/USP 1995.
- Taube, Heinrich 1991. Common Music: A Music Composition Language in Common Lisp and CLOS. *Computer Music Journal* 15 (2): 21–32.
- Vidymarthy, G. & Jaishankar Chakrapani 1992. Cognition of tonal centers: A fuzzy approach. *Computer Music Journal* 16 (2): 45–50.
- Zadeh, Lofti 1965. Fuzzy Sets. *Information and Control* 8: 338–353.
- Xenakis, Ioannis 1963. *Musiques formelles. Nouveaux principes formels de composition musicale*. Paris: Richard-Masse.

FT Pauli Laine (pauli.a.laine@nokia.com) on harjoittanut tietokoneavusteista musiikintutkimusta 1980-luvun puolivälistä lähtien. Filosofian tohtoriksi (musiikkitiede) hän valmistui Helsingin yliopistosta vuonna 2000. Hän on myös työskennellyt Teuvo Kohosen ohjauksella Teknillisen korkeakoulun informaatiotekniikan laboratoriossa, toiminut tutkijana useissa Suomen Akatemian tutkimusprojekteissa

ja Sibelius-Akatemian tietokone musiikkistudion johtajana vuosina 1991–1997 sekä osallistunut alan kansainväliseen toimintaan (erityisesti ICMC ja ICMPC). Hänen elektronimusiikkisävellyksiään on esitetty useissa elektronisen musiikin konserteissa muun muassa USAssa ja Fär-saarilla. Tällä hetkellä hän toimii tutkijana Nokia Research Centerissä.

Methods of Computer Assisted Music Research

In this article different methodological approaches to computer assisted music research is discussed. Several conventional methods is critically viewed and some new approaches are proposed. New approaches discussed first is to use motion paradigm to generate (semi-)periodic musical patterns. In this approach a network which is constructed from virtual motion neurons generates neuron firing sequences, which can be mapped to musical pitches for example. The motion neuron network is intuitively controllable and responds to such parameters as 'energy level of the player' and 'how strictly the playing is controlled'. Another important new approach to computer assisted music research is research of music related feedback algorithms. These algorithms are used to overcome the control problems with computers generating or playing music and they may also give some light to 'feedback loops' used by human composers when they are improvising or composing music. Finally music representation as well as tools for computer assisted music research are discussed.

Musiikkitietokannan selailu musiikillisen avaruuden ulottuvuuksien avulla

Anna Pienimäki

Johdanto

Yhteiskunnan digitalisoituminen on vaikuttanut voimakkaasti musiikin tallennusmuotojen kehitykseen ja musiikkitalenteiden saatavuuteen. Internet tarjoaakin nykyisellään suunnattoman joukon analysoimatonta musiikkidataa. Musiikkidataksi kutsutaan digitaalisessa muodossa olevia musiikinkuvauksia eli representaatioita.

Musiikkirepresentaatiot jaetaan usein kahteen representaatioluokkaan: digitalisoituun ja useimmiten pakattuun signaaliin (esimerkiksi mp3) tai symboliseen musiikkidataan (esimerkiksi MIDI). Sekä signaalimuotoista että symbolista musiikkidataa voidaan käsitellä ja analysoida algoritmisesti. Tässä artikkelissa tarkastellaan näistä representaatiotyypeistä pääsääntöisesti symboliseen musiikkidataan liittyviä analyysiongelmia.

Algoritmisella musiikkianalysilla tarkoitetaan joukkoa representaatioiden analyysin tasolla olevia mahdollisesti monitieteisiä musiikkianalysimenetelmiä, jotka ovat luonteeltaan algoritmisia ja useimmiten toteutettu tietokoneohjelmina. Algoritmisten musiikkianalysiohjelmien hyötynä on niiden nopeus verrattuna ihmiseen: suuriakin datajoukkoja, kuten kokonaisia musiikkitietokantoja, kyetään käsittelemään kohtuullisessa ajassa¹. Tyypillisiä analyysitehtäviä ovat muun muassa toistuvien hahmojen, kuten melodioiden tai rytmikuvioiden, etsintä, sävellajien tunnistus ja siihen perustuva harmonia-analyysi sekä musiikkidatan luokittelu määriteltyjen ominaisuuksien perusteella. Analyysituloksia voidaan hyödyntää niin kokonaisvaltaisemman musiikkianalyysin osana kuin erilaisissa musiikkitiedonhaun tehtävissäkin.

Musiikkitiedonhaku on verrattain uusi tieteenala,² joka sijoittuu musiikkitie-

¹ Suoritus aika on riippuvainen analyysitehtävästä ja datajoukon koosta. Esimerkiksi tuhansia teoksia sisältävästä tietokannasta voidaan etsiä toistuvia hahmoja sekunneissa, kun taas yksittäisen teoksen harmoninen analyysi voi viedä useita minuutteja.

² Musiikkitiedonhaun katsotaan syntyneen 1990-luvulla vaikkakin joitain sitä enteileviä menetelmiä on kehitelty jo aiempina vuosikymmeninä (esim. Kassler 1966; Dillon ja Hunter 1982).

teen, kirjastotieteiden ja tietojenkäsittelytieteen leikkauskohtaan. Musiikkitiedonhaku hyödyntää tiedonhaun metodologiaa³ ja etsii vastausta kysymykseen, miten musiikkitietokannoista voitaisiin etsiä kappaleita mahdollisimman tarkasti ja tehokkaasti. Musiikkitiedonhaun tutkimus keskittyy pääasiassa musiikin sisällöllisiin seikkoihin perustuvaan tiedonhakuun, sillä tekstimuotoisten metatietojen⁴ perusteella tehtävien hakujen problematiikkaa ratkotaan yleisesti tekstitiedonhaun alalla.

Tässä artikkelissa esitellään selailuksi kutsuttua musiikkitiedonhaun toimintoa ja tarkastellaan sen toteuttamista musiikillisen avaruuden ulottuvuuksien avulla. Selailua varten määritellään avaruuden ulottuvuuksiin perustuva teosten representaatio sekä avaruudessa liikkumista ohjaava musiikkiteosten välisen etäisyyden käsite. Lisäksi artikkelissa esitellään menetelmä musiikkiteosten ohjastamattomaan ryhmittelyyn eli klusterointiin kyseisessä avaruudessa.

Musiikkitiedonhaun toiminnoista ja menetelmistä

Musiikkitiedonhaun perusongelmana voidaan pitää musiikin sisältöön perustuvaan, laulaen tai hyräillen tehtyä hakua eli hyräilykyselyä (Ghias ym. 1995; Wold ym. 1996; McNab ym. 1997). Hyräilykyselyn peruslähtökohtana on tilanne, jossa musiikkitiedonhakujärjestelmän käyttäjällä on mielessään melodia, jonka hän haluaa tunnistaa. Käyttäjä hyräilee melodian järjestelmään liitettyyn mikrofoniiin, minkä jälkeen järjestelmä vertailee melodiaa käytössään olevaan tietokantaan tallennettuihin kappaleisiin. Palautteenaan järjestelmä antaa käyttäjälle listan niistä kappaleista, jotka vastaavat halutulla tarkkuudella käyttäjän syöttämää melodiaa.

Hyräilykysely voidaan nähdä musiikkitietokannan selailua tukevana toimintona. Selailulla itsessään tarkoitetaan tietokannan tai jonkin sen osan läpikäyntiä käyttäjän haluamassa järjestyksessä. Käyttäjien selailutarpeet voivat olla keskenään hyvinkin erilaisia. Musiikintutkijat tai ammattimuusikot voivat pyrkiä löytämään musiikkitietokannasta joukon kappaleita lähempää tarkastelua varten tai saamaan yleistävän kokonaiskuvan musiikkitietokannan sisällöstä. Tällaiset musiikkiin erikoistuneet käyttäjät saattavat haluta määrittellä hyvinkin tarkasti, millaisten seikkojen nojalla he haluavat kokoelmaa ryhmiteltävän. Toinen peruskäyttäjärühmä on harrastelijat, jotka tyypillisesti etsivät kokoelmasta esimerkki-

³ Tiedonhaun menetelmistä kiinnostuneen kannattaa tutustua esimerkiksi Baeza-Yatesin ja Ribeiro-Neton (1999) kattavaan teokseen aiheesta tai Sparck-Jonesin ja Willetin (1997) toimittamaan kokoelmaan klassisia tiedonhakumenetelmien artikkeleita.

⁴ Metatiedolla tarkoitetaan dataan liittyviä usein tekstimuotoisia kuvailutietoja. Musiikkitietokannan yhteydessä metatiedolla tarkoitetaan esimerkiksi teosten, säveltäjien ja esittäjien nimiä sekä muuta musiikkiteoksiin liittyvää oheistietoa.

kappaleita vastaavia kappaleita usein ilman tarkempaa määrittelyä siitä, mihin seikkoihin kappaleiden samankaltaisuusvertailun tulisi perustua.

Jotta selailu saataisiin kohdistettua käyttäjälle mielenkiintoiseen osaan tietokannasta, on sitä tarkoituksenmukaista tukea toiminnoilla, jotka rajaavat ja ryhmittelevät tietokannasta halutun osan käyttäjän antamien kriteerien perusteella. Rajauskriteereinä voivat toimia niin vastaavuus hyräilyyn melodiaan, kuten hyräilykyselyn tapauksessa, tai jollain muulla tavalla määriteltyyn yksittäiseen tai useampaan teokseen. Lisäksi rajaus voidaan tehdä metatietojen perusteella. Tietokannan tai sen osan ryhmittely puolestaan voidaan toteuttaa joko ennakoasetusten tai käyttäjän määrittämien seikkojen perusteella. Käyttäjä voi aloittaa selailun mistä tietokannan sisältämästä teoksesta hyvänsä ja edetä vapaavalintaisesti asettaen uusia, edellisistä poikkeavia rajaus- ja ryhmittelykriteereitä selailun edetessä. Tässä artikkelissa tarkastellaan selailua tilanteessa, jossa rajaus on jo tehty mutta tarkasteltavan osan ryhmittelyä halutaan vaihdella.

Jotta selailua voitaisiin tukea mielekkäästi, on määriteltävä tietokannassa olevien teosten suhde toisiinsa eli teosten välinen etäisyys, tila, jonka sisällä teosten sijainti voidaan määrittää, eli musiikillinen avaruus, sekä tietokannan ryhmittelyyn tarvittava menetelmä. Seuraavassa luvussa perehdytään näihin käsitteisiin hieman lähemmin.

Musiikillinen avaruus ja ryhmittely

Avaruus ja siinä mitattavat etäisyydet kuuluvat topologian peruskäsitteistöön.⁵ Useimmiten avaruudella tarkoitetaan nimenomaan metristä avaruutta (X, d) , jossa X on alkiosta koostuva joukko ja d joukon alkioiden välille määritelty etäisyys, joka täyttää metriikan ehdot.⁶

Musiikkitietokannan tapauksessa joukko X määritellään koostuvaksi tietokannan sisältämistä teoksista, jotka toimivat joukon alkioina. Jos näiden välille voidaan määritellä etäisyys, joka täyttää metriikan ehdot, voidaan tietokantaa käsitellä eräänlaisena musiikillisena metrisenä avaruutena.

Avaruus määritellään usein ulottuvuuksiensa kautta. Tarkastellaan aluksi yksinkertaista musiikillista avaruutta (X^N, d^N) , jossa X^N on joukko nuotteja ja d^N on jokin kyseiselle avaruudelle soveltuva metriikan ehdot täyttävä etäisyys-

⁵ Topologian peruskäsitteistö esitellään ja määritellään tarkemmin topologian peruskirjoissa, kuten Gamelinin ja Greenen teoksessa *Introduction to Topology* (1999).

⁶ Jotta etäisyysmitta olisi metriikka, tulee sen täyttää seuraavat ehdot:

1. $d(i, j) \geq 0$ kaikilla joukon X alkiolla i ja j ja $d(i, j) = 0$ jos ja vain jos $i = j$.
2. $d(i, j) = d(j, i)$ kaikilla joukon X alkiolla i ja j ja
3. $d(i, j) \leq d(i, k) + d(k, j)$ kaikilla joukon X alkiolla i, j ja k .

mitta. Tällaisen avaruuden ulottuvuuksiksi sopivat esimerkiksi sävelkorkeus ja -kesto. Tällöin kukin joukon nuotti voidaan esittää pisteenä $n = (x_p, x_k)$ kaksiulotteisessa avaruudessa, jossa x_p on jokin sallittu sävelkorkeus ja x_k puolestaan sallittu ajallinen kesto. Koska sävelkorkeus ja -kesto voidaan antaa numeerisina arvoina, voidaan nuottien välinen etäisyys avaruudessa (X^N, d^N) määrittää jollain numeerisille avaruuksille soveltuvalla etäisyysmitalla kuten euklidisella etäisyydellä⁷.

Pyrittäessä tukemaan kokonaisista musiikkiteoksista koostuvan tietokannan selailua muodostetaan avaruuden (X^0, d^0) joukko X^0 luonnollisestikin alkioista, jotka ovat kokonaisia musiikkiteoksia. Tällaisen avaruuden ulottuvuuksien määrittely on huomattavasti monimutkaisempaa kuin avaruuden (X^N, d^N) tapauksessa. Jotta avaruudelle voitaisiin ylipäätään määrittää jonkinlainen etäisyysmitta, on ulottuvuuksien itsessään koostuttava vertailtavista alkioista, vaikkakaan ei välttämättä numeerisista. Tämän lisäksi ulottuvuuksien tulisi ilmentää musiikkiteosten vertailun kannalta olennaisia seikkoja. Riittävän kuvailevien ulottuvuuksien ja etäisyysmitan määritteleminen kokonaisista musiikkiteoksista koostuvalle symboliselle musiikkidatalle on osoittautunut huomattavan vaikeaksi ongelmaksi, minkä vuoksi suurin osa teosten ryhmittelyyn liittyvästä tutkimuksesta on tehty lähinnä signaalinuotoista dataa käyttäen (esim. Grimaldi ym. 2002; Rauber ym. 2002; Tsai ym. 2003).

Symbolisesti esitetyistä musiikkiteoksista koostuvan musiikillisen avaruuden ulottuvuuksien määrittelyä on lähestytty kahdesta näkökulmasta: vertailtavuuden (Cilibrasi ym. 1998) ja kuvailevuuden (Eerola ym. 2001) kautta. Cilibrasi ym. ovat vieneet vertailtavuuden painottamisen äärimmilleen: he hylkäävät täysin ajatuksen datan erityispiirteiden huomioimisesta ja tarkastelevat MIDI-nuotoista musiikkidataa yleisluontoisena numeerisena datana. Eerola ym. puolestaan pyrkivät tekemään kompromissin kuvailevuuden ja vertailtavuuden välille lähestymällä aihetta melodisen samankaltaisuuden, vaikkakin pääasiassa tilastollisesti esitetyn, kautta. Seuraavassa esitellään kuvailevuuteen perustuva symbolisesti esitetyistä musiikkiteoksista koostuvan musiikillisen avaruuden malli sekä siihen liittyvä etäisyysmitta.

Avaruus ja sen ulottuvuudet

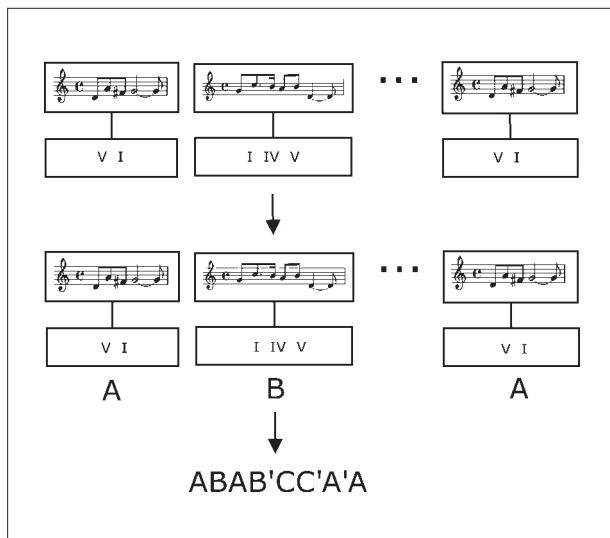
Tarkastellaan jälleen avaruutta (X^0, d^0) . Jotta joukon X^0 alkiot kyettäisiin esittämään mahdollisimman kuvaavasti, on ensin mietittävä, millaisia osatekijöitä tai peruselementtejä musiikkiteoksesta voidaan erotella. Pekkilä (1988, 158) mainitsee musiikkianalyysimenetelmissä yleisimmin tarkastelluiksi peruselemen-

⁷ Euklidinen etäisyys d^E kahden p -ulotteisen alkion n ja n' välille määritellään seuraavasti: $d^E(n, n') = \sqrt{\sum_{i=1}^p (n_i - n'_i)^2}$, jossa kukin i :n arvo on yksi avaruuden ulottuvuuksista.

teiksi melodian, rytmin, muodon sekä harmonian ja moniäänisyyden. Näiden lisäksi on toki koko joukko muitakin elementtejä, jotka kuvailevat musiikkia eri näkökulmista. Tämän artikkelin puitteissa musiikillinen avaruus on pyritty kuvailemaan yleisimpien peruselementtiensä avulla. Esiteltävä avaruuden malli on kuitenkin helposti laajennettavissa kattamaan muitakin ulottuvuuksia kuin tämänhetkisen mallin ulottuvuudet.

Olkoon siis avaruus (X^0 , d^0) musiikillinen avaruus, jossa sijaitsee joukko X^0 musiikkiteoksia. Kuvaillaan kutakin teosta kolmen elementin eli ulottuvuuden avulla: fraasitason muotorakenteen, melodian ja harmonian. Näistä melodia ja harmonia mittaavat musiikkiteoksen pintatason ominaisuuksia ja fraasitason muotorakenne syvemmän tason ominaisuuksia.

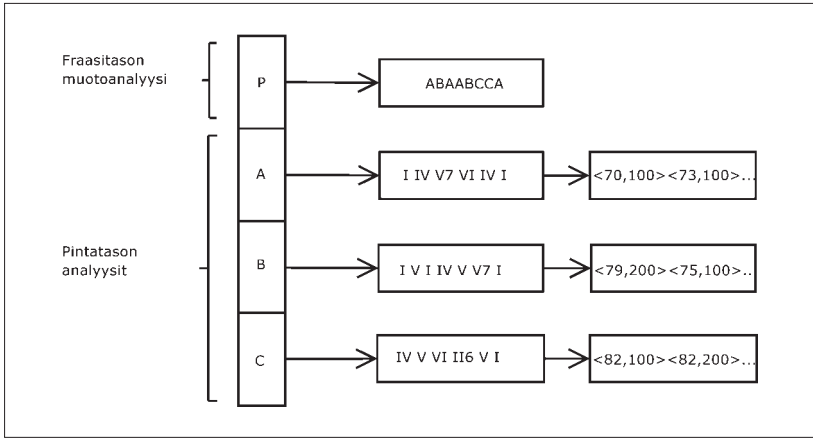
Kullekin teokselle laaditaan kuvaus eli representaatio seuraavasti. Teos segmentoidaan melodian fraasirakenteen perusteella. Kullekin segmentille laaditaan harmoninen analyysi, joka tallennetaan yhdessä segmentin sisältämän melodian kanssa segmenttiä kuvailevaksi kaksikoksi. Kaksikot ryhmitellään siten, että kukin ryhmä sisältää saman fraasin toistot sekä variaatiot. Kukin ryhmä nimetään lisäksi symbolilla, joka toimii fraasin tunnisteena muotorakenteen kuvauksessa (kuva 1).



Kuva 1. Teoksen fraasitason muotorakenteen löytäminen.

Kun teoksen fraasitason muotorakenne on selvillä, voidaan se esittää eräänlaisena vieruslistakuvaus (kuva 2). Vieruslistakuvaus jakautuu kahteen erilliseen osaan: fraasitason kuvaukseen ja pintatason analyysiin. Fraasitaso esitetään merkkijonona, jossa kukin symboli kuvaa yksittäistä fraasia. Kutakin

fraasia kohden tallennetaan sen pintatason kuvaukset vain kertaalleen.⁸ Pintatason kuvaukset koostuvat harmonista analyysia kuvaavasta merkkijonosta sekä melodiaa kuvaavasta jonosta kaksialkioisia vektoreita (< *korkeus*, *kesto* >).



Kuva 2. Teosta kuvaava vieruslista.

Jotta vieruslistakuvauksessa olevien musiikkiteosten joukkoa X^D voitaisiin tarkastella avaruudessa, tarvitaan lisäksi etäisyyksimitta d^D , joka määrittää kyseisessä esitysmuodossa olevien teosten välisen etäisyyden annetussa avaruudessa. Koska ulottuvuudet eivät koostu numeerisista arvoista vaan ovat muodoltaan joko merkkijonoja tai useampialkioisia vektoreita, ei etäisyyksimitaksi suoraan kelpaa mikään yleisimmin käytetyistä metriikoista. Teoksen etäisyys onkin määriteltävä ulottuvuuskohtaisesti ennen kokonaisvaltaisen etäisyyksimitan muodostamista.

Etäisyyksimitoista

Etäisyyden laskenta edellä kuvatussa avaruudessa voidaan jaotella yksittäisten fraasien välisten etäisyyksien laskentaan pintatasolla, kokonaisten teosten välisten etäisyyksien laskentaan tasoittain sekä kokonaisten teosten välisten etäisyyksien laskentaan koostetusti kaikki ulottuvuudet huomioiden. Tarkastellaan ensin joukkoa etäisyyksimittoja, joita käytetään laskettaessa yksittäisten fraasien välistä etäisyyttä pintatasolla.

⁸ Jos fraasilla on useampia melodisia ja harmonisia varianteja, valitaan näiden joukosta kuvaavimmat eli ne variantit, joiden etäisyys muihin varianteihin on mahdollisimman pieni.

Kahden melodisen fraasin vertailulle on kehitetty lukuisia useimmiten editointietäisyyteen⁹ perustuvia etäisyysmittoja. Näistä tunnetuin lienee Mongeaun ja Sankoffin (1990, 161–175) esittelemä melodisia ominaisuuksia hyödyntävä etäisyysmitta. Vaikka tämä etäisyysmitta onkin muilta osin hyvin perusteltu, puuttuu siltä eräs tärkeä ominaisuus, transpositioinvarianssi. Tämän vuoksi fraasien välinen melodinen etäisyys lasketaan käyttämällä Lemströmin ja Ukkosen (2000, 58) esittelemää huomattavasti yksinkertaisempaa transpositioinvarianttia etäisyysmittaa. Tämä etäisyysmitta määrittelee, kuinka monessa kohdassa vertailtavaa melodiaa joudutaan transponoimaan, jotta se vastaisi alkuperäistä melodiaa.¹⁰

Harmonisten fraasien etäisyyttä ei ole juurikaan tarkasteltu alan kirjallisuudessa. Koska harmonisen analyysin tulos voidaan tulkita merkkijonoksi, on luontevinta lähestyä ongelmaa jälleen editointietäisyyden näkökulmasta. Klassista editointietäisyyttä on kuitenkin syytä täydentää muutamalla lisäpiirteellä, jotta harmonisten funktioiden luonne saadaan huomioitua.

Olkoon p^H ja $p^{H'}$ kaksi harmonista fraasia, jotka koostuvat soinnunastetta ja sen käännöstä kuvaavista symboleista. Vertailtaessa kahta eri harmonisen fraasin symbolia toisiinsa voidaan erottaa viisi erilaista tapausta: symbolit ovat täsmälleen samanlaiset, symbolit kuvaavat saman soinnunasteen eri käännöksiä, symbolit kuvaavat soinnunasteita, jotka kuuluvat samaan funktioluokkaan¹¹, symbolit kuvaavat saman soinnunasteen duuri- ja mollisointuja ja symbolit kuvaavat soinnunasteita, jotka eivät kuulu samaan funktioluokkaan keskenään. Kun kullekin näistä tapauksista annetaan erillinen painoarvo, voidaan harmonisten fraasien etäisyys laskea editointietäisyyttä soveltaen.¹²

Kahden teoksen välinen melodinen ja harmoninen etäisyys voidaan mää-

⁹ Editointietäisyydestä puhuttaessa viitataan useimmiten klassiseen ns. Levenshteinin (1966) editointietäisyyteen, jolla mitataan kahden merkkijonon etäisyyttä toisiinsa. Editointietäisyys kahden merkkijonon välille lasketaan pienimpänä mahdollisena summana tarvittavia operaatioita (poisto, lisäys ja korvaus), joiden avulla saadaan muutettua merkkijono toiseksi. Esimerkiksi merkkijonojen tukholma ja stockholm välinen editointietäisyys on 4: lisätään tukholma-merkkijonon alkuun s, vaihdetaan u o:ksi, lisätään c ennen k:ta ja poistetaan lopusta a.

¹⁰ Olkoon p^M ja $p^{M'}$ melodisia fraaseja, $|p^M| = m$ ja $|p^{M'}| = n$. Nyt melodisen etäisyyden d^M osoittava etäisyysmatriisi D^M saadaan lasketuksi seuraavalla yhtälöllä:

$$D_{00}^M = 0$$

$$D_{ij}^M = \min \begin{cases} D_{i-1,j}^M + 1 \\ D_{i,j-1}^M + 1 \\ D_{i-1,j-1}^M + (\text{jos } p^M [i] - p^{M'} [i-1] = p^{M'} [j] - p^M [j-1] \text{ niin } 0 \text{ muuten } 1) \end{cases}$$

Etäisyys d^M (p^M , $p^{M'}$) annetuille melodisille fraaseille löytyy matriisin alkioista D_{mir}^M

¹¹ Funktioluokat pitävät sisällään toonikan, subdominantin, dominantin sekä luokan muut. Luokat on määritelty kuten Salmenhaaran teoksessa *Sointu-analyysi* (1985).

ritellä fraasitason melodista ja harmonista etäisyyttä käyttäen. Koska pintatason yhteneväisyydet esiintyvät harvoin samoissa kohdissa eri teoksissa, on pintatason vertailu suoritettava muulla tavoin kuin vertaamalla järjestykseltään vastaavia fraaseja keskenään. Tämän vuoksi ennen varsinaista teosten välisen etäisyyden laskentaa on vertailtavien teosten fraaseille löydettävä sellainen paritus, jossa kutakin teoksen fraasia verrataan sitä parhaiten vastaavaan toisen teoksen fraasiin.¹² Koska eri teoksissa on usein erilainen määrä fraaseja, verrataan pareitta jääviä fraaseja niin sanottuihin tyhjiin fraaseihin¹⁴. Kun teosten fraaseille on löydetty paritus, voidaan teoksen pintatasojen välinen etäisyys laskea eräänlaisella muokatulla euklidisella etäisyydellä¹⁵, jossa vertailtavina alkioina toimivat parituksen mukaiset fraasiparit.

Fraasitason muotoanalyysien etäisyydeksi d^P lasketaan pienin kolmen eri-

¹² Harmoninen etäisyyden d^H osoittava etäisyysmatriisi D^H kahdelle harmoniselle fraasille p^H ja $p^{H'}$, $|p^H| = m$ ja $|p^{H'}| = n$ voidaan laskea editointietäisyyttä soveltaen seuraavasti:

$$D_{00}^H = 0$$

$$D_{ij}^H = \min \begin{cases} D_{i-1,j}^H + 1 \\ D_{i,j-1}^H + 1 \\ D_{i-1,j-1}^H + (\text{jos } p^H[i] = p^{H'}[j] \text{ niin } 0 \text{ muuten } d^F(p^H[i], p^{H'}[j])). \end{cases}$$

Etäisyys $d^H(p^H, p^{H'})$ annetuille melodisille fraaseille löytyy matriisin alkioista D_{mn}^H .

Kahden soinnunasteen $p^H[i]$ ja $p^{H'}[j]$ välinen etäisyys $d^F(p^H[i], p^{H'}[j])$ puolestaan määritellään seuraavasti:

$$d^F(p^H[i], p^{H'}[j]) = \begin{cases} a_p, \text{ jos } p^H[i] \text{ ja } p^{H'}[j] \text{ ovat saman soinnunasteen eri käännökset,} \\ a_p, \text{ jos } p^H[i] \text{ ja } p^{H'}[j] \text{ kuuluvat samaan funktioluokkaan,} \\ a_p, \text{ jos } p^H[i] \text{ ja } p^{H'}[j] \text{ ovat saman sointuasteen duuri- ja mollisoinnut ja} \\ 1, \text{ muulloin.} \end{cases}$$

Muuttujilla a_p , a_2 ja a_3 säädellään kustannusta, joka maksetaan kun vertaillaan kahta erilaista soinnunastemerkintää.

¹³ Käytännössä tällaisen täydellisen parituksen löytäminen on laskennallisesti hyvin raskas ongelma. Tämän vuoksi laskennassa on käytetty niin sanottua ahnetta algoritmia, joka poimii järjestyksessä jäljellä olevista fraaseista toisiaan parhaiten vastaavat parit.

¹⁴ Tyhjällä fraasilla tarkoitetaan fraasia, jonka melodiassa ei ole yhtään nuottia ja harmonisessa kuvauksessa yhtään symbolia.

¹⁵ Teosten o ja o' pintatasojen o^s ja o'^s välinen etäisyys d^{OS} lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$d^{OS}(o^s, o'^s) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (d^S(p_i^s, p_i'^s))^2}.$$

Olkoon $|o|$ teoksen o keskenään erilaisten fraasien määrä ja $|o'|$ vastaavasti teokselle o' . Tällöin m on maksimi $|o|$:sta ja $|o'|$:sta eli sen teoksen, jolla on suurempi määrä fraaseja, fraasien määrä. Vertailtavat fraasit p_i^s ja $p_i'^s$ määräytyvät parituksen mukaisesti. Yksittäisten fraasien pintatasojen välinen etäisyys d^S puolestaan määritellään:

$$d^S(p^s, p'^s) = c * (d^H(p^H, p'^H)) + (1 - c) * (d^M(p^M, p'^M)),$$

jossa melodisen ja harmonisen osan painoarvoa säädellään muuttujalla c , ($0 \leq c \leq 1$).

laisen etäisyysmitan, d^{p1} , d^{p2} ja d^{p3} , tuottamasta arvosta.¹⁶ Näistä etäisyysmitta d^{p1} vastaa suoraan klassista editointietäisyyttä. Jos vertailtavat teokset ovat pituudeltaan hyvin samankaltaiset, toimii tämä etäisyysmitta itsessään jo riittävän hyvin. Tilanteissa, joissa toinen vertailtavista teoksista on huomattavasti pidempi kuin toinen, tuottaa d^{p1} sen sijaan suuren etäisyyden, vaikka muotorakenteissa olisi huomattavaa samankaltaisuutta. Esimerkinä tarkastellaan kolmea muotorakennetta: $o^p = ABC$, $o^p = ABCDEFGHI$ ja $o^{p^p} = ABCABCABC$. Sekä o^p :n että o^{p^p} :n etäisyys muotoon o^p on 6. Muoto o^{p^p} on kuitenkin huomattavasti samankaltaisempi muodon o^p kanssa kuin o^p . Tällaisen samankaltaisuuden löytämiseksi tarvitaan etäisyyttä d^{p2} .

Etäisyys d^{p2} lasketaan käyttäen Hamming-etäisyyttä¹⁷. Tarkastellaan jälleen edellä mainittuja muotorakenteita o^p , o^p ja o^{p^p} . Jaettaessa kumpi hyvänsä pidempi muoto lyhyemmällä saadaan osamääräksi 3. Selvästi nähdään, että muoto o löytyy kolmesta kohtaa muodon o^{p^p} sisältä. Näiden välinen etäisyys on siis $d^{p2} = 0$. Sen sijaan jonojen o ja o^p etäisyydeksi saadaan:

$$\frac{0 + 3 + 3}{3} = 2.$$

Etäisyys d^{p3} vastaa etäisyysmittaa d^{p2} menetelmällisesti. Ennen etäisyyden laskemista pidemmän muotorakenteen symbolit nimetään kuitenkin uudelleen pintatason samankaltaisuuden yhteydessä esitellyn parituksen mukaisesti siten, että se pidemmän muotorakenteen fraaseista, joka eniten muistuttaa lyhyemmän muotorakenteen tiettyä fraasia, merkitään myös pidemmässä samalla symbolilla kuin lyhyemmässä. Tällä tavoin kyetään erottelemaan tilanteet, joissa muotorakenne on hyvin samanlainen mutta pintataso äärimmäisen erilainen, tilanteesta, jossa sekä muotorakenne että pintataso vastaavat toisiaan samassa järjestyksessä.

Kokonaisten teosten välinen etäisyys d^0 voidaan nyt helposti määrittellä summaamalla fraasitason (d^p) ja pintatason (d^p) etäisyydet.¹⁸ Jotta tietokanta saataisiin ryhmiteltyä, tarvitaan avaruuden ja etäisyysmittojen lisäksi jonkinlainen menetelmä itse ryhmittelyä varten. Tarkastellaan seuraavassa tähän tarkoitukseen käytettyjä klusterointimenetelmiä.

¹⁶ Kahden teoksen fraasitason muotoanalyysien o^p ja o^p etäisyys d^p lasketaan siis seuraavasti:

$$d^p(o^p, o^p) = \min(d^{p1}(o^p, o^p), d^{p2}(o^p, o^p), d^{p3}(o^p, o^p)).$$

¹⁷ Hamming-etäisyys on eräänlainen editointietäisyyden variantti, jossa lisäyksiä ja poistoja ei lainkaan huomioida. Editointietäisyydestä, jossa etsitään sallittujen operaatioiden määrän minimiä, poiketen Hamming-etäisyydessä tarkastellaan $\frac{|o^p|}{|o^p|}$ pienimmän arvon keskiarvoa.

¹⁸ Kokonaisten teosten o ja o^p välinen etäisyys d^0 voidaan laskea seuraavasti:

$$d^0(o, o^p) = c_2 * (d^p(o^s, o^s)) + (1 - c_2) * (d^p(o^p, o^p)),$$

jossa c_2 ($0 \leq c_2 \leq 1$) on kerroin, jonka avulla voidaan säätää pintatason analyysien ($d^p(o^s, o^s)$) ja fraasitason muodon ($d^p(o^p, o^p)$) keskinäistä painoarvoa. Etäisyys d^0 voidaan helposti todistaa metriikaksi.

Klusterointimenetelmistä

Klusteroinnilla tarkoitetaan avaruudessa sijaitsevien alkoiden ohjastamatonta ryhmittelyä mahdollisimman selkeisiin ryhmiin eli klustereihin. Klusterointia käytetään yleensä sellaisten datajoukkojen analyysiin, joista ei ennalta tiedetä, kuinka moneen ryhmään data sisältönsä puolesta luontevasti jakautuu. Klusterointi soveltuu sellaisiin analyysitehtäviin, joissa pyritään joko kuvailemaan koko datajoukkoa mahdollisimman yksinkertaistetusti mutta kattavasti tai valikoidaan jonkinlainen osa datasta lähempää tarkastelua varten.

Klusterointimenetelmät vaativat tiettyjä ominaisuuksia dataalta. Tärkeimpänä näistä on data-alkioiden vertailtavuus eli avaruudellinen malli sekä vertailuun käytettävän etäisyysmitan olemassaolo. Useimmiten on myös tarkoituksenmukaista, että käytettävä etäisyysmitta on metriikka. Tässä artikkelissa esiteltävässä menetelmässä klusterointia hyödynnetään kahdessa eri vaiheessa: fraasitason muotorakenteen tunnistamisessa sekä kokonaisia teoksia sisältävän musiikkietokannan ryhmittelyssä.

Muotoanalyysiin, ennen kaikkea paradigmaattiseen analyysiin, kehitetyistä klusterointimenetelmistä kattavimpana pidetään Cambouropouloksen ja Widmerin (2000) esittelemää menetelmää. Koska menetelmässä käytetään ainoastaan melodisia fraaseja pintatason muotoanalyysia muodostettaessa, ei sitä voida suoraan hyödyntää tässä artikkelissa esiteltävän menetelmän osana. Muotoanalyysiin tarvittava klusterointi onkin toteutettu melko yksinkertaisen mutta käytännössä hyvin toimivaksi osoittautuneen hierarkkisen klusterointimenetelmän¹⁹ avulla. Samaa klusterointimenetelmää käytetään pienin muutoksin myös kokonaisen tietokannan klusteroinnissa.

Teosten ryhmittely ja musiikkietokannan selailu

Musiikkietokannan selailua voidaan tukea hyvinkin erilaisista näkökulmista. Osalle käyttäjistä on luontevaa selata kannan sisältöä ilman minkäänlaisia erityisehtoja ryhmittelylle. Tämän lisäksi on joukko käyttäjiä, jotka saattavat haluta vaikuttaa kannan ryhmittelyssä käytettyihin kriteereihin. Jotta kummankin käyttäjäryhmän tarpeita saadaan tuettua, tarvitaan toisaalta yleispätevä ryhmittely kannan sisällölle ja toisaalta mahdollisuus vapaasti vaikuttaa ryhmittelyä määrittäviin ehtoihin.

Jälkimmäisen käyttäjäryhmän selailutarpeiden tukeminen on osoittautunut

¹⁹ Hierarkkisella klusteroinnilla tarkoitetaan perusmuodossaan klusterointia, joka muodostaa klusteroitavista alkiosta puurakenteen eli dendrogrammin. Tämän menetelmän puitteissa hierarkkisesta menetelmästä on käytetty niin sanottua kokoavaa versiota. Hierarkkisesta klusteroinnista on olemassa myös jakava versio, jossa koostamisen sijaan jaetaan ryhmiä pienemmiksi.

käytännössä helpommaksi. Kannassa olevien teosten etäisyydet toisiinsa voidaan tallentaa järjestelmään ulottuvuuskohtaisiksi etäisyystaulukoiksi, joista voidaan kutakin muutosta kohden helposti koostaa uusi etäisyysmitta ja kannan järjestys.²⁰ Koska kannan rakennetta voidaan muuttaa kesken selailuprosessin, pystyy käyttäjä muokkaamaan rakennetta, kunnes se on halutunlainen. Myös uusien kappaleiden lisäys ja vanhojen poisto onnistuu kohtalaisen vaivattomasti.

Valmiin yleispätevän etäisyysmitan löytäminen²¹ ja sen evaluoiminen on sen sijaan osoittautunut huomattavasti hankalammaksi ongelmaksi. Tässä luvussa luodaan lähempi katsaus edellä esitellyn menetelmän toteuttamiseen ja yleisen etäisyysmitan problematiikkaan. Lisäksi tarkastellaan menetelmän toteutuksen tuottamia tuloksia.

Menetelmän toteutus

Edellä kuvattu menetelmä on toteutettu tietokoneohjelmana menetelmän testaamista ja tulosten analysoimista varten. Toteutusohjelma on laadittu pääasiassa Perl-ohjelmointikieltä käyttäen. Lisäksi toteutusohjelma hyödyntää muutamaa ulkopuolista moduulia, jotka on toteutettu C-kielillä. Tiedonsiirto Perl- ja C-kielisten moduuleiden välillä on toteutettu komentotulkilla ajettavana ohjaustiedostona. Koska symbolista dataa on parhaiten saatavissa MIDI-muotoisena, on ohjelmaan liitetty apuohjelma, joka muuntaa MIDI-datan ohjelman käyttämään sisäiseen esitysmuotoon.

Ohjelman ensimmäisessä vaiheessa jokaisesta tietokannan sisältämästä teoksesta muodostetaan kappaleelle yksiaäninen variantti poimimalla samanaikaisesti esiintyvistä noteista ne, joiden sävelkorkeus on korkein. Vaikka tämä lähestymistapa onkin melko karkea, on se käytännössä osoittautunut toimivimmaksi olemassa olevista melodianerottelumenetelmistä (Uitdenbogerd ja Zobel 1998, 238–239).

Teoksen yksiaäninen versio analysoidaan ja jaetaan melodisiksi segmenteiksi hyödyntäen Temperleyn ja Sleatorin toteuttamaa Melisma Music Analyzer -ohjelmaa, jonka toiminnallisuus ja sen taustalla olevat teoriat on tarkemmin selitetty teoksessa *The Cognition of Basic Musical Structures* (Temperley 2001). Moniääninen versio jaetaan melodisten segmenttien rajojen perusteella moniäänisiksi segmenteiksi, joille kullekin tehdään harmoninen analyysi samaten Melisma Music Analyseria käyttäen. Tulos tallennetaan segmenttijoukoksi, jossa on kutakin segmenttiä kohden kaksi osatekijää: melodia ja harmonia-analyysin tulos.

²⁰ Tässä hyödynnetään etäisyysmittojen yhtälöissä esiintyviä muuttujia c ja c_2 .

²¹ Käytännössä yleisellä etäisyysmitalla tarkoitetaan mahdollisimman hyvien arvojen löytämistä etäisyysmittoja kuvaavissa kaavoissa oleville parametreille.

Segmentoinnin avulla saatu segmenttijoukko klusteroidaan Perl-ohjelmaa käyttäen. Klusteroinnin ensimmäisessä vaiheessa kukin segmentti tulkitaan omaksi ryhmäkseen eli fraasiksi. Segmenttien väliset etäisyydet lasketaan fraasien välistä pintatason etäisyysmittaa käyttäen, ja ne segmentit, joiden välinen etäisyys on pienin, yhdistetään samaksi fraasiksi. Tätä toistetaan iteratiivisesti kunnes etäisyydet fraasien välillä ovat niin suuret, ettei niiden sisältämiä segmenttejä voida enää tulkita toistensa varianteiksi.²² Kyseessä on siis eräänlainen katkaisua käyttävä hierarkkisen klusteroinnin muoto, jolloin tuloksena on yksittäisen dendrogrammin eli puurakenteen sijaan joukko dendrogrammeja, yksi kutakin fraasia kohden.

Klusteroinnin tuloksesta muodostetaan teosta kuvaava vieruslista. Kun jokaisesta musiikkietokannan teoksesta on muodostettu vieruslistaesitys, laaditaan kannan sisällöstä ulottuvuuskohtaiset etäisyystaulukot samoin Perl-ohjelman avulla. Näitä etäisyystaulukoita käyttäen voidaan koko tietokannan sisältö klusteroida hierarkkiseksi rakenteeksi. Kokonaisen tietokannan järjestämiseen käytetään vastaavaa klusterointimenetelmää kuin muotorakenteen tunnistamiseen sillä poikkeuksella, ettei iterointia katkaista ennen kuin koko tietokannasta on saatu dendrogrammikuvaus. Käytännössä klusterointi toteutetaan samalla ohjelmalla kuin fraasintunnistusvaiheessakin.

Menetelmän testauksesta

Menetelmä testattiin käyttämällä kahta musiikkietokantaa, jotka sisälsivät MIDI-muotoisia moniäänisiä musiikkiteoksia. Ensimmäinen testikanta sisälsi 48 lyhyttä klassista teosta tai niiden osaa. Tätä kantaa hyödynnettiin lähinnä testaamaan menetelmästä tehdyn implementaation toiminnallisuutta sekä virittämään etäisyysmitoissa sekä klusterointimenetelmissä tarvittavia parametreja. Menetelmän semanttisen toiminnallisuuden testaamiseen käytettiin 145 teoksesta koostuvaa musiikkietokantaa. Tämä kanta koostettiin valikoimalla satunnaisesti 145 kappaletta Mutopia-tietokannasta.²³

Ensimmäinen testikierron kohdistettiin fraasitason muotorakenteen löytämisessä käytettyyn klusterointiin. Testikierron aikana testattiin useita menetel-

²² Ryhmien eli fraasien väliset etäisyydet lasketaan yleensä jollain kolmesta perusmenetelmästä: lähimmän naapurin, kaukaisimman naapurin tai keskiarvoisen naapurin menetelmällä. Lähimmän naapurin menetelmässä ryhmien välinen etäisyys määräytyy niiden lähimpien alkioiden perusteella ja kaukaisimman naapurin menetelmässä etäisyys lasketaan kaukaisimpia alkioita käyttäen. Keskiarvoisen naapurin menetelmässä puolestaan ryhmän alkioista lasketaan keskiarvo, jota käytetään määrittäessä ryhmien välisiä etäisyyksiä. Tässä artikkelissa esiteltävässä menetelmässä on käytetty kaukaisimman naapurin menetelmää.

²³ Mutopia-tietokanta on tekijänoikeudellisesti vapaa MIDI-tietokanta, joka sijaitsee osoitteessa <http://www.MutopiaProject.org/>.

miä klusteroinnin katkaisuun tarkoitetun etäisyyden kynnysarvon löytämiseksi. Näistä parhaimmaksi osoittautui teoskohtainen etäisyydsarvojen analyysi, joka valikoi klusteroinnin katkaistavaksi sellaisen iterointikierroksen jälkeen, jonka etäisyydsarvo poikkesi eniten seuraavan iterointikierroksen etäisyydsarvosta.²⁴

Fraasitason muotorakenteen löytämisen yhteydessä tarkasteltiin muuttujan arvojen vaikutusta muotorakenteeseen. Painotettaessa harmonisen analyysin merkitystä segmenttien samankaltaisuutta määriteltäessä havaittiin, että harmonia-analyysiohjelma ei toiminut optimaalisesti tilanteissa, joissa musiikkiteos sisälsi runsaasti kromatiikkaa.²⁵ Tämä vääristi siten myös klusteroinnissa saatuja tuloksia. Kun melodiavertailun osuus etäisyyden laskennassa painotettiin kolminkertaiseksi harmonia-analyysiin nähden, tuotti ryhmittely mielekkäitä tuloksia. Harmonia-analyysin välisiä etäisyyksiä laskettaessa muuttujille a_1 , a_2 ja a_3 sijoitettiin arvot: $a_1 = 0.25$, $a_2 = 0.5$ ja $a_3 = 0.75$.²⁶

Kokonaisen tietokannan klusteroinnin yhteydessä testattiin muuttujan c_2 arvojen merkitystä ryhmittelytulokselle. Kun c_2 sai suuria arvoja, klusterointi perustui pääasiassa pintatason analyysituloksille. Tuloksia tarkastelemalla havaittiin tällöin, että klusterointi järjesti teokset pitkälti sattumanvaraisten pintatason yhtäläisyyksien perusteella. Painotettaessa fraasitason muodon merkitystä antamalla c_2 :lle matalia arvoja, havaittiin puolestaan, että tulosrakenteessa korostuivat lyhyet, yksinkertaiset kappaleet, joiden muotorakenne oli hyvin selkeä. Pintatason yhtäläisyyksiä ei tällöin toisiaan lähellä olevissa teoksissa ollut kuin satunnaisesti. Paras²⁷ tulos saatiin asettamalla melodian ja harmonian suhde muuttujan c avulla sellaiseksi, että melodia korostui hieman harmoniaa voimakkaammin ja muuttuja c_2 puolestaan korosti hieman fraasitasoa.

²⁴ Käytännössä hierarkkinen rakenne muodostettiin kokonaisuudessaan ennen sopivan katkaisuvälin määrittämistä, jotta tällainen katkaisuarvo olisi mahdollista löytää. Koska segmenttien teoskohtainen määrä on kohtalaisen pieni, ei tämä kuitenkin hidastanut toteutusta merkittävästi.

²⁵ Musiikkiteosten automatisoitu harmoninen analyysi on hyvin vaativa tutkimusaihe. Tämän vuoksi siihen tarkoitetut menetelmät ovat edelleen kehitystasoteella. Vaikka alalla onkin tapahtunut jonkin verran edistystä Melisma Music Analyzerin julkaisun jälkeen (esim. Raphael ja Stoddard 2003), ei valmiita ohjelmia tähän tarkoitukseen ole liiemmin saatavilla.

²⁶ Muuttujien a_1 , a_2 ja a_3 arvoille määriteltiin reunaehdoiksi $a_1 \leq a_2 \leq a_3$. Koska valitut muuttuja-arvot tuottivat kelvollisia tuloksia, ei niiden hienosäätöä katsottu tässä vaiheessa tarpeelliseksi.

²⁷ Täsmälliset arvot muuttujille olivat $c = 0.65$ ja $c_2 = 0.55$. Parhaimmuutta arviointiin kahdella tavalla: tarkkailemalla saman aikakauden/säveltäjän teosten sijoitumista rakenteessa sekä käyttämällä partituureja. Parhaimmuuden arviointiin ja ylipäätään sen mielekkyyteen palataan evaluoimista käsittelevän luvun yhteydessä.

Menetelmän ja testitulosten evaluomisesta

Vaikka menetelmää testattiin kymmenellä parametriyhdistelmällä²⁸, voidaan tuloksista päätellä vain hyvin yleisluontoisia asioita. Tämä johtuu sekä automaattisten analyysimenetelmien kehitysasteesta että musiikillisen samankaltaisuuden monimuotoisuudesta.

Teoksista muodostettavan representaation aikaansaamiseksi käytetään niin melodianerottelua, fraaseihin segmentointia kuin harmonista analyysiäkin. Vaikka segmentointimenetelmät ovatkin jo kohtuullisen hyvätaoisia (esim. Cambouropoulos 1998), ovat melodianerottelu ja harmoninen analyysi vielä toistaiseksi kehitysvaiheessa olevia ongelmia. Tämä vaikuttaa väistämättä myös teoksesta muodostettavan representaation laatuun,²⁹ mikä puolestaan vääristää jonkin verran klusterointituloksia.

Jotta klusteroinnin laatua voitaisiin täydellisesti evaluoida, tulisi sitä verrata ihmisarvioijien tekemiin luokitteluihin kannan sisältämien teosten samankaltaisuudesta. Tällaisia luokitteluja on kuitenkin vain hyvin niukasti saatavilla. Koska evaluointiin tarvittavaa arviointia on jouduttu vertailumateriaalin puutteesta johtuen tekemään evaluoinnin yhteydessä, ei sitä voida pitää erityisen kattavana. Tämän vuoksi menetelmän tuloksista ei ole pyritty vetämään kovinkaan tarkkoja johtopäätöksiä.

Toinen klusteroinnin evaluointia vaikeuttava seikka on datan luonne. Ihmiset saattavat hahmottaa musiikillisia samankaltaisuuksia keskenään hyvinkin eri tavoilla. Joillekin kuulijoille musiikillinen samankaltaisuus on ensisijaisesti melodista, toisille vaikkapa pääosin instrumentaatiosta johtuvaa. Tämän vuoksi samankaltaisuuden aste kahden teoksen välillä voi vaihdella runsaastikin kuulijasta riippuen. Lisäksi tietokantaan tallennettujen teosten tyyliä voi vaikuttaa kuulijoiden tapoihin arvioida samankaltaisuuksia. Tämän vuoksi samankaltaisuuden arviointiin on lähes mahdotonta löytää vain yhtä, kaikille käyttäjille ja musiikkityyleille soveltuvaa yhteistä etäisyysmittaa.

Kaiken kaikkiaan voidaan kuitenkin todeta, että menetelmä vaikuttaa testien perusteella käyttökelpoiselta, jos käyttäjälle annetaan mahdollisuus vaikuttaa siihen, mihin seikkoihin ja millaisella painotuksella teosten samankaltaisuuden määrittäminen perustuu. Tämä käytännössä kattaa sellaisten käyttäjien selailutarpeet, jotka haluavat etsiä erilaisia ryhmittelyjä tietokannan sisällölle ja

²⁸ Kokonaisen tietokannan klusteroinnin testauksessa on tähän mennessä käytetty 37 erilaista parametriyhdistelmää.

²⁹ Representaation laatua tarkkailtiin testauksen yhteydessä sekä ensimmäisellä että toisella testikannalla. Ensimmäisen testikannan avulla kartoitettiin ennen kaikkea melodianerottelun ja harmonisen analyysin toimivuutta. Toisen testikannan yhteydessä evaluoitiin tarkemmin fraasitason muotoanalyysin onnistuneisuutta. Ennen kaikkea harmonisessa analyysissä havaittiin välillä suuria ongelmia, joiden vaikutusta representaation laatuun pyrittiin minimoimaan parametrien säätelyn avulla.

määritellä omien tarpeidensa mukaiset painotukset etäisyysmitassa kuvatuille ulottuvuuksille joko valmiiden sisäisten musiikkikäsitysten tai järjestelmän käytölliittymässä tarjottujen elementtien avulla.³⁰

Käyttäjille, joilla ei ole kykyä määritellä samankaltaisuuskäsitystään menetelmän tarjoamien ulottuvuuspainotusten avulla, ei menetelmän sisältämä toiminnallisuus vielä sellaisenaan riitä. Vaikka testeissä löydettiin kelvollinen parametriasetus varsinaiselle testitietokannalle, ei sitä sellaisenaan voida yleistää muille musiikkitietokannoille. Sen vuoksi järjestelmään olisi hyvä liittää esimerkiksi mahdollisuus opettaa³¹ järjestelmää esimerkkikapalein.

Lopuksi

Musiikkitietokannan mallintaminen teosten sisältöä kuvaavan avaruuden avulla ja tämän hyödyntäminen selailua ohjastavana tekijänä on verrattain uusi lähestymistapa musiikkitiedonhaussa. Suurimmaksi ongelmaksi lähestymistavassa on koettu tarpeeksi kuvaavien ulottuvuuksien, joiden välille olisi määriteltävissä toimiva etäisyysmitta, löytäminen avaruuden alueille. Vaikka tässä artikkelissa esitelty avaruuden malli todettiin testeissä kohtuullisen toimivaksi, kaipaa se lisäyksiä ja parannuksia ulottuvuuksien vertailuun. Myös muiden kuin tämänhetkisten musiikin elementtien lisääminen malliin lisää mallin kuvailevuutta. Koska malli on tehty luonteeltaan modulaariseksi, uusien elementtien lisääminen vaatii lähinnä etäisyysmitan luomisen ulottuvuuden arvojen välisen etäisyyden arviointiin. Mahdollinen elementti voisi olla esimerkiksi fraasien tilastolliset ominaisuudet tai jopa audiokuvaus fraasista.

Vaikka mallin tarkoituksena ei ollut tehdä tyylisuuntaluokittelua³² musiikkitietokannassa, havaittiin testituloksia tarkasteltaessa, että ryhmittely sijoitteli teoksia osin myös tyylisuunnittain. Tätä piirrettä voitaisiin hyödyntää selailtaessa sellaista musiikkidataa, josta ei ole tarjolla metatietoja. Tämä vaatisi kuitenkin mallin tarkempaa analyysia ja sellaisien etäisyysmittojen laatimista, joissa on huomioitu nimenomaisesti eri tyylikausille luonteenomaisia piirteitä.

³⁰ Audiodatan klusterointimenetelmien yhteydessä on esitelty useampia visuaalisesti helppoja ja toimivia tapoja säädellä etäisyysmitassa käytettyjen ulottuvuuksien painotuksia. Tällainen on esimerkiksi Ahaa-liukuohjajmeksi (engl. *Aha-slider*) kutsuttu käytölliittymäelementti, jota liu'uttamalla suuntaan tai toiseen määritellään metatiedon ja audiodatan sisältöön perustuvan tiedon suhdetta samankaltaisuuden laskennassa (Aucouturier ja Pacht 2002).

³¹ Opettamisella tarkoitetaan tässä yhteydessä toimintoa, jossa järjestelmän asetukset määritellään yksilökohtaisesti käyttäjän syöttämän esimerkkiaineiston perusteella.

³² Suurin osa audiosignaalin luokittelu- ja klusterointimenetelmistä tähtää nimenomaan tyylisuuntaluokitteluun. Symboliseen dataan perustuvaa tyyli-suuntaluokittelua ei sen sijaan ole juurikaan tehty.

Kirjallisuus

- Aucouturier, Jean-Julien ja Pachet, Francois 2002. Music Similarity Measures: What's the Use? Teoksessa *Proceedings of the Third International Conference on Music Information Retrieval* Paris, France, lokakuu 2002, 157–163.
- Baeza-Yates, Ricardo ja Ribeiro-Neto, Berthier 1999. *Modern Information Retrieval* Wokingham, United Kingdom: Addison-Wesley.
- Cambouropoulos, Emiliios 1998. *Towards a General Computational Theory of Musical Structure*. University of Edinburgh, Faculty of Music, Department of Artificial Intelligence, PhD Thesis.
- Cambouropoulos, Emiliios ja Widmer, Gerhard 2000. Automatic Motivic Analysis via Melodic Clustering. *Journal of New Music Research* 29(4): 303–317.
- Cilibrasi, Rudi, Vitanyi, Paul ja deWolf, Ronald 1998. Algorithmic Clustering of Music. *Computer Research Repository CoRR*. <http://arxiv.org/archive/cs/0303025> 14.10.2003.
- Dillon, Martin ja Hunter, Michael 1982. Automated Identification of Melodic Variants in Folk Music. *Computers and the Humanities* 16: 107–117.
- Eerola, Tuomas, Järvinen, Topi, Louhivuori, Jukka ja Toiviainen, Petri 2001. Statistical Features and Perceived Similarity of Folk Melodies. *Music Perception* 18: 275–296.
- Gamelin, Theodore W. ja Greene, Robert E. 1999. *Introduction to Topology* New York: Dover Publications.
- Ghias, Asif, Logan, Jonathan, Chamberlin, David ja Smith, Brian C. 1995. Query by Humming - Musical Information Retrieval in an Audio Database. Teoksessa *Proceedings of 3rd ACM International Conference on Multimedia*, San Francisco, California, marraskuu 1995, 231–236.
- Grimaldi, Marco, Kokaram, Anil ja Cunningham, Padraig 2002. *Classifying Music by Genre Using the Wavelet Packet Transform and a Round-Robin Ensemble*. Trinity College, Dublin, Raportti TCD-CS-2002-64.
- Kassler, Michael 1966. Toward Music Information Retrieval. *Perspectives of New Music* 4(2): 59–67.
- Lemström, Kjell ja Ukkonen, Esko 2000. Including Interval Encoding into Edit Distance Based Music Comparison and Retrieval. Teoksessa *Proceedings of the AISB'2000 Symposium on Creative & Cultural Aspects and Applications of AI & Cognitive Science*, Birmingham, UK, huhtikuu 2000, 53–60.
- Levenshtein, Vladimir I. 1966. Binary Codes Capable of Deletions, Insertions, and Reversals. *Soviet physics Doklady* 10(8): 707–710.
- McNab, Rodger J., Smith, Lloyd A., Bainbridge, David ja Witten, Ian H. 1997. The New Zealand Digital Library MELody inDEX. *D-Lib Magazine*. <http://www.dlib.org>.
- Mongeau, Marcel ja Sankoff, David 1990. Comparison of Musical Sequences. *Computers and the Humanities* 24(3): 161–175.
- Pekkilä, Erkki 1988. *Musiikki tekstinä – Kuulonvaraisen musiikkikulttuurin aanalyysiteoria ja -metodi* Acta Musicologica Fennica 17. Jyväskylä: Suomen Musiikkiteollinen Seura.
- Raphael, Cristopher ja Stoddard, Josh 2003. Harmonic Analysis with Probabilistic Graphical Models. Teoksessa *Proceedings of the Fourth International Conference on Music Information Retrieval*, Baltimore, Maryland, USA, lokakuu 2003, 177–181.
- Rauber, Andreas, Pampalk, Elias ja Merkl, Dieter 2002. Using Psycho-Acoustic Models and Self-Organizing Maps to Create a Hierarchical Structuring of Music. Teoksessa *Proceedings of the Third International Conference on Music Information Retrieval* Paris, France, lokakuu 2002, 71–80.
- Salmehaara, Erkki 1985. *Sointuanalyysi* Helsinki: Otava.

- Sparck-Jones, Karen ja Willett, Peter (toim.) 1997. *Readings in Information Retrieval*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Temperley, David 2001. *The Cognition of Basic Musical Structures*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Tsai, Wei-Ho, Wang, Hsin-Min, Rodgers, Dwight, Cheng, Shi-Sian ja Yu, Hung-Ming 2003. Blind Clustering of Popular Music Recordings Based on Singer Voice Characteristics. Teoksessa *Proceedings of the Fourth International Conference on Music Information Retrieval* Baltimore, Maryland, lokakuu 2003, 167–173.
- Uitdenbogerd, Alexandra L. ja Zobel, Justin 1998. Manipulation of Music for Melody Matching. Teoksessa *Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia*, Bristol, UK, syyskuu 1998, 235–240.
- Wold, Erling, Blum, Thom, Keslar, Douglas ja Wheaton, James 1996. Content-Based Classification, Search, and Retrieval of Audio. *IEEE Multimedia* 3(3): 27–36.

Browsing music databases using various dimensions of musical space

We introduce a new representation for symbolic music data and a method for organising a music database for browsing. In our approach each musical piece is first analysed using several music analysis methods. The results are stored into an adjacency list that represents the original piece in the database. The database is then clustered based on music analysis results and distance measures developed for measuring the similarities between such results. The various organisations of the database are used for facilitating the browsing process.

FM Anna Pienimäki (Anna.Pienimaki@cs.helsinki.fi) työskentelee assistenttina Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella. Hän valmistee väitöskirjaa musiikkiedonhakuprosessin tehostamisesta musiikkianalyttisilla algoritmeilla.

Hahmoetäisyyksien mittaamenetelmistä aikasarjoissa ja musiikin vektoriesityksissä

Kyseisten menetelmien avaruusgeometrisestä olemuksesta – ehdotus uudeksi etäisyyssuureeksi

Kalev Tiits

Tämä artikkeli selittää aikasarjasuuntautunutta hahmontunnistusta koskevia metodologisia ideoita melodialinjan kontekstiin sovellettuna. Aikasarja viittaa tässä yhteydessä melodiasta johdettuun sekvenssiin, josta kirjallisuudessa (esim. Cambouropoulos 2001) on käytetty nimitystä *melodic surface*.¹ Pysin luomaan puitteet, joissa syötesekvenssistä voidaan formaaleja menetelmiä soveltamalla eristää melodisia hahmoja ilman perinteisiin musiikin teoreettisiin, psykologisiin tai hahmoteoreettisiin apparatteihin tukeutumista. Käytännöllinen tavoite on tuottaa perusteltuja melodialinjan segmentaatioita. Menetelmän tekninen ydinajatus on Teuvo Kohosen (2001) arkkitehtuurin mukaisen itsejärjestyvän piirrekartan käyttö adaptiivisena elementtinä ja sen jatkokehitys. Kartta muodostaa tietämyspohjansa syöttövuon muodostavasta sekvenssistä ajon aikana.

Hahmoetäisyyksien numeerinen mittaaminen ja musiikin teoria

Se että olen tarjonnut kyseistä aihepiiriä koskevan artikkelin musiikkitieteelliseen julkaisuun, sisältää implisiittisesti ajatuksen, jota voisi polemisoida: hahmoetäisyyksien laskenta on yleisen musiikintutkimuksen kannalta relevantti aihe. Päämääräni ei kuitenkaan ole provokatorinen. Pikemminkin olen vain päätenyt pohtimaan asioita, jotka mielletään insinööriteiden reviirille kuuluviksi. Niinpä olenkin joskus joutunut perustelevaan sekä itselleni että kollegoilleni, miksi yritys kirjoittaa tästä aiheesta musiikkitieteellisellä foorumilla ylipäänsä on mahdollinen tai suotava sen sijaan, että aihepiiri jätettäisiin kokonaan matemaatikkojen tai insinöörien asiaksi. Tästä syystä esitän aluksi joitakin huomiota siitä, miksi mielestäni suutarin ei pitäisi pelkästään pysyä lestissään. ”Kaappitutkimuksesta” luopumisen motiiveja ei nimittäin tässä tapauksessa tarvitse etsiä keskiaikaisesta quadriviumista vaan niitä löytyy lähempäkin.

Artikkelini motiivi on kahtalainen. Toisaalta se on puhtaasti pragmaattinen. Kiinnostukseni itsejärjestymiseen ja koneoppimiseen on vienyt musiikintutkija-

¹ Termin *surface* käytöllä Cambouropoulos (2001) pyrkii kuvaamaan sitä, kuinka yksiaänisen linjan valinta redusoi musikaalisen materiaalin moniulotteisuutta.

minäni alueelle, jossa ylipäänsä on niukasti toimijoita ja julkaistua tutkimusta, varsinkaan suomen kielellä. Aihepiiriin liittyvä tutkimus on ollut interdisiplinääristä ja varsin sovellettua, minkä vuoksi tietojenkäsittelytieteen yleisten foorumien kiinnostus siihen on rajallista. Yksi interdisiplinääristen hankkeiden yleisiä ongelmia onkin julkaisemisen hankaluus, tutkimus kun ei kuulu selkeästi mihinkään (yhteen) erityiseen alaan. Käsitteksenäni haluan kuitenkin painottaa, että perspektiivin etsiminen – hengen viljelyn tonttimaita rajaavien aitojen yli kurkistelu – on erityisen tarpeellista humanistisilla aloilla.

Toisaalta motiivini muodostuu siitä huomiosta, että musiikkia koskevaan teorianmuodostukseen on aina kuulunut alueita, jotka ovat luonteeltaan numeerisia. Oman aikamme musiikin teoria ei tee tässä kohdin poikkeusta. Jotkut näistä numeerisen tarkastelun temmelyskentistä eivät tosin kuulu länsimaisen musiikin teorian valtavirtaan ainakaan sellaisena kuin se on ns. konservatoriokoulutuksessa tavallisesti jäsenetty. Mutta toisaalta esimerkiksi joukkoteoria ei ole mitenkään perifeerinen musiikin teorian haara vaan pikemminkin päinvastoin. Esimerkiksi joukkoteoriaan liittyvien matemaattisten käsittelyjen musiikillista validiteettia ansiokkaasti käsittelevässä tuoreessa suomalaisessa väitöskirjassa (Kuusi 2001) omistetaan kokonainen luku samankaltaisuutta mittaaville suureille. Saman tutkimuksen ydinainekseen kuuluu mainittujen suureiden joukosta valitun suureen käytännön sovellusten käsittely. Aihepiirin tietynlaisen ajankohtaisuuden vuoksi arvelenkin olevan hyödyllistä esittää musiikkitieteelliselle yleisölle yhteenvetoa sekä huomioita seikoista, jotka ovat tulleet esiin aiheeseen syventyessäni.

Miksi geneerisiä segmentaatiomenetelmiä?

Kiinnostukseni hahmoetäisyyden mittaamiseen on kasvanut tutkimushankkeessa, jossa olen pyrkinyt löytämään melodian segmentoinnin menetelmiä, jotka perustuisivat yleisille informaation käsittelyn formalismeille. Syy yleisten tietojenkäsittelyteoreettisten ja matemaattisten formalismien soveltamiseen musiikin segmentaation perustaksi ei välttämättä ole itsestäänselvä. Onhan musiikillinen muoto suhteellisen erikoistunut tiedon alue, ja siihen paneutumisen katsotaan edellyttävän nimenomaan musiikillista asiantuntemusta. Eikö siis olisi mielekkäämpää käyttää musiikkiteoreettista tietämystä pelkän tietojenkäsittelymallin sijasta?

Yhtenä syynä geneerisen menetelmän valintaan tutkimuskohteeksi on ollut kiinnostukseni metodeihin, jotka olisivat sovellettavissa monenlaisiin musiikin lajeihin. Jos analyysikone rakennetaan musiikin teorian käsitteiden perustalle, on vaikea saada aikaan prosesseja, jotka eivät suosisi tietyn tyyllisiä musiikillisia rakenteita toisenlaisten kustannuksella. Sellaisilla menetelmillä voi olla äärimmäisen vaikeaa saada vastausta kysymykseen, onko materiaalista löydettävissä *jonkin* tyyppisiä rakenteita silloin kun ei ole tiedossa, minkä tyyppisiä raken-

teita ollaan etsimässä. Mitä genre-spesifimpää ja siten musiikillisesti informatiivisempaa tietämystä menetelmä käyttää, sitä hankalampaa yleisten rakenteiden löytäminen on – ja useimmat musiikin teorian käsitteet ovat enemmän tai vähemmän genrespesifejä. Tällainen tietämys toimii kyllä hyvin erikoistapauksissa mutta rajoittaa menetelmän yleispätevyyttä.

Metodologista yleispätevyyttä tavoitellen jotkut tutkijat ovat rakentaneet analyysimalleja, jotka pohjautuvat musiikin teoriaa yleisempiin hahmototeoreetisiin tai muihin musiikkipsykologian suosimiin suurejärjestelmiin. Suhteellisen uusi tällainen malli on *Local Boundary Detection Model* eli LBDM (Cambouropoulos 2001). Tällaiset projektit, vaikkakin ovat kiintoisia omista lähtökohdistaan tarkasteltuna, eivät tähtää samoihin tavoitteisiin kuin tässä käsittelemäni tutkimus.

Tutkimukseni tarkoituksena on hahmotella muodon tai paikallisten hahmojen rajakohtien tunnistamista vielä abstrakteimmin keinoin (ja suurempaa yleispätevyyttä hakien) kuin LBDM. Nämä keinot liittyvät *ohjaamattoman oppimisen* (engl. *unsupervised learning*) mahdollistaviin tietojenkäsittelyn arkkitehtuureihin. Projektini on lähinnä testijärjestely formalismille, joka on johdettu yhdestä yksinkertaisesta toimintaperiaatteesta. Tarkemmin ilmaistuna tähtäimessä on aikasarjan- tai signaalinkäsittelyn metodi, jota voitaisiin soveltaa musiikkiin mutta myös mihin hyvänsä muuntuyppiseen datavuohon. Edellytyksenä olisi, että datavuo sisältää aikarakenteita, joiden hahmottaminen pohjautuu jonkin asteiselle redundanssille.

Geneeristen menetelmien mahdollisena haittana – yleisyyden kääntöpuolena – on, että ne eivät hyödynnä mahdollisesti saatavissa olevaa kontekstuaalista informaatiota. Riippuu tietenkin tilanteesta, onko tämä sitten metodinen puute vai bonus.

Keskeisessä asemassa menetelmässä on vektorietäisyyden käsite. Taustatiedon tarjoamiseksi seuraavassa luodaan pikainen katsaus tavallisimpiin hahmontunnistuksessa käytettyihin vektorietäisyyden mittaamenetelmiin. Siten esitettyä asiaa voidaan verrata ”klassisiin” hahmontunnistuksen menetelmiin ja asettaa se matemaattiseen kontekstiin.

Klassisista vektorietäisyyden suureista

Yleisesti aikasarjan muodostamasta datavuosta muodostetaan vektoreita pilkkomalla aikasarjaa sopivan mittaisiksi lohkoiksi. Tällaisia määrämittäisiä lohkoja kutsutaan usein *piirvektoreiksi*. Tavallisesti yksittäinen piirvektori muodostuu vakiomäärästä elementtejä, joista kukin on skalaariarvo. Yksittäinen elementti vastaa jatkuvasta signaalista tietyllä ajan hetkellä otettua näytettä, joten elementtien jonoa voidaan tarpeen mukaan pitää joko diskreettien numeroiden sarjana tai analogisignaalista otettujen näytteiden kvantisoiutuna arvoina.

Kun piirvektorit on muodostettu, näiden keskinäiset etäisyydet voidaan

laskea geneerisin menetelmin. Sovelluskohteena voi olla mikä hyvänsä annettu datavuo, kuten 1-ulotteinen aikasarja tai vaikkapa kuvasignaali. Yleisessä käytössä on useita erilaisia näihin soveltuvia mittayksiköitä. Seuraavassa katsauksessa esitellään lyhyesti joitakin yleisimmistä vektorietäisyyden mittaauksissa käytetyistä suureista nojautuen Kohosen (2001, 17–25) aihetta koskevaan tekstiin.

a) Vektorien x ja y korrelaatio, joka merkitään (x, y) . Olkoon $x(n)$ vektori $x(1), x(2), \dots, x(n)$ ja $y(n)$ vektori $y(1), y(2), \dots, y(n)$. Vektorien x ja y korrelaatio määritellään seuraavasti:

$$C = \sum_{i=1}^n x(i)y(i)$$

Tätä kutsutaan vektorien *pistetuloksi* tai *skalaarituloksi*. Kyseessä on itse asiassa pikemminkin samankaltaisuuden kuin etäisyyden mittaaminen.

b) Piirvektoreiden avaruudellisen orientaation vertailuun sopivan suuren muodostaa vektorien *suuntakosinit*. Ne kuitenkin kuvaavat vain vektorien suuntaa, eivät pituuksia eli loppupisteiden etäisyyksiä origosta. Vektorien x ja y välinen suuntakosini määritellään seuraavasti:

$$\cos \theta = (x, y) / \| x \| \| y \|$$

missä (x, y) on vektoreiden skalaaritulo ja $\| x \|$ on x :n euklidinen normi.

c) *Euklidinen etäisyys* tunnetaan jo klassisesta kreikkalaisesta geometriasta. Se määritellään seuraavasti:

$$\rho_E = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x(i) - y(i))^2}$$

Tämä puolestaan voidaan kirjoittaa muotoon:

$$\rho_E = \left(\sum_{i=1}^n (x(i) - y(i))^2 \right)^{1/2}$$

Tämä muoto on tunnistettavissa *Minkowskin mittageometrian* erityistapaukseksi.

d) *Minkowskin mittageometria* on edellisen (vrt. euklidinen etäisyys) yleistys eri dimensioisiin avaruuksiin. Se määritellään yleisesti seuraavasti:

$$\rho_E = \left(\sum_{i=1}^n (x(i) - y(i))^\lambda \right)^{1/\lambda}$$

Euklidinen etäisyys vastaa siis λ -parametrin (eli avaruuden dimension) arvoa 2. Toista melko yleistä tapausa kutsutaan nimellä *city-block*-etäisyys, joka voitaisiin suomentaa vaikkapa suorakulmais-etäisyydeksi (Minkowski $\lambda = 1$). Se ottaa huomioon vain koordinaatiston akseleiden suuntaiset suunnat. Eri λ -parametrin arvot tuottavat erilaisia mittaustuloksia. Mitä korkeampi λ -parametrin arvo valitaan, sitä lyhyempi etäisyys kahden ei-identtisen (etäisyys > 0) vektorin välille saadaan.

Kaikki mainitut etäisyyden määritelmät tuottavat identtisten vektorien tapauksessa etäisyydeksi 0. Ortogonaalisten vektorien laskettu etäisyys riippuu komponenttien lukumäärästä. Ortogonaalisten yksikkövektorien tapauksessa yleinen etäisyys n -ulotteisessa avaruudessa on $\sqrt[n]{n}$.

Minkowskin etäisyydet λ -parametrin arvoilla 3 tai korkeampi edustavat arki-kokemuksen valossa hieman omalaatuista tilannetta: minkä tahansa kahden toisistaan poikkeavan pisteen välimatka osoittautuu hieman lyhyemmäksi kuin yleisesti lyhimpänä mahdollisena etäisyytenä pidetty matka eli suora viiva.

e) *Tanimoton samankaltaisuusmitta* tunnetaan joukko-opillisista vertailuista. Eri-tyistä tapauksissa sitä on käytetty myös painotettuna suureena (Kohonen 2001, 19). Tanimoton samankaltaisuus perusmuodossaan määritellään seuraavasti:

$$S_T(x, y) = (x, y) / (||x||^2 + ||y||^2 - (x, y))$$

f) *Mahalanobisin etäisyys* on painotettu suure ja niinpä sillä on etunaan räätälöitävyys (erityisesti tilanteissa, joissa stokastista dataa tutkiessa havaitaan, että komponentit eivät ole riippumattomia) mutta johtaa helposti laskennallisiin ongelmiin, koska menetelmä edellyttää *kovarianssimatriisin* saatavuutta. Tämän laskemiseen puolestaan tarvitaan suuri määrä näytedataa, mikä puolestaan rajoittaa Mahalanobisin etäisyyden sovellettavuutta käytännön laskentatehtäviin.

Monet mainituista suureista eivät ole painotettuja, osa taas on. Painotetun suureen käyttö tarjoaa mahdollisuuden painotuksen muuttamiseen osana sovellusta. Näin ei luonnollisesti välttämättä tarvitse tehdä. Monissa sovelluksissa painotusta ohjaavaa tietoa on olemassa ennalta. Mahdollisuus sovelluksen piirissä tapahtuvaan säätöön on kuitenkin periaatteessa hyödyllinen.

Huomautettakoon vielä, että Minkowskin ($\lambda = 2$) eli euklidinen etäisyys on ollut luonnollinen valinta monissa vektorietäisyyden mittaan nojautuvissa musiikin tutkimushankkeissa (esim. Leman 1991). Myös muita Minkowskin geometrioita on käytetty tietokoneavusteisessa musiikintutkimuksessa. Siitä esimerkkinä mainittakoon Marcus Castrénin (1994) *Recrel*, joka sisältää aritmeettisen käsitteilyn, joka oleellisilta osin pohjautuu Minkowskin ($\lambda = 1$) geometriaan, toisin sanoen *city-block*-etäisyyteen. Tuire Kuusi (2001, 47–73) taas esittää katsauksen erityisesti joukkoteoreettisessa musiikintutkimuksessa käytettyihin etäisyyden mittaamenetelmiin, joista monet hyödyntävät joitain edellä mainituista mitta-geometrioista. Eri Minkowski-geometrioiden lisäksi Kuusen mainitsemien etäisyyssmittojen pohjana on hyödynnetty ainakin suuntakosineja (ibid. 58).

Vektorietäisyyden mittojen rinnalla haluan kiinnittää lukijan huomion oppivien järjestelmien asiantuntijan Teuvo Kohosen (2001) esittämään kahteen vektoreiden luokittelu- ja järjestämismenetelmään. Mahdollisesti vieraalta tuntuvan luokittelun ja etäisyyden rinnastamisen perustelen kyseisten menetelmien avaruudellisella luonteella. Kumpikin näistä virittää sellaisen avaruuden, jossa vallitsee oma tilanteesta riippuva topologiansa. Tämän topologian voidaan tulkita vastaavan ei-euklidista metriikkaa, vaikka sen algoritmien toteutus yleensä tukeutuukin mainittuihin etäisyysmittoihin, kuten euklidiseen etäisyyteen. Avaruusmetaforansa puolesta menetelmät ovat sukua etäisyyttä mittaaville suoreille.

Tarkastellaan vektorien luokittelua, jossa etäisyyden käsite perustuu johonkin mainituista suureista. Mielivaltainen vektori $x(n)$ voidaan luokitella johonkin kategoriaan kuuluvaksi vektoriarvuudessa, jonka dimensio on n . Tällainen kategoria voidaan määritellä luokkaa luonnehtivan keskimääräisvektorin ympäristöksi. Tällaista kategorian keskivertotapausta kutsutaan joskus nimellä *codebook vector* joka suomennettakoon tässä termillä *koodivektori*. Se toimii siis kyseisen kategorian prototyyppinä. Kategoriaan m kuuluvien vektorien joukko voidaan tällöin määritellä sellaisten vektorien joukkona, johon kuuluvat vektorit ovat lähempänä koodivektoria m kuin mitään muuta tunnettua koodivektoria. Tietyn luokituksen muodostavien koodivektorien joukkoa on kirjallisuudessa kutsuttu joskus nimellä *Voronoin joukko* (Kohonen 2001, 59). Voronoin joukot jakavat vektoriarvuuden yksikäsitteisesti aliavaruuksiin. Tällainen jako voidaan esittää kuvaajalla, josta kansainvälisesti käytetään yleensä nimitystä *Voronoi tessellation*. Voronoin joukkoja määritellään tavallisimmin käyttäen etäisyyssmittana euklidista etäisyyttä.

Koodivektoreita voidaan käyttää havainnollistamaan datavektoreiden suuntien jakautumista annetussa avaruudessa. Hahmontunnistuksen tapauksessa koodivektorit merkitsevät tällöin datavuossa esiintyviä yleisiä hahmotyyppipejä. Kun tällaiset on määritelty, mielivaltainen piirvektorien joukko voidaan kuvata prototyyppi-koodivektoreille. Tällaista kuvausta nimitetään *vektorikvantisoinniksi*.

Tarkasteltaessa signaaliin koodattua tietosisältöä koodivektorien onnistunut valinta on hahmontunnistuksessa ratkaisevan tärkeää. Mikäli annetulle piirvektorien joukolle on olemassa ideaalinen luokitusperuste, sitä voidaan approksimoida koodivektorien huolellisella valinnalla. Nimellä *oppiva vektorikvantisointi* eli *Learning Vector Quantization (LVQ)* tunnetaan joukko algoritmisia menetelmiä, jotka säätävät koodivektorien suuntaa erityisessä oppimisprosessissa (Kohonen 2001, 245–261). Näille algoritmeille on tyypillistä se, että järjestelmä perustaa toimintansa luokitteluongelman *malliratkaisuille*. Oppimisprosessissa säädetään järjestelmän toiminta malliratkaisujen mukaiseksi. Nämä algoritmit edustavat *ohjattua koneoppimista* (engl. *supervised learning*). Tällaisen järjes-

telmän soveltaminen edellyttää, että haluttu datan luokitus on malliratkaisun tasolla tunnettu a priori.

Itsejärjestyvä kartta

Vaikka itsejärjestyvä kartta (*self-organizing map* eli SOM; Kohonen 2001, 105–176) ei olekaan etäisyysmitta, tuntuu rinnastus sellaiseen perustellulta kartan avaruusgeometrisen luonteen ja siihen tukeutuvien sovellusten perusteella. Sama koskee LVQ-menetelmiä. Kartan keskeistä prosessia – *itsejärjestymistä* (engl. *self-organization*) – on usein sovellettu luokitteluongelmien ratkaisussa. Näissä sovelluksissa SOM:lla on LVQ:iin nähden etuna se, että luokittelun malliratkaisuja ei tarvita etukäteen annettuina, vaan kartta määrittelee kategorioita syöttödatan avaruudellisen jakauman perusteella.

Sovelluksia tarkasteltaessa SOM näyttäytyykin lähinnä luokittelu- ja järjestämisalgoritmina. Esitän kuitenkin prosessista laajemman tulkinnan. Ideaa ei ole tarpeen käsittää pelkästään digitaaliseen maailmaan kuuluvaksi. Vastaava prosessi voitaisiin kuvitella toteutettavaksi analogielektronisella, mekaanisella, jopa optisella systeemillä, eikä se laajemman tulkinnan mukaan sinänsä ole algoritmi käsitteen tiukassa merkityksessä. Pikemminkin mielestäni kyseessä on yleinen periaate, jolla informaatio muokkaa avaruuden topologiaa tunnetun algoritmin muunneltuneen ollessa prosessin digitaalinen toteutus.

Itsejärjestymisen käsitteenä on itse asiassa SOM-kirjallisuutta vanhempi – viitteitä siihen löytyy ainakin parikymmentä vuotta SOM-julkaisuja aiemmin. Käsite on vähitellen tarkentunut, mikä seikka käy ilmeiseksi tutkittaessa tietojenkäsittelytieteen vanhempia lähteitä (von Neumann 1966, 73; Mesarovic 1962, 11).

Ehdotan seuraavassa vektorietäisyyden mittaamenetelmää, joka pohjautuu SOM-arkkitehtuuriin. Olen myös rakentanut tietokonesovelluksen ehdotukseni pohjalta ja dokumentoin käyttämäni tekniikan pääpiirteittäin. Lukija, joka ei tässä vaiheessa välitä tutustua teknisiin yksityiskohtiin, voi siirtyä seuraavaan lukuun. Perustavanlaatuisempaa SOM-arkkitehtuurin kuvausta kaipaava lukija puolestaan löytäneenä helposti neuraalilaskennan oppikirjoja, joissa asiaa tarkemmin selvitetään.

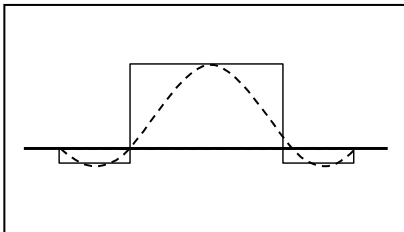
Käytetty SOM muodostuu 2-ulotteiseksi pinnaksi käsitettävästä tietorakenteesta, jonka elementit eli solmut on kytketty lähimpiin naapureihinsa (ns. lateraalinen kytkentä). Kun opetusvaiheessa SOM:lle syötetään dataa, eri alueet erikoistuvat reagoimaan tietyn tyyppiseen syötteeseen maksimaalisella vasteella. Huomattavasti toisistaan poikkeavien piirvektoreiden tapauksessa maksimit järjestyvät kauas toisistaan, kun taas toisiaan muistuttavat piirteet pyrkivät kuvautumaan lähelle toisiaan. Kullakin solmulla on tilamuuttuja, joka tallettaa vasteen arvon, ja painovektori, joka toimii säätöelementtinä syötettävään infor-

maatioon nähden – painovektorin yksittäisiä painoja säädetään menettelyllä, jonka selostan jäljempänä.

Verkon solmujen kytkettyisyysaste (tarkoitin niiden solmujen määrää, jotka on suoraan kytketty yhteen solmuun) riippuu toteutuksesta. Omaa testi-käyttöäni varten kirjoittamassani *somat*-nimisessä ohjelmassa jokainen kartan solmu muodostaa loogisen kytkennän kahdeksaan ympärillä olevaan solmuun verkon muodostaessa hilan, jossa on käytössä sekä suorakulmaiset että diagonaaliset suunnat. Solmun kytkennät määrittelevät sille *naapuruston*, joka on oleellinen seikka SOM-arkkitehtuurissa. Solmun lähinaapurustoon kuuluvat vain suoraan siihen kytkennässä olevat naapurisolmut, laajempia naapurustoja muodostetaan ottamalla mukaan keskisolmusta vastaavasti pitempien säteiden päässä sijaitsevia alueita.

Kartan keskeinen ominaisuus, itsejärjestyminen, saadaan aikaan siten, että lähellä olevien solmujen painoja muutetaan lähemmäksi toisiaan, kun taas etäisempien solmujen painovektoreita etäännytetään keskussolmun painovektoriin. Muutosta kontrolloivat järjestymisnopeutta säättävä parametri ja ennakolta asetettu lateraalifunktio, joka määrittelee muutosvaikutuksen laajuuden keskussolmusta lasketun etäisyyden funktiona. Järjestäytymisnopeus (josta joskus puhutaan oppimisnopeutena) pidetään suurena prosessin alussa, ja sitä pienennetään järjestäytymisen edetessä.

Kysymykseen voivat tulla erilaiset lateraalifunktion profiilimuodot. Kohonen (2001, 178–179) esittää optimaalisen lateraalifunktion lähinaapurustossa positiivisesti kytketyn ja etäämpänä negatiivisesti kytketyn muodon, jota on nimetty ”meksikolaishattu-funktioksi”. *Somat*-sovelluksessa on yksinkertaisuuden vuoksi käytetty alkuperäiseen arkkitehtuuriin nähden primitiivistä yksi-, kaksi- tai kolmivaiheista porrasfunktiota. Kuva 1 esittää mainittujen funktioiden muotoa.



Kuva 1. Kaksi lateraalifunktion profiilia: ”meksikolaishattu-funktio” ja sitä approksimoiva askel- eli porrasfunktio (Kohonen 2001, 178–179).

Syöttötiedot annetaan kartalle piirvektoreina

$$X = \{ x_1, x_2, \dots, x_n \}.$$

Kullakin solmulla on sisään tulevan piirteen tallennusrakenteena syöttövektori

$$A = \{ a_1, a_2, \dots, a_n \}.$$

Solmuilla on myös sisäisenä rakenteena aiemmin mainittu painovektori

$$W = \{ w_1, w_2, \dots, w_n \}.$$

Vektori W sisältää solmun *painot* tai *painokertoimet*. Vektoreilla X , A ja W on sama dimensio N . Kun piirvektorit X syötetään kartan sisäänmenoihin A , jokainen solmu saa identtisen syötteen ja käsittelee sen rinnakkaisesti².

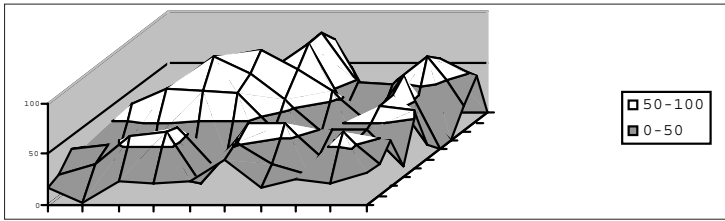
Alkujaan jokaisen painovektorin W komponentit w_1, w_2, \dots, w_n on asetettu satunnaisarvoihin. Kun syöttötiedot annetaan kartalle piirvektoreina, painoja säädetään seuraavasti. Kun solmu vastaanottaa piirvektorin, se laskee sen ja omaan painovektoriinsa talletettujen arvojen perusteella vasteen R . Vasteen voimakkuus riippuu painovektorin ja sisääntulevan piirvektorin välisestä korrelaatiosta. Mitä vahvempi korrelaatio, sitä voimakkaamman vasteen R solmu tuottaa. Olkoon R_{max} suurin mahdollinen korrelaation arvo. Sopivan mallin korrelaation laskemiselle hahmottelee vaikkapa seuraava yhtälö:

$$R = \sum_{n=1}^N \frac{R_{max}}{1 + (N | a_n - w_n |)}$$

Koska kartan kaikkien solmujen painot satunnaistettiin alussa, syötettävälle piirvektorille löytyy yksi solmu, ”voittava solmu”, joka kehittää voimakkaimman vasteen, koska sen painokertoimet sopivat saapuvaan piirvektoriin parhaiten. Painovektorin ja piirvektorin korrelaatiota muutetaan kartan solmuille aiemmin esitetyllä tavalla, lateraalifunktion ja muutosnopeusparametrin ohjaamana.

Pari yleistä prosessia koskevaa huomiota on vielä paikallaan. Kartta mukautuu syötteeseen askel kerrallaan pienin muutoksin. Tämä merkitsee sitä, että vastehuipuilla on aikaa liikkua kartalla lomittain ja järjestäytyä samalla, kun rakenteen stabiloituessa muutosnopeus pienenee edelleen. SOM rakentaa oppimisprosessissa kartalle järjestyksen, jonka rakenne ohjautuu annettujen piirvektoreiden perusteella. Sovitun etäisyysgeometrisen periaatteen mukaan samankaltaiset piirvektorit pyrkivät järjestymään lähkekäisiin solmuihin. Syötösignaalissa olevat struktuurit ja ominaisuudet kuvautuvat kartan solmujen järjestäytymiseen. Suurehko opetus syklien määrä on tarpeen, muutoin stabiloitumista ei välttämättä tapahdu, ja tuloksiin jää paljon satunnaisvaihtelua. Kuva 2 esittää esimerkin kartan järjestäytymisestä vastehuippuja kuvaavana diagrammina. Diagrammin korkein huippu esittää maksimivasteen antavaa solmua.

² Rinnakkaisuus ton on yleisen tietokonesovelluksen tapauksessa suhteellista (esimerkiksi suhteessa annettuun kellopulsssiin). Aidosti samanaikaista rinnakkaisuutta on olemassa vain tätä varten erityisesti rakennetuissa hardware-toteutuksissa.



Kuva 2. Graafinen esitys taulukon 1 (jäljempänä) vasemmassa puoliskossa kuvattua piirvektorin itsejärjestyvään karttaan muodostamista vastehuipuista.

Kun edellä kuvatussa opetusprosessissa järjestäytyneitä tietämystä halutaan käyttää, kartalle annetaan piirvektorien muodossa ärsykeitä, joihin kartta vastaa kehittämällä yksilöllisen vastekuvion, joka keskittyy etupäässä opetusprosessissa syntyneen paikallisen vastemaksimin ympärille. Toisin sanoen ärsykesignaalin hahmosisältö muokkaa kartan muodon sisältämänsä tietämyksen mukaisesti.

SOM-jälkikuvailmiö ja sen käyttö mittauksessa

Musikintutkimuksen alueella eräs esimerkki SOM-tyyppisen ohjaamattoman koneoppimisen sovellusalueesta on melodisen muodon tunnistaminen silloin, kun prosessin halutaan olevan riippumaton tyylillisistä piirteistä.

Tyyliriippumattomuus on tässä yhteydessä hieman suhteellinen käsite, mutta teknisessä mielessä se merkitsee, että hahmoluokittelun perusteita koskevaa informaatiota ei ole valmiina saatavissa, vaan luokitteluperusteet johdetaan suoraan syöttödatavuosta mukauttamisprosessin aikana. Tällainen prosessi on *ohjaamatonta koneoppimista*.

Valittakoon hahmontunnistuskoneeksi edellä esitetyllä tavalla toimiva SOM-järjestelmä. Kartalle syötettyjen piirteiden erilaisuus näkyy suoraan vastemaksimien topologisessa järjestäytymisessä kartalle. Haettaessa luontevaa hahmoetäisyyden mittaa itsejärjestyvän kartan yhteydessä luontevan tuntuinen ajatus voisi olla käyttää tähän tarkoitukseen vastemaksimien euklidista etäisyyttä. Idealla on joitakin etuja mutta myös haittoja. Etuihin kuuluu järjestäytymisen itsesäätävä luonne, joka mukautuu kulloiseenkin materiaaliin. Syötösignaali luo oman mittageometriansa itse. Haittana puolestaan on se, että kun solmujen määrä SOM-toteutuksissa ei useinkaan ole kovin suuri, on hankalaa tuottaa vastemaksimien etäisyyden erottelua kovin suurella tarkkuudella. Toinen tällaisen etäisyydmitan haittapuoli on sen tuottama laskentatehollinen kustannus. Kunnollisen topologisen järjestyksen luomiseksi tarvitaan huomattava

tavan monta opetussykliä. Tarvittava määrä on yleensä vähintään satoja mutta tyypillisemmin tuhansia syklejä.

Näiden haittojen kiertämiseksi ehdotan vastemaksimien euklidisen etäisyyden mittauksen sijasta menetelmää, joka pohjautuu kartan toiminnassa havaitsemaani ilmiöön, jota olen nimittänyt *jälkikuvaksi* (Tiits 2002, 134). Tämän termin olen ottanut käyttöön, koska ilmiö muistuttaa jossain määrin biologiassa tunnettua jälkikuvailmiötä, eli vanhan ärsykkeen häivähdyistä näköaistihavainnossa sen jälkeen, kun stimulaatioksi on vaihdettu uusi ärsyke. Vektorien x ja y vertailussa määritellään jälkikuvailmiö seuraavasti:

Olkoon $n(x)$ piirrevektorin x vastemaksimia vastaava itsejärjestyvän kartan solmu ja $n(y)$ piirrevektorin y vastemaksimia vastaava solmu. Piirrevektorin x jälkikuvavaste $R_y(x)$ piirrevektoria y vastaan on tilamuuttujan arvo solmussa $n(y)$, kun verkolle annetaan ärsykkeenä piirrevektori x .

Tarkastellaan annetun määritelmän seurauksia. Suureen $R_y(x)$ suhteellisen luotettava approksimaatio voidaan saada aikaan merkittävästi pienemmällä opetussyklar määrällä kuin ihanteellinen SOM-prosessin tuloksena saatu topologia. Niinpä ei ole tarpeen laskea ideaalista järjestystä suuntaa-antavien tulosten saamiseksi menetelmällä. Laskentakuorma kevenee oleellisesti. Toisaalta verkon koko ei rajoita aritmeettista tarkkuutta suoraan, sillä suureen $R_y(x)$ tarkkuus riippuu sallitusta vasteen maksimiarvosta, ja tätä voidaan kasvattaa melko vapaasti ilman suurta laskennallista kustannusta, toisin kuin itsejärjestyvän piirrekartan kokoa. Niinpä laskennan arvoalue saadaan jälkikuvavastetta hyödyntäen laajemmaksi kuin vastemaksimien euklidisia etäisyyksiä mittaamalla toimivassa vertailussa.

Jälkikuvavaste näyttää korreloivan hahmojen keskinäisen etäisyyden kanssa. Tätä arvoa ehdotan hahmoetäisyyksien suureeksi. Se yhdistää itsesäätyvän prosessin etuja suhteellisen pieneen laskennalliseen kustannukseen.

Ehdottamani suureen käyttöä on kritisoitu sillä perusteella, että jälkikuvavaste ei täytä metriikan vaatimuksia koska se ei ole käänteinen. Toisin sanoen sen laskema etäisyys $R_y(x)$ ei täytä ehtoa $R_y(x) = R_x(y)$. Täsmällisesti ottaen tämä onkin totta. Testiajon perusteella näyttää kuitenkin siltä, että $R_y(x)$ ja $R_x(y)$ poikkeavat toisistaan yleensä varsin vähän, enintään noin 5 % etäisyyden maksimiarvosta. Toisin sanoen reversiibeliys ei toteudu eksaktisti, mutta käytännössä prosessi näyttää olevan lähellä sitä. Esimerkkinä tästä esitän kahden eri piirrevektorin vasteet, jotka on tuottanut sama $10 * 10$ solmun suuruinen kartta, jolle on opetusvaiheessa syötetty runsaan 3 tahdin mittainen nuottisekvenssi. Käytetty lukualue on 0–100. Taulukko 1 esittää kunkin solmun tilamuuttujan arvot skaalattuna mainitulle lukualueelle. Kahden ärsykevektorin tapaukset on esitetty rinnakkain.

Feat 6, Max @ row 6 column 4										
16	3	23	22	23	45	16	26	21	31	
21	31	58	63	12	52	31	21	62	31	
37	42	37	57	20	62	62	30	46	46	
31	26	38	0	22	16	35	46	46	10	
0	63	77	75	74	38	15	0	62	57	
0	1	75	100	84	58	26	10	62	15	
3	7	59	91	99	78	58	26	73	0	
2	22	35	66	72	96	30	22	35	0	
0	12	35	50	70	97	48	47	73	26	
11	2	12	33	35	82	22	0	62	46	

Feat 16, Max @ row 10 column 5										
47	77	70	87	68	21	63	30	46	35	
46	56	29	13	63	29	51	46	11	35	
18	24	34	11	67	16	11	50	28	44	
35	35	19	74	46	47	55	44	28	58	
75	17	4	2	1	19	63	74	16	11	
75	75	61	31	11	12	30	63	16	47	
77	75	71	45	35	5	27	30	0	74	
76	90	93	70	64	30	53	46	55	74	
75	80	90	86	66	34	30	28	0	35	
64	75	80	94	100	9	46	74	11	44	

Taulukko 1. Kahden eri piirrevektorin tuottamat vasteet opetetulla itsejärjestyvällä kartalla.

Vertailemalla maksimien sijainteja ristiin havaitaan, että niiden perusteella määritellyt hahmoetäisyydet eivät ole identtisiä mutta osuvat kuitenkin lähelle toisiinsa. Taulukon vasemmanpuoleisen osion vastemaksimi osuu (ylhäältä laskien) riville 6 ja (vasemmalta) sarakkeeseen 4, jossa puolestaan oikeanpuoleisessa kaaviossa on vastearvo 31. Oikeanpuoleisen osion maksimi sijaitsee rivillä 10 sarakkeessa 5, joka puolestaan saa vasemmanpuoleisessa osiossa arvon 35. Etäisyyksien $R_x(x)$ ja $R_x(y)$ erotus on tässä tapauksessa 4 %.

Esimerkkitaulukon materiaali on tuotettu poimimalla runsaan kolmen tahdin mittainen jakso Scott Joplinin *Elite Syncopations* -ragtimen alun oikean käden osuudesta jakamalla kahdeksasosanuottia pidemmät aika-arvot kahdeksasosiksi ("aikaviipalointi" lyhimmän esiintyvän aika-arvon mittaisiin paloihin) siten, että nuottien korkeuksista muodostettu numeerinen esitys koostuu ajan suhteen vakiomittaisista viipaleista. Nuottiviivastolla tilanne näyttäisi kuvan 3 mukaiselta.



Kuva 3. Taulukon 1 esittämän esimerkin generoinut data nuotein esitettynä.

Esimerkkitaulukossa käytettiin 4-ulotteista vektoriavaruutta. Nuottikuvasta on poimittu neljän perättäisen nuotin ryhmiä, toisin sanoen muodostettu 4-komponenttisia vektoreita siten, että puolen tahdin levyinen aikaikkuna liu'utetaan datan läpi yhden kahdeksasosan askelluksella. SOM opetettiin pelkästään tällä materiaalilla. Taulukon 1 esimerkkiä laadittaessa haettiin materiaalista mahdollisimman erilaiset vastekuviot antava vektoriari. Tällaiseksi pariksi osoittautuivat ensimmäisen tahdin kuudennessa nuotista alkavat neljä kahdeksasosaa eli kuvan 4a esittämä kuvio sekä toisen tahdin viimeisestä kahdeksasosasta alkava neljän kahdeksasosan kuvio, joka nähdään kuvassa 4b. Etäisyysmittauksen mukaan nämä kaksi kuviota poikkesivat toisistaan huomattavan paljon verrattuna datassa ilmenevien hahmojen keskimääräiseen etäisyyteen.



Kuva 4a. Esimerkkivektori x .



Kuva 4b. Esimerkkivektori y .

Ehdotetusta hahmoetäisyyden mittaamenetelmästä on paikallaan esittää muutama huomautus. Ensiksikin kyseinen suure saa merkitystä vasta sitten, kun sitä sovelletaan käytännön analyttiseen ongelmaan. Näinhän edellä ei ole tehty; esille tuotu yksinkertaistava Scott Joplin -esimerkki on tarkoitettu valaisemaan ajateltua mekanismia periaatteessa, ei demonstroimaan sen analyttistä kapasiteettia.

Toinen huomautus koskee esitetyn esimerkin käyttämän datan määrää. Musikologisesti relevantit korpuukset toki sisältävät enemmän dataa. Yksinkertainen tilanne on valittu tähän havainnollisuuden vuoksi.

Kolmas huomautus on terminologinen. Termiä *jälkikuva* ei ole artikkelissani käytetty aivan konkreettisesti mielessä. Se on mielestäni kuitenkin sopiva kuvaamaan ilmiötä, joka on esitettyyn mekanismiin, ärsyvektorin ”toiseen paikkaan” heittämään vastearvoon nähden saman tyyppinen. Kannattaa silti huomata, että termi sellaisena kuin se on tässä kontekstissa esitetty, ei ole identtinen fysiologisen vastineensa kanssa vaan palvelee metaforana.

Neljänneksi, lukuun ottamatta mainintaa aika-arvojen viipaloimisesta vakioittaisiksi, artikkeli ei ole lainkaan käsitellyt datan esikäsittelyä ja representaatioon liittyviä kysymyksiä. Tietoisesti valittu lähtökohta on se, että tutkimus perustuu yksinkertaisen lukusarjan analyysiin, joka tässä tapauksessa on peräisin nuottikuvasta poimitusta sävelkorkeustiedosta. Monet muut musiikin representaatiot sopisivat epäilemättä samalla tavoin analysoitavaksi. Selonteon muista erilaisista mahdollisista representaatioista olen kuitenkin rajannut tämän artikkelin ulkopuolelle.

Jälkikuvamittauksen jälkipuintia

Artikkelissa esitty vektorietäisyyden mitta poikkeaa yleisesti kirjallisuudessa esitetystä tavalla, joka tekee sen mahdollisten etujen luotettavasta arvioinnista ei-triviaalin tehtävän. Lisäksi etäisyyden mittaaminen on vain osa hahmontunnistusjärjestelmää, ja suorituskvyn arviointiin tarvitaan toki kokonainen järjes-

telmä. Olen kuitenkin sitä mieltä, että tällaisen järjestelmän ylätaso on oman artikkelinsa aihe, ja sellaista koskevaan raporttiin pitäisi liittää myös selostus järjestelmän käytännön testauksesta. Yhteenvetona on vielä todettava, että jonkin verran tällaisia testejä onkin suoritettu, ja niiden perusteella on todettu, että järjestelmää voidaan soveltaa käytännön hahmontunnistukseen. Luultavasti yksittäisissä tapauksissa järjestelmät, kuten jo aiemmin mainittu LBDM (Cambouropoulos 2001), ovat suorituskykyisempiä tunnistustarkkuutensa vaikkei ehkä yleisyytensä puolesta (Tiits 2002, 139–153). Toisaalta tässä esitellyn tutkimuksen tarkoituksena ei ole ollut varsinaisesti kilpailla LBDM:n tai muiden samantapaisten järjestelmien kanssa vaan esittää vaihtoehtoinen tapa käsitellä samankaltaista ongelmaa.

Lähtöoletuksena oli, että SOM-menetelmään pohjautuva hahmojen tunnistamisen menetelmä osoittaa taipumusta rakentaa yksinkertaista musiikillista tietämystä. Todistusaineistoa tälle oletukselle on luettavissa laajemmassa aihetta koskevassa esityksessäni (Tiits 2002, 139–153). Ohjaamatta oppivien järjestelmien kohdalla on aivan erityisen totta, että tulokset riippuvat syötteistä, mihin sisältyvä vaara on varsinkin tekoälyn ja koneoppimisen yhteydessä usein tiivistetty lausahdukseen ”*garbage in, garbage out*”. Niinpä lisätestäus olisi paikallaan ennen kuin menetelmän toimivuudesta voidaan tehdä pitkälle meneviä päätelmiä. Tämä lisätestäus muodostaakin esittelemälleni projektille luonnollisen jatkon.

Kirjallisuus

- Cambouropoulos, Emilios 2001. The Local Boundary Detection Model (LBDM) and its Application in the study of Expressive Timing. *Proceedings of the International Computer Music Conference 2001*. La Habana – Cuba – San Francisco, CA: The International Computer Music Association. 290–293.
- Castrén, Marcus 1994. *Recrel. A Similarity Measure for Set-Classes*. Helsinki: Sibelius Academy.
- Kohonen, Teuvo 2001. *Self-Organizing Maps*. Berlin: Springer-Verlag.
- Kuusi, Tuire 2001. *Set-class and Chord: Examining Connection between Theoretical Resemblance and Perceived Closeness*. Helsinki: Sibelius Academy.
- Leman, Marc 1991. *Tone Context and the complex dynamics of tone semantics*. Reports from the seminar of musicology and institute for psychoacoustics and electronic music. Report SM-IPEM 22. Ghent: University of Ghent, Institute for Psychoacoustics and Electronic Music.
- Mesarovic, Mihajlo D. 1962. On self organizational systems. *Self-Organizing Systems 1962*. Ed. Marshall C. Yovits – George T. Jacobi – Gordon D. Goldstein. Washington: Spartan Books.
- Von Neumann, John 1966. *Theory of Self-Reproducing Automata*. Edited and completed posthumously by Arthur W. Burks. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Tiits, Kalev 2002. *On Quantitative Aspects of Musical Meaning. A model of emergent signification in time-ordered data sequence*. Helsinki: University of Helsinki.

FT Kalev Tiits (kalev.tiits@siba.fi) työskentelee Sibelius-Akatemian Musiikkiteknologian keskuksessa.

Pattern distance measuring methods in music-oriented time-series and vector representations. On geometrical nature of such methods.
A proposal for a new distance measure.

The purpose of this paper is to explain methods on time series oriented pattern recognition, applied to musical melodic line. Time series in this context will refer to a melody-derived sequence sometimes called *melodic surface* in the literature. This paper first presents some common ways to measure distances between different patterns, and then goes on to formulate a new information-sensitive way to make such measurements. The technical idea of the method is to use self-organizing map (SOM), a rather widely studied unsupervised learning machine, as an adaptive element. The proposed distance measure is contrasted to a number of pattern measures currently in use.

Virtuaalista nostalgiaa – digitaalinen vähentävä äänisynteesi

Vesa Välimäki ja Antti Huovilainen

Johdanto

Virtuaalianalogisella äänisynteeseillä tarkoitetaan laskentamenetelmiä, jotka matkivat 1960- ja 1970-luvuilla valmistettujen elektronisten syntetisaattoreiden toimintaperiaatteita ja sointia. Virtuaalianaloginen äänisynteesi toteutetaan käytännössä tietokoneohjelmalla. Tässä artikkelissa tarkastelemme digitaalisia äänisynteesimenetelmiä, joiden tuottama ääni kuulostaa analogiselta syntetisaattorilta. Luokittelemme nykyisin tunnetut oskillaattori- ja suodintekniikat ja esitämme uudet menetelmät sahalaita-aallon tuottamiseen ja Moogin alipäästösuotimen epälineaariseen mallintamiseen. Aluksi määrittelemme lyhyesti synteesimenetelmien eri luokat ja annamme muutamia esimerkkejä niihin kuuluvista menetelmistä. Pohdimme myös virtuaalianalogisen synteesin sijoittamista luokkiin.

Äänisynteesimenetelmien luokittelu

Julius Smith esitti 1990-luvun alussa synteesimenetelmien luokittelun, joka on edelleen ajankohtainen (Smith 1991). Hän jakoi synteesimenetelmät neljään luokkaan: abstraktit algoritmit, äänitteiden muokkaaminen, spektrimallit ja sointimallit (ks. taulukko 1). Lisätietoa äänisynteesimenetelmistä ja niiden vertailu on tarjolla Teknillisessä korkeakoulussa tuotetussa raportissa (Tolonen – Välimäki – Karjalainen 1998).

Abstraktit algoritmit ovat tyypillisesti kekseliäitä laskentamenetelmiä, joilla voidaan tuottaa tehokkaasti rikkaita sointivärejä mutta jotka eivät perustu mihinkään luonnossa tavattuun äänentuottoperiaatteeeseen tai ihmisen kuulon

Tätä tutkimusta ovat rahoittaneet VLSI Solution Oy ja Suomen Akatemia (projekti nro 104934, *Control, Analysis, and Parametric Synthesis of Audio Signals*). Erityiskiitokset ansaitsevat VLSI Solution Oy:n Teppo Karema ja Tomi Valkonen, joiden kanssa kirjoittajat ovat suunnitelleet virtuaalianalogisia synteesialgoritmeja. Minimooigin valokuvan (ks. kuva 1) antoi käyttöömmme Laurent de Soras ja sitä käsitteli Jussi Hynninen.

Virtuaalista nostalgiaa – digitaalinen vähentävä äänisynteesi

Vesa Välimäki ja Antti Huovilainen

Johdanto

Virtuaalianalogisella äänisynteessillä tarkoitetaan laskentamenetelmiä, jotka matkivat 1960- ja 1970-luvuilla valmistettujen elektronisten syntetisaattoreiden toimintaperiaatteita ja sointia. Virtuaalianaloginen äänisynteesi toteutetaan käytännössä tietokoneohjelmalla. Tässä artikkelissa tarkastelemme digitaalisia äänisynteesimenetelmiä, joiden tuottama ääni kuulostaa analogiselta syntetisaattorilta. Luokittelemme nykyisin tunnetut oskillaattori- ja suodintekniikat ja esitämme uudet menetelmät sahalaita-aallon tuottamiseen ja Moogin alipäästösuotimen epälineaariseen mallintamiseen. Aluksi määrittelemme lyhyesti synteesimenetelmien eri luokat ja annamme muutamia esimerkkejä niihin kuuluvista menetelmistä. Pohdimme myös virtuaalianalogisen synteesin sijoittumista luokkiin.

Äänisynteesimenetelmien luokittelu

Julius Smith esitti 1990-luvun alussa synteesimenetelmien luokittelun, joka on edelleen ajankohtainen (Smith 1991). Hän jakoi synteesimenetelmät neljään luokkaan: abstraktit algoritmit, äänitteiden muokkaaminen, spektrimallit ja sointimallit (ks. taulukko 1). Lisätietoa äänisynteesimenetelmistä ja niiden vertailu on tarjolla Teknillisessä korkeakoulussa tuotetussa raportissa (Tolonen – Välimäki – Karjalainen 1998).

Abstraktit algoritmit ovat tyypillisesti kekseliäitä laskentamenetelmiä, joilla voidaan tuottaa tehokkaasti rikkaita sointivärejä mutta jotka eivät perustu mihinkään luonnossa tavattuun äänen tuottoperiaatteeeseen tai ihmisen kuulon

Tätä tutkimusta ovat rahoittaneet VLSI Solution Oy ja Suomen Akatemia (projekti nro 104934, *Control, Analysis, and Parametric Synthesis of Audio Signals*). Erityiskiitokset ansaitsevat VLSI Solution Oy:n Teppo Karema ja Tomi Valkonen, joiden kanssa kirjoittajat ovat suunnitelleet virtuaalianalogisia synteesialgoritmeja. Minimoogin valokuvan (ks. kuva 1) antoi käyttöömmme Laurent de Soras ja sitä käsitteli Jussi Hynninen.

ominaisuuksiin. Tyypiesimerkkejä ovat FM-synteesi (Chowning 1973) ja Karplus–Strong-algoritmi (Karplus & Strong 1993). Amerikkalaisen tietokoneusiikkisäveltäjän John Chowningin keksimä FM-synteesi on erittäin suosittu varhainen synteesimenetelmä. Sen yksinkertaisimmassa muodossa siniaallolla moduloidaan toisen siniaallon taajuutta. Kun molemmat siniaallot ovat äänitaajuusalueella, saadaan spektriltään rikas ääni, jossa on runsaasti harmonisia osasäveliä. Karplus–Strong-algoritmi puolestaan on abstrakti menetelmä, jossa lyhyttä kohinapursketta toistetaan aaltotaulukkosynteesin tapaan, mutta sitä muokataan jokaisen toistokerran jälkeen. Muokkaus tehdään laskemalla peräkkäisten näytearvojen keskiarvo, jolla korvataan toinen näytteistä. Tuloksena on hämmästyttävästi kitaran kielen näppäilyltä kuulostava ääni, vaikka menetelmä on ilmeisesti keksitty sattumalta äkillisen neronleimauksen tuloksena. Abstraktien algoritmien luokkaan Smith katsoo kuuluvan myös analogisista syntetisaattoreista tutun vähentävän synteesin periaatteen, joka sinänsä on vain nokkela äänentuottotapa, joka oli mahdollista toteuttaa 1960-luvun elektroniikalla.

Abstraktit algoritmit	Äänitteiden muokkaus	Spektrin mallinnus	Soitinmallinnus
<ul style="list-style-type: none"> – FM-synteesi – Karplus–Strong-algoritmi – Analoginen vähentävä synteesi 	<ul style="list-style-type: none"> – Aaltotaulukko-synteesi – Sämpläys 	<ul style="list-style-type: none"> – Additiivinen synteesi – Sinimallinnus – Lähde-suodinmalli 	<ul style="list-style-type: none"> – Aaltojohtomallinnus – Moodisynteesi – Virtuaalianaloginen synteesi

Taulukko 1. Äänisynteesimenetelmien luokitus Smithin (1991) mukaan ja muutamia esimerkkejä kuhunkin luokkaan kuuluvista menetelmistä.

Äänitteiden muokkaus on ollut jo parin vuosikymmenen ajan suosittu äänisynteesimenetelmä. Aaltotaulukkosynteesi ja sämpläys ovat tuttuja esimerkkejä, jotka perustuvat tietokoneen muistin hyväksikäyttöön. Aaltotaulukkosynteesissä tuotetaan harmonista ääntä toistamalla äänitteen yksittäisestä jaksosta tallennettua aaltomuotoa. Sämpläyksessä talletetaan digitaalisesti pitkiäkin äänitteitä ja lyhyehköjä äänitapahtumia (esimerkiksi koiran haukahdus), joita voidaan tallettaa sellaisenaan ja toistaa eri nopeudella. Sämplereihin käyttäjä voi yleensä itse äänittää uusia sampleja. Useimmat digitaalipianot ovat sample-heitä, vaikka käyttäjä ei voi tallettaa niihin omia äänitteitään.

Spektrimallit ovat synteesimenetelmiä, jotka jäljittelevät äänen tajuusominaisuuksia (Serra & Smith 1990). Taustalla on ymmärrys siitä, että ihmiskorva analysoi kuulemiaan ääniä oleellisesti taajuusanalysointitapaan. Perusesimerkkejä ovat additiivinen synteesi ja sen modernit versiot sinimallinnus ja sini-kohinamallinnus. Additiivisessa synteesissä haluttu ääni tuotetaan yhdistämällä siniääniä, joista kukin yleensä jäljittelee halutun äänen yhtä ylä-äänestä. Sinimallinnus on kehittyneempi versio, jossa ääntä analysoidaan FFT-menetelmällä ja siitä poimitaan suuri määrä sinikomponentteja, jotka synteesivaiheessa tuotetaan keinotekoisesti. Vähentävä synteesi voidaan tulkita myös

spektrimallinnusmenetelmäksi. Tällöin tarkoitetaan signaalianalyysiin perustuva ns. lähde-suodinmallia, jossa herätesignaali ja sitä muokkaava suodin yhdessä jäljittelevät tiettyä spektriä. Perinteisesti analogisissa syntetisaattoreissa ei ollut mahdollisuutta näin hienostuneeseen äänen mallintamiseen.

Taulukon 1 neljäs luokka, soitinmallinnus, merkitsee soittimen äänentuottoperiaatteen matkimista tietokoneohjelman avulla. Tästä käytetään myös nimitystä soittimien fysikaalinen mallinnus (engl. *physical modeling of musical instruments*). Varhaisimmat mallinnuskokeilut tehtiin 1970-luvun alussa, ja tutkimus vilkastui 1990-luvulla. Ensimmäinen soitinmallinnukseen perustuva kaupallinen syntetisaattori, Yamaha VL-1, julkistettiin vuonna 1994 (Marans 1994). Sittemmin tämä menetelmä on yleistynyt, ja se on tarjolla muun muassa PC-tietokoneiden äänikorteissa. Tunnetuin soitinmallinnusmenetelmä on aaltojohtomallinnus (engl. *waveguide modeling*), joka soveltuu erinomaisesti puhallin- ja kielsoitimien laadukkaaseen synteisiin (Smith 1992; Karjalainen – Välimäki – Tolonen 1998; Laurson ym. 2001). Moodisynteesi (Adrien 1991) on toinen mallinnustekniikka, jossa soittimen tai sen osan värähtelymoodit mallinnetaan yksitellen. Soitinmallinnusmenetelmien luokittelu ja useiden menetelmien esittely on julkaistu muualla (Välimäki 2004).

Analogisia syntetisaattoreita mallintavat synteessimenetelmät voidaan katsoa kuuluvaksi soitinmallinnuksen piiriin, vaikka yleensä tämä luokka sisältää lähinnä akustisten soittimien mallinnusmenetelmiä. Fyysisen maailman lainalaisuuksien sijaan virtuaalianalogiasynteessissä mallinnetaan syntetisaattorin elektronisten piirien toimintaa. Tässä artikkelissa esiteltävät tulokset voidaan siten tulkita analogisten äänisyntetisaattorien mallinnukseksi, vaikka menetelmät on alun perin kehitetty abstrakteina algoritmeina.

Analoginen äänisynteesi

Äänisynteessin historia alkaa tulkinnasta riippuen joko 1800-luvun loppupuolelta, jolloin rakennettiin erilaisia sähkömekaanisia soittimia, tai jostain vuodesta 1900-luvulla (Chadabe 1997). Yksi äänisynteessin merkittävimpiä keksintöjä on Robert Moogin kehittämä modulaarinen elektroninen soitin, jonka hän tuoteisti 1960-luvun puolivälissä (Moog 1965a). Aluksi Moog-syntetisaattorit koostuivat erillisistä laitteista, jotka voitiin kytkeä yhteen johdoilla erilaisiksi kokonaisuuksiksi. Eri osia olivat muun muassa oskillaattorit, suodattimet, verhoikärageneraattorit ja koskettimistot. Kaikki osat sisällytettiin samaan laitteeseen 1970-luvun alussa, ja siitä lähtien syntetisaattorit ovat yleensä olleet pienen sähköurun näköisiä elektronisia kosketinsoittimia. Sekvensserien ja MIDI-formaatin kehityttyä 1990-luvulla syntetisaattoreita alettiin jälleen valmistaa ilman koskettimistoa, koska ohjaava laite saattoi olla tietokoneen sekvensseriohjelma tai toisen syntetisaattorin koskettimisto.

Analogisen äänisynteessin periaatetta voidaan kutsua lähde-suodinjärjes-

telmäksi. Äänen tuotto perustuu yhden tai useamman oskillaattorin tuottamaan lähdesignaaliin, jota suodatetaan elektronisesti. Tätä periaatetta sanotaan vähentäväksi synteeksiksi, vaikkei vähennyslasku liity asiaan millään tavalla. Kenties nimitys perustuu siihen, että aiemmin tunnettiin additiivinen eli lisäävä synteesi, jolle sopi pariksi vähentävä synteesi. Joskus vähentävä synteesi pyritään tulkitsemaan siten, että suodattimen avulla poistetaan (”vähennetään”) joitain taajuuksia lähdesignaalista. Osa spektristä voi vaimentua suodatuksen seurauksena, mutta yleensä suodatitiin myös vahvistaa joitain taajuuksia. Siksi termin ’vähentävä’ käyttö on harhaanjohtavaa tässä yhteydessä, mutta nimen korjaaminen on nykyisin mahdotonta, koska se on yleistynyt.

Ensimmäinen kaupallisesti merkittävä analoginen syntetisaattori oli kuvassa 1 nähtävä Minimoog (Chadabe 1997). Siinä oli yhdistetty kolme oskillaattoria, alipäästösuodin ja kaksi verhoikäyrägeneraattoria koskettimiston kanssa yhdeksi näppärän kokoiseksi laitteeksi. Oskillaattoreiden tuottamaa sointiväriä voitiin säätää valitsemalla aaltomuoto muutamasta vaihtoehdosta. Tarjolla oli periodisten aaltomuotojen ohella erillisenä lähteenä valkoista ja vaaleanpunaista kohinaa. ADS-tyyppisellä (engl. *Attack-Decay-Sustain*) verhoikäyrägeneraattorilla (engl. *Envelope Generator, EG*) voitiin säätää vahvistuksen ja suodattimen rajataajuuden ajallinen vaihtelu yksittäisen äänen aikana. Minimoogia valmistettiin vuosien 1970 ja 1980 välillä noin 12 000 kappaletta, mitä pidettiin silloin suurena menestyksenä (Chadabe 1997, 153–155). Muita yrityksiä, jotka valmistivat 1970-luvulla analogisia musiikkisyntetisaattoreita, olivat ARP, Sequential Circuits, Oberheim, Roland, Korg ja Yamaha (Vail 1993).



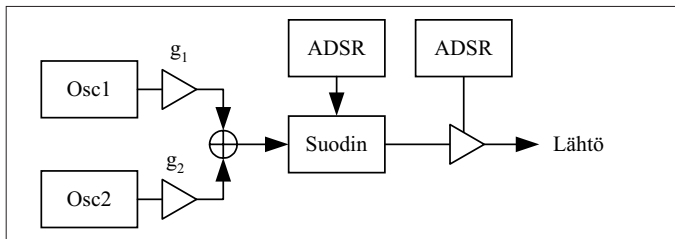
Kuva 1. Minimoog oli 1970-luvulla suosituin analoginen syntetisaattori.

Vuonna 1979 tuli markkinoille Prophet 5 -syntetisaattori, joka oli amerikkalaisen Sequential Circuitsin ensimmäinen moniääninen (polyfoninen) soitin (Chadabe 1997). Se poikkesi aikakautensa syntetisaattoreista, koska siinä oli mikroprosessori, jonka kautta elektroniikkaa ohjattiin, ja tämä mahdollisti para-

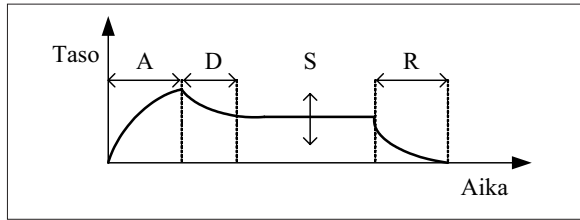
metrien tarkan säädön ja asetusten tallentamisen muistiin (Vail 1993). Prophet 5 oli silti analoginen syntetisaattori, koska sen äänentuotto ja suodatus perustui elektroniikkaan. Prophet 5 oli muutaman vuoden ajan maailman suosituimpia syntetisaattoreita. Sitä valmistettiin yli 7 000 kappaletta (Vail 1993).

Nykyään Prophet 5:n lohkoaviota voidaan pitää klassikkona, sillä juuri sellaisena monet asiantuntijat nykyisin ajattelevat vähentävän synteessin periaatteen. Prophet 5 -syntetisaattorissa on kaksi oskillaattoria, alipäästösuodin, kaksi verhoikäyrgeneraattoria ja matalataajuusoskillaattori. Kuva 2 näyttää tämän yleisperiaatteen. Oskillaattoreissa on valittavana sahalaita-, kolmio- ja suorakulmainen aaltomuoto. Suorakulmaisen aallon pulssinleveyttä voidaan säätää, joten erikoistapauksena on mukana neliöaalto. Lisäksi ääneen voidaan yhdistää kohinaa. Oskillaattorien keskinäinen osuus äänessä voidaan säätää vahvistusten g_1 ja g_2 avulla. Kun oskillaattorit viritetään hieman eri vireeseen, ääneen saadaan huojuntaa, joka kuulostaa luonnolliselta. Näin saatua spektriltään rikasta ääntä muokataan alipäästösuotimella. Suodatinten periaatteista kerrotaan lisää myöhemmin tässä artikkelissa.

Verhoikäyrällä tarkoitetaan äänen voimakkuuden käyttäytymistä ajan myötä. Yleisin verhoikäyrfunktio on ADSR-käyrä (A = *Attack time* eli alkuaika, D = *Decay time* eli vaimenemisaika, S = *Sustain level* eli pitotaso, R = *Release time* eli päästöaika), jolla voidaan säätää äänen syttymisnopeus, vaimenemisaika ja taso, jolle ääni jää soimaan jatkuvuustilassa, sekä loppuvaimenemisaika. Kuva 3 esittää neliparametrisen verhoikäyrgeneraattorin toimintatavan. Samanlaista verhoikäyrgeneraattoria käytetään vähentävässä synteessissä sekä äänen kokonaisamplitudin että suodatinten ominaisuuksien säätämiseen, kuten nähdään kuvasta 2.



Kuva 2. Vähentävän synteessin periaate, joka toteutettiin lähes sellaisenaan Prophet 5 -syntetisaattorissa 1970-luvun lopussa. ADSR-lohkot sisältävät kuvan 3 mukaisesti toimivan verhoikäyrgeneraattorin.



Kuva 3. ADSR-verhokäyrägeneraattori (engl. Attack-Decay-Sustain-Release) säätää äänen aluke-, alkuvaimenemis- ja päästöajan pituuden sekä pitotason.

Verhokäyrägeneraattorien ohella analogisissa syntetisaattoreissa on yksi tai useampi matalataajuusoskillaattori (engl. *Low Frequency Oscillator, LFO*), jota käytetään moduloimaan oskillaattoreita ja suotimia. Tämä on yksi tekniikka, jolla pyritään välttämään staattinen ja tylsä äänensävy. Matalataajuusoskillaattorilla eli LFO:lla tarkoitetaan oskillaattoria, jonka taajuus on kuuloalueen alapuolella. Sen taajuus ei yleensä riipu soivasta nuotista. LFO tuottaa ainakin kolmio- ja neliöaaltoa, monesti myös siniaaltoa sekä nousevaa ja laskevaa sahalaita-aaltoa. LFO:lla saadaan äänenkorkeuden hitaasta noususta ja laskusta vibraton kautta aina nopeita äänitehostemaisia surinoita, kun sillä ohjataan oskillaattorin taajuutta tai suodattimen rajataajuutta. Esimerkiksi Prophet 5 -syntetisaattorissa LFO voidaan reitittää oskillaattorien taajuuksiin, pulssinleveyksiin ja suotimen rajataajuuteen.

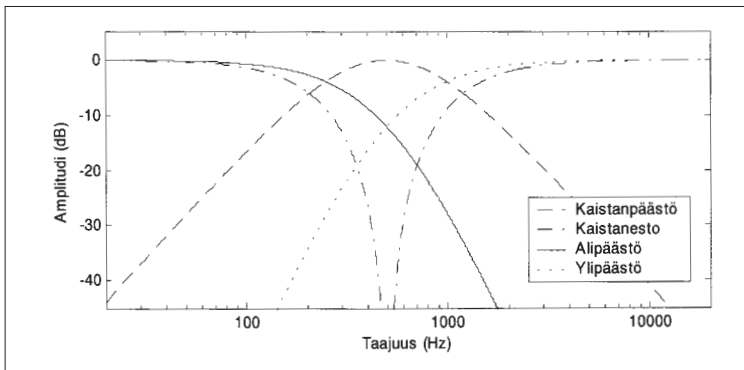
Syntetisaattorista riippuen modulaatiolla on yleensä joitakin kiinteästi määrittäjä kohteita, kuten vahvistin ja suotimen rajataajuus verhokäyrägeneraattoreilla, sekä joukko valittavia kohteita, kuten esimerkiksi oskillaattorin taajuus ja pulssinleveys tai suotimen rajataajuus. Edistyneissä syntetisaattoreissa on ns. modulaatiomatriisi, jonka avulla mikä tahansa modulaatiolähde voi moduloida mitä tahansa kohdetta. Lisäksi ulkoisia herätteitä voidaan reitittää joihinkin kohteisiin. Tyypillisesti ainakin sävelkorkeudella voidaan ohjata suotimen rajataajuutta. Joissain syntetisaattoreissa oskillaattorit voivat moduloida toisiaan ja suodinta.

Vähentävän synteessin suodattimet

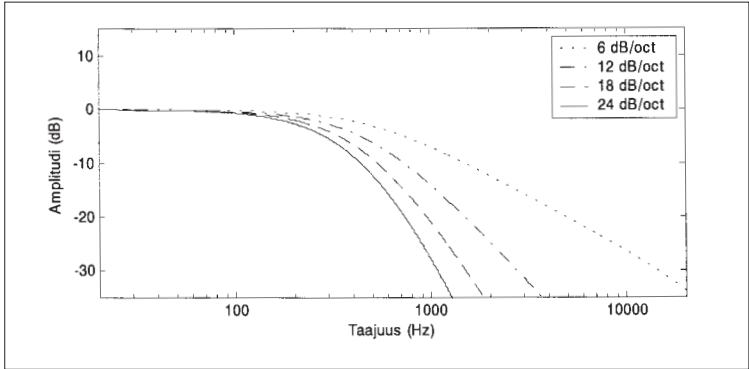
Suotimet luokitellaan taajuusvasteen tyypin perusteella. Yleisiä tyypejä ovat muun muassa alipäästö-, ylipäästö-, kaistanpäästö- ja kaistanestosuodin (ks. kuva 4). Lisäksi saatetaan käyttää monimutkaisempia suotimia, kuten ääntövähentäviä matkivia vokaalisuotimia ja erilaisia suodinpankkeja. Suodintyypeistä alipäästö on ehdottomasti yleisin. Se saattaa olla syntetisaattorin ainoa suodin. Joissakin syntetisaattoreissa on mahdollisuus käyttää kahta suodinta yhtä aikaa, jolloin toinen niistä on yleensä alipäästösuoitin. Syy alipäästösuoitimen yleisyyteen on vähentävän synteessin perusteissa: oskillaattorit tuottavat aaltomuotoja, joiden spektri ulottuu äärettömyyteen, ja ne kuulostavat yksinään erittäin säri-

sevilta ja epämiellyttäviltä. Alipäästösuoitin tai kaistanpäästösuoitin poistaa spektristä ylimmät harmoniset komponentit, jotka kuulostavat epämiellyttäviltä. Näin suodatus matkii akustisissa soittimissa esiintyvää spektrin vaimenemista. Poikkeuksen tähän muodostavat rumpuäännet, joissa pitää tarkoituksellisesti tuottaa spektri, joka ei vaimene tietyin taajuuden jälkeen. Tällaisissa äänissä käytetään usein ylipäästö- tai kaistanpäästösuotimia.

Vasteen tyyppin lisäksi suotimet eroavat taajuusvasteen jyrkkyydessä. Yleensä taajuusvaste laskee 12 tai 24 desibeliä oktaavia kohden. Myös 6 dB ja 18 dB suotimia voidaan käyttää. Kuuden desibelin suodin on erityisen hyödyllinen käytettynä jonkun muun suotimen kanssa. Toisinaan puhutaan myös suotimen asteluvusta tai napojen määrästä. Ensimmäisen asteen suotimen, jota kutsutaan myös yksinapaiseksi suotimeksi, vaste laskee tai nousee 6 dB oktaavilla. Vastaavasti toisen asteen suodin aiheuttaa 12 dB oktaavin nousun tai laskun. Koska kaistanpäästö- ja kaistanestosuotimissa vaste sekä nousee että laskee, niiden asteluku pitää olla vastaavasti kaksinkertainen taajuusvasteen jyrkkyyteen nähden. Monimutkaisemmissa suotimissa vasteen jyrkkyyden ja asteluvun välillä ei välttämättä ole enää helppoa suhdetta ja niiden asteluku ei määritä yksinkertaisella tavalla suotimen vasteen muotoa tai jyrkkyyttä. Kuva 5 havainnollistaa eriasteisten alipäästösuotimien taajuusvasteen jyrkkyyden.

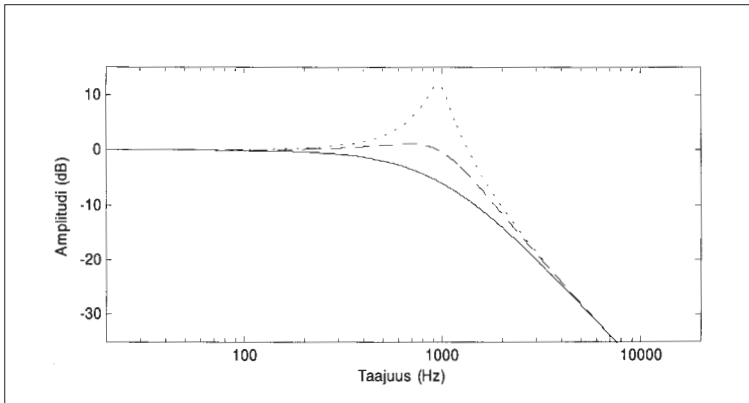


Kuva 4. Kaistanpäästö-, kaistanesto-, alipäästö- ja ylipäästösuodattimen taajuusvasteen itseisarvo. Taajuusasteikko on logaritminen.



Kuva 5. Alipäästösuodattimen taajuusvaste eri jyrkkyyksillä logaritmisella taajuusasteikolla.

Yksi synteesissä käytettävien suotimien erikoispiirre on resonanssi. Sillä tarkoitetaan suotimen taajuusvasteessa rajataajuuden kohdalla olevaa piikkiä, jonka korkeutta voidaan säätää. Vaikka resonanssi periaatteessa vastaakin akustisten soittimien taajuusvasteessa esiintyviä piikkejä, se kuulostaa käytännössä erilaiselta, koska suotimen rajataajuutta muutettaessa resonanssin taajuus muuttuu vastaavasti. Resonanssin käytöllä voidaan saada analogiselle syntetisaattorille tyypillisiä ja musiikillisesti mielenkiintoisia ääniä aikaiseksi. Monet klassisista syntetisaattorisoundeista perustuvat juuri resonanssin käyttöön. Kuva 6 näyttää, miten suotimen taajuusvaste muuttuu, kun resonanssia kasvatetaan.



Kuva 6. Alipäästösuodattimen taajuusvaste resonanssiparametrin eri arvoilla.

Virtuaalianalogisessa synteesissä on pohjimmiltaan kyse siitä, että vähentävä synteesi toteutetaan digitaalitekniikalla. Silloin koko synteesiprosessi on signaalinkäsittelyä eli numeerista laskentaa, ja se voidaan toteuttaa tietokoneohjelmalla. Digitaalinen oskillaattori tuottaa lukujonon, joka vastaa analogisen oskillaattorin tuottamaa säännöllisesti värähtelevää vaihtojännitettä. Digitaalinen suodin muokkaa lukujonoa siten, että tietyt taajuudet vaimenevat ja toiset taas korostuvat, aivan kuten analogisen syntetisaattorin suodin vaimentaa ja vahvistaa vaihtojännitesignaalin eri taajuuksia.

Virtuaalianalogisesta synteesistä tuli tunnettu kaupallinen termi vuonna 1995, kun ruotsalainen Clavia julkisti Nord Lead 1 -syntetisaattorin. Sitä mainostettiin erityisesti analogisella soinnillaan ja sillä, että nämplystekniikkaa ei käytetty lainkaan vaan kaikki soundit tuotettiin simuloimalla analogisen synteesin periaatteita (Clavia 2002). Aiemmin esimerkiksi Roland D-50 -syntetisaattori toimi likimain samalla periaatteella ja soitti myös nämplytyjä ääniä. Roland D-50 esiteltiin vuonna 1987 ja se oli yksi 1980-luvun lopun suosituimpia digitaalisia syntetisaattoreita. Vielä varhaisempi esimerkki analogiselta kuulostavan synteesin digitaalitoteutuksesta on Synergy 1980-luvun alusta (Kaplan 1981). Nykyisin suuri osa virtuaalianalogisista syntetisaattoreista on ohjelmistopohjaisia. Esimerkiksi saksalainen Native Instruments valmistaa useita synteesiohjelmiä. Yksi niistä, NI Pro-53, jäljittelee Prophet 5 -syntetisaattoria (Native Instruments 2004).

Se, että virtuaalianaloginen äänisynteesi on vaativampaa kuin yleensä ymmärretään, johtuu yksinkertaisesti siitä, että analogisia piirejä ei ole aivan helppoa matkia digitaalisesti. Analogisissa järjestelmissä korkeat taajuudet vaimenevat luonnollisesti eikä niiden käsittely vaadi erityisiä toimenpiteitä. Digitaalijärjestelmässä äänisignaalin taas pitää olla kaistarajoitettu eli tietyn rajataajuuden yläpuolella ei saa esiintyä äänienergiaa lainkaan. Kuitenkin vaaditaan, että digitaalitoteutus käyttäytyy varsin laajalla ja kuultavalla taajuusalueella oleellisesti samoin kuin analoginen syntetisaattori.

Toinen hankaluus liittyy siihen, että analogiset piirit eivät oikeasti käyttäydy yksinkertaisen teorian mukaisesti. Suurilla amplitudeilla niissä syntyy säröä, mikä johtuu tiettyjen elektronisten komponenttien käyttäytymisestä. Yleisten suunnitteluperiaatteiden mukaisesti toteutetussa digitaalijärjestelmässä vastavaa säröä ei synny, ja yleensä tätä pidetään digitaalisuuteen liittyvänä etuna. Analogista järjestelmää matkittaessa särökäyttäytyminen pitää kuitenkin toteuttaa digitaaliversioon erikseen, koska sen puuttuminen havaitaan äänessä. Seuraavassa esittelemme oskillaattorien ja suotimien digitaalisia vastineita.

Digitaaliset oskillaattorit

Analogisissa syntetisaattoreissa oskillaattori tuottaa useita vaihtoehtoisia aaltomuotoja. Monet niistä ovat ns. geometrisiä eli kulmikkaita signaaleita, kuten

kolmioaalto, neliöaalto ja saha-aalto. Lisäksi vaihtoehtoina on yleensä valkoinen kohina, joka kuulostaa sihinältä, sekä siniääni, joka kuulostaa lähinnä vihellyksestä. Kohinaa voidaan tuottaa digitaalisesti satunnaislukugeneraattorilla. Se on tietokoneohjelma, joka tuottaa pitkän jonon näennäisesti sattumanvaraisia lukuja, mutta lukujono alkaa jossain vaiheessa taas alusta (Dattorro 2002). Toistumiseen voi kuitenkin mennä esimerkiksi useita minutteja eikä ihmiskuulo silloin havaitse toistoa. Siniäänen tuottamiseen tunnetaan useita eri menetelmiä (Dattorro 2002; Turner 2004), mutta niihin ei tässä artikkelissa puututa.

Geometristen aaltomuotojen kulkimikkuus aiheuttaa ongelman digitaalitoteutuksessa. Kulkimikas aaltomuoto sisältää teräviä kohtia, jotka sisältävät korkeita taajuuksia teoriassa äärettömän korkealle. Aaltomuodon taajuussisältö ei siis rajoitu tietyn taajuuden alapuolelle eli se ei ole kaistarajoitettu. Jos analogisesta aaltomuodosta poimitaan suoraan näytteitä, aiheutuu laskostumista. Sillä tarkoitetaan digitaaliseen näytteenottoon liittyvää virheilannetta, jossa Nyquistin rajataajuuden (puolet näytteenottotaajuudesta) yläpuolella oleva äänienergia peilautuu pienemmille taajuuksille. Laskostuminen kuullaan epämiellyttävänä särönä, joka saattaa estää signaalin käytön musiikissa.

Käytännössä on ollut pakko keksiä digitaalisia menetelmiä, joilla voidaan tuottaa analogisilta perusaaltomuodoilta kuulostavia signaaleita, joissa laskostuminen on hiljaisempaa. Tällaiset digitaaliset oskillaattorit voidaan jakaa kolmeen luokkaan:

1. Laskostumattomat menetelmät, joilla tuotetaan harmonisia komponentteja vain Nyquistin rajataajuuden alapuolella.
2. Melkein laskostumattomat menetelmät, joissa laskostuminen on erittäin vähäistä ja sen määrä voidaan säätää halutulle tasolle. Laskentatehon säästämiseksi on edullista sallia jonkin verran laskostumista.
3. Laskostumista vaimentavat menetelmät, joissa hyväksytään että laskostumista esiintyy, mutta se pyritään pitämään kohtuullisena.

Ensimmäinen luokka koostuu aaltomuotojen additiivisesta synteesistä. Perusmenetelmässä tuotetaan erikseen tarvittava joukko eritaajuisia siniääniä, jotka yhdistetään keskenään oikeissa amplitudi- ja vaiheasuhteissa (Chaudhary 1998). Menetelmä takaa täydellisen laadun, mutta se on laskennallisesti kovin raskas varsinkin pienillä perustaajuuksilla, missä harmonisia komponentteja tarvitaan valtavasti. Esimerkiksi kitaran alinta ääntä vastaavan 87 Hz saha-aallon tuottaminen 44 100 Hz näytetaajuudella vaatii noin 250 siniäänen tuottamisen yhtä aikaa. Joissain laskentaympäristöissä tällainen laskentataakka on liian suuri eikä reaaliaikainen synteesi onnistu edes yhdelle äänelle. Godfrey Winham ja Ken Steiglitz (1970) keksivät paremman menetelmän, joka perustuu sinifunktioiden aritmeettisen summan kaavaan. Yhdellä kaavalla saadaan silloin laskettua haluttu määrä siniääniä samanaikaisesti (Winham & Steiglitz 1970; Moorer 1976). Tässä menetelmässä jokaisen näytteen laskemiseen liittyy harmillisesti jakolasku, josta aiheutuu numeerinen ongelma (ajoittain erittäin suuri näytearvo) silloin, kun nimittäjän arvo on erittäin pieni (Steiglitz 1996). Jakolasku ja

numeerisen ongelman välttäminen ehtolauseella vaikeuttavat tämän menetelmän käyttöä. Toinen haittapuoli on se, että summakaavalla tuotetussa signaalissa kaikkien harmonisten amplitudi on aina sama. Geometrisissä aaltomuodoissa ylä-äänesten amplitudi laskee tietyn lain mukaisesti, esimerkiksi saha-aallossa jokaisen harmonisen amplitudi on kääntäen verrannollinen sen järjestyslukuun, ja summakaavalla tuotettua signaalia on siksi suodatettava jälkikäteen oikeantyyppisen spektrin luomiseksi.

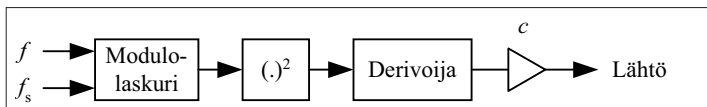
Lähes laskostumattomissa menetelmissä geometrinen aaltomuotojen epäjakkuuskohtaa pehmennetään siten, ettei spektrissä ole juurikaan ylimäärisiä laskostuneita komponentteja. Tim Stilsonin ja Julius O. Smithin (1996a) ehdottamassa BLIT-menetelmässä (engl. *Bandlimited Impulse Train*) kaistarajoitettu pulssi talletetaan taulukkoon, mistä sen arvoja luetaan synteesin aikana. Menetelmä on laadultaan erinomainen, mutta se vaatii muistia eikä ole laskennallisesti erityisen tehokas, koska jokaisessa jaksossa tarvitaan jakolasku. Jakolaskun tarve aiheutuu siitä, että menetelmässä pitää laskea jaksonpituus, joka on kääntäen verrannollinen perustaajuuteen. Muunnelma tästä menetelmästä on nimeltään minBLEP (engl. *Minimum-phase Bandlimited Pulse*) (Brandt 2001), ja siinäkin laskostuminen saadaan pidettyä hyvin kurissa ja kerran jaksossa tarvitaan jakolasku.

Kolmanteen luokkaan sisältyy kaksi menetelmää: siniaallon säröytys ja suodatus (Lane ym. 1997) sekä paraabeliaallon derivointi (engl. *Differentiated Parabolic Waveform*, DPW) (Välimäki 2005). Kutsumme niitä Lanen algoritmiksi ja DPW-menetelmäksi. Molemmat tekniikat aiheuttavat enemmän laskostumista kuin BLIT- tai minBLEP-menetelmät, mutta niiden laskenta on tehokasta eikä vaadi juurikaan muistia. Lanen algoritmissa tarvitaan ensimmäisen asteen suodin, jonka parametrit riippuvat perustaajuudesta, ja Butterworth-tyyppinen alipäästösuoitin. Koska DPW-menetelmä on keksimämme uutuus, esittelemme sen tarkemmin seuraavassa.

Uusi menetelmä sahalaita-aallon tuottamiseen

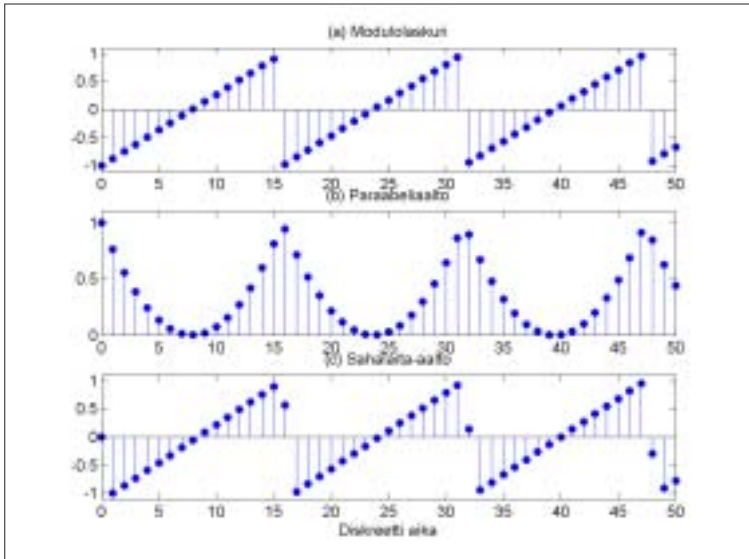
DPW-menetelmän yksinkertaisimmassa versiossa saha-aalto tuotetaan kolmessa vaiheessa, jotka esitetään kuvassa 7 (Välimäki 2005):

1. Tuotetaan tavallista digitaalista saha-aaltoa modulolaskurilla;
2. Korotetaan jokainen näytearvo toiseen;
3. Derivoidaan saatu aaltomuoto.

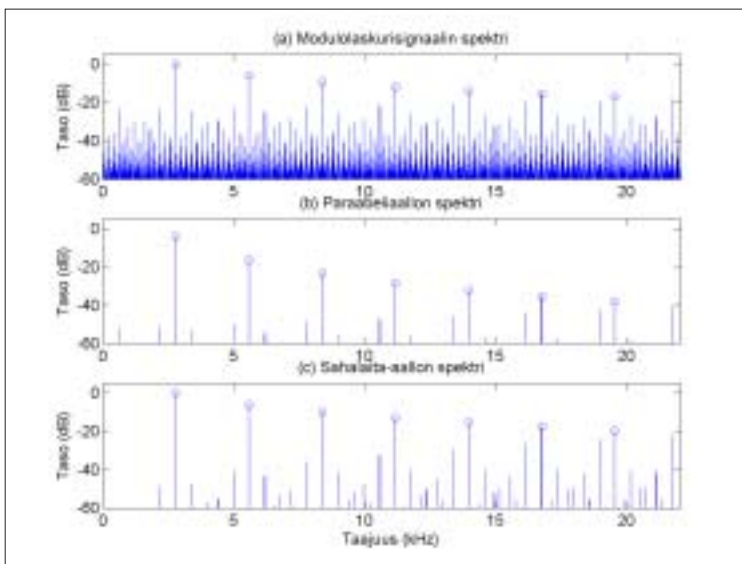


Kuva 7. Sahalaita-aallon tuottaminen DPW-menetelmällä.

Modulolaskurilla tarkoitetaan alkeellista saha-aaltogeneraattoria, jossa laskurin arvoa lisätään pienin askelin joka näytechetkellä, kunnes saavutetaan $+1$. Silloin arvosta vähennetään 2 ja laskentaa jatketaan taas askel kerrallaan. Näin saadaan nouseva lukujono, jonka arvo pysyy $-1:n$ ja $+1:n$ välillä. Lisäys on suuruudeltaan $2/f$, kun f on haluttu perustaajuus hertseinä ja näyteenottotaajuus on f_s . Modulolaskurista saatava digitaalinen signaali muistuttaa analogisesta saha-aallosta otettuja näytteitä, kuten nähdään kuvasta 8a, mutta se kuulostaa pahasti säröytyneeltä. Syy on se, että saha-aallon spektri laskee hitaasti taajuuden mukana (noin 6 dB oktaavissa), mutta se ei koskaan saavuta nollaa, ja kun tästä aallosta otetaan näytteitä tasavälein, kaikki Nyquistin rajataajuuden yläpuolelle sattuvat spektrikomponentit siirtyvät kuultaviksi häiriöiksi. Laskostuminen näkyy selvästi spektrikuvassa 9a. Siinä esitetään kuvan 8a aaltomuodon spektri. Sahalaita-aallon harmonisten komponenttien huiput on ympyröity, ja muu osa spektristä on laskostumisesta aiheutuvaa ylimääräistä häiriötä.



Kuva 8. DPW-menetelmän prosessoinnin aikana tuotetut signaalit: (a) lähtökohdana käytetty modulolaskurin signaali, (b) neliöön korotettu modulolaskurin signaali eli parabeliaalto ja (c) sahalaita-aalto, joka saadaan parabeliaallosta peräkkäisten näytteiden erotuksena. Signaalin perustaajuus on 2793.8 Hz (MIDI-nuotti 101) ja näyteenottotaajuus on 44 100 Hz.



Kuva 9. DPW-menetelmässä käsiteltävien signaalien (ks. kuva 8) spektrit. Halutut harmoniset komponentit, jotka ovat perustaajuuden kokonaislukukerrannaisia (2793,8 Hz, 5587,6 Hz, 8381,4 Hz jne.) on merkitty ympyrällä. Muut spektreissä nähtävät komponentit johtuvat laskostumisesta ja kuullaan häiriönä.

Toiseen korottaminen muuttaa modulolaskurista lähtevän aaltomuodon siten, että nyt se koostuu toisen asteen polynomin eli paraabelin pätkistä, kuten nähdään kuvasta 8b. Tämän signaalin spektri laskee jyrkemmin kuin saha-aallon, kuten nähdään kuvasta 9b. Samalla laskostumisesta aiheutuva häiriö vaimenee (Välimäki 2005).

DPW-menetelmän viimeisessä vaiheessa paraabeliaalto derivoidaan ajan suhteen. Käytännössä derivointi voidaan korvata peräkkäisten näytteiden erotuksella. Signaaliarvot on lopuksi kerrottava vakiolla c , jonka arvoksi voidaan valita $f(4f)$. Tuloksena saadaan saha-aallon tapainen signaali, jonka spektrissä esiintyy laskostumista huomattavasti vähemmän kuin modulolaskurin tuottamassa signaalissa. Nämä seikat voidaan havaita kuvista 8c ja 9c. DPW-menetelmällä tuotettua aaltomuotoa voidaan käyttää digitaalisessa vähentävässä synteisissä saha-aallona. Siitä saadaan myös pulssiaalto vähentämällä kaksi aaltoa sopivassa vaiheessa.

Kolmioaaltoa varten voidaan kehittää vastaava menetelmä, joka vähentää laskostumista. Koska kolmioaallon spektri laskee luonnostaan jyrkemmin (12 dB oktaavissa) kuin saha-aallon spektri, laskostuminen ei ole yhtä paha ongelma kuin saha-aallossa. Siksi kolmiosignaali, joka toteutetaan ääniarvoissa suuntaa

vaihtavalla modulolaskurilla, on laadultaan varsin hyvä ja kelpaa käytettäväksi sellaisenaan digitaalisessa vähentävässä synteesissä.

Digitaaliset suodattimet

Perinteisesti digitaaliset suotimet toteutetaan ns. suoramuoto-IIR-suotimina, jotka vaativat mahdollisimman vähän laskentatehoa. Synteesiin ne eivät kuitenkaan sovi, koska siinä tarvitaan muuttuva suodin ja suoramuoto-IIR-suotimien kertoimien laskeminen on monimutkaista. Synteesissä suodattimen parametreja muokataan jatkuvasti modulaatioiden avulla, joten perinteisen IIR-suotimen laskeminen uudestaan koko ajan hidastaa laskentaa merkittävästi. Tämän vuoksi on kehitetty vaihtoehtoisia suotimia, joiden päivittäminen on yksinkertaisempaa. Näiltä suotimilta toivotaan yleensä seuraavia ominaisuuksia:

1. *Nopea päivitys.* Suotimen kertoimien arvojen laskemisen tulee olla mahdollisimman yksinkertaista, koska se joudutaan tekemään joka näytettä kohden.
2. *Rajataajuuden ja resonanssin riippumattomuus toisistaan.* Jos rajataajuuden muuttaminen vaikuttaa resonanssiin, molempia joudutaan muuttamaan, kun toinen muuttuu, ja se hidastaa laskentaa.
3. *Stabiiliisuus.* Suotimen lähtösignaali ei saa koskaan ”räjähtää” (kasvaa sallitun lukualueen ulkopuolelle) riippumatta siitä, mikä on tulossignaali tai miten parametrit muuttuvat, kunhan ne pysyvät sallitulla alueella.
4. *Samankaltainen vaste analogisen suotimen kanssa kuuloalueella.* Virtuaalianalogiset syntetisaattorit pyrkivät matkimaan analogisia vastineitaan, joten niiden pitää kuulostaa samalta.
5. *Mahdollisuus saada suodin itsevärähtelemään* (engl. *self-oscillation*). Kun resonanssia kasvatetaan tarpeeksi, monissa analogisissa suotimissa ääni alkaa ”kiertää” tai ”viheltää”. Suodin alkaa tuottaa siniaaltoja rajataajuudellaan.

Käytännössä edellä listatut ominaisuudet riippuvat toisistaan. Rajataajuuden ja resonanssin riippumattomuus helpottaa nopeaa päivitystä. Itseoskillaatio on osittain ristiriitainen stabiiliisuusvaatimuksen kanssa, sillä siinä suodin alkaa oskilloida eli soida itsekseen. Se liittyy myös rajataajuuden ja resonanssin riippumattomuuteen. Koska suodin alkaa oskilloida resonanssin ylittäessä tietyn arvon, on tärkeää, ettei rajataajuuden muutos saa suodinta vahingossa oskilloimaan. Toisaalta oskillointi ei saa yllättäen loppua, kun rajataajuutta muutetaan. On mahdotonta täyttää kaikkia kriteerejä täysin. Siksi suotimen suunnittelusta tulee kompromissi, jossa suodin ensin yritetään saada toimimaan mahdollisimman hyvin ja sitten lisätään erilaisia korjaustermejä, joiden ansiosta suodin toimii lähes ideaalisesti.

Useimmat digitaalisessa vähentävässä synteesissä käytettävät suotimet perustuvat samanlaisiin rakenteisiin kuin niiden analogiset esikuvat. Hal Chamberlinin

(1980) esittämä tilamuuttujasuodin (engl. *State Variable Filter, SVF*) oli ensimmäisiä digitaaliseen äänisynteesiin tarkoitettuja suotimia, ja se on edelleen suosittu. Kuten analogisesta vastineestaan, tästäkin saadaan yhtä aikaa alipäästö-, ylipäästö-, kaistanpäästö- ja kaistanestolähdöt. Korkeilla taajuuksilla SVF-suotimessa muodostuu ongelmaksi epästabiilisuus, millä tarkoitetaan virhetilannetta, jossa suodattimen lähtösignaali kasvaa rajatta. Tämän vuoksi SVF-suotimen käyttö vaatii yleensä ylinäytteistystä eli laskentanopeuden moninkertaistamista, mikä lisää laskentakuormaa.

Myös perinteisiin IIR-suotimiin perustuvia suotimia voidaan käyttää pienin korjauksin. E-mu:n Dave Rossum on kehittänyt menetelmiä, joilla nämä saadaan täyttämään useimmat edellä esitetyistä kriteereistä. E-mu:n suotimet käyttävät ns. ARMADillo-koodausta, jossa kertoimet koodataan tietyllä tavalla, joka mahdollistaa nopean päivittämisen, kun suotimet toteutetaan tätä varten kehitetyllä integroidulla piirillä (Rossum 1991). Menetelmän etu on se, että sillä voidaan toteuttaa periaatteessa mikä tahansa vaste, esimerkiksi ihmisäänen spektriä simuloiva suodin. E-mu:n suotimissa on myös sijoitettu epälineaarisuuksia suotimien sisään, jotka estävät ylivuodot ja tuovat ääneen analogista sävyä (Rossum 1992).

RC-piiri ja sen digitaalinen malli. Yksinkertaisin analoginen suodin on ns. RC-piiri, joka koostuu rinnakkain kytketyistä vastuksesta ja kondensaattorista. Koska suurin osa analogisissa syntetisaattoreissa käytettävistä suotimista perustuu RC-suotimeen, sen toimintaa on hyödyllistä tarkastella syvemmin. RC-suotimessa kondensaattoria varataan ja puretaan vastuksen läpi. Kondensaattori varautuu äärellisellä nopeudella, joka on lineaarisesti riippuvainen tulojännitteen ja kondensaattorin jännitteen erosta sekä kääntäen riippuvainen vastuksen ja kondensaattorin suuruudesta. RC-piiri ikään kuin hidastaa signaalia. Mitä nopeammin signaali muuttuu, sitä enemmän se vaimenee. Näin RC-piiri toimii alipäästösuoitimenä. Kuva 10 havainnollistaa RC-suotimen toimintaa.

Käytännön suotimissa kondensaattorin arvo on vakio ja vastuksen suuruutta säädetään jännitteellä. RC-suotimen toiminta voidaan mallintaa yksinkertaisesti digitaalisesti korvaamalla kondensaattorin jännite suotimen lähtösignaalin edellisellä arvolla. Näin seuraava lähtösignaalin arvo riippuu sisääntulon ja edellisen lähtösignaalin erotuksesta sekä vakiosta g , joka määrää rajataajuuden eli

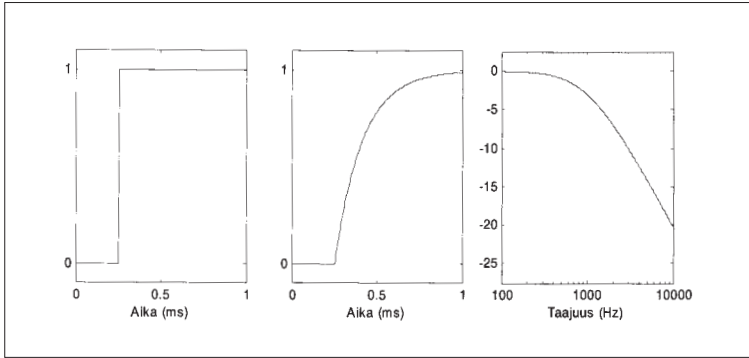
$$y(n) = y(n-1) + g[x(n) - y(n-1)]$$

missä

$$g = 1 - e^{-2\pi F_c / F_s}$$

ja $x(n)$ on sisään menevä eli tulosignaali, $y(n)$ on lähtösignaali, n on näyteindeksi, joka vastaa diskreettiä aikaa, F_c on rajataajuus hertseinä ja F_s on näytteenotto-taajuus hertseinä. Koska digitaalista suodinta näytteistetään äärellisellä nopeudella, g ei riipu suoraan rajataajuudesta, vaan eroaa siitä korkeilla taajuuksilla.

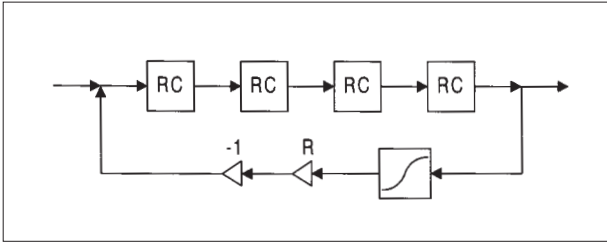
Suurin osa syntetisaattoreissa käytettävistä suotimista voidaan toteuttaa yhdistämällä RC-suotimia.



Kuva 10. Askelsignaali (vasemmalla) ja RC-piirin läpi mennyt pehmentynyt askel (keskellä) sekä RC-piirin amplitudivaste, josta nähdään että kyseessä on alipäästö-suodin.

Moogin suodin. Stilson ja Smith (1996b) esittivät digitaalisen version Moogin analogisesta suotimesta, jota käytettiin lähes kaikissa analogisissa Moog-syntetisaattoreissa (Moog 1965b). Kuva 11 näyttää tämän ns. tikapuu-suotimen rakenteen. Kuten alkuperäinen analoginen toteutus, se koostuu neljästä ensimmäisen asteen alipäästösuotimesta eli RC-piiristä sarjassa. Myös resonanssi tehdään johtamalla osa lähtösignaalista vahvistettuna takaisin tuloon, kuten Moogin alkuperäisessä suotimessa. Samanlaisen toteutustavan ansiosta digitaalinen Moog-suodin kuulostaa varsin samankaltaiselta kuin analoginen suodin. Yksinkertainen rakenne mahdollistaa nopean kertoimien päivityksen. Rajataajuus ja resonanssi ovat lähes riippumattomia, mikä varmistaa suotimen stabiiliuden ja osaltaan auttaa päivityksen nopeutta.

Resonanssi toteutetaan Moogin suotimessa johtamalla osa lähtösignaalista käänteisenä takaisin tuloon. Tämä saa aikaan piikin taajuusvasteessa rajataajuuden kohdalla. Mikäli takaisinkytkennän vahvistusta kasvatetaan tarpeeksi (yli nelinkertaiseksi), suodin alkaa oskilloida. Jottei oskilloinnin amplitudi kasvaisi rajatta, suodattimeen on syytä lisätä epälineaarinen rajoitin. Se vähentää vahvistusta, kun amplitudi kasvaa, ja rajoittaa näin värähtelyn amplitudin halutuksi. Epälineaarisuudeksi kelpaa periaatteessa mikä tahansa pehmeästi kyllästyvä (saturoituva) funktio. Hyperbolinen tangentti on yksi sopiva funktio, ja se vastaa hyvin analogisissa piirissä esiintyvää säröä (Huovilainen 2004). Koska digitaalisessa suotimessa on oltava viive takaisinkytkennässä lähdön ja tulon välillä, oskillointiin vaadittava vahvistus riippuu jonkin verran rajataajuudesta. Tässä tapauksessa takaisinkytkennässä oleva säröytin auttaa, koska muuten suotimen ulostulo kasvaisi rajattomasti, vaikka vahvistus pidettäisiin alle nelinkertaisena.



Kuva 11. Moogin alipäästösuodattimen rakenteessa on neljä RC-piiriä sarjassa ja takaisinkytkentä epälineaarisen funktion, resonanssia säättävän R-kertoimen ja vaiheen käännön (-1) kautta.

Toteutusimerkkejä

Seuraavaksi esittelemme, kuinka kaksi klassista analogista syntetisaattorisointia toteutetaan esittelemiemme digitaalisten menetelmien avulla. Kuvassa 12 esitetään tyypillisen analogisen basso-soundin lohkokaavio. Tässä soinnissa käytetään vain yhtä oskillaattoria ja yhtä alipäästösuodinta. Lisäksi suotimella ja kokonaisamplitudilla (vahvistuksella) on verhokäyrä. Verhokäyrän arvo skaalataan halutuksi ja lisätään nuottiin kaavalla

$$F = F_0 2^{\frac{\text{keyfollow}(\text{note} - 60)}{12} + \text{envamount} * \text{env}}$$

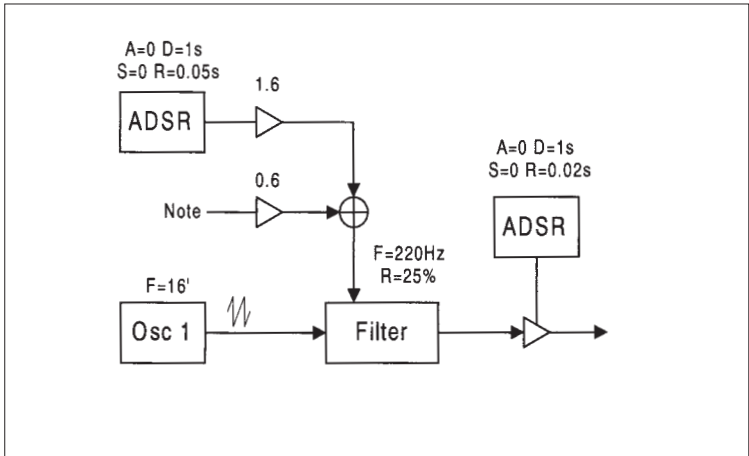
missä *envamount* on kerroin, joka määrää, kuinka paljon verhokäyrä vaikuttaa suotimeen, ja *env* on verhokäyrän nykyinen arvo. Suotimessa käytetään jonkin verran resonanssia, joka poistaa soundista liian pehmeiden. Suotimen ja äänenvoimakkuuden verhokäyrät ovat lähes identtisiä: niissä on erittäin nopea aluke ($A = 0$) ja melko hidas lasku ($D = 1$ s) nolatasolle ($S = 0$). Nopea päästöajan arvo (kokonaisamplitudille $R = 0,02$ s) tarkoittaa äänen nopeaa sammuusta, kun kosketin vapautetaan – tämä vastaa basson värähtelevän kielen sammutusta.

Kuva 13 näyttää analogisyntetisaattoreille tyypillisen ”pad”-soundin rakenteen. Ääni muistuttaa jousiorkesteria, ja se soveltuu hyvin taustasointujen soittamiseen. Rakenne on samankaltainen kuin bassosoundissa (ks. kuva 12), mutta siinä on yhden sijasta kaksi sahalaitaoskillaattoria, jotka summataan yhteen yhtä voimakkaina. Oskillaattorit on viritetty normaali-*viireeseen* (8’), mutta toinen niistä on hieman *yläviireessä* (9 senttiä eli 9 tasaviereisen puolisävelaskelen sadasosaa), jolloin ääneen tulee miellyttävää huojuntaa. Oskillaattorit johdetaan alipäästösuotimen läpi, joka on muuten staattinen, mutta soitettava nuotti

vaikuttaa sen rajataajuuteen jonkin verran. Tällöin suotimen rajataajuus laskeaan kaavalla

$$F = F_0 2^{\frac{\text{KeyFollow}(\text{note} - 60)}{12}}$$

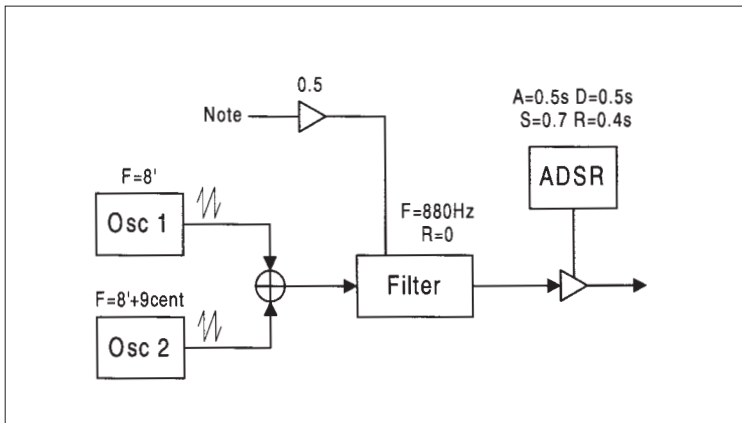
missä F on lopullinen taajuus, F_0 on rajataajuus keski-C:lle (MIDI-nuotti 60), note on nuotin MIDI-arvo ja KeyFollow on kerroin, joka määrää kuinka paljon soitetava nuotti vaikuttaa taajuuteen. Äänenvoimakkuuden verhoikäyrä nousee melko hitaasti ($A = 0,5$ s), laskee samalla vauhdilla ($D = 0,5$ s) noin kahteen kolmasosaan huipputasostaan ($S = 0,7$), jossa se pysyy kunnes kosketin päästetään ylös. Silloin ääni vaimenee hieman nopeammin kuulumattomiin ($R = 0,4$ s).



Kuva 12. Tyypillinen vähentävän synteesin toteutus bassosoundille. ADSR-verhokäyrägeneraattorien ja suotimen parametrit näytetään lohkojen yläpuolella.

Yhteenveto

Virtuaalianaloginen synteesi on moderni suuntaus digitaalisessa äänisynteesissä. Tietokoneella matkitaan 1970-luvun analogisten musiikkisyntetisaattoreiden oskillaattorien, suotimien ja muiden osien toimintaa. Tässä artikkelissa esittelimme vähentävän äänisynteesin historiaa ja uusia digitaalisia menetelmiä geometrinen aaltomuotojen ja resonanssisuotimien toteuttamiseen. Helposti ymmärrettävä ja laadultaan kohtuullisen hyvä saha-aaltogeneraattori perustuu



Kuva 13. Vähentävälle synteesille tyypillisen pad-soundin rakenne.

paraabeliaallon suodattamiseen. Menetelmä lienee toiseksi yksinkertaisin tapa tuottaa saha-aaltoa heti perinteisen laskuriperiaatteen jälkeen, joka on äänenlaadultaan lähes käyttökelpoton. Suodattamista käsitelimme Moogin tikapuu-suotimen digitaalisen toteutuksen, joka perustuu neljän yksinkertaisen suodattimen yhdistelmään ja takaisinkytkentään. Lopuksi näytimme, miten kaksi perinteistä vähentävän synteesin sointia toteutetaan kuvatuilla menetelmillä. Tuloksena saadaan nostalgisia soundeja, vaikka äänet lasketaan nykyaikaisella tietokoneella.

Kirjallisuus

- Adrien, Jean-Marie 1991. *The Missing Link: Modal Synthesis*. Teoksessa *Representations of Musical Signals*. Ed. G. De Poli – A. Piccialli – C. Roads. Cambridge, MA: MIT Press. 269–297.
- Brandt, Eli 2001. *Hard Sync Without Aliasing*. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (Havana, Cuba, 2001). <http://www-2.cs.cmu.edu/~eli/L/icmc01/hardsync.html>.
- Chadabe, Joel 1997. *Electric Sound: The Past and Promise of Electronic Music*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Chamberlin, Hal 1980. *Musical Applications of Microprocessors*. Rochelle Park, NJ: Hayden Book Company.
- Chaudhary, Amar 1998. *Bandlimited Simulation of Analog Synthesizer Modules by Additive Synthesis*. *Audio Engineering Society 105th Convention*, esitelmä 4779 (F2) (San Francisco, CA, 1998).

- Chowning, John 1973. The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Frequency Modulation. *Journal of the Audio Engineering Society* 21 (7): 526–534.
- Clavia DMI AB 2002. The Virtual Analog Concept. <http://www.clavia.se/nordlead2/concept.htm>.
- Dattorro, Jon 2002. Effect Design – Part 3, Oscillators: Sinusoidal and Pseudonoise. *Journal of the Audio Engineering Society* 50 (3): 115–146. <http://www.stanford.edu/~dattorro/research.html>.
- Huovilainen, Antti 2004. Nonlinear Digital Implementation of the Moog Ladder Filter. *Proceedings of the Seventh International Conference on Digital Audio Effects* (Naples, Italy, 2004). 61–64. <http://dafx04.na.infn.it/>.
- Karjalainen, Matti – Vesa Välimäki – Tero Tolonen 1998. Plucked-String Models: From the Karplus–Strong Algorithm to Digital Waveguides and Beyond. *Computer Music Journal* 22 (3): 17–32. <http://www.acoustics.hut.fi/publications/>.
- Kaplan, S. Jerrold 1981. Developing a Commercial Digital Sound Synthesizer. *Computer Music Journal* 5 (3): 62–73.
- Karplus, Kevin & Alex Strong 1983. Digital Synthesis of Plucked String and Drum Timbres. *Computer Music Journal* 7 (2): 43–55.
- Lane, John – Dan Hoory – Ed Martinez – Patty Wang 1997. Modeling Analog Synthesis with DSPs. *Computer Music Journal* 21 (4): 23–41.
- Laurson, Mikael – Cumhur Erkut – Vesa Välimäki – Mika Kuuskankare. 2001. Methods for Modeling Realistic Playing in Acoustic Guitar Synthesis. *Computer Music Journal* 25 (3): 38–49. <http://lib.hut.fi/Diss/2002/isbn9512261901/article6.pdf>.
- Marans, Michael 1994. The Next Big Thing: Can Computer-Modeled Instruments Free the Music Industry from Stagnation? *Keyboard* 20 (2): 98–118.
- Moog, Robert A. 1965a. Voltage-Controlled Electronic Music Modules. *Journal of the Audio Engineering Society* 13 (3): 200–206.
- 1965b. A Voltage-Controlled Low-Pass High-Pass Filter for Audio Signal Processing. *17th Annual Meeting of the Audio Engineering Society* esitelmä nro 413.
- Moorer, James A. 1976. The Synthesis of Complex Audio Spectra by Means of Discrete Summation Formulae. *Journal of the Audio Engineering Society* 24: 717–727.
- Native Instruments Software Synthesis GmbH 2004. Pro-53: The Second Coming of a Legend. <http://www.ni-pro53.com/>.
- Rossum, Dave 1991. The “ARMAdillo” Coefficient Encoding Scheme for Digital Audio Filters. *Proceedings of the IEEE ASSP Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics* (New Paltz, NY, 1991). 129–130.
- 1992. Making Digital Filters Sound Analog. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (San Jose, CA, 1992). 30–33.
- Serra, Xavier & Julius O. Smith 1990. Spectral Modeling Synthesis: A Sound Analysis/Synthesis System Based on a Deterministic plus Stochastic Decomposition. *Computer Music Journal* 14 (4): 12–24.
- Smith, Julius O. 1991. Viewpoints on the History of Digital Synthesis. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (Montreal, Canada). 1–10. Laajennettu versio saatavana [www.osoitteesta http://www.ccrma.stanford.edu/~jos/kna/](http://www.ccrma.stanford.edu/~jos/kna/).
- 1992. Physical Modeling Using Digital Waveguides. *Computer Music Journal* 16 (4): 74–91. <http://ccrma.stanford.edu/~jos/pmudw/>.
- Steiglitz, Ken 1996. *A Digital Signal Processing Primer with Applications to Digital Audio and Computer Music*. Redwood City, USA: Addison-Wesley.
- Stilson, Tim & Julius O. Smith 1996a. Alias-Free Digital Synthesis of Classic Analog Waveforms. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (Hong Kong, China). 332–335. <http://ccrma.stanford.edu/~stilti/papers/>.
- 1996b. Analyzing the Moog VCF with Considerations for Digital Implementation. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (Hong Kong, China). 398–401. <http://ccrma.stanford.edu/~stilti/papers/>.

- Tolonen, Tero – Vesa Välimäki – Matti Karjalainen 1998. *Evaluation of Modern Sound Synthesis Methods*. Raportti nro 48, Teknillinen korkeakoulu, Akustiikan ja äänenkäsittelytekniikan laboratorio, Espoo. <http://www.acoustics.hut.fi/publications/>.
- Turner, Clay S. 2004. Recursive Discrete-Time Sinusoidal Oscillators. *IEEE Signal Processing Magazine* 20 (3): 103–111.
- Vail, Mark 1993. *Vintage Synthesizers*. San Francisco, CA: Miller Freeman Books.
- Välimäki, Vesa 2004. Physics-Based Modeling of Musical Instruments. *Acta Acustica united with Acustica* 90 (4): 611–617.
- 2005. Discrete-Time Synthesis of the Sawtooth Waveform with Reduced Aliasing. *IEEE Signal Processing Letters* 12 (3): 214–217.
- Winham, Godfrey & Ken Steiglitz 1970. Input Generators for Digital Sound Synthesis. *Journal of the Acoustical Society of America* 47 (part 2): 665–666.

Tkt Vesa Välimäki (vesa.valimaki@tkk.fi) on audiosignaalin­käsittelyn professori Teknillisen korkeakoulun akustiikan ja äänen­käsittelytekniikan laboratoriossa. Hän oli Suomen musiikkite­teellisen seuran puheenjohtaja vuosina 2003–2004 ja on yksi Pythagoras-tutkijakoulun opettajista. Hänen tutkimuksensa liittyy digitaaliseen äänisynteesiin, soittimien mallintamiseen ja musiikkiakustiikkaan.

Antti Huovilainen (ajhuovil@acoustics.hut.fi) tekee diplomityötä Teknillisen korkeakoulun akustiikan ja äänen­käsittelytekniikan laboratoriossa. Hänen kiinnostuksensa kohteita ovat virtuaalialanoginen äänisynteesi ja äänen muokkaus analogisia piirejä mallintamalla.

Virtual nostalgia – Digital subtractive sound synthesis

Digital subtractive synthesis – or virtual analog synthesis, as it is often called – refers to computational methods that imitate the sound production principles used in electronic music synthesizers of the 1960s and 1970s. In practice, digital subtractive synthesis is realized as a computer program. In this paper we discuss digital sound synthesis methods, which create sounds similar to those produced by old analog music synthesizers. First we briefly review the different classes of digital sound synthesis methods, and we consider the placement of virtual analog synthesis within these classes. We also classify digital oscillator algorithms and discuss resonant filter techniques. Furthermore, we introduce new methods to generate the sawtooth waveform and to model the nonlinear Moog lowpass filter. These digital subtractive synthesis techniques enable the production of retro sounds with modern computers.

Ääniefektejä soittimille kaikukoppamalleilla

Henri Penttinen

Johdanto

Musiikki- ja elokuvateollisuudessa käytetään runsaasti efektejä muuttamaan käytetyn äänimateriaalin äänenväriä ja lisäämään elävyyttä. Radiossa, levyillä ja mainoksissa soitetaan päivittäin prosessoitua ääntä. Yleisimpiä ääniefektejä ovat erilaiset kaiut ja äänen dynamiikkaa muuttavat kompressorit. Suositujia efektejä ovat edellä mainittujen lisäksi myös chorus, flanger, phaser ja kitaran tapauksessa särkijä. Tässä artikkelissa esitellään uusia ääniefektejä, jotka perustuvat kaikukopan mallintamiseen. Aluksi esitellään tutkimuksen lähtökohdat ja syyt kaikukoppamallien kehitystarpeelle, jonka jälkeen käsitellään niiden mittausjärjestelyjä ja suodinsuunnittelua kaikukoppamallien osalta. Lopuksi kuvataan kyseisten ääniefektien sovelluksia ja esitellään yhteenveto. Artikkelin pääpaino on kitarasovelluksissa, mutta esiteltyjä efektejä voi soveltaa kaikkiin soittimiin, joissa on äänenväriä muokkaava kaikukoppa kuten pianossa, cembalossa ja viulussa. Aiheeseen liittyviä ääniesimerkkejä löytyy internet-osoitteesta <http://www.acoustics.hut.fi/publications/papers/musiikkilehti/kaikukoppamallinnus/>.

Kaikukoppamallintaminen

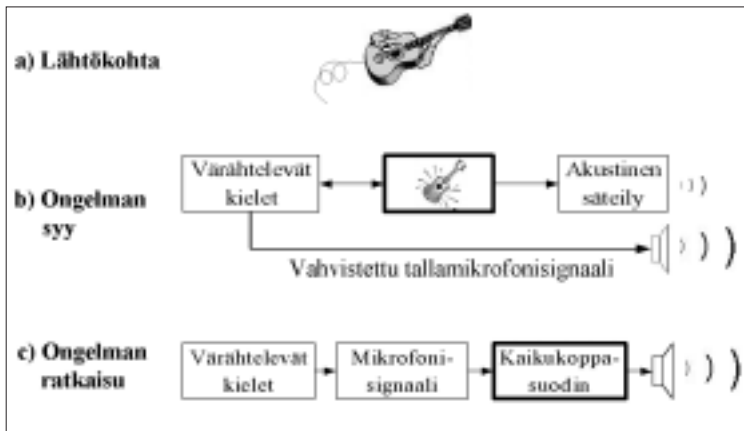
Kaikukoppa on usein puinen laatikko, johon soittimen kielet on kiinnitetty tavalla tai toisella. Esimerkkeinä mainittakoon akustinen kitara, viulu, kantele, sormipiano, piano ja cembalo. Kaikukoppa värittää ja vahvistaa kielen tai metallitangan (sormipiano) värähtelyä. Värittäminen tarkoittaa tässä yhteydessä soittimen äänenväriin muuttumista. Kaikukoppaa mallinnettaessa pyrkimys on matkia digitaalisuotimella tämän puisen kopan vaikutuksia ääneen. Periaatteessa mallintamisen soveltamiselle on kaksi pääkategoriaa: normaalisoiton äänenväriin muokkaaminen (Penttinen 2002) ja mallintaminen äänisynteesin

Tutkimus on toteutettu Pythagoras-tutkijakoulun rahoituksella. Kiitän Vesa Välimäkeä artikkelin kommentoinnista ja vuosien varrella julkaisuissa mukana olleita tutkijoita Matti Karjalaista, Vesa Välimäkeä, Aki Härmää, Tuomas Paateroa, Hanna Järveläistä, Cumhur Erkutia, Mikael Laursonia ja Jonte Knifiä.

yhteydessä (Bank 2000; Bank – Poli – Sujbert 2002; Välimäki et al. 2004). Tämäntyyppinen simulointi on mahdollista, koska siirtofunktiota kielen väräh-
telystä tallan kautta akustiseen säteilyyn voidaan pitää lineaarisena ja aika-
invarianttina (Mathews & Kohut 1973; Smith 1983; Karjalainen & Smith 1996).
Tässä artikkelissa painopiste on normaalin kitaran soiton äänenväriin muokkaa-
misessa.

Koppamallintaminen normaalin soiton yhteydessä

Akustisen kitaran tai muun kielisoittimen laadukas vahvistaminen on konsertti-
tilanteessa usein ongelmallista. Akustisen kitaran tapauksessa vahvistettu ääni
saattaa kuulostaa kuivalta ja muistuttaa soinniltaan sähkökitaraa. Tällöin visuaa-
linen ja kuultu informaatio ovat keskenään hieman ristiriidassa, koska nähdään
akustisen kitaran soittaja mutta kuullaan suhteellisen sähköinen sointi. Ristiri-
dan syy on tyypillisesti mikrofonijärjestelmässä.



Kuva 1. Soiton ekvalisointi kaikukoppamallilla. Tallamikrofonilla varustetun akusti-
sen kitaran laadukas ja luonnollisen kuuloinen vahvistaminen konserttitilan-
teessa: a) lähtökohta, b) ongelman syy ja c) ongelman ratkaisu.

Yksi mahdollisuus akustisen kitaran vahvistamiseen on käyttää soittimen ulko-
puolisia mikrofoneja, jolloin saavutetaan luonnollinen äänenväri. Järjestely on
ongelmallinen, koska ulkopuolisen mikrofonin käyttö sitoo soittajan paikoilleen.
Myös akustinen kierto saattaa muodostua häiritseväksi ja muiden soittimen
tuottamat äänet sekä soittajan liikehdintä saattavat kuulua vahvistetussa signaa-
lissa. Siksi usein käytetään soittimen kaikukopan sisälle tai tallan alle kiinnitettä-
vää mikrofontia (ks. kuva 1a).

Kitarassa tällä sijaitsee kaikukopan kannessa kielten päässä. Sisäistä kon-
taktimikrofonia käytettäessä soittajan ei tarvitse pysyä paikallaan, kierto-ongel-

mat vähenevät ja muut ulkopuoliset äänet eivät kuulu vahvistetussa signaalissa. Toisaalta tällaisen mikrofonin tuottama ääni on soittimen akustisesti säteilemään ääneen verrattuna luonnontona ja kuiva. On myös kondensaattorimikrofoneja, jotka asetetaan soittimen kaikukopan suulle, jolloin vahvistettava ääni on hieman luonnollisempi kuin edellisessä tapauksessa. Lisäksi kaikukopan suulla sijaitseva mikrofoni korostaa helposti kaikukopan ilmaresonansseja mutta ei reagoi yhtä herkästi kaikukopan kannen värähtelyihin. Joissain mikrofonijärjestelmissä yhdistetään kaikukopan suulle asetetun ja sisäisen mikrofonin signaalit, jolloin signaalien suhdetta voidaan säädellä halutulla tavalla.

Tallan alle tai kaikukopan sisään sijoitetun mikrofonin etu on se, että soittaja pystyy liikkumaan vapaammin. Haittapuoli on, ettei mikrofonin tuottama äänenväri ole täysin luonnollinen. Syy äänenvärin kuivuuteen on se, ettei tallamikrofoni reagoi kaikkiin kaikukopan värähtelyihin. Ero on selvä verrattuna luonnolliseen akustiseen kitaransoittoon, jossa kaikukoppa vahvistaa ja värittää kitaran kielten synnyttämää ääntä. Kuvassa 1b havainnollistetaan, miten akustisen kitaran ääni syntyy kaikukopan avulla, kun taas vahvistettu tallamikrofoni-signaali ”ohittaa” kaikukopan ja sen vaikutukset.

Tutkimusten tuloksena on kehitetty reaaliaikainen digitaalinen signaalinkäsittelysovellus, jolla voidaan simuloida akustisen kitaran kaikukoppaa (Penttinen 2002; Karjalainen et al. 2000a, Penttinen et al. 2001b). Kaikukoppaa mallintavan suotimen avulla (ks. kuva 1c) tallamikrofoni-signaali saadaan kuulostamaan rikkaammalta ja luonnollisemmalta käsittelemättömään mikrofoni-signaaliin verrattuna. Kuva 1c esittää signaalitiet korjatussa tapauksessa, kun digitaalinen suodin asennetaan sarjaan mikrofonin ja kaiuttimen väliin.

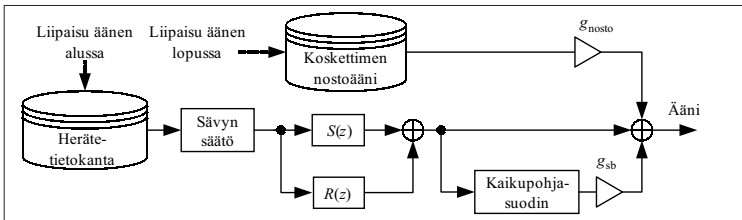
Tällainen digitaalinen suodin voi myös mallintaa esimerkiksi viulun kaikukoppaa, jolloin signaali saadaan tallan alle sijoitetusta mikrofonista. Sormipianon tai kanteleen tapauksessa kontaktimikrofonit kiinnitetään soittimen kanteen tai pohjaan. Oleellista on, että ilmaääni eroaa äänenväriältään kontaktimikrofoni-signaalista johtuen kaikukopan vaikutuksesta soittimen äänenväriin. Tällöin kaikukoppasuotimella on mahdollista parantaa ja luonnollistaa kontaktimikrofoni-signaalin äänenväriä.

Koppamallintaminen soitinsynteesin yhteydessä

Äänisynteesissä tietokoneella synnytetään ääntä matemaattisin keinoin. Soitinsynteesissä tavoitteena on matkia erilaisia soittimia (Roads 1995). Eräs tutkimuksellisesti suosittu tapa on tehdä nk. fysikaalista soitinmallinnusta, jossa matemaattisesti simuloidaan soittimen käyttäytymistä (Välimäki 2004). Tällaisen synteesin etuna on mallin hallittavuus ja sen reaaliaikaisuus vastaavuus. Synteesitekniikka tarjoaa parhaimmillaan mahdollisuuden kokeilla asioita tietokoneella ilman, että esimerkiksi soitinrakentajan tarvitsisi rakentaa kyseistä soitinta, tai jopa asioita, joita ei ole mahdollista toteuttaa.

Kuva 2 esittää cembalosyntetisaattorin rakennetta, jossa kaikupohjasuodin vastaa ns. kaikukoppamallia (Välimäki et al. 2004). Cembalon kosketinta painettaessa pömitään heräte-signaalitietokannasta oikea heräte, joka syötetään

sävynsäätösuotimen kautta kielimalliin $S(z)$ sekä sen rinnalla olevaan resonaattoriin $R(z)$. Resonaattori simuloi yhdessä ylä-äänöksessä esiintyvää huojuntaa. Näin saatu äänisignaali suodatetaan vielä kaikukoppamallilla. Lopullinen ääni on yhdistelmä kielimallin kuivaa ja kaikupohjasuotimella suodatettua ääntä. Lisäksi tietokannasta soitetaan lyhyt ääninäyte (engl. *sample*), joka vastaa koskettimen nostoääntä. Kun synteesissä käytetään kaikukopalle suodinmallia eikä lyhyttä ääninäytettä, saadaan aikaan tuloksena elävämpää ääntä (Välimäki et al. 2004). Tämä johtuu siitä, että ääninäyte toistuu aina samanlaisena eikä reagoi sisään tulevaan ääneen mitenkään, kun taas laadukkaan kaikukoppamallin vaste reagoi luonnostaan sisään tulevan äänen taajuusvasteeseen. Tällöin sisään tulevat signaalit, jotka ovat taajuuksisältöltään keskenään erilaisia, aiheuttavat erilaisen ulostulon kaikukoppamallille.



Kuva 2. Koppamallintaminen soitinsynteesin yhteydessä. Kaikukoppamalli on sijoitettu kielimallin $S(z)$ ja resonaattoriin $R(z)$ perään. Vahvistusparametrien arvot ovat $g_{sb} = 0.025$ ja $g_{nosto} = 2$. (Välimäki et al. 2003.)

Mittausjärjestelyt

Kaikukopan realistinen mallintaminen edellyttää todellisen kaikukopan käyttäytymisen mittaamista. Mittaukset suoritettiin kaiuttomassa huoneessa, jotta huoneen vaikutukset olisivat mahdollisimman pienet. Tehdyissä mittauksissa akustisen kitaran soittajan eteen asetettiin mittamikrofoni noin 1 m etäisyydelle. Tällä mikrofonilla saatu digitaalisesti äänitetty signaali, $p(n)$, vastaa tavoitesignaalia, jossa kuuluu kielen värähtelyn lisäksi kopan vaikutus. Samanaikaisesti äänitettiin tallamikrofonilla toinen signaali, $x(n)$, joka on korjattava, kuiva signaali. Kaikukoppaa simuloivan korjaussuotimen impulssivaste, h_{eq} , voidaan laskea näistä signaaleista dekonvoluutiolla, joka vastaa signaalien spektrien jakolaskua:

$$h_{eq}(n) = \text{FFT}^{-1} \left(\frac{\text{FFT}(p(n))}{\text{FFT}(x(n))} \right) \quad (1),$$

missä $p(n)$ on kitaran muodostama akustinen säteily mittauspisteessä, $x(n)$ on tallamikrofonilla taltioidu signaali, n on diskreetti aikamuuttuja, FFT on nopea Fourier-muunnos (engl. *Fast Fourier Transform*) ja FFT¹ on käänteinen FFT. Toisin ilmaistuna kaavalla (1) lasketaan ilmaiseen ja kontaktimikrofonisignaalin välinen ero taajuusalueessa. Mitä suurempi ero tietyllä taajuusalueella on, sen suurempi vahvistus tai vaimennus on. Impulssivaste h_{eq} simuloi tavoite- ja korjattavan signaalin eroa.

Paras lopputulos saavutettiin, kun herätesignaali oli normaalia kitaran soittoa. Samaa mittaussjärjestelyä ja periaatetta voidaan käyttää muillekin kielisoittimille. Akustisen kitaran tapauksessa mittaauksissa käytettiin sekä teräs- että nylonkielistä kitaraa. Kun sähkökitara halutaan saada kuulostamaan akustiselta kitaralta, mikrofonit täytyy vaihtaa. Tällöin teräskielisen akustisen kitaran kaikukopan suuaukolle (kielten alle) asetetaan samanlainen magneettimikrofoni, jota käytetään sähkökitaroissa. Teräskielten värähdellessä magneettimikrofoniin indusoituu virta, joka vastaa kaavan (1) signaalia $x(n)$. Magneettimikrofoni toimii alipäästösuotimena (Jungmann 1994), jonka vaikutus kumoutuu koppasuotimessa sen ylipäästöluonteen ansiosta. Magneettimikrofonian lukuun ottamatta mittaussjärjestelyt ovat samat kuin edellä. Vaihtoehtoisesti sähkökitaralle voidaan määrittää koppaa simuloiva suodin impulssivasaralla mitatusta vasteesta. Tällöin mitataan kaiuttomassa huoneessa kitaran impulssivaste, joka saadaan lyömällä tallaa kevyellä impulssivasaralla. Mitattu impulssivaste ylipäästösuodetaan, jotta magneettimikrofonin alipäästöluonne saadaan kompensoitua.

Kaikukoppasuodinsuunnittelu

Kun kaikukoppasuotimen impulssivaste, h_{eq} , on saatu mitattua, impulssivaste voidaan toteuttaa eri tavoin. FIR-suodin (*Finite Impulse Response*) toteuttaa impulssivasteen tavallaan suoraan, jolloin suunnitteluparametri on impulssivasteen pituus näytteinä. Toinen vaihtoehto on toteuttaa vaste IIR-suotimella (*Infinite Impulse Response*), joka on laskennallisesti tehokkaampi ja helpompi säätää ja parametrisoida kuin FIR-suodin. Toisaalta IIR-suodin ei ole yhtä tarkka kuin FIR-suodin (Orfanidis 1996).

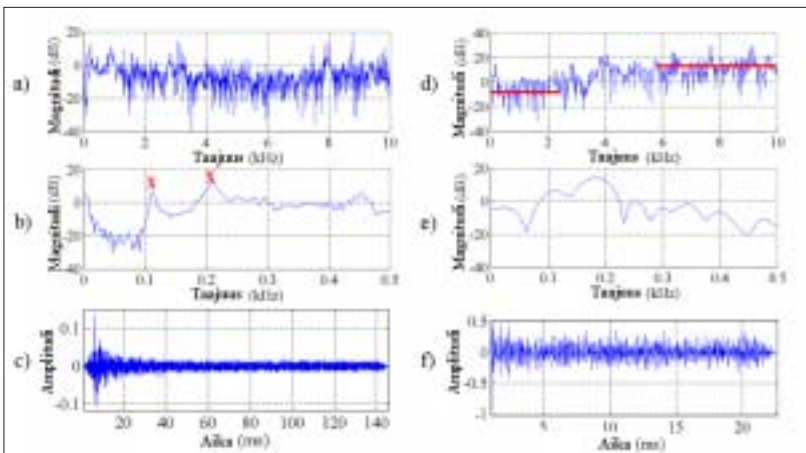
FIR- ja IIR-koppasuotimet

Yksinkertaisin mutta laskennallisesti raskain tapa toteuttaa koppaa simuloiva suodin on FIR-suodin. FIR-suotimella on saatu parhaalta kuulostavat tulokset. Noin 1000–4000 kertaluvun FIR-suodin on riittävän hyvä. Suodin muodostetaan ikkunoimalla impulssivaste h_{eq} sopivalla tavalla. Vaihtoehtoisesti voidaan suunnitella rekursiivinen eli IIR-suodin vasteesta h_{eq} käyttämällä esimerkiksi lineaariprediktiota tai Pronyn menetelmää (Mathworks 1996). Näillä suodinsuunnittelumenetelmillä tulokset eivät ole yhtä hyviä kuin FIR-suotimella, vaikka IIR-suotimen asteluku olisi erittäin suuri. Tämä johtuu siitä, että FIR-

suodin säilyttää tavoitevasteen vaiheen paremmin kuin IIR-suodin. Kuvassa 3 esitetään koppasuotimien magnitudi- ja aikavasteet sekä teräskieliselle akustiselle kitaralle että sähkökitaralle. Kuvassa 3a näytetään akustiselle kitaralle tarkoitetun koppasuotimen magnitudivaste 10 kHz:iin asti. Kuva 3b esittää saman vasteen pienillä taajuuksilla, missä havaitaan kaksi voimakasta resonanssia (merkitty rasteilla kuvassa 3b). Tyypillisesti nämä kauan soivat resonanssit ovat taajuusalueella 80–250 Hz riippuen käänteisesti kopan koosta, eli suurella kopalla taajuudet ovat pienempiä kuin pienemmällä kopalla. Suuremmilla taajuuksilla resonanssitiheys kasvaa, kuten huonevasteissa.

Aikavasteesta (kuva 3c) nähdään, miten kohinainen suotimen impulssivaste on. Tästä syystä liian pitkän suotimen (yli n. 6000 kerrointa) vasteessa voidaan kuulla ylimääräistä kaiuntaa. Sähkökitaralle tarkoitetun koppasuotimen vastaavat vasteet näytetään kuvissa 3d–f. Kuvasta 3d nähdään koppasuotimen ylipäästöluonne, jolla kumotaan magneettimikrofonin alipäästöominaisuus. Ominaisuutta on havainnollistettu ylimääräisillä poikkiviivoilla pienillä ja suurilla taajuuksilla (0–2,2 kHz ja 6–10 kHz). Sähkökitaralle tarkoitetun suotimen asteluku on alle 1000, jotta suodatetussa vasteessa ei kuuluisi ylimääräistä kaiuntaa.

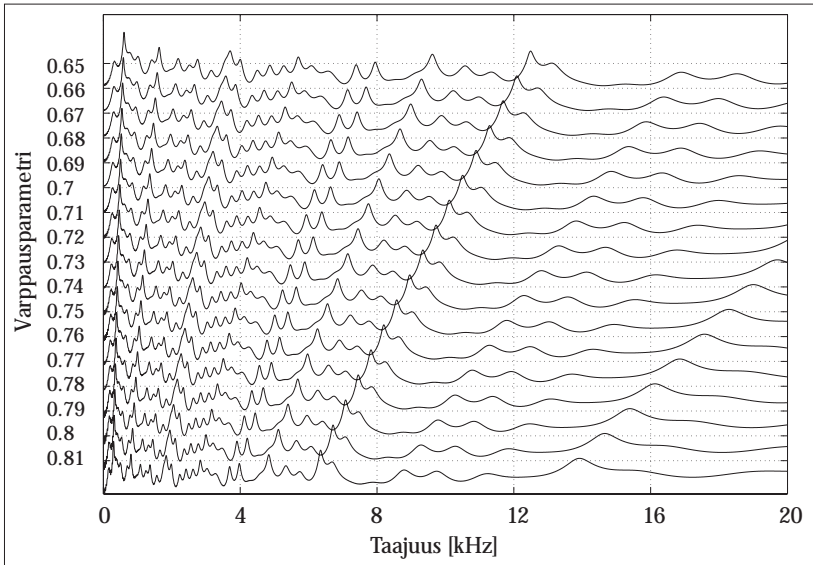
Käyttämällä sekä FIR- että IIR-suotimia voidaan hyödyntää kummankin suodintyyppin parhaita puolia seuraavasti. FIR-suotimesta poistetaan alimmat resonanssit ja korvataan ne säädettävillä toisen kertaluvun IIR-resonaattoreilla (Karjalainen et al. 2000a). Tällöin FIR-vastetta voidaan lyhentää. Tämän ansiosta säästetään laskentatehoa ja voidaan hallita alimpien resonanssien taajuutta, amplitudia ja kaistan leveyttä.



Kuva 3. Koppasuotimen magnitudi- ja aikavaste (a–c) akustiselle ja (d–f) sähkökitaralle. Akustisen kitaran voimakkaat resonanssit on korostettu x-merkillä kuvassa b. Sähkökitaralle tarkoitetun koppasuotimen ylipäästöluonnetta on korostettu poikkiviivoilla pienillä ja suurilla taajuuksilla kuvassa d.

Varpatut koppasuotimet

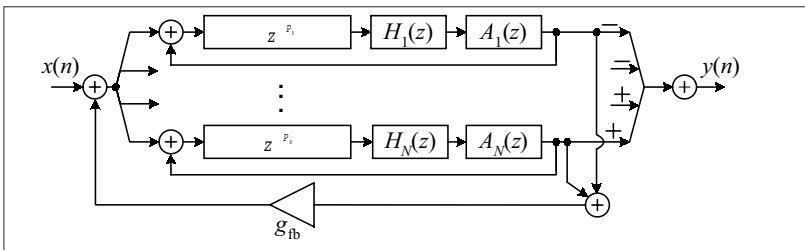
Linearisessa suotimessa kaikki taajuudet kuvataan yhtä tarkasti, kun taas varpauissa suotimissa (Schüssler & Winkelkemper 1970; Strube 1980; Härmä et al. 2000) on mahdollista muuttaa suotimen taajuusresoluutiota. Tämän ominaisuuden ansiosta varpattuilla suotimilla voidaan mallintaa kuulojärjestelmän taajuusresoluutiota (Härmä et al. 2000). Kuulon kannalta on hyödyllistä käyttää varpattuja suotimia kitaran kaikukoppaa mallinnettaessa (Karjalainen 1996). Yksi varpattujen suotimien ominaisuus on, että sen taajuusvastetta voidaan venyttää tai supistaa yhdellä parametrilla, varppauskertoimella λ (lamda). Tämä ominaisuus on kitarafektien kannalta erittäin hyödyllinen. Jotta varpattu suodin pysyy stabiilina, λ parametrin arvo on valittava väliltä $[-1, 1]$. Kuvassa 4 esitetään koppasuotimen magnitudivasteita λ :n arvoilla 0,65–0,81 (0,01:n askelissa). Alkuperäisen koppamallin varpatussa suodinmallissa $\lambda = 0,73$. Tällä λ :n arvolla varpatun suodinmallin resonanssitaajuudet ovat samat kuin tavallisen varppaamattoman koppamallin. Kuvasta 4 nähdään, miten λ :n arvoa suurentamalla ($0,73 < \lambda \leq 1$) resonanssit siirtyvät kohti pieniä taajuuksia ja vastaavasti pienentämällä ($-1 \leq \lambda < 0,73$) kohti suuria taajuuksia.



Kuva 4. Varpatun koppasuotimen magnitudivaste varppauskertoimen λ eri arvoilla. Y-akseli kuvaa pinottujen magnitudivasteiden λ :n arvoa ja x-akseli taajuutta. Alkuperäinen koppavaste sijaitsee magnitudivasteiden keskellä ($\lambda = 0,73$).

Kaikualgoritmeja käytetään tyypillisesti simuloimaan huoneessa esiintyvää kaiuntaa (Gardner 1998). Kitarassa ja viulussa olevat kaikukopat voidaan ajatella vastaavasti erittäin pieniksi huoneiksi. Kun simuloidaan huoneenkaikua, pyritään erittäin tasaiseen taajuusvasteeseen. Vastakohtaisesti kaikukoppia simuloimassa halutaan saada väritynnyt taajuusvaste. Tämän on mahdollista saavuttaa käyttämällä erittäin lyhyitä viivelinjoja kaikualgoritmeissa totuttujen pitkien sijaan. Kaikualgoritmit ovat laskennallisesti erittäin tehokkaita, mutta tarkkaa, resonanssikohtaista hallittavuutta ei ole mahdollista saavuttaa. Tämä ei ole ongelma, kun tavoitellaan vaikutelmaa kaikukopasta, eikä haluta erittäin tarkkaa mallia.

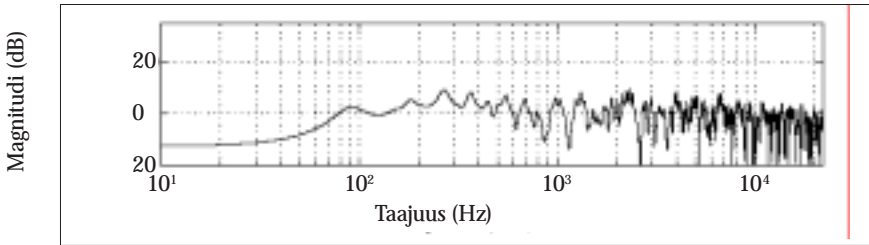
Kuvassa 5 on esitetty erään kaikualgoritmin kaaviokuva, jota on käytetty muun muassa cembalon kaikukopan mallinnuksessa (Välimäki et al. 2004). Tämä kaikualgoritmi on Väänäsen ym. (1997) kehittämä muunneltu takaisinkytketystä viivelinjaverkosta (Jot & Chaigne 1991). Kuvassa 5 N kuvaa viivelinjojen määrää, joka kannattaa olla vähintään kahdeksan (Välimäki et al. 2004) mutta neljäkin riittää (Penttinen 2002). P_k vastaa viivelinjojen pituuksia, jotka on hyvä olla jaottomia alkulukuja, jotta aikavasteessa ei esiintyisi tärykaikua (Gardner 1998). Tärykaiku muodostuu, kun keskenään jaollisten viivelinjojen pituuksien ulostulot summautuvat. Tällöin ulostulo on noin kaksi kertaa suurempi kuin muiden ajallisesti lähellä olevien ulostulojen arvot keskimäärin. $H_k(z)$ on alipäästösuodin, jolla saadaan aikaan taajuusriippuva vaimennus. $A_k(z)$ on kokopäästösuodin, joka ei vaikuta taajuusvasteeseen mitenkään, mutta tiheitää heijastuksien määrää aika-alueessa. g_{fb} on takaisinkytkentäkerroin, jonka arvo riippuu viivelinjojen määrästä. Kuvassa 6 on esitetty kaikukoppamallin magnitudivaste, joka on saatu aikaan kuvan 5 kaikualgoritmillä. Taajuusvaste on epätasainen ja resonanssien määrä kasvaa suurille taajuuksille mentäessä, kuten toivottua. Nämä seikat simuloivat kopparesonanssien aiheuttamaa väritystä hyvin tehokkaasti.



Kuva 5. Kaaviokuva kaikualgoritmista jota voidaan käyttää kaikukoppamallinnuksessa. P_k vastaa viivelinjojen pituuksia, $H_k(z)$ on alipäästösuodin, $A_k(z)$ on kokopäästösuodin ja g_{fb} on takaisinkytkentäkerroin.

Efektien sovelluksia

Koppaa simuloivia suotimia voidaan käyttää joko suodattamaan normaalisoittoa tai osana soitinsynteesiä. Kitaramikrofonin vaste voidaan nykyään korjata konserttitilanteessa. Tästä on esimerkkinä monta kaupallista sovellusta, joiden osana on kitaran kaikukoppasimulointi.¹ Vastaavasti koppamallinnus onnistuu nykyään myös reaaliajassa osana soitinmallia (Välimäki et al. 2004).



Kuva 6. Magnitudivaste kaikukoppamallista joka on toteutettu kaikualgoritilla.

Akustisen kitaran kaikukopan simuloiminen

Akustinen kitara kuulostaa konserttitilanteessa kuivalta ja sähkökitaramaiselta tallamikrofoneja käytettäessä, koska tallamikrofoni ei havaitse soittimen kaikukopan värähtelyä. Tällöin on perusteltua käyttää kaikukoppasuodinta, jonka avulla akustinen kitara saadaan kuulostamaan akustisemmalta. Lisäksi sähkökitara saadaan kuulostamaan lähes akustiselta kitaralta käyttämällä sopivaa koppasuodinta (Karjalainen – Penttinen – Välimäki 2000b; Penttinen – Välimäki – Karjalainen 2000). Yksi ongelma on se, että magneettimikrofoni vaimentaa suuria taajuuksia ja sähkökitaralle tarkoitettu koppasuodin korostaa niitä (ks. kuva 2d), jolloin signaali-kohinasuhde suurilla taajuuksilla voi muodostua huonoksi ja kohina voi tulla häiritseväksi. Tämä huomataan helposti, kun soitto on hiljaista tai loppuu kokonaan. Siitä huolimatta efekti toimii vakuuttavasti varsinkin kun ennen tai jälkeen näppäilyosuutta käytetään sähkökitaralle tyyppillistä särkijää.

Koska sähkökitaralle on olemassa kaksi tapaa laskea kaikukoppaa simuloiva suodin kuten aiemmin esiteltiin, voidaan helposti muodostaa stereoeffekti. Tällöin magneettimikrofonisignaali suodatetaan kahdella eri suotimella ja vasteet panoroidaan stereokuvassa hieman vasemmalla ja oikealle. Lisäksi molemmille

¹ Esim. Line 6:n POD, <http://www.line6.com/>; YAMAHA:n AG-Stomp, <http://www.yamaha-europe.com/>.

kitaroille voidaan muodostaa stereoefekti käyttämällä kahden erikokoisen kitaran kappavasteita ja panoroimalla ne jälleen pois keskeltä.

Havaitun koppakoon muuttaminen

Varpatulla suodinrakenteella voidaan siirtää resonanssien taajuuksia muuttamalla varppausparametrin arvoa. Kuuntelukokeissa on todettu, että λ :n arvoa säätämällä pienikokoinen kitarakoppamalli voidaan muuttaa suurikokoiseksi ja päinvastoin (Penttinen – Karjalainen – Härmä 2000). Koska kaikukoppamallin pientaajuiset resonanssit riippuvat kaikukopan koosta, on ymmärrettävää, että λ :aa muuttamalla näin tapahtuu. Varpatun koppamallin suurtaajuiset resonanssit vaikuttavat myös havaittuun kokoon. Niiden muuttuminen sekoittaa hieman havaitun koppakoon määrittämistä, mutta koska pientaajuiset resonanssit dominoivat koon arvioimista, koon muuttaminen on mahdollista koppamallin kaikkia resonansseja siirtämällä. Musiikillisesti ajateltuna tätä efektiä voidaan käyttää kahdella eri tavalla: 1) askelittain, jolloin λ :n arvoa muutetaan tietyin, musiikillisesti merkittävien väliajoin tai 2) jatkuvasti, jolloin on vaikeata (lähes mahdotonta) tulkitta efektiä kopan kokoa muuttavana, minkä takia tulos enemminkin värittää vastetta ja muistuttaa phaser-efektiä. Reaaliaikaisessa toteutuksessa on kätevää hallita λ :n arvoa polkimella. Kopan koon muuttamisefektiä voidaan käyttää sekä akustiselle että sähkökitaralle. Lisäksi soitinkoppamalleissa voidaan siirtyä mallista tai soittimesta toiseen (Penttinen – Karjalainen – Härmä 2001a), esimerkiksi kitarasta viulun koppaan.

Yhteenveto

Kaikukoppamallinnusta käytetään kahdessa yhteydessä: (1) kun suodatetaan oikealla soittimella soitettua signaalia ja (2) soitinsynteessin yhteydessä. Kaikukoppamalleja voi käyttää minkä tahansa sellaisen soittimen yhteydessä, jossa kaikukoppa värittää ja vahvistaa soittimen ääntä. Tässä artikkelissa keskityttiin esimerkkeihin, jotka soveltuvat erityisesti kitaralle.

Akustisen kitaran kuivalta ja elottomalta kuulostavaa tallamikrofonisignaalia saadaan parannettua digitaalisuotimilla, jolloin havaittu vaste kuulostaa enemmän akustiselta kitaralta kuin käsittelemätön signaali. Menetelmää voidaan soveltaa myös sähkökitaraan, jonka ansiosta sähkökitara saadaan kuulostamaan lähes akustiselta kitaralta. Näihin kaikukoppamalleihin voidaan soveltaa varpatuja suodinrakenteita, joiden avulla havaittua kitaran kaikukopan kokoa voidaan muuttaa tai käyttää ajassa muuttuvasti vastetta värittävänä efektinä.

Akustisen kitaran tapauksessa koppasuodin lisää kiertoherkkyyttä, koska se vahvistaa voimakkaasti muutamia pientaajuisia resonansseja. Tilannetta voidaan korjata kapealla kaistanestosuotimella, joka vaimentaa resonansseja, mutta tällöin kumotaan osittain jo saavutettuja etuja. Silti kaikukoppaefektit ovat käyttökelpoinen lisä kitaristien efektiarsenaaliin.

Kirjallisuus

- Bank, Balász 2000. *Physics-Based Sound Synthesis of the Piano*. Master's thesis, Budapest University of Technology and Economics, Department of Measurement and Information Systems. Teknillinen korkeakoulu, akustiikan ja äänenkäsittelytekniikan laboratorion julkaisusarjan raportti 54. Espoo: Teknillinen korkeakoulu.
- Bank, Balász – Giovanni D. Poli – Laszlo Sujbert 2002. A Multi-Rate Approach to Instrument Body Modeling for Real-Time Sound Synthesis Applications. *112th Audio Engineering Society (AES) Convention* (Munich, Germany). Preprint 5526.
- Gardner, William G. 1998. Reverberation algorithms. *Applications of Digital Signal Processing to Audio and Acoustics*. Ed. M. Kahrs & K. Brandenburg. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers. 85–131.
- Härmä, Aki – Matti Karjalainen – Lauri Savioja – Vesa Välimäki – Unto K. Laine – Jyri Huopaniemi 2000. Frequency-warped signal processing for audio applications. *Journal of the Audio Engineering Society* 48 (11): 1011–1031.
- Jot, Jean-Marc & Antoine Chaigne 1991. Digital Delay Networks for Designing Artificial Reverberators. *90th Audio Engineering Society (AES) Convention* (Paris, France). Preprint 3030.
- Jungmann, Thomas 1994. *Theoretical and Practical Studies on the Behaviour of Electric Guitar Pick-ups*. Diploma thesis, Fachhochschule Kempten.
- Karjalainen, Matti 1996. Warped Filter Design for the Body Modeling and Sound Synthesis of String Instruments. *Proceedings of the Nordic Acoustical Meeting (NAM '96)* (Helsinki, Finland). Ed. Klaus Riedemer & Tapio Lahti. Helsinki: Acoustical Society of Finland. 445–453.
- Karjalainen, Matti & Julius O. Smith 1996. Body Modeling Techniques for String Instrument Synthesis. *Proceedings of the 1996 International Computer Music Conference (ICMC)* (Hong Kong). San Francisco, CA: Computer Music Association. 232–239.
- Karjalainen, Matti – Henri Penttinen – Vesa Välimäki 1999. More acoustic sounding timbre from guitar pickups. *Proceedings of the COST-G6 Conference on Digital Audio Effects DAFx'99* (Trondheim, Norway). 9–11.
- Karjalainen, Matti – Vesa Välimäki – Henri Penttinen – Harri Saastamoinen 2000a. DSP Equalization of Electret Film Pickup for the Acoustic Guitar. *Journal of the Audio Engineering Society* 48 (12): 1183–1193.
- Karjalainen, Matti – Henri Penttinen – Vesa Välimäki 2000b. Acoustic Sound from the Electric Guitar Using DSP Techniques. *International conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2000)* (Istanbul, Turkey). New York, NY: IEEE Publishing Services. 773–776.
- Mathews, Max & J. Kohut 1973. Electronic Simulation of Violin Resonances. *Journal of the Acoustical Society of America* 53 (6): 1620–1626.
- Mathworks, Inc. 1996. *Using MATLAB*.
- Orfanidis, Sophocles J. 1996. *Introduction to Signal Processing*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Penttinen, Henri 2002. *Acoustic Timbre Enhancement of Guitar Pickup Signals with Digital Filters*. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Akustiikan ja äänenkäsittelytekniikan laboratorio. Saatavana internet-osoitteessa: <http://www.acoustics.hut.fi/publications/>.
- Penttinen, Henri – Matti Karjalainen – Aki Härmä 2000. Digital guitar body mode modulation with one driving parameter. *Proceedings of the COST-G6 Conference on Digital Audio Effects (DAFx'00)* (Verona, Italy). 31–36. Saatavana internet-osoitteesta: http://www.acoustics.hut.fi/~hpenttin/publications/dafx00_henripenttinen.pdf.

- 2001a. Morphing Instrument Body Models. *Proceedings of the COST-G6 Conference on Digital Audio Effects (DAFx'01)* (Limerick, Ireland). 50–54. Saatavana Internet-osoitteesta http://www.acoustics.hut.fi/~hpenttin/publications/dafx01_morphing_penttinen.pdf.
- Penttinen, Henri – Matti Karjalainen – Tuomas Paatero – Hanna Järveläinen 2001b. New techniques to model reverberant instrument body responses. *Proceedings of the 2001 International Computer Music Conference (ICMC)* (Havana, Cuba). 182–185. Saatavana internet-osoitteesta: http://www.acoustics.hut.fi/~hpenttin/publications/icmc01_hpenttinen_bodymodeltechniques.pdf.
- Penttinen, Henri – Vesa Välimäki – Matti Karjalainen 2000. A digital filtering approach to obtain a more acoustic timbre for an electric guitar. *Proceedings of the 10th European Signal Processing Conference (EUSIPCO'00)* (Tampere, Finland), Vol. 4. Tampere: Tampere University of Technology. 2233–2236.
- Rabiner, Lawrence & Charles M. Rader (eds.) 1972. *Digital Signal Processing*. New York, NY: IEEE Press.
- Roads, Curtis 1995. *The Computer Music Tutorial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schüssler, W. & W. Winkelkemper 1970. Variable Digital Filters. *AEÜ – International Journal of Electronics and Communications* 24: 524–525. Julkaistu uudelleen teoksessa ks. Rabiner ja Rader (eds.) 1972.
- Smith, Julius O. 1983. *Techniques for Digital Filter Design and System Identification with Application to the Violin*. Doctoral thesis. Stanford University, CA.
- Strube, Hans Werner 1980. Linear Prediction on a Warped Frequency Scale. *Journal of the Acoustical Society of America* 68 (4): 1071–1076.
- Välimäki, Vesa 2004. Physics-Based Modeling of Musical Instruments. *Acta Acustica united with Acustica* 90 (4): 611–617.
- Välimäki, Vesa – Henri Penttinen – Jonte Knif – Mikael Laurson – Cumfur Erkut 2003. Cembalon äänen analyysi ja synteesi *Akustiikkapäivät 2003* (Turku). 129–134. Saatavana internet-osoitteesta: http://www.acoustics.hut.fi/asf/publicat/akup03/aku03_129-134.pdf.
- 2004. Sound Synthesis of the Harpsichord Using a Computationally Efficient Physical Model. *EURASIP – Journal on Applied Signal Processing* 7 ("Model-based sound synthesis"): 934–948.
- Väänänen, Riitta – Vesa Välimäki – Jyri Huopaniemi – Matti Karjalainen 1997. Efficient and Parametric Reverberator for Room Acoustics Modeling. *Proceedings of the 1997 International Computer Music Conference ICMC'97* (Thessaloniki, Hellas). San Francisco, CA: Computer Music Association. 200–203.

Henri Penttinen (henri.penttinen@hut.fi) toimii Teknillisen korkeakoulun akustikan ja äänenkäsittelytekniikan laboratoriossa.

Sound effects for musical instruments with body models

The music and film industry uses a great deal of effects on the sound track to affect its timbre and make it livelier. This article discusses new sound effects that are based on instrument body models represented as digital filters. The emphasis in this article is on effects suited for modifying the sound of a guitar.

However, any instrument that has a soundbox that changes the characteristics of its sound can be used, such as the piano, violin, and acoustic bass.

Instrument body models can be used in two ways: (I) when filtering the signal of a real instrument, or (II) as a part of a sound synthesis algorithm. The signal of a contact microphone attached to an acoustic guitar is somewhat dry, since it does not detect the soundbox of the instrument. With a body model this dry signal can be made to sound like a real acoustic guitar. Also in the case of an electric guitar it can be sound more like an acoustic with a help of a proper body model filter. The filter structure of these models can be implemented as frequency warped filters. This enables to change the perceived size of the guitar body or use it as time-varying effect.

Sound examples related to this article can be found on the internet at <http://www.acoustics.hut.fi/publications/papers/musiikkilehti/kaikukoppamallinnus/>

Epämuodolliset verkkoyhteisöt musiikin oppimisympäristöinä

Tapaus mikseri.net

Miikka Salavuo ja Päivi Häkkinen¹

Johdanto

Tietoverkot ovat hiljalleen vakiinnuttamassa asemaansa viihteen, uutisten ja kaupankäynnin lisäksi myös oppimisen ympäristönä. Esimerkiksi oppilaitoksissa käytetään erilaisia oppimisolustasovelluksia, joihin tuotetaan oppimateriaalia ja pyritään luomaan edellytyksiä vuorovaikutuksen syntymiselle.² Kuitenkin merkittävä osa musiikin oppimisesta ja musiikillisesta toiminnasta on aina tapahtunut ja tulee tapahtumaan muodollisen institutionaalisen koulutuksen ulkopuolella muunlaisen toiminnan ja erilaisiin yhteisöihin osallistumisen kautta. Tietoverkkojen arkipäiväistyessä ennen kaikkea *world wide web* (www) on tarjonnut uudenlaisia mahdollisuuksia hankkia tietoa ja olla vuorovaikutuksessa samoista asioista kiinnostuneiden ihmisten kanssa maailmanlaajuisestikin. Internetin www-sivuilla toimii lukemattomia yhteisöjä, joissa jaetaan tietoa hyvinkin spesifeistä aiheista. Useimmat yhteisölliset verkkosivustot rakentuvat lähinnä keskustelufoorumeista, mutta musiikin alueella ne voivat sisältää myös muuta toimintaa: esimerkiksi omien tuotosten esille tuomista audiitiivisessa tai audiovisuaalisessa muodossa, niistä keskustelemista ja jopa yhteistoiminnallista musiikin tuottamista. Videovälitteinen vuorovaikutus IP- tai ISDN-pohjaisilla laitteistoilla ja tietokoneiden web-kameroilla on myös luonut uusia mahdollisuuksia tosiaikaiseen yhteisölliseen musiikilliseen toimintaan.

Samalla kun nykyään lähes kaikessa musiikin tuottamisessa hyödynnetään digitaalista teknologiaa, tietoverkot ovat tarjonneet uusia välineitä ja muotoja paitsi yhteisölliselle musiikilliselle toiminnalle myös *oppimiselle*. Audiovisuaalisen tiedon esittämistä tukevana ympäristönä ne luovat uusia mahdollisuuksia sekä itsenäiselle että yhteisölliselle – sekä muodolliselle että epämuodolliselle, institutionaaliselle ja ei-institutionaaliselle – musiikin oppimiselle. Tietoverkot eivät toimintaympäristönä tietenkään luo täysin samanlaista tilannetta kuin kas-

¹ Tutkimus on toteutettu tutkijatriangulaation menetelmällä. Artikkelin vastuullinen kirjoittaja on Miikka Salavuo. Professori Päivi Häkkinen on toiminut toisena tutkijana analyysin toteuttamisessa ja tekstin muokkauksessa.

² Vrt. Leena Unkari-Virtasen artikkeli tässä numerossa.

vokkaiset musisointi-, opetus- tms. tilanteet. Esimerkiksi tosiaikainen musisointi tietoverkkojen välityksellä on vasta kokeiluasteella. Nykyiset tiedon tilannesidonnaista luonnetta ja aktiivista yhteisöllistä oppimista korostavat oppimiskäsitykset antavat kuitenkin tukea ajatuksille tietoverkosta ja ennen kaikkea www:stä yhteisön toimintaa laajentavana ja edistävänä toimintaympäristönä, jolla on myös tarjota sellaisia mahdollisuuksia, joita perinteisessä kasvokkaisessa oppimistilanteessa ei ole.

Tässä artikkelissa tarkastellaan yhdeltä kannalta tietoverkkojen ja arkipäiväistyvän musiikkiteknologian tuomia muutoksia musiikilliseen toiminta- ja oppimiskulttuuriin. Tutkimus kohdistuu *epämuodollisten verkkoyleisöjen* arvoon ja mahdollisuuksiin musiikillisessa toiminnassa, oppimisessa, tiedonhankinnassa ja -jakamisessa. Esimerkinä tarkastellaan suosittua suomalaista mikseri.net-sivustoa³. Mikseri.net on erityisesti nuorten musiikin harrastajien suosima sivusto, jossa keskustellaan musiikkiin liittyvistä asioista ja jaetaan sivuston käyttäjien tuottamaa musiikkia. Analysoimalla sivuston keskustelufoorumin keskusteluja pyritään oppimiskäytännöiden kriteerien pohjalta selvittämään, tapahtuuko ympäristössä oppimiseen viittaavaa toimintaa. Tarkoituksena ei ole paneutua yksityiskohtaisesti sivuston, sen keskustelujen tai yksittäisten viestien ominaisuuksiin vaan antaa yleiskuva tietystä musiikkikulttuurin murroksesta ja yhdestä sitä hyvin kuvaavasta ilmiöstä. Pyrimme osoittamaan, että epämuodollisella oppimisen kentällä on ennen kaikkea verkkoympäristöjen myötä suurempi merkitys musiikin oppimisessa kuin mitä muodollisen opetuksen kentällä usein ymmärretäänkään. Muodollisella eli formaalilla musiikin oppimisella tarkoitetaan tässä artikkelissa koulutusinstituutioissa tapahtuvaa, johonkin opetussuunnitelmaan perustuvaa oppimistoimintaa. Muodollinen musiikillinen tieto sisältää verbaaleja totuuksia, käsitteitä, kuvauksia ja teorioita, eli kirjallista musiikkiteoriaa (Elliot 1995, 60). Sillä tarkoitetaan esimerkiksi musiikin teoriaan tai historiaan liittyvää tietoa. Epämuodollisella oppimisella viitataan taas tarvelähtöiseen ja harrastuksenomaiseen toimintaan, jossa tavoitteena ei ole esimerkiksi kurssisuorituksen saavuttaminen (tai muu vastaava auktoriteetin asettama tavoite). Epämuodollinen musiikillinen tieto, jota David Elliot vertaa maalaisjärkeen, on usein implisiittistä ja nonverbaalia tietoa musiikkista. (Elliot 1995, 62–64.) Oppilaitoksissa tapahtuvan opiskelun ohessa voi luonnollisesti tapahtua myös epämuodollista oppimiseen johtavaa toimintaa. Koulujen bändit ovat yksi esimerkki muodollisen ja epämuodollisen välimaastossa tapahtuvasta toiminnasta. Selkeää rajaa termien välille on siis joskus vaikea vetää.

Organisoidulla epämuodollisella oppimisella tarkoitetaan oppimista, jota tapahtuu esimerkiksi koulujen järjestämällä retkillä museoihin, konsertteihin, kasvitieteelliseen puutarhaan tai vaikkapa tiedekeskuksiin (ILE 2000). Oppimista tapahtuu kuitenkin merkittävästi itsestään tilanteissa, joissa kukaan ei varsinaisesti koe olevansa oppimassa: oppimistutkimuksen parissa puhutaan *elinikäisestä oppimisesta, työssäoppimisesta sekä implisiittisestä oppimisesta*. Täl-

³ <http://www.mikseri.net>

löin oppiminen voi olla hyvinkin itseohjautuvaa, mikä kuitenkin edellyttää oppijalta motivaatiota ja itsesäätelytaitoja sekä metakognitiivisia taitoja havaita tiedollisia puutteitaan ja suhtautua lähteisiin kriittisesti. Epämuodollisiin yhteisöihin osallistuvalla oppijalla on yleensä omista tarpeista lähtenyt selkeä halu oppia, mikä on syntynyt esimerkiksi eteen tulleesta ongelmasta tai tarpeesta jakaa omia kokemuksiaan vertaistensa kanssa. Donald A. Norman (1993) korostaa juuri epämuodollisen oppimisen itsesäätelyä ja motivoitunutta luonnetta sosiaalisuuden ja paikkaan sitoutumattomuuden ohella.

Koulujen ja musiikkioppilaitosten merkitystä kulttuurin arvojen ylläpitäjänä ja välittäjänä sekä musiikillisten valmiuksien tarjoajana ei tietenkään voi väheksyä. Arvosanojen ja tutkintojen suorittamiseen perustuva muodollinen koulutus kykenee kuitenkin tarjoamaan useimmille nuorille vain pohjatietoa ja lähtökohtia aktiiviselle koulun ulkopuoliselle toiminnalle. Koulujen yleisivistävä koulutus – muutama kymmenen kontaktiopetustuntia vuodessa – ei kykene tarjoamaan riittävästi muodollistakaan musiikinopetusta innokkaille harrastajille, puhumattakaan aktiivisessa musisoinnissa tarvittavia valmiuksia. (Hallam 2001, 69; Regelski 2000.) Musiikkioppilaitosjärjestelmän piiriin taas eivät kaikki halukkaat pääse tai edes ymmärrä yrittää hakeutua. Koulun ja musiikkioppilaitostenkin musiikinopetuksessa tulisikin kiinnittää huomiota itsenäiseen toimintaan vaadittavien tietojen hankintaan.

Muodollinen musiikinopetus on yleensä erottanut musiikin luomisen (säveltäminen, improvisointi) ja esittämisen toisistaan. Epämuodollisessa toiminnassa rajat musiikin luomisen ja esittämisen välillä ovat liukuvampia – muun muassa nuorten innokkaasti käyttöön ottaman teknologian ansiosta. Musiikin oppimista tapahtuukin merkittävästi epämuodollisissa tilanteissa, joissa motivoituneet nuoret toimivat aktiivisesti omien tavoitteidensa ja tarpeidensa pohjalta. Tällöin ensisijainen tarkoitus ei ole ”oppia” musiikkia sanan perinteisessä mielessä vaan osallistua musiikilliseen toimintaan (Folkestad 1998, 99; Green 2001). Musiikkia opitaan implisiittisesti ja automaattisesti koko elämän ajan kulttuurissa toimimisen kautta. Osallistuminen erilaisiin aktiviteetteihin aina musiikin kuuntelusta ammattimaiseen soittamiseen vaikuttaa musiikillisen asiantuntijuuden eli kompetenssin kehitykseen. (Hallam 2001, 64.)

Monet tutkimukset osoittavat nuorten harrastavan musiikkia itsenäisesti hyvinkin aktiivisesti (esim. Boal-Palheiros & Hargreaves 2001; Lamont et al. 2003). Lucy Green (2001) havaitsi eri ikäisiä englantilaisia pop-muusikoita tutkiessaan suurimman osan heistä olevan itseoppineita. He eivät kokeneet edes oppineensa musiikkia, sillä he katsoivat oppimisen käsitteen kuvaavan muodollisissa tilanteissa tapahtuvaa suorituksiin tähtäävää oppimista. Usein nuoret arvostavat muodollista koulutusta mutteivät välttämättä osaa yhdistää sitä omaan musiikilliseen toimintaansa (Green 2001; Lamont et al. 2003). Tässä artikkelissa keskitytään nimenomaan epämuodolliseen musiikin oppimiseen – joka tämän artikkelin näkökulmasta on nuoren kokonaisvaltaisessa musiikillisessa kehityksessä yhtä merkittävällä sijalla kuin muodollinen opetuskin. Aihetta lähestytään erityisesti oppimistutkimuksen ja modernien oppimiskäsitteiden, kuten oppimisen tilannesidonnaisuuden (esim. J. S. Brown et al. 1989),

yhteisöllisen oppimisen (esim. Dillenbourg 1999) ja tiedonrakentamisen (Bereiter 2002) käsitteiden kautta.

Yhteisöllinen oppiminen ja tiedonrakentaminen verkossa

Situationaalisen oppimiskäsityksen mukaan oppiminen ymmärretään, pikemminkin kuin sisäistämisprosessina, elinikäisenä ja jatkuvasti *syvenevänä osallistumisprosessina*, joka tapahtuu aktiivisen toiminnan kautta ja johon vaikuttavat ratkaisevasti oppimisyhteisössä vallitsevat tekijät. Tämä osaltaan siirtää painoa muodollisesta oppimisesta myös epämuodollisen oppimisen tarkasteluun. Oppimisen tavoitteena nähdään yhteisön rakentaminen ja oppijoiden identiteetin kehittyminen ihmisten sekä ihmisten ja erilaisten objektien välisessä vuorovaikutuksessa. (J. S. Brown et al. 1989, 34; Greeno 1997, 7–10; Lave & Wenger 1991, 29–31; Sfard 1998, 6–7.) Tässä perspektiivissä tietoa ja käsitteitä ei nähdä ihmisen mielessä sijaitsevinä pysyvinä objekteina. Yhteisön toiminnan puitteissa oppimista tapahtuu usein huomaamattakin: hiljaista tietoa omaksumaan osallistumisen kautta, ja se on tärkeää, jotta kyetään toimimaan tietyllä kentällä. (Bereiter 2002, 51–52; Wilson & Myers 2000, 77.) Carl Bereiterin (2002) mukaan erilaiset yhteisöt voidaan nähdä objekteina, jotka ovat luoneet juuri sille ominaista implisiittistä taitoihin liittyvää tietoa. Esimerkiksi koulun ulkopuolella toimivissa yhtyeissä tai epämuodollisissa verkkoyhteisöissä toimiessaan nuoret eivät käyttäydy kuten koulussa vaan kyseisen yhteisön toimintakulttuurin mukaisesti sen jäsenten rooleissa. He osallistuvat yhteisön toimintaan, koska se tuottaa heille iloa tai he kokevat siitä hyötyvänsä. Tällaisia yhteisöjä kutsutaan *käytäntöyhteisöiksi* (engl. *communities of practice*).

Yhteisöllisessä *tiedonrakentamisessa* tavoitteena on yhteisen, ryhmälle uuden tiedon tuottaminen ja kehittäminen, ei niinkään jo olemassa olevan tiedon omaksuminen. Tiedonrakentamisympäristöissä tiedon muistamisen harjoittelun sijaan opiskelijat tuottavat tietoa aikaisemman tiedon pohjalta sosiaalisesti hajautetun ja tutkivan oppimisen myötä. Toistensa lisäksi opiskelijat hyödyntävät ulkoisia lähteitä. Uutta tietoa syntyy esimerkiksi käsitteiden määrittelyn, ideoiden kehittelyn, testauksen, selvittämisen ja kriittisen ajattelun avulla. (Bereiter 2002; Scardamalia & Bereiter 1996, 253–257.) Bereiterin (2002) mukaan tiedonrakentamiseen tähtäävät keskustelut tapahtuvat usein institutionaalisen opetuksen ulkopuolella oppijoiden kesken tai opettajan osallistuessa epämuodolliseen ja vähemmän koulumaiseen keskusteluun. Myös verkkokeskusteluissa esiintyy prosesseja, jotka johtavat tiedonrakentamiseen.

Yhteisöllistä toimintaa korostavan oppimiskäsityksen mukaan oppimista ei tapahdu siksi, että oppijat ovat sosiaalisessa vuorovaikutuksessa, vaan siksi, että he siinä suorittavat tietynlaisia toimenpiteitä, jotka asteittain johtavat yhteisen ymmärryksen syntymiseen ja syvenemiseen (Dillenbourg 1999, 6). Tässä prosessissa *kysellään, selitetään, selvennetään ja luodaan yhteenvedoja* opittavasta

aiheesta ja sekä kysyjä että selittäjä hyötyvät tilanteesta. (A. L. Brown et al. 1993, 195–196; A. L. Brown & Campione 1994, 232–233.) Kysyjä odottaa kysymykseensä ymmärrettävää selitystä. Ellei saatu vastaus ole tarpeeksi selkeä, hän pyytää siihen tarkennusta, jolloin myös vastaaja joutuu tarkentamaan käsityksiään. Kysymysten osoittaminen kokonaisille ryhmille yksilöiden sijaan mahdollistaa kognitiivisen kuorman hajauttamisen koko yhteisön harteille. Kysymykseen voi vastata se, jolla on ensinnäkin tietoa asiasta, toiseksi motivaatiota ja kolmanneksi aikaa osallistua keskusteluun. Toisaalta kysyjä herättää yhteisön halun ratkaista kysymys. (Scardamalia & Bereiter 1999.) Yhteisen prosessin ja dialogin kautta saadaan ongelmiin erilaisia näkökulmia ja ratkaisuja. Sosiaalisessa prosessissa yksilö kykenee sisäistämään sellaisia asioita, mihin hän ei ilman apua kykenisi. (A. L. Brown & Palincsar 1989, 396–397.) Teknologian avulla voidaan verkottuneissa yhteisöissä hajauttaa asiantuntijuutta niin jäsenen kuin ulkopuolistenkin välillä (A. L. Brown et al. 1993, 224–225).

Heather Kanukan ja Terry Andersonin (1998) tutkimuksessa tiedonrakentamista havaittiin tapahtuvan muodollisella verkkokurssilla ainoastaan ristiriitoihin ja eriäviin mielipiteisiin ja käsityksiin liittyvien neuvottelujen ja argumentoinnin kautta. Vivienne Lightin ym. (2000) tutkimus taas osoittaa, että ainakin muodollisissa tilanteissa oppijat pitävät huolta verkkoympäristöön tuottamiensa kontribuutioiden laadusta. He voivat myös edistää tiedonrakentamista esittämällä toisilleen tiedollisia aukkoja tai väärinkäsityksiä paljastavia kysymyksiä. Yhteisöjen jäsenet tuovat epämuodollisiin tilanteisiin mukanaan kullekin yksilöllistä tietoa. Erilaisten mielipiteiden ja näkökulmien pohjalta voi syntyä (sosiokognitiivisia) konflikteja, joita selvennetään esimerkiksi neuvotteluilla. Konfliktit synnyttävät prosesseja, jotka voivat johtaa tietorakenteiden uudelleenmuotoutumiseen. Uusi tulkinta tai konsensus voidaan saavuttaa erilaisia käsityksiä ja näkökulmia yhdistelemällä. Toisaalta vaarana voi olla pyrkimys välttää konflikteja, jolloin lopputulokset voivat olla melko pinnallisia. (Fischer et al. 2002, 214–215.) Jotta oppimisen kannalta tärkeitä strategioita kuten vertailua, neuvotteluja ja argumentointia tapahtuisi, tietoa ja ymmärrystä rakentavalla ryhmällä tulisi olla *kognitiivista diversiteettiä* eli eroja tietorakenteissa. Epämuodollisten yhteisöjen kognitiivinen diversiteetti voikin luoda hyvät puitteet monipuoliselle vuorovaikutukselle. (Häkkinen et al. 2004; Scardamalia & Bereiter 1996.) *Hajautetun asiantuntijuuden* mallin mukaan yksittäisellä yhteisön jäsenellä voi olla jostakin spesifistä asiasta enemmän tietoa kuin muilla jäsenillä yhteensä. Ideaalitulanteessa kaikki yhteisön jäsenet hyötyvät yksittäisten oppijoiden asiantuntijuudesta. (A. L. Brown et al. 1993, 201–203; Hutchins 1995.)

Monet tutkimukset (Bullen 1998; Miyake & Masukawa 2000; Muukkonen ym. 1999) osoittavat, että muodollisen koulutuksen piirissä järjestetyllä verkkoympäristöjä hyödyntävällä kurssilla vuorovaikutus rajoittuu yleensä annettujen tehtävien mukaisiin ja ennalta määriteltyihin keskusteluihin. Oppilaat ovat tottuneet toimimaan oppilaitoksessa sen kulttuurin normien mukaan. Viestit ovat harvemmin sisällöltään uutta tietoa rakentavia vaan käsittelevät lähinnä olemassa olevaa tietoa, kuten Catherine McLoughlinin ja Joe Lucan (2000), Kanukan ja Andersonin (1998) sekä Charlotte Gunawardenan ym. (1997) tutki-

muksista käy ilmi. Näissä tutkimuksissa yliopisto-opiskelijat toivat verkkokeskusteluissa esille omia käsityksiään käsiteltävästä asiasta mutta eivät varsinaisesti kritisoineet tai argumentoineet toistensa kommentteja. Ryhmissä, joissa oppilaat tuntevat toisensa, liiallinen kohteliaisuus voi hidastaa argumentoinnin syntymistä (Veerman ym. 2002, 158–159).

Teknologia, internet ja epämuodollinen musiikin oppiminen

Digitaalisen teknologian soveltaminen musiikillisessa toiminnassa on mullistanut musiikkikulttuuria ja synnyttänyt uusia musiikin genrejä. Samalla se on demokratisoinut musiikillista toimintaa tehdessään esimerkiksi säveltämisen mahdolliseksi yhä useammalle (Savage & Challis 2001, 147). Uusien välineiden avulla soittoteknisten taitojen vaatimukset musiikin tuottamisessa voivat menettää merkitystään, mutta toisaalta niiden tilalle tulevat tietotekniset taidot. Teknologiaa auttavastikin hallitsevalla nuorella voi olla koneellaan virtuaalinen orkesteri, jolta saa välittömän palautteen omista musiikillisista ideoistaan. Omat ideat voidaan myös tuoda internet-sivuilla globaalisti kuultavaksi. On kuitenkin myös huomioitava, ettei kaikilla nuorilla ole mahdollisuuksia tai innostustakaan tieto- ja viestintäteknologian käyttöön. Lisäksi tietoverkoissa toimiminen vaatii nuorelta itseohjautuvan oppimisen ja usein myös englanninkielen taitoja.

Musiikkiteknologisten sovellusten yleistyessä ja musiikin tuottamisen muuttuessa viime vuosina yhä enemmän valmiin materiaalin koostamis-toiminnaksi voidaan teknologia nähdä myös uhkana perinteisille käsityksille luovasta musiisoinnista. On mahdollista, että sellaiset valmiiden materiaalien yhdistelyn mahdollistavat musiikin tuottamisovellukset kuten eJay, Acid tai GarageBand kannustavat luomaan lähinnä tiettyyn genreen luettavaa musiikkia kuten teknoa ja kehittävät lähinnä harrastajan tietoteknisiä taitoja (Hodges 2001, 171–178). Sovellusten avulla musiikin tekeminen voi myös muuttua mekaaniseksi ohjelman komentojen käytöksi, joka ei välttämättä ole kovin musiikillista toimintaa.

Toisaalta Göran Folkestadin (1998, 126) lasten yhteisöllistä säveltämistä käsittelevässä tutkimuksessa tietokone ei ajanut oppilaita käyttämään tiettyjä syntetettisiä ääniä tai luomaan pelkästään tiettyihin genreihin luettavaa musiikkia. Joka tapauksessa erilaiset re-miksaussovellukset tarjoavat heikommin perinteisiä soittimia hallitseville oppijille uusia – enemmän tai vähemmän ”musiikillisia” – mahdollisuuksia ilmaista itseään, mitä voidaan pitää hyvänä kehityssuuntana. Esimerkiksi Folkestadin (1998, 113–115) tutkimukseen osallistuneet teinikäiset oppilaat kykenivät kaikki säveltämään musiikkia tietokoneen avulla *ilman* opettajan ohjausta ja aikaisempaa sävellyskokemusta. Tietokoneen käyttökemuksella ei myöskään ollut merkittävää vaikutusta siihen, miten oppilaat suoriutuivat ja minkälaisia sävellysstrategioita he valitsivat. Nuorilla on usein halu toteuttaa itseään musiikillisesti tavoilla, joihin heidän tekniset taitonsa ja musiikillinen kompetenssinsa luovat rajoitteita. Tässä juuri teknologia voi

auttaa. (Hallam 2001, 71.) Tutkimusten mukaan teknologia-avusteisesti säveltävät nuoret kokevat tekevänsä itsenäisesti ja omistavansa tuottamansa musiikin sen sijaan, että he tuntisivat vain tulkitsevansa jonkun toisen ideoita (Savage & Challis 2001, 142–143; Seddon & O'Neill 2003, 133–134). Teknologian myötä nuori muusikko pääsee lähemmäs niitä käytänteitä, joilla hänen päivittäin kuuntelemaansa musiikkikin on luotu (Folkestad 1998, 99). On kuitenkin huomioitava myös se, että vaikka tekniset apuvälineet tarjoavat musiikinluontimahdollisuuksia nuorille, jotka eivät siihen muuten ryhtyisi, ne voivat mahdollisesti toimia myös toimintaa rajoittavina tekijöinä. Toisin sanoen teknologia voi myös kahlita sellaisia nuoria luomaan musiikkia pelkästään tietokoneiden ääressä, jotka muuten olisivat perustaneet autotallibändin tai liittyneet kasvokkain toimivaan soitin- tai lauluyhtyeeseen.

Internet tarjoaa musiikin harrastajalle runsaasti materiaalia sanoituksista⁴ tabulatuureihin⁵ ja kitaraharjoituksista⁶ muusikoiden elämäkertoihin⁷. Sivustoja on myös jonkin verran arvioitu ja niistä on rakennettu linkkilistoja eri instituutioissa.⁸ Audiovisuaaliset tiedonesitystavat mahdollistavat itsenäisen opiskelun ajasta ja paikasta riippumattomasti. Musiikin alan vuorovaikutteisissa ja yhteisöllisissä www-sivustoissa on havaittavissa kaksi perusympäristötyyppiä: keskustelufoorumit, joissa puhutaan musiikista ja musisoinnista⁹, sekä sivustot, joissa jaetaan omaa musiikkia audio- tai midi-muodossa¹⁰. Sivustoilla voi muodostua epämuodollisia, maantieteellisesti hajautuneita ja voimakkaan kognitiivisen diversiteetin omaavia löyhiä verkostoja. Oppimisen kannalta yhteisöjen ja niissä muodostuvien verkostojen suurimpana ongelmana lienee yleisesti hyväksytyyn tiedollisen auktoriteetin puuttuminen. Vaikka auktoriteetti voi monesti läsnäolollaan aiheuttaa tietynlaista muodollisuuden tunnetta, voi hän auttaa yhteisöä välttämään väärinkäsitysten syntymistä.

Puhuttaessa tietoverkoista musiikin välitysympäristönä lukijalle tulee kuitenkin todennäköisesti ensimmäisenä mieleen ns. vertaisverkot. Niissä käyttäjät jakavat omia ja muilta saamiaan musiikkikokoelmia ilmaiseksi esimerkiksi Kazaa- tai Napster-sovellusten avulla. Toiminnassa on eettisiä ja laillisia ongelmia, ja se on levy-yhtiöiden mukaan vahingoittanut musiikkiteollisuutta ja artisteja. Kaupalliset ympäristöt ovat toisaalta myös ymmärtäneet verkkolevityksen potentiaalin. Huhtikuussa 2004 Apple ilmoitti myyneensä ensimmäisen toimintavuotensa aikana noin 70 miljoonaa musiikkikappaletta iTunes Music Storen

⁴ Esim. <http://www.azlyrics.com/>, <http://www.favoritelyrics.com/>.

⁵ Esim. <http://www.olga.net/>, <http://www.guitar.ch/>.

⁶ Esim. <http://www.wholenote.com>.

⁷ Esimerkkejä linkkilistalta ks. <http://www.jyu.fi/move/guidonet/rockpop.htm>.

⁸ Esim. <http://www.jyu.fi/move/guidonet>.

⁹ Esim. <http://www.rockmusica.net/keskustelu/>, <http://www.webol.fi/~funkio/keskustelu/>.

¹⁰ Esim. <http://www.city.fi/mp3/>, <http://www.iuma.com/>, <http://www.musicianmp3.com/>.

kautta. Esimerkiksi pienehkössä suomalaisessa kaupungissa asuvalle nuorelle tällaiset palvelut ovat suuri etu, koska siten voi hankkia laillisesti musiikkia, jota ei paikallisista levykaupoista tai marketeista saa. iTunesin käyttäjät voivat myös julkaista omia soittolistojaan ja saada toisiltaan vinkkejä mielenkiintoisista artisteista. Ylipäätään verkkoympäristöjen kautta saatavilla on huomattavasti aiempaa enemmän musiikkia. Se saattaa vaikuttaa merkittävästi eri musiikkikulttuurien kehityksiin, kun vaikutteita otetaan yhä useammista tyyleistä ja kulttuureista.

Internet on tarjonnut uudenlaisen foorumin jakaa omaa musiikkia, keskustella musiikista sekä hankkia musiikkiin liittyvää tietoa. Yhtye voi lähettää demonsa esimerkiksi *Soundi*-lehden Demoefekti-palveluun¹¹ tai musikoiden.net sivustolle arvioitavaksi. Osa internetin musiikkisivustoista on luotu tietyllä ohjelmistolla tuotetun musiikin jakamiseen. Sellaisia ovat muun muassa Acid-ohjelmalla¹² sekä Applen GarageBand-sovelluksella tuotetulle musiikille rakennetut sivustot¹³. Musiikin levitysmahdollisuuksien lisääntyminen voi kasvattaa myös motivaatiota ja tarvetta itsenäiseen musiikin tuottamiseen. Ollaanko palaamassa takaisin trubaduuriin aikaan?

Musiikin levitysmahdollisuudet internetissä ovat luoneet myös uudet markkinat levy-yhtiöistä riippumattomille *indie*-julkaisuille, etenkin marginaalisempien musiikkien kohdalla. Internetissä on myös sivustoja, joissa levitetään ja arvostellaan nimenomaan sivuston käyttäjien omaa musiikkia.¹⁴ Tekijänoikeuskorvauksista ei tällöin tarvitse huolehtia, koska tekijät eivät yleensä ole tekijänoikeusjärjestöjen asiakkaita ja haluavat luovuttaa musiikkiaan kuunneltavaksi maksutta. Sivustoihin voidaan liittää myös internet-radioasemia, jotka soittavat sivuston käyttäjien tuottamaa ja arvostelemaa musiikkia. Musiikkia voidaan myydä tietokoneohjelmien tavoin shareware- tai donationware-kategoriassa. On mahdollista, että levy-yhtiötkin tuottavat voittoa nykyisin yhden suuren tähden sijaan pikemminkin lukemattomien yhtyeiden verkossa levitettyllä musiikilla. Internet on luonut uudenlaiset mahdollisuudet kenelle tahansa markkinoida ja levittää omaa musiikkiaan sekä saada jatkuvaa palautetta kuulijoilta.

Näissä ympäristöissä käyttäjillä on jo olemassa sosiaalinen ja emotionaalinen tarve osallistua yhteisön toimintaan. Tarve voi pitää sisällään halua oppia tai hankkia vahvistusta omiin tietoihinsa, tarvetta saavuttaa hyväksyntää ja tiettyä asemaa yhteisössä. Tarve voi vahvistua ja saavuttaa riippuvuuttakin muistuttavia piirteitä. Toistaiseksi on kuitenkin melko vähän tutkimuksellista näyttöä siitä, että verkko yhteisöt vähentäisivät merkittävästi kasvokkaisia sosiaalisia kontakteja. Sen sijaan on paljon todisteita siitä, että verkko yhteisöissä tapaavat ihmiset tapaavat toisiaan myös kasvokkain.

¹¹ <http://www.soundi.fi/demoefekti.html>.

¹² <http://www.acidplanet.com>.

¹³ <http://www.icompositions.com>, <http://www.macband.com>.

¹⁴ Esim. <http://music.download.com/>, <http://www.garageband.com>.

Mikseri.net-sivusto sisältää runsaasti keskusteluja ja käyttäjien tuottamaa musiikkia. Musiikista merkittävä määrä on koneilla tuotettua, mutta perinteisempiäkin bändi-instrumentteja käytetään. Sivuston mukaan se tavoittaa kuu-kaudessa yli 120 000 yksittäistä ihmistä ja kappaleita kuunnellaan miljoona kertaa kuukaudessa. Luku on niin suuri, että sen todenperäisyys on pakko kyseenalaistaa, mutta joka tapauksessa sivustolla on merkittävä käyttäjämäärä. Mikseri.netin keskustelut on jaettu eri aihealueisiin kuten musiikin tekemiseen, aloittelijoiden osastoon, musiikista keskusteluun sekä teknologiaan liittyviin keskusteluihin.¹⁵ Esimerkiksi tutkimusta tehdessä (kesäkuussa 2004) musiikin tekemistä käsittelevässä keskustelussa oli yli 15 000 viestiä ja koko sivustolle oli kirjoitettu peräti 186 000 viestiä; tätä kirjoitettaessa (huhtikuussa 2005) luvut olivat 22 000 ja 330 000 viestiä. Viestit käsittelevät muun muassa erilaisia musiikin tekemisessä tarvittavia teknisiä välineitä ja ohjelmistoja, musiikin tyy-leihin ja musiikin teoriaan liittyviä asioita. Vastaavanlaisella, lähinnä kone- ja tanssimusiikkiin keskittyneellä www.findance.com-sivustolla käydään saman-tyyppisiä keskusteluja, mutta se on selkeästi yhteen genreen suuntautunut eikä siten aivan yhtä suosittu kuin mikseri.net.

Mikseri.net-sivuston tilastot kertovat ilmiön suosiosta ja laajuudesta. Esi-merkiksi yhden viikon tapahtumien tilasto näyttää seuraavalta (3.6.2004):

- 884 uutta kappaletta
- 8 187 kappalearvostelua
- 6 510 kappalekommenttia
- 32 805 pikaviestiä
- 203 uutta käyttäjäkuvaa
- 580 uutta käyttäjätunnusta
- 3 848 viestiä foorumiin

Käyttäjien tekemä musiikki ja sen esittäminen verkossa

Sivuston käyttäjät tuovat sinne runsaasti itse tekemäänsä musiikkia. Kesäkuun alussa vuonna 2004 sieltä löytyi noin 27 000 musiikkiteosta, tätä kirjoitettaessa huhtikuussa 2005 määrä oli 43 372, eli todella merkittävä määrä. Kaikki kappaleet ovat ladattavissa omalle koneelle ja niihin on sisällytetty lyhyt selitys tekijöistä, vaikutteista sekä tekemiseen käytetyistä laitteistosta. Kappaleita voi ladata vapaasti omaan käyttöön, kunhan ei hyödynnä niitä itse kaupallisesti.¹⁶

¹⁵ Näistä puhutaan jatkossa lyhyemmin "alueina".

¹⁶ Kaikki materiaali on sivuston mukaan "suojuuttu tekijänoikeuksilla ja kansainvälisillä sopimuksilla". Tämä ei kuitenkaan välttämättä tarkoita, että käyttäjät olisivat suomalaisten tekijänoikeusjärjestöjen asiakkaita. Juuri lataamisen helppous ja ilmaisuus voi hämärtää käsitystä tekijänoikeuksista.

Musiikki on sivustolla jaoteltu genren ja tyylin mukaan yhdeksään kategoriaan (joista yksi on ”muut”), jotka pitävät sisällään vielä lukuisia alakategorioita. Kappaleen kategorisointi on tekijän määriteltävissä ja siksi subjektiivista ja tuloksinvaraista. Lyhyt kuuntelukierros kertoo, ettei kategorisointi ole kovin tarkkaa. Esimerkiksi blues/jazz-osasto sisältää paljon acid jazzia ja jazz-vaikutteista hiphopia. Eräs irlantilaistyyliseksi reel’iksi luokiteltava kappale oli alternative-osaston classical-kategoriassa. Samalta osastolta löytyi a cappellaksi luokiteltuja kappaleita, joissa oli kuitenkin konemusiikkisäestys ja joista yksi oli pelkästään syntetisaattoreilla toteutettu instrumentaalikappale. Olenaisempaa on siis käyttäjien omat näkemykset tuottamansa musiikin tyyli- ja lajista. Hiphop/rap-kategoriasta löytyy asiaan perehtymättömille varsin vieraita tyylejä tai termejä (alakatgorioita) kuten Turntablism, Beats, Grindcore, Abstract Hiphop ja Dirty Rap. Alternative-osasto sisältää paljon kokeilevaksi musiikiksi luokiteltavia kappaleita sekä muutamia länsimaisen taidemusiikin määritelmään sopivia teoksia. Kategorian ”muut” kappaleista suurin osa on siellä sen takia, ettei tekijä ole osannut nimetä tyyliä. Taulukossa 1 näkyy sivuston pääkategoriat sekä niiden kappalemäärät. Luvut on kuitenkin ymmärrettävä edellä esitettyssä kontekstissa vain suuntaa-antavina.

luokka	kpl-määrä	%
blues/jazz	699	3
funk	137	0,5
hiphop/rap	4 716	17
metalli	3 288	12
pop/rock	2 958	11
electronic	10 727	40
soul/r’n’b	97	0,5
alternative	2 766	10
muut	1 691	6

Taulukko 1. Mikseri.net-sivuston musiikkityylien luokitukset, kappalemäärät sekä niiden prosentuaaliset osuudet (3.6.2004).

Sivustolle liitetyn musiikin tekemisessä on monesti käytetty ohjelmistoja (esim. Acid-, eJay- tai Fruity Loops), joilla yhdistellään ja muokataan valmiita luopeja. Lisäksi löytyi ns. remix-kappaleita eli uudelleen miksatulta versioita jonkin toisen sivustolla esiintyvän yhtyeen kappaleesta. Esimerkiksi Chorale-yhtyeen kappaleesta *Yön susta unta nään* oli kahdeksan muuta yhtyettä tehnyt oman remix-versionsa. Tätä voidaan kutsua yhteisölliseksi musiikilliseksi toiminnaksi, koska yhteisö käsittelee sen sisällä tuotettua musiikkia uudestaan. Chorale-yhtye on sivuston mukaan ”löydetty” mikseri.netistä ja se on sitä kautta saanut levytys sopimuksen. Metall-, pop/rock- ja soul/r’n’b-osastoilla on myös paljon perinteisellä yhtyekokoonpanolla soitettua musiikkia. Osa kappaleista on live-

nauhoituksia. Edullinen digitaalitekнологia on mahdollistanut sen, että kappaleita on helppo nauhoittaa ja tuoda muiden kuultavaksi.

Kappaleista keskustellaan ja niitä arvostellaan sivustolla sekä numeraalisesti että laadullisesti. Niiden perusteella ylläpidetään numeraalisten arvostelujen pohjalta määrittyvää, jatkuvasti päivittyvää top-40-listaa. Arvioivien kommenttien määrä vaihtelee muutamasta yli sataan kappalekohtaiseen kommenttiin riippuen ainakin osin kappaleen tuoreudesta ja toisaalta listasijoituksesta. Sivuston esittelytekstin mukaan ”rekisteröityneet käyttäjät kommentoivat sieltä löytyviä kappaleita yli 25 000 kertaa kuukaudessa”. Arvostelut muistuttavat Levyraati-ohjelman kommentteja mutta sisältävät jonkin verran myös parannus- tai muutosehdotuksia. Hiphop-slangia osaamattoman on vaikea ymmärtää kaikkea kommentteissa esiintyvää tekstiä. Kommenttien merkitys on tekijöiden motivaation kannalta olennainen, saavathan he palautetta ennen kaikkea vertaisiltaan ja potentiaaliselta yleisöltään. Kommentit ovat esimerkiksi seuraavanslaisia:

Yleisiä kommentteja:

– Tykkään täst tosi paljon! Tulee semmonen lämmin kesäpäivä mieleen :) Toi biitti on tosi ihanan kuulonen. Jaah, mitäköhän muuta? Noh, annan ysin!

Sanoituksiin liittyviä kommentteja:

– Hyvät räbät

– Noi sanat jankkaa tota samaa, eikä niistä kovasti mitään sanomaakaan löydy. Poit-sun räbät oli ihan buenot.

Rohkaisevia:

– Levyä ulos ja lavoille

– Kyllä teistä vielä jotain tulee :)

– Mahtava biisi. Sulla on kyl mahtava ääni. Jatka ihmeessä R'n'B:n tekoa!

Musiikillisia:

– Snare on liian kovalla

– Hyvä biitti

– Fätimmät rummut ja beissi, nii tulee helmi... :)

– Ällöttävän diskanttipainotteinen ja yltiöpakattu ääni. Hirvittävän pakotetun suppean kuulloista ääntä, ällöttävää. Teki biisin kuuntelustakin kovin vaikeaa, ja etenkin siitä nauttimisesta. Kovin neutraalin kuulloinen biisi noin muuten, kaiketi vähän liian ’muusikkomusiikkia’ minulle, minkäänlaista tunnetta kun ei minulle asti tästä välittynyt.

Musiikki liittyy useissa kulttuureissa yhteisöllisyyttä korostaviin kollektiivisiin tapahtumiin kuten esimerkiksi uskonnollisiin ja sotilaallisiin rituaaleihin ja tässä valossa voidaan tarkastella myös musiikillisia verkkoyhteisöjä. Verkkoyhteisöt kuten mikseri.net sekä yhtyeet, kuorot ja orkesteritkin ovat sosiaalisia ryhmiä,

joihin monet liittyvät juuri yhteisöllisyyden ja yhteenkuuluvuuden tunteen vuoksi (vrt. Crozier 1997, 67; Järviluoma 1997). Arkisuutensa ja epämuodollisuutensa vuoksi sen yhteisöllistä musiikillista toimintaa voisi verrata myös esimerkiksi autotallibändi-kulttuuriin (vrt. Green 2001). Luonteeltaan sosiaalisen käytäntönä musiikin tuottaminen on monesti *yhteisöllisen toiminnan* tulos, mikä verkossa toimivissa musiikillisissa yhteisöissä entisestäänkin korostuu. Yksinkin luotu musiikki saa (kulttuurissa) sävellyksen statuksen vasta, kun se näytetään tai esitetään jollekin yhteisölle (Faulkner 2003, 115). Yhteisön monimuotoisuus vaikuttaa myös musiikin monimuotoistumiseen. Toisaalta usein yhteisö määrittelee sen, minkä tyylistä musiikkia sen parissa on sopivaa harrastaa (Davidson et al. 1997, 200).

Kiinnostavaa on, että useissa tutkimuksissa on osoitettu etenkin nuorempien oppijien kykenevän yhteisölliseen säveltämiseen (Wiggins 1999; Faulkner 2003). Morgan ym. (2000) havaitsivat yhdessä säveltävien lasten vaihtavan ideoita selvästi enemmän musiikin kuin puheen kautta. Lapset tavallaan loivat jaettua sosiaalista todellisuutta ulkoistamalla omia representaatioitaan muille ja muodostamalla niistä yhteistä kokonaisuutta. Nykyinen suuntaus tuottaa musiikkia omassa kotistudiossa ei pidä sisällään välttämättä yhtä paljon yhteisöllistä toimintaa kuin esimerkiksi yhtyeissä tapahtuva toiminta. Siten teknologian luomat mahdollisuudet voivat toisaalta vähentää musiikillista toimintaa luonnehtivien sosiaalisten kontaktien tarvetta (Green 2001, 77; Hodges 2001, 176). Toisaalta taas tietoverkot mahdollistavat uudenlaisia kontakteja sekä yhteisöllistä musiikillista toimintaa. Tietoverkoissa nuori muusikko ei ole välttämättä riippuvainen lähellään toimivan yhteisön normeista ja esimerkiksi musiikki- mausta. Musiikkia voidaan luoda esimerkiksi yhteistoiminnallisesti lyhyistä eri muusikoiden tuottamista sekvensseistä ajasta ja maantieteellisestä sijainnista riippumatta (Hodges 2001, 176). Mikseri.net tarjoaa musiikin harrastajalle paitsi motivoivan ympäristön jakaa omaa musiikkiaan, myös mahdollisuuden laajentaa sosiaalista musiikillista toimintaansa perinteisen fyysisen ympäristön ulkopuolelle.

Vuorovaikutus tarvelähtöisessä verkko yhteisössä: mikseri.net:in keskustelualueet

Monissa internetissä toimivissa yhteisöissä käsitellään ja vaihdetaan merkityksellistä tietoa sekä kysellään neuvoja kokeneemmilta. Spesifien alojen harrastajat voivat verkon kautta löytää toisensa ja muodostaa määrällisesti ja tiedollisesti jatkuvasti laajenevan yhteisön. Yhteisön sisälle muodostuu hiljalleen käsitys sen jäsenten tiedoista, ja jäsenet saavat usein tietyn implisiittisen tai eksplisiittisen maineen ja roolin. Innokkaista noviiseista voi tulla hiljalleen asiantuntijajäseniä heidän oppiessaan kokeneemmilta jäseniltä. Tällaista jaettua ja hajautettua asiantuntijuutta sisältävää yhteisöllisyyttä voi olla vaikea soveltaa muodollisissa koulutuksissa, johon on vahvasti sisäänrakennettu tietyt roolit ja

perinteet. Epämuodollisten yhteisöjen ongelmana taas ovat syntyneet väärinkäsitykset, epätarkka ja väärä tieto, jotka ilman asiantuntijan läsnäoloa saattavat jäädä elämään totuutena.

Epämuodollisissa verkkoyhteisöissä keskustelut syntyvät motivoituneiden keskustelijoiden tarpeista kysyä tai tuoda esiin tietoa. Ajatuksia tai kysymyksiä voi esittää juuri silloin, kun niitä tulee esiin. Yhteisöllisyyden ja läsnäolon tunnetta voidaan lisätä tekemällä käyttäjistä esittelysivut, mitkä tekevät käyttäjistä toisilleen tutumpia. Jonkinasteinen anonymiteetti on silti mahdollista säilyttää, jotta kysymyksiä voidaan esittää vapaammin ja ilman suurta pelkoa itsensä nolaamisesta. Anonymiteetti voi mahdollistaa ankarankin argumentoinnin, koska käyttäjän ei tarvitse huolehtia sen seurauksista verkkoyhteisön ulkopuolisessa arkielämässään.

Mikseri.net:issä käyty keskustelu on erittäin aktiivista. Tätä kirjoitettaessa sivustolla oli yleensä 600–800 samanaikaista käyttäjää ja uusimpien viestiketjujen¹⁷ kaikki viestit oli kirjoitettu yhden vuorokauden tai edellisten päivien aikana. Aktiivisimmat jäsenet ovat lähettäneet toista tuhatta viestiä ja vastailevat tiiviisti muiden esittämiin kysymyksiin. Osa keskustelijoista on kirjoitusaktiivisuuksensa ja kommenttiansa laadun perusteella saavuttanut asiantuntijuusaseman, joka osoitetaan keskustelualueella erilaisina käyttäjästatuksina. Tämä luo mahdollisuuksia hajautetulle asiantuntijuudelle sekä esimerkiksi kyselemällä ja selittämällä oppimiseen. Osa viesteistä sisältää vitsejä tai pientä kiusantekoaikin, mutta suurimmassa osassa vastataan tai yritetään vastata esitettyihin kysymyksiin. Kaikki vastaukset eivät ole kovin hyödyllisiä ja jotkut sisältävät selvästi vääriä tai epätosia vastauksia. Toisaalta autoritäärisen asiantuntijan puuttuminen luo käyttäjille ilmaisuvapautta.

Mikseri.net-sivuston keskustelufoorumista valitsimme tarkasteltavaksi sellaiset alueet, joissa voitiin olettaa esiintyvän oppimiseen viittaavia keskusteluja. Kahdestatoista sivustolla nimetystä alueesta valitsimme tarkasteltaviksi ”Musii-kin tekeminen”- ja ”Aloittelijat”-alueet.¹⁸ Tarkastelun kohteena olivat kokonaiset *viestiketjut*, ei niinkään yksittäiset viestit. Molemmilta alueilta valittiin tarkasteluhetkellä viisitoista uusinta ketjua, pois lukien ne ketjut, joissa oli kuusi viestiä tai vähemmän (keskimääräinen viestien lukumäärä ”Musii-kin tekeminen”-ketjussa oli 34 ja ”Aloittelijat”-ketjussa 17). Uusien ketjujen valitsemisella pyrittiin tietynlaiseen objektiivisuuteen sen sijaan, että olisimme valinneet satojen ket-

¹⁷ Tästä eteenpäin käytetään viestiketjusta lyhennettyä ilmaisua ketju.

¹⁸ ”Musii-kin tekeminen”-alueella keskustellaan eri musiikkityyleistä, kappaleista ja yhtyeistä, ”Software”-alueella eri ohjelmistoista ja ”Hardware”-alueella laitteistoista. ”Yhteistyökumppanin etsijät”-alueella etsitään yhteyseen solistia tai rappaajalle komppitaustojen tekijää. ”Demot”-alueella voi mainostaa omia kappaleitaan, ”Osto&Myynti”-alueella myydään ja ostetaan tavaraa. Kaikkein suosituimmalla ”Gallup”-alueella suoritetaan gallup-kyselyjä. ”Mikseri.net”-alueella kommentoidaan sivustoon liittyviä asioita ja ”Parannusehdotuksissa”-alueella voidaan esittää ehdotuksia. Eniten viestejä on ”Yleistä keskustelua”-alueella.

jujen joukosta itsellemme mieleisimmät. Nimenomaan *ketjuja* tarkastelemalla taas pyrittiin selvittämään sivuston arvoa *tarvelähtöisenä oppimisympäristönä*.

Viestiketjut analysoitiin ensinnäkin etsimällä niistä ennalta määriteltyjen kriteerien perusteella piirteitä, jotka viittaavat selkeästi oppimismahdollisuuksia sisältäviin *prosesseihin*. Tämän lisäksi tarkasteltiin ketjujen (asia)*sisältöjä* etsimällä musiikillista toimintaa, formaalia musiikillista tai musiikkiteknologiaan liittyvää tietoa esille tuovia keskusteluja. Esimerkiksi teknologiasta keskusteleminen synnytti selvästi argumentointia, ja formaalin musiikillisen tiedon oppimiseen viittaavat keskustelut tiedonrakentamista. Taulukossa 2 esitetään tutkittuihin viiteentoista viestiketju-keskusteluun liittyviä tietoja ja analyttisiä huomioita.

Keskusteluissa ilmenevien oppimisprosessien analyysissa käytetyt *kriteerit ja perustelut* ovat seuraavat (suluissa taulukossa käytetty lyhenne):

1. *Yhteisöllinen tiedonrakentaminen (YT)*

- Yhteisö kehittää tietotasoaan vuorovaikutuksen ja kollektiivisen tiedonhankinnan kautta.
- Voidaan todeta, että yhteisön jäsenet omaksuvat uutta tietoa keskustelun aikana ja heidän ymmärryksensä aiheesta syvenee.
- Ketjuissa määritellään ja selvennetään käsitteitä.

2. *Argumentointi (A)*

- Ketjuissa esiintyy yhteisöllistä oppimista ilmentävää argumentointia, jossa esitetään selkeitä argumentteja ja vasta-argumentteja sekä myös perustellaan niitä.
- Pelkkä yksittäinen viesti, jossa ilmaistaan eriyvä mielipide, ei täytä argumentoinnin kriteerejä.

3. *Osallistumiseen viittaava toiminta (O)*

- Keskustelijat luovat yhteisöllisyyttä ja aloittavat yhdessä jonkin projektin tai kilpailun. He siis rakentavat käytäntöyhteisöä.
- Keskustelu toimii katalyyttina osallistumiseen johtavalle toiminnalle.
- Innostava ja yhteisölliseen toimintaan motivoiva keskustelu.

Keskusteluissa ilmenevien (tieto)*sisältöjen* analyysissa käytetyt kriteerit ja perustelut ovat seuraavat:

4. *Musiikilliseen toimintaan liittyvä keskustelu (MT)*

- Viesteissä esiintyy kysymyksiä ja neuvoja siitä, miten tai millä jokin asia soitetaan tai miten tiettyä musiikkia tai tiettyjä ääniä tuotetaan.
- Viesteissä esiintyy keskustelua siitä, mitä tai miten kannattaa harjoitella, jotta kykenee soittamaan esimerkiksi jazz-standardreja.

5. Formaaliin musiikilliseen tietoon ja soittotekniikkaan liittyvä keskustelu (FM)

- Viesteissä käsitellään musiikinteoreettista tietoa (esim. nuottikirjoi-
tukseen, harmoniaan, asteikkoihin, äänenkuljetukseen, musiikillisiin
rakenteisiin ym. liittyviä asioita).
- Viesteissä käsitellään musisoiminn soittoteknisiä aspekteja.

6. Teknologiaan liittyvä keskustelu (TK)

- Viesteissä käsitellään sitä, mitä ohjelmistoja kannattaa käyttää mihin-
kin toimintaan tai mikä laite soveltuu vaikkapa kitaran äänitykseen.
- Viestit tuovat esille ainakin joillekin jäsenille uutta ja perusteltua
tietoa eivätkä pelkästään mielipiteitä esimerkiksi jonkin ohjelmiston
paremmuudesta tai huonommuudesta.

7. Keskustelun varsinaiseen aiheeseen liittymätön keskustelu (OT)

- Viesteissä esiintyy vitsejä ja herjoja.
- Viesteissä esiintyy muuta varsinaiseen keskustelun aiheeseen liitty-
mätöntä tekstiä.

Taulukossa 2 on merkitty keskustelun aloittajan mukaan määräytyvä ketjun nimi, viestien määrä tarkasteluhetkellä sekä oppimisprosessin ja tietosisällön esiintymiset. 'x' viittaa selvään esiintymiseen (esimerkiksi viesteissä selvää argumentointia) ja 'o' esiintymiseen jonkin verran eli mainittuja prosesseja tai sisältöä esiintyi muttei merkittävästi. Luokittelut eivät perustu diskurssianalyysiin tai määrällisiin tarkasteluihin vaan ovat esitetyn oppimisteoreettisen viitekehyksen ja tutkimuskysymyksen pohjalta määriteltyjen kriteerien ohjaamina tehtyjä tulintoja ketjuista. Kun yli puolet esitetyistä kriteereistä täyttyi ketjussa, katsottiin prosessin tai sisällön esiintyvän niissä selvästi.

Oppimiseen viittaavat prosessit mikseri.net:in keskusteluissa

Kaikista tarkastelluista viestiketjuista löydettiin oppimiseen viittaavaa keskustelua, josta on hyötyä kysyjien lisäksi myös monille lukijoille. Osassa ketjuista nämä prosessit esiintyivät melko heikkoina ketjun keskityttyä esimerkiksi tarkastelemaan jonkin ohjelman ominaisuuksia tai toimintaa. Muutamissa – kuten esimerkiksi ”MiniDisc”-ketjussa (7)¹⁹ – esiintyi selvästi sekä tiedonrakentamista että argumentointia. Ylipäättään osallistumiseen viittaavaa toimintaa löytyi huomattavasti vähemmän kuin tiedonrakentamista ja argumentointia, etenkin ”Aloittelijat”-alueella. ”Musiikin tekeminen” -alueen ketjuissa esiintyi jonkin verran enemmän oppimiseen viittaavia prosesseja kuin ”Aloittelijat”-alueella.

Tiedonrakentamista esiintyi molemmilla alueilla lähes kaikissa viesteissä ainakin jollain tasolla. Useimmista ketjuista on selvästi havaittavissa, että yhteisön

¹⁹ Numero ketjun nimen perässä viittaa taulukko 2:ssa esitettyihin numeroihin.

		Prosessi			Sisältö			
		YT	A	O	MT	F	TK	OT
[Musiikin tekeminen -alue] Viestiketjun (keskustelun) otsikko	Viestien määrä yht. 509	YT	A	O	MT	F	TK	OT
1. Biisikilpailu2: samplepack ja säännöt	35		o	x	o		x	
2. Millä tehdä hyvät biitit?	72	x	x	o	x		x	x
3. Mistä vinyylipainatuksia?	59	o	x				o	
4. Side Chain Gating	14	x	o		o		x	
5. Sanat vai melodiat?	11	o			x			
6. Biisikilpailu2: Äänestysthread	55		o	x				o
7. MiniDisc	14	x	x	o	o	o	x	
8. Kikkoja volestereoon	14	x			x		o	
9. Radioefekti	22	x	o		o		x	
10. Päässäsoivia biisejä, joita ei ole..	51	o		o	o			
11. Jazz	35	o		x	x	x		
12. Reason rytmityskysymys	10	o	x		o	x	x	
13. Kick hukkuu	41	x	o		o		x	
14. R.A.P:in tekeminen	37	o	x		o			x
15. Aloittelevat MC:t - tämä on teille	39		o				o	x
Yhteensä x (15:sta ketjusta)		6	5	3	4	2	7	3
Yhteensä o (15:sta ketjusta)		6	6	3	8	1	3	1
	Ka.34							
[Aloittelija-alue] Viestiketjun (keskustelun) otsikko	määrä yht. 254	YT	A	O	MT	F	TK	OT
16. Reason demo	9	o					x	
17. Inistään taas kerran se "mitä tarvitsen" jne	10	x					x	
18. Jeskola Buzz	14	x					x	
19. Kaksi kysymystä Vsti:stä	8	o			o		x	
20. Akustisen kitaran mikittäminen	13	x	o		o		x	
21. Henki loppuu	22	x	o	o	x	o		x
22. Musiikin teko ohjelmia	9	o	o				x	
23. Jonkin asteen kysymys	15	o	x		x		o	o
24. Asteikot	22	x	x		x	x		
25. Aloitus!!	32		o	o	x		o	x
26. Reason redrummer probleema	13	x					x	
27. Mikä on mikseri?	15	o					x	x
28. Äänittäminen	14	o			x		o	o
29. Mitä juttuja tohon musan tekemiseen tarvii...?	32	o	o		x		o	x
30. Kuinka muodostaa örinä ääni?	26	o	o		x			x
Yhteensä x (15:sta ketjusta)		6	2	0	7	1	8	5
Yhteensä o (15:sta ketjusta)		8	6	2	2	1	4	2

Ka.17

Taulukko 2. Tarkastellut Mikseri.net-sivuston ("Musiikin tekeminen"- ja "Aloittelija"-alueiden) keskustelut, analysointikriteerit sekä (oppimis)prosessien ja (tieto)sisältöjen esiintyminen.

jäsenet saavat toisiltaan heille aikaisemmin vierasta tai epäselvää tietoa. (Poikkeuksena ovat erilaiset ilmoitukset esimerkiksi sivustoilla järjestetyistä kilpailuista tai lähinnä mielipiteitä sisältävät keskustelut.) Esimerkiksi "MiniDisc"-ketjussa eräs käyttäjä kysyy, voiko MiniDisc-soitinta käyttää samplerina ja pohtii äänityksen laatua. Tutkimusta tehtäessä "MiniDisc"-ketjuun osallistui 13 henkilöä ja viestejä oli kertynyt 33 kappaletta. Käyttäjien välille syntyi pitkä keskustelu, jossa argumentoidaan ja perustellaan sekä kerrotaan esimerkkejä omista kokemuksista soittimen käytössä. Eräs käyttäjä esittää tarkennuksen:

En minä nyt ihan usko että sitä samplerina pystyy käyttämään mutta kyllä sillä saa ihan käyttökelpoisia sampleja nauhoitettua – jos vain omistaa sen kunnon mikrofonin.²⁰

Kysymyksen esittäjä vastaa:

Noniin...mutta eikös samplerin idea ole samplata ääntä? voihan siitä md:stä pistää pihuaa melkeen mihin vaan ja nauhoittaa [- -].

Toinen käyttäjä tarkentaa:

Samplerilla tarkoitetaan yleensä sampleja soittavaa laitetta jota pystyy ohjaamaan midillä... yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on tietysti se, että pysty soittamaan samaa samplea eri korkeuksilta ja muodostamaan näin esimerkiksi melodioita...Minidiscnauhuri ei siis täytä lähellekkään samplerin tunnusmerkkejä, mutta kyllähän sillä voi tosiaan näppärästi äänittää kunnon mikin kanssa sampleja joita voi sitten myöhemmin ladata sampleriin.

Keskustelu jatkuu käsittelemällä MiniDiscin pakkausominaisuuksia ja laatua verrattuna muihin nauhoitusmuotoihin, sopivia mikrofoneja ja laitteiden hintoja. Argumentteja esitetään esimerkiksi siitä, voiko ihmiskorvalla kuulla eron MiniDisc-soittimen ja CD:n tai tietyllä tavalla pakatun mp3-tiedoston välillä. Useimmat keskustelua seuranneet käyttäjät saavat varmasti uutta tietoa ja näkökulmia aiheeseen. Keskustelu voi myös innostaa heitä äänittämään musiikkiaan ja luomaan itse tehtyjä sampleja omaan käyttöön. Ketjussa selvästi kysellään, selvitetään, selvennetään ja luodaan myös yhteenvedoja. Se on hyvä esimerkki keskustelusta, jossa tapahtuu yhteisöllistä tiedonrakentamista ja tietyssä määrin argumentointiakin.

Argumentointi liittyy monissa ketjuissa jonkin ohjelman soveltumiseen tietylle henkilölle ja tiettyyn toimintaan. Väitteille esitetään perusteluja omiin kokemuksiin nojaten tai ulkoisiin lähteisiin viittaamalla. Perustelujen tukena voidaan esittää myös linkejä sivustoilla oleviin kappaleisiin. Argumentointi ei välttämättä johda tiedonrakentamiseen, ellei sen kautta synny selvästi yhteisön jäsenille uutta tietoa. Seuraavasta ketjusta ("Jonkin asteen kysymys" [23])

²⁰ Siteeratut viestit on kopioitu sivuilta sellaisinaan ja niissä esiintyvät mahdolliset kirjoitusvirheet on jätetty tarkoituksella lainauksiin. Osaa viesteistä ei ole esitetty kokonaisuudessaan, sillä niistä on tuotu esiin ensisijaisesti etsittyä prosessia (esim. argumentointi, tiedonrakentaminen) kuvaavat lauseet.

käy ilmi, ettei osaa ohjelmista edes katsota varsinaisiksi musiikinteko-ohjelmiksi vaan valmista musiikkia yhdisteleviksi miksausohjelmiksi:

Ostin tässä eilen eJay DANCE 2+ :n niin et onko se hyvä musan teko ohjelma. Tässä olis näyte mitä täl voi tehdä. [Käyttäjä esittää linkin esimerkkiin.]

Vastaus:

[– –] on aloittelijoille ihan hyvä ohjelma, mutta jos olet jo amatööri-tasolla, niin suosittelem softan vaihtoa.

Toinen käyttäjä vastaa:

Siis. Ensinnäkin, kappale EI ollut sinun tekemä, vaan jonkun muun tekemä. Sinä vain kokosit valmiista palikoista palapelin ja biisi oli valmis.

Viestissä (23:9)²¹ ehdotetaan toisen ohjelman käyttöä (Fruityloops):

Artistisivullasi lukee, että sulla on myös Fruityloops. Tosin v. 4 on kylläkin FLStudio. Miksi ihmeessä käytät jotain eJayta, jos sulla on paljon parempikin softa?

Viestissä (23:14) tuetaan ehdotusta:

Jos tykkää askartelusta (palojen liimaamisesta) niin tätä parempaa ohjelmaa et löydä. Miksi käyttää ohjelmaa jossa pitää tehdä kaikki itse, kun voi helposti vaan liitellä paloja yhteen ja saada biisin valmiiksi ennätysajassa minimi vaivalla.

Muutamassa keskustelussa motivoidaan selkeästi keskustelijoita *osallistumaan* yhteisön toimintaan joko keskustelujen tai musiikillisen toiminnan muodossa. Motivointi tapahtuu esimerkiksi erilaisten kilpailuilmoitusten kautta tai implisiittisemmin yhteisesti innostavien aiheiden kautta. Useissa ketjuissa rohkaistaan uusia musiikintekijöitä tuottamaan musiikkia, ja heille annetaan tärkeitä neuvoja. Ketju ”Millä tehdä hyvät biitit” (2) on hyvä esimerkki monipuolisesta keskustelusta. Aluksi keskustellaan erilaisista ohjelmista ja rytmitaustojen tekemisestä. Keskustelu kehittyy ja siitä syntyy idea perustaa kilpailu, jossa kerätään ”samplepankkia” ja ”rakennetaan rumpubiitejä” yhteiseenkin käyttöön. Keskustelut voivat saada aikaan myös sen, että samanhenkiset keskustelijat löytävät toisensa, oppivat toisiltaan ja jopa aloittavat yhteisiä projekteja. ”Jazz”-ketjussa (11) mikseri.net:in jazzista kiinnostuneet käyttäjät vaihtavat näkemyksiään ja kokemuksiaan jazz-musiikista ja sen tekemisestä ja opiskelusta. Kyselijöitä kannustetaan aloittamaan opiskelu esimerkiksi Sibelius-Akatemiassa tai Pop & Jazz -konservatoriossa. Ketjussa esiintyy osallistumisen lisäksi jonkin verran tiedonrakentamiseen viittaavaa toimintaa sekä sisällöllisesti selvästi musiikilliseen toimintaan ja musiikinteoreettiseen tietoon liittyvää keskustelua. Osa käyttäjistä esittää linkkejä omiin jazz-teoksiinsa. Viestit ovat esimerkiksi seuraavanlaisia. Keskustelun aloittaja tiedustelee:

²¹ Ensimmäinen numero viittaa ketjun numeroon taulukossa 2 ja jälkimmäinen numero kyseisen viestiketjun viestin numeroon (ketjun aloittajan numero on aina 1).

Löytyykö täältä jazzista (mitä se on?) kiinnostuneita? basisteja ,rumpaleita ym. ?
Olisi mukava aloittaa keskustelu ja maybe pohtia jos tekisi jotain kimpassa [- -].

Yhdeksäs keskustelija innostuu (11:9):

Joo mukava kun löyty jazzista kiinnostuneita. Itse asun järjennäkössä, [- -] ja etsiske-
len basistia [- -]. Kannattaa aloittaa helppoista bluesiin perustuvista biiseistä ,kuten
All Blues ,Bessie's blues, Mr. P.C ym. Ja sitten modaalista kuten Davisin 'So What'
ym. Olen itse omasta mielestäni kuitenkin vasta alkutaipaleella,mutta jos jotain
kysyttävää löytyy ,pyrin vastailemaan parhaani mukaan..Kaikki vanhat jazz-parrat
sanoo aina samaa [- -] treenaa stankut ,eli jatsin standardit..Esim kappale 'I got
rhythm' loi perustan jatsille sointuvaihdoiksi (I ----VI ----II ---- V) Bbmaj7 --- G7
--- Cm7 ---F7.

16. keskustelija kertoo kokemuksistaan (11:16):

Ahh, jazz on kyllä aikamoista terapiaa. Nyt reilun viisi vuotta aktiivisesti soittaneena
ja keikkailleena voi vain todeta, että enemmän on vielä opittavaa kuin opittua.
Työmaa on todellakin ääretön, mutta on se oppiminen pirun hauskaa. Paras tapa
oppia aiheesta on tietysti soittaminen. Tosin teorian opiskelu nopeuttaa kummasti
asiaa, samoin kuin treenaaminen yleensä, oppitunneista puhumattakaan. Hyväksi
aloitukseksi suosittelen lämpimästi Mark Levenin kirjaa "The Jazz Piano Book" (40e
suomalaisesta), joka nimestä huolimatta sopii kaikille soittimille perusoppaaksi
jazzin saloihin. Hyvä lisä on sitten Levenin "Jazz Theory Book" missä mennään vielä
astetta syvemmälle jazz-teoriaan.

Yleisimmät keskustelunaiheet mikseri.net:in keskustelualueilla: teknologiaa vai musiikkia?

Yleisin keskustelunaihe etenkin "Aloittelijat"-alueella on selvästi teknologia.
Viesteissä keskustellaan paljon musiikkiohjelmista ja niiden käyttötarkoituksista.
Toinen teknologiaan liittyvä kysymys on, miten saadaan aikaan tietynlaisia
ääniä tai miten jotakin ohjelmaa käytetään. Keskustelu voi myös liittyä jonkin
ohjelman hyvinkin yksityiskohtaiseen ominaisuuteen. Esimerkiksi eräs käyttäjä
haluaisi paremman ohjelman musiikin tekemiseen:

Teen dancea nimellä Raven. Ja häpeäkseni teen sitä dance ejailla.Mutta kun en
tiedä muita ohjelmia. kun ejay tuntuu olevan ainut "kunnon"ohjelma suomessa.

Kertokaa te viisaammat mistä kunnon musiikin teko ohjelma jolla voi väantää
dancea.mitä yksinkertasempi sen parempi.

No mun ehdotukseni olis Fruity Loops Studio! oon kokeillu aika paljon muitakin
ohjelmia kuten emagic:in eri ohjelmii ja cakewalkin.. mut ehdottomasti paras on
ollu FL!

Käyttäjät ehdottavat useita eri ohjelmia ja selvittävät myös "trackerien" ja
"generaattoreiden" käsitteitä, jotka ovat osalle käyttäjistä vieraita. Teknologiaan
liittyvät keskustelut voivat käsitellä myös teknisiä ratkaisuja, kuten esimerkiksi
akustisen kitaran mikkittämistä tai äänittämistä. Keskusteluissa puhutaan myös

siitä, miten rap-musiikissa kannattaa nauhoittaa: koko kappale kerralla vai pienissä pätkissä.

Musiikillista toimintaa käsitellään ainakin jossain määrin varsin monessa keskusteluketjussa. ”Henki loppuu” -ketjussa (21) käsitellään rap- ja laulutekniikkaan liittyviä asioita. Monet viesteistä ovat vitsejä tai sisältävät selkeästi vääriä tietoja. Kysymys:

Miten lauletaan niin ettei se henki lopu kesken säkeistön/lauseen/sanan, ja yhtäkkiä vain ääni katoaa.

Vastaus:

Syvänmerensukellus, ilman happilaitteita.

Tai:

Vedät vaan mahdollisimman paljon henkeä ennen osuuden alkua ja annat palaa.

Vasta kolmannestatoista viestissä eräs käyttäjä lopulta esittää (21:13):

Laula pallean kautta (eli alavatsan), suorita äänenavaus ennen laulua. Nuo ainakin muistan kuoroajoltani.

Formaalaa musiikillista tietoa käsitellään selvästi enemmän ”Musiikin tekeminen” kuin ”Aloittelijat”-alueella. Muodollista musiikillista koulutusta arvostetaan käyttäjien keskuudessa, kuten Greeninkin (2001) tutkittavien haastatteluista kävi ilmi. Esimerkiksi ”Jazz”-ketjussa (11) käsitellään jazz-musiikille ominaisia sointukulkuja ja annetaan esimerkkejä tunnetuista artisteista ja kappaleista. Lisäksi keskustellaan oppilaitoksista, joissa kannattaa opiskella jazzia. Musiikin teoriaan kiinnitetään huomiota ”Jazz”-ketjun lisäksi myös muutamassa muussa ketjussa, esimerkiksi sointuasteisiin tai harmoniaan viittaamalla.

”Aloittelijat”-alueella eräs käyttäjä kysyy ”Asteikot”-ketjussa (24):

Kun keksitte biisien melodioita ym. käytättekö jotain asteikkoa?

Tähän vastataan:

Joo, pentatoninen käy käytännössä biisiin kuin biisiin, mutta erikoisempia asteikkoja käyttämällä saa myös mielenkiintoista jälkeä. Samoin moodit ovat käyttökelpoisia.

Keskustellaan asteikoiden tarpeellisuudesta ja siitä, käytetäänkö niitä tietoisesti. Esimerkiksi:

Ei mitään asteikoita - ainakaan tietoisesti siis. Improvisoimalla tai piljoonaaan kertaan kokeilemalla minä teen melodiani, riippuen vähän siitä mitä olen tekemässä.

Viimeinen viesti kokoaa (24:25):

Yleensä ensin tulee keksittyä joku pieni pätkä ihan ilman mitään tietoista asteikon käyttöä. Sitten katson että mitäs asteikkoa tuo nyt noudattelee, ja lähdän jatkamaan sen avulla. Yleensä nämä syntyneet asteikot ovat jossakin mollissa (luonnollisessa, harmonisessa, melodisessa tai pentatonisessa), tai sitten moodeja (useimmin käyttämiäni lienevät miklosyydynen [sic], fryyginen ja doorinen). Duurissa biisini ovat har-

vemmin, ja silloinkin yleensä pentatonisessa duurissa. Ja asteikkoihin kuulumatomia säveliä käytän paljon; saa enemmän haisua. Kyllä teorian osaamisesta on hyötyä: tietää mitä tekee ja pystyy helposti kommunikoimaan ideoistaan toisten kanssa.

”Musiikin tekeminen” -alueella on hieman vähemmän ketjujen aiheisiin liittyvätöntä keskustelua kuin ”Aloittelijat”-alueella. Sen sijaan ”Aloittelijat”-alueen viesteistä lähet puolet sisältää jonkinlaista toisten käyttäjien tai tiettyjen musiikkitylien haukkumista tai vitsailua.

Päätäntö

Mikseri.net on esimerkki oppimisympäristöstä, joka tarjoaa mahdollisuuksia nuorten tarpeista ja tavoitteista lähtevälle oppimiselle. Sivusto ei niinkään ”opeta” vaan rakentaa yhteisöä, joka tarjoaa mahdollisuuksia oppia, hankkia tietoa ja hyötyä toisten, eri asioita hallitsevien ihmisten tiedosta ja kokemuksista. Toisaalta sivusto on myös eräänlainen toimintaympäristö, jossa käyttäjillä on mahdollisuus saada musiikkiaan muiden kuultavaksi ja kuunnella samankaltaisessa tilanteessa olevien tovereiden tuottamaa musiikkia. Käyttäjät voivat oppia toisten tekemästä musiikista erilaisia asioita, etenkin kun verkkoympäristön kautta voidaan olla yhteydessä tekijöihin.

Näin laajassa käytössä olevalla verkkoympäristöllä on väkisininkin vaikutusta nuorten musiikilliseen oppimiseen ja kulttuuriin. Ensinnäkin se rohkaisee nuoria tekemään musiikkia (erityisesti tietyn tyyppistä musiikkia). Toiseksi se, että musiikki saadaan yhä useamman kuultavaksi, voi vaikuttaa koko nuorten musiikkikulttuurin muovautumiseen ja hiljalleen uusien musiikkityylienkin syntyyn. Audiovisuaalinen tiedonesitystapa luo lisää mahdollisuuksia ”siirtyä hiljalleen pois silmän aikakaudesta takaisin kohti korvan aikakautta”, kuten Sam Leong ja George Odam (2002) kärjistävät. Myös levyttämätön musiikki esiintyy soittotilanteiden ulkopuolella yhä useammin kuultavissa muodoissa ja on yhä useamman saavutettavissa. Musiikkikasvatuksen kehityksen kannalta tulisi nuorille tarjota innostavia ympäristöjä, joissa he saavat omaa musiikkiaan kuuluville. Tällaiset ympäristöt motivoivat nuoria tuottamaan musiikkia yhä innokkaammin. Samalla ne luovat nuorille mahdollisuuksia reflektoida omaa muusikkouttaan ja tyylilyä sekä musiikin tekemiseen liittyviä seikkoja vertaistensa kanssa. Markkinoinnin ja musiikin levittämisen helppouden takia internet luo mahdollisuuksia myös musiikin alan yksityisyrityksille.

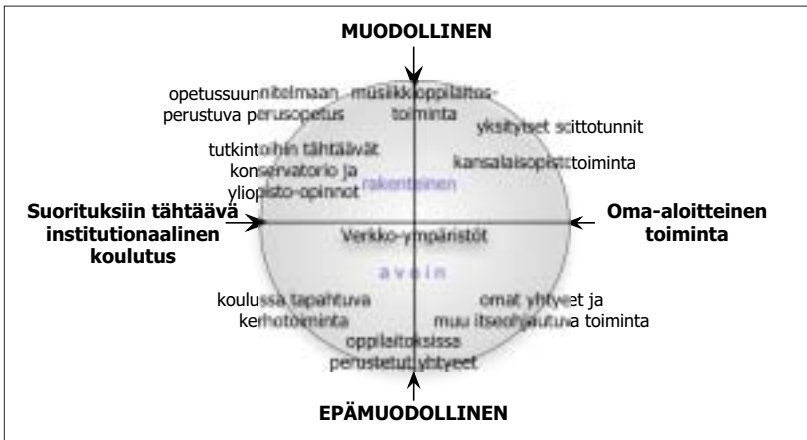
Tarkasteltavien keskustelujen oppimisteoreettinen analyysi osoitti, että mikseri.net-sivustolla tapahtuu ennen kaikkea tiedonrakentamista. Keskustelut sisältävät paljon merkityksellistä ja käyttäjiä hyödyttävää tietoa. Vaikka yhteen ketjuun osallistuu aktiivisesti viestejä kirjoittaneen muutaman muutamaan kymmenen käyttäjää, on niiden lukijoita varmasti satoja ellei tuhansia. Tässä valossa mikseri.net voidaan luokitella merkittäväksi oppimisympäristöksi. Muo-

dollista koulutusta saaneet yhteisön jäsenet hyödyntävät tietojaan ja taitojaan tarjoten niitä formaalilta tiedoltaan noviiseille käyttäjille. Tämä on selvästi havaittavissa myös tarkastellun sivuston keskusteluista. Muodollinen koulutus on tutkitussakin yhteisössä selvästi luonut pohjaa kognitiivisen diversiteetin hyödyntämiselle ja edistänyt mikseri.net:in arvoa oppimisympäristönä.

Epämuodollisissa verkkoyhteisöissä kognitiivinen diversiteetti on yleensä muodollisten verkkokurssien yhteisöjä suurempi, ja sen myötä yhteisön hallussa oleva tieto ja kokemus on oletettavasti niitä huomattavampi. Tämä onkin yksi tärkeimmistä mikseri.net:in kaltaisten ympäristöjen eduista. Keskusteluissa voidaan helpommin aikaansaada argumentointia, erilaisia näkökulmia ja sitä kautta yhteisön ymmärryksen syventymistä ja monipuolistumista. Samalla myös yhteisön jatkuvasti kehittyvä transaktiivinen muisti²² luo uusia mahdollisuuksia asiantuntijuuden jakamiselle ja toisaalta sen hajauttamiselle mahdollisimman monen ihmisen kesken. On kuitenkin olennaista, että yhteisöön kuuluu myös muodollista asiantuntijuutta hankkineita henkilöitä. Tämä luo edellytyksiä tuoda esiin myös yhteisön keskusteluissa ilmeneviä väärinkäsityksiä. Koska yhteisö muodostuu paljolti toisilleen aikaisemmin tuntemattomista henkilöistä, heidän ei tarvitse välttää konflikteja, vaan he voivat helpommin ilmaista mielipiteitään ja ryhtyä argumentointiin.

Kuvio 1 esittää, miten verkkoympäristöt voidaan hahmottaa suomalaisessa musiikki- ja koulutuskulttuurissa sen eri musiikin oppimisympäristöjä leikkaavana alueena. Malli on osittain kehitelty Hargreavesin ym. (2003) musiikin koulutusjärjestelmän mallia hyväksi käyttäen mutta suomalaisen yhteiskuntaan ja musiikkikulttuuriin sovellettuna. Harmaa alue kuvaa verkkoympäristöjen toiminta-alueita. Verkkoympäristö on kuvattu ympyrän kehältä sisään päin osoittavien nuolten avulla yhtenä mahdollisuutena yhdistää oma-aloitteista toimintaa institutionaaliseen toimintaan ja epämuodollista muodolliseen toimintaan. Verkkoympäristöt voivat siis pitää sisällään minkä tahansa mainitun alueen toimintaa. Ideaalissa tilanteessa nuorella olisi käytössään yksi verkkoympäristö, jossa kuviossa esitetyt kentät voisivat yhdistyä. Kuvio on pelkistys eikä pyri asettamaan muodollista ja epämuodollista toimintaa tai institutionaalista ja oma-aloitteista toimintaa vastakohdiksi vaan esittämään ne kenttää jäsentävinä, teoreettisesti eroteltavina tekijöinä. Käytännössä musiikin oppiminen tapahtuu eri tekijöiden yhteisvaikutuksena eri ympäristöjen leikkauskohdissa, joissa eri tekijät ja alueet voivat dominoida eri tavoin. Kuvio selvittää siis oppimisessa vai-

²² *Transaktiivisella muistilla* tarkoitetaan sitä, että yhteisön jäsenet hyödyntävät toiminnassaan toistensa muistia ja näkökulmia esimerkiksi konsultoimalla jäsentä, joka hallitsee tarvittun osa-alueen. Transaktiivinen muisti on yhteisön ominaisuus siinä missä *ulkoinen muisti* – joka selvittää meille mistä ja miten jokin informaatio löytyy – on yksilön omaisuutta. (Wegner 1987, 189–194.) Olennaisempaa kuin muistaa kaikkea tietoa ulkoa on muistaa mistä informaatio löytyy. Erilaiset mediat ja tekniset välineet muodostavat sosiaalisten toimijoiden ohella ihmisen ulkoisen muistin ja toimivat siten merkittävinä ajattelun työvälineinä (Norman 1993, 4–5; Perkins 1993).



Kuvio 1. Malli verkkoympäristöjen mahdollisuuksista musiikin eri oppimisympäristöjen yhdistäjinä.

kuttavia ulottuvuuksia, jotka voivat rakentua monimutkaisesti eri tilanteissa. Esimerkiksi musiikkioppilaitoksessa voi syntyä (opetussuunnitelman ulkopuolella) myös oma-aloitteista ja epämuodollista toimintaa. Yksityiset soittotunnit taas voivat sijoittua epämuodollisen ja muodollisen koulutuksen välimaastoon.

Muodollinen koulutus tarjoaa nuorille tiedollisen pohjan, jota he voivat hyödyntää epämuodollisessa ympäristössä ja toiminnassaan. Epämuodolliset ympäristöt tarjoavat taas innostavan ja usein sosiaalisenkin harrastusympäristön, josta saadut kokemukset voivat taas motivoida muodollisen koulutuksen hankkimiseen, kuten mikseri.netin keskustelustakin käy ilmi. Mikseri.netin kaltaiset ympäristöt voivat toimia nuorten kasvokkain tapahtuvan musiikillisen toiminnan rinnalla ja niitä laajentavasti. Niissä voidaan jakaa yhtyeiden musiikkia ja kenties löytää samanhenkisiä soittajatovereita. Tämä on tietysti ollut mahdollista aikaisemminkin muttei kuitenkaan yhtä laajasti, kuin mihin mikseri.net paikattomana ja ajattomana sekä toimintaa kaikkien ulottuville jatkuvasti dokumentoivana ja säilyttävänä (demot, keskustelut jne.) virtuaalisena toimintaympäristönä pystyy. Samalla se voi toimia yhdistävänä tekijänä muodollisen ja epämuodollisen ympäristön välillä. Muodollisen koulutuksen tulisiikin laajemmin tiedostaa epämuodollisten ja nuorten omista tarpeista lähtevien ympäristöjen olemassaolo ja kannustaa nuoria osallistumaan myös niihin aktiivisesti muodollisen koulutuksen ohella sekä elinikäisesti oppien. Myös tutkimuksen tulisi pohtia, miten muodollinen musiikin koulutus voisi hyötyä epämuodollisen ympäristön piirteistä, kuten nuorten tarpeisiin perustuvan oppimisen tarjoamisesta, innostavien yhteisöjen syntymisestä ja yhteisöllisestä musiikin tuottamisesta. Käynnissä oleva teknologian aiheuttama demokratisoiva muutos musiikin tuottamisen ja oppimisen kulttuurissa on kuitenkin merkittävä ja nopea.

Lähteet

Tutkimusaineisto

Mikseri.net-sivuston keskustelualueilta kesäkuussa 2004 poimitut viestiketjut (30 ketjua, 763 viestiä), sivuston tarjoamat tilastot sekä sivustolla esitetty musiikki. <http://www.mikseri.net>.

Kirjallisuus

- Bereiter, Carl 2002. *Education and Mind in the Knowledge Age*. New Jersey: Erlbaum.
- Boal-Palheiros, Graça M. & David J. Hargreaves 2001. Listening to music at home and at school. *British Journal of Music Education* 18 (2): 103–118.
- Brown, Ann L.– Doris Ash – Martha Rutherford – Kathryn Nakagawa – Ann Gordon – Joseph C. Campione 1993. Distributed Expertise in the Classroom. Teoksessa *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations*. Ed. G. Salomon. New York, NY: Cambridge University Press. 189–228.
- Brown, Ann L. & Joseph Campione 1994. Guided Discovery in a Community of Learners. Teoksessa *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*. Ed. K. McGilly. Cambridge, MA: MIT Press. 229–270.
- Brown, Ann L. & Annemarie S. Palincsar 1989. Guided, Cooperative Learning and Individual Knowledge Acquisition. Teoksessa *Knowing, Learning, and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser* Ed. L. B. Resnick. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 393–451.
- Brown, John S. – Alan Collins – Paul Duguid 1989. Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher* 18: 32–42.
- Bullen, Mark 1998. Participation and critical thinking in online university distance education. *Journal of Distance Education* 13 (2): 1–32. Internet-artikkeli osoitteessa: <http://cade.athabascau.ca/vol13.2/bullen.html> (14.1.2004).
- Crozier, W. Ray 1997. Music and social influence. Teoksessa *The Social Psychology of Music*. Toim. D. J. Hargreaves & A. C. North. Oxford: Oxford University Press. 67–83.
- Davidson, Jane W. – Michael J. A. Howe – John A. Sloboda 1997. Environmental factors in the development of musical performance skill. Teoksessa *The Social Psychology of Music*. Ed. D. J. Hargreaves & A. C. North. Oxford: Oxford University Press. 188–206.
- Dillenbourg, Pierre 1999. Introduction: What do you mean by ‘collaborative learning’? Teoksessa *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. Ed. P. Dillenbourg. Oxford: Pergamon. 1–9.
- Elliot, David 1995. *Music Matters. A New Philosophy of Music Education*. New York, NY: Oxford University Press.
- Faulkner, Robert 2003. Group Composing: pupil perceptions from a social psychological study. *Music Education Research* 5 (2): 101–124.
- Fischer, Fran – Johannes Bruhn – Cornelia Gräsel – Heinz Mandl 2002. Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. *Learning and Instruction* 12: 213–232.
- Folkestad, Göran 1998. Musical Learning as Cultural Practice: As Exemplified in Computer-Based Creative Music-Making. Teoksessa *Children Composing*. Ed. B. Sundin – G. E. McPherson – G. Folkestad. Malmö: Malmö Academy of Music, Lund University.
- Green, Lucy 2001. *How Popular Musicians Learn: A Way Ahead for Music Education*. London: Ashgate.

- Greeno, James G. 1997. Response: On Claims That Answer the Wrong Questions. *Educational Researcher* 26 (1): 5–26.
- Gunawardena, Charlotte N. – Constance A. Lowe – Terry Anderson 1997. Analysis of a Global Debate and the development of an Interaction Analysis Model for Examining Social Construction of Knowledge in Computer Conferencing. *Journal of Educational Computing Research* 17 (4): 397–431.
- Hallam, Susan 2001. Learning in music: complexity and diversity. Teoksessa *Issues in Music Teaching*. Ed. C. Philpott & C. Plummeridge. London: Routledge. 61–76.
- Hargreaves, David J. – Nigel A. Marshall – Adrian C. North 2003. Music education in the twenty-first century: a psychological perspective. *British Journal of Music Education* 20 (2): 147–163.
- Hodges, Richard 2001. Using ICT in music teaching. Teoksessa *Issues in Music Teaching*. Ed. C. Philpott & C. Plummeridge. London: Routledge. 170–181.
- Hutchins, Edwin 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Häkkinen, Päivi – Maarit Arvaja – Kati Mäkitalo 2004. Prerequisites for CSDL: Research approaches, methodological challenges and pedagogical development. Teoksessa *Learning to collaborate and collaborating to learn*. Ed. K. Littleton – D. Faulkner – D. Miell. New York, NY: Nova Science Publishers. 161–175.
- ILE 2000. Informal Learning Environments Research Special Interest Group. Verkkossa osoitteessa: <http://www.umsl.edu/~sigiler/> (6.5.2004).
- Järviluoma, Helmi 1997. *Musiikki, identiteetti ja ruohonjuuritaso. Amatööri-musiikkoryhmän kategoriatyöskentelyn analyysi*. Acta Universitatis Tamperensis 58. Tampere: Tampereen yliopisto.
- Kanuka, Heather & Anderson Terry 1998. Online Social Interchange, Discord & Knowledge Construction. *Journal of Distance Education* 13 (1): 57–75. Verkkootikkeli osoitteessa: <http://cade.athabascau.ca/vol13.1/kanuka.html> (2.3.2004).
- Lamont, Alexander – David J. Hargreaves – Nigel A. Marshall – Mark Tarrant 2003. Young people's music in and out of school. *British Journal of Music Education* 20 (3): 229–241.
- Lave, Jean & Etienne Wenger 1991. *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leong, Sam & George Odam 2002. Music, Technology, Traditions and Pedagogy: Working Together at Play. *Focus Areas Report of ISME 2002 – 25th biennial World Conference and Music Festival at Bergen*. Bergen, Norway: ISME. 41–48
- Light, Vivienne – Paul Light – Emma Nesbitt – Stevan Harnad 2000. Up for Debate: CMC as a Support for Collaborative Learning in a Campus University Setting. Teoksessa *Rethinking Collaborative Learning*. Ed. R. Joiner – K. Littleton – D. Faulkner – D. Miell. London: Free Association Books. 199–214.
- McLoughlin, Catherine & Joe Luca 2000. Cognitive engagement and higher order thinking through computer conferencing: We know why but do we know how? Teoksessa *Flexible Futures in Tertiary Teaching. Proceedings of the 9th Annual Teaching Learning Forum* (2000). Ed. A. Herrmann & M. M. Kulski. Perth: Curtin University of Technology. Verkkootikkeli osoitteessa: <http://cea.curtin.edu.au/tlf/tlf2000/mcloughlin.html> (9.1.2004).
- Miyake, Naomi & Hiroyuki Masukawa 2000. Relation-Making to Sense-Making: Supporting College Students' Constructive Understanding with an Enriched Collaborative Note-Sharing System. Teoksessa *Fourth International Conference of the Learning Sciences*. Ed. B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss. Mahwah, NJ: Erlbaum. 41–47.
- Morgan, Louise – David J. Hargreaves – Richard Joiner 2000. Children's Collaborative Music Composition: Communication through Music. Teoksessa *Rethinking Collaborative Learning*. Ed. R. Joiner – K. Littleton – D. Faulkner – D. Miell. London: Free Association Books. 52–64.

- Muukkonen, Hanni – Kai Hakkarainen – Minna Lakkala 1999. Collaborative Technology for Facilitating Progressive Inquiry: Future Learning Environment Tools. Teoksessa *Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning 1999 Conference*. Ed. C. Hoadley & J. Roschelle. Mahwah, NJ: Erlbaum. Verkoartikkeli osoitteessa: <http://kn.cilt.org/csc199/A51/A51.HTM> (15.12.2003).
- Norman, Donald A. 1993. *Things That Make Us Smart. Defending Human Attributes in the Age of the Machine*. Cambridge, MA: Perseus Books.
- Perkins, David N. 1993. Person-plus: a distributed view of thinking and learning. Teoksessa *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations*. Ed. G. Salomon G. New York, NY: Cambridge University Press. 88–110.
- Regelski, Thomas A. 2000. Critical Education Culturalism and Multiculturalism. *Musiikkikasvatus* (Finnish Journal of Music Education) 1–2: 120–146.
- Savage, Jonathan & Mike Challis 2001. Dunwich Revisited: collaborative composition and performance with new technologies. *British Journal of Music Education* 18 (2): 139–149.
- Scardamalia, Marlene & Carl Bereiter 1996. Computer Support for Knowledge-Building Communities. Teoksessa *CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm*. Ed. T. Koschmann. New Jersey: Erlbaum. 249–268.
- 1999. Schools as Knowledge Building Organizations. Teoksessa. *Today's Children, Tommorrow's Society: The Developmental Health and Wealth of Organizations*. Ed. D. Keating & C. Hertzman. New York, NY: Guilford. Saatavana verkossa osoitteessa: <http://csile.oise.utoronto.ca/abstracts/ciar-understanding.html> (15.3.2003).
- Seddon, Frederick A. & Susan A. O'Neill 2003. Creative Thinking Processes in Adolescent Computer-based Composition: an analysis of strategies adopted and the influence of instrumental music training. *Music Education Research* 5 (2): 123–135.
- Sfard, Anna 1998. On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One. *Educational Researcher* 27 (2): 4–13.
- Veerman, Arja – Jerry Driessen – Gellöf Kanselaar 2002. Collaborative argumentation in academic education. *Instructional Science* 30: 155–186.
- Wegner, Daniel M. 1987. Transactive Memory: A Contemporary Analysis of the Group Mind. Teoksessa *Theories of Group Behavior* Ed. B.Mullen & G.R. Goethals. New York, NY: Springer-Verlag. 185–208.
- Wiggins, Jackie 1999. Teacher Control and Creativity. *Music Educators Journal* 85 (5): 30–36.
- Wilson, Brent G. & Karen M. Myers 2000. Situated Cognition in Theoretical and Practical Context. Teoksessa *Theoretical Foundations of Learning Environments*. Ed. D. H. Jonassen & S. M. Land. New Jersey: Erlbaum. 57–88.

FL Miikka Salavuo (miikka.salavuo@campus.jyu.fi) toimii tutkijana Musiikin opetus ja tutkimus verkossa -hankkeessa (MOVE) Jyväskylän yliopiston Musiikin laitoksella. Hän on tutkinut verkkoavusteista ja -välitteistä musiikin opetusta erityisesti yliopisto-opiskelussa ja valmistelee aiheesta väitöskirjaa.

FT Päivi Häkkinen (paivi.hakkinen@jyu.fi) on tietoteknologian opetus käytön professori Jyväskylän yliopiston Koulutuksen tutkimuslaitoksella. Hän on julkaissut lukuisia kansainvälisiä tieteellisiä artikkeleita yhteisöllisen oppimisen ja verkkooppimisen alueelta.

According to prior educational research, significant learning does take place within informal and non-institutional musical activities. Music technology and Internet can democratize music making and offer motivating possibilities to create and distribute one's music. Open Internet communities offer a new environment for creative musical activities with possibilities to take advantage of the higher cognitive diversity of these growing communities.

This study was conducted to find out whether learning processes, such as collaborative knowledge construction and distributed expertise take place at an informal web-based environment. An open Internet-based community site called mikseri.net was examined. The web site contains tens of thousands of songs contributed and evaluated by the users and hundreds appearing weekly.

Altogether 30 message threads with 736 messages from two topic areas were analysed. We found out that collaborative knowledge construction and argumentation do take place at the discussion forum. Interaction is very active with answers to questions appearing within hours or sometimes even within minutes. Technology was the dominating topic, with discussions about making music with different devices and software. Discussions containing more formal musical knowledge, such as chord progressions in jazz music and singing techniques, were also fairly common.

Musiikin historian ymmärtäminen ja mielekäs opiskelu

Musiikinopiskelijoiden ennakkokäsityksiä luentomuotoisesta ja oppimisolusta hyödyntävästä opiskelusta

Leena Unkari-Virtanen

Vaikka monilla opetuksen alueilla tieto- ja viestintäteknikka on jo vakiinnuttanut paikkansa ja osoittanut arvonsa myös monien tutkimusten kautta (esim. Nevgi & Tirri 2003), olemme musiikin opetuksessa siinä vasta alussa. Käytännön kokemuksia ja empiiristä aineistoa musiikin verkko-opetuksesta on tutkimuksen pohjaksi karttunut hitaasti. Niinpä musiikin verkkopedagogiikan suomalaiset tutkimukset, joista yksi laajimmista on Miikka Salavuon (2002) lisensiaatintutkielma,¹ ovatkin yleisesti ottaneet lähtökohdakseen oppimisteoreettisen asetelman. Tässä verkkopedagogiikan tutkimukseen liittyvässä artikkelissani lähtökohtana on kuitenkin empiirinen aineisto. Tarkoitukseni on kartoittaa musiikin ammattiopiskelijoiden käsityksiä musiikin historian opiskelusta ja erityisesti verkkoavusteisesta opiskelusta opiskelijoiden ns. eläytymistapainoista koostuvaa empiiristä aineistoa analysoimalla.

Esittelemäni analyysi on osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta ja aineistoa, jonka olen kerännyt vuosina 2002–2004 kahdelta peräkkäiseltä Helsingin ammattikorkeakoulun Stadian musiikin ammattiopiskelijoiden musiikin historian kurssilta. Musiikin historian verkkopedagogiikkaa kehittävä tutkimukseni liittyy myös parhaillaan käynnissä olevaan musiikin historian verkko-oppimateriaaliprojektiin. Tässä Sibelius-Akatemian koordinoimassa hankkeessa tuotetaan Sibelius-Akatemian, Oulun yliopiston ja Stadian musiikin historian opettajien yhteistyöllä laaja suomenkielinen oppimateriaali musiikin historian korkeakouluopetusta varten.

Verkko-opetus hyödyntää tieto- ja viestintäteknikan tarjoamia teknologisia mahdollisuuksia. Tässä artikkelissa keskityn tarkastelemaan monista hyödyntämisen muodoista vain *oppimisolusta* tarjoamia mahdollisuuksia. Oppimisolusta on suljettu verkkoympäristö, jossa salasanan omaavilla opiskelijoilla on käytössään luentomonisteen ja oppimistehtävät ja joissa opiskelijat vastaavat yksityiskohtien hallintaa mittaaviin testeihin, julkaisevat omat esseensä ja ryhmätyönsä sekä muun muassa kommentoivat toistensa töitä keskustelupalstalla. Ryhdyin käyttämään WebCT-oppimisolusta opetuksessani Stadiassa keväällä 2003 ensin opiskelijoiden töiden ja oman opetusmateriaalin ”pankkina” ja

¹ Vrt. myös Salavuon & Häkkisen artikkeli tässä numerossa.

lukuvuonna 2003–2004 lisäksi monenlaisten tehtävien ja keskustelujen foorumina. Oppimisolustaa hyödyntävät kurssit sisälsivät koko ajan myös perinteisiä luentoja, jotka lukuvuonna 2003–2004 pidettiin ensi kertaa periodeittain. Periodien välillä opiskelijoilla oli tehtäväänään aihepiiriin liittyviä oppimistehtäviä, joista suoriutumiseen he saivat myös henkilökohtaista ohjausta. Osa opiskelijoiden töistä julkaistiin oppimisolustalla, osan saattoi myös jättää vain opettajalle henkilökohtaisesti luettavaksi. Kurssilaiset olivat etupäässä ensimmäisen vuosikurssin opiskelijoita, ja molemmilla tämän tutkimuksen kohteena olleilla kursseillani heitä oli keskimäärin kolmekymmentä.

Tutkimukseni aineisto koostuu opiskelijoiden *eläytymistarinoista* (esim. Eskola 2001), jotka ilmentävät mahdollisia *ennakkokäsityksiä* ja *-asenteita*. Tarkasteluni teoreettiset lähtökohdat kiinnittyvät hermeneutiikkaan, erityisesti gadamerilaiseen hermeneutiikkaan (esim. Gadamer 1979 & 2004) ja hermeneuttiseen kasvatusteoriaan (esim. Gallagher 1992). Sovellan aineiston analyysissä myös sosiaalipsykologi Rom Harrén (1983) teoriaa sosialisatioprosessista, jossa opiskelija muovaa tradition välittämän mielikuvan ammatistaan omaksi persoonalliseksi osallisuudekseen kyseiseen traditioon.² Oppimisteorioiden osuus on tämän artikkelin teoreettisessa viitteistössä taka-alalla, vaikkakin tutkimuksen taustalla olevassa käytännön kehittämistyössä erityisesti ongelmapohjainen ja situationaalinen oppimisteoria ja verkkopedagoginen kysymyksenasettelu ovat olleet avainasemassa.

Tutkimukseni lähtökohdat ovat emansipatoriset. Kysyn, minkälaisina näytettyvät opiskelijoiden ennakkokäsitysten valossa luentomuotoisen ja oppimisolustaa hyödyntävän opetuksen pedagogiset mahdollisuudet. Emansipatorisesta tiedonintressistä huolimatta artikkelini ei kuitenkaan rakenna toimintatutkimukselle luonteenomaista käytäntöön palautuvaa spiraalia. Aineiston perusteella keskityn tarkastelemaan asiaa, joka oikeastaan vasta *luo* edellytykset oppimiselle ja opetukselle: opiskelijoiden ennakkokäsityksiä.

Musiikin historian opiskelun mahdollisuuksien varanto

Kun opiskelijat aloittavat musiikin ammattiopintonsa, heillä on jo käsitys musiikin historian sisällöstä ja musiikin historian opiskelusta. Opiskelualan valintaa on ohjannut osaltaan myös käsitys traditiosta, johon opiskelija sekä opiskeluaikanaan että tulevassa ammatissaan liittyy. Musiikin opiskeluun kuuluu jo musiikkiopistoissa ns. yleisiä aineita (musiikin perusteita), kuten musiikin teoriaa ja historiaa. Musiikin korkeakouluopiskelijalla³ odotetaan olevan sekä omakohtai-

² Oili-Helena Ylijoki (1998) on soveltanut Harrén teoriaa mm. tutkimuksessaan Tampereen yliopiston neljän oppiaineen – sosiaalitieteen, julkishallinnon, tietojenkäsittelyopin sekä kirjastotieteen ja informatiikan – erityisyydestä ja opiskelijoiden sosiaalistumisesta oman oppiaineensa heimokulttuuriin.

sia kokemuksia musiikin historian opiskelusta että selkeä käsitys musiikin historian tapahtumainkulusta.

Verkko-opiskelusta oli tutkimusaineistoni keräämisen aikoihin vuosina 2003–2004 vain harvoilla kurssieni opiskelijoilla aiempia omakohtaisia kokemuksia. Niinpä opiskelijoiden ennakkokäsitykset (ks. Gadamer 1979, 236; Koski 1995, 104) rakentuivat suurimmaksi osaksi mielikuvien ja muiden kuin omien kokemusten varaan ja siten perustuivat kulttuurissa välittyneeseen traditioon.

Ennakkokäsitykset rakentuvat sekä omille että kulttuurissa välittyville kokemuksille. Opiskelija pyrkii ennakkokäsitysten ohjaamana suoriutumaan opinnoistaan, mutta hän myös muokkaa jatkuvasti käsityksiään uusien kokemusten myötä. Hans-Georg Gadamerin mukaan tulkitseminen ja ymmärtäminen alkaa ennakkokäsitteiden luonnostelulla ja ymmärtämisen prosessissa nuo luonnokset korvataan yhä uudestaan sopivammilla. Ymmärtäminen on jatkuva uudelleenluonnostelun kehä, jossa tilanteeseen, tekstiin tai kulloiseenkin ymmärtämisen kohteeseen sopiva esiymmärrys, ennakkokäsitteet ja ennakkokäsitykset seulo-uvat esiin. (Gadamer 2004, 32–33.)

Olivatpa ennakkokäsityksien pohjana omat kokemukset tai mielikuvat,⁴ niiden merkitys opiskelutapahtumalle on suuri. Oppija ei ole itseriittoisen eristäytynyt ympäristöstään vaan traditiosta riippuvainen ja sen ohjaama. Opetuksen sisältö ja tavat määräytyvät yleensä opettajan edustaman tradition mukaan, mutta opiskelijan ennakkotiedot ja -asenteet vaikuttavat keskeisesti siihen, miten opiskelija vastaanottaa ja ymmärtää opetuksen. Hermeneuttinen kasvatusteoria painottaakin, että opiskelijaa ohjaavien tradition voimien tarkastelu on yksi opettajan keskeinen tehtävä (Gallagher 1992, 92–95).

Selvittääkseni opiskelijoiden musiikin historian opiskeluun, luento-opetukseen ja oppimisalustan käyttöön liittyviä ennakkokäsityksiä käytin *eläytymistarina*-menetelmää. Eläytymistarinoiden käyttö tutkimusaineistona perustuu näkemykseen yhteisesti jaetusta kulttuurisesta mahdollisuuksien varannosta, jota eläytymistarinat ilmentävät. Eläytymistarinan avulla saadaan esiin rajatun tapahtuman tai episodin, kuten esimerkiksi musiikin historian kurssin, mahdollisia tapahtumainkulkuja. Sen avulla voidaan pelkistää stereotyyppioita ja hahmotella kulttuurisia merkityksiä. (Eskola & Suoranta 2001, 116; Eskola 2001, 78; ks. myös Lehtonen 2004.) Jaoin opiskelijoille kolmen eri luentokerran alussa yhden kehyskertomuksen muunnelman (kullakin kerralla eri muunnelma), johon opiskelijat kirjoittivat saman tien haluamansa jatkon. *Kehyskertomuksella* tarkoitan valmista johdantoa, johon opiskelijat kirjoittivat oman jatkonsa. Opiskelijoiden kirjoittamia jatkoja kutsun *tarinoiksi* tai *eläytymistarinoiksi*. Aikaa kirjoittamiseen käytettiin alle puoli tuntia. Eläytymistarinan kirjoittivat kaikki ne opiskelijat,

³ Musiikin korkeakouluopetusta antavat Sibelius-Akatemian lisäksi eräät ammattikorkeakoulut.

⁴ Erittelen tässä kokemuksen ja mielikuvan sillä perusteella, että ne ilmentävät erilaista läsnäoloa subjektiivisesti läpieletyssä prosessissa. Tässä siis mielikuva voi syntyä kokemusten projektiona, vaikkei itse olisi vielä ollut osallisena.

jotka olivat kyseisellä luennolla läsnä. Kehyskertomuksen kolme muunnelmaa olivat seuraavanlaiset.

Muunnelma 1:

Oili on päättänyt osallistua musiikin historian kurssille, johon kuuluu ryhmätöiden suorittaminen tietokoneella oppimisalustalla. Hän on valmistanut oman osuutensa syvällisesti aiheeseensa paneutuen, ja kurssista kehittyikin hänelle varsin onnistunut kokonaisuus. Mitä tapahtuu? Kuvittele tilanne ja kirjoita siitä pieni kertomus.

Muunnelma 2:

Oili on päättänyt osallistua musiikin historian luentokurssille. Hän saapuu ajoissa luennolle ja syventyy kuuntelemaan. Kurssista muodostuu hänelle varsin onnistunut kokonaisuus. Mitä tapahtuu? Kirjoita pieni kertomus.

Muunnelma 3:

Oili Opiskelija aloittaa musiikin ammattiopinnot, ja niiden myötä musiikin historian oppijakson. Oili paneutuu opiskeluunsa ja tehtäviinsä syvällisesti, ja kurssista muodostuukin hänelle varsin onnistunut kokonaisuus. Kuvaile lyhyesti, mitä tapahtuu, mitä kursilla tehdään? Mitä Oili oppii?

Oppimisalustan mainitseva muunnelma 1 kerättiin kesken kurssia, juuri ennen oppimisalustan käyttöönottoa helmikuussa 2003. Tällöin opiskelijat tiesivät, että siirtyisimme käyttämään luentojen rinnalla oppimisalustaa. Olin kuvaillut heille sitä oppimisympäristönä, jonka käyttämiseen vaaditaan tietokonetta ja jonka kautta voidaan yhteistoiminnallisesti koota kurssimateriaalia. Luentoversiota kuvaava muunnelma 2 kerättiin samoilta opiskelijoilta huhtikuussa 2003. Muunnelma 3:n kirjoitti toinen, uusien opiskelijoiden ryhmä opintojensa ensimmäisellä luennolla lukukauden alussa elokuussa 2004.

Käytettäessä tutkimuksessa eläytymisaineistoja kehyskertomuksessa yleensä varioidaan yhtä tekijää. Laatimissani lyhyissä kehyskertomuksen muunnelmissa perusasetelma säilyi samana – kuviteltu opiskelija osallistuu onnistuneelle musiikin historian kurssille – mutta oppimisen tavat ja ympäristö vaihtuivat. Ensimmäisessä mainittiin ryhmätöet oppimisalustalla, toisessa luento, kolmannessa ei ollut mainintaa opiskelun tavasta mutta sen sijaan mainittiin, että oli kyse ammattiopiskelusta. Kolmas muunnelma poikkeaa edellisistä siksi, että halusin kartoittaa uusien opiskelijoiden mielikuvia opiskelun mahdollisista tavoista, minkä vuoksi lisäsin kehyskertomukseen kysymyksen siitä, mitä kurssilla tehdään ja mitä siellä opittiin. Kuva 1 esittää tiivistettynä eläytymistarinoiden keruun faktat.

Opiskelijoiden kirjoittamat eläytymistarinat olivat joka kehyskertomuksen muunnelmassa lyhyitä, A4-arkin yhdelle puolelle käsin kirjoitettuja tarinoita. Kaikissa kehyskertomuksen muunnelmissa mainittiin se, että kurssi oli opiskelijalle onnistunut kokemus ja että opiskelija paneutui opiskeluunsa tunnollisesti. Tällä pyrittiin rajaamaan esiin vain onnistuneen kurssin sisältöön ja työtapoihin liittyvät mahdolliset piirteet. Silti opiskelijoiden eri muunnelmiin kirjoittamat

Muunnelma	Vakio	Muuttuja	N (kaikki ko. luennolle osallistuneet)	Ajankohta
1	Onnistunut musiikin historian kurssi	Ryhmätöitä oppimisolustalla	21	Helmikuu 2003; keskellä kurssia, ennen oppimisolustan käyttöönottoa
2	Onnistunut musiikin historian kurssi	Luento-muotoinen opetus	22	Huhtikuu 2003; keskellä samaa kurssia kuin tarina 1
3	Onnistunut musiikin historian kurssi	Ei mainintaa opiskelun tavoista, mutta mainittiin ammattiopiskelu	33	Elokuu 2004; uusien opiskelijoiden 1. luento

Kuva 1. Eläytymistarinoiden kuvaus. *N* tarkoittaa kirjoitettujen tarinoiden määrää.

tarinat olivat hyvin erilaisia. Tarinoiden analyysissä pyrin pureutumaan musiikin historian opetuksen ja opiskelun ongelmiin kolmen teeman, (1) sisällön, (2) ymmärtämisen ja tietämisen tapojen sekä (3) musiikin historian sosiaalisen, sosiaalistavan merkityksen kautta.

Ryhmätöitä oppimisolustalla käsittelevässä muunnelmassa (nro 1) tarinat (yhteensä 21) keskittyivät toiminnan ja tunnelmien kuvaukseen. Kurssin substanssin kuvaukset ja jopa tehtävien aiheen kuvailut olivat selvästi vähäisempiä (5 tarinaa). Vain yhdestä tarinasta ilmeni kirjoittajan aikaisemmat kokemukset verkkoavusteisesta opiskelusta. Lähteitä, niiden etsimistä ja käyttöä kuvailtiin muihin muunnelmiin kirjoitettuihin tarinoihin verrattuna eniten. Erona muiden muunnelmien tarinoihin oli myös se, että opiskelijatovereista kirjoitettiin paljon ja heidät kuvattiin positiivisessa valossa. Tietotekniikka ja tietokoneen käyttö herättivät laajan tunnekirjon ahdistuksesta ja epäilystä tyytyväisyyteen, kuvattuina joko kertomuksen päähenkilön tai opiskelutoverien kokemuksena. Kaikki kuitenkin selvisivät alun vaikeuksista. Onnistunut verkkoavusteinen kurssi on opiskelijoiden mielikuvissa selvästikin mahdollinen.

Toisessa kehyskertomuksen muunnelmassa (nro 2) työtapana oli luento. Tästä opiskelijoilla oli eniten omia kokemuksia, kuvaukset kirjoittaneella ryhmällä (22 tarinaa) oli takanaan jo Stadiassakin lähes 30 luentokertaa. Tämä muunnelma kirjoitti selvästi eniten kertomuksia, jotka eivät kiinnittyneet realistisiin mahdollisuuksiin tai joissa oli muuten ylilyönnejä (8 tarinaa): opiskelija rupesi tanssimaan keskellä luentoja, näkeekin unta, viettää viikon maatilalla,

opiskelija on taustaltaan hevirokkari ja kuulee luennolla ensi kertaa klassista musiikkia, opiskelija ei vapaa-ajallaankaan ajattele enää muuta kuin musiikin historiaa. Tarinoissa saattoi olla implisiittisesti ilmaista luento-olosuhteiden laatu, kuten eräässä kuvauksessa, jossa pohdittiin, miksi kaikki opiskelijat olivat poikkeuksellisesti pirteitä. Syyksi paikallistettiin ilmastointilaitteen toimiminen. Substanssin kuvauksia oli edelleen vähän, vain kuudessa tarinassa, mutta kirjo oli edellistä laajempi. Sen sijaan muita opiskelijoita kuvattiin selvästi negatiivisessa sävyssä: he häiritivät keskittymistä, eivät olleet kiinnostuneita, pulisivat ja myöhästelivät.

Tämä kehyskertomuksen muunnelma (nro 2) asettaa ensimmäisen muunnelman (nro 1) kuvaaman oppimisalustan rinnalle opiskelukulttuurissamme yleisen ja informantille omakohtaisesti tutuksi tulleen luennon. Koska oppimisalusta mahdollistaa perinteiseen opetukseen verrattuna hyvin vaihtelevia pedagogisia tilanteita, kuten töiden julkaisemisen ja kirjalliseen verkkovuorovaikutukseen perustuvat oppimistehtävät, on vertailu pedagogisesti mielekäs, vaikkakin luento-opetus poikkeaa tuttuudellaan oppimisalustatyöskentelystä.

Hermeneuttisen katsannon mukaan voidaan kuitenkin jopa muunnelma 2:n tarinoiden nähdä kartoittavan opiskelua koskevaa esiyymmärrystä. Gadamerin mukaan päivitämme jatkuvasti ”luonnoksia” kokonaisuudesta ja seulomme esiin sopivimmat käsitkset, joista puolestaan rakentuu uusi esiyymmärrys tai ennakkokäsitys. Koska kurssia ja kokemuksia oli jo takanapäin, olivat opiskelijoiden ennakkokäsitkset näin ollen jo varmasti erilaiset kuin ensimmäisessä luonnostelussa (muunnelma 1:n tarinat), koska ne ovat jo omien kokemusten muovaamia. Muunnelma 2:n kirjoittamat ylilyönnit tulkitseen heijastelevan kirjoittajien haluttomuutta asettua informantteiksi. Muunnelman kuvaama opiskelutilanne oli tuttu, ehkä jopa puuduttava. Lukuvuoden loppu oli lähestymässä, oppimisalustan myötä uusi opiskeluprosessi oli työn alla, tutun opiskelutavan idealisointi minimissään ja näin eläytyminen lipsahti osalta opiskelijoilta irrelevantteihin suuntiin. Kuitenkin aineistosta löytyi riittävästi vertailukohtia onnistuneen opiskelun mahdollisuuksien tarkasteluun.

Kolmannessa kehyskertomuksen muunnelmassa (nro 3) mainittiin vain onnistunut musiikin historian kurssi, mutta tällä kertaa mainittiin, että kyse oli ammattiopiskelusta. Jokaisessa tämän muunnelman tarinassa (yhteensä 33) kuvattiin kurssin sisältöä. tarinat pysyvät asiassa ja keskittyvät pääasiassa opettajan pitämien luentojen, oppisisällön ja oppimisen päämäärien kuvailuun. Lähteiden hankintaa tai sosiaalista ympäristöä mainitaan tuskin lainkaan. Tämän selittää osaltaan opiskelijoiden opiskelu-uran erityinen vaihe: opiskelijat ovat uuden opiskelu-uransa ensimmäisellä luennolla. Maininta ammattiopiskelusta oli tarkoitettu nostamaan esiin musiikin historiatietojen ja -taitojen mahdollisen liittymisen opiskelijoiden tavoittelemaan muusikon ja pedagogin ammattiin.

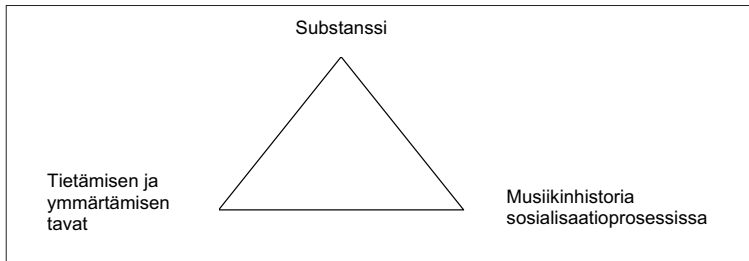
Muunnelma 3:n tarinat ilmentävät kahta muuta muunnelmaa vapaammin opiskelijoiden musiikin historian opiskeluun liittämiä kulttuurissamme vallitsevia mahdollisten opiskelutapojen varantoa. Perinteisesti musiikin historian opetuksessa opettaja välittää opiskelijoilleen sitä tietoa, jota alan tutkijat ovat tutkimuksissaan koonneet. Musiikin historian opettajien pedagogista koulutusta ei

maassamme ole juurikaan ollut, sillä on katsottu, että musiikin historian sisältötiedon hyvä hallinta on riittävä perusta hyvälle opetukselle. Opetuksen muodot ja tavat on nähty toissijaisina.

Kuitenkin historiantutkimukseen liittyvä hermeneutiikka sisältää jo itsessään tämän näkemyksen kritiikin. Tapahtuneen historian ja sen ymmärtämisen välisen vastakohtaisuuden tilalle asettuu hermeneuttisessa tarkastelussa näiden kiinteä yhteys ja esiymmärryksestä kumpuava kokemuksellinen vuorovaikutus. (Mm. Betti 2002, 77, Gadamer 2004, 210.) Oppimisen hermeneuttinen teoria korostaa opiskelijan esiymmärryksen ja ennakkokäsityksen huomioimista oppimisen peruslähtökohtana. Shaun Gallagher kritisoi perinteistä opetusta opiskelijoiden esiymmärryksen tukahduttamisesta ja opettajan tiedon, ”lopullisen tulkinnan” reprodusoinnin privilegioimisesta (Gallagher 1992, 73–74).

Tarkastelen seuraavassa aineistoni eläytymistarinoita kolmikantaisen analyysimallin pohjalta (kuva 2). Mallin mukaisesti teemoittelen eläytymistarina-aineiston kolmeen aihepiiriin:

1. *Substanssi*: Mitä musiikin historia sisältää ja miten substanssi liittyy musiikin ammattiopiskelijan henkilökohtaiseen työhön, soittamiseen?
2. *Opetuksen välittämät ymmärtämisen ja tietämisen tavat*: Miten musiikin historiaa opiskellaan?
3. *Sosiaalistava merkitys*: Musiikin historian substanssin ja työtapojen liittyminen sosialisointiprosessin eri vaiheisiin.



Kuva 2. Eläytymistarinoiden analyysin malli.

Nämä analyysin teemat juontuvat pedagogisesta kehitystyöstä. Mallin muotoutumiseen ovat vaikuttaneet myös Björn Rasmussenin (1991), Hannu Soinin (1999), Jarmo Toiskallion (1993) ja Eleanor Stubleyn (1999) kasvatusteoreettiset näkemykset.

Tämä malli yhdistää hermeneuttisen ajattelun Harrén (1983) esittämään identiteettiprojektin malliin, joka kuvaa opiskelijan sosialisointia toimintakulttuurinsa vaikuttajaksi. Hermeneuttisen kasvatusteorian mukaan oppiminen nähdään tapahtuvaksi samojen periaatteiden mukaan kuin historian ymmärtäminen ja tutkiminen: esiymmärrykselle rakentuvassa hermeneuttisessa kehässä, tapah-

tumien ja niiden ymmärtämisen vuorovaikutuksessa. Harrén teorian mukaan tarkastellaan ennakkokäsitysten ilmentämän musiikinhistorian tiedon ja erilaisten oppimistilanteiden, erityisesti verkko-opiskelun, asemaa opiskelijan sosialisatioprosessissa: minkälaisia sosialisatioon liittyviä merkityksiä musiikinhistorian tieto ja työtavat saavat näissä eläytymistarinoissa?

Musiikinhistorian substanssi

Musiikinhistorian opetuksen sisältö ei ole kulttuurihistoriallisesti tarkasteltuna mitenkään itsestään selvä tai ennalta asetettu (ks. esim. Treitler 1990; Goehr 1992; Sarjala 2002).⁵ Musiikillisena kulttuuriperintönä musiikin historia koostuu sekä tapahtumista että tapahtumien vaikutushistoriasta eli siitä, miten tapahtumia on kuvattu, mitä lainalaisuuksia ja merkityksiä niihin on ladattu ja mitkä piirteet on katsottu kirjoittamisen ja kertomisen arvoisiksi. Alkuperäiset tapahtumat ovat välittyneet meille moninkertaisesti eri mutkien kautta, monia eri teitä, teoksina, kirjoituksina, kuvina, jopa äänitteinä. Näin nähtynä musiikinhistorian substanssin muodostaa musiikillinen kulttuuriperintömme, kulttuurisamme välittyneet alkuperäisten tapahtumien jäljet sekä koko tuon välittymisen prosessi valintoineen ja arvostuksineen. (Esim. Ollitervo et al. [toim.] 2003; Immonen & Leskelä-Kärki [toim.] 2001; Pullinen 2003.)

Musiikinhistorian pedagogiikkaa käsittelevät tutkimukset ovat olleet Suomessa harvinaisia. Lähes ainoa aihetta sivuava tutkimus on Leena Hyvösen vuonna 1995 julkaistu väitöskirja *Ala-asteen oppilas musiikin kuuntelijana*, jonka pedagogisena tavoitteena on musiikinhistorian yhden osa-alueen, kuuntelukasvatuksen, didaktinen kehittäminen. Huolimatta pedagogisen tutkimuksen ja teoreettisten tarkasteluiden vähyydestä musiikinhistoriaa opetetaan paljon: musiikkioppilaitoksissa yleisen musiikkitiedon keskeisenä sisältönä, koulujen musiikinopetuksen yhteydessä ja omana opiskeltavana aineenaan tai tutkinto-vaatimuskohtana kaikissa musiikkikorkeakouluissa. Opetus ja oppikirjat perustuvat yleensä tapahtumainkulun kronologiseen esittämiseen, keskeisten säveltäjien ja teosten esittelyyn sekä tyylien ja musiikinlajien yleisesittelyihin. Tätä vasten on oletettavissa, että eläytymistarinoissa artikuloidut käsitykset musiikinhistorian substanssista perustuvat opetuksen ja oppikirjojen ehdollistamaan tietoon. Seuraavassa analysissa tarkastelenkin sisällön lisäksi sitä, minkälaiseksi opiskelijat kuvaavat musiikinhistorian substanssin historiallisuuden. Liittykö musiikinhistorian substanssi opiskelijoiden henkilökohtaiseen työhön, soittamiseen, ja jos niin miten?

Substanssia kuvailleet tarinat olivat lähes kaikki kirjoitettu kehyskertomuksen muunnelmiin 2 ja 3, joissa oli mainittuna luento tai ei mitään mainintaa työs-

⁵ Vrt. myös *Musiikin* numeroissa 3–4/2000 ja 1/2001 käyty keskustelu musiikinhistoriasta.

kentelytaivoista. Ryhmätyöt oppimisolustalla mainitseva muunnelma 1 ohjasi opiskelijoiden tarinat sisällön sijaan työskentelyn kuvaamiseen ja kysymys substanssista jäi selvästi taka-alalle.

Opiskelijoiden maininnoissa musiikin historian substanssista heijastuu yleinen käsitys tai esymmärrys musiikin historian olemuksesta. Kronologia, aika- ja tyylikausijaottelu ovat tarinoissa korostuneesti esillä, samoin säveltäjät, teokset, lajit ja ”sävelkieli”.⁶ Menneiden tapahtumien vaikutus nykyajassa ei välity kaikista tarinoista. Kärjistettynä voisi tulkita, että osalle opiskelijoista tapahtumat ovat menneisyyttä eli loppuneet, ja musiikin historian opiskelun syy on eksplikoitumaton, se on kenties vain täysin kyseenalaistamaton tapa tai opintosuunnitelman määrittelemä velvollisuus.

Eräät opiskelijoiden tarinat tuovat ilmi näkemyksen klassisen musiikin historiallisuudesta. Vaikka teokset ovat syntyneet kauan sitten, ne jatkavat olemassaoloaan opiskelijoiden ohjelmistoissa ja konserttielämässä. Opiskelijat kuvasivat kursseilla käsiteltyä ja soittamaansa ohjelmistoon liittyvää ”uutta tietoa”, ”mielenkiintoista tietoa”, ”yleistietoa” ja ”yleissivistävää tietoa”. Osassa tarinoita musiikin historian ilmiöihin liittyy heuristinen puoli eli ongelmien tai ihmettelyn aiheen keksiminen. Tapahtumien väliset yhteydet, eroavuudet, syyt ja merkitykset mainitaan viidessä tarinassa. Erottelen tämän kategorian omakseen erotukseksi yleisestä näkemyksestä musiikin kehitymisestä ja kronologiasta siinä mielessä, että huomio kohdistuu vaikutussuhteisiin: opiskelijat kirjoittavat esimerkiksi ”musiikin yhteydestä omaan aikaansa ja miljööseen”, siitä ”miten musiikit eroavat” ja ”musiikin historiaan vaikuttaneista tekijöistä”.

Omaperäisiä ja teemoittelun kannalta moniselitteisiä ovat muunnelma 3:n erään tarinan maininnat ”tyylikausiensa äänimaailmat ja harmoniat” ja ”korvien harjaannuttaminen” eri aikakausien äänimaailmojen ja tyylien tunnistamiseen. Muihin muunnelma 3:n tarinoihin verrattuna pitkässä tarinassa on selvästi mukana myös sosiaalinen ulottuvuus, esimerkiksi ”keskustellaan tyyliseikoista”. Myös kuunteleminen korostuu ja opiskelun ”pääteemana on käytännön läheisyys eikä jäykkä kirjaviisuus”. Vastauksessa ilmenee implisiittisesti historiatiedon esymmärryksen kategoria, jossa menneisyys jatkuu nykyisyydessä, sillä muusiikon ammatissa menneisyydellä ”ei ole erityisasemaa suhteessa nykyisyyteen ja tulevaisuuteen” (Penttinen 2003, 18).

Samansuuntaisia henkilökohtaisen kokemuksen esiin nostavia kuvauksia oli muutamissa toisen ja kolmannen muunnelman muissakin tarinoissa. Nämä tarinat tuntuvat osoittavan mahdolliseksi historiallisen musiikin puhuttelevuuden nykyajassa ilman, että musiikki ja teos on omittu nyky aikaan vain itseilmaisun välineiksi vailla historiallisuutta ja menneisyyttä.

Miksi sitten kehyskertomuksen ryhmätyöt oppimisolustalla mainitseva muun-

⁶ Sitaatit viittaavat opiskelijoiden sanavalintoihin tarinoissa. tarinat ovat viitenumeroin merkittyinä ja järjestettynä aineistona hallussani. Tässä artikkelissa koostan tarinoissa esiintyviä yleisiä teemoja enkä joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta viittaa yksittäisiin tarinoihin koodinumerolla.

nelma 1 sai substanssikysymyksen syrjäytymään? Kirjoitushetki ajoittui parhailaan käynnissä olevalle kurssille, mutta niin oli muunnelma 2:nkin kohdalla. Oletan, että syynä oli oppimisalustan ja tietokoneen käytön ajatuksen uuteus ja houkuttelevuus.⁷ Tulkitsen kuitenkin substanssin ilmenevän tarinoissa implisiittisesti kahdella tavalla. Ensinnäkin monet kertomukset kuvasivat tiedonhankintaa ja lähteitä, jolloin kysymys substanssista muuttuu konkreettiseksi: missä fyysisesti sijaitsee se tieto, jota tehtävistä suoriutumiseen tarvitaan? Toisaalta uusi työskentely-ympäristö, oppimisalusta, sai monet kuvaamaan emotionaalista suhdettaan siihen. Tietoon liittyi produktiivinen aspekti, ja abstraktista ”tietämisestä” oli tullut tekemisen ja soveltamisen kohde. Tulkitsen tämän johduttavan siitä, että verkkoympäristössä tapahtuva yhteistoiminnallinen lähestymistapa on musiikin historian opiskelussa uusi ja vailla kulttuurimme välittämää ja omaksuttavaa ennakkokäsitystä. Siksi näissä tarinoissa jonkinlainen juopa asetui tekemisen ja tietämisen välille siten, etteivät ne sopineet samoihin tarinoihin. Muunnelma 1 ohjaakin tutkimuksen analyysia selvästi toiseen suuntaan kuin pohdintaan musiikin historian substanssista, faktasisällöstä ja eksplisiittisestä tiedosta: tekeminen, työskentely tietokoneen äärellä, herätti laajan tunnekirjon. On siis tarkasteltava sitä, mitä *työtapojen* ja *oppimisprosessin* analyysi nostaa esiin aineistosta.

Oppimisprosessi: esiympäristö, tiedonrakentelu ja ymmärtäminen

Pelkkä opetuksen substanssi ei minkään muunnelman eläytymistarinoissa riitä kattamaan tarinoiden koko sisältöä. On kysyttävä: miten tieto ja ymmärrys muotoutuu eli miten musiikin historian substanssia käsitellään ja rakennetaan? Tiedon rakenne ja rakentuminen on ollut vilkkaan tutkimuksen ja pedagogisen kehittelyn kohteena kognitiivisen tutkimuksen, erityisesti ns. ongelmaperustaisen oppimisen kehittämissä. Lähtökohtana on ollut tiedon edustuminen ihmismielessä rakenteina, teorian kaltaisina merkitystä ja mielekkyyttä tuovina käsitteiden ryhminä, jotka rakentuvat aikaisemmin omaksutuille käsityksille (esim. Hakkarainen et al. 1999, 96).

Marlene Scardamalia ja Carl Bereiter (1993 & 1997) erottelevat kolme tiedonkäsitteilyn tasoa: (1) *Tahaton oppiminen* tapahtuu ikään kuin arkielämän sivutuotteena ilman tietoista yrittämistä. Valtaosa oppimastamme tapahtuu kaikkialla tahattomasti, mutta tällainen oppiminen ei riitä tuottamaan ns. syvää ymmärrystä. Viulun soittaminen ei vielä tuota eksplikoitunutta musiikin historian ymmärrystä, vaan siihen tarvitaan Bereiterin ja Scardamalian teorian toista tiedonkäsitteilyn tasoa, (2) *tietoista oppimista*. Musiikin historian tietoinen oppi-

⁷ Olin ennen aineiston keräämistä jo parilla luennoilla selvittänyt opiskelijoille oppimisalustan pedagogista tehtävää kurssilla. Opiskelijat tiesivät, että seuraavalla viikolla esittelisin heille tämän uuden työympäristön ja siihen liittyviä toimintatapoja.

minen sisältää tietojen ja taitojen järjestelmällistä kehittämistä, tietämyksen rajojen tunnistamista ja tiedostamista, jota kognitiotutkimuksen piirissä on kutsuttu metakognitiiviseksi tiedostamiseksi. Tämä ilmenee esimerkiksi siinä, että opiskelijat opiskelevat erityisesti sellaisia asioita ja käsittelytapoja, joita he tietävät kurssisuorituksen edellyttävän: kappaleiden tunnistamista, analysoimista, kuvailua, yksityiskohtaisen tiedon toistamista, esseiden kirjoittamista jne. Kolmas tiedonkäsittelyn taso Scardamalian ja Bereiterin mukaan on (3) *tiedon rakentaminen*, jossa tavoitteena on uuden oppimisen lisäksi uuden tiedon ja käsitteiden luominen ja kehittäminen. Tämä tiedonrakentelu on ongelmaperustaisen oppimisen tavoite. Musiikin historian opetuksen kohdalla se merkitsee esimerkiksi sitä, että opetus ammentaa samoista lähtökohdista kuin yliopistoissa harjoitettu musiikin historian tutkimus, mutta luonnontieteen mallin mukaisen uuden tiedon keksimisen sijaan korostuu heuristinen ote.

Hermeneuttinen oppimisteoria ohjaa opettajaa tiedonrakentelun sijaan esimmäryksen tiedostamiseen. Gadamerin filosofisen hermeneutiikan (esim. 1979 & 2004) pedagogisissa sovellutuksissa oppimisprosessin lähtökohdaksi on oppimiskokemus, jossa oppimisen tavoite kumpuaa kulttuuriperinnön symbolisten sisältöjen sekä omien ennakkokäsitysten ja ennakkoluulojen kohtaamisesta. Oppiminen vertautuu luovaan prosessiin, joka ei aina ole omassa kontrollissa eikä esitettävissä kaaviona vaan pikemminkin erilaisina mahdollisuuksina. Gallagher (1992) erottaa hermeneuttisen oppimisnäkökulman eli ns. gadamerilaisen kasvatusteorian moderniksi (tai modernistiseksi) kutsumastaan näkemyksestä, jonka mukaan kasvatuksella ja oppimisella on merkitystä vain, jos se ohjaa erilaisten ongelmien ratkaisuun. Gallagher kritisoi modernistista suuntausta siitä, että se korostaa opiskelijan asemaa itsenäisenä, itseään ja oppimistaan kontrolloivana yksilönä, eikä opettajan sisältötietoa nähdä problemaattisena todellisuussuhteena (1992, 165, 184–185). Gadamerilaisen kasvatusteorian piirissä korostetaan sitä, että olennaisin produktiivisuus oppimisessa ”ei ole redusoitavissa sen enempää opettajan kuin opiskelijankaan tietoisiin älyllisiin operaatioihin” ja että ”oppimisprosessin tulos voi olla (ja yleensä on) kvalitatiivisesti erilainen kuin mitä esimerkiksi opettaja on intentoinut, ’suunnitellut’” (Koski 1995, 267). Edistymisen sijaan oppiminen ilmenee ennakkokäsitysten transformoitumisena kosketuksessa kulttuuriperintöön. Transformoituminen on olemukseltaan yllätyksellistä, se on jotakin muuta kuin ennakkokäsitysten sanelemaa (odotettavissa olevaa).

Ennalta arvaamattoman oppimisen ilmentymien tarkasteleminen eläytymistarinoissa on tietenkin varsin problemaattista. Kuitenkin gadamerilainen kasvatusteoria saa vastakaikua aineistossani aivan erityisesti musiikin kuuntelemiseen liittyen. Kuunteleminen näyttää aineistossa henkilökohtaisena tapana kohdata musiikillinen kulttuuriperintö, ja tästä kohtaamisesta aukeaa mahdollisuus ymmärtämiseen, joka suuntautuu toisaalta omaan itseen – ennakkokäsityksiin, kuuntelemisen tapoihin, skeemoihin ja mieltymyksiin – ja toisaalta itse musiikkiin, nykyhetkessä soivaan historiaan.⁸ Kuunteleminen oli muunnelmien 2 ja 3 tarinoissa tärkeä osa opiskelua. Kuuntelemista ja siihen liittyvää analysoimista, hahmottamista, tunnistamista, ymmärtämistä jne. pidettiin kaikissa kuuntelemi-

sen mainitsevissa tarinoissa jopa opiskelun keskeisenä sisältönä ja työtapana. Kuuntelu välittyi tarinoissa kulttuuriperinnön kokemuksellisen kohtaamisen tapana, ja kuunteluun mahdollisesti liittyvä käsitteellinen eksplikointi oli selvästi taka-alalla. Kielellisen ja käsitteellisen hahmottamisen sijaan tyylikausien tunnusmerkillisten piirteiden tunnistaminen oli tarinoissa korostuneesti esillä. Kuitenkin kuuntelemisen kuvauksissa voi erottaa kaksi suuntaa: toisissa tarinoissa kuunteleminen suuntautuu kokemukselliseen prosessointiin, kuuntelu ”avaa käytännössä opiskeltuja asioita”, toisissa tarinoissa taas opiskelun tavoitteena on kuullun musiikin analysoiminen.

Eläytymistarinoiden ilmentämässä opiskelun mahdollisuuksien varannossa opiskeluprosessilla vaikuttaa kuuntelun ohella olevan rikas ja eriytynyt kuvasto: erilaisia kuvauksia siitä, mitä opiskelijan mielessä tai toiminnassa tapahtuu opiskeluprosessin kuluessa, oli runsaasti. Muunnelmien innoittamat kuvaukset poikkesivat kuitenkin jonkin verran toisistaan.

Jokaisen muunnelman tarinoista yhdessä tai kahdessa esiintyi maininta ”saadaan tietoa”. Luento-opetus (muunnelma 2) viritti selvästi muita muunnelmia enemmän perinteisen luokkahuonemallin mukaisia mielikuvia, joissa opiskelija pyrki omaksumaan opettajan välittämän, lopulliseksi ja objektiiviseksi oletetun tulkinnan musiikin historiasta. Opiskelijan yksilöllinen ja persoonallinen prosessi on kaikkien muunnelmien tarinoissa edustettuna, mutta muunnelma 3:ssa (jossa ei mainita opiskelun tapaa) kuvaukset painoutuivat selvästi siihen. Opiskelija kuuntelee, paneutuu, syventää, perehtyy, sisäistää, tajuaa, hahmottaa, muokkaa, yhdistää, tunnistaa, hallitsee jne. Myös passiivinen tiedon ”saaminen” on esillä muunnelma 3:n yhteydessä; opiskelija ”saa” muun muassa käsitteen, kokonaiskuvan, tietoa ja uutta sisältöä tulkintoihin. Muunnelma 2:n tarinoissa (luento-opetus) on myös runsaasti yksilöllisen prosessoinnin kuvailua. Erityispiirteitä ovat ”omin päin” selviäminen (2 mainintaa), ”ennakkoluulojen rikkoutuminen” sekä turhautuminen ja jopa ahdistuminen (4 tarinaa), jonka suurin aiheuttaja oli aamuisen luentosalin huono ilma, muiden opiskelijoiden supatus tai puhutun tietotulvan aiheuttama epämukavuus. Toisaalta tarinoita, joissa luentoja kuvattiin varauksettoman positiivisesti kirjatieoita täydentävänä tai erityisesti kuuntelun avulla ymmärrystä lisäävänä foorumina, oli runsaasti.

Ryhmätöitä oppimisolustalla käsittelevässä muunnelma 1:ssä kuvataan huomattavasti muita enemmän toimintaa, kuten valitsemista, etsimistä, kirjoittamista, hakemista, kysymistä ja jopa auttamista. Sekä toiminta että muut osallistujat, opiskelijatoverit ja opettaja, saavat selvästi positiivisen leiman. Kirjoittamisen ja yhteistyön kuvataan jäsentävän tietoa, selvittävän luennolla käsiteltäviä asioita ja muiden töiden lukemisen kuvataan syventävän tietoa. Tehtävien tekeminen, vilkas keskustelu ja julkaiseminen saa ”opettajan ylpeäksi aktiivisesta ryhmästään” tai muuten palkitsemaan ahkeruuden. Vaikeudet tietokoneen kanssa kuvataan joko muiden opiskelijoiden ongelmaksi tai alkuvaikeuksiksi.

⁸ Musiikin kuuntelemisesta musiikin opetuksessa enemmän ks. esim. Stublej 1999; Unkari-Virtanen 2001a & 2001b.

Vain yhdessä tarinassa tietokoneen avulla lopuksi kopioitiin tehtävän vastaus, kun tuli liian kiire. Tunteiden kuvauksia oli näissä tarinoissa eniten ja niiden skaala vaihteli nostalgiaa ("kyllä kynä ja paperi olisi ollut parempi", "säälittää") voiman tuntuun ("hyvin tyytyväinen" sekä implisiittiset vastuun, itsenäisyyden ja aktiivisuuden kuvaukset).

Työtavoiltaan vapaan muunnelma 3:n tarinoissa mainittiin työskentely oppimisolustalla vain yhdessä tarinassa, muut keskittyivät kuvailemaan yksilöllistä tiedon omaksumista. Työskentely oppimisolustalla on muusikoiden koulutuksessa kulttuurisesti hyvin uusi opiskelutapa, joten sen puuttuminen eläytymistarinoiden ilmentämästä mahdollisuuksien varannosta on ymmärrettävää.

Osa eri muunnelmien kirjoittamien tarinoiden eroista selittyy opiskelijoiden herkkävaistoisuudella sen suhteen, mitä kuvitteellisesta kurssista suoriutumisen edellyttää eli metakognitiivisella tietoisuudella. Bereiterin ja Scardamalian (1993 & 1997) kuvaama kolmas tiedonkäsittelyn taso, uutta tietoa ja käsitteitä tuottava oppiminen (tiedonrakentaminen), tuntuu eläytymistarinoiden valossa vieraalta tavoitteelta. Tulkitsem syyksi sen, että musiikin historian substanssin ajatellaan olevan jo ennalta olemassa kanonisoituna tietona tapahtumista, säveltäjistä ja teoksista. Tiedon ja kanonisoinnin rajoja kolkutellaan yleisen historian ja kulttuurihistorian suunnilla, mutta keskimäärin ajatus opiskeluprosessissa muokattavasta uudesta tiedosta ei ole opiskelijalle mielekäs. Sen sijaan uuden mutta jo olemassa olevan tiedon omaksuminen tuntuu kehystävän opiskelijan mielikuvia opiskelusta. Musiikin historian oppiminen tuntuu useilla painottuvan oman tietämyksen kartuttamiseen, "tietopakettien keräämiseen" ja oman käsityksen selvittämiseen.

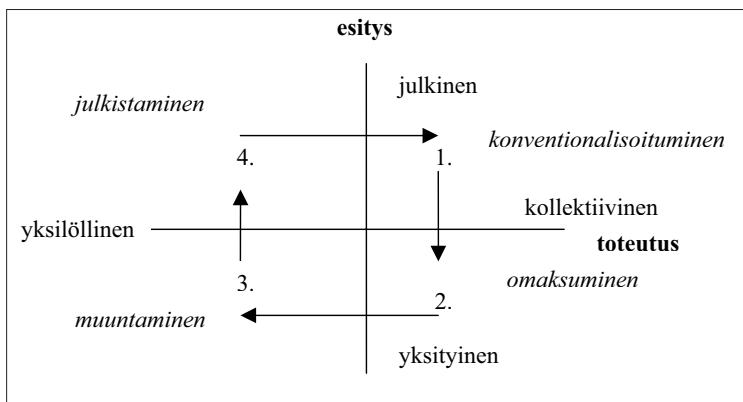
Oppimisen päämääräksi ei opiskelijoiden keskuudessa koeta ongelmien löytämistä vaan pikemminkin niiden poistaminen. Opettajankokemukseni perusteella olen huomannut, että musiikin historian kirjalliset tehtävät houkuttelevat opiskelijoita varsin ongelmattomien esittelyjen kirjoittamiseen, ikään kuin kompetenssin mitta olisi kiiltokuvamainen teos- tai säveltäjäesittely, josta kuuntelukokemukselle tyypilliset toisaalta-toisaalta-tilanteet, epäselvyydet ja epävarmuudet on poistettu. Ongelmaa ei siis koeta oppimisen substanssin problemaattisuutena, sillä substanssi oletetaan ennakkokäsityksissä objektiiviseksi ja lopulliseksi tapahtumien raportiksi. Ongelma tai oppimisen haaste liittyy useilla opiskelijoilla pikemminkin omaan ymmärtämiseen ja havaitsemiseen.

Gadamerilaisen kasvatusteorian kuvailemia ymmärtämisen, tulkinnan ja soveltamisen kuvauksia olikin runsaasti kaikkien muunnelmien tarinoissa. Oppimisolusta ja ryhmytyöt (muunnelma 1) nostivat tarinoihin esille monipuolisen tiedonhankinnan, omaan lähteidenhankintaan pohjautuvan pohdinnan ja yhteisen prosessoinnin, kun kahden muun muunnelman (2–3) tarinat painoutuivat opettajan välittämän tiedon ja musiikin kuuntelemisen henkilökohtainen prosessointiin. Muunnelma 1 taas ei viritänyt opiskelijoiden mielikuvia kuuntelemisesta; sitä ei mainittu tarinoissa ollenkaan. Ilmeisesti yhteistoiminnallinen musiikin kuunteleminen ja siihen perustuva pohdinta, analysointi tai kuvailu eivät opiskelijoiden mielikuvien varannossa ole oppimisolustan käytön yhteydessä eikä kenties muutenkaan edustettuina, vaikka yhteistoiminnallisuus muuten

oli korostuneesti esillä muunnelma 1:n eläytymistarinoissa. Olisikin mielenkiintoista selvittää vielä yhdellä uudella muunnelmalla minkälaisia eläytymistarinoita syntyisi ryhmitöiden ja kuuntelun yhdistämisestä musiikinhistorian opetuksen keskeisinä työtapoina oppimisolustalla.

Musiikinhistoria ja yhteisöllinen perimä yksilön merkityksellistämänä

Opiskelua määrittää toisaalta yleiset kulttuurissa vallitsevat ennakkokäsitykset ja toisaalta opiskeluympäristössä välittyvät arvot. Musiikinhistorian opettaja on osaltaan kulttuurisen ympäristönsä ”tuote” mutta samalla myös sen tuottaja. Opiskelijat oppivat nopeasti sen, minkälaisia tietoja ja taitoja kurssin seuraaminen heiltä edellyttää. Tietämisen ja opiskelun tavoitteet näyttäytyvät sidoksissa kulttuuriseen ympäristöönsä. Mihin opiskelusta selviämisen lisäksi kulttuurisamme tarvitaan musiikinhistoriallista tietoa? Minkälaisia merkityksiä musiikinhistorian tiedot ja taidot saavat eläytymistarinoissa? Tarkastelen seuraavaksi eläytymisaineiston valossa musiikinhistorian (opiskelun) merkityksiä ammatillisen identiteetin ja socialisaatioprosessin kannalta. Tämä kolmas analyysini teema kokoa tässä artikkelissa esitettyjä näkökulmia yhteen yhdistämällä musiikinhistorian opiskelun yksilölliset prosessit opiskelun sosiaaliseen olemukseen. Tarkastelu perustuu Harrén (1983, 258) kehrittelemään psykologisen avaruuden malliin (ks. kuva 3).



Kuva 3. Psykologisen avaruuden malli Harrén (1983, 258) mukaan.

Harrén psykologisen avaruuden malli muodostaa nelikentän kahden ulottuvuuden suhteen. Pystysuorana kuvatus esitys-akselin toisessa päässä on julkinen ajatusten ilmaiseminen, esittäminen ja esiintyminen ja toisessa oma pohdinta ja ajatusten omana tietona pitäminen. Vaakasuurana kuvattu toteutus-akseli

kuvaa toimintaa, jonka toisessa päässä on yksilöllinen toteutus, toisessa yhteistoiminnallisesti eli kollektiivisesti tapahtuva toteutus. Mallissa sosiaalinen ja yksilöllinen alue muovaavat toinen toisiaan socialisaatioprosessissa, jossa siirtytään nuolten kuvaamalla tavalla nelikentän osasta toiseen.

Opiskelija hakeutuu opiskelemaan julkisen, kollektiivisen mielikuvan perusteella. Sellainen voi olla esimerkiksi pitkän soittoharrastuksen kautta omaksuttu kuva muusikon tai musiikkipedagogin työstä ja siihen valmistavasta musiikinopiskelusta, jonka toteuttamista opiskelija sitten tavoittelee pääsykokeiden kautta. Opiskelunsa kuluessa opiskelija hakee yhteisön jäsenyyttä ja hyväksyntää sosiaalisen identiteettiprojektin kautta. Harrén (1983, 274) näkemyksen mukaan yksilöllisyys juontuu yhteisön sosiaalisesta perimästä, jonka opiskelija muuntaa omaksi yksilölliseksi ja persoonalliseksi olemisen tavakseen. Tämä persoonallinen alue on Harrén mukaan innovatiivisuuden lähde, jolla opiskelija ”ottaa haltuun oman kehityksensä” (ks. Ylijoki 2001, 240). Persoonallinen identiteettiprojekti puolestaan muoaa sosiaalisesti opitun normiston omaksi persoonalliseksi suhteeksi, jolla opiskelija vahvistaa omaa autonomisuuttaan ja ainutlaatuisuuttaan yhteisössä. Opiskelija oppii tulkitsemaan yhteisönsä normeja, kulttuuria ja arvoja ja pyrkii vakuuttamaan muut omasta pätevyystään. Tämä edellyttää socialisaatioprosessin muovaamien ajatusten tai taitojen julkistamista, siirtymistä takaisin julkiselle kentälle. Harré kuvaa tähän vaiheeseen sisältyvän riskiä, sillä toisten arviointi voi olla yhtä hyvin tuomitseva kuin hyväksyvä. Jotkut julkistetut ja hyväksytyt ajatukset ja taidot muuttuvat kulttuurisen perimän osaksi eli konventionalisoituvat. (Harré 1983, 257)

Eläytymistarinoista voidaan erottaa selvästi psykologisen avaruuden mallin ulottuvuudet, ja tarinoiden tulkinta mallia soveltaen auttaa ymmärtämään monia muunnelmien esiin nostamia eroja. Yksilöllinen ja kollektiivinen toteutus ilmenevät voimakkaasti muunnelma 1:n ja harvempina mainintoina myös muunnelma 2:n tarinoissa (esim. ”kommunikointi”, ”toisten töiden lukeminen”, ”esitelmän pitäminen”, ”oman työn julkaiseminen”). Muunnelma 3:n tarinoista se puuttuu. Muunnelma 3 jaettiin opintonsa juuri aloittaneille opiskelijoille. Tuolloin houkuttelevana näyttäytyi siirtyminen kollektiivisesta ennakkokäsityksestä henkilökohtaisiin muuntamisen ja omaksumisen vaiheisiin, ja oman aseman lunastaminen julkaisemisen tai esiintymisen avulla oli vielä taka-alalla ja siksi poissa tarinoista.

Yksityisen–julkisen esityksen akseli painottuu muunnelmien 2 ja 3 tarinoissa selkeästi yksityisen puolelle, kun muunnelma 1:n tarinoissa esiintyi voimakkaasti julkinen omien tulkintojen ja tehtävien käsittely ja keskustelu. Muunnelma 1 tuotti siis selkeästi eniten kuvauksia julkistamisesta, joka esitettiin poikkeuksetta myönteisessä sävyssä. Tarinoissa kuvattiin julkistamisen palkitsevuutta joko opettajan antaman kiitoksen tai virinnee vilkkaan keskustelun muodossa. Muiden muunnelmien tarinoissa julkisen kentän voi tulkita olevan implisiittisesti läsnä kuvauksissa musiikin historian opiskelun vaikutuksesta soittamiseen, tulkintoihin ja ohjelmistovalintaan.

Eläytymisaineiston perusteella musiikin historian tradition produktiivinen hal- tuunotto voi nivoutua dynaamiseksi osaksi muusikon ja musiikkipedagogin iden-

titeettiä. Kaikkien kehyskertomuksen muunnelmien tarinoissa korostui hyvin vahvasti musiikin historian opiskelun merkitys kulttuuriperinnön omaksumisen sekä yksityisen ja yksilöllisen prosessoinnin foorumina. Tämä oppimisen päämäärä ilmeni tasapuolisesti kaikkien muunnelmien tarinoissa muun muassa ilmaisussa "tiedon löytäminen", "taitojen oppiminen", "oma vastuu", "kokemus", "kirjoittelu jäsentää", "perusasioiden selvittäminen", "ymmärtäminen", "tunteminen", "hallinta", "hahmottaminen", "analysoiminen", "uusi ovi entiselle musiikkimaalle", "käsittäminen", "tunnistaminen", "kuunteleminen" jne.

Tieto- ja viestintätekniikka musiikin historian ymmärtämisen apuna

Keräämäni eläytymisaineistot kartoittivat kulttuurissamme vallitsevaa onnistuneen musiikin historian kurssin mahdollisuuksien varantoa, stereotyyppioita ja ennakkokäsityksiä, joiden pohjalta opiskelijat hahmottavat ja omaksuvat musiikin historian tietoja ja taitoja. Aineistot oli koottu tilanteessa, jossa oppimisolusta oli vielä hyvin tuntematon opiskelijoille. Kokemukset eivät olleet vielä edes kahvilakeskusteluissa siirtyneet seuraaville vuosikursseille. Minkälaisina näyttäytyvät luentomuotoisen ja oppimisolusta hyödyntävän opetuksen pedagogiset mahdollisuudet aineiston valossa?

Oppimisolusta on aineiston valossa varsin käyttökelpoinen väline Harrén (1983) sosialisointia kehää ilmentävän opetuksen toteuttamiseen. Koko nelikenttää prosessoiva opetus poikkeaa ratkaisevasti perinteisestä tenttiin päätyvästä opetuksesta, jossa päätehtävänä on luennoilla tai oppikirjoissa jaetun, objektiiviseksi oletetun tiedon omaksuminen ja reprodusointi tentissä tai esimerkiksi kotiesseessä. Oppimisolusta ja tieto- ja viestintätekniikka kirvoitti selvästi esiin yhteistoiminnan positiivisuuden sekä muista poiketen myös tiedonhankinnan taidot. Oppimisolusta näyttäytyi aineiston valossa eli opiskelijoiden ennakkokäsityksissä mielekkäänä välineenä luentomonisteen ja tehtävien jakamiseen mutta ennen kaikkea opiskelijoiden töiden ja ajatusten julkistamiseen. Tämän julkistamisen merkitys on sekä aineiston että Harrén teorian valossa suuri. Vasta julkistaminen saattaa opiskelijan omaksuman ja yksityisen prosessoinnin kautta transformoituneen kulttuuriperinnön yhteiseksi pääomaksi, ja vasta onnistunut julkaiseminen, julkinen esiintyminen, vahvistaa opiskelijan asemaa yhteisönsä jäsenenä.

Kuitenkin opiskelijat tuntuivat tarinoissaan arvostavan myös luennoilta saamaansa "tietopakettia" ja "vanhaa kynä-paperimenetelmää". Fyysinen läsnäolo herätti mielikuvan toisaalta musiikin historian tapahtumainkulun ja siihen kulttuurissamme liitettyjen merkitysten henkilökohtaisesta prosessoinnista, toisaalta uusien musiikin kuuntelun tasojen avaamisesta. Teknologian ja opetuksen liittoon sulautuu luontevasti myös musiikin historia ja sen hermeneuttinen tarkastelun perintö. Opetusteknologia täydentää selvästi musiikin historian opiskelun työtapoja. Toisaalta luentomuotoinen opetustilanne ja yhdessä tapahtuva musi-

kin kuunteleminen näyttäytyi eläytymistarinoiden valossa myös mahdollisena onnistuneen musiikin historian opiskelun muotona. Pedagogisesti mielenkiintoista onkin näiden ”onnistumisten” ero: minkälaisiin päämääriin ja lähtökohtiin kumpikin voisi luontevasti soveltua? Miltä voisivat muunnelmissa annettujen kahden opiskeluympäristön – oppimisolun ja luennon – kirvoittamat onnistumisen kuvaukset näyttää käytännön opetustyön kannalta?

Substanssin kohdalla oppimisolun erityinen merkitys liittyy eläytymisaineistojen valossa tiedonhankintaan ja opiskelijoiden löytämän sisältötiedon produktiiviseen soveltamiseen. Opettajan sisältötietoon perustuva luentomuotoinen opetus puolestaan antoi tarinoissa – onnistuessaan – luentoja kuuntelevalle opiskelijalle kokonaiskuvan, ”tietopakettin” sekä musiikin kuuntelemisen yhteisöllisen foorumin. Oppimisolusta rikastuttaa tietämisen ja ymmärtämisen tapoja sekä ongelmaperustaisista lähtökohdista että dialogisuuteen, vuorovaikutukseen ja yhteisölliseen käsittelyyn tähtäävänä kanavana. Luento-opetus houkutteli puolestaan kuuntelemaan ja vertaamaan omia hahmottamisen keinoja luennolla yhteisesti käsiteltyihin tapoihin.

Pelkkä luento-opetus jättää yhteisöllisen julkaisemisen mahdollisuuden pois musiikin historian opiskelusta. Toisaalta verkko-opiskelussa on huomioitava myös sosiaalisaation yksilöllinen, henkilökohtainen prosessointi, johon taas luento-opetus tarjoaa perinteisen, opiskelijoille tutun tavan.

Opiskelijat tuntuvat pitävän itselleen soveltuvimpana tutkimukseni muiden aineistojen⁹ valossa hyvin erilaisia suoritustapoja. Eläytymistarinoiden valossa näyttää perustellusti siltä, että verkko-opetuksen ja oppimisolun mahdollistamat työskentelytavat voivat tuoda musiikin historian opetukseen rikastuttavan lisän. Toisaalta ei näytä aiheelliselta kuitenkaan luopua luento-opetuksesta. Opetuksen monimuotoisuus ja myös valinnan mahdollisuus edistää selkeästi parhaiten ainakin tähän tutkimukseen osallistuneiden musiikin ammattiopiskelijoiden musiikin historian ymmärtämisen punoutumista oman ammatti-identiteetin osaksi.

Lähteet

1. Tutkimusaineisto

Eläytymisaineistot 1–3 Helsingin ammattikorkeakoulun Stadian musiikin ammattiopiskelijoiden musiikin historian kursseilta 2003–2004. Aineistot ovat kirjoittajan henkilökohtaisessa arkistossa.

⁹ Viitataan tässä aineistokokonaisuuteen (selontekoja, haastatteluita ym.), jota käytän laajemmassa tutkimuksessani ja josta artikkelin käsittelemät eläytymistarinat muodostavat vain osan.

2. Kirjallisuus

- Bereiter, Carl & Marlene Scardamalia 1993. *Surpassing Ourselves. An Inquiry into the Nature and Implications of Expertise*. Chicago, IL: Open Court.
- 1997. *Rethinking Learning. Teoksessa The Handbook of Education and Human Development: New Models of Learning, Teaching and Schooling*. Ed. David R. Olson & Nancy Torrance. Oxford: Blackwell. 485–513.
- Betti, Emilio 2002. Hermeneutiikka henkittiteiden yleisenä menetelmäoppina. *Niin&näin* 3: 77–79.
- Eskola, Jari 2001. Eläytymismenetelmän autuus ja kurjuus. Teoksessa *Ikkunoita tutkimusmetodeihin I*. Toim. Juhani Aaltola & Raine Valli. Jyväskylä: PS-kustannus (Jyväskylän yliopisto). 69–84.
- Eskola, Jari ja Juha Suoranta 2001. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. Tampere: Vastapaino.
- Gadamer, Hans-Georg 1979. *Truth and method*. Transl. William Glen-Doepel. London: Sheed & Ward. [Orig. Wahrheit und Methode.]
- 2004. *Hermeneutiikka. Ymmärtäminen tieteissä ja filosofiassa*. Valikoitua ja suomentanut Ismo Nikander. Tampere: Vastapaino. [Orig. Gesammelte Werke II ja IV.]
- Gallagher, Shaun 1992. *Hermeneutics and Education*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Goehr, Lydia 1992. *Imaginary museum of musical works. An Essay in the philosophy of music*. Oxford: Clarendon Press.
- Hakkarainen, Kai – Kirsti Lonka – Lasse Lipponen 1999. *Tutkiva oppiminen. Älykkään toiminnan rajat ja niiden ylittäminen*. Porvoo: WSOY.
- Harré, Rom 1983. *Personal Being. A Theory for Individual Psychology*. Oxford: Basil Blackwell.
- Hyvönen, Leena 1995. *Ala-asteen oppilas musiikin kuuntelijana*. Studia Musica 5. Helsinki: Sibelius-Akatemia.
- Immonen, Kari & Maarit Leskelä-Kärki (toim.) 2001. *Kulttuurihistoria. Johdatus tutkimukseen*. Tietolipas 175. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Koski, Jussi T. 1995. *Horisonttien sulautumisia. Keskustelua Hans-Georg Gadamerin kanssa hermeneutiikasta, kasvamisesta, tietämisestä ja kasvatustieteestä*. Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitoksen tutkimuksia 149. Helsinki: Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos.
- Lehtonen, Kimmo 2004. *Maan korvessa kulkevi... Johdatus postmoderniin musiikkipedagogiikkaan*. Turku: Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja B:73.
- Nevgi, Anne & Kirsi Tirri 2003. *Hyvää verkko-opetusta etsimässä*. Kasvatusalan tutkimuksia – Research in Educational Sciences 15. Turku: Kasvatustieteellinen seura.
- Ollitervo, Sakari – Jussi Parikka – Timo Väntsi (toim.) 2003. *Kohtaamisia ajassa. Kulttuurihistoria ja tulkinnan teoria*. Cultural History – Kulttuurihistoria 3. Turku: Turun Yliopisto.
- Penttinen, Jaakko 2003. Filosofia ja historia: Martin Heideggerin käsitys historiallisuudesta ja sen seuraukset historian tutkimukselle. Ks. Ollitervo et al. (toim.) 2003. 13–32.
- Pullinen, Jouko 2003. *Mestarin käden jäljillä. Kuvallinen dialogi filosofisen hermeneutiikan näkökulmasta*. Taideteollisen korkeakoulun julkaisu 40. Helsinki: Ilmari design publications.
- Rasmussen, Björn 1991. *"Å vaere eller late som om ..." Förståelse av dramatisk spill i det tyvende århundrade. Et Dramapedagogisk utredningsarbeid*. Trondheim: Mimesis.
- Salavuo, Miikka 2002. *Musiikin uudet oppimisympäristöt – virtuaalisten oppimisympäristöjen soveltuminen musiikkikasvatuksen tavoitteisiin ja käytäntöihin*. Lisensiaatintutkimus. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.

- Sarjala, Jukka 2002. *Miten tutkia musiikin historiaa?* Tietolipas 188. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Soini, Hannu 1999. *Education Student's Experiences of Learning and their Concepts about Learning Disabilities: Towards a Comprehensive Theory of Learning*. Acta Universitatis Ouluensis, Series E, Scientiae Rerum Socialium 40. Oulu: Oulun yliopisto.
- Stublely, Eleanor 1999. Musical listening as bodily experience. *Canadian Journal of Research in Music Education* 40 (4): 5–9.
- Treitler, Leo 1990. *Music and Historical Imagination*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Toiskallio, Jarmo 1993. *Tieto, sivistys ja käytännöllinen viisaus. Opettajan sisältötiedosta keskusteleminen postmetafyysisessä kulttuurissa*. Scripta Lingua Fennica Edita C 99. Turku: Turun yliopisto.
- Unkari-Virtanen, Leena 2001a. Musiikin kuuntelun suloinen toimettomuus. Internet-artikkeli osoitteessa <http://www.aleatori.siba.fi> (3.1.2005).
- 2001b. Uuden musiikin merkityksiä etsimässä. Internet-artikkeli osoitteessa <http://www.aleatori.siba.fi> (3.1.2005).
- Ylijoki, Oili-Helena 1998. *Akateemiset heimokulttuurit ja noviisien sosialisatio*. Tampere: Vastapaino.
- 2001. Rom Harré. Toimijuus, kieli ja moraalit. Teoksessa *Sosiaalipsykologian suunnan näyttäjiä*. Toim. Vilma Hänninen – Jukka Partanen – Oili-Helena Ylijoki. Jyväskylä: Gummerus. 225–252.

MuM, D.E.A. Leena Unkari-Virtanen (leena.unkari-virtanen@siba.fi) valmistelee väitöskirjaa musikin historian verkko-opetuksesta Sibelius-Akatemiassa virtuaali-yliopistohanke MOVE:n tutkijana. Hän toimii myös opettajana Helsingin ammattikorkeakoulu Stadiassa ja asiantuntijana Sibelius-Akatemian koordinoimassa musikin historian verkko-oppimateriaaliprojektissa.

Music History and Meaningful Studying

Historical music has a central role in musicians' repertoire, but what kind of a role does it have in musicians' education? In this article I discuss the possible fore-structures (Gadamer), which students project to an imaginary, successful music history course. In my research the students were asked to write continuations for three stories, whose beginnings were given. Each of the stories described an imaginary student participating in a successful music history course. Each course was explained to use a different learning environment (traditional lectures, e-learning, and the third story with no definition). Students' stories were analyzed with a focus on three aspects: (1) what constitutes music history as a subject matter, (2) how students describe the imaginary student's learning strategies in music history and (3) how music history can effect the imaginary student's professional, social being.

The use of an e-learning environment is useful tool in narrative approach to music history. Even if students' fore-structures are based on traditional expect-

tations, e-learning and computers can be factors on a successful music history course. Essays and collective discussions may have an important role both in the social and the individual construction of students' professional musician-ship.

Sämplätyn rahinan ironia ja nostalgia

Olli Heikkinen

Yksi levykokoelmani helmiä on Eero Raittisen blueslevy *Eeron LP* vuodelta 1970 (Raittinen 1970). Valitettavasti ne 34 vuotta, jotka levyn julkaisemisesta ovat kuluneet, eivät ole kohdelleet levyä hellävaraisesti. Runsaan kuuntelun ja huolimattoman käsittelyn seurauksena mainiota musisointia säästää voimakas vinyylilevyn rahina. Koska levy ei alun perinkään ollut myyntimenestys, ei levyä ole saatavissa CD-muodossa. Niinpä ainoa mahdollisuuteni on yrittää tulla rahinan kanssa toimeen.

Täysin ei vinyylin rahina kuitenkaan pysty kuuntelunautintoani pilaamaan, koska kompetenttina populaarimusiikin kuuntelijana pystyn erottamaan musiikin ja rahinan toisistaan. Rahina ei ole osa musiikillista tekstuuria, vaan se on musiikin tallennusalustan ominaisuus. Informaatioteoreettisin termein ilmaistuna rahina on kanavakohinaa, joka häiritsee varsinaisen viestin välittymistä. Sitä on mahdollista pitää myös merkinä. Kuten savu on indeksinen merkki siitä, että jossain palaa, on rahina indeksinen merkki siitä, että äänite on tallennettu vinyylilevyille.¹

Myös Madonnan levy *Erotica* vuodelta 1992 alkaa vinyylin rahinalla (Madonna 1992). Levyn julkaisuajankohta sijoittuu aikaan, jolloin levy-yhtiöt alkoivat laajamittaisesti luopua vinyylilevyistä tallennusalustana. *Eroticasta* on olemassa harvinainen dj:lle tarkoitettu tuplavinyyliversio, mutta oma kappaleareni on tallennettu CD-muotoon. Silti levy alkaa vinyylin rahinalla. Koska rahina selvästikään ei ole kanavakohinaa vaan osa musiikillista tekstuuria, täytyy suhtautumiseni siihen olla erilainen kuin Eero Raittisen levyä kuunnellessa. Jos haluan edelleen olla populaarimusiikin kompetentti kuuntelija, täytyy minun tulkita rahina merkinä – tässä tapauksessa ei kuitenkaan indeksinä vaan ikonina. Kuten risti liikennemerkissä on risteyksen ikoninen merkki, on rahina CD-levyssä vinyylilevyn ikoninen merkki. Sen yhteys kohteeseensa ei ole kausaalinen syy–seuraus-suhde, vaan se perustuu samankaltaisuuteen.

Sämpale ja äänitetekstuuri

Rahinan muuttuminen indeksistä ikoniksi edellyttää tiettyjä muutoksia populaarimusiikin tuotannon teknologiassa. Vinyylin rahinan esittäminen vinyyli-

¹ Merkkien luokittelu ikonisiin, indeksisiin ja symbolisiin juontuu Charles S. Peircen semiotiikasta.

levyllä ei ole täysin mahdotonta, mutta kuuntelutilanteessa ikonisen rahinan erottaminen indeksisestä rahinasta on mahdotonta. Vinyyliaikakaudella esittämisen kohteena eri medioista olivatkin yleensä puhelin (esimerkiksi Leevi & The Leavings: *Mitä kuuluu Marja-Leena*) ja radio (esimerkiksi Sleepy Sleepers: *Metsäratio*). Vasta kun digitaalinen äänentallennus ja CD-levy häivyttivät tallennusalustan ominaisuudet käytännössä kuulumattomiin, tuli vinyylin rahinan esittäminen mahdolliseksi.

Vinyylin rahina digitaalisessa äänitteessä on esimerkki *sämplestä*. Sämppele on äänitteen tai äänitteen osan digitaalinen kopio, joka tuodaan osaksi toisen äänitteen tekstuuria. Tyypillisiä sämppelejä ovat ääninäytteet akustisista tai sähköisistä soittimista, erilaiset luonnon- ja ympäristön äänet sekä katkelmat musiikkiäänitteistä. Vaikka sämppele saattaa olla jotain tiettyä äänitettä varten sämplätty, se on aina uudelleen kopioitavissa ja käytettävissä. Tämä on se seikka, joka tekee sämplestä sämpelen ja erottaa sämpläämisen muusta äänentallennuksesta.

Toinen muutos – joka myös liittyy tekniseen uusintamiseen – koskee musiikillista tekstuuria. On vaikea kuvitella vinyylin rahinaa *Eroticassa* osana nuotintettavissa olevaa säveltekstuuria. Vielä vaikeampi on kuvitella sitä instrumenttia, jolla vinyylin rahinaa konsertissa soitettaisiin. Ainoaksi mahdollisuudeksi tuntuisikin jäävän rahinan sämplääminen ja sämpelen toistaminen sämppleriltä tai tietokoneelta esityksen aikana. Ennen Madonnan *Drowned World* -maailmankiertuetta vuonna 2001 ohjelmoija Mike McKnight kävi läpi kaikki Madonnan studioäänitteet, valikoi äänitteistä ne osat, jotka olivat tekstuurin kannalta olennaisia mutta mahdottomia esittää, sämpläsi ne ja ohjelmoi tietokoneen niitä toistamaan (Rule 2002, 34–38).

Populaarimusiikin äänitteiden ja videoiden tutkimuksessa on mielekäs tehdä ero eri tekstuurityyppien välillä. Studiotekniikan hyödyntäminen on ollut keskeinen osa rockmusiikin äänitteiden estetiikkaa ja äänitteet ovat keskeisiä välityskanavia monessa muussakin musiikkityylissä. Alun perin äänitteen tarkoitus oli tuoda toisessa ajassa ja paikassa tapahtunut esitys läsnäolevaksi, presentoida se. Äänitteen omat ominaisuudet pyrittiin minimoimaan, jotta sävelteksturi ja esitys välittyisivät kuuntelijalle häiriöttömästi. Tavoitteena oli täydellisen läpikuultava äänite. Läpikuultavuuden ihanne käy hyvin ilmi äänilevyteollisuuden 1950-luvulla kehittämässä termissä *High Fidelity*, joka merkitsee ”korkeata uskollisuutta luonnolliselle äänelle: kaiun tulee laulaa alkuperäisestä (ääni)lähteestä, akustisen peilin kuvastaa puhujan auditiivisia kasvoja” (Keskinen 1995, 39).

Studiotekniikan kehittymisen myötä usein tavoitteeksi tuli kuitenkin luoda studiossa uusi useista erillisistä ostoista koostuva fiktiivinen esitys, joka tapahtuu fiktiivisessä tilassa ja ajassa. Tarkoituksena ei ollut niinkään presentoida kuin representoida. Kun moniraitanauhureiden ja äänen muokkaukseen tarkoitettujen laitteiden myötä esitysten fiktiivisyys voimakkaasti lisääntyi 1960-luvulla, nousi perinteisten sävel- ja esitystekstuurien rinnalle vahvana ääniteteksturi. Ääniteteksturi koostuu niistä kuulokuvan ominaisuuksista, jotka eivät ole säveltekstuurin tai esityksen ominaisuuksia. Näitä ovat esimerkiksi ääniefektit, soittimien sijoittelu stereokuvassa (myös syvyys suunnassa), keinotekoinen tilavaikutelma

ja äänen muokkaus. Vaikka sämple voi sisältää säveltekstuurin ja esityksen ominaisuuksia tai laululyriikkaa, on sämple ennen kaikkea osa äänitetekstuuria.

Äänitetekstuurin vahvistumisella ja ääniteteoksen synnyllä 1960-luvulla on mielenkiintoinen yhteys niihin muutoksiin, joita tapahtui samaan aikaan rock-musiikin konserttien äänentoistossa. Kun vielä 1960-luvun alussa musiikki konserttiyleisölle tuli useasta pisteestä (rummut, bassovahvistin, kitaravahvistin, lauluvahvistin), vuosikymmenen loppupuolen suurilla rockfestivaaleilla yleisö kuunteli musiikkia kahdesta lavan molemmin puolin asetetusta kovaäänispinosta. Musiikin kuuntelu konserteissa alkoi muistuttaa äänitteiden kuuntelua kotona. Kehitys, joka tuolloin alkoi, huipentui 1990-luvulla, kun digitaalitekniikan kehittymisen myötä äänitteiden tuominen osaksi konserttiesitystä helpottui. Kun vielä 1960-luvun alussa tuotannon lähtökohta oli hyvä esitys, joka taltiointiin äänitteelle, pyrittiin nyt luomaan ensin hyvä äänite, joka sitten esitettiin konsertissa. Tästä esimerkkinä toimii yllä mainittu Madonnan kiertueen valmistelu.

Dialektinen kuva

Edellä olevat tapaukset ovat esimerkkejä teknologisen kehityksen – erityisesti teknisen uusintamisen – voimakkaasta vaikutuksesta populaarimusiikin tuotantoon, tekstuuriin, estetiikkaan ja vastaanottotapaan. Teknologian suhde taiteeseen oli keskeinen teema jo 1930-luvulla Walter Benjaminin tunnetussa artikkelissa ”Taideteos teknisen uusinnettavuutensa aikakaudella” (Benjamin 1989). Benjamin oli teknisistä uusintamistavoista kiinnostunut ennen kaikkea valokuvasta ja elokuvasta, mutta jos seuraavassa elokuvatuotantoa kuvaavassa sitaatissa korvaamme teatterinäyttelijän konserttimusiikolla, elokuvanäyttelijän studiomusiikolla, kameran mikrofonilla, kuvaajan äänittäjällä, kuvauskohteet äänityksillä, leikkaajan miksaajalla, elokuvan äänitteellä, kuvakulman kuulokulmalla jne., saamme erinomaisen kuvauksen moniraitatuotannosta populaarimusiikissa.²

Teatterinäyttelijän taiteellinen suoritus esitetään yleisölle lopullisessa muodossaan näyttelijän oman persoonan kautta. Elokuvanäyttelijän suoritus sitä vastoin esitetään kameran välityksellä, mistä on kahdenlaisia seurauksia. Näyttelijän suorituksen yleisölle välittävän kameran ei tarvitse suhtautua tähän suoritukseen ehjänä kokonaisuutena. Kamera muuttaa jatkuvasti kuvaajan ohjailmana asemaansa tämän esityksen suhteen. Hetkellisten kuvauskohteiden sarja, jonka leikkaaja kokoa käyttöönsä saamastaan materiaalista, muodostaa valmiin elokuvan. Siihen sisältyy tiettyjä kameran aiheuttamia liikkeitä, erityisiä kuvakulmia, lähikuvia jne. Näin näyttelijän suoritus joutui optisten kokeiden alaiseksi. Se on ensimmäinen seuraus siitä, että näyttelijän suorituksen välittää kamera. Toiseksi, koska elokuvanäyttelijä ei itse esiintynyt yleisölle, hänellä ei ole myöskään teatterinäyttelijälle suotua mahdollisuutta sopeuttaa esitystään yleisön mukaan näytöksen aikana. Yleisö saa näin mahdollisuuden arvostella esitystä ilman henkilökohtaista yhteyttä näyttelijään. Yleisön

² Benjaminin kuvaaman elokuvatuotannon yhteyttä äänitetuotantoon on korostanut myös Steven Jones (1990, 111–112).

eläytyminen merkitsee todellisuudessa samastumista kameran kanssa. Se omaksuu siis kojeen asenteen: se kokeilee. Kulttiarvot eivät siedä tällaista asennoitumista. (Benjamin 1989, 151–152.)

Benjaminille tekninen uusintaminen aiheuttaa kulttiarvojen katoamisen myötä taiteen auran heikkenemisen tai suoranaisten katoamisen. Auraattisen taiteesta tekee se, että vaikka taideteos (ennen teknisen uusinnettavuutensa aikaa) on läsnä ainutkertaisesti Tässä ja Nyt, meidän esteettisessä havainnossamme on ainutlaatuinen etäisyyden tuntu (Benjamin 1989, 145). Auraattiselle läsnäolon ja poissaolon väliselle leikille tekninen uusintaminen on uhka, koska ”jopa täydellisimmästä uusinnoksesta jää uupumaan eräs seikka: taideteoksen Tässä ja Nyt – sen ainutkertainen olemassaolo juuri siinä paikassa, jossa se sijaitsee” (Benjamin 1989, 142).

Tämä läsnäolon puute on kuitenkin puutetta ainoastaan suhteessa ritualistiseen traditioon, joka ”kokosi menneen, nykyisyyden ja tulevaisuuden jatkuvan läsnäolon merkin alle” (Caygill 1994, 23–24). Eli Benjaminin sanoin ”aidon taideteoksen ainutkertaisuus perustuu rituaaliin, josta se löysi alkuperäisen ja ensimmäisen käyttöarvonsa. Tämä kytkentä voi olla kaukana menneisyydessä, mutta silti se on tunnistettavissa maallistuneena rituaalina kauneuskultin kaikkein pakanallisimmassakin muodossa” (1989, 146–147). Tämän kytkennän tekninen uusintaminen poistaa, koska ”uusintamistekniikka irrottaa jäljennöksen perinneyhteydestään” (Benjamin 1989, 144).

Puhuessaan taideteoksesta Benjaminilla on mielessään visuaaliset taiteet, joiden Tässä ja Nyt -läsnäolo tietystä (ritualistisen perinteen määrittämässä) paikassa on huomattavasti ongelmattomampi kuin sävelteoksen tai romaanin Tässä ja Nyt -läsnäolo. Siitä huolimatta Benjaminin ajatus on yleistettävissä koskemaan musiikkia: sävelteoksen voidaan katsoa olevan läsnä (Tässä ja Nyt) jokaisessa esityksessä, jonka ajan ja paikan määrittelee ritualistinen perinne (konsertti-instituutio). Tämänkin ritualistisen kytkennän tekninen uusintaminen (äänite) poistaa.

Se kriittinen potentiaali, jonka ritualistis-traditionaalisen auran katoaminen taiteesta mahdollistaa, sisältyy Benjaminin käsitteeseen *dialektinen kuva* (*dialektisches Bild*). Tekninen uusintaminen tuhosi ritualistisen tradition, jossa mennyt ja tuleva sulautuivat saumattomasti nykyisyyteen. Samalla se toi tilalle aikakäsityksen, jota Kia Lindroos kutsuu *kairologiseksi* vastakohtana kronologiselle (Lindroos 1998, 11–12). Siinä menneisyys ei ilmene tapahtumien kronologisena jatkumona, jonka toinen pää nykyisyys on, vaan kaiken keskipiste on Nyt-hetki (*Jetztzeit*), jolle Silloin (*Gewesene*) ilmenee kuvana. ”Ei ole niin, että mennyt luo valonsa nykyisyyteen tai nykyisyys luo valonsa menneeseen: pikemminkin Silloin ja Nyt muovautuvat kuvassa konstellaatioksi kuin salamanisku. Toisin sanoen: kuva on dialektiikkaa pysähdystilassa.” (Benjamin 1982, 576–577.)

Mutta minkälainen kuva Benjaminin kuva on ja miten dialektiikka siinä ilmenee? Useat tekstikatkelmat viittaavat siihen, että Benjaminille dialektinen kuva ei ole kuva sanan kirjaimellisessa merkityksessä, vaan se on mikä tahansa tulkittavissa tai luettavissa oleva teksti, jossa Nyt ja Silloin muovautuvat konstellaatioksi. Niinpä Anselm Haverkampin mielestä Benjaminin dialektinen kuva on

lähempänä Wittgensteinin *Tractatus Logico-Philosophicuksen* ”loogista kuvaa” kuin mitään imagistista filosofiaa (Haverkamp 1992, 72). Dialektiseksi kuvan tekee tekstin Silloin-elementin uudelleenkäyttö ja tulkinta. Paradigmaattinen esimerkki dialektisesta kuvasta onkin Haverkampin mukaan *sitaatti*: ”On houkutteltavaa mennä niin pitkälle, että sanaa ’kuva’ voisi pitää metaforana ’sitaatille’ – hyvin suggestiivisena sellaisena – ja sana ’dialektinen’ tarkoittaisi ’lukemista’. Ilmaisu ’dialektinen kuva’ pitäisi kääntää ja ottaa käyttöön ’sitaatin lukemiseksi.’” (1992, 71.)

Entä miten ”sitaattia” tulee ”lukea”? Sitaatti kantaa aina mukanaan koko esi- ja jälkihistoriaansa eli kontekstia. Se voidaan nähdä eräänlaisena synekdokeena, jossa tekstin osa toimii koko tekstin ja käytännössä rajattoman kontekstin korvikkeena (Haverkamp 1992, 75). Luennassa sitaatin rajattomasta kontekstista erottuvat kuitenkin luennan kannalta merkitykselliset osat. Dialektisessa kuvassa sitaatti ja sen konteksti asettuvat Nyt-hetken kanssa konstellaatioksi, jolloin sitaatin konteksti muodostaa Nyt-hetken luennalle teesin tai antiteesin (Lindroos 1998, 50). Olennaista on dialektisen kuvan ajallinen ulottuvuus.

Ironia

Äänitetekstuurin sitaatti on sämple. Samoin kuin esimerkiksi kirjallinen sitaatti, myös sämple sitaattina kantaa mukanaan esi- ja jälkihistoriaansa. Merkittävä osa vinyylin tai savikiekon rahinaa sisältävien sämplejen kontekstista liittyy äänitteiden teknologiaan. Rahinan konteksti muodostuu paitsi vanhentuneesta ja käytöstä poisjääneestä tekniikasta, myös tekniikasta, joka vinyylin ja savikiekon korvasi. Tämä ilmenee hyvin ensimmäisellä Suomessa tehdyllä digitaaliäänitteellä, Retuperän WPK:n *Palaa taas* -levyllä vuodelta 1985 (Retuperän WPK 1985).³

Levy alkaa kappaleella *Elomme päivät*, joka kuuluu torvisoittokuntiemme vakio-ohjelmistoon. CD-levyltä kuunneltuna olettaisi esityksen välittyvän häiriöttömänä ja kirkkaana, mutta levy alkaakin erittäin voimakkaalla rahinalla. Kun lisäksi orkesterin esitys on säröinen ja spektriltään kapea, muistuttaa kuulokuva huonokuntoista savikiekkoa. Miksi äänitteellä on siteerattu vanhentunutta tallennusteknologiaa? Miksi alun perin indeksiselle merkille on annettu suurempi painoarvo muuttamalla se ikoniseksi? Voisiko kyse olla ironiasta?

Tekstin tai lausuman ironisuus on aina suhteessa kontekstiin. Esimerkiksi lausuma ”Onpa hieno sää!” on ironinen vain silloin, kun sää on huono lausuman esittämisen hetkellä. Jos sää on hyvä, väite ei ole ironinen. Ironia ei kuitenkaan ole pelkästään väitelauseiden totuusarvoilla leikkimistä, vaikka tämä onkin ironian yleisin merkitys. Mikä tahansa merkki tai teksti, myös ei-kielellinen, voi olla ironinen, jos merkille tai tekstille voidaan osoittaa kaksoismerkitys. Esi-

³ Ensimmäinen suomalaisen artistin julkaisemana digitaaliäänitteenä pidetään yleisesti Riki Sorsan levyä *Kellot ja peilit* (1984), mutta se tehtiin Englannissa.

merkiksi Esti Sheinberg (2000) pitää ironiana erilaisia yhteensopimattomuuksia Šostakovitšin säveltekstuurissa.

Ironia sisältää aina myös asenteen tai arvostelman, jonka ironikko pyrkii välittämään ja jonka tulkitsija saattaa löytää. Edellä mainitussa esimerkissä lause ”Onpa hieno sää!” on tarkoitettu moitteeksi: sää on huono ja se on ironikon kannalta ikävä ja moitittava asia. Säätilalla on ironikolle merkitystä ja tämän hetkiseen sähän ironikko ei ole tyytyväinen. (Hutcheon 1994, 39–40.)

Retuperän WPK:n *Elomme päivien* mahdollista ironisuutta voimme tutkia Wayne C. Boothin (1974, 10–12) esittämän neliaskelisen ironiantunnistusprosessin avulla:

Askel 1. Lukija/kuulija hylkää kirjaimellisen merkityksen, koska huomaa ristiriidan tekstin sisällä tai tekstin ja kontekstin välillä. *Elomme päivät* on raita ensimmäisellä suomalaisella digitaaliäänitteellä, eikä sen näin ollen pitäisi sisältää savikiekon rahinaa. Tämä ristiriita edellyttää huomion kiinnittämistä äänitetekstuuriin ja tietoa siitä, että digitaalinen äänite ei sisällä savikiekolle tunnusomaisia häiriöitä.

Askel 2. Lukija/kuulija käy läpi vaihtoehtoisia tulkintoja ja selitysmalleja. Ehkäpä savikiekon rahina on päätyntä levyllä vahingossa huolimattomuuden seurauksena tai äänite ei olekaan oikeasti digitaalinen vaan savikiekolta digitaaliseksi muutettu.

Askel 3. Lukija/kuulija tekee päätelmän tekijän tietämyksestä ja uskomuksista. Retuperän WPK toimii Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunnan piirissä. On oletettavaa, että tekniikan opiskelijat tuntevat uudet tekniikat muuta väestöstä paremmin ja omaksuvat ne nopeammin ja syvällisemmin, joten vahinko ja huolimattomuus voidaan sulkea pois. Savikiekon rahinan päätyminen äänitteelle on mitä ilmeisimmin tarkkaan harkittu teko.

Askel 4. Lukija/kuulija antaa uuden merkityksen. Savikiekon rahina ei ole indeksinen merkki siitä, että äänite olisi jossain tuotantovaiheessa tallennettu savikiekolle, vaan se on ikoninen merkki, joka ironisesti viittaa siihen, mitä äänite ei ole: savikiekkko.

Palaa taas -äänitteen ironisuus on yhteydessä Retuperän WPK:n perusideologiaan, joka on ironinen. Tekniikka merkitsee edistystä, kehitystä ja yhä parempaa luonnon hallintaa mutta myös kuria ja kieltäymystä. Retuperän WPK on kaikelle tälle ironinen antiteesi. Ironia ilmenee esimerkiksi tavassa, jolla ”kuriton” väärinsoitto on tehty kurinalaiseksi:

Retuperäläisen sovittamisen keskeisimpiä tehokeinoja ovat väärin äänien harkittu sijoittaminen, rytmiset muunnokset ja melodiasitaatit. Väärin äänien käytössä suosittuja menetelmiä ovat olleet melodian kriittisiin kohtiin huolella sijoitetut väärät äänet sekä etumerkkien systemaattinen unohtaminen. Tyypillisiä rytmisiä keinoja ovat puolestaan pumppaus eli kenraalipaussin aikana soittaminen sekä 4/4-tahtilajiin sijoitetut ontuvat 7/8-tahdit. (Retuperän WPK:n kannatusyhdistys 1993, 23.)

Klassisessa retoriikassa ironia saattoi toimia kahdensuuntaisesti: kehumalla moitittiin ja moittimalla kehuittiin. Vaikka molemmat tavat ovat nykyisin käytössä, on ensiksi mainittu tapa huomattavasti yleisempi: moite puetaan ylistyksen muotoon eli positiivinen tarkoittaakin negatiivista (Hutcheon 1994, 40). Edellä mainitussa esimerkissä ylistävä lausuma ”Onpa hieno sää!” on tarkoitettu moitteeksi. Retuperän WPK:n tapauksessa kyse on kuitenkin päinvastaisesta:

äänitteen esittämä vanhentunut tekniikka, joka konteksti huomioon ottaen on negatiivinen seikka, tarkoittaa uuden tekniikan ylistystä, eli positiivista.

Retuperän WPK:n tapauksessa tuntuisi toteutuvan myös ironian yhdistävä funktio (ks. Hutcheon 1994, 54–56). Ironiassa on usein kolme osapuolta: ironikko, yleisö, joka ymmärtää ironian, ja yleisö, joka ei ymmärrä. Ironia toimii ironikkoa ja ymmärtävää yleisöä yhdistävänä diskurssina samalla, kun se sulkee ymmärtämättömän yleisön ulkopuolelle. Niinpä Retuperän WPK ja uudesta tekniikasta tietoinen ja siihen positiivisesti suhtautuva yleisö muodostaa diskurssiivisen yhteisön, jonka ulkopuolelle jäävät teknisestä kehityksestä kiinnostumattomat tai siihen negatiivisesti suhtautuvat.

Nostalgia

Retuperän WPK:n ironiassa on selkeä ajallinen ulottuvuus (”Silloin”: analoginen tallennus, ”Nyt”: digitaalinen tallennus), mutta temporaalisuus ei ole ironialle välttämätön ominaisuus. Sen sijaan nostalgiaa aika ja historia ovat keskeisiä elementtejä. Nostalgia oli alun perin taudinmääritys koti-ikävää poteville palkkasotilaille, mutta 1800-luvun myötä nostalgisen ikävän ensisijaiseksi kohteeksi paikan tilalle nousi aika. Samalla käsite menetti lääketieteellisen, fysiologisen merkityksensä. (Hutcheon 1998.) Nykyisin nostalgia käsitetään useimmiten mielentilana, johon liittyy ajatus kadotetusta ajasta: joskus oli aika, jolloin asiat olivat hyvin, mutta nyt tuota aikaa ei enää ole.

Nostalgia voi kuitenkin olla muutakin kuin pelkkä mielentila. Affektiivisen määritelmän rinnalle on noussut käsitys nostalgiaa retoriikkana (Tannock 1995, 454; Probyn 1996, 114–116), diskurssina (Turner 1987, 150–151; Koivunen 2000, 327) ja politiikkana (Hutcheon 1998). Keskeinen teema nostalgisessa retoriikassa on ajan periodisointi. Historia jakautuu aikaan ennen ”hairahdusta” (kulta-aika, lapsuuden koti, maaseutu), hairahdukseen (murros, katastrofi, eroaminen, erottaminen, lankeemus) ja nykyiseen hairahduksen jälkeiseen aikaan, jota leimaa puutteellisuus ja vajavaisuus (Tannock 1995, 456–457). Periodisointi voi perustua todellisiin tapahtumiin, mutta ennen kaikkea se on nostalgisen retoriikan tuote: ”[K]uten halu, [nostalgia] luo kohteensa.” (Probyn 1996, 116.) Menneisyys ”muistomerkityksellistetään’ menneisyydeksi, joka kristallisoituu muistin valitsemiksi kallisarvoisiksi hetkiksi, mutta se tapahtuu myös unohtamalla ja tietoisesti vääristämällä ja uudelleen järjestämällä.” (Hutcheon 1998.)

Muistin asema nostalgiaa keskeinen, mutta nostalgisessa retoriikassa yksilöllinen tai kollektiivinen muisti ei ole riittävän luotettava: ”[n]ostalgia vaatii, että menneisyydestä on saatavilla todistusaineistoa” (Hutcheon 1998). Yleisö haluaa todisteita, ja niitä teknisen uusintamisen aikakaudella reetori löytää koko siitä audiovisuaalisesta kirjastosta, jota on kartutettu valokuvauksen keksimisestä lähtien. Valokuva, jota on pidetty paradigmaattisena esimerkkinä nostalgias- ta (Koivunen 2000, 342–343), saa retoriseksi avukseen äänitteen ja liikkuvan kuvan eri muodoissaan (Hutcheon 1998).

Havainnollinen esimerkki äänitteestä, joka toista äänitettä hyväksi käyttäen tuntuisi luovan nostalgista retoriikkaa, on Janet Jacksonin *Got 'Til It's Gone* vuodelta 1997 (Jackson 1997). Äänitteellä laulaja Janet Jackson ja räppäri Q-Tip vaihtavat ajatuksia menetetyistä rakkaudesta. Laulun tekstin mukaan kaiken hyvän tunnistaa vasta sitten, kun sen on menettänyt. Todisteeksi nostalgisen tunteen oikeellisuudesta ja yleispätevyydestä äänitteellä sämplätään refrengiä Joni Mitchellin äänitteeltä *Big Yellow Taxi* (1970). Refrengissä Mitchell laulaa: "Eikö tunnukin siltä, että huomaat sen mitä omistat aina vasta sitten, kun se on mennyt pois."⁴ Vaikka äänitteellä sämplätäänkin vain edellä mainittua refrengin alkuosaa, muodostaa refrengin hyvin tunnettu loppuosa kontekstin, joka vahvistaa sitaatin nostalgista (ja temporaalista) luonnetta: "Ne päällystivät paratiisin ja panivat pystyyn parkkipaikan."⁵ Refrengin todistusvoimaa korostavat Jackson toteamuksella "Kuten Joni sanoo"⁶ ja Q-Tip kommentilla "Joni Mitchell ei koskaan valehtelee".⁷

Lyriikassa Jackson ja Q-Tip omaksuvat eronneiden rakastavaisten roolit. Jackson on pahoillaan suhteen loppumisesta ja toivoo, että voisi kääntää ajan kulun ja saada entisen rakastettunsa rakastumaan uudelleen.⁸ Myös Q-Tip on pahoillaan suhteen päättymisestä mutta syyttää tästä Jacksonia.⁹

Joni Mitchell -sitaatin vahvistamaa laululyriikan nostalgista melankoliaa¹⁰ korostaa nostalgista äänitetekstuurissa. Äänite alkaa paperin rapinalla.¹¹ Jackson kysyy, mikä on seuraava laulu, ja Q-Tip vastaa: "Se on laulu minusta."¹² Tämän jälkeen alkaa musiikki soida ja Jackson sanoo pitävänsä tästä.¹³ Jacksonin toteamusta "Kuten Joni sanoo" seuraa ensimmäinen sample *Big Yellow Taxin* refrengistä. Mitä äänitteellä oikein tapahtuu, eli minkälaisen tapahtuman tai esityksen äänite representoi?

Kun komppi äänitteellä alkaa, alkaa samalla vinyylin rahina. Niinpä on oletettavaa, että äänitteen fiktiivisessä maailmassa komppi kuuluu vinyylilevyiltä. Levyn laittaa levylautaselle soimaan Q-Tip, Jackson kuuntelee ja äänitteen alussa kuuluva paperin rapina on ilmeisesti vinyylilevyn sisäpussin rapinaa. Vinyyli-

⁴ "Don't it always seem to go, that you don't know what you got 'till it's gone."

⁵ "They paved paradise, and put up a parking lot. "

⁶ "Like Joni says."

⁷ "Joni Mitchell never lies. "

⁸ "If I could turn back/the hands of time/Make you fall in love/in love with me again."

⁹ "I was working 'round the clock/but your girls want to meddle/Talkin' about, I heard he swims with this chick on the beach/ That was out with the tide but my love you impeached."

¹⁰ Nostalgian yhteyttä melankoliaan on korostanut Bryan S. Turner (1987, 147-150).

¹¹ Viitataan tässä albumilla *The Velvet Rope* olevaan versioon. Video- ja singleversiot eivät sisällä paperinrapina-alkua.

¹² "The one about me."

¹³ "I like this one."

komppilevy saa pian seurakseen toisen vinyylilevyn, *Big Yellow Taxin*, jota Q-Tip soittaa ja ”skrätssä”¹⁴ toisella levylautasella. Q-Tipin toiminta äänitteellä on normaalia rap-DJ:n toimintaa: kahta levylautasta ja vinyylilevyjä hyväksi käyttäen luodaan yhtenäinen musiikillinen matto, jonka päälle räppääjä räppää.

Nostalgiseksi äänitetekstuuri muuttuu vasta tahdissa 12, kun Janet Jackson ja Q-Tip vaihtavat äänitteen fiktiivisessä maailmassa positioita. Kuten musiikallissa, jossa diegesis muuntautuu aika ajoin varieteenäyttämöksi, siirtyy Jackson kuuntelijasta eli tarinan subjektista esittäjäksi eli kertojaksi ja alun kehyskertomus vaihtuu (edelleen fiktiiviseksi) musiikkiesitykseksi, jossa pääosassa on laulaja Janet Jackson. Samalla *Big Yellow Taxi* muuttuu Jacksonin esityksen osaksi – vinyylille tallennetuksi äänitteeksi, jota fiktiivinen esitys siteeraa – ja Q-Tip muuntautuu rap-DJ:stä räppäriksi.

Laululyriikka ja äänitetekstuuri muodostavat *Got 'Til It's Gones* kaksi erillistä mutta samansuuntaista ja toisiaan tukevaa nostalgista periodisointia. Vaikka protagonistit ovat erimielisiä eron syistä, on ero se ”hairahdus”, joka sijoittuu kulta-ajan ja nykytilanteen väliin. Äänitetekstuurissa puolestaan vinyylin rahina antaa viitteen toisesta hairahduksesta: kun analogisista tallennusalustoista siirryttiin digitaalisiin.

Menetetyllä rakkaudella ja tallennusalustalla ei ole kovin paljon yhteyttä keskenään, mutta niiden välistä suhdetta voi pitää allegoriana. Musiikin tuotannossa ja vastaanotossa digitaalista on usein pidetty kylmänä ja epäautenttisena ja analogista vastaavasti lämpimänä ja autenttisena. Tämä koskee niin syntetisaattoreita kuin äänentallennustakin. (Goodwin 1990, 265.) Lisäksi analoginen kohina ja särö korostavat äänitteen dokumentaarista luonnetta ja sen voi katsoa lisäävän kuuntelutilanteen autenttisuutta (Link 2001, 38–39). Siirtyminen lämpimästä ja autenttisesta tallennusalustasta kylmään ja epäautenttiseen toimii vertauskuvana siirtymiselle lämpimästä ja autenttisesta parisuhteesta kylmään ja epäautenttiseen yksinoloon. Nostalginen tunne syntyy kaipuusta lämpimään ja autenttiseen.

Jos nostalginen retoriikka rajoittuu äänitteellä musiikkiesitykseen, miten kehyskertomus muuttaa tämän retoriikan luonnetta ja merkitystä? Kehyskertomuksen ja musiikkiesityksen välistä suhdetta voidaan havainnollistaa narratologiasta peräisin olevilla käsitteillä. Kertovaa fiktiota pidetään hierarkkisena järjestelmänä, jossa on kolme tasoa ja vastaavasti kolmenlaisia agentteja. Fiktiivistä maailmaa havainnoi fiktiivinen henkilö. Hänen havaintonsa kertoo kertoja, ja tämän kertomuksen esittää teksti. (Tammi 1992, 29.) *Got 'Til It's Gonen* kehyskertomuksessa on kaksi fiktiivistä henkilöä: vinyylilevyjä soittava mies (jota esittää Q-Tip) ja häntä kuunteleva nainen (jota esittää Janet Jackson). Tämän kertomuksen esittää teksti eli äänite. Kertoojia teksti ei yksilöi, mutta anonyymi kertoja ei ole harvinainen kaunokirjallisuudessaakaan.

Monimutkaisemmaksi fiktion hierarkia muuttuu, jos teksti sisältää upotettuja kertomuksia, kuten *Tuhannen ja yhden yön tarinat* (Tammi 1992, 25). Joku fiktion henkilöistä asettuu kertojaksi, ja kertomus luo oman fiktiivisen maailman

¹⁴ *Scratching* on vinyylilevyn nopeaa edestakaista liikuttelua levylautasella, minä seurauksena kuuluu hankaava ääni.

henkilöineen. *Got 'Til It's Gone* musiikkiesityksessä kehyskertomuksen henkilö, kuunteleva nainen, kertoo minä-muodossa tarinan päättyneestä suhteesta. Aivan kuin modernissa romaanissa, puolessa välissä tarinaa kertoja vaihtuu. Kehyskertomuksen levyjä soittava mies jatkaa toisesta näkökulmasta – edelleen minä-muodossa. Tarinassaan molemmat kertojat siteeraavat Joni Mitchellin *Big Yellow Taxia*.

Koska äänitteen sisältämä musiikkiesitys ja sen sisältämä kertomus on upotettu kehyskertomukseen, asettuu musiikkiesityksen nostalginen retoriikka uuteen valoon. Upotuksen maailmankuva välittyy aina hierarkiassa ylempänä olevan tason kautta (Tammi 1992, 61). Jos siis arvioimme *Got 'Til It's Gone* nostalgiaa, oleellista on, miten kehyskertomuksen henkilöt suhtautuvat musiikkiesitykseen ja sen nostalgiaan. Äänite päättyy siihen mistä alkoi. Kuunteleva nainen ja levyjä soittava mies ovat luopuneet kertojan rooleistaan ja eronneen parin dialogi on ohi. Alun kehyskertomus palaa: Q-Tip soittaa levyjä, hokee levyjen päälle rytmisesti "a-a-aa-a-aa-a-aa-a" ja Jackson kuuntelee. Kun Q-Tip kysyy, "tuntuuko sinusta a-aa-a-aa"¹⁵, vastaa Jackson iloisella kikatuksella. Ei kovin vakavaa eikä ainakaan nostalgista. Suhtautuvatko kehyskertomuksen henkilöt musiikkiesityksen nostalgiaan välinpitämättömästi? Voimmeko siis sittenkään pitää *Got 'Til It's Gone* nostalgisena äänitteenä?

Ironinen nostalgia

Roland Robertsonin mukaan moderni nostalgia jakautuu kolmeen vaiheeseen. Alkuperäinen nostalgia oli reaktio modernisaatiosta johtuvaan eksistentiaaliseen kodittomuuden ja juurettomuuden tunteeseen. Eksistentiaalinen nostalgia sulautui 1800-luvun lopulla ja 1900-luvun alussa "tarkoitukselliseen" (*wilful*) nostalgiaan, joka oli kansallisvaltioiden vastaus voimistuneeseen globalisaatioon. Viimeisin modernin nostalgian vaihe on kaupallistunut ja kuvakeskeinen konsumeristinen nostalgia. Vaiheet eivät ole Robertsonin mukaan toisiaan pois sulkevia vaan konsumeristinen nostalgia voi hyödyntää yhtä lailla eksistentiaalisen nostalgian affektiivisuutta kuin tarkoituksellisen nostalgian retorisuuttakin. (Robertson 1994, 159–160.) Yhteistä kaikille modernin nostalgian vaiheille on tietty vakavuus: menneisyys, jonka retorinen periodisointi luo ja johon nostalginen affekti kohdistuu, on autenttinen kulta-aika ja identiteetin lähde. Moderni nostalgia ei menneelle naura.

Sen sijaan nostalgia, joka häpeämättömästi loihii esiin ja hyödyntää nostalgista affektia mutta samalla ironisesti etäännyy nostalgisesta retoriikasta, edustaa uutta, postmodernia nostalgiaa (Hutcheon 1998). *Got 'Til It's Gone* kehyskertomuksen henkilöt luovat nostalgisen musiikkiesityksen mutta eivät sitoudu sen retoriseen periodisointiin. Musiikkiesitys ei ole fiktiivinen pelkästään äänitteen kuuntelijalle, se on fiktiivinen myös kehyskertomuksen henkilöille. Suhdetta, eroa ja nostalgista kaipausta, josta esitys kertoo, ei ole koskaan ollut,

¹⁵ "Do you feel a-aa-a-aa?"

ja kun esitys päättyy, voivat kehyskertomuksen henkilöt naurahtaa koko esitykselle. Saman kohtalon kokee nostalgia, joka sisältyy vinyyliin rahinaan. Se, että esityksessä siteerataan vinyylilevyä, on leikkiä ilman retoriikkaa ja ansaitsee kikatuksen.

Rahisevan vinyylilevyn käyttö *Got 'Til It's Gonessa* muistuttaa merkittävällä tavalla metodia, jonka Walter Benjamin omaksui tutkimukseensa 1930-luvulla: ”Tämän työn metodi: kirjallinen montaasi. Minun ei tarvitse sanoa mitään. Vain näyttää.” (Benjamin 1982, 574.) Tästä on kyse myös ironisessa nostalgiasa. Historiallinen todistusaineisto ja sitaatit marssitetaan vastaanottajan eteen ja näytetään, mutta samalla ironisesti vetäydytään aineiston tuomista sitoumuksista. Ironia ja nostalgia ei löydy tekstistä vaan siitä tavasta, jolla teksti otetaan vastaan. Jonkin entiteetin kutsuminen ironiseksi tai nostalgiseksi ei ole niinkään tuon entiteetin kuvailemista kuin vastaanottotavan, affektiivisen ja intellektuaalisen, nimeämistä (Hutcheon 1998). Vinyyliin rahina Madonnan *Eroticalla* on ironista tai nostalgista, jos haluamme sen sellaisena ottaa – äänitteen tehtävä on ainoastaan tuoda se korviemme kuultavaksi.

Lähteet

Äänitteet

- Jackson, Janet 1997. *The Velvet Rope*. Virgin CDV 2860.
 Madonna 1992. *Erotica*. Maverick 9362450312.
 Raittinen, Eero 1970. *Eeron LP*. RCA Victor LSP 10282.
 Retuperän WPK 1985. *Palaa taas*. RWBK-CD-1.

Kirjallisuus

- Benjamin, Walter 1982. *Das Passagen-Werk*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
 — 1989. Taideteos teknisen uusinnettavuutensa aikakaudella. Suom. Markku Koski. Teoksessa Walter Benjamin, *Messiaanisen sirpaleita. Kirjoituksia kielestä, historiasta ja pelastuksesta*. Toim. Markku Koski – Keijo Rahkonen – Esa Sironen. Helsinki: Kansan Sivistystyön Liitto. 139–173.
 Booth, Wayne C. 1974. *A Rhetoric of Irony*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
 Caygill, Howard 1994. Benjamin, Heidegger and the Destruction of Tradition. Teoksessa *Walter Benjamin's Philosophy. Destruction and Experience*. Toim. Andrew Benjamin ja Peter Osborne. London: Routledge. 1–31.
 Goodwin, Andrew 1990. Sample and Hold: Pop Music in the Digital Age of Reproduction. Teoksessa *On Record. Rock, Pop, and the Written Word*. Toim. Simon Frith ja Andrew Goodwin. London: Routledge. 258–274.
 Haverkamp, Anselm 1992. Notes on the ”Dialectical Image” (How Deconstructive Is It?). *diacritics* 22(3/4): 69–80.
 Hutcheon, Linda 1994. *Irony's Edge. The Theory and Politics of Irony*. London: Routledge.
 — 1998. Irony, Nostalgia, and the Postmodern. Internet-artikkeli osoitteessa <http://www.library.utoronto.ca/utel/criticism/hutchinp.html> (21.6.2004).

- Jones, Steven George 1990. *Rock Formation: Popular Music and the Technology of Sound Recording*. Ann Arbor, MI: UMI.
- Keskinen, Mikko 1995. Äänilevyn lumo. Fonosentrismi digitaalisen äänentoiston aikakaudella. *Kulttuuritutkimus* 12 (1): 38–53.
- Koivunen, Anu 2000. Takaisin kotiin? Nostalgiaselityksen lumo ja ongelmallisuus. Teoksessa *Populaarin lumo – mediat ja arki*. Toim. Anu Koivunen – Susanna Paasonen – Mari Pajala. Turku: Turun yliopisto, Mediatutkimus. 326–353.
- Lindroos, Kia 1998. *Now-Time/Image-Space. Temporalization of Politics in Walter Benjamin's Philosophy of History and Art*. Jyväskylä: SoPhi.
- Link, Stan 2001. The Work of Reproduction in the Mechanical Aging of an Art: Listening to Noise. *Computer Music Journal* 25 (1): 34–47.
- Probyn, Elspeth 1996. *Outside Belongings*. New York, NY: Routledge.
- Retuperän WPK:n kannatusyhdistys 1993. *Vuodet 1933...1993. Retuperän WPK 60 v. Retuända WPK*. Toim. Erkki Niemi – Jari Koskikivi – Juhani Hyvärinen – Petteri Suomalainen – Markku Kosi. Retuperän WPK:n kannatusyhdistys.
- Robertson, Roland 1994. *Globalization. Social Theory and Global Culture*. London: Sage.
- Rule, Greg 2002. The Making of Madonna's *Drowned World* Tour. *Keyboard* 28 (1): 32–42.
- Sheinberg, Esti 2000. *Irony, Satire, Parody and the Grotesque in the Music of Shostakovich*. Aldershot: Ashgate.
- Tammi, Pekka 1992. *Kertova teksti. Esseitä narratologiasta*. Jyväskylä: Gaudeamus.
- Tannock, Stuart 1995. Nostalgia Critique. *Cultural Studies* 9 (3): 453–464.
- Turner, Bryan S. 1987. A Note on Nostalgia. *Theory, Culture & Society* 4 (1): 147–156.
- Wittgenstein, Ludwig 1984. *Tractatus logico-philosophicus eli loogis-filosofinen tutkielma*. Suom. Heikki Nyman. 3. tark. painos. Porvoo: WSOY.

FM Olli Heikkinen (olliheikkinen@olliheikkinen.com) työskentelee teatterikapellimestarina ja valmistelee väitöskirjaa populaarimusiikin tekstuurityypeistä.

Irony and nostalgia in scratching of a musical record

Scratching of a musical recording may be intentional or unintentional. In a vinyl record scratching is a property of the medium and therefore unintentional. In a digital recording scratching is produced by sampling and is therefore intentional, produced to carry a meaning. A sample as an auditory quote in a recording brings connotations of its history in contact with the present. In this article this confrontation is studied through Walter Benjamin's notion "dialektisches Bild". Two scratchy digital recordings are examined. In both scratching is proposed to construct a dialectic image, one ironic the other nostalgic.

Erkki Kurenniemen sähkösoittimet

Mikko Ojanen ja Jari Suominen

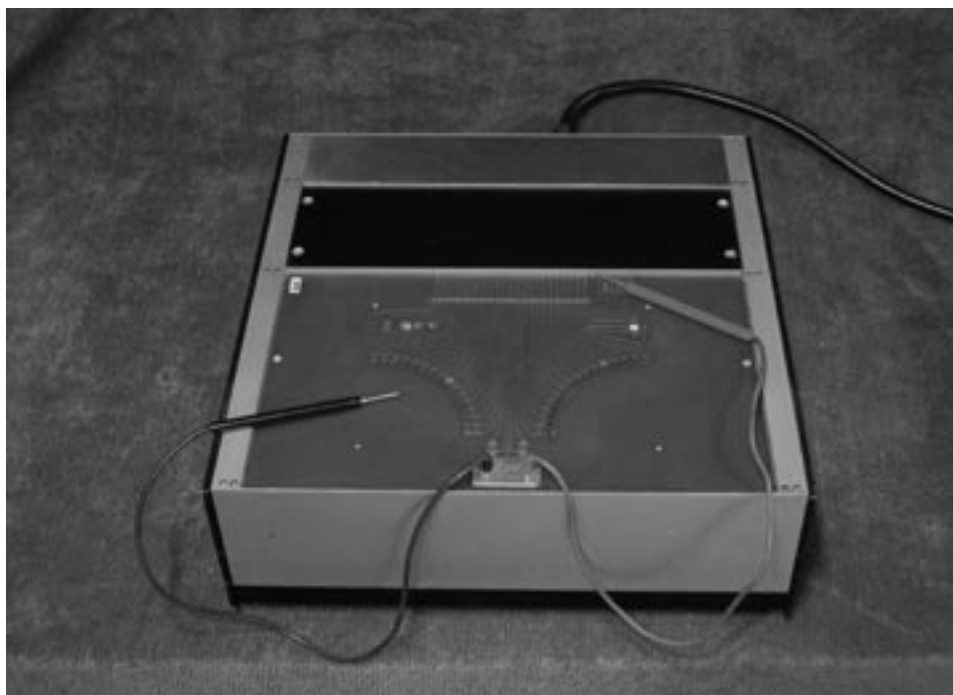
Erkki Kurenniemi (s. 1941) rakensi vuosina 1962–1974 toistakymmentä erilaista sähkösoitinta ja studiolaitetta. Merkillepantavaa on niiden innovatiivisuus ja ainutlaatuisuus. Monien soittimiensa toteuttamiseen Kurenniemi hyödynsi teknisiä sovelluksia ja elektronisia komponentteja, joiden käytöstä musiikkitekniologiassa ei vielä tuolloin ollut kokemusta. Ainutlaatuisia soittimet ovat siksi, että suurimmasta osasta on rakennettu vain yksi kappale. Kiinnostavaa on myös soitinten teknis-taiteellinen toteutus. Teknisen toteutuksen ohella myös soitinten muotoiluun ja ulkonäköön on kiinnitetty huomiota. Kuvaavana esimerkkinä mainittakoon Dimi-A vuodelta 1970 (ks. kuva 1). Tästä näkökulmasta katsottuna Kurenniemen laitteita voitaisiinkin tarkastella taideteoksina sinänsä – eikä vain soittimina. Kurenniemi (2004) kuitenkin itse suhtautuu taideteosmääritelmiin varauksellisesti todeten, että ”turvallisinta on sanoa, että se [soitinten rakentaminen] oli tekniikan tutkailua ja harrastelua”.

Tässä Kurenniemen sähkösoittimia käsittelevässä artikkelissa aihetta lähestytään sekä historialliselta että tekniseltä kannalta. Ensin tarkastellaan Kurenniemen toimintaa sointinrakentajana sekä soitinten syntyhistoriaa kronologisesti edeten. Tässä osuudessa pyritään vastaamaan muun muassa seuraaviin kysymyksiin: koska mikäkin soitin on rakennettu, missä yhteyksissä soittimia on käytetty, minne mikäkin soitin on sittemmin päätynyt ja ketkä ovat olleet minkäkin soittimen kanssa tekemisissä. Artikkelin toisessa osassa tarkastellaan Kurenniemen soitinten toimintaperiaatteita eli kuvaillaan ja arvioidaan soittimille tyypillisiä teknisiä ratkaisuja. Soitinten toimintaperiaatteita vertaillaan myös aikansa tunnetumpien sähkösoitinten, kuten Buchlan ja Moogin syntetisaattoreiden toimintaperiaatteisiin. Siten Kurenniemen soittimet pyritään sijoittamaan syntetisaattoreiden kehitysjatkumoon. Soitinteknologisen pioneerityön arvottaminen on kuitenkin rajattu tutkimuksen ulkopuolelle jo yksistään sen takia, että Kurenniemen soittimet ovat jääneet suhteellisen tuntemattomiksi, eivätkä ne siten ole toimineet esikuvina uusille innovaatioille. Emme myöskään tarkastele Kurenniemen soittimilla tuotettuja äänitteitä ja sävellyksiä lukuun ottamatta muutamaa poikkeusta, jolloin kyse on oleellisesti kyseisten soittimien historiaan liittyvistä teoksista.¹

Kirjallisten lähteiden niukkuudesta johtuen tutkimuksen lähdemateriaali koostuu pääosin henkilöhaastatteluista ja arkistomateriaalista, kuten muun muassa kela- ja DAT-nauhoista sekä soitinten dokumentaatioista². Monilta osin

¹ Esimerkiksi *Kaukana väijyy ystäviä, Antropoidien tanssia* ja intermediateteos *Deal*.

² Soitinten *dokumentaatio* koostuu mm. kytkentäkaavioista, piirilevyjen asettelukaavioista, lohkokaavioista, muistiinpanoista ja suunnitelmista, juotoslistoista ja partituureista.



Kuva 1. Dimi-A. Kuva: Ojanen & Suominen 2004.

tarkkoja tietoja tapahtumista ei enää voida tavoittaa, ja avoimeksi tai epävarmoiksi jäävät kysymykset on pyritty ilmaisemaan selkeästi mahdollista jatkotutkimusta varten. Tärkeitä aiempia tutkimuksia alueelta ovat Petri Kuljuntaustan (2002) *On/Off*, joka luo laajan mutta samalla yksityiskohtaisen kuvan suomalaisen elektroakustisen musiikin varhaisvaiheista, ja Kalev Tiitsin (1990b) Kurenniemen teoksia ja ammatillista biografiaa tarkasteleva tutkielma. Lisäksi Mika Taanila (2003) on koostanut Kurenniemeä käsittelevän DVD-levyn *The Dawn of Dimi*.³ Tämän artikkelin kysymyksenasettelu ja näkökulma poikkeaa Kuljuntaustan ja Tiitsin tarkasteluista erityisesti keskittyessään tekniikkaan liittyviin kysymyksiin.

Helsingin yliopiston ”ääniteknillinen laboratorio” ja integroitu syntesojia

Erkki Kurenniemi työskenteli 1960-luvun alkupuolelta alkaen Helsingin yliopiston ydinfysiikan laitoksella. Laitoksella työskentelyn ja opiskelun ohessa Kurenniemi kehitti Helsingin yliopiston musiikkitieteen laitoksen studiota, ja

³ DVD sisältää Taanilan ohjaaman Kurenniemeä käsittelevän dokumenttielokuvan *Tulevaisuus ei ole entisensä* (2002), *Pan Sonic plays Kurenniemi* -konsertin (2002) sekä lisämateriaalina mm. Kurenniemen lyhytelokuvia 1960-luvulta ja kuvia Kurenniemen soittimista.

yliopiston vuosikertomuksissa hänen mainitaan toimineen musiikkitieteen laitoksen voluntääriassistenttina vuosina 1968–72. 1970-luvun alussa hän perusti soittimia suunnittelevan, valmistavan ja markkinoivan Digelius Electronics -yhtiön. Digeliuksen suojissa suunniteltujen soitinten sarjatuotanto ei kuitenkaan koskaan alkanut ja siten soittimet jäivät prototyyppiasteelle.⁴

Kurenniemen ensimmäisenä varsinaisena soitinrakennusprojektina voidaan pitää Helsingin yliopiston musiikkitieteen elektronimusiikin studiota. Elektronimusiikin studio on elektronimusiikin säveltäjän instrumentti, ja tekninen laitteisto on Salmenhaaran (1968, 208) sanoin ”samassa asemassa sävellystyössä kuin soittimet perinteellisessä musiikissa”. Kurenniemi aloitti ”äänitekniillisen laboratorion” rakentamisen lukuvuonna 1961–62 silloisen Helsingin yliopiston musiikkitieteen professorin Erik Tawaststjernan pyynnöstä (Linkomies 1962, 69). Kurenniemen aloittaessa työnsä studio sijaitsi Helsingin yliopiston Porthaniarakennuksen seitsemännessä kerroksessa laitoksen esimiehen työhuoneessa. Laitteisto koostui ainoastaan kolmesta Seppo Heikinheimon hankkimasta Telefunken M24 -kelanauhurista.

Kurenniemen visio studiosta oli alun alkaen kuitenkin kokonaisvaltaisempi ja monimutkaisempi kuin yksinkertainen nauhamontteerausstudio. Studion suunnittelun ja ideoinnin taustalla olivat artikkelit ja raportit Pariisin ja Kölnin elektronimusiikin studioista. Toisin kuin monet aikalaisensa Kurenniemi ei kuitenkaan itse matkustanut tutustumaan näihin studioihin, vaan hän teki suunnitelmansa pelkästään kirjallisuuden pohjalta. Studion suunnittelun esimerkkinä ja eurooppalaisia studioita merkittävämpänä innoittajana toimi jo 1950-luvulla valmistunut Radio Corporation of American (RCA) digitaaliohjattu syntetisaattori.⁵ Vaikka 1960-luvulla kehitetyt äänisynteesilaitteistot perustuivat pääsään-

⁴ Kurenniemi aloitti opintonsa Helsingin yliopistossa vuonna 1961 vasta perustetussa ydinfysiikan laitoksessa. Heti opintojen alkuvaiheessa hän ilmoittautui vapaaehtoiseksi ohjelmoimaan laitokselle hankittua analogiatietokonetta (Kurenniemi 2004). Vuosina 1962–68 hän oli teoreettisen fysiikan laitoksen tilapäinen (kurssi)assistentti sekä vuosina 1968–72 fysiikan laitoksen amanuenssina ja vanhempana suunnittelijana. Lukuvuonna 1967–68 hän valmistui luonnontieteiden kandidaatiksi. Vanhemman suunnittelijan toimesta Kurenniemi erosi vuonna 1973 (Juva 1973, 150). Digelius Electronics -yhtiön perustamisen myötä Kurenniemen työpanos musiikkitieteen studiolla väheni ja viimeisen kerran hänen mainitaan toimineen studion voluntääriassistenttina lukuvuonna 1971–72 (Juva 1972, 96–97). 1970-luvun puolivälissä Poriin Rosenlewin tehtaalle teollisuusautomaatiota suunnittelemaan siirtynyt Kurenniemi ei kuitenkaan hylännyt musiikkia kokonaan. 1980-luvun puolivälissä hän palasikin musiikinteorian pariin ja kirjoitti artikkeleita harmonioiden teorioista (esim. Kurenniemi 1985). Nyt 2000-luvun puolella suunnittelutyö on edennyt uuden Dimi-soittimen Dimi-H:n valmistumiseen.

⁵ RCA-yhtiön palveluksessa työskennelleet Harry Olsen ja Herbert Belar rakensivat digitaaliohjatun syntetisaattorin vuonna 1952. Laitteen taustalla oli vuonna 1949 ilmestynyt julkaisu *A Mathematical Theory of Music* (1949) ja ajatus koneesta, joka tuottaa musiikkia ja melodioita satunnaistodennäköisyyksien perusteella. Tarkemmin RCA:n syntetisaattorista ks. esim. http://www.obsolete.com/120_years/.

töisesti jännitesäätöisyyteen, Kurenniemi valitsi RCA:n esimerkin innoittamana suunnittelun pohjaksi digitaalisuuden. Kurenniemi muistelee, että myös ilmeisesti ”ydinfysiikan laitoksen tietokonekokemus teki niin selväksi, että tulevaisuus on digitaalinen”.⁶ (Kurenniemi 2004.)

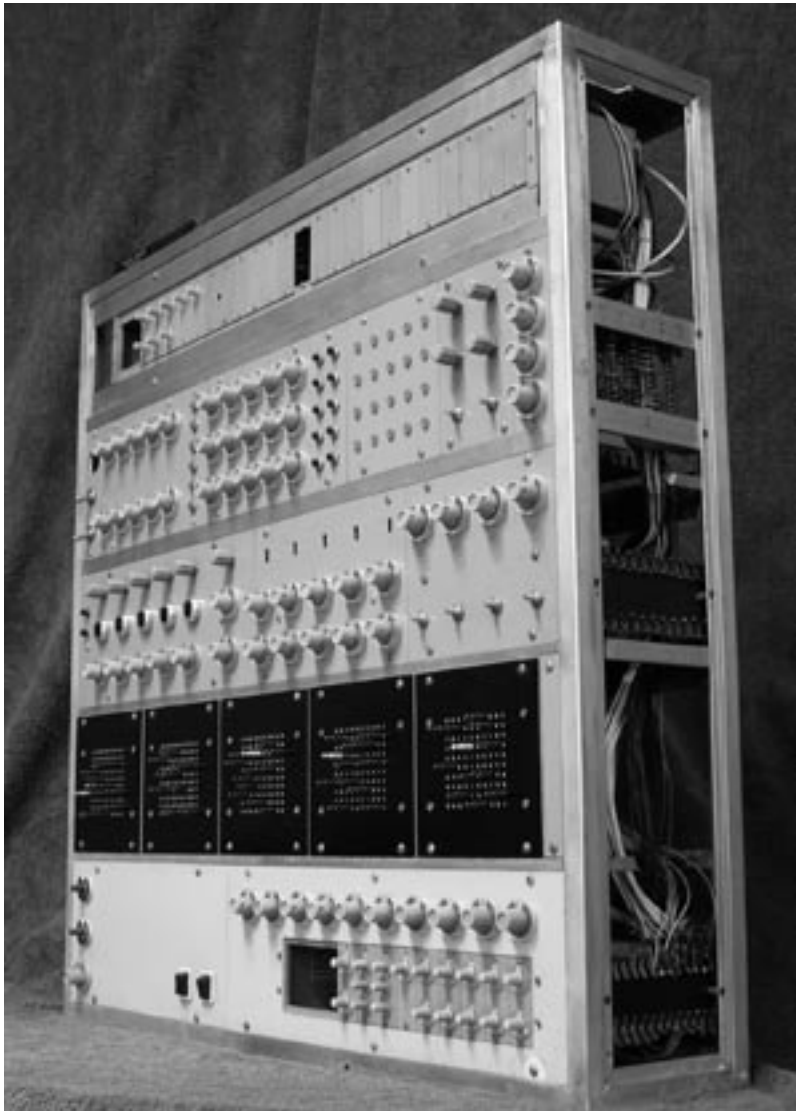
Helsingin yliopiston studion alkuvaiheessa, 1960-luvulla, voidaan karkeasti erottaa kolme eri rakennusvaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa studioon hankittiin Telefunken-kelanauhureiden lisäksi rakennussarjana yksinkertainen äänisynteesilaitteisto ja jousikaiku (Tiits 1990b, 12) sekä lukuvuoden 1962–63 aikana Studer C 37 -studiomagnetofoni (Kivinen 1963, 65; Salmenhaara 1963, 55). Syksyllä 1963 studio muutti sille varattuun tilaan Porthanian kellariin (Kivinen 1964, 69). Peruslaitteiston hankinnan ja asentamisen jälkeen Kurenniemi alkoi toteuttaa kokonaisvaltaisempaa suunnitelmaa ”automaattisen studion” rakentamiseksi. Tässä toisessa vaiheessa studion kehittäminen perustui niin kutsutun *integroidun syntesoijan* rakentamiseen.⁷ Laitteen tarkoituksena oli toimia studion äänigeneraattori-, äänenmuokkain- ja ohjainyksikkönä – tavallaan koko studion keskusyksikkönä, josta kaikki ohjaus tapahtuisi. Äänentuoton ja muokkauksen ohella laitteeseen oli tarkoitus kytkeä myös nauhanopeuden säädöllä varustetut kelanahurit, jolloin myös niitä olisi voitu ohjata integroidun syntesoijan avulla. (Kurenniemi 2004.)

Kaiken kaikkiaan laitekokonaisuuteen valmistui kolme erillistä yksikköä: äänigeneraattori-, suodin- ja mikseriyksikkö. Äänigeneraattori- ja mikseriyksikkö ovat edelleen musiikkitieteen studiossa, mutta suodinyksikkö on kadonnut. Vaikka suodinyksikkö oli toimintakuntoinen, se ei ilmeisesti kuitenkaan vastannut alkuperäisen suunnitelman odotuksia ja jäi keskeneräiseksi (Kurenniemi 2004). Laitekokonaisuuden merkittävin idea oli äänigeneraattoriyksikön (ks. kuva 2) digitaalisissa ohjaussignaaleissa, ja ehkä tästä syystä tavanomaisemmalla tekniikalla toteutettua suodinyksikköä ei haluttu säätää. Äänigeneraattoriyksikön mainitaan olleen valmistumisvaiheessa kesällä 1965 (Kivinen 1965, 73), ja jo samana kesänä se oli Jyväskylän Kesässä demonstraatiöväliseinä Kurenniemen organisoimassa algoritmisen musiikin seminaarissa (Kurenniemi 2004; Kuljuntausta 2002, 222). Äänigeneraattori oli mukana myös Helsingissä Amos Anderssonin taidemuseossa vuonna 1968 järjestetyssä *Sähköshokki*-illassa. Tapahtumassa kuultiin runoesityksiä, joissa lausujan puhetta muokattiin äänigeneraattoriyksikön avulla. ”Musiikkitieteen laitoksen musiikkikoneella” soitettiin muun muassa Johann Sebastian Bachin kolmiäänisiä inventioita (Kuljuntausta 2002, 297–298).⁸ Kurenniemen (2004) mukaan laitteiston joidenkin osien rakentamista jatkettiin vielä Helsingin yliopiston musiikkitieteen laitoksen muutettua Vironkadulle vuoden 1967 kevätlukukaudella.

⁶ Studion alkuvaiheista lisää ks. esim. Tiits 1990a ja 1990b sekä Kuljuntausta 2002, 194–199.

⁷ Alun perin laitteistolla ei ollut nimeä. Termi ”integroitunut syntesoija” on kehitetty myöhemmin kuvaamaan tätä Kurenniemen rakentamaa laitekokonaisuutta ja myös tässä artikkelissa ko. laitteistosta käytetään tätä nimeä.

⁸ Ilmeisesti integroidulla syntesoijalla siis muokattiin nauhalta toistettua valmista äänimateriaalia.



Kuva 2. Integroidun syntesoijan äänigeneraattoriyksikkö. Kuva: Ojanen & Suominen 2004.

Integroidun syntesoijan äänigeneraattoriyksikön tarkasta toiminnasta ei ole tietoa, sillä laite ei ole ollut käytössä yli kolmeenkymmeneen vuoteen. Generaattoriyksikköön sisältyi jännitesäätöisten piirien lisäksi joukko yksinkertaisia digitaalipiirejä kuten pulssimuokkaimia sekä kombinaatio- ja sekvenssiipiirejä, joita voitiin viiden 10×10 -pisteisen kytkentämatriisin avulla rakentaa erilaisia loogisia yhtälöitä vastaavia toimintakokonaisuuksia (Lindeman 1974, 81; dokumentaatio integroitu syntesoija). Laitteessa ei ollut koskettimistoa, mutta sopivilla kytkennöillä oli mahdollista rakentaa monimutkaisia sekvenssejä, joita soitin toisti automaattisesti.

Eräessä vaiheessa Kurenniemi purki Telefunken-kelanauhurit tarkoitukseensa rakentaa ne uudestaan nauhanopeudensäädöllä varustettuna ja kytkettyinä integroituun syntesoijaan. Laitteiden yhdistämiseen tarvittavaa moottoria ei kuitenkaan saatu hankittua ja tästä syystä hanketta ei koskaan saatu vietyä loppuun saakka. (Kurenniemi 2004; Tiits 1990b, 16.) Tarkkaa ajankohtaa integroidun syntesoijan käytöstä poistumiselle ei ole voitu selvittää. Esimerkiksi Jukka Ruohomäki (2004) ei muista integroidun syntesoijan enää olleen käytössä hänen aloittaessaan työskentelemään studiossa vuonna 1968. Viimeistään vuoteen 1972 mennessä, studion kolmannessa rakennusvaiheessa, laitteisto ja soittimet oli joka tapauksessa kytketty digitaalisesti ohjattuun Dimix-ristiinkytöntäpöytään sekä studiolle hankittuun Olive Leaf -mikseriin. (Juva 1972, 69–97; Ruohomäki 2004.)

Kesäkuussa 1968 Kurenniemi vieraili Firenzen Teatro Communalen järjestämässä elektroakustisen musiikin kongressissa, jossa hän piti esitelmän Helsingin yliopiston musiikkitieteen laitoksella kehitteillä olevasta musiikkiterminalista (Kivinen 1968, 100–101).⁹ Musiikkiterminaali oli päätetietokone, joka oli tarkoitus kytkeä yliopiston keskustietokoneeseen. Siten musiikin tekeminen ei olisi ollut enää paikallisesti esimerkiksi musiikkitieteen laitoksen studioon sidottua, vaan musiikki-informaatiota olisi voitu siirtää ja koodata yliopiston verkkoon kytketyllä musiikkiterminalilla missä tahansa. Kurenniemen suunnitelma jäi kuitenkin tässä vaiheessa vielä toteutumatta, eikä mitään konkreettista terminalia koskaan rakennettu. Ajatus konkretisoitui myöhemmin vuonna 1972 edellä mainitussa Dimix-ristiinkytöntäpöydässä, joka oli varustettu verkkoon sopivilla sarjaporteilla. Myöskään Dimixiä ei kuitenkaan koskaan kytketty verkkoon. (Kurenniemi 2004.)

Soittimia tilaustyönä

Helsingin yliopiston studio oli yksi 1960-luvun tärkeimmistä elektroakustisen musiikin sävellysstudioista. Sen myötä Kurenniemi tuli tunnetuksi suomalaisen elektroakustisen musiikin piirissä ja hänen puoleensa käännettiin usein elektroakustisen musiikin tekniikkaan liittyvissä kysymyksissä. Koska integroitu syntesoija (studiolaitteisto) oli Kurenniemen suunnittelema ja rakentama, oli hän ainoa, joka osasi käyttää studiota, ja hän myös avusti studiota käyttäviä musikoita ja säveltäjiä, muun muassa Erkki Salmenhaaraa, Otto Donneria ja Mauri Antero Nummista sekä ruotsalaista Ralph Lundstenia. Studion kehittelyn ohella Kurenniemi valmisti soittimia myös musiikkitieteen laitoksen ulkopuolelle yksityiseen käyttöön. Ensimmäiset varsinaiset studion ulkopuolelle valmistuneet soittimet olivat Sähkökvartetti (1968), Andromatic (1968) ja Dico (1969).

⁹ Osa matkalla kuvastusta materiaalista on nähtävissä Kurenniemen kokeellisessa lyhytelokuvassa *Firenze*, joka on julkaistu DVD:llä *The Dawn of Dimi* (ks. Taanila 2003).

Laulukone ja Sähkökvartetti

1960-luvun alussa Kurenniemi oli tutustunut yliopistolla sosiologiaa opiskelemaan Mauri Antero Nummiseen. Vuonna 1964 Numminen osallistui Akateemiseen laulukilpailuun ystävänsä Kullervo Auran kanssa rakentamallaan Laulukoneella¹⁰. Laulukone valmistui kolmen kuukauden suunnittelun ja rakentamisen tuloksena vuoden 1964 alussa. Se oli varsin yksinkertainen laite, joka toimi lähinnä äänensärkijän tavoin, ja se sisälsi yhdellä piirilevyllä muutamia transistoreita (Kuljuntausta 2002, 465). Kurenniemi ei osallistunut Laulukoneen rakentamiseen,¹¹ mutta kone rakennettiin suurelta osin yliopiston studion tarjoamista materiaaleista ja ilmeisesti Kurenniemen piirustusten pohjalta (Lindfors & Salo 1988, 87; Kurenniemi 2004). Laulukone purettiin muutaman esityksen jälkeen, koska Kurenniemi tarvitsi siinä käytettyjä komponentteja muihin hankkeisiinsa (ks. esim. Numminen 1999, 483).

Muutaman vuoden tauon jälkeen Numminen teki paluun sähkömusiikin pariin, ja vuonna 1968 Kurenniemi rakensi hänelle Sähkökvartetiksi nimetyn kollektiivisoittimen (Tiits 1990a, 44; Kuljuntausta 2002, 468).¹² Sähkökvartetti koostuu keskusyksiköstä ja kuudesta ohjaimesta. Keskusyksikössä on äänen tuotto ja sekvensseri. Niin kutsuttu melodiakone koostuu kahdesta ohjaimesta, joista toinen ohjaa diskanttimelodiaa ja toinen bassolinjaa. Viulukone, joka on sittemmin kadonnut, sisälsi potentiometrin, jota kääntämällä valittiin soivan sävelen taajuus. Rumpukoneessa on kuusi erilaista rumpuja imitoivaa ääntä, joita voidaan soittaa painelemalla ohjaimen näppäimiä. Laulajalla oli mikrofonin lisäksi niin kutsuttu valomiekka, jonka avulla mikrofonikanava oli mahdollista kytkeä erilaisiin särö- ja rengasmodulaattoriefekteihin. Viimeinen ohjain ohjaa oktaavisuotimia, joiden läpi melodiakoneiden signaali on mahdollista viedä. Keskusyksikön sekvensserillä voidaan automaattisesti ohjata melodiakoneita, suotimia ja rumpukonetta.

Sähkökvartetin ensimmäinen esiintyminen oli Sofian nuorisomusiikkifestivaaleilla Bulgariassa kesällä 1968. Myöhemmin samana vuonna (25.11.1968) Sähkökvartetti esiintyi Helsingin yliopiston juhlasalissa järjestetyssä *Kommunkaatio*-konsertissa, 2.9.1969 Anki Lindqvistin TV-ohjelmassa *Ungdom, för helvete!* ja 17.11.1970 *Elektrotapahtumassa* Vanhalla ylioppilastalolla Helsingissä.¹³ Ruohomäki (2004) mainitsee Sähkökvartetin olleen pitkään käytössä musiikkitieteen studiossa. Hajonnut soitin oli myös joitakin vuosia Nummisen hallussa

¹⁰ Tarkemmin Laulukoneesta ja sillä esitetyistä teoksista *Ontogim* ja *Oigu-S* ks. Kuljuntausta 2002, 465.

¹¹ Kuljuntausta (2002, 224) mainitsee Kurenniemen auttaneen laitteen toimintakuntoon saattamisessa.

¹² Aura oli aloittanut Sähkökvartetin suunnittelun vuonna 1967, mutta tarkkaa tietoa ei ole siitä, kuinka pitkälle soittimen ideointi oli edennyt ennen kuin Numminen pyysi Kurenniemeä jatkamaan soittimen rakentamista (ks. esim. Tiits 1990a, 43). Todennäköistä on, että nykyinen Sähkökvartetti on Kurenniemen suunnittelema, vaikka soittimen ideointi olisikin tapahtunut kollektiivisesti Nummisen ja Auran kanssa (Tiits 1990a, 44; Kurenniemi 2004). Kurenniemi (2004) ei muista tavanneensa Auraa kuin muutaman kerran.

(Kuljuntausta 2002, 387 ja 467–468). Sähkökvartetti restauroitiin konserttikäyttöön vuonna 2002, jolloin alkuperäinen Sähkökvartetti-kokoonpano esiintyi osana Avanto-festivaalin ohjelmaa. Tämän jälkeen soitin palautettiin musiikkitieteen studioon.

Andromatic

Tukholmassa järjestetyssä Fylkingenin nykymusiikkikonsertissa Kurenniemi tapasi ruotsalaisen muusikon ja säveltäjän Ralph Lundstenin (s. 1936). Tapaamisen myötä yhteydet ruotsalaisiin vahvistuivat, ja Lundsten kävi Kurenniemen studiolla nauhoittamassa materiaalia teoksiinsa.¹⁴ Myöhemmin Lundsten tilasi Kurenniemeltä Andromatic-nimisen¹⁵ sähkösoittimen. Varmaa tietoa ei ole, toimittiko Lundsten Kurenniemelle valmiit piirustukset vai suunnitteliko Kurenniemi soittimen itse. Todennäköisesti soitin on valmistunut yhteisten pohdintojen tuloksena. Andromaticin valmistuttua syksyllä 1968 Kurenniemi testasi soitinta nauhoittamalla kelanauhalle äänimateriaalia.¹⁶ Tämän jälkeen hän toimitti soittimen Tukholmaan ja antoi Lundstenille lyhyen esittelyn sen toiminnasta. (Kurenniemi 2004.)

Alun perin Andromatic suunniteltiin Tukholman Samlaren-taidesalongissa marraskuussa 1968 pidettyyn *Tunne*-näyttelyyn.¹⁷ Näyttelyssä soitin oli kytketty Olle Andrinin veistokseen ja tuottamansa musiikin ohella soitin ohjasi myös veistokseen liitettyjä valoja. *Tunne*-näyttelyn jälkeen kokonaisuus oli esillä myös toisessa näyttelyssä, ja tammikuussa 1969 se siirtyi Contemporary Crafts -museoon New Yorkiin. (HS 1968.) Näyttelyiden jälkeen Lundsten liitti soittimen Andromeda-studiosa laitteistoon, jossa soitin on edelleen toimintakuntoisena, ja hän on käyttänyt sitä useissa teoksissaan.¹⁸

Andromatic on omintakeisen sekvensserinsä ansiosta polyfoninen syntetisaattori. Sekvensserissä jokaisella asteella on oma oskillaattorinsa, jonka sävelkorkeus, äänenvoimakkuus ja sointiaika voidaan asettaa potentiometreillä. Erikoiseksi sekvensserin tekee se, että jokaisen asteen toiminnallisuuden tila voidaan muuttaa vipukytkimen avulla. Sekvensseri on mahdollista kytkeä ta-

¹³ Sähkökvartetilla esitettiin aina yksi ja sama teos *Kaukana väijyy ystäviä* (*Därbor-ta lurar nogra vänner*). Ainoat säilyneet Sähkökvartetti-tallenteet ovat mainitusta *Kommunikatio*-konsertista, Lindqvistin TV-ohjelmasta ja vuoden 1970 Elektrotapahtumasta. Tarkemmin Nummisesta ja Sähkökvartetista ks. Kuljuntausta (2002, 467) sekä <http://www.ma-numminen.net>.

¹⁴ Mm. *Aloha arita*, Sveriges Radio LPD1 (1966).

¹⁵ Soittimen nimi on todennäköisesti Lundstenin keksimä, ja se viittaa hänen Andromeda-studioonsa.

¹⁶ Nauhoitteesta tuli myöhemmin *Antropoidien tanssi* -teos, joka on julkaistu useampaan kertaan. Se on ainut Kurenniemen Andromaticilla valmistama teos.

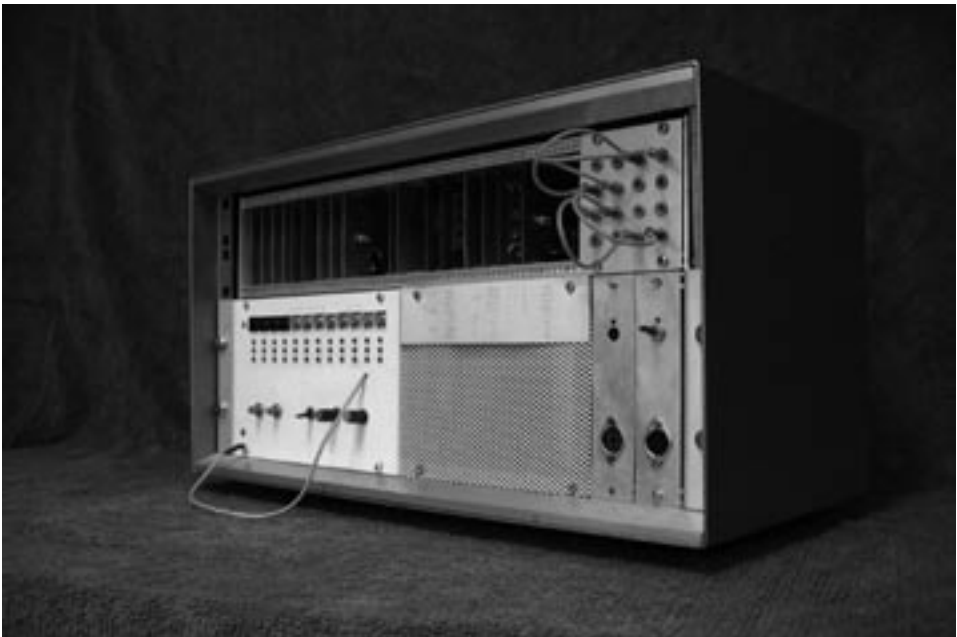
¹⁷ Näyttelyssä yleisö pääsi itse tuottamaan ääntä soittimella. *Tunne*-näyttelyn keskeinen tarkoitus oli tehdä kävijöistä tavanomaisten katsojien ja kuulijoiden sijasta luovia osallistujia ja kokijoita (HS 1968).

¹⁸ Lundstenin tuotannosta ks. esim. <http://www.andromeda.se>.

vanomaiseksi 10 iskun sekvensseriksi, jolloin kukin oskillaattori soi vuorollaan. Kytkemällä sekvensserin iskuja binäärijakajiksi, voidaan sekvensseriin muodostaa laskureita, jotka laskevat binäärilogiikan mukaisesti ylöspäin. Laskureita käyttämällä voidaan useita oskillaattoreita soittaa samanaikaisesti. Binäärijakajien avulla voidaan myös tehdä monimutkaisia 1 024 iskun sekvenssejä. Lisäksi Andromaticissa on yli-, ali- ja kaistanpäästösuodin sekä joukko erilaisia modulaattoreita, joihin jokaisen oskillaattorin signaali voidaan erikseen kytkeä ristikytkentämatriisin avulla.

Dico

Helsingin Sanomien haastattelussa (ks. HS 1968) Kurenniemi mainitsee Andromaticin olevan hänen ensimmäinen varsinaisena tilaustyönä valmistunut musiikkikone.¹⁹ Samassa yhteydessä hän toteaa samantyyppisen tilaustyön olevan rakenteilla myös Suomeen. Ilmeisesti kyseessä on Osmo Lindemanin (1929–1987) Kurenniemeltä tilaama ja keväällä 1969 valmistunut Dico (*Digitally controlled oscillator*) (ks. kuva 3). Klassisen musiikkikoulutuksen saanut Lindeman siirtyi 1960-luvun lopulla säveltämään ainoastaan elektronimusiikkia. Tähän tarkoitukseen hän rakensi elektronimusiikin kotistudion (Heiniö 1995, 187), jonka äänilähteeksi hän tarvitsi kelanauhureiden ja kaikalaitteiden lisäksi elektronista



Kuva 3. Dico. Kuva: Ojanen & Suominen 2004.

¹⁹ Lausunto on kuitenkin ristiriidassa sen faktan kanssa, että Kurenniemi oli rakentanut tätä ennen Nummiselle Sähkökvarterin. Todennäköisesti Kurenniemi ei tuolloin mieltänyt Sähkökvartertia ”tilaussoittimeksi”.

ääntä tuottavan soittimen. Lindemanin keskeinen toive oli, että soitin olisi ohjelmoitava sekvensseri. Kurenniemi suunnitteli ja rakensi soittimen, joka pohjautui hänen ja Lindemanin yhteiselle ideoinnille. (Kurenniemi 2004.)

Dico on sekvensserillä varustettu monofoninen syntetisaattori. Lisäksi se on ensimmäinen soitin, johon Kurenniemi rakensi digitaalisen muistin. Muistin avulla soittimeen on toteutettu 12 iskun sekvensseri. Jokaista iskua kohti määritetään soiva sävel (neljä bittiä), oktaavia (kolme bittiä), artikulaatio (kaksi bittiä) sekä ulostulokanava (yksi bitti). Soivan iskun parametrit sisältävän muistipaikan sisältö esitetään paneeliin sijoitettujen valojen avulla. Jokaisen lampun alla on kolmen koskettimen ryhmä, joiden avulla kyseistä bitin arvoa voidaan muuttaa yhdistämällä kosketin laitteen runkoon erityisen metallisiveltimen avulla. Lisäksi Dicossa on kaksi staattista, neljästä oktaavisuotimesta koostuvaa suodinpankia, joilla ääntä voidaan muokata. Äänen ohjaus suotimiin tehdään laitteessa olevan ristikytkentäpaneelin avulla.

Lindeman pyrki elektronimusiikin tuotannossaan käyttämään puhtaasti elektronista ääntä, ja muun muassa Dicolla luomaansa äänimateriaalia Lindeman hyödynsi useassa teoksessaan.²⁰ Ilmeisesti ainoaksi Kurenniemen Dicolla tuottamaksi äänimateriaaliksi ennen soittimen luovuttamista Lindemanille jäi Yleisradion elektronimusiikin seminaarin yhteydessä tehty nauhoitus *Improvisaatio* (1969).²¹ Epäselvää on, mihin soitin Lindemanin kuoltua siirtyi ja sen luultiinkin kadonneen (Kuljuntausta 2002, 387) ennen kuin se kuitenkin löytyi Helsingin yliopiston musiikkitieteen studiosta, jossa se on edelleen toimintakuntoisena.

Digelius Electronics Finland Oy ja Dimi-soittimet

Vuonna 1970 soitinten valmistamista varten perustetussa Digelius Electronics Finland -yrityksessä Kurenniemen vastuulla oli laitteiden tekninen suunnittelu ja rakentaminen. Varsinaisten osakkaiden lisäksi ainakin Hannu Viitasalo ja Helsingin yliopiston studiota 1970-luvulla hoitanut Jukka Ruohomäki olivat aktiivisesti mukana soitinten suunnittelussa ja rakentamisessa.²² (Kurenniemi 2004; Ruohomäki 2004; Viitasalo 2004.) Kurenniemi rakensi ensimmäisen niin kutsuttuun Dimi-sarjaan kuuluvan soittimen kuitenkin jo ennen Digelius Electronicsin perustamista. Soitin valmistui elokuussa 1970 ja se oli nimeltään Dimi (*Digital Musical Instrument*). Kirjain A lisättiin sen nimeen vasta myöhemmin erottamaan

²⁰ Pian Dicon valmistuttua syntyivät Lindemanin lyhyet mainosmusiikit *Finn-Humus-* ja *Sunkist-*tuotteille sekä Television uutistunnus (1969). Dicon kaksiäänikanavaisuuteen perustuvat mm. Lindemanin teokset *Kinetic forms* (1969), *Mechanical music for stereophonic tape* (1969) ja *Tropicana* (1970). Konkreettisen äänen ohella soitinta kuullaan *International Society for Computer Music*:in (ISCM) vuonna 1972 palkitsemassa teoksessa *Ritual* (1972).

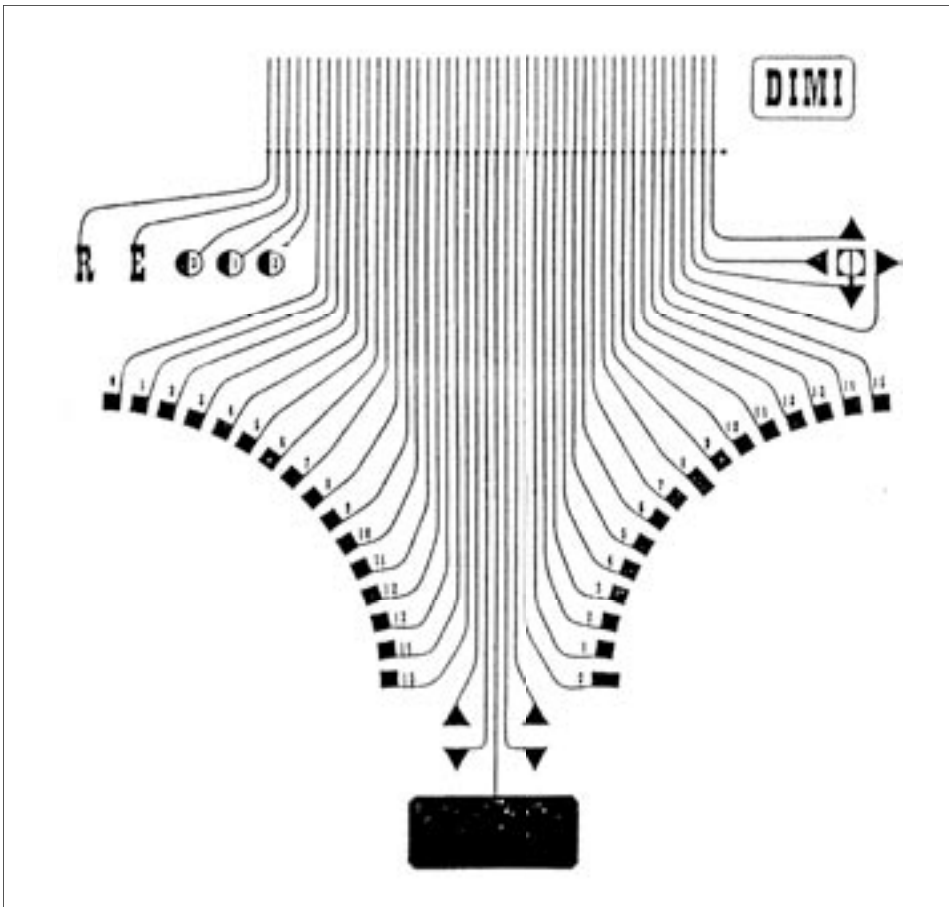
²¹ Teos on julkaistu levyllä *Erkki Kurenniemi: äänityksiä/recordings 1963–1973*, LXCD 637.

se Dimi-sarjan muista soittimista.²³ Dimi-A:n suunnittelu ja rakentaminen oli tutkimusprojekti, jolla oli tarkoitus selvittää digitaalitekniikan sovellusmahdollisuuksia elektronisen musiikin tuottamiseen. Kurenniemi (1971) raportoi *Musiikki*-lehdessä soittimen tekniikkaan, suunnitteluun ja valmistumiseen liittyviä yksityiskohtia. Dimi-A:n voidaan ajatella olevan luonteva jatke sitä edeltäville sekvenssereille. Suunnittelun pohjana onkin nähtävissä Andromaticin ja Dicon suunnittelussa karttuneet kokemukset ja ideat. (Kivinen 1971, 82; Kurenniemi 1971, 39; 2004.)

Alun perin soitin rakennettiin äänigeneraattoriksi ja äänenmuokkaimeksi studiokäyttöön, eikä mahdollista konserttikäyttöä suunnitteluvaiheessa otettu huomioon lainkaan. Dimi-A:ta soitetaan ja ohjelmoidaan koskettelemalla kahdella metallipuikolla soittimessa olevia metallilaattoja. Metallilaatat on järjestetty ergonomisesti kahteen neljäosaympyrän muotoiseen kaareen (ks. kuva 4). Vasemman käden puoleisesta kaaresta valitaan parametri, jota halutaan muokata, ja tämän jälkeen oikean käden puoleisesta kaaresta voidaan antaa valitulle

²² Kurenniemellä oli keväällä 1970 valmiina kytkentäkaavioita uuden soittimen rakentamiseksi ja suunnitelmat esiteltiin Suomen itsenäisyyden juhlarahaston, Sitran asiamiehelle. Suunnitelmista vakuuttuneena Sitra päätti myöntää Kurenniemelle 80 000 markkaa sähkösoittinten kehittämiseen. Rahoja ei kuitenkaan voitu myöntää yksityishenkilölle vaan vastaanottajana piti olla yritys. Tätä varten Kurenniemi perusti Jouko Kottilan ja Peter Friskin kanssa Digelius Electronics Finland osakeyhtiön 18.9.1970. (Tiits 1990b, 72; Kurenniemi 2004.) Kurenniemi (1971, 40) mainitsee, että ”Sitran myöntämän lainan turvin suoritetun kehitystyön ensimmäisenä konkreettisena tuloksena valmistui Dimi-O:ksi nimetyn televisio- ja digitaalitekniikkaa soveltavan soittimen prototyyppi huhtikuussa 1971”. Kottila ei Kurenniemen (2004) mukaan ottanut juurikaan osaa yhtiön toimintaan vaan oli eräänlainen ”hiljainen osakas”. Frisk oli puolestaan yhtiön toimitusjohtaja, ja hänen toimenkuvaansa kuului lähinnä markkinointi sekä uusien projektien ja yhteistyötahojen etsintä. Kaiken kaikkiaan Digeliuksessa oli toistakymmentä työntekijää. Friskin antamassa ilmoituksessa kaupparekisteriin (18.9.1970) Digelius Electronics Finland osakeyhtiön toimialaksi määritellään ”elektronisten laitteiden tuottaminen ja markkinointi”. Yhtiön toimiala laajeni nopeasti soitinten suunnittelun jäädessä sittemmin kuriositeetin omaiseksi toiminnaksi. (Taanila 2002; Kurenniemi 2004; Viitasalo 2004.) Vuonna 1973 Digelius oli mukana viiden yhtiön muodostamassa Comsas-yhdistyksessä suunnittelemassa ja valmistamassa ensimmäistä Suomessa rakennettua mikrotietokonetta (Nikkilä 1993a, 36–40; 1993b, 42–44). Vuonna 1976 Kurenniemi siirtyi yhtiön toimitusjohtajaksi. Yhtiön velat olivat kuitenkin kasvaneet liian suuriksi, ja yhtiö luovutettiin konkurssiin samana vuonna. Kurenniemi siirtyi Digeliuksen konkurssin jälkeen Rosenlew-yhtiön palvelukseen jatkamaan työtään teollisuusautomaation suunnittelijana. Tytäryhtiönä toiminut levykauppa Digelius Music Oy selvisi konkurssista ja jatkaa edelleen toimintaansa Helsingissä Viiskulmassa. (Kurenniemi 2004; Viitasalo 2004.) Lisää tietoa Digeliuksesta ks. esim. Tiits 1990b, 72–74.

²³ Kirjain A viittaa soittimessa käytettyyn ns. assosiativiseen muistiin (tähän käsitteeseen palataan artikkelissa myöhemmin). Lisäksi aakkosten ensimmäisenä kirjaimena se sopi hyvin Dimi-sarjan ensimmäiselle soittimelle. Dimi-A:sta on käytetty myös nimitystä Dimi I (Hämäläinen 1972, 34).



Kuva 4. Dimi-A:n koskettimiston asettelu (Kurenniemi 1971, 39).

parametrille haluttu arvo. Ohjelmoidut parametrit voidaan tallettaa soittimen sekvensserin muistipaikkoihin, ja halutun kokonaisuuden valmistuttua annetaan koneelle soittokomento (dokumentaatio Dimi-A). Käyttöliittymästä ei millään tavoin voi lukea, mitä muistissa on, ja näin ollen koneeseen talletettu sekvenssi pitääkin muutosten jälkeen kuunnella läpi varmistuakseen siitä, että soitin on ohjelmoitu tarkoitetulla tavalla. Tästä huolimatta kävi kuitenkin melko nopeasti ilmi, että soitinta olisi haluttu käyttää myös konserteissa. Tätä varten Kurenniemi suunnitteli Dimi-A:lle erillisen lisämuistiyksikön, kasettiaseman, johon muistisisältö olisi voitu tallettaa ja ladata uudelleen takaisin soittimen sekvensseriin. Kasettiasemaa ei kuitenkaan koskaan rakennettu. (Kurenniemi 2004; Ruohomäki 2004.)

Dimi-A-soitinta valmistettiin kaksi kappaletta, joista toinen myytiin Lundstin Andromeda-studioon²⁴ ja toinen jäi ainakin aluksi Digelius Electronicsin esitelykappaleeksi (HS 1971). Dimi-A oli Kurenniemen soittimista ensimmäinen,

²⁴ Lundsten on sittemmin lahjoittanut oman soittimensa Tukholman musiikki-museoon.

jonka sarjatuotantoa suunniteltiin. Laitteen markkinoimiseksi Digelius Electronics julkaisi vuonna 1970 seitsemäntuumaisen näytelevyn,²⁵ jonka a-puolella on *Inventio-Outventio*, joka on Kurenniemen sovitus J. S. Bachin a-molli-inventios-ta (BWV 784),²⁶ ja b-puolella Jukka Ruohomäen Dimi-A:lla toteuttama sävellys *Mikä aika on?* Kurenniemi kävi esittelemässä Dimi-A:ta keväällä 1971 Englannissa muutamissa studioissa – muun muassa Peter Zinovieffin studiolla – mutta yhtään soitinta ei ostettu. Suomeen jäänyt soitin sijaitsee Helsingin yliopiston musiikkiteiden studiossa, ja 2000-luvulla se on ollut esillä Kurenniemen ja Pan Sonic -yhtyeen konserteissa ja muutamissa taidenäyttelyissä.²⁷

Dimi-soitinten kehittäminen jatkui, ja huhtikuussa 1971 valmistui videouruksi tai -syntetisaattoriksi kutsutun Dimi-O:n²⁸ ainoa prototyyppi. Dimi-O:n optisen liitännän suunnittelun taustalla oli ajatus graafisen nuottikirjoituksen luvusta. Ajateltiin, että videokameralla voidaan kuvata graafista partituuria ja soitin muuttuu sen musiikiksi. Heti Dimi-O:n prototyypin valmistumisen jälkeen Kurenniemi (1971, 41) listaa kuitenkin jo kolme käyttötapaa soittimelle. Tavanomaisimmillaan soitin voi toimia studiossa tuottamassa äänimateriaalia nauhalle tapahtuvassa sävellystyössä. Toisaalta sitä voidaan käyttää konserttisoittimena, joko koskettimistolta tai video-ohjauksen kautta soitettuna. Kiinnostavimpana sovelluksena Kurenniemi pitää kuitenkin kokeilevan filmin, baletin, teatterin tai videotaiteen kanssa tehtäviä yhteistyökokeiluja. Kokonaisuudessaan soittimeen kuuluu nelioktaavinen koskettimisto, videokamera, videomonitori sekä muisti- ja äänigeneraattoryksikkö (ks. kuva 5). Soittaja voi ohjata Dimi-O:n äänen-tuottoa kahdella tavalla: joko perinteisesti koskettimistolla tai sitten videokuvan avulla.

Kurenniemi kirjoitti matka-apurahahakemusta varten suunnitelman Dimi-O:lla esitettävän *Deal*-nimisen intermediateoksen toteuttamiseksi.²⁹ Teos esitettiin Oslossa syyskuussa 1972.³⁰ Myöhemmin Dimi-O oli Oslon yliopiston psykologian laitoksella, jossa sillä tehtiin kokeita kuvaamalla ihmisten ilmeitä ja Rorschachin mustetahroja. Myös norjalainen teatteriryhmä Scene 7 käytti Dimi-O:ta toteuttaessaan Samuel Beckettin näytelmän *Sanaton näytös I–II (Act without words, 1957)*. Kurenniemi esiintyi Dimi-O:lla Oulun kaupunginorkesterin solistina, ja vuonna 1972 Dimi-O ja Dimi-S olivat mukana Vaasassa Elonkorjaa-

²⁵ *Musica DSS-1: Dimi 1 (Dimi is born)*.

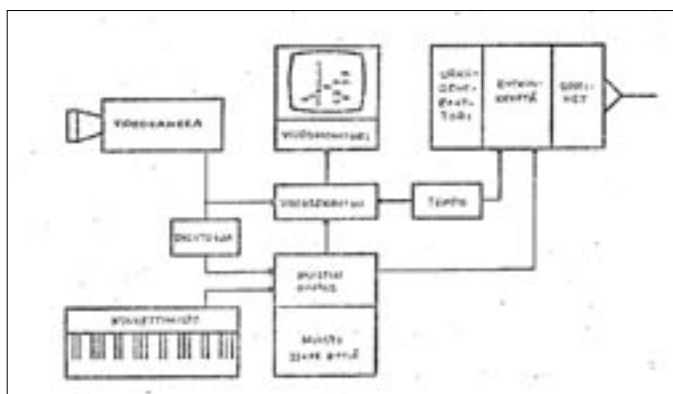
²⁶ Bachin kaksiääniset inventiot olivat hyvää materiaalia kaksiäänisen Dimi-A:n testaamiseen. Myös Ruohomäki on sovittanut Dimi-A:lle yhden Bachin inventi-on (C-duuri, BWV 772). Äänite on arkistoitu Suomalaisen musiikin tiedotuskeskuksen dat-nauhakokoelmaan.

²⁷ Kiasman *Popcorn and politics* -näyttely 16.2.2002–23.2.2003 sekä Lontoossa *House of Technologically Termed Praxis* -näyttely 19.10.–14.11.2004.

²⁸ Kirjain O nimessä viittaa optiseen liitännään.

²⁹ Kurenniemi käytti termiä *intermedia* jo vuonna 1971 viitaten multimedian käsitteeseen, joka laajeni käyttöön vasta parikymmentä vuotta myöhemmin. *Deal*-intermediateoksen suunnitelma on päivätty 26.10.1971.

³⁰ Katkelma konserttitaltioinnista on julkaistu Avanto-festivaalin Liite-CD:llä *Avantometric Attachments 2002 (AAAA–2002)*.



Kuva 5. Dimi-O:n lohkokkaavio (Lindeman 1974, II:82).

ijen³¹ näyttelyssä, jossa yleisö pääsi tuottamaan soittimilla musiikkia. Dimi-O oli käytössä myös Helsingin yliopiston studiossa, ja muun muassa Ruohomäki on tuottanut sillä äänimateriaalia sävellyksiinsä. Ennen Digelius Electronicsin konkurssia Dimi-O myytiin Ruotsiin Lundstenille, joka on niin ikään käyttänyt sitä äänilähteenään useilla levyillään.³² Myöhemmin Lundsten on asennuttanut laitteeseen Midi-ohjauksen, ja nyt laite on kytketty modernimpaan syntetisaattoriin. *Deal*-intermediateoksesta toteutettiin modernisoitu versio *Avanto*-festivaalilla 2002. (Kurenniemi 1978; 2004; Taanila 2003; Ruohomäki 2004.)

Lukuvuoden 1971–72 aikana Helsingin yliopiston musiikkiteiden studioon ostettiin Digelius Electronicsin seuraava studiolaiteprototyyppi, Dimix-ristiinkytkentäpöytä, johon kaikki studion laitteet kytkettiin (Juva 1972, 96–97). Kurenniemi (2004) oli tyytyväinen laitteen muotoiluun – koko tekniikka oli onnistuttu rakentamaan pieneen, litteään tilaan – mutta teknisesti se ei vastannut täysin alkuperäisiä suunnitelmia. Alkuperäinen ajatus oli, että studiossa olisi näyttöpäätte, joka ilmoittaisi eri laitteiden ristiinkytkentätilan ja toimisi VU-tasomittarina. Laitteeseen kuului keskusyksikkö, jossa oli numeronäppäimistö ja liukusäätimet sekä irrallinen televisiomonitori, jolla ristiinkytkentätilat ja VU-tasot saatiin näkyviin. Numeronäppäimistöllä ohjattiin 2 x 8 kanavan ristiinkytkentätiloja, ja kahdeksalla liukusäätimellä voitiin ohjata signaalien sekoitusuhteita. Lisäksi laitteeseen oli mahdollista kytkeä kamera, jolla saattoi välittää kuvaa esimerkiksi äänitystilan tapahtumista tarkkaamon puolelle. Ruohomäki (2004) mainitsee, ettei laitetta juurikaan käytetty tasojen säätöön, mutta digitaalisena ristikytken-

³¹ Elonkorjaajat oli 1960-luvun lopulla syntynyt ja erityisesti 1970-luvulla vaikuttanut avantgardistinen ”toisinajattelevien” taiteilijoiden ryhmä, johon kuului kuvataiteilijoiden lisäksi muiden taiteen alojen edustajia sekä mm. yhteiskuntatieteilijöitä. Ryhmä osallistui taiteellisen toiminnan ohella yhteiskunnallisiin liikkeisiin ja poikkitaiteellisiin projekteihin. Ryhmä myös toimi käsitetaiteen pioneerina Suomessa.

³² Tarkkaa vuotta, jolloin Dimi-O siirrettiin Ruotsiin, ei ole tiedossa. Ruohomäki (2004) muistaa käyneensä äänittämässä Dimi-O:lla moniäänisiä arpeggioita *Sähkölintupuutarha*-lyhytelokuvan (1974) musiikiksi Lundstenin luona. 10.12.1973 Dimi-O oli kuitenkin vielä Helsingissä (vrt. luku Dimi-T:stä tässä artikkelissa).

täpöytänä se oli erittäin toimiva. Tuolloin Helsingin yliopiston musiikkitieteen laitoksen (Vironkadun kiinteistön) kolmannessa kerroksessa sijainneen studion lisäksi Dimix oli käytössä studiotilassa, joka rakennettiin lukuvuoden 1974–75 aikana Vironkadun kiinteistön piharakennukseen. Dimix poistui käytöstä vasta 1980-luvulla alkaneen remontin yhteydessä. (Ruohomäki 2004; ks. myös Palmén 1975, 105.)

Dimi-O:n jälkeen valmistuneiden Dimi-S:n ja Dimi-T:n innoittajana ainakin osittain oli amerikkalainen Manfred L. Eaton sekä biofeedbackmusiikki.³³ Kurenniemi (1971, 41) referoi *Musiikki*-lehden artikkelissaan Eatonin ajatuksia, jotka muistuttavat läheisesti Kurenniemen laitekehittelyjä 1970-luvulla: ”Varsin pitkälle tähtää amerikkalainen Manfred L. Eaton biomusiikillaan antaessaan lähes kaikkien sähköisesti havaittavien ihmisen biologisten toimintojen sydämen lyönneistä aivosähkökäyrään (EEG) ohjata elektronisia soittimia.”

Vuonna 1972 valmistettiin kaksi kappaletta Dimi-S-nimisiä soittimia.³⁴ Soittimen suunnittelun taustalla oli ajatus laitteesta, jota soittaa neljä ihmistä koskettelemalla toisiaan. Täysin varmaa ei ole oliko idea Kurenniemen vai Lundstenin, mutta ilmeisesti Lundsten oli ainakin esittänyt Kurenniemelle ajatuksen ”rakkauskoneesta”.³⁵ Soittimista toinen toimitettiin Lundstenilta sähkösoittimen tilanneeseen Prippsin panimon olutmuseoon ja toinen Lundstenin Andromeda-studioon. Prippsin panimolla Dimi-S oli näyttelykoneena useamman vuoden. Myöhemmin panimo luopui soittimesta, ja tämäkin kappale siirtyi Andromeda-studioon. Soittimet eroavat hieman toisistaan, mutta niiden soittaminen perustuu kuitenkin samaan periaatteeseen. Laitteesta lähtee neljä johtoa, joiden päissä on rautakuulat, joita neljä soittajaa pitävät käsissään. Koskettaessa toisiaan soittajien välinen sähkövastus pienenee ja soittimen ääni syttyy. Perättäiset kosketukset tuottavat yksinkertaisen melodisen sekvenssin. Dimi-S:ää ei ilmeisesti ole käytetty studiossa äänimateriaalin tuottamiseen. Lundsten (2004) mainitsee, että Dimi-S:ää käytetään ainoastaan näyttelyissä ja ”huvin vuoksi”. Alun perin käsiraudoilla varustettu versio on ainakin kerran ollut esillä myös Suomessa. Vuonna 1972 Elonkorjaajien näyttelyssä Vaasassa Dimi-S ja Dimi-O olivat yleisön käytettävänä. Näyttelytilaan oli sijoitettu neljä tuolia selät vastak-

³³ Biofeedbackmusiikki perustuu vuorovaikutus- tai takaisinkytkentätilanteeseen, jossa elimistön erilaisia vasteita, kuten pulssia tai EEG:tä käytetään musiikin parametrien ohjaussignaalina. Kurenniemi oli tutustunut Eatonin ajatuksiin oltuaan Firenzen Teatro Communalen elektronimusiikin kongressissa vuonna 1968 (Kurenniemi 2004; Kivinen 1968, 100–101).

³⁴ Kirjain S viittaa ilmeisesti soittimen toiseen nimeen seksofoniin (*sexophone*). Lundsten kutsuu soitinta myös nimellä *kärleksmaskinen*. Soittimen jälkimmäisestä versiosta on säilynyt Kurenniemen piirtämiä kytkentäkaavioita, jotka on päivätty touko- ja kesäkuussa 1972. Alkuperäiset kytkentäkaaviot ovat Lundstenin Andromeda-studioissa ja kopiot niistä on arkistoitu Helsingin yliopiston musiikkitieteen studioon.

³⁵ Soittimen toteutuksessa keskeisenä suunnittelijana oli mukana myös Hannu Viitasalo, joka sai Kurenniemeltä tehtäväkseen suunnitella tekniikan, jolla toisiaan koskevien ihmisten välisen resistanssin muutoksia voitiin käyttää soittimen tarkoitukseen (Viitasalo 2004).

kain ryhmään, johon Dimi-O:n kamera oli suunnattu. Yleisöstä poimittiin neljä vapaaehtoista istumaan tuoleihin ja heille laitettiin Dimi-S:n käsiraudat käsiin. (Kuljuntausta 2002, 387.)

KytKentäkaavioihin merkittyjen päivämäärien mukaan Dimi-T eli Elektroenkefalofoni-niminen soitin on valmistunut elo-syyskuun vaihteessa 1973.³⁶ Varhaisin ja ainoa tunnettu säilynyt nauhoite laitteesta on Helsingin yliopiston musiikkiteiden studiokurssin yhteydessä 10.12.1973 taltioitu yhteissoittokokeilu, jossa Elektroenkefalofonin ja nokkahuilun soittajana mainitaan Jyrki Vuokko.³⁷ Vuonna 1974 Dimi-T oli esillä Espoossa Dipolissa Dimensio-ryhmän näyttelyn yhteydessä järjestetyssä elektronisen musiikin seminaarissa (Jylhä 2002, 35).³⁸

Kurenniemi kirjoitti Digelius Electronicsin nimissä Dimi-T:lle käyttöohjeen (Kuljuntausta 2002, kuvaliite), jossa mainitaan, että Dimi-T Elektroenkefalofonia valmistaa Digelius Electronics Finland Oy. Käyttöohje oli varustettu yhtiön yhteystiedoilla, mistä voitaneen päätellä, että laitetta oli tarkoitus valmistaa myös myyntitarkoitukseen. Mallikappale jäi kuitenkin ainoaksi, ja lopulta Kurenniemi vuokrasi soittimen yhdellä Norjan kruunulla määräämättömäksi ajaksi Oslon yliopiston psykologian laitokselle. Syksyllä 2003 Kurenniemi vieraili Oslolla ja soitin yritettiin saada toimintakuntoon, mutta se ei onnistunut. (Kurenniemi 2004.)

Dimi-T perustuu aivojen sähkötoiminnasta mitattavissa olevaan signaaliin. Pään taakse kiinnitettävillä elektrodeilla mitataan ihmisen aivosähkötoimintaa, josta kaistasuotimella (8–12 Hz) suodatetaan esiin alpha-taajuus 500 000 -kerkaisesti vahvistettuna. ”Huippuilmaisimella” etsitystä aaltomuodon huipusta otetaan sample & hold -piirillä ”näyte”, ja taajuutta ylläpidetään seuraavaan näytteeseen saakka, eli aivosähkötoiminta ei moduloi oskillaattoria suoraan vaan soittimesta kuullaan muutaman sekunnin murto-osan kestoisia suoria taajuuksia, jotka vaihtuvat satunnaisesti.

Viimeiseksi Kurenniemen Digelius Electronics -yhtiön valmistamaksi soittimeksi jäi Dimi-6000.³⁹ Soitinta edelsi Dimi-U:n, universaalien modulaarisyteti-

³⁶ Kirjain T viittaa englanninkielen sanaan ”*thinking*”, ajattelu, ja Elektroenkefalofoni-nimi aivotutkimuksessa käytettävään menetelmään elektroenkefalografia. Työnimenä Kurenniemen kytKentäkaavioissa (puhtaaksikirjoitettu 23.8.–7.9.1973) esiintyy myös α/θ cyborg. Muutamissa lähteissä laitetta on harhaanjohtavasti kutsuttu nimellä Dimi-E, jota Kurenniemi (2004) ei itse hyväksy.

³⁷ Suomalaisen musiikin tiedotuskeskukseen arkistoidun dat-nauhan kansiteksitissä sessiossa mainitaan käytetyn myös muita studion soittimia, Sähkökvartetia (Veikko Kumpula), VCS-3:a (Antti Ortamo ja Heikki Valkonen), Dimi-A:ta (Olavi R?) ja Dimi-O:ta (Arja Vanajas). Nauhan sijainti: FIMIC El.Mus. Dat 258.

³⁸ Dimensio on suomalainen 1960-luvun lopulla syntynyt teknologian ja taiteen suhteita tutkiva taiteilijaryhmä, joka pyrkii yhdistämään taidetta, tiedettä ja tekniikkaa ja edistämään kokeilevaa taidetta. Kurenniemi (2004; ks. myös Kuljuntausta 2002, 387) muistaa Dimension näyttelyn myös Turussa, mutta siitä ei ole tarkempaa tietoa.

³⁹ Soittimen numerotunnus on peräisin Kurenniemen numerokoodeihin perustuvasta arkistointijärjestelmästä. Tässä kortistossa Kurenniemen omat asiat alkoivat numerolla 4 (4000, 4001 jne.) ja Digelius-yhtiöön liittyvät asiat numerolla 6.

saattorin suunnittelu,⁴⁰ mutta laitetta ei koskaan rakennettu (Hämäläinen 1972, 36; dokumentaatio Dimi-U). Vuonna 1973 markkinoille tullut Intel-8008-mikropiiriprosessori toimi innoittajana uusille ideoille, jolloin Dimi-U:n suunnittelu jäi kesken ja yhtiö aloitti Suomen ensimmäisen mikrotietokoneen rakentamisen (Kurenniemi 2004). 1970-luvun alussa Yleisradiossa toimi kokeellisen musiikin ryhmä, joka perusti kokeellisen studion Pasilan pommisuojaan vuonna 1973. Maaliskuussa 1974 pidettiin studion ensimmäinen esittelytilaisuus, jossa kuultiin studiossa valmistuneita teoksia. Melko pian kuitenkin huomattiin studion laitteiston olevan riittämätön kokeellisen elektronisen musiikin sävellys- ja tuotantotyöhön. Kurenniemi, joka oli jo aiemmin tehnyt yhteistyötä Yleisradion kanssa, ryhtyi suunnittelemaan ja toteuttamaan tietokoneohjattua syntetisaattoria. Digelius Electronicsissa tehty suunnittelutyö ensimmäisten mikrotietokoneiden parissa ja Yleisradion tarve uudelle studiotekniikalle toimivat impulsseina Dimi-6000:n rakentamiselle. Soittimen suunnittelu aloitettiin vuonna 1974, ja valmis soitin luovutettiin Yleisradioon huhtikuun alussa vuonna 1975. Luovutuksen jälkeen järjestettiin Yleisradiossa kuukauden mittainen ohjelmointikurssi yhteistyössä Digelius Electronicsin kanssa. (Sirén 1976, 55.) Soittimia rakennettiin kaksi kappaletta, joista toinen myytiin Lundstenille. Lundstenin kappale ei ole koskaan toiminut (tai se oli jo saapuessaan vioittunut) eikä Lundsten (2004) siten ole käyttänyt missään teoksessaan laitetta, joka sittemmin onkin kokonaan hävitetty. Yleisradion kokeilustudiossa soitinta käytettiin pienimuotoisten harjoitustöiden ja tehosteiden tekemiseen. Muun muassa Ruohomäki käytti Dimi-6000:ta teoksessaan *Ennen iltaa* (1976–77).⁴¹ Melko pian Yleisradion Dimi-6000:ssa havaittiin puutteita ja myös se hajosi.

Dimi-6000:n keskusyksikkönä toimii mikroprosessoripiiri Intel-8008. Soitinta ohjataan ADDS-päätteen välityksellä musiikkiohjelmiston avulla. Alunperin Dimi-6000:ta ohjattiin Discord-ohjelmiston avulla, mutta vuonna 1977 Ruohomäki kehitti Dismal-ohjelmiston, joka oli alkuperäistä ohjelmistoa huomattavasti edistyneempi. Ohjelmistoa käyttämällä voidaan ohjelmoida partituuri, jonka soitin automaattisesti toistaa. Dimi-6000:ssa on kahdeksan jännitesäätöistä laitetta: neljä oskillaattoria, kaksi suodinta ja kaksi vahvistinta. Niiden parametreja voidaan ohjata ohjelmiston välityksellä. (Ruohomäki 1977, 25.) Lisäksi soittimessa on neljä rengasmodulaattoria (Sirén 1976, 54). Lisäksi laitteen moduuleiden kytkennät sen kahden äänikanavan sisällä voidaan tehdä ohjelmallisesti siihen rakennettujen neljän kytkentämatriisin avulla.

Toistaiseksi viimeinen Dimi-sarjan soitin on Dimi-H, jonka Kurenniemi visioi vuonna 1985 ”harmonioiden teoriansa” (Kurenniemi 1985) pohjalta. Thomas

⁴⁰ Dimi-U:n suunnittelussa lähtökohtana oli Dimi-A:n ja Dimi-O:n ominaisuuksien yhdistäminen. Soittimen oli myös tarkoitus olla modulaarinen, jolloin lopullinen kokoonpano olisi ollut helppoa räätälöidä kullekin asiakkaalle erikseen. Dimi-U:sta käytettiin suunnitteluvaiheessa myös nimitystä Dimi-P (engl. *programmable*) (Hämäläinen 1972, 36).

⁴¹ Julkaisematon teos tunnetaan myös nimillä *Before night* tai *Late afternoon*.

Carlssonin toteuttama prototyyppi esiteltiin yleisölle vuonna 2005.⁴² Dimi-H:ta ohjataan liikuttamalla osoitinta⁴³ kahden videokameran rajaamalla kolmiulotteisella alueella. Osoittimen koordinaatit syötetään tietokoneohjelmaan, joka suorittaa varsinaisen äänisynteesin.⁴⁴ Kyseessä on siis niin kutsuttu software-syntetisaattori.

Kurenniemen (1985) harmonioiden teoriassa harmonia määritellään luonnollisen luvun tekijöiden joukoksi. Esimerkiksi luvun 6 harmonia $H(6) = \{1,2,3,6\}$ sisältää kaikki luvut, joilla luku 6 on jaollinen. Harmonia voidaan lukea tulkitsemalla tekijäjoukon perättäiset luvut intervallisuhteiksi. Esimerkiksi $H(6)$ koostuu nelisoinnusta, jossa päällekkäin ovat intervallit oktaavi, kvintti ja oktaavi. Näillä harmonioilla on joitakin mielenkiintoisia ominaisuuksia. Ensinnäkin ne ovat symmetrisiä eli eri intervallisuhteet pysyvät samana riippumatta siitä, luetaanko järjestettyä tekijäjonoa lopusta vai alusta käsin. Myös mikä tahansa intervalli tai sointu voidaan laajentaa harmoniaksi laskemalla sitä esittävän lukujoukon suurin yhteinen tekijä f ja pienin yhteinen jaettava s , jolloin niiden virittämä harmonia on $H(s/f)$. Mielenkiintoinen yksityiskohta Kurenniemen teoriassa on se, että duuri- ja mollisoinnut virittävät saman harmonian $H(60)$, mikä selittäisi hänen mukaan hyvin niiden "tasa-arvoisen" aseman länsimaisessa tonaalisessa musiikissa.

Harmonioiden teoriassaan Kurenniemi hylkää perinteiset sävelasteikot ja oktaaviekvivalenssin ja nostaa harmoniansa luonnollisten sävelasteikkojen asemaan. Lisäksi hän olettaa rytmin noudattavan samoja suhteita, ainoastaan kuuloalueiden alapuolella. (Kurenniemi 1985, 262.) Kurenniemen teoriaan sovitettuna länsimaisen musiikin harmoniat koostuvat luvuista, jonka tekijöinä käytetään ainoastaan lukuja kaksi, kolme ja viisi, eli harmoniat voidaan kirjoittaa muodossa $2^a \cdot 3^b \cdot 4^c$, jossa a , b ja c ovat ei-negatiivisia kokonaislukuja (Kurenniemi 2004). Dimi-H:n perusideana on esittää osoittimen avulla piste kolmiulotteisessa avaruudessa, jossa akselit vastaavat edellä esitetyn kaavan muuttujia a , b ja c . Yhteen suuntaan ohjainta liikuttaessa sävel nousee aina oktaavilla korkeammaksi, toisen akselin suuntaan liikuttaessa duadesimiä korkeammaksi ja kolmannen akselin suuntaan liikuttaessa vastaavasti septemdesimiä korkeammaksi.⁴⁵ (Kurenniemi 2004.)

⁴² Dimi-H esiteltiin yleisölle 15.1.2005 KOKO-teatterissa *Art's Birthday 2005 NoiseCity Helsinki* -tapahtumassa. Tapahtumassa esiintyi kokoonpano *Digital City* (Erkki Kurenniemi, Thomas Carlsson, Mikko Ojanen ja Jari Suominen), joka improvisoi Dimi-H:n lisäksi Dicolla ja Sähkökvartetilla.

⁴³ Prototyypissä v1 osoittimenä toimi mikä tahansa punainen esine, mutta osoittimenä voi yhtä hyvin käyttää mitä tahansa esinettä, jonka sijainti voidaan videokameroiden avulla ohjelmallisesti selvittää.

⁴⁴ Tarkemmin Dimi-H:n kehitystyöstä, ks. Kurenniemi ja Carlsson 2005.

⁴⁵ Dimi-H:n kehitystyö on parhaillaan kesken. Tämänhetkinen kehitysversio prototyypistä on v2. Tarkkaa aikataulua projektin edistymisestä ei ole julkaistu, mutta todennäköistä on, että prototyyppiä ja myöhemmin varsinaista versiota tullaan esittelemään yleisölle myös jatkossa.

Kurenniemen soitinten toimintaperiaatteista

Kurenniemen työhön soitinrakentajana liitetään tavallisesti digitaalisuuden uraauurtava hyväksikäyttö. Vaikka esimerkiksi Dimi-A on toteutettu pitkälti digitaalisesti, ei se rakenteellisesti eikä toiminnallisesti ole verrattavissa 1980-luvun digitaalisiin syntetisaattoreihin. Tarkastelemme seuraavaksi joitakin Kurenniemen soitinten tärkeimpiä toiminta- ja suunnitteluperiaatteita. Aloitamme kuitenkin kertaamalla elektronisen musiikin studion tyypillisen perusrakenteen, joka Kurenniemelläkin oli lähtökohtana hänen alkaessaan suunnittelemaan ja rakentamaan omia soittimiaan vuonna 1963.

Jo ensimmäisissä elektronisen musiikin studioissa käytettiin yhä käytössä olevia syntetisaattoreiden peruskomponentteja: oskillaattoreita, suotimia ja vahvistimia (Manning 1993, 48). Oskillaattorilla tuotetaan käsiteltävä ääni syntetisestisesti. Tuotettu ääni voidaan viedä edelleen suotimeen, jossa sen yläsävelsarjaa voidaan muokata. Tämän jälkeen voidaan vahvistimessa muokata äänen voimakkuus halutuksi. Alkeellisimmillaan edellämainitut komponentit ovat fyysisesti erillisiä laitteita, joiden parametreja, kuten oskillaattorin tapauksessa esimerkiksi äänen korkeutta, ei voida muokata muuten kuin paneeliin sijoitettujen potentiometrien avulla. Kyseinen tapa on soittamisen kannalta rajoittava, sillä esimerkiksi melodian soittaminen vaati kahden potentiometrin, sävelkorkeuden sekä äänenvoimakkuuden samanaikaista ja tarkkaa säätämistä. Tavallinen tapa tehdä musiikkia tällä laitteistolla on eri korkuisten ja sointisten äänten nauhoittaminen nauhalle, jota leikkaamalla haluttu melodia muokataan.

Syntetisaattorilla tarkoitetaan tavallisesti soitinta, jota voidaan soittaa reaaliaikaisesti ja jonka äänenväriä voidaan melko vapaasti säätää halutuksi. Olennainen parannus, jonka avulla oskillaattoreita, suotimia ja vahvistimia voitiin ohjata kätevästi ja reaaliaikaisesti, oli jänniteohjauksen keksiminen. Jänniteohjausta on käytetty elektronisen musiikin instrumenteissa satunnaisesti jo 1930-luvulta alkaen, mutta varsinainen murros tapahtui Harald Boden vuosina 1959–60 rakentaman signaaliprosessorimoduulin myötä (Davies 2004a). Ensimmäiset kaupalliset syntetisaattorit, joissa jänniteohjausta sovellettiin, olivat vuonna 1963 San Franciscon Nauhamusiikkikeskukseen rakennettu Donald Buchlan Modular Electronic Music System (Davies 2004b) sekä vuonna 1964 esitelty Robert Moogin Modular System (Davies 2004c). Jänniteohjatussa syntetisaattorissa äänen tuottamiseen ja muokkaamiseen käytettävien moduuleiden parametreja on mahdollista muokata ohjaussignaaleja käyttämällä. Ohjaussignaalien tuottamista varten kehitettiin joukko moduuleita, joista käytetyimmät ovat koskettimisto, verhoikäyrägeneraattori (engl. *envelope generator*) sekä pientaajuusoskillaattori (engl. *low-frequency oscillator*, lfo). Moogin syntetisaattoreiden menestyksen myötä analogisia jänniteohjattuja syntetisaattoreita alkoivat tuottaa lukuisat muut yritykset ympäri maailman. Analogisten syntetisaattoreiden aikakausi kesti 1980-luvulle, jolloin digitaalinen äänisynteesi syrjäytti analogisen. MIDI-protokolla yleistyi nopeasti esittelynsä jälkeen syrjäyttäen jänniteohjauksen syntetisaattoreiden ohjauksessa. (Davies 2004d.)

Digitaaliohjaus

Digitaalisen ohjauksen⁴⁶ hyödyntäminen analogisyntetisaattorin ohjaamisessa oli Kurenniemelle keskeinen kiinnostuksen kohde integroidun syntesioijan generaattoriyksikköä suunniteltaessa 1960-luvun alussa. Ideana oli rakentaa eräänlainen hybridijärjestelmä, jossa jännitesäätöisiä piirejä ohjattaisiin digitaalipiireillä. Samaa perusideaa sovellettiin myöhemmin Sähkökvartetissa ja Dimi-6000:ssa. Kurenniemi käytti digitaaliohjausta myös muun muassa Dicossa ja Dimi-A:ssa, mutta näissä ei käytetä jännitesäätöisiä piirejä.

Kurenniemen kiinnostus digitaaliohjaukseen keskittyi lähinnä oskillaattorin taajuuden säätämiseen ja erilaisten melodiodien generointiin. Esimerkiksi sähkökvartetin melodiakoneiden soiva sävel määritetään neljäbittisen binääriluvun avulla. Generaattoriyksikkö ja Sähkökvartetti olivat digitaaliohjauksen suhteen melko alkeellisia sovelluksia, mutta Dimi-6000:ssa kaikkia syntetisaattorin moduleita voitiin ohjata tietokoneen välityksellä. Dimi-6000:n kaltaiset hybridijärjestelmät yleistyivät 1970-luvulla, kun kompaktien tietokoneiden avulla kyettiin reaaliaikaisesti ohjaamaan analogista syntetisaattoria, mutta reaaliaikainen ohjelmallinen synteesi, jota tutkittiin esimerkiksi Bellin laboratoriossa, ei vielä ollut mahdollista (Manning 1993, 235).

Sekvensserit

Kurenniemen motiivi digitaalisten moduleiden käytössä analogisyntetisaattorin ohjauksessa oli musiikinteon automatisoiminen (Kurenniemi 2004). Valtaosa Kurenniemen suunnittelemissa soittimista perustuukin erilaisten sekvensserien käytölle. Analogisissa syntetisaattoreissa yleistyneen sekvensserimallin keksijän Buchlan ambitiot olivat pitkälti samanlaisia (Pinch & Trocco 2002, 40). Kurenniemen varhaisille sekvensserille on kuitenkin ominaista monimutkaisten sävelkulkujen ja modulaatioiden generointi erilaisia digitaalipiirejä yhdistelemällä.

Buchlan ensimmäiset sekvensserit, Series 100 Modular Electronic Music Systemin modulit 123 ja 146 määrittivät sekvensserin perustoimintamallin. Moog oli pitänyt syntetisaattoria soitettavana soittimena eikä ollut tullut ajatelleeksi mahdollisuutta ohjelmoida laite soittamaan syntetisaattoria. Kuultuaan Buchlan sekvensseristä vuonna 1967 hän kuitenkin päätti sisällyttää samanlaisen moduulin omaan syntetisaattoriinsa, ja myöhemmin useat syntetisaattorivalmistajat seurasivat Moogin esimerkkiä (Pinch & Trocco 2002, 42). Buchlan ensimmäiset sekvensserit muodostuvat joukosta asteita, jotka vastaavat sekvenssin iskuja. Jokaisessa asteessa on kolme potentiometriä, joilla säädetään iskun parametrit: sävelen korkeus, voimakkuus ja kesto. (Vail 2000, 105; Howe [s.d.] 21.) Sek-

⁴⁶ Digitaaliohjausta on käytetty terminä useissa eri merkityksessä syntetisaattoreista puhuttaessa. Esimerkiksi digitaalisesti ohjatusta oskillaattorista (DCO) käytetään kahta keskenään ristiriitaista määritelmää. Vanhemmassa merkityksessä analogista oskillaattoria ohjataan digitaalisilla piireillä luoduilla ohjausjännitteillä. Myöhemmässä tulkinnassa oskillaattorin aaltomuoto muodostetaan numeerisesti esimerkiksi aaltotaulukoita käyttämällä. Kurenniemen soittimien tapauksessa kyse on ensimmäisestä tulkinnasta.

vensserimoduli toimii ainoastaan ohjauksen tuottajana, eli aktiivisena olevan asteen potentiometreillä asetetut jännitteet kytketään erikseen haluttuihin moduleihin, oletusarvoisesti oskillaattoriin ja vahvistimeen. Sekvensseriin on rakennettu kellopulsseja generoiva piiri, joka automaattisesti vaihtaa aktiivisen asteen seuraavaan, jolloin ulostulojen ohjauksen jännitteet muuttuvat (CBS Musical Instruments 1970).

Elektronista sekvensseriä ei ole mahdollista rakentaa käyttämättä digitaalisia piirejä. Tyypillisesti sekvensserin kytkentä on suunniteltu kiikuista (engl. *flip-flop*) rakennetun siirtorekisterikytkennän ympärille (Manning 1993, 142). Sekvensseireitä oli olemassa ennen Buchlan sekvensseriä, mutta niissä laitteen muisti tilastaan toteutettiin elektromeekaanisesti, jolloin laitteessa oli mekaanisesti liikkuva osa, jonka liike muutettiin sähköiseen muotoon.⁴⁷ Täysin elektronisesti ilman liikkuvia osia toimivan sekvensserin keksiminen oli kuitenkin läpimurto.⁴⁸

Kurenniemi rakensi syntetisaattoreihinsa sekvensserejä samaan aikaan kuin Buchlakin tietämättä kuitenkin tämän tekemästä kehitystyöstä. Integroidun sekvensserin generaattoriyksiköllä oli mahdollista generoida pitkiä sekvenssejä sekä moduloida niitä rakentamalla kiikuista, laskureista ja JA-porteista loogisia yhtälöitä, joilla ohjattiin tai muokattiin äänilähteitä.⁴⁹ Koska tällöin oli mahdollista määritellä koko sekvensserin toimintalogiikka itse, oli mahdollista rakentaa huomattavasti Buchlan sekvensseriä monimutkaisempia sekvenssejä.⁵⁰ Kurenniemi sovelsi generaattoriyksiköllä tekemiensä kokeiluiden pohjalta oppimaansa Andromaticin ja Sähkökvartetin sekvensserien toimintalogiikkaan (Kurenniemi 2004).

Sähkökvartetin sekvensseri on täysin digitaalinen siinä mielessä, että se tuottaa ainoastaan digitaalisia herätesignaaleja (engl. *trig*), jotka vastaavat analogisyntetisaattoreiden vastaavia. Sähkökvartetin ohjaimet toimivat kaikki binaarilogiikalla, jolloin esimerkiksi melodiakoneiden äänenkorkeus määrätään neljän näppäimen avulla. Sekvensserin avulla melodiakoneita, suodinyksikköä ja rumpuja on mahdollista ohjata kytkemällä sekvensserien tuottamia herätesignaaleja ohjainten kutakin näppäintä vastaavaan holkkiin paneelissa. Itse sekvensseri koostuu kolmesta sekvensseristä: Pääsekvensseri on tavanomainen kymmenen askeleen siirtorekisteri, jonka pituutta voidaan takaisinkytkennällä

⁴⁷ Esimerkiksi säveltäjä ja soitinrakentaja Raymond Scottilla oli studiossaan elektromeekaaninen *Circle Machine*, jonka toiminnallisuus vastasi elektronista sekvensseriä vuosia ennen jalkimmaisena esittelyä (Blom & Winner 2000, 112).

⁴⁸ Ylipäätään digitaalisten piirien käyttö analogisten syntetisaattoreiden kytkennöissä ei ole epätavallista, sillä niitä käytetään sekvensserien lisäksi useissa erilaisissa sovelluksissa, kuten joissakin koskettimistoissa.

⁴⁹ Generaattoriyksikön toiminnan selvittämiseen tähtäävä tutkimustyö on kesken, ja osittain laitteen keskeneräisyyden ja toisaalta alkuperäisen dokumentaation putteellisuuden johdosta ei sen toiminnasta tiedetä toistaiseksi paljoakaan.

⁵⁰ Buchlan sekvensserillä pystyy ainoastaan toistamaan siihen ohjelmoitua sekvenssiä. Integroidussa syntesojassa on esimerkiksi mahdollista toistaa samaista sekvenssiä mutta eri toistokerroilla moduloida tai muuten transformoida sekvenssiä tai sen osia vaivattomasti.

säätää myös lyhyemmäksi. Tämän lisäksi sähkökvartetin sekvensseriin on kytketty kaksi pienempää sekvenssejä tuottavaa piiriä: neljä- ja viisibittiset laskurit. (Dokumentaatio Sähkökvartetti.) Laskureiden kutakin bittiä vastaa oma herätesignaaliulostulonsa. Neljän bitin laskuri laskee yhden askeleen eteenpäin aina pääsekvensserin liikkussa yhden askeleen viiden bitin sekvensserin edistessä ainoastaan kerran pääsekvensserin yhden kierron aikana. Laskureiden avulla on mahdollista ohjelmoida pitkiä sekvenssejä. Myös monet rumpukompit voidaan rakentaa laskureita käyttämällä, jolloin pääsekvensseriä voidaan käyttää yksistään melodioiden generoimiseen.

Andromaticin sekvensseri poikkeaa toimintalogikaltaan huomattavasti Buchlan sekvensseristä. Ulkoisesti se vastaa Buchlan sekvensseriä lukuun ottamatta vipua, jolla kunkin sekvensserin asteen toiminta voidaan muuttaa. Mahdollisia toimintatiloja on kolme: sekvenssin katkaisu (*break*), siirtorekisteri (*shift*) ja laskuri (*count*) (dokumentaatio Andromatic). Toimintatila muutettiin vaikuttamalla kyseessä olevan sekvensserin asteen kytkentään. Jokainen aste on rakennettu jk-kiikun (Fairchild-ul923) ympärille, mutta koska kiikku on komponenttina monikäyttöinen, on siitä mahdollista rakentaa sopivalla kytkennällä edellämainitut toiminnot. Aste, jossa sekvenssi katkaistaan, toimii sekvenssin aloituspisteenä. Mikäli sekvenssin asteista useampi on asetettu katkaisu-tilaan, soi sekvenssin pyöriessä samanaikaisesti useampi melodia päällekkäin siten, että joka kerta, kun ensimmäinen sekvenssi käydään läpi kerran, edistetään seuraavaa sekvenssiä yhdellä askeleella. Siirtorekisteritoiminto vastaa tavanomaista sekvensserikytkentää, eli asettamalla sekvensserin ensimmäinen aste katkaisu-tilaan ja loput siirtorekisteritilaan Andromatic toimii identtisesti Buchlan sekvensserin kanssa. Laskuri-tilan avulla voidaan rakentaa yhden tai useamman bitin laskureita, jotka laskevat ylöspäin aina niitä edeltävän sekvenssin tehdessä yhden kierroksen. (Kurenniemi 2004; dokumentaatio Andromatic; Lundsten 2004; Kurenniemi 1978.)

Taajuusjako

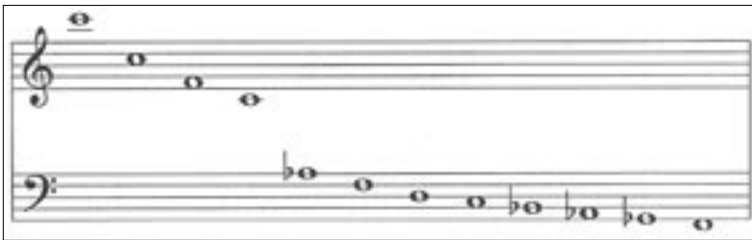
Dicossa Kurenniemi käytti ensimmäistä kertaa täysin digitaalista laskuripiiriin perustuvaa lähestymistapaa syntetisaattorin säveltaajuuden määrittämiseksi. Samaa menetelmää käytettiin myöhemmin Dimi-A:ssa sekä Dimi-O:ssa. Menetelmä perustuu laskureiden käyttöön taajuusjakajina ja on yleisessä käytössä oktaavijakoa suorittavissa piireissä, joita käytetään sähköuruissa⁵¹ ja syntetisaattoreissa (Rossing 1990, 525; Douglas 1976, 43).

Oktaavijakaja on yksinkertaisin mahdollinen jakaja, sillä siihen tarvitaan ainoastaan yksi tilanvaihto-ominaisuudella (engl. *toggle*) varustettu kiikku. Kui-

⁵¹ Useiden sähköurkujen toiminta perustuu 12 oskillaattorin sekä oktaavijakajien käyttöön. Tällöin jokaisella oktaavin sävelellä on oma oskillaattorinsa, joka on viritetty urun ylimmän oktaavin vastaavaan säveleen. Muiden oktaavien vastaava sävel johdetaan käyttämällä kiikkuja, joiden avulla sisääntulevan kanttiaallon taajuus voidaan jakaa kahdella. Kiikkuja ketjuttamalla voidaan signaali laskea oktaavi oktaavilta siten, että loput äänialueen sävelet saadaan johdettua. (Douglas 1976, 43.)

tenkin periaatteessa millä tahansa kokonaisluvulla jakaminen on mahdollista (Wickes 1968, 209).⁵² Dicossa neljän oskillaattorin signaaleista johdetaan kaikki äänialueen nuotit, mutta Dimi-A:ssa ja -O:ssa kaikki soittimen äänialan sävellet johdetaan yhdestä soivasta oskillaattorista. Menetelmän haittapuolena on pakko käyttää kanttiaaltoa, sillä se on ainut binäärinen aaltomuoto, ja kiikut on suunniteltu ilmoittamaan sisäistä tietosisältöään nimenomaan kahta jännitearvoa käyttämällä. Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että soitin pysyy automaattisesti vireessä ja sen yleistä viretasoa voidaan korjata yhtä oskillaattoria virittämällä. Kullakin soittohetkellä valittu sävel poimitaan sopivasta kohtaa kiikkuketjua samaan tapaan kuin sähköuruissakin.⁵³

Sävelasteikon sävelien johtaminen yhdestä sävelestä perustuu alasävelsarjoihin (ks. kuva 6). Alasävelsarja on yläsävelsarjalle käänteinen sarja. Toisin sanoen se on joukko säveliä, joiden yläsävelsarjaan perustajuus kuuluu. Alasävelsarjan soveltaminen tyypillisesti tasavireisen soittimen kuten syntetisaattorin sävelten tuottamiseen aiheuttaa kuitenkin ongelmia. Pienillä kokonaisluvuilla jakaminen tuottaa puhtaita intervaleja. Esimerksi Dicossa oskillaattorilla tuotettu aaltomuoto voidaan viedä kvintti- tai kvarttijakajan läpi (dokumentaatio Dico). Kvinttijakajan toiminta perustuu jakajakytkennän tilan muuttamiseen siten, että se jakaa sisään tuotavan signaalin taajuuden joko kahdella tai kolmella. Vastaavasti kvarttijakaja jakaa sisääntuotavan signaalin taajuutta joko neljällä tai viidellä. Puhtaiden intervallien käyttö tuo oman viehätyksensä Dicon äänimaailmaan, mutta, kuten on tyypillistä puhtaille virityksille, useat intervallit soivat toivottoman epävireisesti. Dimi-A:ssa ja -O:ssa ongelma on ratkaistu tyhjentävästi menemällä tarpeeksi pitkälle alasävelsarjassa (Kurenniemi 2004; 1978 ja 1970). Dimi-O:ssa riittävä approksimaatio tasavireiselle asteikolle on saatu käyttämällä välillä 123–246 olevia jakosuhteita (dokumentaatio Dimi-O). Tällöin äänilähteenä käytettävän oskillaattorin taajuuden tulee olla parin megahertsin luokkaa.



Kuva 6. Alasävelsarja c^3 :stä alaspäin.

⁵² Koska jakajia voidaan ketjuttaa, riittää, että osaa rakentaa eri alkulukujen suhteilla jakavia piirejä. Piirejä yhdistelemällä voidaan muodostaa mikä tahansa jakosuhte.

⁵³ Mikäli yhdestä perustajuudesta halutaan johtaa kokonaisia asteikkoja, kuten Dimi-A:n ja -O:n tapauksessa, tarvitaan erilaisista taajuusjakajista muodostettu verkosto, joka koostuu useista, mahdollisesti osittain päällekkäisistä taajuusjakajaketjuista.

Edellä kuvattua taajuusjakoon perustuvaa äänenmuodostusta on ongelmallista määritellä aukottomasti joko analogiseksi tai digitaalseksi synteetiksi. Esimerkiksi pulssi- tai kanttiaalto-oskillaattori on tavallinen analogisten syntetisaattoreiden moduli, vaikkakin sen tuottama aaltomuoto on periaatteessa digitaalista. Toisaalta esimerkiksi Dimi-A:ssa ja -O:ssa varsinainen oskillaattori, jonka taajuutta digitaalisista piireistä koostuvalla verkostolla jaetaan, on viritetty huomattavasti kuuloalueen yläpuolelle, jolloin sen rooli on selkeästi toimia kellotaajuuden tuottajana varsinaista synteesipiiriä varten.

Digitaalinen signaalinkäsittely Dimi-A:ssa

Dimi-A:ta suunniteltaessa oli tavoitteena rakentaa mahdollisimman paljon digitaalista elektroniikkaa hyödyntävä soitin (Kurenniemi 1970). Edellämainitun taajuusjaon lisäksi soittimen äänenvoimakkuudensäätö sekä rengasmodulaattori on toteutettu digitaalisesti. Dimi-A ei kuitenkaan perustu PCM-modulaatioon, jossa ääntä näytteistetään korkealla taajuudella ja jossa kukin näyte esitetään esimerkiksi kahdeksanbittisellä luvulla. Sen sijaan käytetään PWM-modulaatiota (engl. *pulse width modulation*), jonka avulla voidaan koodata periaatteessa mikä tahansa signaali yksibittistä esitystä käyttäen. Synteettisesti luodut kanti- tai pulssiaallot ovat PWM-modulaation kannalta triviaaleja tapauksia, sillä ne säilyttävät muotonsa identtisesti. Dimi-A:ssa voidaan lisäksi käsitellä ulkoisia signaaleja, jotka täytyy ensin muuntaa komparaattorikytkennällä yksibittiseen esitysmuotoon.

Äänenvoimakkuuden säätö saadaan aikaan käyttämällä vaimennuspiiriä (engl. *attenuator*) (Kurenniemi 1978). Vaimennus perustuu signaalin korkean vaiheen moduloimiseen kuuloalueen yläpuolella olevalla pulssiaallolla, jonka leveyttä muunnellaan. Kun moduloidusta signaalista suodatetaan alipäästösuotimella moduloivan signaalin taajuus pois ennen soittimen ulostuloja, saadaan aikaan vaimentunut signaali, jonka voimakkuus riippuu moduloivan signaalin pulssin leveydestä.

Rengasmodulaattori on yksinkertaista toteuttaa binäärisillä signaaleilla käyttämällä XOR-porttia (Kurenniemi 2004). Vastaavalla tavalla rengasmodulaattori on toteutettu muun muassa ARP Odyssey -syntetisaattorissa (ARP [s.d.], 12).

Oleellista on huomata, että Kurenniemen soittimista puhuttaessa digitaalisella signaalinkäsittelyllä on niukasti yhtymäkohtia digitaaliseen signaalinkäsittelyyn siten kuin se tavallisesti tavataan ymmärtää. Dimi-A:ssa operoidaan digitaalisten ja analogisten signaalien rajapinnalla hyväksikäyttäen tekniikoita, joita käytetään niin digitaali- kuin analogielektroniikan parissa.

Digitaalinen muisti

Dico oli ensimmäinen Kurenniemen syntetisaattoreista, joka sisälsi varsinaisen muistin. Nykyään kaikissa synteettistä ääntä käyttävissä toistolaitteissa matkapuhelimista tietokoneeseen muistin hyödyntäminen on itsestäänselvyys. Kurenniemen aikana muistia hyödyntävää tietokonemusiikkia oli jo tehty niin maailmalla kuin Suomessakin erilaisissa tieteellisissä laskentakeskuksissa, mut-

ta aikanaan Kurenniemen syntetisaattorit olivat huomattavan kompakteja ja nimenomaan musiikin tekemistä varten rakennettuja. Dicossa, kuten Kurenniemen myöhemmissäkin syntetisaattoreissa, muistia käytetään nimenomaan partituurin tallettamiseen, eikä esimerkiksi erilaisten ääniasetusten säilömiseen myöhempää käyttöä varten, mikä oli toinen yleinen sovellus varhaisissa muistilla varustetuissa syntetisoijissa. Muisti siis toimii laajennettuna sekvensserinä, johon ohjelmoidaan melodiakulut ja mahdollisesti muutokset soinnissa.

Rakenteellisesti muistin toteuttaminen ei ollut 1960-luvulla ongelma, sillä muisteja käytettiin jo tuolloin erilaisissa sovelluksissa. Musiikin tekemisessä muistin soveltaminen ei ollut kuitenkaan lyönyt itseään läpi. Muisti rakentuu edellä mainituista kiikuista, joita ketjuttamalla voidaan rakentaa siirtorekisterejä ja edelleen kokonaisia sanoja sisältäviä muistirakenteita. Soitinten muistien kokoon ja sisältöön vaikuttivat suuresti niiden saatavuus ja hinta, sillä laitteet rakennettiin yleisesti elektroniikkaliikkeissä myytävistä komponenteista (Kurenniemi 2004). Vaikka kaikkien Kurenniemen soitinten muistikapasiteetti vaikuttaa nykypäivänä sangen vaatimattomalta, on ajallisesti läheisesti toisiaan seuranneiden soittimienkin muistikapasiteeteissa huomattavia eroja. Dicoa rakennettaessa uudet, edeltäjiään huomattavasti pienikokoisemmat dip-koteloi- set integroidut piirit olivat jo markkinoilla, mutta silti sen 120 bitin kokoinen muisti vie fyysistä tilaa kahdentoista postikortin kokoinen kytkentälevyn verran. Dicossa ei vielä käytetty varsinaisia valmiita muistipiirejä, vaan muisti piti rakentaa ketjuttamalla JK-kiikkuja siirtorekistereiksi. Dimi-A:n muistikapasiteetti on 1600 ja Dimi-O:n 1536 bittiä. Dimi-6000 muistikapasiteetti on jo huomattavasti suurempi, 7424 bittiä, josta kuitenkin suurin osa kului käyttöjärjestelmän ja musiikkiohjelmiston koodille jättäen partituurille tilaa noin 2048 bittiä eli kaksi kilotavua.⁵⁴ (Ruohomäki 1977, 25.)

Dimi-A:n sekvensseri suunniteltiin käsittämään 16 tahtia, joissa kussakin on 16 iskua. Mikäli muisti olisi toteutettu samaan tapaan kuin Dicossa siten, että jokaista iskua kohden olisi koodattu muistiin jokaisen parametrin arvo, olisi muistin koon pitänyt olla yli kahdeksan kilotavua. Toinen vaihtoehto olisi ollut pienentää sekvensserin iskujen määrä alle viiteenkymmeneen. Dimi-A:n rakenne perustettiin kuitenkin olettamukseen, jonka mukaan musiikki on parametriensa puolesta tyypillisesti melko tapahtumaköyhää, eli vaikka kutakin parametria pitäisi säätää kappaleen jossain vaiheessa, tapahtuisi se varsin epätodennäköisesti joka iskulla. Tämän olettamuksen turvin päätettiin Dimi-A varustaa niin sanotulla assosiativisella muistilla, jossa musiikkitapahtumat säilötään sen tapahtumapaikan eikä parametrin perusteella (Kurenniemi 2004). Dimi-A:n muisti rakentuu sadasta muistipaikasta, joihin on säilötty tapahtuman hetki (kahdeksan bittiä), parametri (neljä bittiä) sekä parametrin arvo (neljä bittiä). Joka kerta sekvensserin siirtyessä uudelle iskulle muisti käydään kokonaisuudessaan läpi, ja jos muistiin kirjattu tapahtuman hetki vastaa iskua, jolla ollaan, toteutetaan parametrin arvon muuttaminen. Tekniikka ei ole kovin tehokas mutta Dimi-A:n rakentamisen aikoihin kuitenkin toteutettavissa, ja se vähentää muistin tarvetta

⁵⁴ Nyt 2000-luvun puolessavälissä tavallisten kotimikrojen muistien koot liikkuvat gigatavun eli yli miljoonan kilotavun suuruusluokassa.

olennaisesti toiminnallisuudesta tinkimättä. Käytännössä sata tapahtumaa riittää hyvin 256:n iskun sekvensserin ohjaamiseen. Dimi-O oli muistintarpeeltaan huomattavasti Dimi-A:ta vaatimattomampi, sillä muistissa oli ainoastaan tieto siitä, mitkä sävelet soivat milläkin ajanhetkellä. Dimi-O:n sekvenssi oli 32 iskun mittainen, ja kun soittimen äänialue on neljä oktaavia, tulee muistin kooksi edellämainittu 1536 bittiä.

Yhteenveto

Suomalaisen elektroakustisen musiikin varhaisvaiheiden tapahtumia on kartoitettu aikaisemmassa tutkimuksessa 1960-luvun loppuun saakka hyvin (esim. Kuljuntausta 2002), mutta siitä eteenpäin kuva on vielä kovin hajanainen. Tämä artikkeli pyrkii osaltaan täydentämään kuvaa paikkaamalla aukkoja ja tuomalla tutkimuksen piiriin myös uutta tietoa ja arkistoaineistoa. Kurenniemen ja hänen soitininnovaatioidensa merkitys suomalaisen elektroakustisen musiikin piirissä on keskeinen. Musiikinhistoriallisesta näkökulmasta tarkasteltuna Kurenniemen merkitys on hänen monialaisuudessaan. Teknisen tietämyksensä ja taiteellisen avarakatseisuutensa ansiosta hänen vaikutuksensa kantautui useisiin eri projekteihin ja useiden eri taiteilijoiden työhön. Jo pelkästään Helsingin yliopiston musiikkitieteen studiolla, joka muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta oli 1970-luvulle asti ainoa elektroakustisen musiikin sävellysstudio Suomessa, on työskennellyt suuri osa keskeisiä suomalaisia elektroakustisen musiikin tekijöitä. Mielenkiintoista olisikin täydentää tätä historiallista kuvaa tarkastelemalla tarkemmin, mitä teoksia ja minkälaista musiikkia Kurenniemen soittimilla on tuotettu.

Teknisestä näkökulmasta katsottuna Kurenniemen suunnitteleminen soittimien oleellinen piirre on digitaalielektroniikan mahdollisuuksien tutkiminen. Eri soittimissa on sovellettu kunakin aikana vasta markkinoille tulleita piirejä ja ideoita, joiden käyttökelpoisuus on ollut kyseisellä hetkellä tutkimatta. Kurenniemen epäonneksi useat soittimet on kehitetty aikana, jolloin erilaisten digitaalipiirien suorituskyky on ollut vaatimaton musiikkiteknologian tarpeita ajatellen. Esimerkiksi reaaliaikainen PCM:ää soveltava synteesi oli Dimi-sarjan suunnittelun aikana vielä mahdoton ajatus. Laitteiden suunnittelu kannettaviksi ja suhteellisen halvoiksi oli niin ikään ristiriidassa suorituskyvyn kanssa. Erilaisen digitaaliohjausmenetelmien, sekvensserien ja muistipiirien mahdollisuuksien tutkimista voidaan kuitenkin pitää ansiona jo sinänsä. Toisaalta 1990-luvun loppupuolen aikana analogiset syntetisaattorit kokivat uuden nousukauden ja tulivat hyväksytyiksi itsenäisinä instrumentteina, ja siten monia Kurenniemen digitaaliohjausmenetelmiä voidaan yhä pitää ajankohtaisina.

Historiallisen ja teknisen orientaation lisäksi tärkeän näkökulman Kurenniemen innovaatioihin tarjoaisi soitinten loppukäyttäjien, kuten Ruohomäen ja Lundstenin näkemykset soitinten toiminnallisista mahdollisuuksista ja merkityksestä sävellysprosessissa sekä tekniseltä että esteettiseltä kannalta. Aineistoa

tähän – esimerkiksi henkilöhaastatteluissa – löytyisi runsaasti. Lisäksi Kurenniemen soitinten käyttöliittymiä olisi kiinnostavaa tarkastella niin historiallisesta kuin käytettävyyden näkökulmasta. Kurenniemen soitinsuunnittelusta nousee esiin sellaisia käyttöliittymällisiä, ihmisen ja koneen vuorovaikutukseen liittyviä innovaatioita, joista vasta vuosia myöhemmin on kehitetty kaupallisia menestyksiä. Näiden innovaatioiden tarkempi tarkastelu ja asettaminen ajalliseen kontekstiinsa olisi kiinnostava jatkotutkimusaihe.

Soitin	Valmistusvuosi	Rakennettiin	Muistin koko	Sekvensseri	Kanavien määrä	Mono /polyfonia	Äänen tuotto	Äänen ohjaus
Integroitu syntesoiija	1964-	1kpl	-	toimintalogiikka ohjelmoitavissa	<i>ei tiedossa</i>	<i>ei tiedossa</i>	analoginen	digitaalinen/ analoginen
Sähkökvartetti	1967-68	1kpl	-	16 astetta sekä 4:n ja 5:n bitin laskurit	2 ulos	3 ääninen, lisäksi rumpukone	analoginen	digitaalinen
Andromatic	1968	1kpl	-	10 askeleen polyfoninen	1 ulos	10 ääninen	analoginen	sekvensseri
Dico	1969	1kpl	120b	12 askeleen digitaalinen	3 ulos/ sisään (käyttäjä valitsee suunnan)	1 ääninen	FCH (taajuusjakaja)	digitaalinen sekvensseri
Dimi-A	1970	2kpl	1600b	256 askeleen digitaalinen	2 sisään, 2 ulos	2 ääninen	FCH	digitaalinen sekvensseri
Dimi-O	1971	1kpl	1536b	36 askeleen digitaalinen	1 ulos	48 ääninen	FCH	digitaalinen sekvensseri
Dimix	1972	1kpl	-	-	8 sisään, 4 ulos	-	-	-
Dimi-S	1972	2kpl (eivät täysin identtisiä keskenään)	-	ei ohjelmoitavissa, kollektiivisesti ohjattava	2 ulos	6 ääninen	FCH	analoginen, lisäksi digitaalinen sekvensseri
Dimi-T	1973	1kpl	-	-	1 ulos	1 ääninen	analoginen	analoginen
<i>Dimi-U</i>	<i>ei valmistettu</i>	-	8192b	256 askeleen (tai suurempi) digitaalinen	<i>tilaajan valittavissa</i>	<i>tilaajan valittavissa</i>	<i>DCO (numeerinen) / FCH</i>	-
Dimi 6000	1973-74	2kpl (toinen hävitetty)	7424b / 2048b	tietokone-ohjelma	2 sisään, 2 ulos	4 ääninen	analoginen	digitaalinen

Kaavio 1. Erkki Kurenniemen sähkösoittimet.

Lähteet

I Arkistoaineisto

Haastattelut ja luennot

- Kurenniemi, Erkki 1978. Dimi family. Luento Unescon elektronimusiikin kongressissa [nauhoite]. Suomalaisen musiikin tiedotuskeskus. FIMIC El.mus DAT 148.
- Kurenniemi, Erkki 2004. Kurenniemen haastattelu 29.5.2004 Helsingin yliopiston musiikkiteen oppiaineen elektroakustisen musiikin studiossa, haastattelijoina Jari Suominen ja Mikko Ojanen. Tallennettu mp3-tiedosto, Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Lundsten, Ralph 2004. Lundstenin haastattelu 8.6.2004 Andromeda-studiossa Tukholmassa, haastattelijoina Jari Suominen. Tallennettu mp3-tiedosto, Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Ruohomäki, Jukka 2004. Ruohomäen haastattelu 3.12.2004 Helsingin yliopiston musiikkiteen elektroakustisen musiikin studiossa, haastattelijoina Jari Suominen, Mikko Ojanen ja Kai Lassfolk. Tallennettu mp3-tiedosto, Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Viitasalo, Hannu 2004. Viitasalon haastattelu 4.11.2004 Helsinki-Vantaan lentoasemalla, haastattelijoina Jari Suominen ja Mikko Ojanen. Tallennettu mp3-tiedosto, Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.

Sähkösoitinten dokumentaatiot

- Dokumentaatio Andromatic. Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Dokumentaatio Dico. Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Dokumentaatio Dimi-A. Andromeda-studio, Tukholma. Kopio Helsingin yliopiston musiikkiteen studiossa.
- Dokumentaatio Dimi-O. Andromeda-studio, Tukholma. Kopio Helsingin yliopiston musiikkiteen studiossa.
- Dokumentaatio Dimi-S. Andromeda-studio, Tukholma. Kopio Helsingin yliopiston musiikkiteen studiossa.
- Dokumentaatio Dimi-T. Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Dokumentaatio Dimi-U. Erkki Kurenniemen arkisto. Kopio Helsingin yliopiston musiikkiteen studiossa.
- Dokumentaatio Integroitu Syntesoija. Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.
- Dokumentaatio Sähkökvartetti. Helsingin yliopisto, musiikkiteen studio.

II Kirjallisuus

- ARP [s.d.]. *Arp Odyssey Service Manual – Models 2800 through 2823*. Arp Instruments, Inc.
- Blom, Gert-Jan ja Winner, Jeff 2000. Track Notes: Mining The Archives. Teoksessa *Manhattan Research Inc.* Toim. Irwin Chusid. [Aalsmeer]: Basta. Basta 90782. [108]–139.
- CBS Musical Instruments 1970. Sequential Voltage Source #146. KytKentäkaavio.
- Crab, Simon 2004. 120 Years of Electronic Music, Electronic Musical Instrument 1870–1990. <http://www.obsolete.com/120_years/> (tarkistettu 31.8.2005).
- Davies, Hugh 2004a. Harald Bode. *Grove Music Online*. Ed. L. Macy. <<http://www.grovemusic.com>> (tarkistettu 31.8.2005).

- 2004b. Buchla. *Grove Music Online*. Ed. L. Macy. <<http://www.grovemusic.com>> (tarkistettu 31.8.2005).
- 2004c. Robert Moog. *Grove Music Online*. Ed. L. Macy. <<http://www.grovemusic.com>> (tarkistettu 31.8.2005).
- 2004d. Synthesizer. *Grove Music Online*. Ed. L. Macy. <<http://www.grovemusic.com>> (tarkistettu 31.8.2005).
- Douglas, Alan 1976. *The Electronic Musical Instrument Manual*. Kuudes painos. Lontoo: Pitman Publishing.
- Heiniö, Mikko 1995. *Suomen musiikin historia 4: Aikamme musiikki 1945–1993*. Helsinki: WSOY.
- HS 1968. Suomalainen musiikkikone popnäyttelyjen vetonaulana. *Helsingin Sanomat* 14.12.1968.
- HS 1971. Ydinfysiikon sävelkone maailmanmarkkinoille. *Helsingin Sanomat* 21.1.1971.
- Howe, Hubert [s.d.]. *Buchla Electronic Music System Users Manual*. Fullerton: Educational Research Department, CBS Musical Instruments, Columbia Broadcasting System Incorporation.
- Hämäläinen, Raimo 1972. Videoposetiivi. *Tekniikan maailma* 2/1972: 34–36.
- [Juva, Mikko] 1972. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1971–1972*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- 1973. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1972–1973*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- Jylhä, Minna 2002. Dimensio 1972–2002. Teoksessa *Dimensio 30: Dimension vuodet 1972–2002*. Toim. Otso Kantokorpi. Helsinki: Like. 13–15
- [Kivinen, Erkki] 1963. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1962–1963*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- 1964. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1963–1964*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- 1965. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1964–1965*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- 1968. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1967–1968*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- 1971. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1970–1971*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- Kuljuntausta, Petri 2002. *On/Off: eetteriäänistä sähkömusiikkiin*. Helsinki: Like.
- Kurenniemi, Erkki 1971. Elektronisen musiikin instrumenteista. *Musiikki* 1: 37–41.
- 1985. Harmonioiden teoria. *Musiikki* 3–4: 261–272.
- Kurenniemi, Erkki ja Thomas Carlsson 2005. Dimi H – 3D Instrument ft Tracking Logic. <<http://www.beige.org/projects/dimi/>> (tarkistettu 30.12.2005).
- Lindeman, Osmo 1974. *Elektronisen musiikin teknologiasta*. Helsinki: Sibelius-akateemia.
- Lindfors, Jukka ja Markku Salo 1988. *Ensimmäinen aalto: Helsingin underground 1967–1970*. Helsinki: Kustannus Oy Odessa.
- [Linkomies, Edwin J. H.] 1962. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1961–1962*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- Manning, Peter 1993. *Electronic & Computer Music*. Toinen painos. Oxford: Oxford University Press.
- M.A.N. Productions Oy 2004. M.A. Numminen. <<http://www.ma-numminen.net>> (tarkistettu 31.8.2005).
- Nikkilä, Seppo 1993a. Suomen ensimmäinen mikrotietokone. Teoksessa *Mikrotietokone Suomessa 1973–1993*. Toim. Risto Linturi ja Martti Tala. Helsinki: Yritysmikrot Oy. 36–40.
- 1993b. Bugi hirtettiin kumilenkkiin. Teoksessa *Mikrotietokone Suomessa 1973–1993*. Toim. Risto Linturi ja Martti Tala. Helsinki: Yritysmikrot Oy. 42–44

- Numminen, Mauri Antero 1999. *Helsinkiin: Juho Niityn sivistyshankkeet 1960–1964*. Helsinki: Schildts.
- [Palmén, Ernst] 1975. *Kertomus Helsingin yliopiston toiminnasta lukuvuonna 1974–1975*. Helsinki: Valtionneuvoston kirjapaino.
- Pinch, Trevor ja Frank Trocco 2002. *Analogue Days. The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Cambridge: Harvard University Press.
- Rossing, Thomas 1990. *Science of Sound*. Toinen painos. New York, NY: Addison-Wesley.
- Ruohomäki, Jukka 1977. Dismal-ohjelmiston käyttöohjeet. [S.l.]: [S.n.]. Julkaisematon ohjekirja. Helsingin yliopisto, musiikkiteiden studio.
- Salmenhaara, Erkki 1963. Erkki Kurenniemi och hans studio. *Nutida musik* 1963–1964/5: 55–56.
- 1968. *Vuosisatamme musiikki: 1900-luvun musiikin historia pääpiirteissään*. Helsinki: Otava.
- Sirén, Pekka 1976. Kokeellista toimintaa YLE:ssä. Teoksessa *Tehosteet ja ääni-ilmaisu*. Toim. Reijo Korpio. Helsinki: Tehosto, Erikoistuotanto, Yleisradio. 49–58.
- Taanila, Mika 2002. *Erkki Kurenniemi: äänityksiä/recordings 1963–1973*. Levynkansiteksi. Helsinki: Siboney. LXCD 637.
- 2003. *The Dawn of Dimi*. DVD-levy. Helsinki: Kinotar Oy ja Kiasma.
- Tiits, Kalev 1990a. Erkki Kurenniemi: avantgarden innovaattori. *Musiikkitiede* 2: 37–60.
- 1990b. *Voluntääriassistentti Kurenniemi ja elektronimusiikin alku yliopistolla*. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, Taiteiden tutkimuksen laitos, musiikkitiede.
- Vail, Mark 2000. *Buchla's First Modular Synthesizer. Vintage Synthesizers: pioneering designers, groundbreaking instruments, collecting tips, mutants of technology*. Ed. Mark Vail. San Francisco: Miller Freeman Books. 105–109.
- Wickes, William E. 1968. *Logic Desing with Integrated Circuits*. New York, NY: John Wiley & Sons.

Fil. yo Mikko Ojanen (mikko.ojanen@helsinki.fi) opiskelee Helsingin yliopistossa musiikkitiedettä ja valmistelee pro gradu -työtä suomalaisesta elektroakustisesta musiikista. Fil. yo Jari Suominen (jari.suominen@helsinki.fi) opiskelee Helsingin yliopistossa tietojenkäsittelytiedettä pääkiinnostusalueinaan digitaalinen signaalinkäsittely ja musiikin automaattinen analyysi. Lisäksi hän harrastaa analogisyntetisaattorien rakentamista.

Erkki Kurenniemi's electronic music instruments

The article presents early electronic music instruments designed by Erkki Kurenniemi in the 1960's and 1970's. Kurenniemi's instruments were influenced by digital logic and an experimental approach to user interface design. The first half of the article presents an historical overview of Kurenniemi's career as a synthesizer designer and his instruments. The second half concentrates in detailed description of technology used in these instruments. Kurenniemi's instruments are also compared with other contemporary synthesizer designs, such as Moog and Buchla. Suggested topics for further studies include detailed study of music composed with Kurenniemi's instruments and Kurenniemi's user interface design from historical and technological point of view.

Tango, twist ja Tšaikovski

Musiikki Aki Kaurismäen elokuvassa *Tulitikkutehtaan tyttö*

Erkki Pekkilä

Käsittelen artikkelissani musiikkia Aki Kaurismäen elokuvassa *Tulitikkutehtaan tyttö* (1990), jonka Kaurismäki on itse käsikirjoittanut, ohjannut ja tuottanut. Erityisesti tarkastelen siinä populaarimusiikin roolia. Elokuva luokitellaan kuuluvaksi Kaurismäen ”työläistilogiaan”, johon sisältyvät kaksi muuta filmiä ovat roskakuskin ja kaupan kassan rakkaustarinan kertova *Varjoja Pariisissa* (1986) sekä työttömyydestä kertova *Ariel* (1988).¹

Tulitikkutehtaan tyttö sai Kaurismäen mukaan alkunsa elokuva-arvostelija Kaarle Stewenin tekemästä haastattelusta. Stewenin mielestä suomalaisen elokuvan ongelma oli siinä, ettei ollut ”kunnon aiheita” eikä ”kunnon käsikirjoituksia”. Kaurismäki taas oli vastannut, että elokuvan voi tehdä aiheesta kuin aiheesta – vaikka tulitikusta. Tapaus oli muistunut Kaurismäen mieleen, kun hän kolmen vuoden kuluttua oli ollut aloittelemassa uuden elokuvan tekoa. (Ks. Bagh 1991, 6.) Kaurismäki kertoo kehitelleensä aiheita tajunnanvirtatekniikalla: ”Tulitikku, eihän se itsestään synny, kukahan sitä tekee; ehkä joku tyttö, minne hän menee työpäivän jälkeen, ehkä kotiin; mitähän siellä, ehkä perverssi isäpuoli.” (Ks. *ibid.* 8.) Tarinaan hän kertoo ympänneensä ulkomuistista lapsena kuulemaansa Hans Christian Andersenin satua *Tulitikkutyttö* (ks. *ibid.*).²

Yhteys Andersenin satuun on kiinnostava. Sadussa kerrotaan tulitikkuja jouluattona kadulla kaupusteleavasta pikkutyöstä, joka lopulta istuutuu väsyneenä ja kylmissään kadulle ja alkaa raapia tulitikkuja lämpimikseen. Tyttö kuvittelee näkevänsä kuolleen isoäitinsä tikun valossa, raapii tikkuaskinsa tyhjiksi, ja lopulta hänet löydetään aamulla kuoliaaksi paleltuneena onnellinen hymy

¹ Tuotantotiedot: *Varjoja pariisissa* 1986. Aki Kaurismäki (ohjaus ja käsikirjoitus). Matti Pellonpää, Kati Outinen, Sakari Kuosmanen, Esko Nikkari. Villealfa filmproductions. DVD Sandre Metronome A-25700. *Tulitikkutehtaan tytöstä* ks. lähdeluettelo. *Ariel* 1998. Aki Kaurismäki (ohjaus ja käsikirjoitus). Turo Pajala, Susanna Haavisto, Matti Pellonpää, Eetu Hilkamo, Esko Salminen. Villealfa productions & Finnish film foundation. DVD Sandre Metronome A-26351. Kaurismäen työläistilogiasta ks. esim. Kyösola 2000; ks. myös Toiviainen 1994.

² Se että *Tulitikkutehtaan tyttö* -elokuvan tausta on kirjallisuudessa, ei ole mitenkään poikkeuksellista Kaurismäen tuotannossa. *Rikos ja rangaistus* (1983) perustuu Fjodor Dostojevskin samannimiseen romaaniin; Pariisissa kuvattu *Boheemielämää* (ransk. *La vie de bohème*, 1992) perustuu Henri Murgerin romaaniin; *Leningrad Cowboys Meet Moses* (1994) perustuu löyhästi Vanhan testamentin kirjoituksiin; *Hamlet liike-elämässä* perustuu Shakespearen *Hamlettiin*.

kasvoillaan. Vaikka kyseessä on satu, tarinan taustalla voi nähdä ideologis-uskonnollisen teesin, jonka mukaan maallinen kärsimys lopulta palkitaan taivaan iloilla. Sadun ajatus kärsimyksestä on mukana myös Kaurismäen elokuvassa, mutta mukaan tulee myös koston teema: päähenkilö Iris kärsii muttei alistu vaan tappaa omakätisesti rotanmyrkyllä kaikki ne henkilöt, jotka ovat aiheuttaneet hänelle henkistä tuskaa.

Elokuva on jonkinlainen tragikomedialla. Yhdellä tasolla se on sentimentaalinen ja surumielinen kertomus köyhästä tehtaantytöstä, jota ympäristö kohtelee kaltoin. Iristä ympäröivä maailma on kylmä ja kova ja ihmiset tunteettomia ja epäempeattisia. Kun Iris ostaa omilla palkkarahoillaan itselleen punaisen juhlapuvun, vanhemmat ärsyyntyvät vajaan tilipussista; isäpuoli nimittää Iristä huoraksi ja äiti käskee viemään puvun heti takaisin. Kun Iris tehtaassa pukuhuoneessa kertoo naispuoliselle työtoverilleen olevansa raskaana, tämä polttee aikansa ilmeettömänä tupakkaa ja toteaa sen jälkeen ykskantaan ”vai niin” ja poistuu paikalta. Kun Iris on saanut keskenmenon, isäpuoli tulee katsomaan häntä sairaalaan. Isäpuoli ei kuitenkaan osoita Iristä kohtaan pienintäkään empatiaa vaan moittii tätä siitä, että on aiheuttanut perheelleen surua, ja toivoo Iriksen muuttavan pois kotoa.

Vaikka elokuvan kohtaukset ovat monesti traagisia, niissä on lähes aina mukana myös koomisia elementtejä. Iris, äiti ja isäpuoli, jotka edustavat työväenluokkaisia hahmoja, polttavat solkenaan tupakkaa. Ruokapöydässä äiti kalastaa lusikalla lihapalan vieressä istuvan tyttärensä keittolautaselta. Viinin sijasta aterialla juodaan ruokajuomana kirkasta viinaa. Sairaalohtauksessa isäpuoli morkkaa Iristä – ja antaa tälle lopuksi tuomisenaan appelsiinin. Elokuvassa on paljon eriasteista liioittelua – myös äärimmäisen vähäeleisyyden mielessä – sekä absurdeja elementtejä, jotka tuovat kohtauksiin mustaa huumoria.

Joku voisi tietysti kysyä, että mitä huvittavaa on siinä, että köyhä tyttö paiskii töitä tehtaassa, elättää vanhempiaan, on yhden illan jonkun miehen sänkykumppanina, tulee raskaaksi, saa keskenmenon, häädetään kotoaan ja lopulta kaikesta katkeroituneena alkaa tappaa miehiä (ja siinä sivussa myös äitinsä) rotanmyrkyllä. Tämä ei kuitenkaan ole tarinankerronnan puolelta empatian puutetta vaan pikemminkin postmodernia ironiaa: nauru ei kohdistu niinkään Iriksen kuin itse tarinaan, joka on niin klišeinen, moneen kertaan kuultu ja ennalta arvattava, että se muuttuu paikoin huvittavaksi, paikoin traagiseksi ironiaksi.

Musiikkiraita

Elokuvan musiikkiraita muodostuu pääosin 1960-luvun popkappaleista sekä tangoista. Toisin kuin Hollywood-elokuvissa *Tulitikkutehtaan työssä* ei juurikaan ole ei-diegeettistä musiikkia. Yhtä poikkeusta lukuun ottamatta kaikki musiikki-kohtaukset ovat diegeettisiä. Musiikin tuottava äänilähde on tällöin näkyvissä eli musiikki kuuluu elokuvan tarinatilaa (ks. esim. Juva 1995, 209).

Musiikin käyttö muodostaa elokuvassa kiinnostavan ongelmakentän. Kappaleet ovat pääosin vanhoja iskelmiä ja rautalankasävelmiä, ja ne liittyvät tiettyyn aikakauteen eli tässä tapauksessa 1960-lukuun. Samalla ne tuovat mukanaan erilaisia kulttuurisia ja ideologisia merkityksiä. Laajemmassa mielessä valmiiden kappaleiden käyttö elokuvamusiikkina herättää tietysti kysymyksen siitä, millä tavalla valmis musiikki vaikuttaa itse elokuvaan, sen kerrontaan ja lukutapaan.³ Esimerkiksi *Tulitikkutehtaan tytön* kohdalla on hämmästyttävää, miten yhtenäiseltä elokuva tuntuu huolimatta siitä, että musiikkikappaleet ovat kuitenkin itsenäisiä ja irrallisia, ja ne on otettu elokuvaan täysin eri kontekstista kantaen mukanaan omia elokuvan ulkopuolisen maailman merkityksiään ja perinteitään. Tästä huolimatta kappaleet ja elokuvan kerronta hitsautuvat kerronnallisten ja esteettisten periaatteiden samankaltaisuuden vuoksi yhteen, jolloin elokuvasta muodostuu rikkumaton kokonaisuus. Tämä taas herättää kysymyksen siitä, mistä tämänkaltaisen ilmiö johtuu ja mihin elokuvamusiikillisiin keinoihin se perustuu.

Populaarimusiikin vaikutuksia elokuvassa ei ole vielä kovin paljon tutkittu. Vaikka elokuvamusiikista on olemassa varsin kattavia tutkimuksia, niiden pääpaino on yleensä kuitenkin ”elokuvataiteessa” sekä taide- tai pseudoklassisessa musiikissa (vrt. originaalimusiikki). Claudia Gorbman (1987) käsittelee elokuvamusiikin teoriaa ja klassista Hollywood-elokuvaa. Kathryn Kalinak (1992) teos jatkaa samasta Hollywood-elokuvien aihepiiristä. Elokuvamusiikin historiaa, estetiikkaa ja tekniikkaa käsittelevät esimerkiksi Roy M. Prendergast (1992) ja Royal S. Brown (1994). Roger Hickmanin (2006) tuore oppikirjaksi tarkoitettu teos tarkastelee elokuvamusiikin historiaa, joskin historiikissa on mukana myös uudempia elokuvia; pääpaino on kuitenkin sävelletyissä (originaali)musiikeissa. Varsinaisesti populaarimusiikkiin liittyen elokuvamusiikkia on tarkastellut Anahid Kassabian (2001), joka painottaa elokuvamusiikin vastaanottamisessa katsojan samaistumisprosessia. Myös antologiat *Popular music and film* (Inglis [toim.] 2003) ja *Soundtrack available* (Wojic & Knight [toim.] 2001) sisältävät artikkeleita populaarimusiikin käytöstä elokuvassa. Myös Henry Bacon (2005, 253–290) on kirjoittanut elokuvamusiikin historiasta painottaen populaarimusiikkiakin. Pekka Jalkanen ja Vesa Kurkela (2005) ovat käsitelleet muun muassa *Suomen musiikin historia* -kirjasarjan *Populaarimusiikki*-osassa myös suomalaisen elokuvan musiikkia. Varsin perusteellisesti populaarimusiikin käyttöä elokuvassa on käsitellyt Antti-Ville Kärjä (2005) tarkastellessaan suomalaisia rock-elokuvia sekä Jeff Smith (1998) analysoidessaan kiinnostavasti muun muassa Sergei Leonen ohjaaman *Hyvät, pahat ja rumat* -elokuvan musiikkia.

Oma näkökulmani on kuitenkin erilainen, sillä keskityn seuraavassa yhteen elokuvaan ja siinä käytettyihin valmiisiin popmusiikin kappaleisiin sekä kappaleiden vaikutuksiin elokuvan kohtauksissa. Etenen tarkastelussani elokuvan kronologisen järjestyksen mukaan. Tarkasteluun ei ole otettu mukaan kohtauk-

³ Valmiin musiikin käytöstä elokuvassa ks. esim. Kassabian 2001, erit. 1–14. Valmiilla musiikilla tarkoitetaan olemassa olevan musiikin käyttöä elokuvassa kun taas originaali- tai sävelletty musiikki tarkoittaa nimenomaan kyseistä elokuvaa varten tehtyä musiikkia.

sia, joissa musiikkia käytetään pelkästään taustamusiikkina. Esimerkiksi eräissä ravintolakohtauksessa, jossa taustalla kuullaan pianojazzia, musiikki toimii pelkästään osana lavastetta ollen eräänlaista ”musiikillista tapettia”, jolla ei ole niinkään temaattista vaikutusta kohtauksessa. Juuri tällaiset kohtaukset jäävät tarkasteluni ulkopuolelle. Tarkasteleman musiikkikohtaukset kerrontayhteyksi-neen on lueteltu elokuvan rakennekaaviossa (ks. kaavio 1).

Elokuvan juoni on lyhyesti kuvattuna seuraava: Päähenkilö on tulitikkutehtaassa työskentelevä nuori nainen, jonka nimi on Iris Rukka (Kati Outinen). Hän asuu pienessä asunnossa äitinsä (Elina Salo) ja isäpuolensa (Esko Nikkari) kanssa. Iriksen elämä on ankeaa ja yksinäistä. Hänellä on yhden yön suhde liikealalla työskentelevän Aarnen (Vesa Vierikko) kanssa, minkä seurauksena hän tulee raskaaksi. Aarne ei kuitenkaan välitä Iriksestä tai tulevasta lapsesta vaan tarjoaa Irikselle rahasummaa korvaukseksi. Silti Iris haluaa pitää tulevan lapsen ja on hetken onnellinenkin haaveillen tulevasta. Kaikki kuitenkin muuttuu ennalleen, kun Iris joutuu kadulla auton töytäisemäksi ja saa keskenmenon. Kun Iris makaa sairaalassa, isäpuoli tulee häntä katsomaan ja esittää toivomuksen, että Iris muuttaisi pois kotoa, koska on (isäpuolen näkemyksen mukaan) tuottanut hänelle ja äidilleen surua. Näin tapahtuukin, ja Iris pääsee tilapäismajoitukseen veljensä asuntoon. Iris katkeroituu koettelemuksista, menee apteekkiin ja ostaa rotanmyrkyä, jota liuottaa nesteeseen. Aarnen hän tappaa tämän kotona lorauttamalla myrkyä tämän juomaan. Saman kohtalon kokee mies, joka yrittää tuppautua Iriksen seuraan ravintolassa. Lopuksi Iris vielä tappaa myrkyllä isäpuolensa ja vanhempansa. Elokuva päättyy siihen, kun kaksi siviilipukuista etsivää tulee noutamaan Iristä työpaikaltaan liukuhinnan äärestä.

”Tunnusmusiikki”

Yleensä elokuvat alkavat tunnusmusiikilla, joka jo antaa vihjeitä elokuvan sisäl- löstä. *Tulitikkutehtaan tytössä* ei kuitenkaan ole lainkaan alkumusiikkia, mikä korostaa elokuvan näennäisrealistista tyyliä. Taustalta kuuluu hiljaista tuulen su- hinaa (joka kuullaan myös lopun myrkytyskohtauksessa) ja valkokankaalle ilmes- tyy elokuvan motto: ”He ovat takuulla kuolleet siellä kaukana metsän keskellä kylmään ja nälkään”. Sen jälkeen nähdään nelisen minuuttia pitkä dokumentaa- rinen kuvaus tulitikon valmistuksen eri vaiheista aina siitä alkaen, kun katkottu pölli tulee tehtaaseen ja kun se sitten matkaa erilaisten koneiden läpi päätyen lopulta tulitikuiksi. Ikäloput koneet pakkaavat tulitikut rasioihin ja liukuhihnalla eteneviksi punteiksi, jotka lopulta päätyvät niitä pakkaavan päähenkilön Iriksen käsiin. Musiikin korvaa tässä erilaisten koneiden ääni, joka vaihtuu aina kuvan vaihtuessa uudeksi. Näin koneiden äänistä tulee eräänlaista rytmikästä ”konk- reettista musiikkia” (*musique concrète*). Koneiden ääni luo tietysti pohjan elo- kuvan työväenluokkaiselle miljööille ja korostaa myös elokuvan ”realismia”.

Ilpo Hélenin (1991, 17) mielestä kohtauksen tehtävänä on sijoittaa päähen- kilö yhteiskunnallisen koneiston osaksi, pelinappulaksi, ja myös korostaa jonkin-

Kerronta	Musiikkikohtaus
1. Iris on tulitikkutehtaassa töissä, menee kotiin, viettää aikaa perheensä (äiti ja isäpuoli) kanssa.	
2. Iris menee tansseihin ja jää seinäkukkaseksi.	Reijo Taipale: <i>Satumaa</i> (live-esitys)
3. Iris menee yksinään baariin oluelle.	The Strangers: <i>Kolme kitaraa</i> (jukebox)
4. Iris ostaa palkkarahoillaan tanssimekon. Isäpuoli haukkuu huoraksi ja äiti kehottaa viemään puvun takaisin kauppaan.	
5. Iris menee diskoon (nopeaa ja hidasta diskomusiikkia) ja viettää yön Aarnen kanssa.	
6. Iris tapaa ravintolakokkina olevan veljensä, joka antaa hänelle rahaa.	
7. Iris viettää yksin syntymäpäiväänsä menemällä baariin syömään leivosta.	Badding Rockers: <i>Se jokin sinulla on</i> (jukebox)
8. Aarne hakee Iriksen kotoa, tapaa vanhemmat, vie Iriksen hienoon ravintolaan (pianojazzia).	
9. Iris huomaa olevansa raskaana, kirjoittaa Aarnelle kirjeen ja saa tältä paluupostissa shekin.	
10. Iris jää auton alle, saa keskenmenon ja joutuu sairaalaan.	
11. Iris muuttaa kotoaan veljensä asuntoon tämän Ford Anglialla.	The Renegades: <i>Cadillac</i> (jukebox)
12. Iris hankkii rotanmyrkyä ja myrkyttää Aarnen, ravintolassa (rockmusiikkia) seuraan tuppautuvan miehen.	
13. Iris tekee vanhemmilleen ruokaa, sekoittaa rotanmyrkyä näiden juomaan ja jää odottamaan näiden kuolemaa.	Tšaikovski: <i>Pateettinen</i> sinfonia (radio)
14. Kaksi etsivää pidättää Iriksen tämän työpaikalta ja vie mennessään.	Olavi Virta: <i>Oi, kuinka saatoitkaan</i> (radio & "underscore"-musiikki)

Kaavio 1: Rakennekaavio Tulitikkutehtaan tyttö -elokuvan rakenteesta ja musiikkikohtauksista.

laista vieraantumisen estetiikkaa. Musiikintutkijana itselleni taas tulee mieleen Theodor W. Adornon (1990 [1941]) teoria kulttuuriteollisuudesta, jossa ihmiset tekevät töitä tehtaassa, tulevat kotiin mutta ovat liian uupuneita kuunnellakseen muuta kuin turruttavaa populaarimusiikkia, joka auttaa heitä taas kestämään seuraavan päivän työt. Tästä näkökulmasta katsottuna voisi ajatella, että elokuvan tehdasmiljöö valmistaa katsojaa vastaanottamaan elokuvan myöhempää, "kevyttä" ja 1960-luvun populaarimusiikkia. Taustalla on pelkistetyn ilmaisun ja mekaanisuuden estetiikka, jota Kaurismäki eräessä toisessa haastattelussa selittää seuraavasti:

Ylipäänsä koneet ovat miellyttävämpiä ja helpompia kuin näyttelijät, koska koneet toimivat mekaanisesti, näyttelijöillä on tunteet ja valitettavasti he pyrkivät tuomaan niitä esille. Mutta ehkä on niin että näyttelijät tässä hysteerisyydessään myös tuovat elokuvaan jotakin enemmän kuin koneet pystyisivät. Vaikka epäilen. (Ks. Bagh 1991, 11.)

Satunmaa

Musiikkia kuullaan elokuvassa ensimmäistä kertaa kohtauksessa, jossa Iris on mennyt uudessa juhلامekossaan työväentalon tansseihin. Varsinaista tanssitalannetta edeltää kiinnostavasti kohtaus, jossa Iris valmistautuu kotonaan tansseihin lähtöön. Kun Iris istuu peilin edessä laittamassa itseään, muu perhe istuu katselemassa televisiouutisia. Uutistenlukija kertoo, että Kiina on murskannut Taivaallisen rauhan aukiolla opiskelijoiden rauhanomaisen mielenosoituksen. Siperian radalla on tapahtunut kaasuräjähdyks ja lähes 700 matkustajaa on kuollut. Iranin uskonnollinen johtaja, ajatolla Khomeini on kuollut. Juuri ennen laulun alkua vihainen naisääni sanoo vielä televisiosta englannin kielellä, että ”hallituksen reaktio on tappaa tuhansia ja taas tuhansia ihmisiä” (*“reaction of government is killing the people by thousands and thousands”*). Heti tämän jälkeen käynnistyy *Satunmaa*-tangon intro. Siirtymä on tietysti ironinen: televisiouutiset kertovat todellisista kaukomaista, seuraavan laulun sanat taas kuvitteellisesta kaukomaasta.

Kun kuva siirtyy tanssipaikalle, matala- ja sointuvaääninen mieslaulaja alkaa *Satunmaalla* maalata kuvaa kaukaisesta onnelasta, jossa ihmisen arkiset huolet unohtuvat. Laulun minä kokee olevansa nykyisen olotilansa vanki, josta hänellä ei ole poispääsyä. Yhtä mahdotonta kuin hänen on lentää on hänen päästä tähän satunmaahan:

Aavan meren tuolla puolen jossakin on maa,
missä onnen kaukorantaan laine liplattaa,
missä kukat kauneimmat luo aina loistettaan,
siellä huolet huomisen voi jäädä unholaan.

Oi jospa kerran sinne satunmaahan käydä vois,
niin sieltä koskaan lähtisi en linnun lailla pois,
vaan siivetönnä en voi lentää, vanki olen maan,
vain aatoksen mi kauas entää, sinne [– –].

Kohtauksessa esiintyy omana itsenään kuuluisa tangolaulaja Reijo Taipale. Häntä säestää perinteinen tanssiyhtye, jossa on harmonikka, viulu, bassokitara ja rummut. Vaikka kyseessä onkin fiktiivinen elokuva, kohtauksessa on runsaasti elementtejä, jotka luovat illuusion dokumentista: tanssilava on aito, avustajina on käytetty tavallisia ihmisiä, Reijo Taipale esiintyy omana itsenään, musiikki on kaikesta päätellen äänitetty kuvaustilanteessa ja *Satunmaa* on oikea olemassaoleva ja vieläpä äärimmäisen tunnettu musiikkikappale. Voisi hyvin kuvitella, että kyseessä ei ole elokuvan kohtaus vaan dokumentaarinen kuvaus suomalaisesta tanssilavaperinteestä.

Kuvassa rivissä istuvia naisia haetaan yksi kerrallaan tanssimaan, mutta Iris jää seinäruusuksi yksinään penkille istumaan. On selvää, että hän on yksinäinen ja hyljeksitty. Hän ei puhu mitään, mutta laulun sanat kuvaavat hänen ajatuksiaan ja haaveitaan. Haitarisoolon ja välisoittojen aikana katsojalla on aikaa miettiä näkemäänsä, kuulemaansa ja Iriksen kohtaloa. Kun välisoitto loppuu, laulun ”minä” kehottaa lauluaan lentämään kuin lintu satumaahan, jossa rakastettu odottaa häntä. Laulun sanat kuvastavat hyvin Iriksen tunteja; arki on kova ja kylmä, mieli halajaa jonnekin muualle, sielu kaippaa rakkautta:

Lennä laulu sinne missä siintää satumaa,
sinne missä oma armain mua odottaa,
lennä laulu sinne lailla linnun liitävän,
kerro että aatoksissain on vain yksin hän.
Oi jospa kerran sinne satumaahan käydä vois,
niin sieltä koskaan lähtisi en linnun lailla pois,
vaan siivetönä en voi lentää, vanki olen maan,
vain aatoksin mi kauas entää, sinne käydä saan.

Tätä seuraa haitarivälisoitto, jonka aikana Iris jää istumaan yksinään penkille. Kun välisoitto ja kappale päättyy, kuva samalla pimenee – ja tapahtuu paluu laulun kuvitteellisesta maailmasta arkeen. Seuraavassa kohtauksessa Iris hiipii yöllä kotiinsa, riisuu takkinsa naulakkoon, sijaan itselleen sohvalle vuoteen, pukeutuu yöpukuun, avaa tukkansa ja käy nukkumaan. Taustalla kuuluu radiosta venäjänkielistä puhetta, mikä lisää yleistä ankeuden tunnetta.

Asialla on tietysti symbolinen puolensa. Eräässä mielessä tanssikohtaus on jatkoa elokuvan alun dokumentaariselle jaksolle, jossa kuvataan tulitikun valmistusprosessia. Samalla tavalla kuin tulitikku syntyy vaihe vaiheelta, tanssitilaisuus etenee määrätyn käsikirjoituksen mukaan. Samalla tavalla kuin alun dokumenttijaksoon on lopulta ympätty Iris liukuhihnan päähän tulitikkuja pakkaamaan, tässä osiossa Iris on asetettu istumaan penkille ja siemailemaan virvoitusjuomaansa. On selvää, että ”dokumentaarisuus” ja myös diegeettinen musiikki lisäävät tässä ”toden” tuntua.⁴

Toisaalta tanssitilaisuudessa on huomattava määrä komiikkaa. On ilmeistä, että Iris on hakemassa tansseista kumppania ja että tilanteeseen sisältyy jollakin tasolla erotiikan kaipuuta. Myös taustalla soiva musiikki vihjaa tähän, sillä kuten esimerkiksi *Otavan iso tietosanakirjakin* (Stenkvis et al. 1979, 423) määritte-

⁴ Tämän ”puolidokumentaarisen” jakson olemassaoloa voisi tarkastella myös sitä faktaa vasten, että Kaurismäki on ohjannut näytelmäelokuvien lisäksi myös musiikkielokuvia. Ensimmäinen oli rock-dokumentti *Saimaa-ilmiö* (1981), jonka hän teki yhdessä ohjaajaveljensä Mika Kaurismäen kanssa. Seuraavia olivat elokuvat *Leningrad Cowboys go America* (1989), joka on road movie ”maailman huonoimman rock-yhtyeen” matkasta Amerikkaan, sen jatko-osa *Leningrad Cowboys meet Moses* (1994) ja yhtyeen konserttitaltiointi *Total balalaika show* (1993), joka on dokumentti Leningrad Cowboys -yhtyeen ja Puna-armeijan kuoron yhteisesiintymisestä Helsingissä Senaatintorilla. Kaurismäki on myös tehnyt Leningrad Cowboys -yhtyeen kanssa musiikkivideot *Those were the days* (1991) ja *These boots* (1992). Hän on myös tehnyt tangovideon *Oon aina ihminen*, jossa esiintyy Markus Allan yhtyeinen. (Remes 2000.)

lee, tangolle ovat tyypillisiä ”pysähdykset, nopeat äkilliset liikkeet ja jännitetyn hiipivät askeleet”. Tanssin katsotaan ilmentävän ”pidätettyä eroottista kiihkoa, miehen aggressiivista maskuliinisuutta ja naisen uhmaava asennetta” (ibid.). Elokuvassa esiteltävä tanssitilaisuus taas on tämän kansainvälisen lajityypin vastakohta: siinä dramaattisuus on innottomuutta, eroottinen kiihko hidasluonteisuutta, aggressiivisuus alistumista ja uhma itsesääliä. Iris on passiivinen hahmo, joka tuntuu elävän laulun haavekuvien kautta.⁵

Kolme kitaraa ja Se jokin

Elokuvan keskellä on kolme erillistä kohtausta, joissa päähenkilö kuuntelee levyautomaatista tulevaa musiikkia: kaksi kertaa baarissa ja kerran veljen asunnolla. Kaikissa tapauksissa tarinan eteneminen keskeytyy, kun päähenkilö valitsee kappaleen levyautomaatista ja jää aloilleen kuuntelemaan automaattista tulevaa musiikkia.

Ensimmäinen kohtaus tulee välittömästi tangokohtauksen jälkeen, kun Iris on käynyt tansseissa, jäänyt seinäkukkaseksi, käynyt nukkumaan ja herää seuraavana aamuna apeana. Kohtauksessa Iris lähtee ulos rotanloukkoa muistuttavasta työläisasunnostaan ja kävelee hautausmaan halki. Hautakivet, hiekkäkäytävä, askelten ääni soralla ja taustalta kuuluva kirkonkellojen ääni enteilevät elokuvassa myöhemmin sattuvia kuolemantapauksia. Seuraavassa kuvassa, kirkonkellojen äänen vielä kuuluessa, Iris astuu sisään baarin ovesta, kävelee sisälle ja sanoo legendaarisesti muodostuneen repliikkinsä: ”Pieni olut.” Sen jälkeen hän kävelee tuoppinsa kanssa pöytään ja istuu alas. Taustalla näkyvästä levyautomaatista kuuluu rautalankayhtyeen soittamaa 1960-luvun twistiä. Kappale on The Strangers -yhtyeen *Kolme kitaraa*.

Kappaleesta on leikattu pois alkuperäisen version rubatossa oleva kitara-intro. Sen sijaan kappale lähtee elokuvassa liikkeelle suoraan twistille tyypillisestä rumpufillistä. Rumpufilli tulee heti kirkonkellojen äänen jälkeen, mikä korostaa kappaleen ja tilanteen vastakohtaisuutta; musiikki toimii kontrastoina ja vieraannuttavassakin funktiossa. Kepeä diegeettinen musiikki luo *kontrapunktin* henkilön traagiseen tilanteeseen.⁶ Toisaalta hupaisa musiikki kääntää kohtauksen tunnelman päälaelleen (tosin Iriksen tilanne ei muutu); toisaalta se tuo traagiseen tilanteeseen lisää syvyyttä sekä vieraannuttaa mahdollistaan kohtaukseen eräänlaisen ”kriittisen etäisyyden”⁷.

Kappale soi taustalla jo Iriksen kävellessä baaritiskille; Iristä esittävä Kati Outinen lausuu siis repliikkinsä musiikin päälle. Twist-musiikki on lajityypinä sekä baari-interiööriin että elokuvan 1960-lukulaisiin viitteisiin sopivaa. Tässä musii-

⁵ Suomalaisesta tangosta ja sen sosiaalisista merkityksistä 1950–1960-luvuilla ks. Kurkela 2005, erit. 467–482.

⁶ Elokuvamusiikin dramaattisista funktioista ks. esim. Juva 1995; Bacon 2000.

⁷ Tämän voisi nähdä brecht-eislermaisena musiikin vieraannuttavana käyttönä sekä Kassabianin (2001, 1–14) käsitteellä ilmaistuna valmiin musiikin tarjoamana liitännäisidentifikaationa (engl. *affiliating identification*).

kinlaji siis paitsi luo kontrastoivaa tai ristiriitaista (ankea vs. hilpeä) merkitystä, myös kertoo ajasta ja paikasta.

Kappale on tavallista sähkökitaroilla soitettua 1960-luvun rautalankaa, mutta se esitetään hengästyttävän nopeassa tempossa. Erityisen huvittavia ovat rumpufillit, joita rumpali sirottelee kappaleen taitteisiin. Itse sävelmä on kolmen perussoinnun päälle sähkökitaralla soitettu mollimelodia, jota fraseerataan twistin tapaan synkopoiden. Kappale lopetetaan hieman kesken, kun lauluosuus on päättynyt ja basisti soittaa bassosoolona asteikkumuotoista *walking base*-kuviota.

Seuraavan kerran twistiä kuullaan baarissa, jonne Iris on lähtenyt syömään leivoksen ja viettämään siten yksinään syntymäpäiväänsä. Edeltävät kohtaukset ovat olleet alakuloisia. Iris on löytänyt diskosta miesystävän, Aarnen, ja viettänyt tämän kanssa yön. Hän on odottanut turhaan Aarnen soittoa työpaikallaan – soittoa ei ole tullut. Kun Iris on tullut töistä kotiin, hän on löytänyt pöydältään äidin sinne jättämän syntymäpäivälahjan, ilmeisesti antikvariaatista ostetun kirjan. Iris on vilkaissut kirjaa ilmeettömänä ja pistänyt sen avaamattomana hyllyyn. Kun Iris istuu baarissa leivoksensa kanssa, taustalla olevasta levyautomaatista kuuluu sävelmä *Se jokin sinulla on*. Kappale on tyypillistä 1960-luvun rautalankatwistiä. Mies laulaa naiivilla äänellä siitä, miten naisen läsnäolo on hänelle tärkeä. Laulun mukaan nainen on ehkä oikukas eikä hän käyttäydy aina ”mallikelpoisesti”. Mies on kuitenkin ihastunut naisen olemukseen, hymyyn, silmiin, katseeseen, sillä naisessa on ”se jokin”:

Sun läsnäolosi vain tärkein on,
sä toisten mielestä oot mahdoton,
vaikket ole mallikelpoisin,
se jokin, sinulla on.

Saat hymylläsi, kaiken sen.
Voit himmentää, sä loistet tähtien.
Nuo sädehtivät silmät kevään tuo,
se jokin sinulla on.

Kappaleen sanojen avainlause ”se jokin sinulla on” on kaksiselitteinen. Sen voi tulkita tarkoittavan, että ihmisessä on jokin henkinen tms. ominaisuus, jonka takia toinen häneen ihastuu. Kappaleen naiivi esitystapa alleviivaa juuri tätä merkitystä. Toinen, ironinen ja tekstin takana oleva alatyyliseen tulkintaan liittyvä piilomerkitys on, että ”se jokin” viittaa pelkästään siihen, että mies voi käyttää naista seksuaalisten tarpeidensa tyydyttämiseen. Se että juuri näin on elokuvan tarinassa tapahtunut, paljastuu elokuvassa myöhemmin.

A-osa päättyy jälleen twistille tyypilliseen rumpufilliin. Laulun B-osan sanoissa laulaja kertoo uneksivansa naisen suudelmista, joita ilman hän pelkää jäävänsä: ”Sun suudelmastas aina unta nään. Niin pelkään että ilman niitä ilman jään.” Kun siirrytään takaisin A-osaan, kappale katkeaa äkillisesti ensimmäisen lauseen jälkeen: ”Ei jatkoa voi onni [– –]” – ikään kuin enteenä tulevalle.

Yhdeltä kannalta tarkasteltuna musiikkikohtaus toimii tässä koomisena sivantokohtana muuten raskaana etenevälle ja traagiselle tarinalle. Se luo hilpeän

musiikkinsa avulla vastakohta-asetelman sekä kappaletta edeltävälle että seuraavalla kohtaukselle, jotka ovat molemmat synkkiä. Musiikin ja siihen sisältyvän huumorin avulla siis pyyhitään pois aiemman kohtauksen alakuloinen tunnetila. Toiselta kannalta katsottuna kepeän twistin luoma kontrasti terävöittää kohtauksen traagisuutta sekä toimii vieraannuttavana tekijänä, kuten edellisessäkin esimerkissä, jolloin twist lähes kylmästi alleviivaa traagisuuden viiltävyyttä.⁸ Lisäksi, kuten edellä kävi ilmi, sanat viittaavat tai ennakoivat Iriksen tulevan tragedian.

Baarin musiikkikohtauksen voi myös nähdä pohjustavan seuraavaa kohtausta ja antavan sille tulkinta- tai lukutavan. Seuraavassa kohtauksessa Iris istuu kotonaan ja tuijottaa ilmeettömänä eteensä. Taustalta kuuluu englanninkielistä puhetta, mistä paljastuu, että hän katsoo televisiota. Iriksen silmät ovat kyynelissä. Twistin jälkeen Iriksen itku saattaa katsojasta tuntua tässä yhteydessä koomiselta, mikäli edellisen kohtauksen hilpeä twist on jäänyt katsojan mieleen ja ohjaa hänen tulkintaansa sellaisena. Toisaalta twist taas kerran myös kilpistää elokuvan traagisia teemoja luoden kriittistä etäisyyttä ja siten ”tilaa” katsojan tulkinnolle. Vastakohtainen musiikki mahdollistaa traagisen ironian.

Kaikki edellä mainitut kolme kohtausta – äidin kirjalahja, leivoksen syöti baarissa ja itku kotona – kuvaavat Iriksen yksinäisyyttä. Jos keskimmäisessä kohtauksessa kuultaisiin perinteisesti traagisena pidettyä musiikkia, dramaturginen ratkaisu olisi Hollywoodin ns. *underscoringin* mukainen, eli kertova musiikki kuvittaisi (”maalaisi”) tapahtumia toimien lähinnä ns. parafrasina ja paralleelissa funktiossa kuvan suhteen.⁹ Kaurismäki ei kuitenkaan sovelle elokuviissaan valtavirtaelokuvan tavanomaista tapaa käyttää musiikkia ilmeisten merkitysten vahvistajana. Paitsi että tämä olisi Kaurismäelle tyypillisen estetiikan vastainen ratkaisu, voisi myös sanoa, että musiikin tunnelma olisi liian ”vahva” samankaltaisuuden mielessä. Traaginen ironia vaatii vastakohtaisten elementtien kohtaamista. Hilpeän musiikin avulla kohtaukseen tuodaan mukaan jonkinlainen humoristinen ulottuvuus, mutta kuten edelläkin todettiin, koomisuus toimii pikemminkin ironian retorisenä tekijänä. Tällaiset musiikilliset ratkaisut sopivat yhteen Kaurismäen elliptisen kerrontatavan kanssa.

Cadillac

Kolmannen kerran twistiä kuullaan kohtauksessa, joka tapahtuu Iriksen veljen asunnossa, jonne Iris on siirtynyt majoilemaan sen jälkeen, kun isäpuoli on häättänyt hänet kotoaan. Veljen asunnossa on huone, jonka ainoana kalustuksena on iso biljardipöytä ja levyautomaatti. Veljen lähdettyä töihin Iris ripustaa takkinsa automaatin kulmaan, valitsee kappaleen ja käy istumaan. Kappale alkaa

⁸ Oman osansa tässä musiikin ja tarinan kontrastoivassa diskurssissa tekee myös Kaurismäen *understatement*-tyyppinen estetiikka, jota luonnehtii muun muassa lakoninen esitystapa. Juuri tämä lakonisuus kärjistää musiikin toimintaa kontrastivana tekijänä.

⁹ Näistä funktioista ks. esim. Juva 1995, 211–215; Bacon 2000, 234–243.

twistille tyypillisellä rumpufillillä, jollainen on kuultu jo aiemminkin *Kolme kitaraa* sävelmän alussa ja *Se jokin sinulla on* -sävelmän B-osassa.

Kappale on The Renegades -yhtyeen 1960-luvun hitti *Cadillac*. Vaikka kappale on tyypillinen 12-tahdin blues-rock, sen erikoisuutena on responsorinen esitystapa: solisti laulaa kaksi säettä yhtyeen säestäessä pianissimossa, ja yhtye vastaa tähän fortessa kitaran ja basson unisonossa soittamalla riffillä. Laulussa miespuolinen solisti kertoo tyttöystävänsä jättäneen hänet ja lähteneen tiehensä tämän upouudella Cadillacilla, eikä laulun minä usko tytön enää tulevan takaisin: "Well, my baby drew up, in a brand new, Cadillac. Well my baby drew up, in a brand new, Cadillac. She ain't never ever coming back."

Laulun ensimmäisen säkeistön voi tulkita humoristisena – tai ironisena – kommenttina Iriksen kotoa lähtöön, jota sinänsä ovat edeltäneet traagiset tapahtumat. Iris on tavannut Aarnen ensi kertaa yhteisen yön jälkeen. Aarne on hakenut Iriksen kotoa, juonut kahvia tämän vanhempien kanssa ja vienyt Iriksen hienoon ravintolaan (jossa taustalla soi pianojazzia). Ravintolassa hän on kuitenkin kertonut Irikselle, ettei välitä tästä ja käskenyt tämän "laputtaa tiehensä". Jälkeenpäin Iris on onnistunut viemään Aarnelle kirjeen, jossa kertoo raskaudestaan. Aarne on reagoinut tähän tiputtamalla tytön postiluukusta sekin. Tämän jälkeen Iris on kävellyt kadulla, joutunut auto-onnettomuuteen ja saanut keskenmenon. Kun Iris on vielä maannut sairaalassa, isäpuoli on käynyt katsomassa häntä ja käskenyt samalla tätä muuttamaan pois kotoaan. Tapahtumat ovat traagisia, ja "hilpeä" musiikki luo niille ironisen sävyn.

Laulun sanoissa vilahtavan "Cadillacin", samoin kuin kohtauksessa näkyvän biljardipöydän ja levyautomaatin voi tietysti nähdä viitteinä suomalaisen 1960-luvun Amerikan ihannointiin.¹⁰ Hauskuutta lisää se, että edellisessä kohtauksessa veli on tuonut Iriksen muuttotavaroineen pienellä Ford Anglialla ja kuva on viipynyt pitkään Anglian pienissä takasiivekkeissä. Anglia on Ford-yhtiön vuonna 1959 Euroopan markkinoille tuoma "köyhä" versio isoista amerikkalaisraudoista, joista muistumana siinä on pienet takasiivekkeet ja nurinpäin kallistettu takalasi. Amerikkalaisuutensa ansiosta automerkistä tuli Euroopassa välitön myyntimenestys. Auto on ikään kuin rikkaiden Yhdysvaltojen lahja köyhälle, sodan runtelemalle Euroopalle (vaikka onkin Englannissa valmistettu), ja siinä mielessä se sopii myös hyvin Kaurismäen ankeisiin kaupunkinäkyymiin.

Laulun jatkuessa solisti anelee tyttöä kuvainnollisesti polvillaan palaamaan takaisin, ja tyttöä hän pitää kylmäsydämisenä: "Baby baby baby please. Can't you see I'm on my my bended knees, your heart is so cold, it's gonna freeze." Laulun toisen säkeistön sanoissa oleva kielikuva sydäimestä, joka on niin kylmä että se voisi jäättyä, on kiinnostava. Se viittaa tietyllä tavalla mottoon, joka on esiintynyt elokuvan alussa ja jossa puhutaan kylmään ja nälkään kuolemisenä.

¹⁰ Sinänsä elokuvassa ei ole tarkkoja ajan määreitä, joten tulkintani perustuu ennen kaikkea käytettyyn musiikkiin sekä joihinkin esineisiin ja interiööreihin. Itse asiassa ainut tarkempi ajallinen viite on jo edellä mainitut TV-uutiset, jotka viittaavat 1980-lukuun. Ylipäänsä Kaurismäen elokuville on tyypillistä "ajaton" kertominen siinä mielessä, että ajalliset viitteet ovat ristiriitaisia. Korostan kuitenkin musiikin takia tarkastelemassani elokuvassa 1960-luvun ajankuvaa.

Ajatus kylmästä sydäimestä saattaa myös viitata kaikkiin Iriksen ympärillä oleviin ihmisiin – isäpuoleen, äitiin, Aarneen, työkavereihin – joiden suhtautuminen häneen on elokuvan kuluessa ollut varsin tunteetonta. Mikä kuitenkin tärkeintä, laulu ennakoi tulevaa, sillä kielikuva kylmyydestä toistuu myös elokuvan viimeisessä musiikissa, Olavi Virran laulamassa tangossa, jossa puhutaan siitä, miten halla vie kertojan uskon ja miten rakkaus kuihtuu.

Cadillac-kappaleen laulusäkeistöjen jälkeen alkaa kitarasoolo, jolloin katsojalle jää aikaa ennen seuraavaa kohtausta miettiä laulun sanoja. Kitaristi aloittaa soolonsa nopeilla sekstoleilla, jolloin kitara tuo mieleen mandoliinin tai venäläisen balalakan; soolossa on myös muistuma legendaariseen 1950-luvun Bill Haleyn hittiin *Rock around the clock*, jonka kitarasoolo alkaa samantyyllisesti nopeilla kuudestoistaosakuvioilla. Musiikki katkeaa kesken soolon, siten että kappaleen kepeys jää ilmaan.

Tulkinnallisia kysymyksiä

Kaikissa kolmessa twist/rautalanka/rock-kohtauksessa levyautomaatilla on tärkeä rooli. Kohtaukset herättävät ensinnäkin kysymyksen siitä, miksi musiikki tulee levyautomaatista. Yksi selitys tietysti on, että elokuvassa näkyvä jukebox sopii kuvallisessa mielessä Kaurismäen elokuvien lavastukseen – vähän samalla tavalla kuin vanhat amerikanraudat, joita usein Kaurismäen elokuvissa näkyy. Ideologisessa mielessä levyautomaatti edustaa mennyttä aikaa (ja nostalgiaa). Musiikillisessa mielessä se on tärkeä, koska se toimii taustalta kuuluvan musiikin äänilähteenä. Näin musiikista tulee lähdemusiikia tai diegeettistä musiikkia, mitä myös vahvistaa se, että elokuvan Iris-hahmo näyttää itse kuuntelevan levyautomaatista tulvivaa musiikkia. Diegeettisyys taas korostaa tilanteen ”todennemukaisuutta” – samalla kun sillä on korostuneisuudessaan vieraannuttava elementti.

Katsoja, joka seuraa valkokankaalla musiikkia kuuntelevaa ihmistä, joutuu kiinnostavaan asemaan. Hänestä tulee tirkistelijä, joka tietysti kuuntelee musiikkia Iriksen kanssa mutta myös samalla seuraa ja reflektoi elokuvan keskeisen hahmon reaktioita. Kiinnostavaa on, että kaikissa kolmessa kohtauksessa Iris on yksinään. Ensimmäisessä kohtauksessa hän viettää aikaa baarissa epäonnistuneen tanssi-illan jälkeen, seuraavassa kohtauksessa hän viettää baarissa yksinään syntymäpäiväänsä ja viimeisessä kohtauksessa hän istuu veljensä asunnossa. Koska kaikissa kolmessa kohtauksessa taustalta kuuluva musiikki on rautalankaa; rautalankatwististä muodostuu (Iriksen) yksinäisyyden johtoaihe.

Kuten aiemmin jo todettiin, Kaurismäen tapa käyttää musiikkia ei noudata niin sanottua klassista Hollywood-scoringia ja -kerrontaa. Jo 1930–40-luvuilla vakiintunut ja edelleen valtavirtaelokuvassa varsin käytetty ”klassinen” elokuvamusiiikki (vrt. *original score*) on usein non-diegeettistä, ja sen tehtävänä on luoda tai vahvistaa erilaisia tunteita (esim. Gorbman 1990; ks. myös Juva 1995 ja Bacon 2000). Twist-kohtauksissa taas musiikin tehtävä on lähes päinvastai-

nen (vrt. kontrastointi edellä): kepeän, huvittavan musiikin tehtävänä on pyyhkiä pois sentimentaalisuutta, leikata tunteita ja kääntää mahdollinen "sääli" tai "myötätunto" pikemminkin siis katsojan pohdittavaksi kuin samastuttavaksi.

Oikeastaan voimme siis ajatella kohtauksiin kahta lukutapaa, kuten jo edelläkin on käynyt ilmi. Mielestäni varsinkin katsoja, joka ei tunne suomalaisen populaarimusiikin historiaa, ymmärtää kohtaukset kontrapunktisina, jolloin kepeä musiikki korostaa päähenkilön henkistä tuskaa. Onkin aivan selvää, että twistin avulla Kaurismäki on tietoisesti pyrkinyt luomaan vastakohtia. Tähän viittaa myöskin haastattelulausunto, jossa hän kommentoi aiempaa *Hamlet*-elokuvaansa: "Kiusasin katsojaa Hamletissa, kun Hamlet tappaa Laurin lyömällä tämän päähän radion, jossa alkaa soida "Yteri twist", jolloin katsoja alkaa tietenkin nauraa, mutta sitten katkaisin musiikin heti kesken, jolloin ei jää mitään naurettavaa." (Ks. Bagh 1991, 10.) *Tulitikkutehtaan työssä* traagisten tapahtumien ja hilpeän musiikin välisen konfliktuaalisen vastakohtaisuuden voisikin tulkita myös ilmentävän Iriksen sisäisten toiveiden ja todellisuuden välistä ristiriitaa ja herättävän siten empatiaa katsojassa. Toisaalta populaarimusiikintutkijan näkökulmasta tällainen musiikki saattaa korostetun "tilanteeseen sopimattomuutensa" takia tuntua niin huomiota herättävältä, että kontrapunktisuuden sijaan se valtaa koko elokuvallisen tilan musiikillisen suvannon tapaan. Tästä näkökulmasta kuultuna musiikin tehtävä twist-kohtauksissa olisi luoda keventäviä musiikillisia "välipaloja" sekä toisaalta myös siten vaikuttaa tarinan lukutapaan ja tuoda mukaan koomisia elementtejä. Nämä kaksi lukutapaa voivat esiintyä myös yhdessä, luonnehtiihan Kaurismäen elokuvien kerrontaa yleensäkin tietty paradoksaalisuus.

Herää tietysti kysymys, että miksi rautalankamusiikki on ilmeiseltä peruserkitykseltään hilpeää, kepeää, hauskaa ja huvittavaa. Twist on musiikinlaji, joka levisi maailmalle Yhdysvalloista 1960-luvulla. Rautalankasoundin lisäksi twistissä on humoristista sen tanssitapa. Niinpä esimerkiksi *Encyclopaedia Britannica*ssa twistin tanssitapaa kuvataan sanomalla, että siinä "kuivataan takamuksia kuvitteellisella pyyhkeellä samalla kuin pyöritetään kuvitteellista savuketta toisella jalalla". Tanssintutkimuksessa se luokitellaan ns. eläintanssien luokkaan. Vastaavia twististä johdettuja tansseja ovat muun muassa "ötökkä", "koira", "sammakko", "lifti", "haligali", "nuija", "perunamuusi", "apina", "poni", "uinti", "Watusi" ja "tikka",¹¹ jotka sekä kuulostavat että näyttävät vitsikkäiltä, hassuilta ja hullunkurisilta. Twistiä kutsuttiinkin Yhdysvalloissa "surrealistiseksi painajaiseksi" (*surrealistic nightmare*), ja se kiellettiin Yhdysvalloissa monissa tanssisaleissa. (Norton 1986, 68.)

Mitä tulee Kaurismäen mieltymykseen twistiä kohtaan, ei sovi unohtaa että monet muutkin kuuluisat ohjaajat ovat käyttäneet samaa musiikinlajia luomaan dramaturgista retoriikkaa ja ironista vastakohtaisuutta kuvalle. Muun muassa Sergio Leone (esim. *Hyvät pahat ja rumat*), David Lynch (tv-sarja *Twin Peaks*) ja Quentin Tarantino (esim. *Pulp Fictionin* tunnusmelodia) ovat käyttäneet elokuvissaan sähkökitaraa ja rautalankasoundia. Twist myös kuuluu musiikinlajina

¹¹ Englanninkieliset nimitykset ovat *bug, dog, frog, hitchike, hully-gully, jerk, mashed potato, monkey, pony, swim, Watusi, woodpecker*.

1960-luvulle, jonne *Tulitikkutehtaan tytön* voi musiikillisin perustein sijoittaa elokuvan anakronistisista piirteistä huolimatta (esim. ajatolla Khomeini).¹² Samalle vuosikymmenelle sijoittuu myös tango, johon elokuva huipentuu.

Pateettinen sinfonia ja Kuinka saatoitkaan

Elokuvan loppupuolella on kohtaus, jossa Iris purkaa katkeruuttaan ja pettymyksiään ja myrkyttää äitinsä ja isäpuolensa. Aikaisemmassa kohtauksessa hän on näyttävästi ostanut apteekista rotanmyrkyä, myrkyttänyt alkulämmittelynä yöseuralaisensa Aarnen ja myöhemmin ravintolassa seuraan tuppautuvan tuntemattoman miehen. Seuraavana listalla ovat äiti ja isäpuoli, jotka hekin kohtelivat Iristä kaltoin. Iris on odottanut porttikäytävässä, mennyt äitinsä jäljessä kotiin, laittanut vanhemmille ruokaa, kaatanut salaa vanhempiensa ruokajuomaan (kirkkaaseen alkoholiin) rotanmyrkyä, kutsunut vanhemmat syömään ja mennyt itse viereiseen huoneeseen odottamaan ilmeettömänä näiden hengenvähtöä. Odotellessaan myrkyn vaikutusta Iris polttaa tupakkaa ja tuijottaa synkänä eteensä. Aikansa kuluksi hän laittaa radion päälle, jolloin ääniraidalle tulvii ensimmäistä kertaa koko elokuvan aikana klassista musiikkia. Taas musiikki on diegeettistä ja näennäisrealistista radion ollessa kuvassa näkyvillä.

Radiosta kuullaan katkelma Pjotr Tšaikovskin *Pateettisen* sinfonian (nro 6, h-molli, op. 74) finaalista (*Adagio lamentoso*). Tämän paljon elokuvissa käytetyn synkän ja sentimentaalisen teoksen on kuvattu muun muassa alkavan ”sydäntäsärkeväällä nyyhkyksellä”, ”kohoavan kliimaksiin” ja ”vajoavan jälleen” (Cooper 1979, 26–31). Teokseen liittyy myös kuuluisa tarina, joka sopii hyvin elokuvan juoneen. Tšaikovski sävelsi teoksen keväällä 1893, ja partituuri kirjoitettiin samana kesänä. Kuten tunnettua, säveltäjä kirjoitti veljelleen sinfoniaa säveltäessään, että siitä tulee ”ohjelmallinen sinfonia” ja että se on ”täynnä subjektiivista tunnetta”. Hän kertoo myös itkeneensä tämän tästä, kun sävelsi teosta ulkomailla. (Ibid. 30.) Teosta on totuttu pitämään ”tunnustuksellisenä” ja jopa säveltäjän itselleen kirjoittamana kuolinmessuna. Sinfoniaan liittyy kulttuurinen myytti ja käsitys, jonka mukaan säveltäjä olisi sitä työstäessään aavistanut kuolemansa. Kun teos esitettiin saman vuoden lokakuussa, Tšaikovski itse johti sen ensimmäisen osan. Viisi päivää myöhemmin hän sairastui ja kuoli. Joidenkin tietojen mukaan hän kuoli koleraan, joidenkin itsemurhaan. (Ks. esim. Wiley 2001; Poznansky 1991, 590–600; Jackson 1999; Välimäki 2005, 267–268.) Teoksen kulttuuristen merkitysten ja vastaanoton – sekä esimerkiksi *Tulitikkutehtaan tyttö* -elokuvan – kannalta näiden Tšaikovskiin liitettyjen tarinoiden todenperäisyydellä ei ole merkitystä. Tärkeintä on, että tällainen tarina on olemassa, se on hyvin tunnettu ja osa teoksen vastaanottohistoriaa ja -perinnettä,

¹² Esimerkiksi *Juha*-elokuvassa, joka on mykkäelokuva, on samantapainen anakronistinen kohtaus. Juha asuu sähköttömässä mökissä, jossa ruoka tehdään puuhellalla. Eräessä kohtauksessa hän kuitenkin pistää ruokaa mikroaaltouuniin lämpiämään ja lämmityksen päätyttyä uunista kuuluu – kaikkia mykän filmin sääntöjä uhmaten – äänekäs ”plim”. Vastaavasti eräessä toisessa kohtauksessa Juha ruuvaa sähköttömän mökkinsä seinään valtavan sulakkeen, ottaa esille sähköparranajokoneen ja alkaa ajaa partaansa. Vrt. alaviite 10.

ja sellaisenaan se tukee elokuvan tematiikkaa, rakentaa merkityksiä ja tarjoaa tulkintamahdollisuuksia.

Elokuvan viimeinen kohta on monellakin tapaa poikkeuksellinen. Ensimmäinen se on ensimmäinen, jossa ohjaaja käyttää kohtauksen tunnelmaa vahvistavaa musiikkia (Tšaikovski). Nyt musiikki toimii oikeastaan polaroivaan tapaan eli selvästi (ks. esim. Bacon 2000, 234–235). Tätä kestää kuitenkin vain muutamana tahdina ajan, minkä jälkeen tunnelma pyyhitään pois pateettisella (sic!) mutta nykykuulijan korvissa ehkä hassultakin kuulostavalla tangolla. Kyseessä on Olavi Virran laulama *Oi kuinka saatoitkaan*. Kun radiosta kuuluva klassinen musiikki alkaa tympiä Iristä, tämä kääntää radion eri asemalle. Laitteesta kuuluu ensin alaspäinen viulukuvio, joka jää trilliksi taustalle sekä sen jälkeen kontrabasson soittama riffi, johon kertauksessa yhtyy pasuuna.

Laulu alkaa Iriksen kotona, mutta kesken säikeistön kuva siirtyy tehdasintერიööriin, jossa Iris seisoo valkoinen työpuku päällään tekemässä työtään. Laulun aikana esiintyvissä kohtauksissa ei puhuta mitään, ja niinpä laulun sanat korvaavat puheen. Huomionarvoista kappaleessa on se, että ohjaaja käyttää nyt ensimmäistä kertaa elokuvassa ei-diegeettistä musiikkia. Vielä siinä vaiheessa, kun Iris selaa radion kanavia, musiikki on diegeettistä ja realistista, sillä äänilähde on kuvassa ja Iriksen voi ajatella kuulevan saman minkä katsojakin. Mutta kun näkymä siirtyy tehdashalliin ja musiikki kuuluu yhä taustalla, se muuttuu samalla ei-diegeettiseksi: musiikki ei enää kuulu tarinaan, Iris ei enää kuule sitä, vaan musiikki on elokuvamusiikkia, jonka tarkoituksena on vaikuttaa katsojan tunteisiin. Kuitenkaan musiikki ei ole niinkään narratiivista *“underscorea”*, vaan pikemminkin laulun sisältöä käytetään itsenäisempänä kerronnallisena aineksena. Laulun esittävästä mieshenkilöstä tulee kuin kreikkalaisen tragedian kuoro, joka kommentoi tapahtumia. Laulussa miespuolinen solisti kertoo siitä, miten toinen on romuttanut hänen unelmansa. Hän vertaa rakkautta kuihtuneeseen kukkaan ja toiveikkuuttaan oraalla olevaan viljaan, jonka halla on vienyt: *“Oi kuinka saatoitkaan, tehdä kaikki unelmat ihanat tehdä haaveiksi vain. Nyt nähdä sain, tylyn kylmän maan. Hento kukka rakkauden kuihtui ja halla jo uskoni vei.”*

Musiikki kuulostaa kohtalokkaalta, sillä a-mollissa liikkuva melodialinja laskee kromaattisesti perussävelestä alaspäin, jolloin muodostuu hetkellisesti *“kohtalokkaalta”* kuulostava suurella septimillä varustettu mollisointu. Kappaleen ydinajatus on kertosaäkeessä *“Oi kuinka saatoitkaan”*. Elokuvan loppukohtauksessa tämä virke tai huudahdus kommentoi elokuvan tapahtumia mutta on niin yleisluontoinen, että se antaa katsojalle monia eri tulkintamahdollisuuksia. Sen voi ajatella kohdistuvan Irikseen traagis-ironisena moralisointina: Kuinka saatoit sortua *“turhamaisuuteen”*, ostaa mekon ja mennä tansseihin? Kuinka saatoit hylätä oman sosiaaliluokkasi lavatanssit ja mennä diskoon, viettää yön rikkaan (ja *“paatuneen”*) miehen kanssa? Kuinka saatoit surmata nämä ihmiset rotanmyrkyllä? Toisaalta huomautuksen voi katsoa kohdistuvat Aarneen, Iriksen äitiin, isäpuoleen ja tuttaviiin: Kuinka saatoitte kohdella tätä naisparkaa tunteetomasti ja ajaa hänet tekemään nämä kamalat teot? Kommentin voisi ajatella

kriittisesti kohdistuvan myös (yhteiskunnan) sosiaaliseen rakenteeseen, jonka piilotetun väkivallan ”uhri” yksilö (Iris) on.

Laulaja kertoo, miltä tuntuu kun ihminen rakastaa täydestä sydämestään mutta saa silti pettyä, jolloin hyvät muistot muuttuvat yhtäkkiä raskaiksi. Hän myös kertoo, miten kumppanin tunteet ovat viilentyneet ja rakkaus sammunut: ”Kun kaikkensa antaa ja pettyä saa. On muistoja kantaa vain vaikeampaa. Nyt loista ei, kukka rakkauden, sinun kylmä katseesi jäätävä hymysi sammutti sen.”

Kun laulaja on päässyt ensimmäisen säkeistön loppuun, alkaa instrumentaalina soitettu B-osa. Tangon rytmi muuttuu keinuvaksi beguineksi. Samalla Iriksen luo marssii kaksi miestä, jotka näyttävät Irikselle poliisikorttejaan ja kävelyttävät tämän beguine-tanssin rytmissä pois. Kun kolmikko marssii selin kameraan ja pois näkyvistä, alkaa ensin viulu ja sitten pasuuna soittaa melodiasoolona. Erityisesti pasuunan asema on tässä kiinnostava.

Pasuuna esiintyy jo kappaaleen introssa, ja se siis soittaa myös sooloa viulujen jälkeen etsivien viedessä Iristä pois. Nimenomaan viulujen muuttuessa pasuunaksi katsoja aistii, että kerronnassa tapahtuu ratkaiseva käänne. Pasuunasoolon aikana pateettinen kappaale saa myös humoristista sävyä, mikä johtuu soittimen huojuvasta äänestä. Pasuunalla on elokuvamusiikissa myös perinteisesti alarekisterissä dramaattinen, kohtalokkuuden ja raskasmielisyyden merkitys, ja ylärekisterissä se voi merkitä myös kömpelyyttä koomisuuden mielessä (ks. esim. Juva 1995, 225). Länsimaisen musiikin perinteessä pasuunalla on myös voimakkaasti uskontoon liittyviä konnotaatioita. On aivan mahdollista yhdistää myös tässä kohtauksessa pasuunat Raamattuun ja siellä Uudessa testamentissa Johanneksen Ilmestyskirjassa esiintyviin ”Tuomionpäivän pasuunoihin”. Tuomiopäivän pasuunoilla on vakiintunut historia länsimaisessa taidemusiikissa aina renessanssin musiikista romantiikkaan ja messuista sinfonioihin. Tuomiopäivän pasuunat ovat keskeisiä myös tätä elokuvan viimeistä tangoa edeltävässä Tšaikovskin *Pateettisessa* sinfoniassa (ks. esim. Jackson 1999, 44–45; Välimäki 2005, 276–277). Johanneksen Ilmestyskirjassa (Ilm. 9–10) puhutaan seitsemästä enkelistä, jotka maan päällä tapahtuvan synnillisen menon seurauksena vuorollaan puhaltavat pasuunaansa ja aiheuttavat puhalluksella syntisille tuhoa ja kuolemaa erilaisten luonnonmullistusten muodossa. Myös elokuvassa on tapahtunut ”kauheita”, ja Iristä viedään tuomiolle.

Kun laulu taas jatkuu, kuvassa näkyy enää vain ankea teollisuushalli – ihmiset ovat poistuneet näyttämöltä. Laulaja – ”tragedian kuoro” – kuitenkin kertoo edelleen tarinaa rakkauden sammumisesta. Hän toistaa aiemman säkeen, jossa puhutaan ”kaikkensa antamisesta”, ”pettymisestä”, ”muistojen kantamisesta”, siitä miten on ”vaikeaa”. Säkeessä toistuu myös vertauskuva rakkauden kukan loistosta ja siitä, miten toisen kylmyys ja jäätävyys on sen sammuttanut. Kielikuva on ehkä ontuva mutta laulettuna aivan luonteva. Kappaale päättyy sanoihin ”Oo oo oo, kuinka saatoitkaan” sekä tätä seuraavaan, pahaenteiseltä kuulostavaan lopukkeeseen.

Tähän lauluun voi ajatella sisältyvän koko elokuvan tarinaa koskevan moraalisen opetuksen, tai siis sen moraalisen opetuksen, joka asetetaan elokuvassa ironiseen valoon. Jos samaa aihepiiriä käsittelevä elokuva olisi tehty samaan ai-

kaan kuin laulukin eli 1950–1960-luvulla, jolloin kyseinen musiikinlaji oli muodissa, katsoja vastaanottaisi laulun (tekstin) sanoman suuremmin sellaisenaan. Mutta koska elokuvan ja laulun välissä on kuitenkin useampi vuosikymmen, 1950-luvun paatoksellinen tango kuulostaa nykykatsojan korvissa vanhahtavalta ja hymyilyttävältä. Kyseessä on mentaliteettihistoriallinen ero. Tällaisia lauluja ei vain nykyisin enää tehdä. Musiikki on nykykuulijan korvissa niin vanhahtavaa, että se vaikuttaa kohtauksen lukutapaan. Iriksen pidättäminen saa jotenkin humoristisen tai traagis-ironisen sävyn, katsojan valitseman lukutavan mukaan. Koska kyseessä on koko elokuvan huipennus, laulu vaikuttaa myös koko elokuvan ja sen tarinan lukutapaan. Komediaallisuutta vahvistavat kappaleen välisosan beguine-rytmi sekä pasuunasoolo, jonka aikana rikosetsivät vievät Iriksen pois kuvaannollisesti kuin tanssiaskelin. Toisaalta nämä piirteet voidaan nähdä vieraannuttamiskeinona, joka jälleen syventää traagisuutta ja viittaa elokuvan sosiaalikiitikkiin. Lisäksi voidaan myös huomata, että laulun sanat ja elokuvan tarina ovat vastakkaiset siinä mielessä, että elokuvassa Iris tulee hylätyksi siinä missä laulussa laulun mies (laulun minä) tulee julman naisen hylkäämäksi. Myös tämä asetelma on keskeinen tekijä kohtauksen (traagis-)ironisen tulkinnan kannalta.¹³

”Draamantynkä” ja avoimet tekstit

Kaurismäki on sanonut eräässä haastattelussa, että hän pyrkii käsittelemään aiheita, joista löytyy ”draamantynkää” ja että ”sitä löytyy elokuvatermein kuvaten ökyrikkaiden paatuneesta, synkästä kapitalismin maailmasta ja toisaalta romantiikkaa löytyy työväenluokan keskuudesta – elokuvassahan kaikki on romanttista. Ja sitten löytyy häviäjien desperado.” (Ks. Bagh et al. 1995, 43.) Kaikkia näitä elementtejä löytyy *Tulitikkutehtaan työstä*.

Kaurismäellä on kiinnostava tapa kertoa tarinaa. Hän antaa katsojalle vihjeitä ja jättää tarkoituksellisesti aukkoja katsojan täydennettäväksi. Esimerkiksi kun Iris viettää yön Aarnen kanssa ja myöhemmässä kohtauksessa menee oksentamaan työpaikan vessaan, Iriksen raskaus on katsojan pääteltävissä mutta asiaa ei eksplikoida heti suoraan; asia vahvistetaan vasta myöhemmin. Vastaavasti kun Iris eräässä kohtauksessa kävelee kadulla, katoaa kuvasta ja kamera jää tuijottamaan talon seinää, taustalta kuuluu auton jarrutusääni. Onnettomuutta ei näydetä, mutta katsoja päättelee saamiensa vihjeiden perusteella, että Iris on joutunut auton yliajamaksi. Asia vahvistuu, kun Iris makaa seuraavassa kohtauksessa sairaalassa. Samalla tavalla elokuvan huipennuksessa Iris ostaa apteekista rotanmyrkyä ja kysyy myyjältä sen vaikutuksesta, mihin tämä vastaa lakonisesti: ”Se tappaa.” Seuraavissa kohtauksissa Iris sekoittaa myrkyä ihmisten juomiin. Yhtäkään kuolemantapausta ei näydetä. Sen sijaan

¹³ Voidaan myös huomauttaa, että elokuvan viimeistä ääntä ei siis suinkaan saa Iris vaan tangon *mies*laulaja, kreikkalainen kuoro ja tuomitsevat (patriarkaaliset?) pasuunat.

etsivät vain tulevat lopulta noutamaan Iristä, mistä katsoja päättelee, että Iris on tappanut läheisensä. Tämän tekniikan käyttäminen vaikuttaa varsin tietoiselta, ja ohjaaja pilailevasti viisastelee sillä eräessä haastattelussa. Hän nimittäin väittää, ettei näin pieneen määrään rotanmyrkkyä kuole ja ettei Iris oikeasti tapa ihmisiä. Hahmot tappaa hänen mukaansa katsoja: "Katsoja tekee neljä murhaa 70 minuutin elokuvassa ja vie tytön vankilaan." (Ks. Bagh 1991, 9–10.)

Elokuva tuntuu käyttävän samantapaista tekniikkaa myös monissa musiikki-jaksoissa. Tarinankerronnan väliin on siroteltu musiikkikohtauksia, joiden aikana ei niinkään tapahdu kuvallista tai dialogista kerrontaa vaan päähenkilö kuuntelee suhteellisen staattisessa asetelmassa esimerkiksi levyautomaatista kuuluvaa musiikkia. Näin siis musiikki saa erityisaseman poikkeuksellisen itsenäisenä kerronnallisena tekijänä. Kohtauksen visuaalinen ja dialoginen staattisuus saa katsojan huomion kiinnittymään erityisen vahvasti musiikkiin ja lauluissa erityisesti laulujen sanoihin. Musiikin vaikutusta myös tehostaa se, että *Tulitikkutehtaan työssä* on tavattoman niukasti dialogia ja myös näyttelyminen on kaurismäkeläiseen tyyliin hyvin pelkistettyä. Jälkeenpäin ohjaaja on itse kommentoinut elokuvan vähäistä dialogia paradigmaattisen lakonisella toteamuksella: "ei vain tullut mitään dialogia mieleen" (ks. Bagh 1991, 4). Toisaalta hän kertoo myös kuvausten aikana tehneensä havainnon, että "puhetta ei välttämättä tarvita ollenkaan". Myös "perinteinen näyttelyminen" on eliminoitu, sillä se ei kuulu Kaurismäen estetiikkaan. Tätä Kaurismäki on selvittänyt haastattelussa muun muassa seuraavasti: "Minun puolestani näyttelijät saavat ilmaista kaikki mahdolliset inhimilliset ja epäinhimilliset tunteensa, niin kauan kuin rajoittuvat käyttämään oikeaa kulmakarvaansa. Kaikki muut eleet, huutaminen, hymyileminen ja silmien pyörittäminen villisti on kielletty." (Bagh et al. 1995, 44.)

Tulitikkutehtaan työssä onkin pitkiä jaksoja, jolloin näyttelijät tuntuvat lähinnä vain tuijottelevan äänettöminä eteensä. Tällöin elokuvan puheteksti ei sisällä itsessään mitään vaan merkitykset syntyvät eräänlaisina alateksteinä katsojan mielessä. Kuten sanottu, sekä dialogin puute että vähäinen näyttelyminen korostavat musiikin roolia: pitkissä tuijottelukohtauksissa katsojan huomio kiinnittyy pakostakin musiikkiin ja laulun sanoihin, jos sellaisia on. Tällöin musiikki ja laulun sanat ottavat kerronnassa sen roolin, mikä yleensä on perinteisemmin valtavirtaelokuvassa kuulunut käsikirjoitukselle ja dialogille. Tähän juuri perustuu tulkintani laulujen sanojen toimimisesta tragedian kuoron tavoin.

Populaarikulttuurin tutkimuksen yhteydessä on monesti puhuttu ns. avoimista teksteistä. Esimerkiksi John Fiskin (1989, 129–158) mukaan populaarikulttuurin tekstit ovat aina epätäydellisiä ja vajavaisia. Tämä ei ole heikkous vaan populaarikulttuuriin kuuluva esteettinen piirre ja rakenteellinen tekijä. Avoimuus jättää vastaanottajalle tilaa liittää tekstiin omia merkityksiään ja suhteuttaa se omaan elämäänsä. Sama pätee niin taide- kuin populaarimusiikkiin ja elokuvaan. Tekstit merkityksellistyvät vasta vastaanottajan merkityksiä luovan toiminnan kautta. Monet iskelmäsanoitukset toimivatkin juuri näin: sanoitukset ovat ympäripyöreitä, ja ne käsittelevät asioita niin yleisellä tasolla, että jokainen voi löytää niistä jotakin itseään koskettavaa. Esimerkiksi laulu *Oi kuinka saatoit-*

kaan kertoo yleisellä tasolla rakkaudesta ja jätetyksi tulemisesta, mikä on varsin yleisinhimillinen ja kaikkia ihmisiä koskettava teema.

Vaikuttaa kuitenkin siltä, että elokuvakontekstissa nämä tutut laulut eivät ole lainkaan niin avoimia kuin ne ovat normaalikontekstissa. Tämä johtunee siitä, että elokuvan tarina ja kerronta luo tulkinnalle tietyt puitteet. Niinpä elokuvakontekstissa katsoja ei suhteuta laulun sanomaa itseensä vaan laulujen sanat liitetään elokuvan tarinaan, päähenkilöön tai hänen ajatuksiinsa. *Tulitikkutehtaan tytön* musiikkikohtausten dramaturginen teho johtuu myös siitä, että yhteisenä nimittäjänä elokuvan tarinan ja siinä käytettyjen laulujen välillä on epäonnistuneesta rakkaudesta kertova tematiikka – tähän on juuri se aihepiiri, jota suomalaiset tangot tyypillisimmillään käsittelevät.

Yhdistävänä aspektina sekä elokuvan tarinan että iskelmäsanomitusten välillä on myös tietynlainen myyttisyys. Itse elokuva on täynnä erilaisia myyttejä ja arkkityyppejä: köyhä tehtaantyttö, ilkeä isäpuoli, häijy rikas mies, vahingossa syntynyt raskaus, onnettomuus, keskenmeno, rotanmyrkky. Nämä ovat tuttuja sekä kirjallisuudesta että populaarikulttuurista. Myyttisyyttä lisää se, että elokuvan musiikkina käytetään kappaleita, jotka ovat sanoitustensa puolesta täynnä erilaisia kliseitä. Myös kappaleiden esittäjät kuten Reijo Taipale, Olavi Virta ja The Renegades -yhtye ovat suomalaisen populaarimusiikin historiassa myyttisiä hahmoja, joihin liittyy kulttuurisessa mielessä monenlaisia merkityksiä. He eivät edusta vain itseään vaan myös laajempia asioita ja ilmiöitä: tangoa, rautalankaa, tiettyä aikakautta, sodanjälkeistä aikaa, Suomen kansaa. Siksi nämä kulttuuriset myytit herättävät katsojassa koko joukon erilaisia konnotaatioita, mielleyhtymiä. Ääniraidan kuluneet ja vanhat kappaleet nivoutuvat erottamattomasti elokuvan myyttiseen tarinaan ja tuovat kerrontaan yhden tason lisää; siten elokuvan tematiikassa ja dramaturgiassa uusia ulottuvuuksia saavat tutut musiikit merkityksellistävät elokuvaa moninaisin tavoin.

Lähteet

Elokuva

Tulitikkutehtaan tyttö 1990. Aki Kaurismäki (ohjaus ja käsikirjoitus). Kati Outinen, Elina Salo, Esko Nikkari, Vesa Vierikko. Villealfa filmproductions & The Swedish film institute. DVD Sandre Metronome A-26642.

Kirjallisuus

Adorno, Theodor W. 1990 [1941]. On popular music. Teoksessa *On record. Rock pop, and the written word*. Toim. Simon Frith & Andrew Goodwin. New York, NY: Pantheon. 301–314.

Bacon, Henry 2000. *Audiovisuaalisen kerronnan teoria*. Helsinki: SKS.

— 2005. Musiikki elokuvassa ja musiikkielokuvat. Teoksessa *Seitsemäs taide. Elokuva ja muut taiteet*. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura. 253–290.

- Bagh, Peter von – Aki Kaurismäki – Matti Pellonpää – Yrjö Pulkkinen 1995. Suomipojan itsetunto. *Filmihullu* 6: 43–47.
- 1991. Työmiehen muotokuva. Aki Kaurismäen haastattelu 2.10.91. *Filmihullu* 5: 4–11.
- Brown, Royal S. 1994. *Overtones and undertones. Reading film*. Berkeley, CA: Berkeley University of California Press.
- Cook, Nicolas 1998. *Analysing musical multimedia*. Oxford: Clarendon Press.
- Cooper, Martin 1979. Tšaikovsky symphonies. *Levynkansiteksti*. 26–31.
- Fiske, John 1989. *Understanding popular culture*. London & New York, NY: Routledge.
- Gorbman, Claudia 1987. *Unheard melodies. Narrative film music*. Bloomington & Indianapolis, IN: Indiana University Press.
- Hélen, Ilpo 1991. Ajan läpi. *Filmihullu* 5: 12–18.
- Hickman, Roger 2006. *Reel music. Exploring 100 years of film music*. New York, NY: Norton.
- Inglis, Ian (ed.) 2003. *Popular music and film*. London: Wallflower press.
- Jackson, Timothy L. 1999. *Tchaikovsky: Symphony No. 6 (Pathétique)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jalkanen, Pekka & Vesa Kurkela 2005. *Suomen musiikin historia. Populaarimusiikki*. Helsinki: WSOY.
- Juva, Anu 1995. *Valkokangas soi! Kirja elokuvamusiikista*. Helsinki: Kirjastopalvelu.
- Kalinak, Kathryn 1992. *Settling the score*. Wisconsin: University of Wisconsin press.
- Kassabian, Anahid 2001. *Hearing film. Tracking identifications in contemporary Hollywood film music*. New York, NY & London: Routledge.
- Kurkela, Vesa 2005. Kansallisen ihanteellisuuden aika: vuodet 1946–62; Eriytyvien yleisöjen aika: vuodet 1963–1990. Teoksessa ks. Jalkanen & Kurkela 2005. 340–618.
- Kärjä, Antti-Ville 2005. *Varmuuden vuoksi omana sovituksena: kansallisen identiteetin rakentuminen 1950- ja 1960-luvun taitteen suomalaisten elokuvien populaarimusiikillisissa esityksissä*. Suomen etnomusikologisen seuran julkaisuja 13. Helsinki & Turku: Suomen etnomusikologinen seura & k&h.
- Kyösola, Satu 2000. Työläisistä ja torakoista eli rikos ja rangaistus Aki Kaurismäen elokuvaotannossa. Teoksessa *Suomen kansallisfilmografia* 9. Toim. Sakari Toiviainen et al. Edita: Helsinki. 291–296.
- Norton, Pauline 1986. Rock dances. Teoksessa *The new grove dictionary of American music*. Toim. H. Wiley Hitchcock & Stanley Sadie. London: Macmillan Press Limited. 68.
- Poznansky, Alexander 1991. *Tchaikovsky. The Quest for the Inner Man*. New York, NY: Schirmer Books.
- Prendergast, Roy M. 1992. *Film music. A neglected art*. New York, NY: Norton.
- Remes, Mikko 2000. Aki Kaurismäki. Teoksessa *Lyhyttä ja pitkää. Kotimaisia elokuvantekijöitä*. Toim. Eila Anttila. Helsinki: Kirjastopalvelu.
- Smith, Jeff 1998. *The sounds of commerce. Marketing popular film music*. New York, NY: Columbia University Press.
- Stenkvist, Lennart – J. Sandqvist – Pekka Gronow – Juhani Salokari 1979. *Tango. Otavan iso musiikkitietosanakirja* 5. Toim. Erkki Ala-Könni et al. 423–424.
- Toiviainen, Sakari 1994. Kaurismäki-ilmiö Arielin valossa. Teoksessa *Elokuva ja analyysi*. Toim. Raimo Kinisjärvi – Tarmo Malmberg – Jukka Sihvonen. Helsinki: Suomen elokuva-arkisto. 155–169.
- Välimäki, Susanna 2005. The uncanny in Tchaikovsky's Symphony No. 6 (Pathétique). Teoksessa *Subject Strategies in Music. A Psychoanalytic Approach to Musical Signification*. Acta Semiotica Fennica XXII. Approaches to Musical Semiotics 9. Helsinki & Imatra: Semiotic Society of Finland & International Semiotics Institute. 267–300.

- Wiley, Roland John 2001. Tchaikovsky, Modest Ilyich. Teoksessa *The new grove dictionary of music and musicians*. Toim. Stanley Sadie. London: Macmillan Publishers. 143–183.
- Wojcik, Pamela & Arthur Knight 2001. *Soundtrack available. Essays on film and popular music*. Durham: Duke university press.

Erkki Pekkilä (erkki.pekkila@helsinki.fi) on professori Helsingin yliopistossa musiikkitieteen oppiaineessa ja johtaa Suomen Akatemian rahoittamaa Music & Media -tutkimusprojektia.

Tango, twist and Tchaikovsky: Music in Aki Kaurismäki's film *The Match Factory Girl*

The article deals with music in Aki Kaurismäki's film *The Match Factory Girl* (1990), a tragicomedy with absurd elements. The film tells about a poor girl, Iris, who works in a factory. After an unsuccessful love affair, she becomes embittered and kills her ex-lover and three other people with rat poison.

The sound track consists of pre-existing music drawing mainly on Finnish popular music from the 1960s. There are Finnish tangos (*The Fairy Land* performed by Reijo Taipale and *Oh how could you* by Olavi Virta), rock and twang guitar songs (*Three guitars* by The Shadows, *That something you've got* by the Badding Rockers and *Cadillac* by The Renegades), and a fragment of Tchaikovsky's Symphony No. 6 (*The Pathetic*). Except for the two last songs in the film, the music is diegetic. Kaurismäki often interrupts the narration with musical scenes where the protagonist sits by a jukebox and listens to music. During these scenes the focus of the spectator is on the song lyrics. The impact of music is intensified by the fact that the dialogue is scant and the acting simplified. Music and song lyrics often take the narrative role that the dialogue and visual text in the main stream films usually has. Twist and twang guitar music becomes here a kind of Leitmotif for loneliness. On the other hand, this kind of amusing music wipes out the sentimentality that the story bears and brings in dark humor. Also it may be interpreted as a contra-punctual device emphasizing and commenting the tragical theme in the film.

”Between me and myself”

Äänellisen minän muotoutuminen Björkin kappaleessa *Undo*

Anne Tarvainen

Vuonna 2001 ilmestyneellä *Vespertine*-levyllä Björk laulaa: ”You’re trying too hard. Surrender. Give yourself in.” *Undo*-kappaleessa, josta kyseinen sitaatti on peräisin, tiivistyy yksi levyn keskeisistä teemoista – antautuminen. Björkillä on mielenkiintoinen tapa tulkita äänellään kappaleen sanat. Hän kiinnittyy ruumiillaan sanoihin luoden äänensä ja sanojen välille kohtaamisen. Näin syntyy merkityksiä ja kappaleen tulkinta. Miten lähestyä tuota äänen ja sanojen kohtaamista? Ja millaisia merkityksiä laulun sanoihin aukeaa, kun kiinnitämme huomiota Björkin ääneen ja sen pieniin vivahteisiin? Entä miten laulun ”minä” muodostuu tässä merkitysten leikissä? Lähestyn artikkelissani Björkin tulkintaa Julia Kristevan (1993) *semioottinen/symbolinen*-erottelun sekä Daniel Sternin (1985) *vitaali affekti*-käsitteen avulla. Menetelminäni ovat lisäksi *empaattinen* ja *analyttinen kuunteleminen*. Ensimmäinen pohjautuu tutkijan omalle ruumiilliselle kokemukselle ja toinen lauluäänien yksityiskohtien erottelemiselle puheen-tutkimuksen termejä apuna käyttäen.

Miten lähestyä laulajan tulkintaa?

Luulen, että koska työni on tunteisiin perustuvaa ja olen käyttänyt tunteitani pohjana, jolle rakennan, niin pohjimmiltaan lauluni ovat emotionaalisten huippujen koelmia.¹

(Björk; ks. Toop 2002.)

Tutkimukseni perustava ajatus on, että laulaminen on *liikettä* (tästä tarkemmin ks. Tarvainen 2004, 5–15). Se on liikkeen avulla ruumiissa tapahtuvaa toimintaa. Laulajan ruumis ja sen liikkeet ovat laulamistapahtumassa tärkeä merkityksiä tuottava elementti. Ymmärrän ruumiin eläväksi kokonaisuudeksi. En lähestykään laulajan ruumista pelkkänä instrumenttina vaan näen laulaja-ruumiin toimivan kokonaisuutena. Roland Barthes (1985, 304; ks. myös Välimäki 1998, 376) on osuvasti todennut, että musiikki perustuu ruumiin sisäisille liikkeille

¹ ”I guess because the core of my work is emotional and I’ve used my emotions as a structure to build the rest on, so basically my songs are collection of peaks, emotional peaks.”

pikemmin kuin sieluntiloille. Varsinkin laulamissa tämä pitää erityisen hyvin paikkansa: ruumiin liikkeet synnyttävät lauluäänien. Etsimällä soivasta materiaalista jälkiä laulajan ruumiin liikkeistä päästään käsiksi siihen materiaan, jossa laulajan tulkinnan ja tyylin ruumiilliset juuret sijaitsevat.

Varsinaisia laulajan tulkintaan liittyviä tunteita on vaikea tulkita laulajan äänestä kovin yksiselitteisesti. Monesti laulamissa mukana olevat ”tunteet” ovat pikemminkin häivähdyksiä – kuin valoja tai varjoja –, jotka ovat äänessä mukana leimaamatta sitä kuitenkaan yksilotteisesti ”surulliseksi” tai ”alakuloiseksi”. Nämä häivähdykset voivat toteutua äänellisesti monella tavalla: esimerkiksi äänen soinnissa, hengityksessä, laulajan mikroajankäytössä tai äänen virtaavuudessa. Kyse on lauluäänien prosodisista seikoista, jotka syntyvät laulajan ruumiissa luoden kuulijalle mielikuvia laulajan ruumiin tilasta, olemisen tavasta, asenteesta ja hänen suhteestaan ulkomaailmaan.

Termit ”surullinen” tai ”iloinen” voivat kuvata lauluääntä toisinaan hyvin, mutta monesti nämä termit ovat liian kömpelöitä tavoittaakseen laulajan tulkinnan hienovirritteisyyden. Kehityopsykologi Daniel Stern (1985, 55) käyttää tällaisista arkiymmärryksensäkin tunnetuista tunteista termiä *kategoriset affektit*. Kategoriset affektit, kuten suru tai ilo, ovat hetkittäisiä, ja niiden perusta on Sternin mukaan *vitaaliaffekteissa*. Vitaaliaffektit ovat koko ajan läsnä olemisessämme. Lapsi kokee maailman ennen kielen oppimista vitaaliaffektien avulla. Tämä kokemisen tapa säilyy läpi elämän kielen oppimisesta huolimatta. (Ibid.) Vitaaliaffektit voidaan liittää musiikin ei-kielellisiin ja ruumiiseen kytkeytyviin merkityksiin,² kuten Julia Kristevan (1993) käsite *semioottinenkin*, johon palaan myöhemmin.³ Tällä tasolla oleminen on jatkuvaa erilaisten voimien dynaamista virtaa: asiat loittonevat ja lähenevät, laajenevat, supistuvat, liukuvat ja räjähtävät. Ruumiskin elää jatkuvasti – esimerkiksi lihakset supistuvat ja rentoutuvat. Laulamissa tästä ruumiin jatkuvasta virtaavuudesta on tehty taidetta, samoin tanssissa.

Vaikka nojaan artikkelissani ensisijaisesti Sternin (1985) kehityopsykologiseen näkökulmaan affekteista, voi musiikin affektiivisuuden ymmärtämiseen hakea esikuvia myös useiden kulttuurin- ja musiikintutkijoiden teoretisoinneista. Affekteja yhteisölliseltä kannalta lähestyvä kulttuurintutkija Lawrence Grossberg (1995, 41) toteaa affektin antavan kulttuurisille kokemuksille ”väriä”, ”sävyä” tai ”tuntumaa”. Kuten Stern, hänkin erottaa oman affekti-käsitteensä varsinaisista emootioista. Hän luonnehtii musiikin fyysisyyttä affektiiviseksi voimaksi. Musiikin luonteen käsittäminen tällä tavalla mahdollistaa musiikkia vastaanottavien yksilöiden ymmärtämisen ruumiillisina olentoina. Hän myös toteaa, että ”musiikilla on suora ja materiaallinen suhde ruumiiseen” – yksinkertaisimmillaan musiikin äänten värähtelyt saavat ruumiin värisemään. (Grossberg 1995, 60.)

² Esim. Aksnes 1998; Brummer 2004; Erkkilä 1997; Lehtonen 1996; Rechartd 1991; Välimäki 1998.

³ Musiikin ei-kielellistä merkitysmaailmaa on psykoanalyttisesta näkökulmasta käsitellyt Susanna Välimäki (1998, 2003 ja 2005). Hän on myös tuonut esille Sternin vitaaliaffektien ja Kristevan semioottisen välisiä yhtäläisyyksiä.

Merkitykset laulamistapahtumassa ovat sidoksissa lukuisiin eri seikkoihin, muun muassa laulun sanoihin, melodiaan ja muihin musiikillisiin elementteihin, laulajan ruumiin liikkeisiin sekä kuulijan kokemukseen. Lisäksi ne ovat sidoksissa laulajan ja kuulijan kulttuurisiin ja yksilöllisiin taustoihin.⁴ Olen kiinnostunut merkityksistä, jotka aukeavat kuulijalle kuuntelukokemuksessa – jotka heräävät eloon juuri tietyn kuulijan kytkeytyessä korvillaan ja ruumiillaan kuunneltavaan materiaaliin. Kuuntelijana keskittän huomioni lauluäänen ja laulun sanojen kohtaamisessa syntyviin merkityksiin ja erityisesti merkityksiin, jotka kertovat jostakin olennaista laulajan ruumiillisesta olemisen tavasta. En voi kuitenkaan nostaa kaikkia lauluäänen ja sanojen tai lauluäänen ja ruumiin välisiä suhteita kuullusta materiaalista esille. Näiden suhteiden verkko on runsas. Tutkijan tehtävä onkin tuoda esille valikoituja merkityssuhteita, jotka voivat valottaa merkityksen muodostumisen logiikkaa laulajan tulkinnassa myös yleisemmällä tasolla.

Kristevan ajatuksia mukaillen laulajalla on ruumiillinen tarve olla vuorovaikutuksessa⁵, mutta hän tarvitsee myös jonkinlaisen rakenteen, jonka avulla kommunikoida. Näiden kahden, ruumiillisen tarpeen ja symbolisen rakenteen, välinen jännite synnyttää merkityksenmuodostuksen dynamiikan. Kristeva toteaa, että merkityksenmuodostuksen logiikka toimii jo ennen kielen oppimista, materiaalisessa ruumiissa. (Kristeva 1999, 296–297.) Näenkin, että kieltä edeltävä olemisen tapa ei suinkaan ole kulttuuria edeltävää, vaan jo se on aina sidoksissa kulttuuriin. Esimerkiksi ne olemisen tavat, jotka pieni, kieltä vielä osaamaton lapsi aistii ja joihin hän reagoi ollessaan läheisessä yhteydessä vanhempiinsa ja hoitajiinsa, ovat nekin mitä suurimmassa määrin myös kulttuurisesti määräytyneitä. Kun tarkastelemme laulajan ruumiillista olemista, tarkastelemme aina tietystä kulttuurista elävän laulajan ruumiillista olemista. Vaikka vitaaliäffektit sinällään liittyisivät ihmisyyteen yli kulttuurirajojen, niiden toimintatapa on silti sidoksissa myös kulttuuriin. Ne saavat erilaisia ilmauksia – symbolisia adaptointeja – eri kulttuureissa ja käytännöissä.

Björkin *Vespertine*-levyllä ruumis on vahvasti läsnä myös laulujen teemana. Björk itse kertoo, että ”*Vespertine* on sisäänpäin kääntynyt albumi. Levyllä on kyse siitä, mitä sisälläni tapahtuu. Mitä on meneillään ihoni alla ja kehoni kätköissä? Mitä kulkee ulos nenästä ja sisään suusta tai silmistä? Albumi kertoo suhteestani omaan kehooni.” (Ks. Walker 2002.) Tämä tekee levyn kappaleista erityisen herkullisia analysoitavia ruumiin näkökulmasta myös äänenkäytön tasolla.

⁴ Kristevan mukaan – kuten yleensäkin poststrukturalistisessa teoriassa ajatellaan – merkitys ei paikannu yhteen merkittäjä-merkitty-suhteeseen vaan syntyy merkittäjien välisessä leikissä (1999, 296–297).

⁵ Vuorovaikutuksen ”toinen” osapuoli voi olla kuulija(t), mutta se voi olla myös laulaja itse. Tällöin laulaja voi laulaa vain laulamisen ilosta aistiakseen laulamisen ruumiissaan. Laulaja voi myös hakea laulaessaan vuorovaikutusta jumalaan, luontoon jne. Vuorovaikutus voi tapahtua siis myös suhteessa ympäristöön (myös tilaan akustisena ilmiönä). Voidaan ajatella, että laulaminen on yksi ihmisen keinoista hahmottaa paikkaansa niin välittömässä tilassaan, laajemmassa ympäristössään kuin myös osana ihmisten muodostamaa sosiaalista yhteisöä.

Empaattinen ja analyttinen kuunteleminen

Tulkitsen Björkin laulamista omasta, tutkija-laulajan ruumiillisesta kokemuksestani käsin *empaattisella kuuntelemisella*⁶. Empaattisessa kuuntelemisessä on keskeistä tutkimuskohteen tuottaman äänen eläytyvä kuunteleminen sekä imitoiminen, mahdollisimman saman kuuloiseen laulantaan pyrkiminen. Siihen liittyy myös erojen peilaaminen, oman tavan olla läsnä laulamissa vertaaminen toisen tapaan. Pyrkimykseni päästä eläytyen mahdollisimman saman kuuloiseen laulantaan kuin Björk vaatii minulta suuria ponnisteluja, jopa liioittelua. Se, mikä Björkille voi olla pientä, onkin minulle suurta. Näin saan peilaamalla esiin jotakin olennaista toisen laulajan ruumiillisesta tavasta olla läsnä laulamissaan. Samalla saan myös uudenlaisen näkökulman omaan tapaan laulaa.⁷

Neurologi Markku T. Hyypä (1986, 55) toteaa, että ”ruumiinkielen ’kuuntelijan’ on oltava empaattinen eli hänen on pystyttävä samastumaan toisen ihmisen sisäiseen maailmaan”. Hän käyttää kuuntelemista tässä metaforana, jolla hän viittaa toisen ruumiinkielen vastaanottamiseen lähinnä katsottuna. Omassa tutkimuksessani ruumiinkielen kuunteleminen liittyy tosiasialliseen kuuntelemiseen, toisen ihmisen ruumiinkielen lukemiseen äänestä.⁸ Sama empaattisuuden vaatimus on silti mukana. Empaattista kuuntelemista voi harjoittaa myös imitoimatta. Tällöin kuuntelijan ruumis myötäelää laulajan ruumiin liikkeitä hiljaisesti tuottamatta lauluääntä.⁹ Empatian ajatus liittyy myös psykoanalyttiseen lähestymistapaan ja siinä keskeiseen samastumisen käsitteeseen.¹⁰ Esimerkiksi Kristeva (1999, 69) kuvaa työtään psykoanalyttikkona, jonka tehtävä on empatian ja samastumisen avulla ”uuttaa merkittävästä ketjusta vokaaleja, konsonantteja ja tavuja”. Vaikkei hän suoranaisesti mainitse empaattista *kuuntelemista*, hän silti kuvailee masentuneen potilaan puheen yksityiskohtia niin hienovaraisesti (ibid. 49 ja 84), että hän on epäilemättä harjoittanut tämän suuntaista kuuntelemisen tapaa, jossa keskeistä on muun muassa vitaaliaffektien tavoittaminen.

⁶ Empaattinen kuunteleminen on ollut osa laulajan ja laulunopettajan työtäni jo usean vuoden ajan. Innoitus tämän kuuntelemisen tavan ottamiseksi mukaan tutkimuksen tekemiseen tuli alun perin fenomenologisen ajattelun puolelta.

⁷ Yhteistä Björkillä ja minulla on, että kummatkin olemme naisia, laulajia ja lauluntekijöitä. Laulamme kumpikin pääosin englanniksi, vaikka se ei ole äidinkieltämme. Mutta eroja on varmasti enemmän kuin yhtäläisyyksiä. Esimerkiksi laullinen temperamentti, ruumiin tapa liikkua laulaessa, ovat hyvin erilaisia.

⁸ Musiikista ruumiinkielen muotona ks. Lehtonen 1996, 43–44.

⁹ Timo Klemola (2005, 100–101) puhuu vastaavanlaisesta myötäelämisestä, jossa toisen ihmisen urheilusuorituksen katsominen saa oman ruumiin tekemään mikroliekkkeitä, ikään kuin toisen suorittamien liikkeiden alkuja, impulsseja. Tällaisessa myötäelämisessä on olennaisena tekijänä mukana ruumiin proprioseptinen tietoisuus eli tietoisuus ruumiin sisäisistä aistimuksista (ibid. 85).

¹⁰ Samastumista psykoanalyttisesta näkökulmasta on musiikin vastaanoton tarkasteluun soveltanut muun muassa Markus Lång (1995).

Empaattiseen kuuntelemiseen liittyy vitaaliaffektien tasolla toisen ihmisen laulamisen asenteen omaksuminen omaan ruumiiseen. En yritä tutkimuksessani samastua Björkiin ihmisenä tai henkilöhahmona vaan pikemminkin lähestyn samastumisen avulla Björkin äänellisen tulkinnan yksityiskohtia, jotka luovat hänen laulamiseensa tietynlaista asennetta.¹¹ Mutta missä määrin tutkija voi omaksua toisen (tutkimansa laulajan) asennetta? Tutkija kun ei kuitenkaan ole ”tyhjä ruumis” ilman omaa menneisyyttä ja vailla omia ruumiillisia tapojaan, asenteitaan ja tottumuksiaan. Tutkija voi tulla tietoiseksi omasta ruumiillisesta olemisestaan yhä enenevässä määrin harjoittamalla oman ruumiinsa kuuntelemisen taitoa ja herkkyyttä. Tähän voidaan yhdistää myös fenomenologisen tutkimusperinteen käytäntöjä ja ajatuksia.¹² Täydellinen samastuminen lienee kuitenkin mahdotonta missä tahansa ihmisten välisessä kanssakäymisessä. Mutta tämä ei olekaan tärkeintä. Tärkeintä on lisätä ymmärrystä toisen tavasta olla maailmassa ja myös omasta tavastaan reagoida toisen tapaan ilmaista itseään. En siis pyri kartoittamaan Björkin kokemuksia vaan lähestyn Björkin tulkintaa omasta tutkija-laulajan ruumiillisesta kokemuksestani käsin. Se, mikä Björkin tulkinnassa ja äänenkäytössä on merkityksellistä minulle ruumiillisena olentona, se mikä sykehdyttää minua, on tärkeää. Ja se voi olla tärkeää ja merkityksellistä myös muille kuuntelijoille.

Empaattisen kuuntelemisen ohella analyysimenetelmääni kuuluu myös *analyyttinen kuunteleminen*. Siihen liittyy nuotinnoksen tekeminen laulusta samalla, kun opettelen kuuntelemaan Björkin ääntä tietoisesti yhtä tarkemmin ja erilaisista kuulokulmista. Nuotinnos on lähinnä muistiinpanoja siitä, mitä olen oppinut kuulemaan. Björkin äänen ollessa kyseessä korvani kiinnittyvät toistuvasti hänen äänensä laatuun. Niinpä tämä seikka nouseekin vahvasti esille myös analyyseissa. Empaattinen ja analyttinen kuunteleminen kietoutuvat yhteen kuunteluprosessissa niin, ettei niitä voi aina käytännössä erottaa toisistaan. Ne seikat, jotka empaattisessa kuuntelemisessä liikuttavat minua ja luovat vahvoja ruumiiseen kytkeytyviä merkityksiä, eivät välttämättä ensi kuulemalla kuulu tietoiselle korvalle. Niiden toiminta voi olla hienoviritteistä ja joskus jopa piilotettua. Nämä empaattisen kuuntelun avulla paikallistetut piilot voivat kui-

¹¹ Långin (1995, 273) mielestä musiikkia kuunneltaessa samastuminen voi kohdistua niihin ”teoksen rakenneperiaatteisiin, joita voidaan haluttaessa kuvata fiktiivisen kerronnan ketjun avulla”. Samastumisen ei siis tarvitse välttämättä kohdistua todellisiin tai fiktiivisiin (henkilö)hahmoihin.

¹² Empaattinen kuunteleminen liittyy myös fenomenologiseen ajatukseen intuition käyttämisestä ja arkipäiväisen asenteen unohtamisesta (Parviainen 1999, 84). Jokaisen empaattisen kuuntelun kerran tulee olla tuore. Silloin kuuntelija elää hetkessä ja saa kuuntelemastaan myös kokemuksia, jotka eivät ole hänelle välttämättä ennestään tuttuja: kokemuksia, jotka eivät uppoa valmiiksi luokiteltuihin lokeroihin tai tunteisiin (esim. ”tämä laulu saa minut surulliseksi”) vaan jotka löytävät omat uomansa ja tuottavat mahdollisesti uutta kokemustietoa. Myös empatian käsite esiintyy fenomenologian piirissä (vrt. esim. Edith Steinin ajattelulle keskeinen *kinesteettisen empatian* käsite, ks. Parviainen 2002). Taidon merkityksestä ruumiin herkkyyden ja ruumiillisen tietoisuuden kasvattajana on fenomenologisen tutkimuksen puolella kirjoittanut Klemola (2005).

tenkin avautua tietoiselle mielelle analyttisen kuuntelun avulla. Analyttisessä kuuntelemisessa menen Björkin laulannan mikrotasolle – yksityiskohtiin, jotka pakenevat tietoista mieltä kiitäessään vauhdilla ohi empaattisessa kuuntelukokemuksessa. Analyttiseen kuuntelemiseen liittyy soivan materiaalin kuunteleminen useaan kertaan lyhyinä fragmentteina ja tarvittaessa myös hidastettuna.

Analyysin tulosten esittelyssä käytän puheentutkimuksen ja musiikintutkimuksen puolelta tuttuja termejä selventämään analyttisen kuuntelun tuloksia. Empaattisen kuuntelun kokemuksista puhuessani käytän kuvailevampaa kieltä apunani vitaaliaffektien maailma. Kimmo Lehtonen (1996, 69) toteaa, että vitaaliaffekteja voi kuvata parhaiten kineettisillä ilmauksilla, kuten esimerkiksi ”voimistuva”, ”sitkeä”, ”äkillinen” tai ”häipyvä”.¹³ Empaattisen ja analyttisen kuuntelemisen avulla hahmotan Björkin laulannasta kohdat, joissa merkitykset ovat tiivistyneet – kohdat, jotka ovat avainkohtia kappaleen ruumiillisten ulottuuksien tulkintaan.

Miksi teen jaottelun empaattiseen ja analyttiseen kuuntelemiseen? En tee sitä väittäkseni, että kuuntelen empaattisesti tunteella ja analyttisesti järjellä tai empaattisesti ruumiilla ja analyttisesti mielellä. Empaattinen ja analyttinen kuunteleminen ovat kaksi erilaista asennetta, kokemisen tapaa. Niissä kummasakin toimin luonnollisesti kokonaisena ihmisenä. Enhän voi esimerkiksi kytkeä ruumistani ”pois päältä” analyttisen kuuntelemisen ajaksi. Kyse on pikemminkin siitä, mihin seikkoihin kokemuksessani kulloinkin kiinnitän huomiota. Analyttisessä kuuntelemisessä huomioni kiinnittyy kuunneltavan materiaalin yksityiskohtiin. Tämä kuunteleminen on korvapainotteista. Empaattisessa kuuntelemisessä kokemuksen painopiste siirtyy laajemmin koko ruumiiseen, siihen miten ruumiini kokonaisuutena reagoi toisen ihmisen ääneen. Analyttisellä kuuntelemisellä hahmotan merkitystä muodostavien elementtien, esimerkiksi äänenlaatuojen, suhdetta toisiinsa kuullun materiaalin sisällä. Empaattisessa kuuntelemisessä tarkastelen näitä elementtejä suhteessa ruumiiseen. Erottelen empaattisen ja analyttisen kuuntelemisen käsitteellisesti toisistaan myös siksi, että haluan nostaa esille näiden eri kuuntelemisen moodien erityispiirteet ja vahvuudet. Tutkijan ei tarvitse olla sidottuna vain analyttiseen kuuntelemiseen, ja usein lieneekin niin, että tutkija kiinnostuu jostakin kappaleesta aluksi nimenomaan empaattisessa mielessä. Tämä vaihe yleensä kuitenkin sivuutetaan tutkimuksen raportoinnissa.

¹³ Stern ei pyri luokittelemaan eikä laatimaan kuvausta kaikista mahdollisista vitaaliaffekteista. Hän mainitsee esimerkkeinä vitaaliaffekteista ”syöksyvän”, ”häipyvän”, ”ohimenevän”, ”räjähtävän”, ”purkautuvan” ja ”pitkittyneen” (Stern 1985, 54; ks. myös Rechartt 1991, 23). Luokittelu tai kattava luettelo tuskin olisi edes mahdollinen. Vitaaliaffektit liittyvät kokemukseen, ja se itsessään sekä sen sanallistaminen ovat aina myös yksilökohtaisia. Barthes (1989, 293) on kritisoinut sitä, että musiikista puhuttaessa käytetään adjektiiveja. Vitaaliaffektien sanallisissa luonnehdinnoissa olemme kuitenkin adjektiivien kimpussa. Niitä tuskin voi välttää musiikin ruumiillisesta kokemisesta puhuttaessa, sillä adjektiivithan juuri liittyvät aistikokemuksiin. Esimerkiksi Simon Frith (1996, 267) toteaa, että musiikin kokeminen on nimenomaan adjektiivista.

Ruumiillinen kokemukseni on siis ohjannut minua tulkitsemaan Björkin laulanta tietystä näkökulmasta. Mitä sitten käsitän kokemuksella? Kokemuksen käsitteen ongelmallisuutta tutkimuksessa ovat käsitelleet muun muassa Anu Koivunen ja Marianne Liljeström (1996, 275–277), erityisesti feministiseen tutkimukseen liittyen. Kokemuksella ymmärretään usein helposti jotakin valmiiksi annettua, jonka kautta todellisuuteen saadaan suora ja ongelmaton yhteys (ibid.). Ymmärrän tässä työssä kokemuksen lähtökohdaksi, jonka kautta voin saada tietoa Björkin laulannan eri puolista. Ei niin, että pääsisin kurkistamaan Björkin ”todelliseen” tai ”kulttuurittomaan” ruumiilliseen olemiseen, vaan niin, että voin tuoda Björkin laulannasta esille seikkoja, jotka ovat olennaisia omasta kuuntelijan ja tutkijan asemastani käsin katsottuna.

Laulajan tulkinnan tarkastelu on aina myös tutkija-kuuntelijan tekemää subjektiivista tulkintaa – kuten musiikin kuunteleminen ja kokeminen yleensäkin. Ideana ei ole lyödä lukkoon ainoaa mahdollista selitystä Björkin laulesta tulkinnasta vaan tehdä siitä huomioita tietystä näkökulmasta ja sitä kautta avata lukijalle mahdollisuus kuulla Björkin ääntä uudeltaisesta kuulokulmasta.¹⁴ Ideana ei ole myöskään tehdä kokonaisvaltaista analyysia Björkin äänen kaikista tulkintaan liittyvistä seikoista. Sen sijaan keskityn tarkastelemaan äänen laatua. Sivuan myös *eleitä* ja *ilmeitä* laulussa. *Eleellä* viittaaan artikkelissani laulajan fyysisiin, äänessä kuultaviin eleisiin, jotka erottuvat selvästi laulajan ”perusilmeestä”. Esimerkiksi naurahdus ja hymyn häivähdys ovat eleitä. *Ilme* on puolestaan elettä pidempikestoinen ja yleensä hitaammin vaihtuva, kuten esimerkiksi totisuus, hymy jne. Melodia/intonaatio ja rytmi jäävät artikkelissani vähemmälle huomiolle, vaikka niiden osuus laulajan tulkinnassa onkin tärkeä. Samoin kappaleen muiden musiikillisten elementtien tarkastelun rajaan pois, vaikka eittämättä nekin vaikuttavat vahvasti kappaleen tunneilmapäiriin.

Sanallinen minä ja äänellinen minä

Levy käsittelee hyvin pitkälti yksin olemista kotona [– –] hyvin sisäänpäin käänntyneessä mielentilassa ja ikään kuin kuiskaat, improvisoit. Se on minun ja itseni välistä.¹⁵

(Björk; ks. Toop 2001.)

¹⁴ Nykytutkimuksen perspektiivistä katsottuna mitään yhtä lopullista tulkintaa ei edes ole olemassa. Esimerkiksi Dick Hebdige (1990, 59) kirjoittaa, että tekstin voi nähdä tuottavan loputtoman määrän mahdollisia merkityksiä – ja varsinkin populaarimusiikin tutkimuksessa on paljon puhuttu lauluista avoimina teksteinä. Lisäksi voidaan ajatella, että tutkija ei ainoastaan nosta merkityksiä esille materiaalista vaan on itse aktiivisesti omalla kuuntelemisen tavallaan ja kokemuksellaan luomassa merkityksiä. (Ks. myös Lång 1995.)

¹⁵ “The album’s very much about being alone in your house [– –] in a very quiet sort of introverted mood and you whisper, you sort of improvise. Which is between me and myself.”

<p><u>KERTOSÄE 1:</u> It's not meant to be a strife It's not meant to be a struggle uphill "oh ah" It's not meant to be a strife It's not meant to be a struggle uphill "oh ah" <u>SÄKEISTÖ 1:</u> You're trying too hard Surrender "A" Give yourself in You're trying too hard You're trying too hard "A-a-a" <u>KERTOSÄE 2:</u> It's not meant to be a strife It's not meant to be a struggle uphill Sweetly It's not meant to be a strife "A" To enjoy It's not meant to be a struggle uphill <u>SÄKEISTÖ 2:</u> It's warmer now "A" Lean into it Unfold unfold in a generous way "A-a-a" Surrender surrender</p>	<p><u>KERTOSÄE 3:</u> It's not meant to be a strife It's not meant to be a struggle uphill Undo undo It's not meant to be a strife It's not meant to be a struggle uphill <u>SÄKEISTÖ 3:</u> I'm praying To be "... " In a generous mode The kindness kind The kindness kind To share To share me To share me <u>KERTOSÄE 4:</u> It's not meant to be a strife *...* It's not meant to be a struggle uphill ecstatic "A-u-u" It's not meant to be a strife Undo It's not meant to be a struggle uphill <u>SÄKEISTÖ 4:</u> Undo Undo "A" if you're bleeding "a" undo "A" if you're sweating undo If you're crying *darling* undo Undo</p>
--	--

Kaavio 1. Undo-kappaleen sanat kuten Björk laulaa ne levyllä. Äänteet, jotka eivät ole varsinaisia sanoja, olen merkinnyt lainausmerkkeihin (esim. "oh ah"). Sanat, jotka ovat tähtien välissä (*), on laulettu epäselvästi tai lähes kuulumattomasti.*

Laulaminen on myös sanallisen ilmaisun muoto. Tarkastelussani laulun sanat ovatkin keskeisessä asemassa. Keskityn tutkimaan sanoja laulajan äänessä ja ruumiissa realisoituneena. Tämän tarkastelun avulla teen tulkintoja siitä, millaisena laulajan ruumiillinen asenne näyttäytyy. Millainen on laulajan äänellinen tulkinta kyseisen kappaleen sanoista? Simon Frith (1996, 159) erottelee kolme eri seikkaa, jotka kuulemme kuunnellessamme laulun sanoja laulettuina. Ensimmäinen näistä ovat itse sanat, niiden kantamat semanttiset merkitykset. Toinen on retoriikka, tapa, jolla laulaja käyttää sanoja musiikillisesti. Frith mainitsee, että retoriikan tasolla kyse on myös puheen tunnusmerkeistä. Tällä hän viitanee sellaisiin seikkoihin kuin intonaatio, painotukset ja ajoitus, jotka musiikin termein ilmaistuina ovat melodia¹⁶, aksentit ja rytmi. Kolmantena tasona on ihmisääni, jolla sanat on laulettu. Ääni on Frithin mukaan jo itsessään merkityksellinen tarjoten merkkejä laulajan persoonallisuudesta. Katson äänen laadun kuuluvan juuri tähän luokkaan. Äänen laatu liittyy sekä ruumiin fyysisiin

ominaisuuksiin (esimerkiksi ääniväylän muoto ja koko) että ruumiin toiminnallisiin ominaisuuksiin (esimerkiksi äänihuulten värähtelytapa). Luen äänen laatuun kuuluviksi esimerkiksi äänen tummuuden/heleyden, käheyden, vuotoisuuden ja narinan.¹⁷

Undo-kappaleen sanojen kantamat semanttiset merkitykset voi tulkita kahdella perustavalla tavalla laulun ”minään” liittyen. Kappaleen sanoissa ”minä” puhuu joko toiselle henkilölle tai itselleen. Ensimmäisessä tulkinnassa ”minä” kannustaa toista henkilöä antautumaan ja lopettamaan liian yrittämisen. Hän puhuu kokemuksesta, sillä hän on jo itse antautunut. Viimeisessä säkeistössä ”minä” viittaa tähän toiseen henkilöön käyttämällä ilmausta ”darling”. Hän siis puhuu jollekin läheiselle ja rakkaalle ihmiselle. Björkin lauletuksessa tulkinnassa on kuitenkin kyse yhden henkilön sisäisestä puheesta. Laulettuina kappaleen sanat heräävät eloon tehden selväksi sen, että henkilö laulaa itselleen näitä sanoja. Laulun ”minä” ja ”sinä” ovatkin yksi ja sama henkilö. Tämä mielikuva syntyy siitä, miten Björk rakentaa kappaleeseen laulun äänellisen minän.

Äänellisellä minällä tarkoitan sitä minää, jolle laulaja antaa äänen ja joka rakentuu laulussa esityksenä. Äänellinen minä ei ole kuitenkaan sama kuin laulaja itse, aivan kuten *sanallinen minäkään* ei ole sama kuin tekstin kirjoittaja. Voimme sanoja paperilta lukemalla muodostaa mielessämme kuvan tekstin sanallisesta minästä – henkilöstä, joka kertoo meille tarinaa.¹⁸ Sanallinen minä toimii ensisijaisesti ensimmäisessä Frithin määrittelemässä luokassa, sanojen semanttisten merkitysten yhteydessä. Silläkin on tosin oma retoriikkansa, mutta se ei liity lauluääneen. Lauluääntä kuuntelemalla voimme sen sijaan saada tietoa laulun äänellisestä minästä. Se toimii Frithin kahdessa jälkimmäisessä luokassa, retoriikan ja äänen tasoilla.¹⁹ Se on semanttisista merkityksistä riisutun äänen subjekti. Laulussa laulun sanojen kirjoittajan luoma sanallinen minä ja laulajan äänellään luoma äänellinen minä kohtaavat. Tämä kohtaaminen ei ole yksiselitteinen eikä aina ristiriidatonkaan.

¹⁶ Johan Sundberg (1987, 146) tarkastelee laulun intonaatiota kahdella tasolla. Makrotasolla on kyse kappaleen varsinaisesta melodiasta ja mikrotasolla pienemmistä säveltason vaihteluista laulajan äänessä. Jälkimmäiset hän lukee laulajan tulkinnan alueeseen kuuluviksi.

¹⁷ Vaikka en analyseissani puutu juurikaan sanojen foneettisiin luonteisiin, on hyvä kuitenkin mainita, että myös ne ovat merkityksellisiä. Tämä taso asettuu Frithin ensimmäisen (semanttiset merkitykset) ja toisen tason (retoriikka) väliin. Sanojen foneettiset luonteet ovat yhtä aikaa kytköksissä sekä sanojen semanttisten merkitysten muodostumiseen (siihen, että sanat tulevat ymmärretyiksi) että laulajan tai puhujan rajalliseen vapauteen ääntää sanat tietyllä tapaa. Lisää aiheesta ks. Leeuwen (1999, 146) ja Hodge & Kress (1988, 92–93).

¹⁸ Tekstin kirjoittajan erottamisella tekstin sisällä olevasta (rakennetusta) kertojasta on pitkä perinne (jälkistrukturalismi, narratologia, semiotiikka, lingvistiikka jne.) Subjektin käsitettä psykoanalyttisen musiikintutkimuksen piirissä on esitellyt kattavasti Välimäki (2005, 16–20 ja 135–138), jolle kiitos kysymyksistä ja huomioista liittyen sanallisen ja äänellisen minän käsitteisiin.

¹⁹ Ulf Lindbergin (1995, 47) mukaan laulajan voi nähdä ”retorisena” hahmona, joka ”lainaa kasvonsa” tekstin fiktiiviselle hahmolle.

Äänellinen minä on se henkilöahmo, joka mieleemme piirtyy, kun kuuntelemme lauluääntä. Tarkemmin ottaen voidaan sanoa, että tuo hahmo ei välity meille abstraktisti mielen välityksellä, vaan se tulee kuuntelukokemuksessa suoraan omaan ruumiiseemme. Liikutumme laulajan äänestä konkreettisesti. Ruumiimme myötäelää ”laulajan kokemuksia”, jotka laulaja tarjoilee meille äänellisen minän välityksellä. Näin saamme viitteitä siitä, millainen henkilöahmo kyseisen laulun minä mahtaa olla ruumiillisesti ja asenteellisesti, esimerkiksi millaiset liikkeet ovat hänelle ominaisia. Äänellinen minä edustaa laulun minän ruumiillisesti kommunikoivaa puolta siinä, missä sanallinen minä edustaa laulun minän kielellä kommunikoivaa puolta.

Saamme siis tietoa äänellisestä minästä ruumiillisen kokemisen kautta. Osa tuosta tiedosta tulee tietoisuuteemme, mutta osa siitä vaikuttaa kuuntelukokemukseemme tiedostamattamme. Empaattisessa kuuntelemisessa pyritään tulemaan tästä prosessista yhä tietoisemmaksi. Tarja Rautiainen(-Keskustalo) (2003, 16) puhuu laulajan tarjoamista luonteenlaaduista, jotka kuulija omaksuu omaan ruumiiseensa. Hän näkee näiden luonteenlaatuojen toimivan semioottisen alueella. Nämä luonteenlaadut liittyvät myös laulajan äänessä kuultaviin tunteisiin sekä ruumiiseen ja sen liikkeisiin. Ne liittyvät siihen, minkä luonteisissa liikkeissä ruumis elää ja laulaa – ja miten me itse ruumiillisina olentoina tulkitsemme nuo liikkeet.

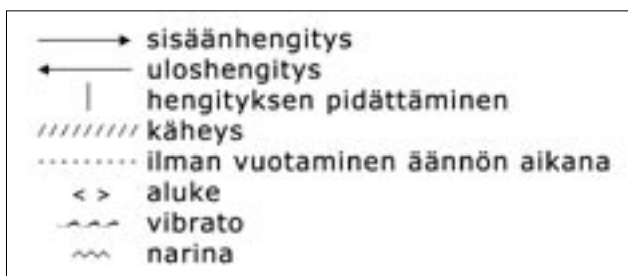
Björkin äänen semioottinen

[– –] ääneni... Olen aina yrittänyt olla ajattelematta sitä, se on kaikkein... se on osa luontoa tai se edustaa niitä asioita minussa, joita en ymmärrä.²⁰
(Björk; ks. Russell & Sandall 2001.)

Kuunnellessani Björkin ääntä huomioni kiinnittyi toistuvasti hänen äänensä laatuun. Björkin äänessä on paljon vivahteita ja variaatiota. Voisi sanoa, että hänen äänessään on paljon elämää. Björk on itse verrannut omaa ääntään luontoon. Se on kuin ruokkoamaton villi metsä: siinä on paljon ”kohinaa”, joka ei palvele melodianmuodostusta tai sanojen semanttisten merkitysten välittymistä. Päinvastoin, se voi jopa häiritä niitä. Mutta se palvelee laulun tulkintaa. Se luo myös yleisemmällä tasolla Björkin laululle vahvaa, tunnistettavaa persoonallista tyyliä. Tämä kohina kuullussa äänessä voi ilmetä esimerkiksi äänen vuotoisuutena, narinana tai alukkeina äänneiden aluissa (ks. kuva 2). Näen tämän kohinan ilmentävän Björkin äänessä ei-kielellistä, ruumiillista tasoa, jota Kristeva (1993) kutsuu semioottiseksi²¹ ja jolla Sternin (1985) määrittelemät vitaaliaffektit tulkin-tani mukaan toimivat. Juuri tämä taso on tarkasteluni kohteena.

²⁰ “[– –] my voice... I’ve always tried to not think about it, it’s the most... it’s nature or it stands for the things in me I don’t understand.”

²¹ Kristevan semioottista on aiemmin käyttänyt laulumusiikin analysoimisessa esimerkiksi Marja Minkkinen (2005).



Kuva 2. Björkin äänen "kohinaelementtejä" transkriptio-symboleineen.

Kristevan (1993, 95) mukaan semioottinen on jotakin erottuvaa, joka tuo kieleen heterogeenisuutta ja tuottaa merkityksenmuodostukseen musikaalisuutta ja mielettömyyttä. Poeettisessa diskurssissa semioottisella on tärkeä sija. Se liittyy vietillisen ruumiin ja tiedostamattoman läsnäoloon. Silti myös poeettinen diskurssi pitää sisällään semioottisen vastapoolin, symbolisen ulottuvuuden. Symbolinen mahdollistaa merkityksen, merkin ja merkityn kohteen läsnäolon kuulijan tietoisuudessa. (Ibid. 94–99.) Symbolinen liittyy rakenteisiin, jotka mahdollistavat laulajan kommunikoinnin. Semioottinen puolestaan tarjoaa sen ruumiillisen voiman, joka ajaa laulajan etsimään vuorovaikutusta. (Vrt. Kristeva 1999, 296–297.) Susanna Välimäki (2003, 79) muistuttaa, että käytettävissä Kristevan semioottinen/symbolinen-erottelua musiikkianalyyssissa, termit on suhteutettava analysoitavan teoksen omaan diskurssiin. On siis syytä määritellä, mitkä seikat kyseisessä diskurssissa on luokiteltavissa semioottisen ja mitkä symbolisen piiriin kuuluviksi. Tämä on yksi analyysini tavoite: hahmottaa Björkin ilmaisun semioottisia tekijöitä ja osoittaa niiden sijainnit soivassa materiaalissa.

Kristeva toteaa, että semioottisella on täsmällinen ja organisoitu järjestys. Se noudattaa sääntöjä. Vaikka sillä ei olekaan merkittyä kohdetta, se on kuitenkin merkitykseen tähtäävää. (Kristeva 1993, 95.) Björkin äänen kohina on tällaista. Siitä ei voi sanoa yksilutteisesti, mitä se merkitsee tai mihin se viittaa. Silti sillä on oma logiikkansa. Sen olemassaolo on tärkeää Björkin äänellisen tulkinnan empaattisessa, ruumiiseen kytkeytyvässä ymmärtämisessä. Kristeva (1993, 105) kirjoittaa: "eikä lukijalta vaadita niinkään merkitysmuodosteiden yhdistelemistä kuin oman arvosteleavan tietoisuutensa räjäyttämistä, jotta torjunnan muodostama rytminen vietti pääsee kulkemaan sen läpi, jolloin vietti kielen ja sen merkityksen suodattamana koetaan heikumallisena nautintona". Saadakseni kokemuksen Björkin äänen semioottisesta jollain tapaa kielellistettyä nojaan vitaaliaffekteihin. Pystyäkseen paikallistamaan äänen tekstuurista semioottisen ilmenemiskohdat joudun myös pilkkomaan Björkin tulkintaa osiin ja erittelemään sitä analyttisesti. Tämä semioottisen paikallistaminen materiaalista ja sen analysoiminen äänellisen minän muotoutumisen näkökulmasta on yksi tämän artikkelin pääasiallisista tavoitteista.

Mielenkiintoista on, miten kohina Björkin laulamissa kieleen kuuluvissa ääniteissä ottaa tilaa symboliselta ja representoi semioottista. Foneemi kuuluu Kristevan (1993, 97) mukaan kielen symboliseen modaliteettiin, mutta samalla se pyrkiä itsenäistymään siitä ja pysymään lähellä vietillistä ruumista. Se on

mukana rytmisissä ja intonaatioiltaan vaihtuvissa toistoissa (ibid). Björkin äänen kohina, äänen vuotaminen, nariseminen ja alukkeet tuovat ruumiin lähemmäs kuulijaa. Ne ovat seikkoja, joita ei voi kuulla ilman, että niitä muodostava subjekti on kuulijan lähellä. Tämän mahdollistaa mikrofoni ja äänen tallentaminen. Näin Björkin ääni voi tulla hyvin lähelle kuuntelijaa ja paljastaa jotakin intiimiä laulavan ruumiin todellisuudesta.

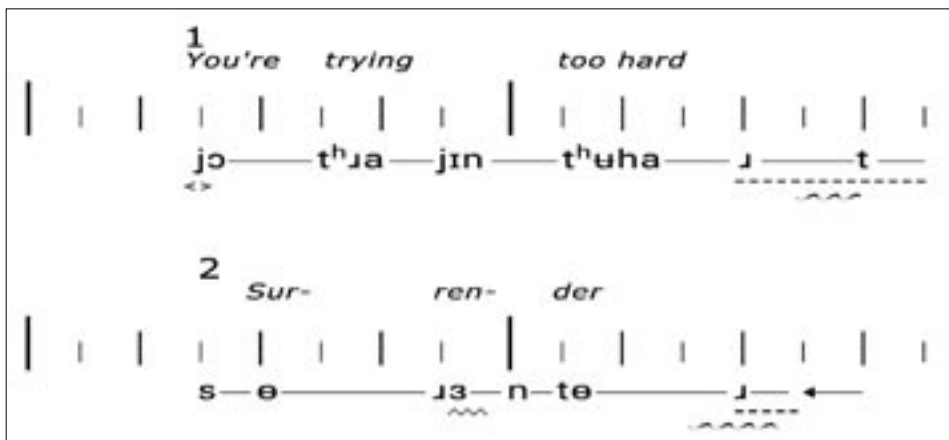
On muistettava, että kappaleen sanoissa on jo sinällään kokonainen poeettinen maailma, jossa symbolinen ja semioottinen kisailevat keskenään. Näin olen aiempi väittämani, että sanat toimisivat lähinnä vain Frithin määrittelemien tasojen ensimmäisessä, semanttisessa osassa, on karkea. Näissä analyyseissä en kuitenkaan tuo esille sen kummemmin sanojen (lingvistisessä mielessä) semioottista tasoa. Lyhyesti mainittakoon kuitenkin, että kappaleen sanoissa on semioottiseen viittaavaa toistoa. Myös levynkannen grafiikkaa, joka ulottuu osittain sanojen päälle, voisi tarkastella semioottisen kannalta. Semioottisen tason purkauksia voi Björkin lauletuksessa versiossa paikallistaa niin itse sanojen tasolla (esim. toistot), retoriikan tasolla (mikrointonaatio, rytmi, painotukset) kuin Björkin äänenkin tasolla (muutokset äänen laadussa). Näistä jälkimmäisin on nyt ensisijaisen tarkastelun kohteena.

Yrittäminen ja irtipäästäminen

Miten Björk sitten käytännössä rakentaa äänellisen minän ja kuinka tuon äänellisen minän välittämät ruumiilliset asenteet vaikuttavat merkitysten muodostumiseen Björkin tulkinnassa? Tarkastellaan aluksi kappaleen ensimmäisen säkeistön alkua (ks. esimerkki 3).

Esimerkki 3:ssa ylimmällä rivillä on laulun sanat. Pystyviivat kuvaavat tahteja ja tahdinosia; yksi tahti jakautuu kahdeksaan osaan. Laulettu sanat on kuvattu äänteiden ketjuina, ja nämä foneettiset transkriptiot on tehty IPA-merkistöä (*International Phonetic Alphabet*) käyttäen.²² Ne tuovat paremmin esille sen, millä tavalla äänteet soljuvat ja miten ääni muuntuu ajassa. Näin laulaminen ei näyttyädy vain irrallisten sanojen tai tavujen laulamisen vaan pikemminkin sanojen äänteiden laulamisen. Tämä vie sanat lähemmäs laulajan ruumista, asettaa ne laulajan suuhun, sen asentoihin ja liikkeisiin. Foneettiset merkit kuvaavat sitä, missä asennoissa kieli, huulet jne. ovat äännön aikana. Esimerkiksi nuotinnoksen ensimmäisessä äänteessä [j] kielen selkä on lähellä kovaa kitalakea. Fraasilla (numerot tekstin yläpuolella) tarkoitan sisäänhengityksen alusta seuraavan sisäänhengityksen alkuun rajoittuvaa jaksoa. Jos sisäänhengitykset eivät ole kuultavissa, kuten esimerkissä 3, katson fraasin alkavan äännön alkaessa.

²² Transkriptioiden tarkkuus on sitä luokkaa, että niistä selviää, millä tahdin kahdeksasosilla esiintyvät mitkäkin äänteet. Kiitokset Michael O'Dellille Tampereen yliopiston Kieli- ja käännöstieteiden laitokselle avusta transkriptioiden tarkastamisessa.



Esimerkki 3. Björk, Undo, säkeistö 1, fraasit 1–2.

Äänneiden ketjujen alapuolelle olen merkinnyt äänen laatua kuvaavia merkkejä (vrt. selitykset kuvassa 2), joilla pyrin äänen semioottisen ilmaisun tavoittamiseen. Ne viittaavat huomiota herättäviin muusta äänneympäristöstä erottuviin seikkoihin äänen laadussa. Ensimmäisessä säkeistössä Björkin ääni on pohjimmitaan selkeästi soiva, minkä vuoksi äänenlaadun muutokset tulevatkin siinä hyvin esille. Näitä ovat ensimmäisen fraasin aluke (<>), fraasin lopussa olevan äänen vuotaminen (katkoviiva) ja vibrato (aaltoviiva). Toisen fraasin toisella tavulla on narinaa (sahalaitaviiva) ja fraasin loppupuolella vuotoa ja vibratoa sekä lopussa kuuluva uloshengitys (nuoli oikealta vasemmalle). Kaikki nämä tekijät palvelevat pikemminkin äänellisen minän ruumiinhahmon muodostumista kuin esimerkiksi sanojen semanttisten merkitysten välittymistä.

Äänen vuotaminen johtuu fyysisellä tasolla siitä, että äännön aikana äänihuulet eivät missään vaiheessa sulkeudu kokonaan, vaan niiden väliin jää rako. Näin ilmaa pääsee vuotamaan ääniraosta ja tämä aiheuttaa ääneen kohinaa. (Laukkanen ja Leino 2001, 107.) Varsinkin fraasien loppuissa ilmetessään vuotoisuus on irtipäästävä: ruumiillisella tasolla tapahtuu rentoutuminen. Ilmamassa, jota fraasin laulamista jää yli, valuu ulos löysästi ja vapaasti. Alukkeen ja narinan voi nähdä olevan vastakohtia äänen vuotoisuudelle. Alukkeessa äänihuulet sulkeutuvat tiiviisti sisäänhengityksen jälkeen ja äännön alkaessa ne poksahtavat auki (ibid. 107). Narinassa äänihuulet ovat painautuneina tiukasti toisiaan vasten ja ääni ”kuplii” niiden raosta äännön aikana (ibid. 49). Oman kokemukseni mukaan alukkeen ja narinan tuottaminen vaativat yleensä kurkunseudun lihasten jännittämistä. Näihin liittyy siis vitaaliaffektisia termejä käyttäkseni pusertaminen ja ruumiin sisällä pitäminen vastakohtana vuotoisuuden rentoutumiselle ja ulospäästämiseksi.

Vibratoa ei voi yksiselitteisesti määritellä kuuluvaksi tiukkaan tai rentoon äänentuottoon, joskin se sijoittuu luonteensa puolesta pikemminkin jälkimmäiseen. Kunnollisen vibraton muodostaminen vaatii tiettyä elastisuutta ääniväylän kudoksilta. Ainakaan itse en onnistu tuottamaan vibratoa kovin kirein kudoksin. Sundberg (1987, 170) toteaa, että vibratolliset äänneet eivät vaadi niin suurta ää-

nihuulten tasolla tapahtuvaa vastusta kuin ilman vibratoa olevat äänteet. Näin ollen vibratollisia äännteitä voisi laulaa heikommalla äänihuulten sulkeutumisen asteella kuin ilman vibratoa olevia äännteitä (ibid.). Sundbergin mukaan (ibid. 170) vibraton kanssa laulaminen myös kuluttaa enemmän ilmaa kuin ilman vibratoa laulaminen.²³ Luenkin vibraton kuuluvan tässä yhteydessä irtipäästämiseen. Sen olemuksessa on pehmeyttä ja aaltoilevuutta.

Björk käyttää ensimmäisen säkeistön alun fraaseissa äärimmäisiä äänellisiä ilmaisukeinoja: tiukkaa narinaa ja aluketta, jotka vaativat fyysistä ponnistelua, sekä toisaalta rentoa, irtipäästävää vuotoisuutta ja vibratoa. Tämä kaava toistuu läpi kappaleen useasti eri sanojen ja fraasien kohdalla. Olennaista on muutos, joka tapahtuu laulajan ruumiin tasolla lihasten muuttuessa toistuvasti jännittyneistä rennoiksi. Se alleviivaa ruumiillisella tasolla kappaleen sanojen yleistä teemaa: irtipäästämistä.

Esimerkkin toisen fraasin sana "surrender" nousee esille muusta äänneympäristöstä vahvan narinansa ansiosta. "Surrender"-sanaa voidaan pitää *avainsana*-na (vrt. esim. Hennion 1990, 196), jossa merkitykset ovat tihentyneitä ja joka antaa kuulijalle vihjeitä laulajan tulkinnan merkityksistä myös koko kappaleen tasolla.²⁴ Äänellisen minän suhtautuminen siihen ei ole yksiselitteistä. Vahva narina tuo mieleen, että äänelliselle minälle antautuminen ei ole helppoa vaan ponnistelun takana. Näin sanaan muodostuu "solmu", joka pitää sisällään semanttisen tason merkityksen (kehotus: "antaudu") sekä äänellisen minän ruumiista kumpuavan merkityksen ("mutta ei se niin helppoa ole"). Minän kaksi eri sisäistä ääntä keskustelevat keskenään. Sanoilla kommunikoiva minä kannustaa antautumaan, mutta ruumiillinen minä ei ole siihen vielä valmis.

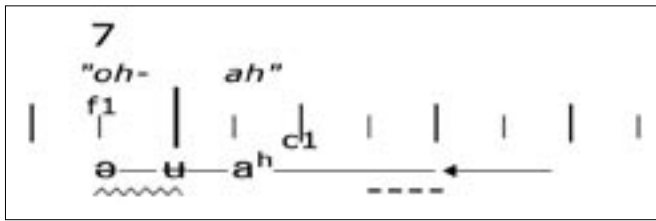
Yrittäminen ja irtipäästäminen tulevat esille kappaleessa myös kahdessa muussa tärkeässä avainsanassa. Toinen näistä on kappaleen otsikkonakin esiintyvä sana "undo". Toinen on "oh ah" -äännähdys, jota voisi kutsua pikemminkin avainäännöksi kuin -sanaksi. Se esiintyy ensimmäisessä kertosäkeessä sekä kappaleen viimeisessä säkeistössä. Sitä on käytetty leikkaa-liimaa-menetelmällä (sämplenä), jolloin fraasi on aina identtinen muiden vastaavien kanssa. Tässä fraasissa tiivistyy äänenlaadullinen narina-vuoto -kaava (ks. esimerkki 4).

Narina-vuoto-kaava on usein läsnä myös "undo"-fraasissa, joka esiintyy eri kohdissa kappaletta hieman erilaisin variaatioin (ks. esimerkki 5).

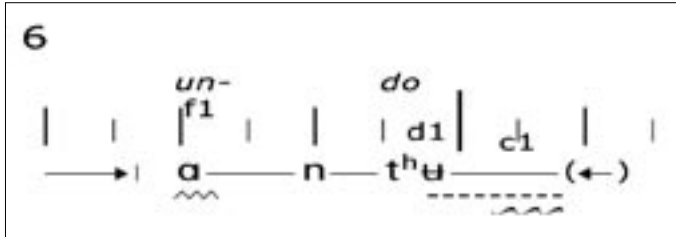
"Oh ah"- ja "undo"-fraasit tuntuvat rinnastuvan kuuntelukokemuksessa toisiinsa. Tämä voi johtua siitä, että niiden yksinkertaiset melodialinjat ovat samantyyppiset. Kummassakin tapahtuu siirtymä säveleltä f¹ sävelelle c¹, jälkimmäisessä tosin d¹:n kautta. Kummatkin fraasit ovat myös lyhyitä ja esiintyvät usein itsenäisesti irrallisten toteamusten tapaan. Lisäksi ne esiintyvät samankaltaisissa

²³ Nämä tulokset perustuvat Lagen ja Iwatan (1971) tekemään tutkimukseen, jossa laulajat lauloivat saman sävelen samalla äänenpaineella sekä vibraton kanssa että ilman.

²⁴ Hennionin (1990, 196) mukaan avainsanat toimivat "puhtaina merkitsijöinä". Niillä on oma autonomiansa tekstin merkityksen sisällä. Ne toimivat metaforina ja aiheuttavat nautinnon väreitä kuulijalle. Avainsanan kriteerinä on nimenomaan sen sointi.



Esimerkki 4. Björk, *Undo*, kertosäe 1, fraasi 7.



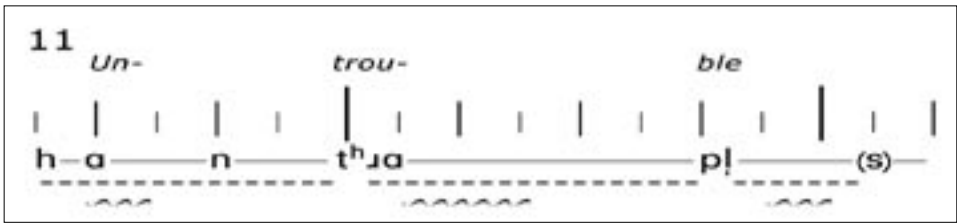
Esimerkki 5. Björk, *Undo*, säkeistö 4, fraasi 6.

paikoissa kappaleen rakenteessa. Esimerkiksi ensimmäisen kertosäkeen "oh ah" ja kolmannen kertosäkeen "undo" rinnastuvat toisiinsa esiintyessään samoilla paikoilla kertosäkeen rakenteessa. "Undo"-fraasi kantaa mukanaan sekä semanttisen tason kehotuksen että samanaikaisen ruumiillisen, äänenlaatuna ilmitulevan kommentin. "Oh ah" -fraasi on puolestaan riisuttu yksiselitteisistä semanttisista tai symbolisen tason merkityksistä. Siinä äänenlaatu paljastuu avoimemmin ruumiiseen liittyvänä, äänellisen minän semioottisen tason asennetta ilmituovana tekijänä. "Undo" on laulullisen liikkeen ja sanan semanttisen merkityksen yhdistyminen. "Oh ah" on puhdas liike, koko laulun ydin tiivistettynä.²⁵

Äänellisen minän fyysinen "yrittäminen" narinoineen ja alukkeineen johtaa ajattelemaan, että henkilö laulaa tässä itselleen. Jos laulu olisi laulettu kauttaaltaan rennosti, sen voisi hyvin tulkita toiselle lauletuksi "kuuntele, minä olen rentoutunut, rentoudu sinäkin" -tyyppiseksi tulkinnaksi. Toisaalta laulun äänellinen minä myös jatkuvasti "päästää irti" (vrt. fraasien loppujen usein toistuva vuotoisuus ja vibrato). Äänellinen minä leikittelee tai harjoittelee vanhan olotilansa (yrittämisen) ja uuden, haluamansa olotilan (irtipäästämisen) välillä. Vuotoisen äänen käyttö lisääntyy kappaleen loppua kohti mentäessä. Kappaleen viimeinen fraasi onkin laulettu kauttaaltaan erittäin vuotoisella ja vibratopitoisella äänellä (ks. esimerkki 5). Siinä äänellinen minä on antautunut kokonaan.²⁶

²⁵ Björkin konserttitaltiointinissa (2002) *Undo*-kappale saa hyvin erilaisen tulkinnan kuin *Vespertine*-albumilla. Monet narinat ja vuotoisuudet ovat konserttiversiosta poissa. Silti "oh ah" -fraasi on liveversiossa mukana täysin samanlaisena kuin levyllä narinoineen ja vuotoineen. Se on liveinäkin mukana sämplenä ja kuuluu näin kiinteästi itse kappaleeseen.

²⁶ Viimeisen fraasin sana "untrouble" ei ole virallinen englanninkielinen verbi vaan kenties muunnos adjektiivista "untroubled" (huoleton). Laulun sanallinen minä ikään kuin horjahtaa ulos käyttämänsä kielen kielioipista.



Esimerkki 5. Björk, Undo, säkeistö 4, fraasi 11.

Muutoksen vastustaminen – pysähdykset äänen virtauksessa

Undo-kappaleessa sanojen semanttisella tasolla välittyvä kehoitus antautua ja lopettaa yrittäminen. Edellä toin esille, miten laulun äänellinen minä ruumiillisella tasolla kuitenkin on yrittämisen ja irtipäästämisen välitilassa – opettelemassa uutta tapaa olla. Paikoin äänellinen minä vastustaa muutosta erityisen voimakkaasti. Näissä kohdissa laulaja suorastaan takertuu sanoihin. Tällöin ei ole kyse enää yksittäisen sanan sisällä tapahtuvasta äänen narinasta tai alukkeista vaan sanaan kiinni jäämisestä niin, että sanan äänteet venyvät suhteettoman pitkiksi ja saattavat jopa katkeilla. Näin tapahtuu ensimmäisessä, toisessa ja kolmannessa säkeistössä. Merkille pantavaa on, että tämä tapahtuu kaikilla kerroilla sanan ”in” aikana tai sen välittömässä läheisyydessä seuraavasti (ks. alleviivaukset):

Give yourself in. (1. säkeistö)

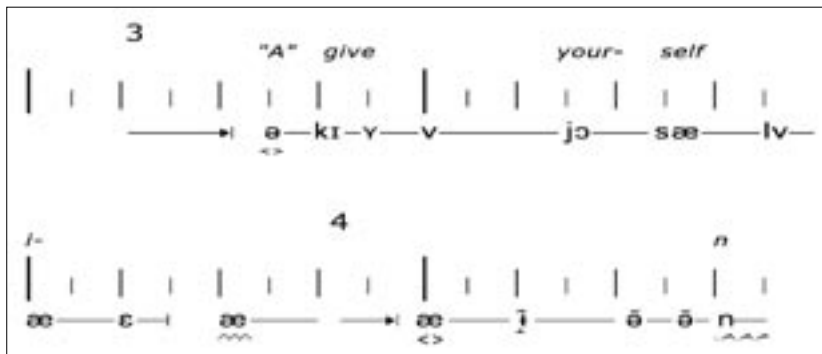
Unfold in a generous way. (2. säkeistö)

I’m praying to be ... in a generous mode. (3. säkeistö)

Tätä vahvasti aikaan sidottua tulkinnallista keinoa Björkin laulussa voidaan lähestyä myös äänen virtauksen käsitteellä. Äänen virtaus liittyy äänen ruumiilliseen kokemiseen (laulettuna tai kuultuna), mutta siinä ei ole kyse pelkästään äänen laadun kuvailusta. Kyse ei ole myöskään tosiasiallisesta ilman virtaamisesta ääniväylässä eikä ääniväylän lihasten yksityiskohtaisista liikkeistä, vaikka nämä tietysti ovat konkreettisella tasolla luomassa äänen virtausta. Pikemmin kuin kudosten liikkeitä koetan tavoittaa liikkeiden *luonteita* ja niiden herättämiä merkityksiä – kudosten liikkeiden kokemuksellista ja ymmärtävää tasoa, jolla liikkeiden merkitykset saavat alkunsa. Tällä tasolla merkitykset ovat nupullaan ja törmätessään muihin merkityksellisiin laulun tasoihin (kuten sanojen semanttiseen tasoon) ne aukeavat varsinaisiksi merkityksiksi, jotka voidaan jo helpommin sanallistaa.

Tarkastellaan ensimmäisen säkeistön kolmatta ja neljättä fraasia äänen virtauksen näkökulmasta (ks. esimerkki 6). Kolmas fraasi alkaa kuuluvalla sisäänhengityksellä. Tämän jälkeen virtaus pysähtyy hetkeksi ennen kuin ensimmäinen äänne alkaa alukkeella. Merkille pantavaa on, että ”a”-äänne ei tässä liity semanttisella tai kieliopillisella tasolla mihinkään. Sen mukanaolo mahdollistaa alukkeen käyttämisen tässä kohtaa. Tällaista ”a”-äännettä esiintyy kappaleessa

pitkin matkaa. Kyseinen äänne on melko avoin. Näin aluketta ennen oleva äänihuulten sulkua ja alukkeeseen jälkeisen äänneen avoimuus ovat kontrastissa keskenään.



Esimerkki 6. Björk, Undo, säikeistö 1, fraasit 3–4.

Sanassa "in" (kolmannen fraasin loppu ja neljäs fraasi) tapahtuu virtauksen estämistä usein eri tavoin. Ensin sanan ensimmäinen äänne lähtee "rullaamaan" normaalisti. Kolmannella kahdeksasosalla äänne muuttuu hivenen suppeammaksi ja neljännellä kahdeksasosalla pysähtyy yhtäkkiä. Äänihuulet napsahtavat kiinni ja seuraa lyhyt tauko. Tämän jälkeen uusi äänne käynnistyy vaivalloisesti narinalla ja jatkuu kahden kahdeksasosan verran. Nyt tulee aivan lyhyt tauko ennen pikaista sisäänhengitystä. Tämän jälkeen äänihuulet sulkeutuvat taas, ja pienen tauon jälkeen äänne jatkuu poksahdavalla alukkeella uuden tahdin ensimmäisellä iskulla. Kolmannella kahdeksasosalla äänne muuttuu huomattavasti suppeammaksi ja nasaaliseksi mutta palaa hetken kuluttua jonkin verran avoimemmaksi. Sanan viimeinen äänne ("n") on lyhyt ja siinä on vibratoa. Äänneen "rullaaminen", "yhtäkkäinen pysähtyminen", äänihuulten "kiinni napsahtaminen", "vaivalloinen käynnistyminen", sisäänhengityksen "pikaisuus", alukkeeseen "poksahdavuus" ja äänneen "muuttuminen suppeammaksi" viittaavat kaikki viitaaliäffektien tasoon.

Vetäessämme johtopäätöksiä "in"-sanon luonteesta laulettuna voimme todeta, että siinä on olennaista takertuminen. Takertumiseen liittyy jotain hyvin pysähtynyttä, kiinni pitävää, intiimiä, suppeaa. Tämä kuuluu ja tuntuu Björkin tulkinnassa. Hän hengittää sisään nopeasti kiskoen, hän ei tahdo antaa äänneitä ulos itsestään vaan sulkee mieluummin äänihuulet ja estää näin ilman virtauksen ulospäin (vrt. narinat ja alukkeet). Hän myös supistaa suuontelonsa tilaa pitkän äänneen aikana – aivan kuin ruumis yrittäisi takertua sanaan ja jättää sen sisälleen. Äänellinen minä vastustaa muutosta ja irtipäästämistä ruumiillisella tasolla. Se kuroo ääniväylää ahtaammaksi ja jää kiinni sanaan kuin haluten pysäyttää ajan (ja äänen) virtauksen. Silti edellä analysoidussa kohdassa on kuultavissa myös häivähdys hymyä. Björkin tulkintaa leimaakin vain harvoin jokin yksittäinen äänellinen piirre. Pikemminkin mukana on monesti useita tasoja. Tässä tapauksessa ei siis kyse ole pelkästä takertumisesta vaan ilkeikurisesta takertumisesta tai jopa takertumisella leikkelystä.

Kommentointia eleillä ja ilmeillä

Ilkikurisesta takertumisesta pääsemme ensimmäisen säkeistön seuraavaan fraasiin (ks. esimerkki 7), jota edellisen fraasin "in"-sanassa kuultava hymy jo enteili.

5
You're try- ing too hard
jo t^hja jin-t^haha

6
You're try- ing too hard
jo t^hja jin-t^hu-ha (d)...

Esimerkki 7. Björk, Undo, säkeistö 1, fraasit 5–6.

Viides fraasi alkaa sisään–ulos–sisään-hengitysten sarjalla (ks. kolme peräkkäistä nuolta esimerkissä 7), joka ilmentää kiihtynyttä innostumista. Tässä fraasissa on huomattavan paljon narinaa (ks. sahalaitaviiva). Samalla siinä on myös hymyä (ks. hymyilevän kasvon kuva) ja jopa naurahdus (ks. laineviiva pisteiden kanssa). Sanojen semanttisen tason ilmentämä liian kovasti yrittäminen ("trying too hard") on synkronissa äänellisen ilmaisun narinan kanssa. Toisaalta äänessä mukana oleva huvittunut kommentti (naurahdus sanoissa "you're") tuo mukaan myös uuden ilmaisullisen tason. Laulun äänellinen minä siis sekä yrittää liikaa että samalla nauraa itselleen tämän yrittämisen johdosta.

Tätä seuraa yllättävä käänne. Kuudennessa fraasissa ilme on yhtäkkiä totinen ja tiukka narina on poissa. Fraasin alun aluke on tuskin kuuluva, ja fraasin loppupuolella on pehmeämpää narinanomaista käheyttä (ks. kenoviivat). Vaikka sanat ovat samat kuin edellisessä fraasissa, niihin tulee täysin toinen tunnelma. Laulun äänellinen minä suhtautuu siis myös vakavasti liiallisen yrittämisen ongelmaansa. Äänessä on kuultavissa jopa ripaus surumielistä sävyä. Kuulostaa siltä, kuin viides ja kuudes fraasi olisivat peräisin eri otoista ja ne olisi myöhemmin liimattu vierekkäin. Kontrasti hymyilevän ja kujeilevan äänen ja toisaalta totisen äänen välillä on niin suuri, että se kuulostaa jopa hieman epäluonnolliselta. Viidennen fraasin tekee moni-ilmeiseksi myös se, että sen lopussa on yhtä aikaa sekä narinaa että vibratoa – yhtä aikaa merkkejä yrittämisestä ja irtipäästämisestä. Yhdessä hymyn kanssa tähän kohtaan kerrostuukin monia äänenlaadullisia merkitystasoja.

Melodioidensa samankaltaisuuden puolesta nämä kaksi fraasia rinnastuvat keskenään. Sen sijaan niiden rytmikka on erilaista. Viidennessä fraasissa

innostuneiden hengitysten jälkeen laulu alkaa kohotahtilla. Siinä on innokas eteenpäin menevä tunnelma. Sen sijaan kuudes fraasi alkaa ilman hengityksiä melko pian edellisen fraasin perään kuin vastauksena sille. Se alkaa kuitenkin vasta tahdin toisella neljäsosalla. Fraasissa on vaisumpi ja jarruttelevampi tuntu. Sekä samojen sanojen että saman melodian toistaminen tuovat näissä fraaseissa vahvasti esiin muutokset äänenlaadussa, ilmeissä, eleissä ja ajankäytössä.

Musiikillinen hengästyminen

Pidän todella hengittämisestä, [– –] liioittelen hengitystä.²⁷
(Björk; ks. Russell & Sandall 2001.)

Yksi *Undo*-kappaleen huomiota herättävistä piirteistä on kuuluvien hengitysten käyttäminen rytmisinä elementteinä. Tämä korostuu varsinkin kertosaäkeissä. Seuraavaksi tutkin ensimmäistä kertosaettä ja sitä, miten Björk tekee siinä hengityksillä merkitystä, joka ei ole millään tapaa itsestään selvä. Tarkastelen eroja *kieliopillisen fraasin ja laulullisen fraasin* välillä. Kieliopilliseksi fraasiksi kutsun tässä ajatuksellista kokonaisuutta eli virkettä. Seuraavassa olen erottanut kieliopilliset fraasit toisistaan kauttaviivalla (/):

“It’s not meant to be a strife. / It’s not meant to be a struggle uphill.”

Laulullinen fraasi taas määräytyy sen mukaan, missä kohdissa laulaja hengittää tai missä hän jättää muuten taukoa sanojen ääntämiseen. Olen merkinnyt fraasien rajat kauttaviivalla. Fraasien aluissa kuuluvat sisäänhengitykset olen merkinnyt hakasilla (>):

“It’s / not / > meant to be a strife / > It’s not / > meant to be / > a struggle uphill.”

Laululliset fraasit pilkkovat tekstipätkän useampaan pienempään osaan kuin mitä kieliopilliset fraasit edellyttäisivät. Kun lausun tekstin kieliopillisten fraasien mukaan, se myös kuulostaa hyvin erilaiselta, kuin jos lausuisin sen Björkin käyttämien laulullisten fraasien mukaisesti. Kieliopillisten fraasien lausuminen on pääosin sanojen semanttisen tason välittämistä kuulijalle. Laulullisia fraaseja lausuessani puolestaan päästän ruumiini kuuluviin sekä hengityksinä että taukojen mukanaan tuomana rytminä.

Tällaisista lyhyistä fraaseista ja niihin liittyvistä kuuluvista hengityksistä tulee mieleen, että äänellinen minä on jollain tapaa fyysisesti rasittunut, suorastaan hengästynyt. Kuitenkaan kappaletta kuunnellessa tässä kohtaa ei tule ensimmäisenä mieleen hengästyminen, vaikka hengitykset ovatkin siinä vahvasti läsnä. “Fyysinen rasitus” ei olekaan tässä todellista laulajan fyysistä rasittumista tai hengästymistä vaan äänellisen minän musiikillista hengästymistä. Se on tyylytelty tapa tuoda esille laulun äänellisen minän kautta hengästymisen tunnusmerkit ikään kuin laulajasta etäännytettyinä. Laulaja ei tarjoa omaa ruumiillista hengäs-

²⁷ “I really like breathing, yeah [– –], I exaggerate breath.”

tymistään esitykseen vaan tarjoaa joitakin merkkejä hengästymisestä äänellisen minän käyttöön. Näin äänellisen minän tasolla muodostuu merkitys, joka viittaa jälleen siihen, että laulun ”minä” laulaa sanoja itselleen. Hän on yhtä aikaa rasitunut ja toisaalta toistelee itselleen lukuisia kertoja sanojen semanttisella tasolla, että ”sen ei ole tarkoitus olla raskasta”.

Äänellinen minä monistuu

John Potter (1998, 151) toteaa, että mikrofonilaulu mahdollistaa puheenomaisen äänentuoton myös laulaessa. Mikrofoni mahdollistaa intiimiyden esityksessä, ja tästä intiimiydestä Björk ottaa paljon irti. Hänen äänessään tapahtuu runsaasti pieniä muutoksia, jotka olisivat mahdottomia kuulla ilman laulajan läheistä kontaktia mikrofoniin. Björkin tapa intonoida melodioita on tärkeä tekijä hänen tulkinnassaan, mutta väitän, että yhtä tärkeää on hänen äänenlaatujuen muutoksiin perustuva ilmaisunsa. Mikrofoni mahdollistaa Björkin luoman äänellisen minän välittymisen kuulijoille monine vivahteineen. Potter (1998, 171) toteaaakin, että mikrofoni mahdollistaa laulajalle myös sen, että hän voi jättää avoimeksi suuren joukon mahdollisia lisämerkityksiä – hänen ei tarvitse keskittyä vahvistamaan ääntään, jotta se ulottuisi kauemmas.

Undo-kappaleessa myös muut studiotekniset keinot ovat tärkeä osa äänellisen minän synnyttämisestä. Björkin tapauksessa ”luonnollisuuden” ja teknologian yhdistelmä onkin kiehtova.²⁸ Toisaalta lauluäänessä säilyy luonnosmaisuu den tuntu, se on laadultaan paikoitellen kuin karkeaa hiomatonta materiaalia. Silti tätä materiaalia on käsitelty: sitä on pätkitty ja pätkistä on koottu kollaasi. Joissakin kohdissa tarkasti kuunneltuna voi jopa kuulla pätkien ”saumakohtat”. Tästä herääkin kysymys: miten tämä vaikuttaa kuultuun äänen virtaukseen? Äänen virtaus ei ehkä olekaan niin luonnollinen kuin mitä voisi kuvitella. Se voi olla yhtä hyvin taiteilijan tietoisten valintojen tulosta kuin intuitiolla laulaen rakennettua.

Undo-kappaleessa on se mielenkiintoinen piirre, että laulun äänellinen minä on useissa kohdissa monistettu. Tämä on tehty käyttäen hyväksi päällekkäisnauhoituksia. Tämä tuo esille sen seikan, että ”minä” ei ole yksi vaan koostuu useista äänistä tai osista. Nämä äänet voivat puhua ajallisesti yhtä aikaa ja limittyä. ”Minällä” voi olla myös monta asennetta samaan asiaan (kuten oli laita jo aiemmin esimerkissä 7, jossa kuvattiin nauruelettä). Äänellisen minän monistamisella ja sen sijoittamisella kappaleen akustiseen tilaan luodaan vaikutelma aivan kuin kuulija sijoittuisi kappaleen ”minän” pään sisälle. Kuulija asetetaan ”päänsisäisten äänten” keskelle. Mutta kenen nämä äänet lopulta ovat? Onko niin, että *Undo*-kappaleessa kuulija asetetaankin ”minäksi”, joka kuuntelee Björkin hänelle suunnittelemaa sisäistä vuoropuhelua? Ainakin tällä keinoin kuulijan on hyvin helppo samastua kappaleen minään – myötäelää ruumiin tasolla äänellisen minän tarjoamia asenteita ja kuunnella kappaleen sanomaa empaattisesti.

²⁸ Aiheesta lisää ks. Marsh & West 2003.

Laulamistapahtuman merkitykset muodostuvat yhteentörmäyksissä, joissa eri tekijät vaikuttavat toisiinsa. Tutkin näitä yhteentörmäyksiä keskittyen äänen laadun ja sanojen suhteeseen. Keskitämällä huomion tiettyihin tärkeinä pitämiini seikkoihin nostin materiaalista esille yksityiskohtia, joista merkitykset saavat alkunsa. Näin pääsin tarkastelussa mikrotasolle ilman, että analyysistä olisi tullut ylitsepääsemättömän raskas. Merkityksillä on myös tapana hukkuu, jos kaikki mahdolliset seikat otetaan huomioon. Yhden kappaleen kaikkien lauluääneen liittyvien merkitysten analyysi olisi hyvin pitkä – jollei mahdollon yritys – puhumattakaan, jos mukaan otettaisiin vielä muutkin musiikilliset elementit.

Joskus voi käydä niin, että soivasta materiaalista tuntee vahvasti esimerkiksi laulajan ilon, mutta sitä ei pysty liittämään mihinkään konkreettiseen muuttajaan äänessä. Mihin tällöin luottaa? Intuiivisen (empaattisen) kuuntelemisen tuomaan tietoon vai analyyttiseen kuuntelemiseen, joka ei tuota tietoa tavoita? Itse olen sitä mieltä, että intuitiivinen kuunteleminen on hienovireisempää ja monitahoisempaa kuin analyyttinen kuunteleminen. Analyyttinen kuunteleminen on puolestaan tarkempaa, erottelevampaa ja yksityiskohtaisempaa. Tarkkuudessaan analyyttinen kuunteleminen ei kuitenkaan aina tavoita laulamistapahtuman moniulotteisuutta. Näin ollen esimerkiksi äänen useista eri tekijöistä muodostuva ”iloisuus” jää tavoittamatta, vaikka äänessä sitä olisikin. Laulamistapahtuma on moniulotteinen ja siitä tietoisten tulkintojen tekeminen on aina pakostikin vain joihinkin ulottuvuuksiin kiinnittymistä. Mutta edes joidenkin kohtaamispiintojen ja merkitysten syntyminen valottaminen voi avata jollekin toiselle kuulijalle tien vastaanottaa kappale uudella tavalla.

Lähestyttäessä lauluäänen merkityksiä ei ole olemassa mitään valmista koodistoa, joka kertoisi meille, mitä mikäkin äänen piirre soivassa materiaalissa voisi tarkoittaa. Yksi äänenlaadullinen piirre, esimerkiksi vuotoisuus, voi olla erilainen eri yhteyksissä ja ilmentää näin erilaisia asioita. Vuotoisuuden voi tehdä esimerkiksi puskevasti paineella ja jännittyneillä suunalueen kudoksilla tai huokauksenomaisesti irtipäästämällä rennoin lihaksin.²⁹ Juuri tämän vuoksi merkitysten muodostumisen näkökulmasta tarkasteltuna ei riitä, että toteaa äänen vuotoiseksi. Pitää pystyä erottelemaan, millä tapaa ääni on vuotoinen. Mitä se voi merkitä juuri kyseisessä kohdassa, juuri kyseisten sanojen aikana? Tässä ongelmassa apunani oli Sternin (1985) vitaaliaffektin käsite ja äänen kuvaileminen kineettisin käsittein empaattisesta kuuntelemisesta käsin. Merkitysten muodostumisen näkökulmasta tarkoituksenmukaista ei ole välttämättä mennä yksittäisten lihasten liikkeisiin vaan pikemminkin kuvata äänenlaadusta kuulua ruumiin liikkeellistä olemusta tai luonnetta. Tässä tosin on suurena apuna myös analyyttisen kuuntelemisen tarjoama yksityiskohtainen tieto, joka kytkee liikkeet konkreettisesti ruumiiseen. Näin ääni ei jää leijumaan ”kevyenä” tai

²⁹ Esimerkiksi *Undo*-kappaleen kertosäkeessä ääni on lähes koko ajan hyvin vuotoinen, mutta tämä vuotoisuus on ”jännittyneitä” – ihan kuin laulaja hieman pidättelisi tai kontrolloisi ääntään. Vuotoisuus ei siis sinällään tarkoita aina rentoutta ja irtipäästämistä.

”joustavana” ilmaan vaan kiinnitty materiaan, joka synnyttää tuon keveyden tai joustavuuden.

Laulamisen sijoittumisesta ruumiiseen on varmasti yhtä monta mielipidettä kuin on laulajakin. Kuullun äänen analyysissa painottuvat ääniväylä (varsinkin kurkunseutu ja äänihuulet), koska niiden liikkeet ovat selkeimmin kuultavissa äänestä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, etteikö laulaminen olisi koko ruumiista lähtevää toimintaa ja etteikö ruumiin muissa osissa tapahtuisi laulamiselle välttämätöntä liikettä. Koska ruumis toimii kokonaisuutena, eikö voida ajatella, että kurkunseudun liikkeet voivat sinällään kertoa jotain koko ruumiin tilasta? Ruumiin voi nähdä kokonaisuutena, jolla on ainakin jossain määrin yhtenevä ”kieli” yhtenevine liikkeineen.³⁰

Lauluääntä tutkittaessa mikrotasolla herää kysymys, kuuleeko musiikin kuuntelija tietoisesti näitä mikrotason seikkoja äänessä? Ei välttämättä. Mutta kuulija voi tuntea ne. Ne ohjaavat hänet ymmärtämään laulajan tulkintaa ja laulajan asennetta sanoihin. Laulaja tarjoilee äänellään rakoja, joista kuulija voi halutessaan soluttautua laulun maailmaan sisälle, laittaa oman ruumiinsa osalliseksi. Tässä avainasemassa ovat semioottisen tason ilmaukset. On kuitenkin muistettava, että eri laulajilla ja eri laulutyyliissä semioottinen tiheys, rönsyilee, pursuaa tai uhkuu ääneen eri tavoin. Semioottista saattavat eri tyyliissä merkitä erilaiset fyysisen tason seikat. Ei siis välttämättä ole aina niin, että esimerkiksi äänen kohina (vuotoisuus, narina, alukkeet) olisi semioottista kuljettava seikka.

Voivatko tietyt semioottista kantavat äänenlaadulliset seikat muuttua symbolisiksi laulajan tyylin vakiintuessa? Mahdollisesti. Voidaan ajatella, että näin käy, kun laulajan äänelliset keinot manerisoituvat. Mutta niin kauan kuin laulaja ”ei lyö niitä lukkoon”, niin kauan kuin keinot ovat tietyllä tapaa häilyviä ja luovat elävää tulkintaa, ne voivat olla semioottista esiin tuovia seikkoja. Björkillä tuntuu olevan useita keinoja lähestyä äänellään semioottista, ja hän käyttää näitä keinoja eri tavoin eri yhteyksissä. Tämä estää liiallisen manerisoitumisen ja laulamisen muuttumisen kuolleeksi kaavaksi tai jähmeäksi asenteeksi.

Moninainen Björk

Björkin *Undo*-kappaleen tulkinnassa olennaista on kontrollin ja irtipäästämisen vuorottelu ruumiillisella tasolla. Hannah Bosma (1999) on analysoinut Madonnan ääntä samanlaisesta näkökulmasta. Hänen mukaansa Madonnan tulkinnoissa monesti symbolinen taso hallitsee. Bosma listaa seikkoja, jotka paljasta-

³⁰ Tällaisiin tuloksiin ovat tulleet tutkimuksissaan muun muassa Manfred Clynes ja Felix Trojan 1950–60-luvuilla. Clynes (ks. Laukkanen & Leino 2001, 99) on kehittänyt *dynaamisen muodon* teoriaa, jonka mukaan kaikilla ruumiin liikkeillä on sama muotokieli. Trojan (ks. *ibid.* 98) puolestaan on tutkinut *automaattista rytmiä*, jossa tarkastelun kohteena olivat pupillit ja nielu. Niiden laajuus vaihteli synkronisesti suuremman väljyyden liittyessä miellyttäviin kokemuksiin ja ahtaamman negatiivisiin.

vat tämän: selkeästi artikuloitu teksti, ei glissandoja eikä sanojen väleissä olevia ääniä. Kaikki on pikemminkin kieltä ja merkkiä. Bosma pohtii, onko naisen mahdollista päästää irti kontrollista muuttumatta voimattomaksi. Hän toteaa, että nuoremman sukupolven laulajista ainakin Björk ja Alanis Morissette ovat osoittaneet tämän olevan mahdollista. Bosma toteaaakin, että kontrollin ja luopumisen, kurinalaisuuden ja melun, symbolisen ja semioottisen välinen leikki on olennainen osa koko elämää. (Ibid.)

Simon Frith (1996, 182) toteaa, että parhaat poplaulut ovat niitä, joissa sanallinen ja musiikillinen retoriikka taistelevat keskenään, toisin sanoen niitä, joissa laulaja ja laulu taistelevat. *Undo*-kappaleessa tulee esille taistelu laulun sanojen semanttisten merkitysten ja Björkin äänenkäytön välillä. Näin lauluun muodostuu äänellinen minä, jonka asema suhteessa laulun sanoihin on moniulotteinen. Olennaista Björkin tulkinnassa on symbolisen ja semioottisen tason välinen ristiriita, joka luo kappaleeseen toden tuntuisen äänellisen minän: ristiriitaisen ja moninaisen.

Suuri osa Björkin persoonatyylin piirteistä on palautettavissa hänen henkilökohtaiseen imagoonsa ylitunteellisena ja liiallisuuksiin menevänä mutta toisaalta pohtivana ja ”luonnonläheisenä” hahmona. Hänen tyyliinsä piirteet eittämättä viittaavat myös hänen historiaansa avantgarden ja punkin parissa. Osa Björkin äänenlaadullisista tulkinnan keinovaroista voi selittyä myös sillä, että hänen äidinkielenään on islanti. Toisaalta edellä kuvailemani äänen piirteet eivät esiinny kaikissa Björkin laulamissa kappaleissa. Björkin on siis mahdollista valita, käyttääkö hän esimerkiksi alukkeita vai ei. Näin ollen niitä voidaan tarkastella kappaleen tulkintaan liittyvinä tekijöinä, jotka eivät ole staattisia maneeereja vaan elävää tulkintaa.

Björk on maininnut itse, ettei juuri kuuntele muita laulajia (ks. Russell ja Sandall 2001). Näin hän haluaa säilyttää laulutyyliinsä ”autenttisuuden” ja ”omavaraisuuden”. Hän on myös todennut, että hänen äänestään voi kuulla, kenen kanssa hän on keskustellut viime viikolla. (Ibid.) Björk onkin imenyt vaikutteita monesta suunnasta ja sulauttanut nuo vaikutteet osaksi omaa tekemistään niin taitavasti, että häntä on vaikea kategorisoida laulajana tai muusikkona. Toisaalta hänen voi sanoa olevan laulaja/lauluntekijä, tarinankertoja, toisaalta hän on elektronisen musiikin taitaja, populaarimusiikko, jonka ilmaisu lähenee yhä enenevässä määrin taidemusiikin (esitys)käytäntöjä. Björkin jos kenen kohdalla populaari/taide-erottelu tuntuukin tyhjänpäiväiseltä ja liian karkealta. Häntä on myös vaikea ahtaa naismuusikko-kategoriaan. Simon Reynolds ja Joy Press toteavat, että naisten rockiin tuomat innovaatiot ovat lähinnä lyriikoiden, esittämisen, ideologian ja retoriikan saralla (ks. Whiteley 2000, 8). Sheila Whiteley muistuttaa kuitenkin naismuusikoiden välisistä eroista. Björkin musiikillinen ilmaisu asettuukin yhtä lähelle (tai kauas) niin Tori Amosin verbaalista akrobatiaa kuin miesrokkia edustavan Radioheadin tai trip hoppia edustavan Massive Attackin innovatiivisia saundimaailmojakin.

Lähteet

Musiikkianalyttinen aineisto

- Björk 2001. *Vespertine*. Björk Overseas Ltd. / One Little Indian Ltd. TPLP 101CD. CD-levy.
- 2002. *Björk. Royal Opera House*. Ohj. David Barnard. One Little Indian Ltd, Wellhart, BBC co-production. Konserttitaltiointi DVD.

Haastattelut ja muu tutkimusaineisto

- Russell, Mark & Robert Sandall 2001. *Mixing It – Björk* [Björkin haastattelu]. <http://www.bbc.co.uk/radio3/world/bjorktext.shtml> (tarkistettu 6.8.2003).
- Toop, David 2001. *Björk – Vespertine Biography*. <http://unit.bjork.com/specials/vespertine/pictures/vespbio/> (tarkistettu 6.8.2003).
- 2002. *An Interview with Björk*. One Little Indian Ltd. Haastatteluvideo.
- Walker, Christopher 2002. *Inside Björk*. An Endemol UK Production for One Little Indian Limited. Suom. *Björk – Islantilainen ikoni*. Yle TV1, Yle Import 2003. Suomenenos Kari Salonen. Dokumenttifilmi.

Kirjallisuus

- Aksnes, Hallgjerd 1998. Music and its Resonating Body. Teoksessa *Musical Signification: Between Rhetoric and Pragmatics*. Toim. Gino Stefani, Eero Tarasti ja Luca Marconi. Bologna: CLUEB. 173–182.
- Barthes, Roland 1985. Rasch. Teoksessa *The Responsibility of Forms. Critical Essays on Music, Art, and Representation*. Kääntänyt Richard Howard. Oxford: Basil Blackwell. 299–312. [Orig. L'obvie et l'obtus 1982.]
- 1989. The Grain of the Voice. Teoksessa *On Record. Rock, Pop and the Written Word*. Toim. Simon Frith ja Andrew Goodwin. New York, NY: Pantheon Books. 293–300.
- Bosma, Hannah 1999. Madonna's Voice. A Paper presented at Feminist Theory and Music 5 conference, London. <http://cf.hum.uva.nl/~hannah/paperftm5.html> (tarkistettu 5.9.2003).
- Brummer, Olli 2004. Läsnaolon ja poissaolon musiikkia. Psykoanalyttinen näkökulma Puccinin *Vecchia zimarra* -aariaan ja Elgarin *Nimrod*-variaatioon. *Musiikki* 3: 64–90.
- Erkkilä, Jaakko 1997. *Musiikin merkitystasot musiikkiterapian teorian ja klinisen käytännön näkökulmista*. Jyväskylä Studies in the Arts 57. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Frith, Simon 1996. *Performing Rites. On the Value of Popular Music*. Cambridge: Harvard University Press.
- Grossberg, Lawrence 1995. *Mielihyvän kytkennät. Risteilyjä populaarikulttuurissa*. Suom. ja toim. Juha Koivisto, Mikko Lehtonen, Ensio Puoskari ja Timo Uusitupa. Tampere: Vastapaino.
- Hebdige, Dick 1990. Style as Homology and Signifying Practice. Teoksessa *On Record. Rock, Pop and the Written Word*. Toim. Simon Frith ja Andrew Goodwin. London: Routledge. 56–65.
- Hennion, Antoine 1990. The Production of Success. An Antimusicology of the Pop Song. Teoksessa *On Record. Rock, Pop and the Written Word*. Toim. Simon Frith ja Andrew Goodwin. London: Routledge. 185–206.
- Hodge, Robert & Gunther Kress 1988. *Social Semiotics*. Cambridge: Polity Press.
- Hyypä, Markku T. 1986. *Ruumiinkieli*. Helsinki: Otava.

- Klemola, Timo 2005. *Taidon filosofia – filosofin taito*. Tampere: Tampere University Press.
- Koivunen, Anu & Marianne Liljeström 1996. Paikantuminen. Teoksessa *Avainsanat. 10 askelta feministiseen tutkimukseen*. Toim. Anu Koivunen & Marianne Liljeström. Tampere: Vastapaino. 271–292.
- Kristeva, Julia 1993. *Puhuva subjekti. Tekstejä 1967–1993*. Suom. Pia Sivenius, Tiina Arppe, Kirsi Saarikangas, Helena Sinervo ja Riikka Stewen. Helsinki: Gaudeamus.
- 1999. *Musta aurinko. Masennus ja melankolia*. Suom. Mika Siimes. Helsinki: Nemo. [Orig. *Soleil noir, dépression et mélancolie* 1987.]
- Large, John & Shigenobu Iwata 1971. Aerodynamic Study of Vibrato and Voluntary ‘Straight Tone’ Pairs in Singing. *Folia Phoniatica* 23: 50–65.
- Laukkanen, Anne-Maria & Timo Leino 2001. *Ihmeellinen ihmisääni. Äänenkäytön ja puhetekniikan perusteet, arviointi, mittaaminen ja kehittäminen*. Helsinki: Gaudeamus.
- Leeuwen, Theo van 1999. *Speech, Music, Sound*. London: Macmillan Press Ltd.
- Lehtonen, Kimmo 1996. *Musiikki, kieli ja kommunikaatio. Mietteitä musiikista ja musiikkiterapiasta*. Jyväskylän yliopiston musiikkitieteen laitoksen julkaisusarja A: tutkielmia ja raportteja 17. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Lindberg, Ulf 1995. *Rockens Text. Ord, Musik och Mening*. Stockholm: Brutus Östlings Bokförlag Symposion.
- Lång, Markus 1995. Samastuminen taiteen vastaanoton ongelmana. Erytistarkastelun kohteena säveltaide. *Musiikki* 3: 249–280.
- Marsh, Charity & Melissa West 2003. The Nature/Technology Binary Opposition Dismantled in the Music of Madonna and Björk. Teoksessa *Music and Technoculture*. Toim. Leslie C. Gay & Rene T. Lysloff. Middletown: Wesleyan University Press. 182–203.
- Minkkinen, Marja 2005. Kaija Saariahon vokaalinen kirjoitus teoksissa *Du gick, flög ja From the Grammar of Dreams*. Teoksessa *Elektronisia unelmia. Kirjoituksia Kaija Saariahon musiikista*. Toim. Anne Sivuoja-Gunaratnam. Helsinki: Yliopistopaino. 49–84.
- Parviainen, Jaana 1999. Fenomenologinen tanssianalyysi. *Tanssin tutkimuksen vuosikirja* 3 (“Askelmerkkejä tanssin historiasta, ruumiista ja sukupuolesta”): 81–97.
- 2002. Kinesteettinen empatia. Pohdintoja Edith Steinin empatiakäsityksen ulottuvuuksista. Teoksessa *Kokemus*. Toim. Leila Haaparanta ja Erna Oesch. *Acta Philosophica Tamperensia*, Vol. 1. Tampere: Tampere University Press. 325–347.
- Potter, John 1998. *Vocal Authority. Singing Style and Ideology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rautiainen, Tarja 2003. Laulettu historia – suomalaisuus ja affektit populaarimusiikissa. *Lähikuva* 3: 8–17.
- Rechardt, Eero 1991. Minuuden kokeminen musiikissa. *Musiikkitiede* 2: 19–33.
- Stern, Daniel N. 1985. *The Interpersonal World of the Infant. A View from Psychoanalysis and Developmental Psychology*. New York, NY: Basic Books.
- Sundberg, Johan 1987. *The Science of the Singing Voice*. Illinois: Northern Illinois University Press.
- Tarvainen, Anne 2004. Laulaminen liikkeenä. *Musiikin suunta* 3: 5–15.
- Välimäki, Susanna 1998. Musiikin ei-kielellinen merkitysmaailma. *Musiikki* 4: 371–393.
- 2003. Psykoanalyttinen lähestymistapa musiikintutkimuksessa II. Psykoanalyttisen musiikintutkimuksen suuntauksista ja tutkimustyypeistä. *Musiikki* 2–3: 52–99.
- 2005. *Subject Strategies in Music. A Psychoanalytic Approach to Musical Signification*. *Acta Semiotica Fennica* XXII, Approaches to Musical Semiotics 9. Helsinki & Imatra: Semiotic Society of Finland & International Semiotics Institute.
- Whiteley, Sheila 2000. *Women and Popular Music. Sexuality, identity and subjectivity*. London: Routledge.

FM Anne Tarvainen (anne.tarvainen@rokki.net) tekee laulamista liikkeenä käsittelevää väitöskirjaa Tampereen yliopiston Musiikintutkimuksen laitoksella.

”Between me and myself”

– The Formation of vocal self in Björk’s song *Undo*

This article explores Björk’s vocal interpretation of her song *Undo*. The main focus is on the changes in her voice quality. The question is, how does she use different kind of voice qualities and how do these qualities relate to the lyrics of the song? By making small variations in her singing voice she brings her bodily attitude to the vocal interpretation, thus giving birth to the vocal self of the song. The method used here combines emphatic and analytic listening. The first one is based on the researcher/listener’s bodily intuition and imitation. The second one is a combination of listening strategies from speech research to phonetics as well as music analysis. The article also draws on psychoanalytic music research.