



OPETUSMATERIAALIA REAPERILLE

Sekvensseriohjelman aakkoset

Ari Suomela

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Musiikkipedagogi
Musiikkiteknologian sv

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Musiikin koulutusohjelma
Musiikkiteknologian suuntautumisvaihtoehto

Ari Suomela:
Opetusmateriaalia Reaperille
Sekvensseriohjelman aakkoset

Opinnäytetyö, 44 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Toukokuu 2015

Tämä opinnäytetyö on tarkoitettu opastamaan aloittelevaa ja vähän pidemmälläkin olevaa Reaper-sekvensseriohjelman käyttäjää. Työ sisältää opetusmateriaalia sekä blogiteksti- että screencast-muodossa. Kaikki tehty materiaali on saatavilla vapaasti internetissä.

Sekä blogitekstit että videoleikkeet etenevät jossain määrin samassa järjestyksessä kuin missä Reaperiin kannattaa tutustua: videoleikkeet alkavat ohjelman asennuksesta, blogissa koitetaan saada ohjelmasta ääntä ulos asentamalla tietokoneeseen ensin muutama ohjelmistoinstrumentti. Jos blogin haluaa lukea kokonaan, kannattaa aloittaa lukeminen vanhimmasta viestistä. Blogista voi hyvin lukea myös pelkästään itseä kiinnostavat asiat, yksi aihe käsitellään kohtalaisen kattavasti aina yhdessä postauksessa. Blogin pitäminen ajoittuu melko pitkälle ajanjaksolle; ensimmäinen postaus on tehty helmikuussa 2013, ja tarkoitus on jatkaa kirjoittamista hamaan tulevaisuuteen, aina kun aiheita ilmenee ja aikaa on.

Asiasanat: Reaper, sekvensseriohjelma, audiotyöasema, opetusmateriaalia

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor's degree in music technology

Ari Suomela:
Learning Reaper Sequencer Program
ABC to sequencing

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 9 pages
May 2015

This bachelor's thesis is intended to support both beginners and more experienced users of REAPER Digital Audio Workstation software. It includes teaching material in the form of blog texts and screencasts. All material is freely available on the Internet.

Both blog texts and video clips progress to some extent in the same order as it is worth to explore the REAPER software: the video clips begin with how to install the software, in the blogs the intention is to generate sound using the software by first installing some software instruments. If you want to read the entire blog, you might want to start reading from the oldest messages. You may also want to read only the themes that are of interest to you, each theme is dealt with fairly comprehensively in each post.

The blog has been updated during a fairly long period of time; the first blog was posted in February 2013, and the intention is to continue writing into the distant future, whenever topics arise and time permits.

Key words: Reaper, sequencer, DAW, digital audio workstation, teaching material

SISÄLLYS

1	Opinnäytetyön lähtökohdat	5
2	Sekvensserin määritelmä ja hiukan historiaa	7
2.1	Mitä sekvensseriohjelmalla tehdään?	7
2.2	MIDI	9
2.3	Sekvensseriohjelman merkityksestä	10
3	Sekvensseri historiallisesta näkökulmasta.....	11
3.1	Mozart ja soittorasiat	11
3.2	Jako kolmeen	12
3.3	1980-luku	14
3.4	1990-luku	15
3.5	VST(i)	16
4	Reaperin ominaisuuksia	18
4.1	Hyvää ja huonoa	18
4.2	Mallintava kaiku	19
4.3	Tuetut tiedostomuodot	20
4.4	Monenlaisia markkereita.....	21
4.5	Äänitystä	21
4.6	Skriptejä ja makroja	22
4.7	Softasoitinten metsästystä.....	23
4.8	Cockos	24
5	Musiikkiteknologian opetus Porvoossa.....	25
5.1	Alkuvuodet.....	25
5.2	Rautaa ja softaa	25
5.3	Opetus nykyään.....	26
6	Oma taustani.....	28
6.1	ABC80 ja Commodore 64	28
6.2	SCC-1.....	28
7	Reaper-oppaan tekeminen	30
7.1	Blogi.....	30
7.2	Ruutukaappausvideot.....	31
8	Pohdinta.....	34
	LIITTEET	36
	Liite 1. Haastateltavana Geoffrey Francis	36
	Liite 2. Toisinkin voi tehdä	39
	Liite 3. Ilmaisia virtuaalisoitinimä	41
	Liite 4. Muita linkkejä	43

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Opinnäytetyöni aihe on opetusmateriaalin tekeminen Reaper-nimiselle sekvensseriohjelmalle. REAPER (Rapid Environment for Audio Production, Engineering, and Recording) on Cockos-nimisen yhtiön julkaisema sekvensseriohjelma. Sitä ei voi ostaa kaupasta, vaan 60 päivän kokeiluversio ladataan ohjelman kotisivuilta. Kokeiluversiossa on ns. nalkutus-ikkuna kun sen avaa, mutta muutoin se toimii ilman kopiosuojausta aivan kuin täysversiokin. Ohjelma on saatavana seuraaville käyttöjärjestelmille: Microsoft Windows (XP/Vista/7/8) ja Mac OS X (10.4-10.10). Linuxille ohjelmaa ei toistaiseksi saa, mutta se toimii myös Wine:n avulla. Reaperin ensimmäinen julkinen versio ilmestyi joulukuussa vuonna 2005.

Reaperille tyypillisiä piirteitä ovat ulkoasun muokattavuus teemojen avulla, nopeus, rajoittamaton raitamäärä, erilaisten asetusten runsaus ja asennustiedoston pienuus. Melko edullisesta hinnasta ja pienestä koostaan huolimatta Reaper sopii vaativaankin äänitys- ja studiotyöhön.

Työni koostuu seuraavista osioista:

- Blogi-muotoon kirjoitettu opas osoitteessa <http://reaperista.blogspot.fi/> Tätä kirjoitettaessa tekstejä on kertynyt 20 artikkelin verran.
- Ruutukaappausvideoleikkeitä osoitteessa <http://emute.edu.fi/>
- Tämä kirjallinen osuus

Motiivini opetusmateriaalin tekemiseen on pitkälti oma tarve: opetan musiikkiteknologiaa Porvoonseudun musiikkiopistossa, ja sekvensseriohjelman tunteminen on tärkein ja samalla laajin opetussuunnitelman osa-alue. Suomenkielistä opiskelumateriaalia ei kuitenkaan liiemmin ole, ja tavoitteena onkin tehdä opas Reaperin käytön alkutaipaleelle. Tunneilla asiat opiskellaan enimmäkseen itse tekemällä, mutta esim. kertaamisessa ja mahdollisten oppilaan poissaolojen vuoksi materiaalia on hyvä olla muuallakin kuin opettajan päässä. Lisäksi joka vuosi muutama oppilas yleensä innostuu asiasta niin paljon että hankkii itselleenkin vähän äänituskalustoa ja asentaa sekvensseriohjelman kotikoneelleen. Myös tällöin on hyvä jos syventävää materiaalia on tarjolla lukuvuoden pituisen kurssin jälkeenkin.

Videoleikkeiden osalta lopputyöni etenee kronologisesti alkaen ohjelman asennuksesta. Kaikkein mutkikkaimmat aiheet, joihin peruskäytössä harvemmin edes törmää, on jätetty tästä työstä pois. Suurimmalle osalle musiikkiopiston oppilaista sekvensseriohjelmat ovat entuudestaan tuntemattomia, eikä melko vähäistä tuntimäärää kannata käyttää jonkin yksittäisen detaljin perinpohjaiseen opettelemiseen; kokonaisuuden hahmottaminen on tärkeämpää. Sellaiset oppilaat, joita kiinnostaa esim. Reaperin skriptikieli ja sen tarjoamat API-funktiot ohjelmoijan näkökulmasta, osaavat varmasti etsiä tarvitsemansa tiedon itsekin.

Toinen motiivini on kertoa muillekin kuin omille oppilailleni, miten tämä mainio sekvensseriohjelma toimii, ja samalla olla osa sitä yhteisöä, joka ohjelman ympärille on muodostunut. Avoin oppimateriaali -malli sopii tähän projektiin erinomaisesti siinäkin mielessä, että Reaper on ainakin käyttäjän näkökulmasta varsinainen reilun kaupan sekvensseri: halpa hinta, ei kopiosuojausta, aktiivinen käyttäjäyhteisö, ilmaiset teemat ja SWS-lisäosa, joka yksinkertaistaa joitakin rutiinitehtäviä.

Kolmas, ja varmasti tärkein motiivi oli oma oppiminen: Reaper oli sekvensserimarkkinoilla itselleni täysin uusi tuttavuus, joka jo muutaman kokeilun perusteella tuntui toimivan kuin unelma, ja sillä pystyi tekemään paljon enemmän ja nopeammin kuin aiemmin käyttämälläni ohjelmalla. Niinpä halusin ottaa siitä selvää perinpohjaisesti, ja lopputyötä tehdessä aiheeseen oli suorastaan pakko syventyä. Opinnäytetyön kirjoittamista aloitellessani olin jo lähes varma siitä että siirryn käyttämään sekvensseriopetuksessa yksinomaan Reaperia, ja nyt, parin vuoden jälkeen ja ohjelmaan hiukan enemmän perehtyneenä ja sitä opettaneena voin vain todeta että valinta oli onnistunut. Reaper on niin laaja ja monipuolinen ohjelma, että oppimista ja uusia oivalluksia riittää myös tuleviksi vuosiksi. Se on myös riittävän helppokäyttöinen, jotta oppilaat voivat halutessaan tehdä äänityksiä myös kurssin jälkeen.

Reaper on saanut paljon myönteistä julkisuutta mm. englantilaisessa Sound on sound -lehdessä, joka on julkaissut ohjelmasta lukuisia artikkeleita ja arvioita. Samoin yhdysvaltalainen Kenny Gioia on tehnyt video-opastuksia mm. Reaperista ja muistakin audio-työkaluista Groove3-firmalle. Tämän kirjallisen työn lopussa on linkkejä edellä mainituille ja muillekin nettisivustoille, joista itselleni on ollut paljon hyötyä ohjelmaa opetellessa. (Liite 4)

2 Sekvensserin määritelmä ja hiukan historiaa

Musiikkiteknologian piirissä tärkein yksittäinen tietokoneohjelmatyyppi lienee sekvensseri: sen avulla tehdään nykyään suurin osa maailman kaikesta äänittämisestä, miksausesta ja masteroinnista. Kokonainen äänite ensimmäisestä ideasta valmiiksi tuotteeksi valmistuu nykyään useimmiten tietokoneen sisällä, sekvensseriohjelmassa.

2.1 Mitä sekvensseriohjelmalla tehdään?

Yksi vastaus on ”sillä voi äänittää ja muokata musiikillista tietoa.” Tarkempi vastaus on ”sillä voi äänittää ja muokata MIDI- ja digitaalista audiotietoa.” MIDI on eräänlainen kieli, joka kuvaa musiikkiesitystä. Se käyttää numerokoodeja, joiden avulla MIDI-soitin osaa laittaa äänen soimaan halutulla voimakkuudella ja mahdollisilla efekteillä höystettynä, ja sitten sammuttaa sen oikeaan aikaan. Sekvensseriohjelma on työkalu, jolla voidaan äänittää ja muokata monta kerrosta näitä tietoja, yleensä sävellys- tai sovitustarkoituksessa. (Williams & Webster 2008, 230-231)

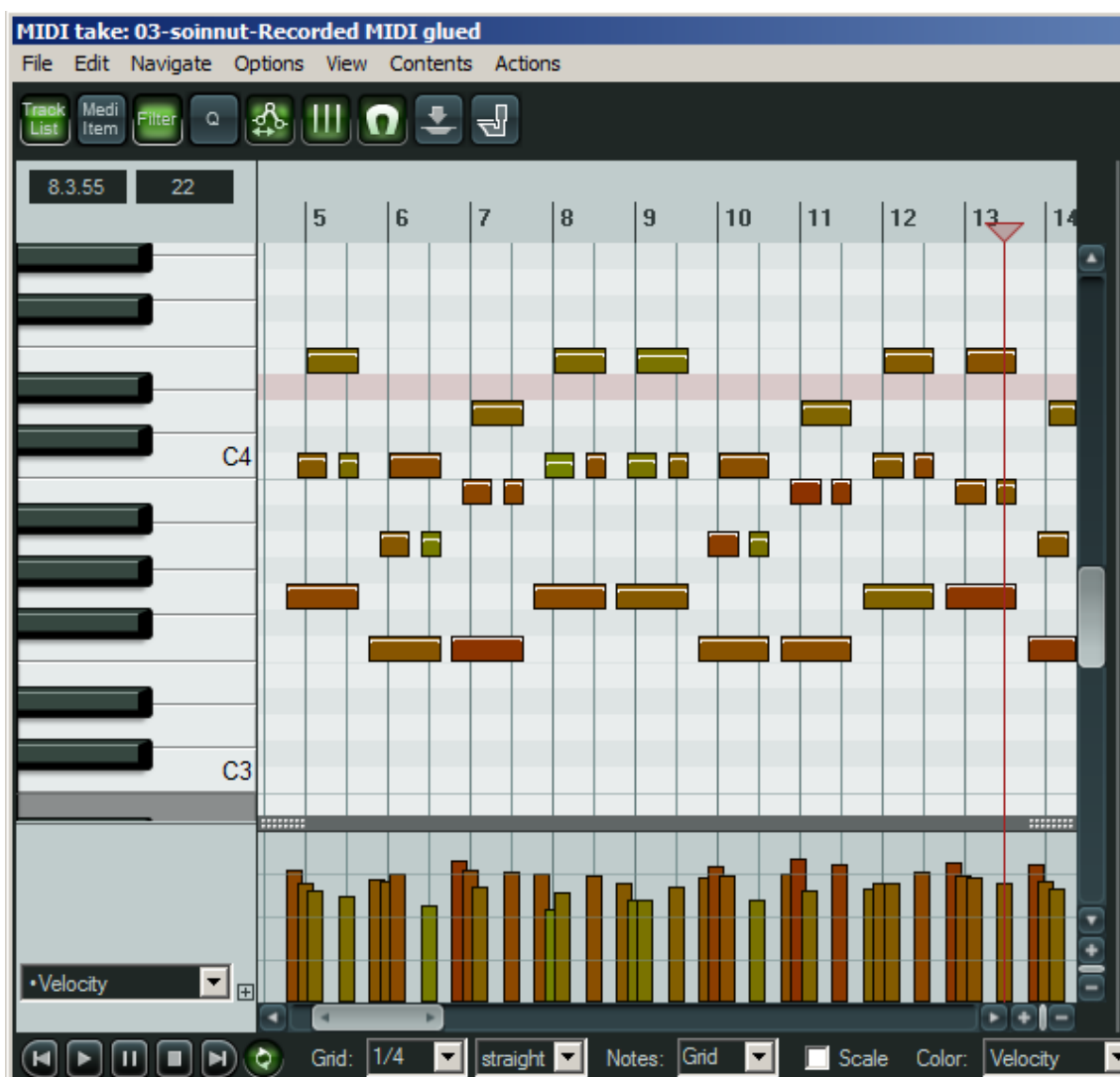
Sekvensserillä voi tehdä töitä monellakin tavalla. Yksi esimerkki voisi olla vaikka seuraavanlainen: Tehdään ohjelmaan uusi raita ja määritellään sille jokin virtuaalisoitin, tässä esimerkissä vaikkapa huilu, joka on aiemmin asennettu tietokoneeseen. MIDI-koskettimiston avulla äänitetään huilustemma ko. soittimen äänenvärillä. Jos halutaan tehdä rytmisesti tarkasti, voidaan käyttää metronomia naksuttamaan haluttua tempoa taustalla. Useimmat koskettimistot ja virtuaalisoitimet reagoivat myös koskettimien painonopeuteen, ts. eri voimakkuuksiin.

Kun äänitys on valmis, voidaan soitettu stemma kuunnella. Jos rytmisessä tarkkuudessa on toivomisen varaa, tai halutaan muuntaa rytmi vaikkapa kolmimuunteiseksi swingiksi, se onnistuu kvantisoimalla (täsmällistämällä) äänitys. Myös dynamiikkaan, äänten pituuksiin, ja oikeastaan kaikkeen mahdolliseen voidaan vaikuttaa äänityksen jälkeenkin. Myös soitin voidaan vaihtaa johonkin toiseen: miltähän huilustemma kuulostaisi oboella soitettuna.

Seuraavaksi äänitetään lyömäsoitinraita. Äänittämiseen käytetään samaa koskettimistoa kuin huiluraidallekin, vain soundi on vaihtunut. Bassorumpu soitetaan yhdellä koskettimella, virveli toisella. Kolmannella soitetaan ride-symbaalia ja neljännellä pikku-

tomia. Jos sormet ja rytmitaju loppuvat kesken, voi rumpusetin äänittää yksi soitin kerrallaan joko samalle tai eri raidoille. Äänityksen aikana voidaan kuunnella äsken tallennettua huilustemmaa sekä pohjalle vähitellen muodostuvaa rumpukomppia. Ensimmäisellä kierroksella soitetaan esim. bassorumpu, toisella virveli, jne. Samoin kuin huiluraidalla, myös lyömäsoittimet voi kvantisoida soiton jälkeenkin. Huilun ja lyömäsoitinten jälkeen lisätään mahdolliset muutkin halutut soittimet raita kerrallaan.

Virtuaalisoitimien lisäksi sekvensseriohjelmaan voidaan äänittää mikrofonin ja äänikortin avulla audiota: oikeita akustisia soittimia, laulua, puhetta, mitä tahansa ääntä. Äänityksen jälkeen voi halutessaan muuttaa äänen väriä tarpeen mukaan korostamalla ja/tai vaimentamalla haluttuja taajuuksia, vaikkapa lisätä himpun verran kaikua, ja vaikuttaa monilla muillakin tavoilla äänen sointiin. Äänityksen tuloksena meillä on nyt haluttu määrä MIDI- ja audioraitoja, joita voi vielä muokata edelleen.



Kuva 1. MIDI-tapahtumien editointia Reaperin pianoroll-näkymässä.

2.2 MIDI

MIDI on lyhenne sanoista Musical Instrument Digital Interface {musiikkilaitteiden numeerinen liitäntä}. (Romanowski 1990, s. 9)

MIDI on suurimpien laitevalmistajien sopimus sähköisten musiikkilaitteiden välisestä tiedon siirrosta sekä tiedon muodosta. Se on yhteinen kieli sille, miten jokin laite tuottaa, siirtää tai muokkaa äänen synnyttämiseen tarvittavaa ohjaustietoa. Se sisältää myös tiedon laitteiston yhteisestä tahdistuksesta. (Romanowski 1990, 9)

MIDI-laitteiksi kutsutaan kaikkia niitä laitteita, joissa on joko valmis MIDI-liitäntä tai jotka ovat erilaisten muuntimien tai sovittimien avulla liitetty MIDI-verkkoon. Tavallisin MIDI-laite on sähköinen kosketinsoitin, kuten syntesoiija tai elektroninen piano. Tietokone on nykyään keskeinen MIDI-laite suuren muistikapasiteettinsa, tehokkuutensa ja monipuolisuutensa ansiosta. (Hirvi & Tuominen 1995, 12)

MIDI 1.0 -sopimuksen (käytännössä standardin) mukainen tieto on numeerista (peräkkäisiä nollia ja ykkösiä), ja se liittyy pääasiassa äänitapahtumien ohjaukseen, siis ei suoranaisesti itse fysikaaliseen ääneen. MIDI-kaapelia pitkin välittyy vain musiikin esityskäskyjä mutta ei mitään ääntä. MIDIä voidaan pitää perinteisen nuottikirjoituksen sähköisenä vastineena (ihminen-konesysteemin välikielenä). Se mahdollistaa eri valmistajien musiikkilaitteiden keskinäisen ohjauksen sekä tietokonelaitteiston liittämisen soitinlaitteistoon. (Romanowski 1990, 9)

Kun MIDI aikoinaan kehitettiin, sen luojat eivät ehkä aavistaneet millaiset seuraukset heidän luomuksellaan olisi. Heidän alkuperäisenä tarkoituksenaanhan oli helpottaa syntesoijien liittämistä toisiinsa, sillä 70-luvulla ilmestyneiden polyfonisten syntesoijien yhteenliittäminen oli ylen hankalaa. Jos laitteet olivat vielä eri merkkisiä, tehtävä oli lähes mahdoton. Kerrostetuista soundeista oli kuitenkin tullut monelle kosketinsoittajalle suorastaan tavaramerkki. Äänitysstudioissa kerrostaminen oli helppoa moniraitanauhurin avulla, mutta livetilanteessa samaa soundia oli hyvin vaikea tuottaa. (Hirvi & Tuominen 1995, 12)

Vaikka MIDI olikin vielä monilta osiltaan kesken, vuoden 1983 aikana ilmestyivät kuitenkin ensimmäiset MIDI-liitännällä varustetut soittimet. Samana kesänä NAMM-

messuilla yhdistettiin ensimmäistä kertaa julkisesti kaksi uutta MIDI-soitinta, Roland Jupiter 6 ja Sequential Prophet 600. Yritys ei onnistunut, ja lehdistä saatiin lukea sarkastisia huomautuksia uudesta MUDI:sta (Musically Unusable Digital Interface). (Hirvi & Tuominen 1995, 13)

2.3 Sekvensseriohjelman merkityksestä

Sekvensseriohjelma on käytännössä se ohjelma, jonka avulla nykyään tallennetaan jälkipolvien kuultaviksi suurin osa maailman musiikista. Ennen digitaalisen tallennuksen vallankumousta kelvoinen äänitysstudio analogisine äänipöytineen maksoi paljon rahaa. Oikean studion suunnittelu, rakentaminen ja akustointi maksavat edelleen paljon rahaa, mutta digitaalisuus on mahdollistanut ammattistudioiden rinnalle kotistudiot, joihin ei välttämättä tarvita kovin kalliita laitteita: Reaper maksaa noin 46 euroa, ja kun siihen päälle laskee hinnan äänikortille, tietokoneelle ja muutamalle mikrofonille, niin budjetti pysyy edelleen melko siedettävänä. Laadukasta ääntä voi saada talteen myös olohuoneen nurkassa; erityisesti tietokoneiden, mikrofonien ja äänikorttien kehittyminen ja halpeneminen, samoin kuin ohjelmistopuolella sopivien plug-inien laatu alkaa olla sitä luokkaa, että pienellä ja suhteellisen edullisella kalustolla pärjää hyvin.

Sekvensseriohjelmalla äänitetyn materiaalin voi tallentaa halutussa tiedostomuodossa (tai -muodoissa). Tämä haluttu muoto voi olla esim. kaksikanavainen stereotiedosto, jonka voi polttaa cd-levylle tai lähettää edelleen esim. masteroijalle, tai monikanavaääni, jota voi kuunnella kotiteatterijärjestelmällä. Monet sekvensseriohjelmat, Reaper mukaan lukien, osaa tallentaa äänitiedostoja myös mp3- ja muihin pakattuihin tiedostomuotoihin, jotka voi siirtää nettiin kaikkien kuunneltavaksi tai lähettää sähköpostiliitteenä ystäville.

3 Sekvensseri historiallisesta näkökulmasta

3.1 Mozart ja soittorasiat

Williams & Webster, 2008, kertoo sekvensserien alkuajoista:

Musiikilliset sekvenssikoneet ovat historiallisesti jo melko vanhoja keksintöjä. Yksi selkeä alku voisi olla 1700-luvun soittorasiat ja Mozartin posetiiville (barrel organ) säveltämä musiikki. Näitä seurasivat automaattipianot ja niille tehdyt paperiset piano-kääröt, joita musiikin monimutkaisuutta ja kaavoja ymmärtäneet taiteilijat tekivät. Vuonna 1804 Johann Nepomuk Mälzel suunnitteli ja valmisti soittimen, jolle antoi nimeksi Panharmonicon. Sitä ohjattiin ilmanpaineella ja sen piti tuottaa perinteisiltä soittimilta kuulostavia äänensävyjä. Beethoven sävelsi tälle soittimelle "Wellington's Victory" (Op. 91) -nimisen teoksen, mutta teknisten ongelmien vuoksi sitä ei koskaan esitetty panharmoniconilla. (Williams & Webster 2008, 230–231)

1800-luku, varsinkin sen loppupuoli ja 1900-luvun alku oli soittorasioiden (music box) kulta-aikaa. Varsinaisen mekanismin kehitti sveitsiläinen kelloseppä Antonie Farve vuonna 1796. Hän rakensi soittorasiansa taskukelloon. (Iowa State University 2012)

1900-luvun alussa alettiin tehdä varhaisia sähköllä toimivia soittimia, joilla soitettiin jonkinlaisia sekvenssejä. 1920-luvulla Armand Givelet ja Edouard Eloi Coupleux kehittivät "pillittömät urut" (Pipeless Organ), joka oli samalla yksi ensimmäisistä ohjelmoitavista analogisista syntetisoijista. Samaan aikaan Seeburg, Wurlitzer ja muutama muu rakensivat ensimmäisiä sähköisiä jukeboxeja. (Williams & Webster 2008, 230–231)

1950-luvulla kokeiltiin ensimmäisiä tietokonepohjaisia syntetisoijia, kuten ILLIAC ja RCA Mark 11. Näissä musiikki koodattiin paperikortteihin rei'ittämällä. (Williams & Webster 2008, 230–231)

Seuraavalla vuosikymmenellä transistorin keksiminen auttoi Buchlaa luomaan transistoripohjaisen analogisyntetisoijan, ja siihen ensimmäisen elektronisen sekvensserin. Moog puolestaan valmisti syntetisoijan, josta tuli menestys. Pienillä koskettimistoilla varustettujen syntetisoijien kasvu jatkui 1970-luvulla, silloin markkinoille tulivat Prophet-analogisyntetisoija, Farlight ja Synclavier, joissa oli reaaliaikainen sekvensointi. Linn-

yhtiö valmisti ensimmäisen rumpukoneen ja Roland ensimmäisen mikroprosessorilla varustetun digitaalisen sekvensserin. (Williams & Webster 2008, 230–231)

Sekvensserien todellinen läpimurto alkoi tietenkin MIDIn ja henkilökohtaisten tietokoneiden myötä 1980-luvulla. Roland Jupiter 6 ja Yamaha DX7-koskettimistot olivat ensimmäisiä MIDI-soittimia. Sen jälkeen sadat erilaiset koskettimistot ovat seuranneet toisiaan, monissa sekvensseri sisäänrakennettuna, aivan kuten aikoinaan Buchlassa. (Williams & Webster 2008, 230–231)

Tietokonepuolella 1980-luku oli kasvun aikaa sekä PC:n että Macintoshin musiikin tekemiseen liittyville ohjelmille. IBM valmisti Music Feature Card'in, jonka avulla ääntä pystyi kontrolloimaan ohjelmallisesti. Mark of the Unicorn'in Performer-ohjelma Macille oli ensimmäinen ammattimainen ohjelmistopohjainen sekvensseri tietokoneelle. (Williams & Webster 2008, 230–231)

Ensimmäisen sähköllä toimivan sekvensserin, Electroniumin, kehitti yhdysvaltalainen säveltäjä ja sähköisten soitinten keksijä Raymond Scott vuonna 1948 (tai 1949, lähteestä riippuen):

Kaikista Scottin saavutuksista mikään ei ollut tärkeämpi kuin hänen vuonna 1949 kehittämänsä Electronium, yksi ensimmäisistä syntetisoijista ikinä. "Välitön sävellyskone," Electronium, generoi musiikkia satunnaisilla äänillä, rytmeillä ja äänensävyillä. Scott itse kiisti keksineensä syntetisoijan prototyypin – hänen laitteessaan ei ollut koskettimistoa – mutta yhtenä ensimmäisistä keinoälyn avulla musiikkia luoneista koneista sen merkitys tiennäyttäjänä elektronisten sävellysten tulevaisuuteen on kiistaton.

(<http://raymondscott.com/>)

3.2 Jako kolmeen

Electronic Music Wiki -sivusto määrittelee sekvensseri-käsitteen historiallisesti kolmeen eri aikakauteen (artikkeli on vuodelta 2014):

Sekvensseri on laite, joka generoi kontrollisignaaleja syntetisoijalle ja näin kertoo sille mitä nuotteja ja milloin sen pitää soittaa. Termiä käytetään kolmessa eri merkityksessä, jotka ovat tässä siinä järjestyksessä, jossa ne keksittiin:

(1) Modulaaristen syntetisoijien yhteydessä sekvensseri generoi jännitteitä ja Gate-signaaleja (on/off), yleensä tarkoituksena saada syntetisaattori soittamaan toistuvia nuottisarjoja. Tässä menetelmässä kontrollijännite kierrätetään jänniteohjatun oskillaattorin kautta kontrolloimassa sen taajuutta, ja porttignaali johdetaan verhoikäyrägeneraattorin läpi muokkaamaan sointia ja dynamiikkaa. Tyypillinen modulaari-syntetisoijan sekvensseri pystyy 8 tai 16 askeleen sarjoihin. Jokaiselle askeleelle on säätimet sekä kontrollijännitteen suuruudelle että porttignaalin kestolle. Laskuri määrittää, mikä askel milloinkin on vuorossa; kellosignaali siirtää laskuria eteenpäin ja määrää samalla soitettujen nuottien tempon. Tämän tyyppinen sekvensseri kehitettiin 1960-luvulla. Ne olivat kalliita ja oikuttelevia petoja, eivätkä kovin joustavia. Sittemmin tekniikka on kohentunut, mutta pohjimmiltaan idea on pysynyt samana. Tämänlaisten sekvensserien käyttö rajoittuu enimmäkseen modulaarisiin syntetisoijiin. (Electronic Music Wiki, 2014)

(2) Digitaaliseen muistiin perustuvat sekvensserit kehitettiin 1970-luvulla. Tästä tyypillinen esimerkki oli matkalaukkuun rakennettu ja mikroprosessori-kontrolloitu EMS Synthi-AKS. Kehityksen myötä tämänkaltaiset laitteet pystyivät pian tallentamaan pidempiä ja mutkikkaampia kaavoja entistä nopeammin. 1980-luvulla valmistajat alkoivat lisätä sekvenssereitä joihinkin syntetisoijiinsa ja varustivat ne MIDI-liitännöillä, jolloin yhdellä syntetisoijalla pystyi kontrolloimaan muita laitteita. Koska niitä käytettiin usein ohjaamaan rumpukoneita, alkoivat valmistajat tehdä laitteita, joissa oli yhdistetty sekvensseri ja rumpukone. Nykyään itsenäiset digitaaliset sekvensserit ovat paljon harvinaisempia kuin rumpukone-sekvensseri-yhdistelmät tai työasema-koskettimistot. (Electronic Music Wiki, 2014)

(3) MIDI-kortteja alkoi ilmestyä tietokoneisiin lähestulkoon samaan aikaan kun alustava standardi saatiin valmiiksi vuonna 1983. Vuonna 1985 Voyetra esitteli ensimmäisen sekvensseriohjelman IBM PC:lle, ja tuli näin aloittaneeksi kolmannen sekvensseriryhmän: puhtaasti tietokoneessa ajettavat ohjelmat. Ohjelmistosekvensserit alkoivat melko nopeasti kehittyä alkuaikojen alkeellisista kuvion-muistamis-ohjelmista. Ensimmäinen innovaatio oli tallentaa ja soittaa MIDI-viestejä kuin ne olisivat nauhalle äänitettyä audiota. Graafinen näyttö mahdollisti nykyäänkin yleisen piano roll-näkymän ja editointimahdollisuudet. Seuraavaksi tulivat mukaan SMPTE, jonka avulla MIDI voitiin synkronoida nauhaäänityksiin, ja kiintolevytallennus ja miksaus, ja soundien ja asetusten

lataus sekvenssereihin. Nykyään termi "sekvensseri" alkaa jo olla hiukan vanhentunut, sen tilalla käytetään yhä useammin hieman laajempaa nimitystä audiotyöasema (englanniksi DAW, Digital Audio Workstation). (Electronic Music Wiki, 2014)

Myös uusia, vanhalla tekniikalla tehtyjä syntetisoijia on tullut markkinoille viime aikoina monilta valmistajilta. Innokkaimmat harrastajat tietenkin tekevät syntetisoijansa itse.

3.3 1980-luku

MIDIä ei alun perin suunniteltu erityisesti tietokonekäyttöä ajatellen, mutta ne kehittyivät käsi kädessä 1980-luvulla ja digitaalisuutensa ansiosta sopivat hyvin yhteen. Myös sekvensserit alkoivat vähitellen kehittyä erillisistä laitteista tietokoneohjelmiksi. Erityisen hyvin musiikkikäyttöön soveltunut kotitietokone Atari ST vuodelta 1985 sisälsi ensimmäisenä kotitietokoneeseen integroidut MIDI-portit. Atarille tehtiinkin paljon musiikkiohjelmia, tärkeimpinä C-Labin (myöhemmin Emagic) Notator, josta kehittyi sittemmin Logic Pro, ja Steinbergin Cubase. Molemmat ovat edelleen markkinoilla ja niillä on vakaa markkina-asema. Computer Chronicles-ohjelmasta lokakuussa 1986 saa hyvän kuvan tietokonemusiikin silloisista ajankohtaisista aiheista. (linkki liitteessä 4). Audion äänittämiseen ja muokkaamiseen ei silloinen konetehto vielä pystynyt. Niinpä levyjen äänittäminen pysyi vielä jonkin aikaa analogisena, ja tietokoneita käytettiin huomattavasti kevyempien MIDI-sekvenssien tallentamiseen ja alkeelliseen nuotintamiseen. Finale-nuotinnusohjelman ensimmäinen versio ilmestyi vuonna 1988, ja se soveltu jo ammattimaiseen nuottien julkaisemiseen.

Siinä missä eurooppalaiset suosivat Ataria, oli Yhdysvalloissa Apple IIGS (Graphics and Sound) vuodelta 1986 suosituimpi. Kone pystyi 32 yhtäaikaista äänen tuottamiseen, MIDI-kortin sai ostaa erikseen. Ensimmäisenä tuotantovuonna Apple IIGS myi enemmän kuin muut Applen tietokoneet. IIGS:n tuotanto lopetettiin vuonna 1992, Macintosh halvempaan ja nopeampaan sytytti sen. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Macintosh>, http://en.wikipedia.org/wiki/Apple_IIGS)

Applen ja Atarin tietokoneet olivat muusikkopiireissä suosittuja, mikä johtui osaltaan siitä, että toisin kuin IBM-tietokoneista, niistä sai ulos ääntä. Sen sijaan IBM PC-yhteensopivat tietokoneet olivat lähes mykkiä. Niiden sisälle oli yleensä asennettu pieni kaiutin, mutta se oli tarkoitettu enemmän virhekoodien toistamiseen kuin äänentoistoon.

Jos tietokone hajosi, niin ettei näyttöön tullut kuvaa, pystyi kone piipittämään kaiuttimen välityksellä ja näin mahdollisesti kertomaan mikä vika siinä oli. Kunnollista äänen-toistoa varten PC-kone tarvitsi erikseen hankittavan äänikortin. Onneksi IBM-yhteensopivien PC-tietokoneiden avoimet standardit antoivat äänikorttien valmistamiseen hyvät mahdollisuudet. Ensimmäisinä ehtivät kanadalainen AdLib (1987) ja singaporelainen Creative Labs samana vuonna. Creativen ensimmäinen äänikortti ei mennyt kovin hyvin kaupaksi, mutta yhtiö kehitti kortistaan uuden version, ja Soundblaster (1989) menestyi erinomaisesti. Ei niinkään siksi että se ymmärsi MIDIä peliporttiin kytkettävällä adapterilla, vaan siksi että tietokonepeleihin haluttiin mahdollisimman hyvältä kuulostava äänimaailma.

1980-luvun loppupuoli oli muutenkin vilkasta aikaa äänirintamalla: MIDI alkoi yleistyä ja toimia muissakin kuin Atarin tietokoneissa, ja sen seurauksena myös ulkoiset äänimoduulit valtasivat tosiharrastajien pöytiä. Rolandin MT-32 julkaistiin 1987, ja Korg vastasi kilpailuun seuraavana vuonna M1-syntetisoijallaan, josta teki myös räkkiversion M1R ilman koskettimia. Äänimoduulit toimivat niin, että niihin on sisäänrakennettuna soundipankki, jota ohjataan joko MIDI-käskyillä tai itsensä laitteen etupaneelin säätimillä. Ne vastaanottavat MIDI-viestejä tietokoneelta tai muulta MIDI-ohjauslaitteelta, ja päästävät ulos ääntä. Multitimbraalit äänimoduulit osaavat soittaa monella äänellä ja soundilla samaan aikaan. Vaikka tietokoneeseen tai erilaisiin kannettaviin laitteisiin asennettavat virtuaalisoitimet ovatkin valloittaneet suuren osan soundimaailmasta, on ulkoisilla laitteilla oma kannattajakuntansa, ja isoista valmistajista Roland on tuonut hiljattain markkinoille uusia moduuleita.

3.4 1990-luku

Vähitellen muistin määrä lisääntyi, kiintolevyjen koko kasvoi ja sekvensserit alkoivat tukea MIDI:n lisäksi myös audion äänittämistä, ensin vähän haparoiden ja MIDI:n kanssa synkronointiongelmista kärsien. Vuonna 1990 Opcode Systems julkaisi Studio Vision-sekvensserin, joka ensimmäisenä pystyi käsittelemään sekä MIDIä että audiota. Ohjelma oli muutenkin monipuolinen ja edellä aikaansa. Firma myytiin Gibson Guitars'ille vuonna 1998, ja seuraavana vuonna ohjelman kehitys lopetettiin.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Opcode_Systems)

Microsoft ja IBM kehittivät yhdessä WAV-tiedostomuodon vuonna 1992, ja se oli mukana Windows 3.1:ssä. (<http://www.wisegeek.com/what-is-a-wav-file.htm>) Digi-äänien alkuaikoina tiedostot olivat korkeintaan muutaman sekunnin mittaisia efektipätkiä.

Siirtyminen analogisesta äänittämisestä tietokonepohjaiseen ympäristöön ei ollut yhtäkin herätys, vaan käytännössä kotistudioharrastajien äänityslaitteet olivat analogisia moniraitureita vielä pitkälle 1990- ja 2000-luvulle. Digitaalisten laitteiden hintojen halpeneminen, samoin kuin tietokoneiden nopeuksien kehittyminen ja kiintolevyjen tilan kasvu siedettävälle tasolle johdatteli harrastajat pikkuhiljaa digitaalisen äänityksen maailmaan. Nykyisillä konetehoilla pystyy jo äänittämään ja editoimaan riittävästi raitoja, olivat ne sitten audiota tai MIDIä.

3.5 VST(i)

Yksi merkittävä virstanpylväs sekvenssereiden soundien monipuolistumisessa oli Steinbergin Virtual Studio Technology (VST) -standardi, jonka firma kehitteli ja antoi kohtalaiseen avoimeen käyttöön muillekin valmistajille vuonna 1996, samaan aikaan Cubasen version 3.02 kanssa. Vuonna 1999 Steinberg lisäsi standardiinsa tuen MIDI-tiedon vastaanottamiseen, mikä mahdollisti virtuaalisoitimet. Sitten Steinberg on päivittänyt standardiaan useammankin kerran, versio 3.5 ilmestyi vuonna 2011.

VST on ohjelmanpätkä, plug-in, joka suomeksi taipuu mukavasti puhekieliseen muotoon plugari.

Plugarit ovat pieniä ohjelmia, jotka toimivat yhteistyössä suuremman isäntäohjelman kanssa. Ne toimivat eri tavoilla. Suurin osa on suunniteltu tarjoamaan efektejä tai pidemmälle kehitettyjä versioita efekteistä, joita isäntäohjelmassa ei ole valmiina. Plugarit asennetaan usein samaan kansioon isäntäohjelman kanssa, jolloin ne tulevat ”saataville” ja niitä voi käyttää audion prosessoimiseen. (Williams & Webster 2008, 125)

Eri plugareita voi yhdistellä, jolloin isäntäohjelma käyttää kahden tai useamman plugarin prosessointivoimaa yhdessä tehdäkseen samanaikaisia muutoksia audioon. (Williams & Webster 2008, 125).

Plug-init lisätään sekvensseriohjelmassa yleensä halutun raidan insert-laatikkoon. Reaperissa napsautetaan fx-nappia (effects) ja valitaan tietokoneeseen asennetuista plugareista sopiva. Erilaisia plug-in-tyyppejä ovat esim. virtuaalisoitin, efekti, analysaattori tai muu mittari. VST-plugareilla on usein graafinen käyttöliittymä, siis nappeja, valikoi-
 ta ja säätimiä, joilla niitä ohjataan. Kun puhutaan VST-soittimista, lisätään lyhenteeseen usein i-pääte (instrument) erottamaan ne efekteistä. Saatavana on sampleita, syn-
 tetisoijia, rumpukoneita yms. sekä kaupallisilta valmistajilta että ilmaiseksi. Monilla plugareilla on esikuvansa todellisuudessa, esim. joitakin vanhoja kompressoreja on mal-
 linnettu ja ohjelmoitu plugin-muotoon ja niitä voi ohjata lähes samoilla tavoilla kuin alkuperäisiäkin. Plugari-muodossa löytyy myös mm. legendaarisia syntetisoijia, kaiku-
 laitteita ja muita efektejä, joiden hinta on tyypillisesti murto-osa siitä, mitä oikeat vinta-
 ge-laitteet maksaisivat. Kaiken lisäksi pöytätilaa säästyy kun soittimet ovat virtuaalisina
 kiintolevyllä. Toisaalta, jänniteohjattuihin syntetisoijiin liittyvä yksilöllisyys ja pieni
 epätarkkuus virityksessä jäävät oikeiden laitteiden yksinoikeudeksi, plugareista ei yksi-
 löllisiä eroja löydy. VST(i)-plugarien ei välttämättä tarvitse maksaa mitään, ja harrasta-
 jienkin tekemät efektit ja soittimet ovat varsin usein korkealaatuisia ja hyvin koodattuja.
 VST on plugarimuodoista yleisin, mutta muitakin on olemassa, ja eri sekvensseri-
 ohjelmat tukevat yleensä joko omia standardejaan tai VST:tä. Plugareita voi myös ket-
 juttaa helposti, esim. virtuaalikitaraan ääneen voidaan lisätä säröä ja sen jälkeen kaikua
 yksinkertaisesti lisäämällä vastaavat plugarit äänisignaalin reitille omiin insert-
 laatikoihinsa.



Kuva 2. Reaperin insert- ja send-laatikoita.

4 Reaperin ominaisuuksia

Seuraavassa luettelen joitakin Reaperin keskeisiä ominaisuuksia. Verrattuna useimpiin muihin sekvenssereihin Reaperissa monia asioita on toteutettu hiukan poikkeavasti, ja usein työn sujuvuuden kannalta paremmin ajateltuina kuin joissakin vanhemmissa ohjelmissa. Reaperilla ei ole samanlaista historiallista painolastia kuin monilla muilla ohjelmilla, joissa asiat on vuosien saatossa totuttu tekemään tietyllä tavalla.

4.1 Hyvää ja huonoa

Suurimmalla osalla alan harrastajista on varmasti oma suosikkisekvensserinsä, ja vaikka ohjelmat toimivat pääpiirteissään samalla tavalla, on jokaisella myös oma luonteensa, vahvat ja heikot puolensa. Yhdellä onnistuu parhaiten yksi asia, toisella toinen. Reaper on parhaimmillaan normaalissa peruskäytössä: kun on tarvis äänittää audiota ja MIDIä, miksata, editoida ja tallentaa lopputulos eri muodoissa, on Reaper oiva valinta. Oppilaskäytössä Reaper maksaa parhaimmillaan noin kymmenesosan kalliimpien ohjelmien hinnasta, mikä ei sekään ole ihan merkityksetön seikka, jos muutama luokallinen tietokoneita pitää varustaa audiosekvenssereillä.

Huonojakin puolia on: Reaperin kanssa kaippaa ennen kaikkea laajaa, yhtenäistä soundivalikoimaa ja suurempaa määrää erilaisia virtuaalisoittimia, joita monien muiden ohjelmien kylkiäisinä tulee hyvinkin paljon. Reaperin mukana asentuu kolme yksinkertaista softasoitinta, jotka ovat soundimaailmaltaan hyvin rajoittuneita. Reaperin oppimiskynnys on myös ehkä hiukan korkeampi kuin joidenkin muiden ohjelmien, ja motivaatiota saattaa laskea mm. se seikka, että Reaperista ei asennuksen jälkeen saa ääntä kuuluviin yhtä helposti kuin joistakin muista ohjelmista.

Monet muut sekvensserivalmistajat voisivat puolestaan ottaa Reaperista mallia tehdäkseen omasta ohjelmastaan yhtä monipuolisen, joustavan, nopean ja selkeän. Reaperissa on mukava yleistuntuma, sillä on yksinkertaisesti hauska tehdä asioita. Joitakin usein tarvittavia rutiinitöitä on myös mietitty valtavirrasta poiketen, esimerkkinä samankaltaisten soittimien koostaminen ryhmiiksi ns. kansioraitojen avulla. Muitakin vaihtoehtoja soitinten ryhmittelemiseksi on, mutta näppärin soitinryhmät sijoittuvat kansioihin. Kansioraidat puolestaan toimivat niin, että ne voivat pitää sisällään minkä tahansa määrän yksittäisiä raitoja. Kansioille määritellyt plug-init, samoin kuin voimak-

kuus ja panorointi, vaikuttavat kaikkiin siinä oleviin raitoihin. Halutessaan kansioiden sisään voi tehdä vielä lisää kansioita. Tästä esimerkkinä voisi olla vaikkapa kuoro, jonka äänille halutaan yhteisiä asetuksia. Kuorokansion sisälle voisi vielä määritellä kansion eri äänille, ts. sopraanot voisivat olla omassa kansiossaan, altot toisessa jne. Orkesterikansion alle voisi puolestaan määritellä puupuhaltimet, vasket, jouset jne. Kansioiden lisäksi raitojen tilapäinen ryhmittely onnistuu yksinkertaisesti valitsemalla halutut raidat, jolloin mm. voimakkuus- ja panorointisäädöt toimivat yhdellä kertaa kaikille valituille raidoille. Kansioita käyttämättä raitoja voi ryhmitellä myös maksimissaan 32 ryhmään, ja jokaiselle ryhmälle saa määritellä, mitkä parametrit ovat mukana ryhmään kuuluvien raitojen säädöissä.

Raitojen lukumäärälle ei ohjelman puolesta ole rajoituksia, ja nykyisillä konetehoilla raitoja pystyy äänittämään ja käsittelemään käytännössä niin paljon kuin tarve vaatii. Raitoja voi myös valjastaa eri tarkoituksiin: raidan funktio määrittyy vasta siinä vaiheessa kun sillä aletaan tehdä jotain. Raidoille voi määritellä tarvittavan määrän plugineja, tuettuja tiedostomuotoja ovat VST, VSTi, DirectX ja Reaperin oma efekti-formaatti Jesusonic. Plugarit lisätään insert-laatikoihin. Myös lähtöjä (engl. send) voi tehdä niin paljon kuin on tarvis. Muiden ohjelmien tapaan sendeillä voi lähettää audiota tai MIDIä toisille raidoille tai vaikka ulkoisille efektilaitteille, jos sellaisia sattuu omistamaan. Jokainen raita voi toimia myös ohjelman sisäisenä väylänä (engl. bus), tai aux-raitana. Reaper ei erottele soittimia muista plugareista, vaan ne kaikki asetetaan fx-napista aukeavaan insert-laatikkoon.

4.2 Mallintava kaiku

Edistyneemmille käyttäjille on tarjolla mm. konvoluutiokaiku, joka osaa tallentaa kaikki taajuudet sisältävän sweep-tiedoston kiintolevyille. Tästä on suurta iloa siinä vaiheessa kun haluaa mallintaa esim. kylpyammeensa akustiikan. Seuraavassa on hiukan lisää tietoa konvoluutiokaiusta, lainaus Jukka Laaksosen kirjasta Äänityön kivijalka.

Sähköisen jälkikaiun uusimpia aluevaltauksia ovat mallintavat kaikulaitteet eli konvoluutiokaiut (engl. Modelling reverb tai convolution reverb). Tällä nimityksellä kutsutaan menetelmää, jossa tietyn, olemassa olevan akustisen tilan jälkikaiun impulssivaste on äänitetty useaan eri pisteeseen sijoitetuilla mikrofoneilla ja tulokset on tallennettu kaikulaitteen (tai tietokoneohjelman) muistiin. Kuten tunnettua, kaikki digitaaliää-

ni koostuu perättäisistä näytteistä (engl. sample). Jos audiosignaalista olisi mahdollista kuunnella vain yksi ainoa näyte, se kuulostaisi suunnilleen samanlaiselta kuin käsien läpsäys konserttisalissa. Toisaalta, jos mikä tahansa yksittäinen näyte toistettaisiin salissa yhtä kovaa kuin käsien läpsäys, niin ne molemmat aiheuttaisivat samanlaisen jälkikaiunnan. (Laaksonen 2013, 364–365)

Konvoluutio tarkoittaakin juuri sitä, että laite lisää äänitteen jokaisen erillisen näytteen loppuun impulssista taltioidun jälkikaiuntatallenteen siten, että sen voimakkuus vastaa näytteen voimakkuutta. Lopputulos kuulostaa silloin siltä, kuin signaali olisi todella äänitetty alkuperäisessä akustiikassa. (Laaksonen 2013, 364–365)

Konvoluutio on mahdollisimman realistinen kaikuvaihtoehto silloin, kun äänitteen halutaan kuulostavan oikeassa tilassa tehdyttä. (Laaksonen 2013, 364–365)

4.3 Tuetut tiedostomuodot

Reaperin tiedostomuotojen tuki on melko laaja: se sekä lukee että kirjoittaa ainakin seuraavia, pakattuja ja pakkaamattomia tiedostoja: WAV, OGG, AIFF, Wavpack, FLAC, APE, MP3 (joka vaatii tietokoneeseen asennetun ilmaisen lame-kääntäjän) ja MIDI. Toisin kuin joissakin muissa ohjelmissa, raidoille tuotavia audiotiedostoja ei tarvitse muuntaa erikseen johonkin yhteen tiedostomuotoon, vaan niitä voi käyttää suoraan. Jos esim. raidoilla olevien tiedostojen näytteenottotaajuus poikkeaa soitettavan audion näytteenottotaajuudesta, muuntaa ohjelma ne reaaliajassa. Reaper osaa paitsi lukea, myös tallentaa tiedoston suoraan erilaisissa pakatuissa formaateissa, jolloin äänityksiä on helppo jakaa netin kautta. MIDI-tiedostoja puolestaan voi käyttää mm. yhteistyöhön nuotinnusohjelmien kanssa. Esim. omilla tunneillani meillä on käytössä seuraavanlainen, hyvin toimiva työtapo: Ensin kappale nuotinnetaan MuseScorella, josta MIDI-tiedosto tallennetaan kiintolevylle ja tuodaan sieltä Reaperiin. Reaperissa määritellään MIDI-raidoille virtuaalisoitimet ja äänitetään oikeita soittimia ja/tai laulua korvaamaan halutut MIDI-raidat.

Automaatio toimii Reaperissa kutakuinkin samalla tavalla kuin muissakin ohjelmissa: kaikkien säätimien liikkeitä voi tallentaa ja toistaa, ja niitä voi editoida graafisesti piirtämällä hiirellä ohjaus-arvoja. Sama toimii myös VST(i)-plug-inien kanssa, joiden mitä

tahansa parametria voi muuttaa. Näin esim. raitojen voimakkuutta, panorointia yms. on mahdollista säätää pitkin matkaa, soiton soidessa.

4.4 Monenlaisia markkereita

Kuten muissakin sekvenssereissä, myös Reaperissa voi käyttää markkereita ja/tai alueita osoittamaan kappaleen eri kohtia. Alueita voi siirrellä ja kopioida helposti paikasta toiseen, jolloin mahdollinen automaatio kopioituu siinä samalla. SWS-lisukkeen avulla alueet voi myös bounssata, ts. tallentaa kiintolevyille omiksi audiotiedostoikseen yhdellä komennolla. Esim. konserttiäänityksen eri kappaleet voi määritellä alueiksi ja tallentaa ne omiksi tiedostoikseen yhdellä kertaa. Eri markkereihin voi loikkia yksinkertaisesti numeronäppäimiä painamalla. (Erillinen numeronäppäimistö ei tässä kohtaa toimi). Temponvaihdoksia varten on omanlaisensa markkeri: tasaisessa hidastuksessa tai kiihdytyksessä määritellään kaksi perättäistä markkeria, joista ensimmäiseen tulee alku-, ja toiseen lopputempo.

4.5 Äänitystä

Äänityksen eri otot (engl. takes) näkyvät oletuksena raidalla allekkain. Ottojen määrää ei ole rajoitettu, ja niitä voi leikellä ja yhdistellä vapaasti. Jos ottoja tulee kovin paljon ja raita alkaa näyttää sekavalta, voi otot määrätä myös pysymään piilossa. Tällöin otosta toiseen siirrytään t-näppäimellä. Otot voi laajentaa myös uusille raidoille – tai toisin päin useat raidat voi muuntaa eri otoiksi yhdelle raidalle. Ottoja voi leikellä ja yhdistellä vapaasti, ja tarvittaessa tallentaa ja vertailla eri yhdistelmiä.

Reaper tuntee kolme eri äänitysmoodia. Normaalisti äänitys alkaa äänitysvalmiudessa oleville raidoille saman tien kun äänitysnapia napsautetaan. Muut vaihtoehdot ovat äänityksen käynnistyminen vain valitulle alueelle (time selection auto punch), ja äänitys valituille mediapätkille (auto punch selected items).

4.6 Skriptejä ja makroja

Reaperin API (Application Programming Interface, tietorajapinta) on dokumentoitu niin, että ohjelman sisäisiin funktioihin pääsee käsiksi erilaisilla skriptikielillä. Tällä tavalla ulkopuolisetkin ohjelmoijat voivat tehdä Reaperiin erilaisia lisukkeita. Tästä hyvä esimerkki on laajalti käytössä oleva, ilmainen SWS-lisuke. Se lisää ohjelmaan valikon Extensions, ja sen mukana paljon pieniä, työskentelyä helpottavia apuohjelmia. Tarjolla on mm. jo aiemmin mainittu *Autorender*, kaikkien määriteltyjen alueiden renderöinti kiintolevyille, mikä helpottaa esim. konserttitallenteiden pätkimistä eri kappaleiksi, ja *Groove tool*, jolla MIDI-raitojen rytmejä pystyy muokkaamaan monipuolisemmin kuin Reaperin omilla työkaluilla. *Snapshot* mahdollistaa kaikkien pluga-reiden ja niiden asetusten kopioinnin projektista toiseen vastaaville raidoille, mikä voi säästää hyvinkin paljon aikaa, varsinkin jos tapana on tehdä paljon samankaltaisia äänityksiä. *Loudness* eli voimakkuus-analysointilaite puolestaan näyttää valitun mediapätkän tai raidan voimakkuuden LUFS-yksiköinä, joita käytetään enemmän ja enemmän mm. radiolähetyksissä kontrolloimassa musiikkikappaleiden voimakkuuksia. LUFS toimii suuressa määrin samalla tavalla kuin vanhempi, keskimääräistä äänen voimakkuutta kuvaava yksikkö RMS. (Linkki LUFS-lisätietoon liitteessä 4).

Skriptejä voi tehdä monillakin kielillä. Satunnaiselle kotitarvekoodaajalle C++ voi olla turhan vaativa opeteltava, mutta helpommallakin pääsee: yleisimmät skriptikielet ovat EEL, Lua ja Python, joista varsinkin Luaa suositellaan aloitteleville skriptaajille. Sen syntaksi on helpohko, ja netistä löytyy paljon opastusta. Lua on myös Pythonia helpompi saada toimimaan Reaperin kanssa. Tuki Lualle on luvassa Reaperin 5. versiosta eteenpäin, nykyisellä Reaper-versiolla se ei vielä toimi.

Skriptikieliä helpommalla pääsee suunnittelemalla omia makroja, joilla niilläkin pystyy tekemään yhtä ja toista: Actions-valikosta löytyy lähes kaikki mahdolliset funktiot, jotka Reaper osaa. Funktioita voi ketjuttaa ja niille voi määritellä näppäinnoikeita. Omat makrot ovat varsin käteviä, eivätkä vaadi tekijältään ohjelmoijan pätevyyttä. Itse käytän makroja mm. MIDI-taustan transponoinnissa sävellajista toiseen ja MuseScoren MIDI-tiedostojen mukana tulleiden Program Change- ja Continuous Controller-viestien poistamisessa.

4.7 Softasoitinten metsästystä

Kuten todettu, Reaperin mukana tulevat softasoittimet ovat hyvin rajoittuneita, eikä niitä kovin montaa olekaan. Tarvetta VSTi-soittimille on, sillä ainakin musiikkiopistokäytössä virtuaalisoitimet ja MIDI-maailma ovat kiitollisia opetettavia: sekvensserillä voi nopeasti äänittää ja toistaa erilaisten soitinten soundeilla tallennettuja MIDI-tapahtumia. Jos soitinten äänenvärit ovat edes likipitäen oikean kuuloisia, voi oppilas parhaimmillaan saada erittäinkin hyvän käsityksen siitä, miltä hänen sovituksensa tulee kuulostamaan oikeilla soittimilla soitettuna. Sekvensserillä ja virtuaalisoitimilla on myös helppo havainnollistaa lukuisia teoria-asioita, asteikkojen transponoinnista ja sointujen käännöksistä lähtien.

Internetistä löytyy paljon erihintaisia softasyntetisoijia, osa ei maksa mitään. Laatu ei aina korreloi rahan kanssa, maksuttomatkin virtuaalisoitimet voivat olla hyviä. Maksuttomuudesta on muutakin hyötyä kuin rahan säästö: ohjelmia asentaessa ei tarvitse huolehtia lisensseistä eikä tietokoneita uusittaessa tarvitse pohtia miten kopiosuojaukset siirtyvät vanhoista koneista uusiin. Ongelmiakin on: kun virtuaalisoitimet tulevat monesta eri paikasta ja monenlaisilta tekijöiltä, ne eivät välttämättä soi kovin hyvin yhteen. Välillä asianharrastajien tekemissä soundeissa niinkin yksinkertainen asia kuin eri äänen viritys saattaa olla enemmän tai vähemmän pielessä. Myös eri lähteistä imuroitujen, sekalaisten softasyntetisoijien käyttöliittymät voivat erota toisistaan huomattavasti, mikä saattaa olla oppilaiden kannalta vähän sekoittavaa. Kun yhden soittimen imuroi yhdestä paikasta ja toisen toisesta, se tarkoittaa käytännössä sitä, että soundit asentuvat myös kiintolevyllä eri paikkoihin. Vaikka käyttökelpoisia soundeja/soittimia olisikin riittävästi, voi oppilaille olla turhauttavaa etsiä haluttua soitinta suuresta valikoimasta ja eri kansioista. Internetissäkään ei ole tarjolla kaikkea, ja yleisimmistä soittimista mm. kantele on ollut toistaiseksi pakko korvata konserttiharpulla. Toisaalta, netistä virtuaalisoitimia etsiessä löytyy myös todellisia helmiä: aktiivisten harrastajien tekemät soittimet mm. vapaasti saatavana olevassa sforzando-muodossa ovat usein hyvin ammattitaitoisesti äänitettyjä, tästä esimerkkeinä vaikkapa erinomaiset klassinen kitara ja Salamander-piano, jossa on yli 650 yksittäistä samplea. Runsaudenpulasta ei hyvien virtuaalisoundien suhteen kuitenkaan voi puhua. Blogissani olen kertonut muutamia löytämiäni linkkejä, samaten tämän kirjallisen osuuden lopussa (liite 3) on linkkilista joihinkin ilmaisiin soittimiin, joita käytän opettamisen apuna. Internetin luonteesta johtuen ei voi kuin toivoa, että lista olisi edes kohtalaisen ajankohtainen vielä ylihuomennakin.

4.8 Cockos

Reaperin valmistaja, Cockos, on yhdysvaltalainen pikkufirma, joka pitää majaipaikkaansa New Yorkissa. Sen perusti vuonna 2004 Justin Frankel, joka teki aiemmin Winamp -nimistä audiotiedostojen soitto-ohjelmaa ja myi sen AOLille isolla rahalla. Cockoksessa on nykyisellään töissä vain kaksi ohjelmoijaa.

Tyypillistä firmalle on tietynlainen rentous: esim. uusia ohjelmaversioita julkaistaan kun on aihetta. Tämä tarkoittaa sitä, että bugikorjauksia tulee välillä muutaman päivän välein, ja toisaalta, jos ohjelmoijat keskittyvät johonkin isompaan kokonaisuuteen, saattaa versioiden välillä kulua useita kuukausia. Samaa asennetta kuvaa mielestäni hyvin mm. Reaperin käyttöohjeen tekeminen. (Liite 1).

5 Musiikkiteknologian opetus Porvoossa

5.1 Alkuvuodet

Porvoonseudun musiikkiopistossa musiikkiteknologian opettaminen aloitettiin 1990-luvun loppupuolella, jolloin Klaus Hoffström pestattiin kehittämään opetusta. Työryhmässä oli mukana myös studiloguru Pekka Suominen ja minä. Klaus aloitti opetuksen Porvoossa ja Loviisassa, myöhemmin Pekka otti vielä haltuunsa Sipoon ja Mäntsälän. Muutaman vuoden jälkeen musiikkiteknologiasta tehtiin yksi teoria-aineista, mikä on osoittautunut erittäin hyväksi ratkaisuksi: musiikkiteknologian rooli vahvistui ja siitä tuli paljon enemmän kuin asiaansa vihkiytyneiden nörttien salatiedettä. Klaus ja Pekka suorastaan pursuilivat ideoita ja kehittämisehdotuksia, oma roolini taisi olla lähinnä kaikkein huimimpien ajatusten jarruttelu. Työryhmä toimi erinomaisesti ja sai aikaan paljon hyvää. Alusta lähtien oli selvää, ettei teknologiaa opeteta pelkän teknologian vuoksi, vaan opettavan sisällön täytyy palvella musiikin tekemistä ja oppimista paljon laajemminkin. Teoria-asiat tulevat mukaan kuin huomaamatta, oman tekemisen ohessa. Varsinkin alkuvuosina pohdittiin paljonkin musiikkiteknologian suhdetta musiikin teoriaan, ja siihen, mitkä asiat kuuluvat kenenkin opettaviksi. Näin jälkikäteen ajatellen musiikkiteknologia löysi melko helposti roolinsa käytännönläheisenä musiikin tekemisen apuvälineenä.

5.2 Rautaa ja softaa

Alun perin sekvensseriohjelmaksi valittiin Logic Audio, joka vielä tuolloin oli saatavana sekä PC:lle että Macille. Tietokoneiksi hankittiin Porvooseen tavallisia, toimistokäyttöön paremmin sopivia ja melko halpoja PC:itä, joista tehtiin audiokelpoisia varustamalla ne M-Audion äänikorteilla. Vuonna 2006 Loviisaan ja Mäntsälään ostettiin uusia Mini-Maceja, ensimmäisiä, joissa oli Intelin prosessori.

Tietokoneilla tehtiin sitä, mitä sen ajan koneilla pystyi: sekvensserillä tallennettiin MIDIä, ja nuotinnusohjelmalla tehtiin omia, melko yksinkertaisia sovituksia. Audion äänittämiseen tavalliset toimistotietokoneet olivat tuolloin vielä aivan liian hitaita, mutta studiotyöskentelyyn mikrofoni-tekniikoineen päästiin tutustumaan kevään lopuksi yhtenä pitkänä lauantai- tai päivänä kaupungin toisella laidalla Pop&Jazz-osaston studiossa.

Porvoossa Logic-ohjelmia käytettiin niin pitkään kuin päivityksiä sai PC:lle. Kun Apple osti ohjelman itselleen eikä enää kehittänyt sen PC-versiota, päätettiin siirtyä Cubaseen, joka niin ikään toimi molemmissa ympäristöissä. Cubasen 4 lite-versio oli käytössä monen monta vuotta, vaikka se olikin turhan raskas silloin jo muutaman vuoden ikäisille Mini-Maceille. Cubasen kevytversiossa oli niihin aikoihin sellainen kaiku-plugari, jonka soinnista en erityisesti pitänyt. Kun ohjelma alkoi tuntua jo muutenkin hiukan vanhanaikaiselta ja kaipasi päivittämistä, ja kun toisaalta äänityksiin ja pienimuotoiseen cd-levyjien tekemiseen alettiin panostaa entistä enemmän, oli taas aika pohtia vaihtoehtoja. Reaper vaikutti mielenkiintoiselta paitsi musiikkiopistolle sopivammalla hinnallaan, myös sillä, että sen mukana tuli erinomainen konvoluutiokaiku. Ohjelma oli myös saatavana sekä PC- että Mac-ympäristöihin, mistä seikasta ei kylläkään ollut iloa Loviisan ja Mäntsälän toimipisteissä, siellä vanhoihin tietokoneisiin ei enää voinut päivittää Reaperin haluamaa OS X-versiota. Tämäkin ongelma ratkesi hiljattain koneiden päivitysten myötä. Kaiun lisäksi Reaperin muutkin lisukkeet olivat mukavan yksinkertaisia, selkeitä ja havainnollisia opetuskäyttöä ajatellen. Vähäisin syy Reaperin valintaan ei myöskään ollut se, että oppilaat voivat imuroida ohjelman kotikoneilleen ja testaila sitä kaikessa rauhassa: Reaper luottaa ihmisten rehtyyteen eikä ole kopiosuojannut ohjelmaansa vaikka sitä käyttäisi demo-ajan jälkeenkin.

5.3 Opetus nykyään

Opetus ei ole loppujen lopuksi muuttunut kovinkaan paljon sitten alkuaikojen, paitsi siinä suhteessa, että tietokoneiden ja ohjelmien kehittymisen myötä painopiste on siirtynyt enemmän audion, ts. omien soittimien ja laulun äänittämiseen.

Lukuvuoden mittaisella kurssilla keskitytään edelleen pääasiassa kahteen asiaan: Syksyllä äänitetään, keväällä nuotinnetaan. Käytännössä opetuksessa on tietenkin paljon muitakin asioita: syksyn aluksi kerrataan tärkeimmät teoria-asiat ja tehdään pienempi äänitysprojekti, jossa opetellaan Reaperin perusteita, äänen teoriaa, MIDI:n toimintaa, käyttöä ja editointia, mikrofonityyppejä ja niiden asettelua, signaalireititystä, moniraita-äänitystä ja raitojen miksaamista sekä plugareiden käyttöä. Kevätpuolella piirrellään nuotteja vähän isommassa projektissa, jossa valitaan helppoja laulelmia sovitettaviksi sellaiselle kokoonpanolle että kukin ryhmä voi soittaa ja laulaa soituksensa. Äänitykset tehdään käytännön syistä yleensä raita kerrallaan. Näin saadaan musisointi talteen mah-

dollisimman virheettömänä, ja miksaaminen helpottuu, kun äänet eivät vuoda muiden raidoille.

Nuotinnuksen opettamisessa jätin jokunen vuosi sitten haikeat jäähyväiset Finalelle ja vaihdoin sen MuseScoreen, pitkälti samasta syystä kuin Cubase vaihtui aikoinaan Reaperiin: Ilmainen MuseScore on nykyään hyvin toimiva ohjelma, ja sopii vähän vaativampaankin nuotinpiirtelyyn. Myös sen voivat oppilaat halutessaan imuroida kotikoneisiinsa.

Viime vuosina olemme äänittäneet kaksi cd-levyä lukuvuoden aikana. Näistä ensimmäinen on joulukuun ja toinen keuhälevy. Musiikin teoria-asiat käsitellään varsinkin keuhäpuolella hyvin käytännönläheisesti; sovittamisen yhteydessä valittuihin kappaleisiin kirjoitetaan melodian lisäksi soinnut, basso ja muutama muu stemma, vähän riippuen siitä, mitä soittimia missäkin ryhmässä on tarjolla. Teknologiakurssille tullessaan oppilaat ainakin periaatteessa osaavat jo sointuja ja vähän käännöksiäkin, joita tietoja voidaan nyt soveltaa käytännössä. Loppukeuhästä vaihdetaan taas MuseScore Reaperiin ja äänitetään mahdollisimman paljon oppilaiden omaa soittoa ja laulua, toisin kuin joulukuun levyllä, jossa käytetään enemmän MIDI-raitoja ja virtuaalisoitimia.

Tietokoneet vaihtuivat hiljattain, nyt Sipoota lukuun ottamatta toimipisteissä on samantyyppiset PC:t. Koneiden yhdenmukaistamisen myötä kiintolevy oli mahdollista kloonata yhdeksi levykuvaksi, ja näin ohjelmien asennus helpottui. Koneikon sattuessa levykuva voidaan ajaa uudelle kiintolevyille. Kloonauksessa käytin ilmaista CloneZilla-ohjelmaa.

6 Oma taustani

Tässä osassa muistelen vähän menneitä, ja kerron sekvensseriohjelmien historiasta yleisemmälläkin tasolla kuin pelkästään oman työni näkökulmasta. Nykyään, kun internetistä voi helposti tarkistaa musiikkiteknologian kehittymisen vuosilukuja ja tapahtumia, on niitä mielenkiintoista peilata siihen todellisuuteen, jossa itse olen elänyt.

6.1 ABC80 ja Commodore 64

Vaikken ollutkaan seuraamassa syntetisoijien kehitystä 70-luvulla enkä koskaan tehnyt kellariäänityksiä oman rokkibändin kanssa moniraitureilla, kuului lapsuuteeni muutamman markan mikrofonit ja niillä kasettimankalle äänitetyt laulut, samoin kuin myöhemmin c-kasetille radiosta tallennetut ja kavereilta kopioidut päivän hitit. Tietokoneiden kehitystä olen päässyt seuraamaan vuodesta 1983, jolloin tarjoutui tilaisuus tutustua koulun Luxor ABC80-tietokoneeseen. Luxorin takana olevalla jäähdytys-siilillä olisi varmasti voinut paistaa kananmunia iltayön pimeinä tunteina, kun vietimme aikaa koulun varastossa koodaamassa ohjelmia Basic-kielellä.

Sama harrastus jatkui myöhemmin omalla Commodore 64:llä, ja jotain yritystä nuottien kirjoittamiseen ja muuhun musisointiin oli silläkin. Nuotinnusohjelmat vain eivät olleet kovin kehittyneitä 80-luvun alkupuolella, samoin vähänkään kelvolliset sekvensseriohjelmat antoivat vielä odottaa itseään.

6.2 SCC-1

MIDI tuli mukaan omiin kuvioihini vasta ensimmäisen PC-kloonin myötä, kun vuonna 1992 Roland julkaisi SCC-1 -äänikortin. Siinä oli paitsi MIDI-liitäntä, myös erinomainen GM-yhteensopiva soundipankki. Audiota kortilla ei voinut äänittää, mutta eivätpä sen aikaiset kotitietokoneet olisi siihen pystyneetkään. Näin jälkeempäin ajatellen muutos analogisesta digitaaliseksi, ja samalla kalliista halvaksi, on tapahtunut ällistyttävän nopeasti: vain parikymmentä vuotta sitten äänitysstudion perustaminen vaati kottikärryittäin rahaa, nykyään ihan kelvollisen kotistudion voi rakennella autotallin tai olohuoneen nurkkaan – tai musiikkiopiston luokkaan – todella pikkurahalla. Myös osaamisen taso alkaa olla melko hyvällä mallilla, pitkälti internetin ansiosta. YouTubessa, samoin kuin erilaisilla kaupallisilla yrityksillä, on videoleikkeitä antamassa opastusta lähes

kaikkiin kuviteltavissa oleviin ongelmiin, ja saman asian harrastajat löytävät toisensa helposti riippumatta siitä, missä päin maapalloa sattuvat asumaan. Jos aktiivisten harrastajien innostus kaventaakin ammattimaisten äänitysstudiojen leipää, ainakin omat kokemukseni muutamasta äänitysprojektista musikantin näkökulmasta puoltavat oikeiden studiojen käyttämistä: äänitys, miksaaminen ja masterointi vaativat niin paljon taitoa ja rutiinia, että tärkeimpiin projekteihin voisi sittenkin kannattaa satsata muutama studio-päivä. Kelpo miksaajan lisäksi äänitysstudion tuhansien eurojen arvoiset mikrofonit pyydystävät äänen ehkä sittenkin vielä hiukan paremmin kuin se omasta työkalupakista löytyvä.

7 Reaper-oppaan tekeminen

7.1 Blogi

Saadessani pari vuotta sitten luvan tehdä opinnäytetyöni Reaperista, aloin kirjoittaa aiheesta blogia. Vaikka minulla on jonkinlaista kokemusta kotisivujen tekemisestä, ajattelin tässä kohtaa päästä vähän helpommalla ja avasin blogin luotettavaksi tiedettyyn ilmaisupalveluun, Googlen omistamaan Blogspotiin. Sekä blogi että sen paikka osoittautuivat hyviksi ratkaisuksiksi: blogin ylläpito on ollut kaikin tavoin ongelmatonta ja olen voinut keskittyä varsinaiseen asiaan. Pöytälaatikkokirjoittamiseen verrattuna blogissa on paljon etuja: kirjoitettu teksti pääsee heti kaikkien luettavaksi, aiheet tulevat jaotelluiksi kuin itsestään niin, että yhden otsikon alle tulee käytännössä yksi luku, ja tekstiä voi lukea ja muokata missä tahansa myöhemminkin. Kirjoittamani tekstin tyyli on blogille tyypillisesti melko vapaamuotoista eikä ehkä sinänsä täytä opinnäytetyöltä vaadittavaa vakavuutta, mutta myös blogitekstien taustatyöhön on käytetty paljon aikaa ja sisältö on pyritty tekemään mahdollisimman huolellisesti.

Olen käsitellyt blogissani joitakin sellaisia asioita, joista en ole etukäteen tiennyt kovinkaan paljon. Esim. vapaa, ilmainen sfz-tiedostomuoto oli minulle täysin uusi tuttavuus, ja blogia varten piti selvittää, miten sen sai parhaiten toimimaan Reaperin kanssa. Siinä samalla löysin paitsi hauskan keinon tehdä omia virtuaalisoitimia, myös monia hyviä ilmaisia soundeja. Tästä innostuneena käytimme viime lukuvuonna pari tuntia omien virtuaalisoitinten tekemiseen, ja samalla tutustuttiin sampleihin ja sämpläykseen. Sfz-tiedostossa olevan tekstin editoimiseen kului kuitenkin paljon aikaa, ja sitä olisi tarvittu vielä enemmän, jotta aiheeseen olisi voitu syventyä kunnolla. Niinpä tänä vuonna omia soittimia ei tehty. Netistä löytyy muutamia kehitteillä olevia sfz-editori-projekteja, ja aiheeseen luultavasti palataan tulevina vuosina. Lisää tietoa sfz-tiedostomuodosta ja oman sample-pohjaisen soittimen tekemisestä on liitteen 4 linkissä.

Blogissa olen käsitellyt myös konvoluutiokaikua, aihetta joka on mielestäni kiinnostava siinäkin mielessä, että edes Pro Toolsissa ei ole tällä menetelmällä tehtyä kaikulaitetta vakiona. Netistä löytyy hyvin mallinnettuja ja ilmaisia IR- (impulse response) kaikutiedostoja, joita voi käyttää helposti Reaperin kanssa. (linkki liitteessä 4). Kuten sanottu, kaikulaitteen soundi oli aikoinaan yksi painava syy siirtyä Reaperiin.

Toukokuussa 2013 blogiteksti käsitteli ison raitamäärän editointia – sattumoisin vähän sen jälkeen kun olimme studiotekniikkakurssin puitteissa äänittämässä Riku Niemi Orchestraa. Oli mukava huomata, että Reaperissa riitti helposti puhtia yli 40 raidan miksaamiseen, eikä tietokone ollut vielä lähelläkään ahdistus-rajaa, vaikka plugareitakin oli käytössä jonkin verran. Pianon äänityksestä tein blogitekstin marraskuussa samana vuonna, kun teknologiaoppilaita pyydettiin äänittämään opiston pianokonsertti. Sinne ehti lopulta vain kaksi oppilasta, mutta äänitys onnistui oikein hyvin. Sen jälkeen meiltä on pyydetty muutama vastaavanlainen pianoäänitys, ja luulenpa, että suuntaus jatkuu. Hyvä niin: luulisin että oppilaille on myöhemminkin iloa siitä, että osaavat tallentaa ääntä hyvällä laadulla ja tuntevat muutaman erilaisen mikrofonitekniikan.

Blogia on käyty katsomassa tähän mennessä noin 4000 kertaa. Verrattuna suosituimpiin muoti- ja ruokablogeihin se taitaa olla aika vaatimaton määrä, mutta tavoitteeni opetusmateriaalin tekemisen suhteen olikin jotain muuta kuin kerätä mahdollisimman paljon lukijoita. Blogia on googlattu viime aikoina tämänlaisilla hakusanoilla: ankka, en saa reaperista ääntä ulos, kolmasosanuotti, kuinka kytkeä soitin reaper, midi-raitoja yhteen, montako kanavaa reaperissa, reaper ei avaa tiedostoa, reaper ei toista ääntä, reaper raitojen yhdistäminen.

7.2 Ruutukaappausvideot

Opinnäytetyön toisessa vaiheessa muutin vähän lähestymistapaa, kun aloin tehdä materiaalia Emute-sivustolle. Blogitekstiä sinne ei kannattanut suoraan siirtää, koska se oli jo hyvin toimivassa muodossa nykyisessä osoitteessaan. Tekstin sijasta päätinkin tehdä uutta materiaalia screencast-videoleikkeinä (suom. ruutukaappausvideot). Screencast toimii niin, että tietokoneen kuvaruudun tapahtumat, ja selostus siitä mitä milloinkin ollaan tekemässä, tallennetaan johonkin videomuotoon. Video voidaan jakaa joko jollekin tallennusvälineelle kopioituna tai netissä, josta sen voi katsella suoraan. Esim. Emute-videot jaetaan Vimeo-palvelussa.

Tätä projektia ennen olin katsellut jonkin verran mm. Lynda.comin ja Groove3:n videotätkiä sekä tietenkin Youtube-videoita, ja vakuuttunut formaatin toimivuudesta tietokoneohjelmien käyttöohjeina. Screencast-videot muistuttavat hiukan Suzuki-metodia: molemmissa matkitaan opettajaa. Screencast perustuu asioiden näyttämiseen eikä niinkään tekstiin, samoin Suzuki-metodissa ei ainakaan alkuvaiheessa käytetä lainkaan nuotteja.

Minulla oli ennestään hiukan kokemusta videoleikkeiden tekemisestä, kun joitakin vuosia sitten koostin muutaman opastusvideon aiheena musiikin perusteet perustasoilla 1-3. Siitä kokemuksesta viisastuneena osasin tällä kertaa tehdä vähän sujuvampaa materiaalia. Ihan Groove3-tasolle en päässyt, mutta oma työtapani jalostui pikkuhiljaa. Nykyään kirjoitan aina ensin jonkinlaisen raakaversioon käsikirjoituksesta. Tässä vaiheessa käytän myös Reaperia, jotta näen miten yksityiskohdat toimivat. Varsinaisen tekstin kirjoitan suurimmaksi osaksi kirjakiielellä, vaikkakin lukemisvaiheessa käytän enimmäkseen normaalia puhekieltä. Käsikirjoituksen kirjoittamisen jälkeen luen tekstin sopivan rauhallisesti, koettaen vähän ennakoida kuinka kauan mikäkin työvaihe kestää. Kun luettu teksti on valmis, laitan äänitiedoston pyörimään taustalle ja kaappaan videokuvan ilman ääntä. Ihanteellisinta olisi tehdä sekä video että audio samaan aikaan valmiiksi, mutta käytännössä keskittyminen ohjelman sujuvaan käyttämiseen ja tekstin lukemiseen samaan aikaan ei ainakaan itseltäni luonnistu. Videonkin tekemistä, ts. hiiren liikkeitä ja ohjelman sujuvaa toimintaa pitää useimmiten harjoitella muutaman kerran ennen kuin videosta tulee kelvollinen. Siltikin paikoitellen huomaa, etteivät video ja ääni ole kovin tarkasti synkronissa. Editointivaiheessa puheesta on usein tarvis pätkiä taukoja pois, ja toisaalta videokuva kaipaa välillä vähän venyttämistä.

Videoleikkeissä opetusmateriaalina on hyvät ja huonot puolensa: ensinnä, ne ovat äärimmäisen havainnollisia ja niitä voi seurata, keskeyttää, kelata molempiin suuntiin, katsoa uudelleen ja tehdä perässä niin monta kertaa kuin on tarvis; video-opettajan kärsivällisyys ei lopu. Toisaalta, toisin kuin videoleikkeitä, tekstimuotoista opetusmateriaalia voi silmäillä kursorisesti ja siitä on mahdollista poimia vain itseä kiinnostavat asiat, ja vähemmän tärkeät loikata yli. Videoleikkeissä ei voi tietää etukäteen, mitä tekijä seuraavaksi aikoo sanoa, ja joissakin, lähinnä amerikkalaisissa videoissa, voidaan yhden asian ympärillä pyöriä turhankin pitkään – normaali ihminen ymmärtäisi vähän vähemmästäkin.

Toisin kuin projektin alkupuolella, viimeisimmät videoleikkeet tein niin, että kirjoitin niiden oheen hiukan selventävää tekstiä. Tällä tavalla videoissa voidaan keskittyä varsinaiseen aiheeseen, eikä niissä tarvitse enää selittää niin tarkasti mistä on kysymys.

Omassa opetuksessani videoleikkeet ovat tätä kirjoittaessa vielä hiukan kokeiluasteella, olen ehtinyt käyttää niitä oheismateriaalina kovin vähän aikaa. Tähänastinen palaute on

ollut vaihtelevaa: ne oppilaat, jotka muutenkin ovat kiinnostuneita aiheesta, opiskelevat mielellään myös tämänlaisen materiaalin avulla: ”Videot ja kuuntelu ovat hyvää vaihtelua pelkälle lukemiselle!” mutta päinvastaisiakin mielipiteitä on kuulunut. Vanhemmat oppilaat tuntuvat suhtautuvan keskimäärin myönteisemmin kuin vähän nuoremmat, mutta otanta jäi tällä kertaa aika pieneksi.

Videoleikkeitä en ole ainakaan toistaiseksi tehnyt ”yksi yhteen” tuntisuunnitelmien kanssa niin, että voisin antaa läksyksi tietyn tunnin asiat, vaan leikkeitä, samoin kuin blogitekstiä, voi käyttää pikemminkin oheismateriaalina ja aiheesta enemmän kiinnostuneille. Tämä saattaa palvella enemmän muita kuin omia oppilaitani. Toisaalta, kun jo alun perin ideana oli tehdä opetusmateriaalia hiukan yleisemmälläkin tasolla, niin siinä mielestäni onnistuin. Yhtenä tavoitteena tulevaisuudessa voisi kuitenkin olla tuntien ja screencastien suunnittelu niin, että tunnilta syystä tai toisesta poissaolevat voisivat opiskella samat asiat kuin mitä tunneilla on käyty läpi. Se saattaisi toisaalta edellyttää ruutukaappausvideoiden ahkeraa päivittämistä, kun tuntien sisällöt vaihtelevat monestakin syystä vuodesta toiseen.

8 Pohdinta

Nyt kun olen tehnyt opetusmateriaalia sekä blogiteksti- että videomuodossa, olen huomannut oman tarpeeni korjailla ja muokata materiaalia julkaisemisen jälkeenkin; blogisani ei varmaan ole ainuttakaan postausta, jota ei olisi vähintään muutaman kerran korjailtu ja paranneltu, jopa kirjoitettu uudelleen. Blogitekstin etu videoleikkeisiin verrattuna on edellisten helpompi muokattavuus: videoissa huomasin jälkeinpäin painottaneeni joitakin asioita, jotka loppujen lopuksi eivät sitten olleetkaan kovin tärkeitä. Teknisessä mielessä harmittaa erityisesti se, että kuva ja ääni eivät useinkaan ole täsmälleen synkronissa toistensa kanssa. Blogi-tekstissä yhden lauseen muuttaminen on helppoa, mutta jos lauseen haluaa muuttaa videoleikkeessä, pitää koko video tehdä käytännössä uudelleen. En silti ole luopumassa videomuotoisen materiaalinkaan tekemisestä, päinvastoin. Videopätkistä kannattaa ehkä vastaisuudessa tehdä hiukan lyhyempiä, jolloin aiheen saa rajattua tiukemmin. Samaten videon ohkeen voi kirjoittaa hiukan tekstiä ikään kuin johdannoksi, jotta oppijalle on selvää mitä ko. video käsittelee.

Olen ilokseni saanut opettaa erittäin motivoituneita ja mukavia oppilaita. Tekemääni opetusmateriaalia aion käyttää tulevina vuosina oppilaiden riemuksi entistä enemmän kotiläksyinä, jolloin oppilaille toivottavasti on jo tunnille tullessaan hyvänlainen käsitys siitä, mitä tuleman pitää.

LÄHTEET

Electronic Music Wiki, 2014. Luettu 7.5.2015
<http://electronicmusic.wikia.com/wiki/Sequencer>

Hirvi & Tuominen 1995. Jussi Hirvi & Antti Juhani Tuominen: Uusi MIDI-kirja. Painatuskeskus, Helsinki

Iowa State University, Farm House Museum 2012. Luettu 15.5.2015
<http://www.museums.iastate.edu/MusicBoxes.pdf>

Laaksonen, Jukka, 2013. Äänityön kivijalka 2. painos, Helsinki, Idemco Oy

<http://raymondscott.com/>
Luettu 7.5.2015

Romanowski, Otto 1990: MIDI 1.0 – musiikkilaitteiden tiedonsiirtostandardi. Valtion painatuskeskus, Helsinki

Williams & Webster, 2008. Experiencing Music Technology, Updated Third Edition. Schirmer Cengage Learning, Boston

Yleisradio, 2013. Juttu 1.12.2013, haastattelussa JJ Studion omistaja Juuso Nordlund. Luettu 7.5.2015
http://yle.fi/uutiset/analoginen_studio_takaa_levylle_pehmean_soundin/6961690

Yleisradio, 2009. Juttu 8.12.2009, haastattelussa Suikki Jääskä. Luettu 14.5.2015
http://yle.fi/uutiset/60-luvun_soundit_ovat_tuas_muotia/1251213

LIITTEET

Liite 1. Haastateltavana Geoffrey Francis

Seuraavassa on lainauksia haastattelusta, jossa haastattelijana on The Reaper Blog -sivuston ylläpitäjä Jon Tidey, ja haastateltavana Geoffrey Francis, Reaperin käyttöohjeen kirjoittaja. Vapaa suomennos on omani.

<http://reaperblog.net/2015/03/interview-with-geoffrey-francis/>

Geoffrey Francis on kirjoittanut kirjan ”Up and Running: A REAPER User guide”, joka tunnetaan myös Reaperin käyttöoppaana. Linkki käyttöoppaaseen ja Geoffin muihin kirjoihin on täällä: <http://reaper.fm/userguide.php>

Seuraavassa haastattelu.

Olet kirjoittanut käyttöopasta ammoisista ajoista. Kuinka kaikki alkoi?

Olin enemmän tai vähemmän turhautunut vanhaan sekvensseriini. Kun joku kysyi, josko olin kokeillut Reaperia, imuroin ja asensin ohjelman, se taisi olla versio 1.6. Vaikka sekin oli ominaisuuksiltaan kaukana täydellisestä, pidin siitä niin paljon ettei minun ole sen jälkeen tarvinnut taakseni katsoa.

Siihen aikaan ohjelmaan ei ollut saatavana kerta kaikkiaan minkäänlaista dokumentaatiota tai ohjemateriaalia, mikä tietenkin harmitti monia. Niinpä päätin kirjoittaa sellaisen. Käyttöoppaan kirjoittaminen oli sitä paitsi erittäin tehokas tapa opetella ohjelma. Ensimmäinen versio taisi olla kuutisenkymmentä sivua pitkä, ja siitä se on pikkuhiljaa paisunut.

Mikä on mielestäsi käyttöoppaan ja manuaalin ero – vai onko sitä?

Kyllä. Manuaali kuvaa mielestäni jotakin absoluuttista ja kaikenkattavaa, muttei välttämättä opastavaa tekstiä. Manuaalissa olisi esimerkiksi listaus ja lyhyt selitys joka ikisestä valikon vaihtoehdosta, ohjelman jokaisesta toiminnosta ja asetuksesta. Siinä ei kuitenkaan kerrottaisi miten palaset sopivat yhteen. Reaperin tapauksessa manuaali olisi luultavasti useiden tuhansien sivujen pituinen! Kuolisin varmaan tylsyyteen jos yrittäisin kirjoittaa jotain sellaista.

Toisaalta, käyttöoppaassa yritän auttaa lukijaa ymmärtämään ohjelmaa ja lisätä hänen tietoaan sen käyttämisestä. Manuaali yrittää vastata kysymykseen ”kuinka”, kun taas käyttöohje on enemmän keskittynyt kysymyksiin ”milloin” ja ”miksi”. Sen sijaan että kirjassa lukisi joka ikinen vaihtoehto A:sta Ö:hön, käyttöohjeessa kerrotaan ohjelman avainasiat, mikä toivottavasti johtaa siihen että käyttäjä voi tutkia asioita itsekin ja kehittyä ohjelman käytössä edelleen.

Miksei käyttöopas ole virallinen Reaper-opas, ja onko sen ikuisesti tarkoitus olla ”virallisesti tunnustettu epävirallinen käyttöopas”?

En tiedä! Se vaan alkoi niin, ja niin se on edelleen. Olen iloinen joka tapauksessa.

Taitaa olla vaikeaa pitää käyttöopas ajan tasalla, ainakin silloin kun ohjelmapäivityksiä tulee tiheästi.

Kyllä, ainakin toisinaan – kuten juuri nyt – kun isompaa päivitystä valmistellaan. Useimmiten tässä ei ole kuitenkaan suurempaa draamaa, ainakin jos ohjelman testaajat löytävät siitä tarpeeksi bugeja siirtääkseen julkaisupäivää eteenpäin!

Antaako Cockos sinulle kaiken informaation jonka tarvitset käyttöoppaan tekemiseen, vai pitääkö sinun penkoa esiversioiden keskustelupalstoja ja kokeilla kaikki itse?

Saan täsmälleen samat tiedot kuin kaikki muutkin; tekeillä olevat esiversiot ja listauksen siitä mikä on uutta. Aina kun tappelen ohjelman kanssa ymmärtääkseni jonkin toiminnon, teen sen mitä jokainen muukin tekee (tai ainakin pitäisi!) : kysyn asiasta foorumilla. Minulla on myös muutama luottohenkilö (joita en nyt tässä nimeä) joiden puoleen voin kääntyä kun pulmia ilmenee. Viimeisimpänä vaihtoehtona voin aina kysäistä ohjelman kehittäjiltä, mutta tätä yritän välttää niin paljon kuin mahdollista.

Olet lukenut opasta enemmän kuin kukaan, ja viettänyt paljon aikaa foorumeilla. Mitkä asiat nousevat eniten esille kerta kerran jälkeen, joita kukaan ei välitä tarkistaa oppaasta ennen kuin kyselee?

No tähän on helppo vastata: Ohjelman asentaminen ja alkuun pääseminen! Listan kärjessä on ”Olen juuri asentanut Reaperin. Kun yritän äänittää, mitään ei tapahdu!” Toiselle sijalle pääsee ”Miksen kuule mitään kun yritän soittaa MIDI-raitoja?”

Jos sinun pitäisi antaa yksi ohje uudelle Reaper-käyttäjälle, mikä se olisi?

Käytä aikaa ja ole kärsivällinen. Älä yritä tehdä kaikkea kerralla äläkä oletta että ihmeitä tapahtuu yhden illan aikana. Nauti oppimisesta ja matkasta.

Mistä tulevan v5:n ominaisuudesta olet eniten innostunut?

Henkilökohtaisen listani kärjessä on automaation ja parametrimodulaation asettaminen mediapätkille ja yksittäisten ottojen efekteille (siis toisin kuin pelkästään raitaefekteille). Toisena omalla listallani on VCA-ryhmät. Muille kuin minulle, luulisin että uusi videonkäsittely ja editointi, samoin kuin nuotinnus ovat tärkeitä ominaisuuksia (olettaen että ne tulevat!)

Suuret kiitokset, Geoff, kun vastasit kysymyksiin ja olet uhrannut paljon aikaasi käyttöohjeen kirjoittamiseen ja näin auttanut suurta joukkoa Reaperin käyttäjiä.

Liite 2. Toisinkin voi tehdä

Olen tässä opinnäytetyössäni kertonut ohjelmasta, jonka avulla ääntä tallennetaan ja muokataan digitaalisessa muodossa, ja jonkalaisia nykyään kutsutaan usein nimellä DAW (Digital Audio Workstation, suomeksi audiotyöasema). 1980-luvulla alkanut ja seuraavat pari vuosikymmentä jatkunut äänen digitaalinen vallankumous on sulkenut monien analogistudiojen ovet lopullisesti, tai pakottanut niiden omistajat investoimaan digitaaliseen äänityskalustoon. Jos kohta digitaalisen äänen edut ovatkin ilmeiset ja digitaalinen äänitystapa on käytännössä valloittanut maailman, on vannoutuneimmille retroilijoille edelleen tarjolla joitakin kelanauhureita asiaansa erikoistuneiden äänitysstudioiden nurkissa. Vanha tekniikka on siis tässäkin tapauksessa pysynyt sitkeästi uuden rinnalla, samoin kuin analogisyntetisoijat ja LP-levyt ovat edelleen keskuudessamme – pienenä vähemmistönä, mutta kuitenkin. Seuraavassa lainaus Ylen uutisesta 1.12.2013:

Analoginen studio takaa levyille pehmeän soundin

Perinteinen nauhaäänitys elää yhä musiikkibisneksessä, sillä analogisen nauhurin tallentama ääni on monien mielestä tietokoneääntä pehmeämpi ja miellyttävämpi. Äänittäjältä analoginen studio vaatii tarkkaa korvaa ja muusikolta keskittymiskykyä. (Yle, 2013)

Analogista äänitysmahdollisuutta arvostetaan, mutta menestys ei ole ollut JJ Studion isännälle itsestäänselvyys. Kun studio 1980-luvun puolivälissä valmistui, koitti heti perään digiaika. (Yle, 2013)

– Silloin vähän kylmi, kun menimme ihan väärään suuntaan. Vaikeita aikoja on kieltämättä ollut, mutta kyllä yksi mohikaani pitää olla. Nyt nuoremmatkin soittajat tajuavat, mitä on soittaa livenä ja tehdä oikeaa soundia, Nordlund sanoo. Moni muusikko tahtoo vanhanaikaisten äänityslaitteiden äärelle, koska analogista ääntä pidetään miellyttävänä. (Yle, 2013)

– Meikäläinen ei pysty digiääntä kuuntelemaan, sen yläpää on julma ja epäluonnollinen. Analogisen studion valtti on pehmeys, täällä saadaan lämmintä soundia, Juuso Nordlund kuvailee. (Yle, 2013)

Vaikka puhtaasti analogiset studiot alkavatkin olla harvassa, on vanhalla tekniikalla edelleen arvostettu paikkansa äänityksessä ja äänentoistossa: olipa äänitystapa mikä tahansa, putkimikrofonit ja -vahvistimet ovat pitäneet pintansa digiäänenkin aikana pehmeän kompressoituneella soundillaan. Vanhan ajan lämmintä soundia voidaan hakea muillakin tavoilla kuin äänittämällä putkimikrofonilla kelanauhurille ja prässäämällä tuotoksesta LP-levy:

60-luvun äänitystekniikan ja soundien ensimmäinen tunnusmerkki on, ettei kaikki ole niin lähimikitettyä kuin nykyisin. Rumpujakin varten oli yksi setti patterin yläpuolella, tänään hommaan tarvitaan 11 mikkiä. 60-luvulla ei haettu tällaista teräväpiirteistä erotelukykyä asioille, vaan yleismeininki oli pyöreämpi, enemmän ambience-voittainen. Näin kommentoi 60-luvulta saakka musiikin kanssa tekemisissä ollut studiopäällikkö Suikki Jääskä Master Recording Studiolta. (Yle, 2009)

60-lukuboomia laventaa sekin, että älppärit ja kasetit on löydetty uudestaan. Koko äänite saatetaan esimerkiksi vetää loppuvaiheessa C-kasettinauhurin lävitse, jolloin soundimaailmasta tulee pehmeämpi. – Soundeihin halutaan lisätä niin sanottua putkivörmettä, jotta äänimaailma muuttuisi mielenkiintoisemmaksi, Jääskä toteaa. (Yle, 2009)

Liite 3. Ilmaisia virtuaalisoitinimia

Syntetisoijia

Alpha Ray	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?id=1101
Alieno	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?id=329
Kamioooka	Win	http://www.g200kg.com/en/software/kamioooka.html
Bzoza	Win	http://www.saltline.co.uk/brzoza.html
GTG-syntetisoijat	Win	http://www.gtgsynths.com/plugins.htm
Synth1	Win, Mac	http://www.kvraudio.com/product/synth1-by-ichiro-toda
Dexed	Win, Mac	http://www.vst4free.com/free_vst.php?id=2026

VSTi-soittimia

Marimba	Win, Mac	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Marimbaphonic&id=2013
Sello	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Cellofan&id=198
Kapakka-piano	Win, Mac	http://www.yohng.com/software/piano.html
Harmonikka	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?id=302
Basso	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=FabBass&id=2127
Akustinen kitara	Win, Mac	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=MF_Concert_Guitar&id=2133
Banjo ym.	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Pling4&id=202
Piano	Win, Mac	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=City_Piano&id=1906
Jousiryhmä	Win	http://smatni.tripod.com/safwanmatnivstplugins/
Harppu	Win, Mac	http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Etherealwinds_Harp&id=2167

Piano	Win	<a href="http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Jazz_Baby&i
d=200">http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=Jazz_Baby&i d=200
Sähköpiano	Win	http://smatni.tripod.com/safwanmatnivstplugins/
Nay-huilu	Win	http://smatni.tripod.com/safwanmatnivstplugins/
Fagotti	Win, Mac	<a href="http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments
&l=5">http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments &l=5
Sello	Win, Mac	<a href="http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments
&l=5">http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments &l=5
Viulu	Win, Mac	<a href="http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments
&l=5">http://www.vst4free.com/index.php?dev=bigcat_Instruments &l=5
Sähköurut	Win	http://www.vst4free.com/free_vst.php?id=283
Rummut	Win, Mac	http://www.sonomawireworks.com/drumcore/downloads/
Rummut	Win	<a href="http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=DR_Fusion&i
d=164">http://www.vst4free.com/free_vst.php?plugin=DR_Fusion&i d=164
Rummut	Win	http://www.gtgsynths.com/plugins.htm
Rummut	Win, Mac	http://www.powerdrumkit.com/download76187.php

Sfz-soittimia

Sforzando, soitto-ohjelma	Win, Mac	http://www.plogue.com/products/sforzando/
Sfz-playerin ilmais- soundit	sfz	<a href="http://www.plogue.com/phpBB3/viewtopic.php?t=7
090">http://www.plogue.com/phpBB3/viewtopic.php?t=7 090
Sinfoniaorkesteri	sfz	http://sso.mattiaswestlund.net/
Kokoelma soittimia	sfz	http://patcharena.com/tag/free-sfz-instruments/
Anthony's Philharmonic	sfz	http://www.anthonydeaton.com/philharmonic.html

Liite 4. Muita linkkejä

The Reaper Blog	http://reaperblog.net/
Reaper User Forum, neuvoja pulma-tilanteisiin	http://forum.cockos.com/forumdisplay.php?f=20
Reaper Wiki, käyttäjien tekemiä ohjeita	http://www.cockos.com/reaper/wiki.php
Groove3/Kenny Gioia, opastus-videoita	http://www.groove3.com/str/reaper-training-videos/
Sound On Sound -lehden Reaper-aiheiset artikkelit	http://www.soundonsound.com/articles/Reaper.php
Impulse response files, konvoluutiokaikua varten	http://www.samplicity.com/bricasti-m7-impulse-responses/
Kenny Gioia, The Reaper/Pro Tools debate	http://www.protoolerblog.com/2012/07/28/the-reaper-pro-tools-debate-by-kenny-gioia/
MuseScore nuotinnusohjelma	https://musescore.org/
Äänen voimakkuus LUFSeina	http://productionadvice.co.uk/lufs-dbf-rms/
Create Your Own Virtual Instruments with SFZ Files	http://www.keyboardmag.com/miscellaneous/1265/create-your-own-virtual-instruments-with-sfz-files/31010
The Recording Revolution	http://therecordingrevolution.com/

Historialinkkejä

Barrel organ (posetiivi) 1800-luvun alusta	https://www.youtube.com/watch?v=aKNWHXIWRig
Posetiivi 1900-luvun alusta	https://www.youtube.com/watch?v=BVOiLMzdu9w
Panharmonicon	http://en.wikipedia.org/wiki/Panharmonicon
Beethoven: Wellington's Victory	https://www.youtube.com/watch?v=R_ibES7i-HU
Calliope	http://en.wikipedia.org/wiki/Calliope_%28music%29
Computer Chronicles 1986, yleiskatsaus tietokone-musiikkiin	http://youtu.be/L-UtxKEXAAk
Raymond Scott - Twilight in Turkey - Electronium	http://youtu.be/MDIifAMGLhM
AdLib-äänikortti	http://youtu.be/XWrZ7xVJqDg
Raymond Scott	http://en.wikipedia.org/wiki/Raymond_Scott
Atari ST	http://youtu.be/3boqpQBfsLA
Roland MT-32	http://youtu.be/UcXBZwKhqi4
Opcode Systemsin ent. johtajan Dave Oppenheimin haastattelu	https://www.namm.org/library/oral-history/dave-oppenheim
Syntetisoija 1950-luvulta	https://www.youtube.com/watch?v=JManm091qWI
Voder, varhainen puhe-syntetisoija	https://www.youtube.com/watch?v=0rAyrmm7vv0 https://www.youtube.com/watch?v=5hyI_dM5cGo
120 Years of Electronic Music	http://120years.net/