

**VIDEOPELILAITTEIDEN TEKNOLOGIAN AIHEUTTAMAT
RAJOITTEET PELIMUSIIKIN KEHITYKSESSÄ**

Tuomas Matikainen
Pro gradu
Musiikkitiede
15.4.2014
Jyväskylän yliopisto

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta – Faculty HUMANISTINEN	Laitos – Department Musiikin laitos
Tekijä – Author Tuomas Matikainen	
Työn nimi – Title Videopelilaitteiden teknologian aiheuttamat rajoitteet pelimusiikin kehityksessä	
Oppiaine – Subject Musiikkitiede	Työn laji – Level Pro Gradu -tutkielma
Aika – Month and year Huhtikuu 2014	Sivumäärä – Number of pages 52
<p>Tiivistelmä – Abstract</p> <p>Tutkielman tarkoituksena on tarkastella videopelilaitteiden teknologian aiheuttamia rajoituksia pelimusiikin kehityksessä. Ajallisesti tarkastelu käsittää ensimmäisestä sukupolvesta aina seitsemänteen eli vuodet 1971- 2013. Tarkoituksena on tarkastella eri videopelilaitteiden ääniteknologiaan liittyviä ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia pelimusiikin kehitykseen. Esimerkiksi ensimmäisten laitesukupolvien äänikanavien vähyys aiheutti omat ongelmansa moniäänisen pelimusiikin säveltämisessä. Myöhemmin laitteistoon liittyvien ongelmien merkitys on vähentynyt ja uudeksi ongelmaksi on tullut ohjelmistolliset ja tuotannolliset kysymykset.</p> <p>Tutkielman perusteena pelimusiikki voidaan jakaa teknologian ja säveltämisen välisen suhteen näkökulmasta kahteen eri pääaikakauteen: chiptune- ja sample-aikakauteen. Chiptune-aikakaudella pelimusiikin säveltäminen tapahtui ohjelmoimalla laitteistoon integroitua äänipiiriä. Sample-aikakaudella pelimusiikki talletetaan massamuistiin ja tuotetaan ulkoisilla ohjelmistoilla samaan tapaan kuin levyteollisuudessa.</p> <p>Jatkotutkimukselle löytyisi hyvin tilaa, sillä pelimusiikin tutkimus hakee vielä paikkaansa ja on vasta aluillaan. Teknologisten rajoitteiden vaikutuksia pelimusiikkiin ei ole tutkittu muutamaa poikkeusta lukuunottamatta. Dynaaminen pelimusiikki kehittyy jatkuvasti ja tarjoaa näin ollen paljon mahdollisuuksia. Tutkielmani on yleisluontoinen, joten yksityiskohtaisempiin tutkimuksiin olisi hyvinkin aihetta.</p>	
<p>Asiasanat – Keywords pelimusiikki, säveltäminen, äänisynteesimenetelmät, videopelit, videopelilaitte, pelikonsoli, tietokone</p>	
<p>Säilytyspaikka – Depository JYX – Jyväskylän yliopiston julkaisuarkisto</p>	
<p>Muita tietoja – Additional information</p>	

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
2.	Tutkimuksen teoreettinen viitekehys	4
2.1	Aikaisempi tutkimus.....	4
2.2	Käsitteet	4
2.3	Menetelmät	6
3.	Äänisynteesimenetelmät	7
3.1	Abstraktit algoritmit.....	7
3.2	Äänitteiden muokkaus.....	11
4.	Pelikonsoleiden äänitekniikan kehittyminen.....	13
4.1	Ensimmäinen sukupolvi 1971-1977	13
4.2	Toinen sukupolvi 1977- 1982	15
4.3	Kolmas sukupolvi 1982- 1988.....	18
4.4	Neljäs sukupolvi 1988-1993	21
4.5	Viidennestä sukupolvesta seitsemänteen 1993- 2013	25
5	Pelimusiikin säveltämisen haasteet ja ratkaisut.....	30
5.1	Pelimusiikin chiptune-kausi.....	30
5.2	Pelimusiikin kehitys tietokoneiden kohdalla 1990-luvulta eteenpäin	36
5.3	Sample-aikakausi.....	39
5.3.1	Pelimusiikin tuotantoprosessi	41
5.3.2	Dynaaminen äänimaailma peleissä.....	43

6	Pohdinta	45
7	Lähteet	47

1. JOHDANTO

Pelimusiikin roolia videopeleissä on usein vähätelty niin pelinkehittäjien kuin tutkijoiden keskuudessa, vaikka sen merkitys videopeleissä on keskeinen. Jokainen voi kokeilla pelaamista ilman ääniä ja huomata, kuinka tärkeä osa pelikokemusta äänitodella ovat. Pelimusiikin merkitys immersion eli pelimaailmaan uppoutumisen näkökulmasta on tärkeä, sillä ilman ääniä kuuloaisti suljettaisiin pois pelikokemuksesta. Näin ollen pelimusiikilla on tärkeä rooli kokonaisvaltaisen pelikokemuksen luomisessa. Varsinkin japanilaisessa pelikulttuurissa musiikin osa keskeinen ja pelimusiikin säveltäjät ovat tunnettuja hahmoja musiikinkentällä (Tukeva 2007, 6).

Peliteollisuus on nopeasti kasvava ala ja Suomessa se on yksi merkittävämpiä kulttuuriviennin aloista, vaikka sillä ei ole vielä suurta kansantaloudellista merkitystä. Alan liikevaihto on kasvanut vuosien 2008 ja 2012 välillä vajaasta 100 miljoonasta eurosta 250 miljoonaan euroon. Vuoden 2013 liikevaihdon kasvu vuotta aikaisempaan on yli 200 prosenttia¹. Lähitulevaisuuden kasvunäkymät ovat erinomaiset. Rovion Angry Birds'n sekä Supercellin Hay Day'n siivittämänä suomalainen peliala voi hyvin ja videopelien parissa kasvaneille nuorille se tarjoaa mielenkiintoiset työnäkymät. Viime aikoina onkin uutisoitu, että osaavista pelialan työntekijöistä on pulaa. Tähän on reagoitu useissa oppilaitoksissa, jotka ovat lisänneet pelialaan liittyviä kursseja ja koulutuslinjoja.

Suomessa varhaisimmat pelit tehtiin jo 1980-luvun alussa harrastustoiminnan kautta ja kymmenen vuotta myöhemmin syntyivät ensimmäiset ammattimaiset pelinkehitysprojektit. 2000-luvun alun vaihteessa syntyivät ensimmäiset hieman suuremman luokan investoinnit pelialaa kohtaan, joista osa kuitenkin epäonnistui. Tämä loi kuitenkin hyvän pohjan suomalaisen peliteollisuuden kehitykselle niin teknologisen kuin liiketoiminnallisen osaamisen tasolla. Samaan aikaan Suomessa keskityttiin vahvasti myös mobiilipelaamiseen,

¹ <http://www.tekes.fi/nyt/uutiset-2013/suomen-peliteollisuus-nousi-kahteen-miljardiin/> 14.10.2013

joka on nykyään erittäin voimakkaasti kasvava peliteollisuuden ala. (Hiltunen, Latva & Kaleva. 2013. 8-9.)

Tutkimuksen ongelmanasettelun perustana on pelimusiikin ja teknologian välinen vuorovaikutus. Pyrin vastaamaan kysymykseen siitä, millä tavoin eri sukupolvien pelikonsoleiden ääniteknologia on vaikuttaneet pelimusiikin tekemiseen. Tämä ongelma on nähtävissä varsinkin ensimmäisten sukupolvien videopelikonsoleissa, joissa varsinkin laitteisto puolen ääniteknologia oli hyvin rajoittunutta. Kun tullaan lähemmäksi nykypäivää, laitteistoon liittyvien ongelmien sijaan keskeisimmät haasteet liittyvät ohjelmistoihin ja tuotannollisiin tekijöihin. Siirtyminen videopelilaitteisiin integroiduista syntetisaattoreista massamuisteihin perustuvaan suoratoistoon pelimusiikin luonne muuttui merkittävästi. Pelimusiikkia ei tarvinnut enää tehdä ohjelmointia hyväksi käyttäen, vaan se tuotettiin aivan samoin keinoin kuin levyteollisuudessa. Uudet haasteet liittyvätkin dynaamisen pelimusiikin tekemiseen, siihen liittyviin ohjelmistoihin sekä tuotannollisiin tekijöihin.

Tutkimuksen tarkoituksena on vastata seuraavanlaisiin kysymyksiin:

- Millä tavoin videopelilaitteiden äänen toistamiseen liittyvät tekniset ominaisuudet ovat vaikuttaneet pelimusiikkiin?
- Minkälaisia vaatimuksia ja haasteita pelimusiikin tuotanto kohtaa nykyään?

Tutkimusstrategiana käytän historiallista näkökulmaa, jonka kautta pyrin kuvaamaan videopelikonsoleissa käytettyn äänentoistoteknologian kehittymistä ja sen vuorovaikutusta pelimusiikin kehittymiseen. Tavoitteena on siis kuvata pelimusiikin kehittymiseen liittyviä prosesseja teknologisesta näkökulmasta käsin. Pyrin tarkastelemaan yleisellä tasolla niitä ongelmia, jotka olivat kullekin aikakaudelle tyypillisiä. Näin ollen tämän tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollista tutkia kunkin pelikonsolin tai -tietokoneen ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin, sillä jokaista laitteesta ja sille tehdystä musiikista voisi tehdä oman tutkimuksen. Samoin tutkimuksessa ei huomioida eri säveltäjien yksilöllisiä eroja. Sen sijaan tutkimuksen tavoitteena on selventää teknologian ja pelimusiikin välisen suhteen suurempia linjoja ja luoda yleisen tason kuvaus siitä, millä tavalla videopelilaitteiden tekniset ominaisuudet ovat vaikuttaneet pelimusiikin kehitykseen. Menetelmänä käytän kuvailevaa kirjallisuuskatsausta perehtymällä alaa käsittelevään kirjallisuuteen.

Vaikka tutkimuksen pääpaino on teknologiaan orientoitunut, tuotantoprosessiin liittyvät ongelmat nostavat merkitystään varsinkin 1990-luvulle tultaessa. Pelimusiikin säveltämisen haasteet siirtyvätkin tekniikasta tuotannollisiin ongelmiin, kuten kuinka suurella budjetilla pelimusiikkia tehdään. Monet ajattelevatkin, että tekniikkaan liittyvät rajoitukset ovat kadonneet ja näin tuotannolliset tekijät painottuvat. Käyn läpi tuotannollisia tekijöitä luvussa 'Pelimusiikin tuotantoprosessi'.

Samoin nykyajan ongelmat kumpuavat laitteiston sijaan ohjelmistojen puolelle. Pelimusiikki sävelletään ja äänitetään aivan samaan tapaan kuin levyteollisuudessa, mikä aiheuttaa omat ongelmansa dynaamisen musiikin tekemiselle. Esimerkiksi musiikintuotannossa yleisesti käytetyt digitaaliset työasemat soveltuvat erinomaisesti lineaarisen musiikin tuottamiseen, mutta ei suoraan dynaamisen musiikin tekemiseen. Tulevaisuuden kannalta dynaaminen pelimusiikki tulee olemaan keskeisessä asemassa ja sitä kautta ohjelmistojen merkitys tulee olemaan tärkeä. Käyn läpi dynaamisen pelimusiikin säveltämiseen liittyviä ongelmia ja ratkaisuja luvussa 'Dynaaminen pelimusiikki'.

Pyrin käsittelemään videopelilaitteiden koko historian aina ensimmäisen sukupolven koneista seitsemännen sukupolven laitteisiin. Ajallisesti tämä käsittää 1970-luvun alkupuolesta aina 2010-lukuun asti. Käyn läpi kunkin videopelisukupolven keskeisimpien laitteiden äänentoistamiseen liittyvää tekniikkaa ja sitä, millä tavalla se on ollut kytköksissä pelien äänimaailmaan. Pelimusiikin ja -äänien näkökulmasta katsottuna jaan tutkittavan aikajakson kahteen pääjaksoon: chiptune- ja sample-aikakauteen. Nämä pääjaksot jakaantuvat vielä eri sukupolviin. Kukin sukupolvi alkaa ja loppuu jonkin teknologisesti merkittävän laitteen markkinoille tulosta.

Tutkimukseni rakenne jakaantuu kuuteen päälukuun. Johdannon jälkeen kuvailen tutkimuksen teoreettisesta viitekehystä. Kolmannessa luvussa kuvailen videopelilaitteissa käytettyjä äänisynteesimenetelmiä. Tämän jälkeen siirryn tarkastelemaan ääniteknologian kehitystä videopelilaitteissa. Olen rajannut videopelilaitteiden tarkastelun kunkin aikakauden keskeisiin koneisiin, sillä kaikkia historian saatossa julkaistuja laitteita tämän tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollista tarkastella. Viidennessä luvussa kuvailen yleisimmin käytettyjä sävellysteknisiä haasteita ja ratkaisuja chiptune- ja sample-aikakauden pelimusiikissa. Luvussa pyrin tuomaan esiin sen, millä tavalla yksittäisen laitteen ääniteknologia on vaikuttanut sävellettyyn musiikkiin. Sanallisen kuvaamisen lisäksi käytän hyväkseni myös nuottiesimerkkejä. Kuudennessa luvussa sisältää pohdintaa ja yhteenvetoa.

2. TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen teoreettinen viitekehys. Esittelen aikaisemmin tehdyt tutkimukset, keskeisimmät käsitteet sekä tutkimuksen tavoitteet ja menetelmät.

2.1 Aikaisempi tutkimus

Kansainvälisellä tasolla pelimusiikin tutkimus on alkanut kehittymään ja tutkimuksia julkaistaan tasaisin väliajoin. Tutkimukseni kannalta merkittävin tutkija on Karen Collins, joka on tutkinut pelimusiikkia monesta eri näkökulmasta. Collins lähestyy pelimusiikkia teknisten rajoitteiden näkökulmasta kirjassa ”Game Sound: An Introduction to the History, Theory and Practice of Video Game Music”. Kirjassa hän käy läpi videopelitietokoneiden historiaa läpi ja kuvaa laitteiden teknisten ominaisuuksien vaikutusta pelimusiikkiin. Lisäksi yksi luku keskittyy käsittelemään dynaamista pelimusiikkia. Toinen tärkeä Collinsin artikkeli on ”Flat Twos and the Musical Aesthetic of the Atari VCS”, joka toimi keskeisenä inspiraationa tälle tutkimukselle. Siinä Collins pyrkii tutkimaan Atari VCS:n äänisirun vireongelmia ja sen vaikutusta alennetun toisen asteen yleiseen esiintyvyyteen.

Suomessa pelimusiikin keskittyneitä tutkimuksia on tehty jonkin verran. Opinnäytetöitä on julkaistu niin ammattikorkeakoulun kuin yliopiston puolelta. Esimerkiksi Helsingin yliopistossa on julkaistu Anu Tukevan Pro Gradu-tutkimus ’Videopelimusiikki: Pelimusiikin historia, japanilainen pelikulttuuri ja analyysi The Legend of Zelda: The Wind Waker –pelin musiikista’. Tukeva käsittelee pelimusiikin historiaa, mutta lähestymistapa on yleisluontoinen. Hän ei käy läpi juurikaan pelitietokoneiden teknistä puolta, vaan keskittyy enemmänkin pelimusiikin historian keskeisiin kehityslinjoihin ja japanilaiseen pelikulttuuriin. Sitä vastoin Petri Kentalan kandidaatin tutkielma ’Ohjelmointirutiinien vaikutus pelimusiikkien säveltämiseen ja sovittamiseen Commodore 64 kotitietokoneella’ lähestyy pelimusiikkia teknisestä näkökulmasta käsin. Kentala pyrkii selventämään eri pelimusiikin tekijöiden ohjelmointirutiinien suhdetta heidän musiikkiinsa.

2.2 Käsitteet

Käytän termiä videopelilaitte käsittämään kaikki sellaiset laitteet, jossa pelilaitte tuottaa kuvan pelitapahtumista videoruudulle. Videopelilaitte termin alle sopivat näin ollen arkadipelit, pelikonsolit, henkilökohtaiset tietokoneet sekä erilaiset mobiililaitteet kuten älypuhelimet ja

taulutietokoneet. Arkadipeleillä viitataan sellaisiin peleihin, joita pelataan julkisissa pelihalleissa ja ne toimivat yleensä kolikoilla. Pelikonsoleilla viitataan tietokoneisiin, jotka on valmistettu ja tarkoitettu pelaamista varten. Nykyisin pelikonsolien ja henkilökohtaisten tietokoneiden rajaaminen tehdäänkin niiden käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi juuri julkaistu Xbox One on laitteistoltaan hyvin lähellä PC-tietokonetta. Keskeisimmät erot liittyvät lähinnä niiden käyttöjärjestelmiin ja käyttötarkoituksiin: Xbox One on lähinnä monipuolinen medialaite, jolla voi pelata, katso elokuvia ja kuunnella musiikkia. Henkilökohtaisella tietokoneella voi tehdä näitä kaikkia, mutta se on tarkoitettu myös hyötykäyttöön. Videopeli taas tarkoittaa kaikkia niitä pelejä, joita videopelilaitteilla pelataan.

Videopelilaitteiden historia jaetaan eri sukupolviin siten, että uusi sukupolvi alkaa aina jonkin laitteen markkinoille tulon myötä. Usein videopelikoneet jaetaan niiden bittisyyden mukaan, kuten 8-bittisten konsolien aikakausi ja niin edelleen. Bittisyydellä viitataan videopelilaitteen suorittimen dataväylän tai rekisterien leveyteen. Dataväylän leveydellä viitataan prosessorin ja muistin välissä olevaan väylään, jonka kautta ne ovat yhteydessä toisiinsa. Dataväylän bittien määrä tarkoittaa sitä, kuinka monta bittiä väylään mahtuu samaan aikaan rinnakkain. Mitä leveämpi väylä on sitä enemmän tietoja mahtuu kulkemaan samanaikaisesti. (Ram 2007, 29-30.) Prosessorin rekisterit ovat pieniä muistialueita, joita prosessori hyödyntää toiminnassaan tallentamalla rekistereihin ohjelman suorittamiseen liittyviä käskyjä (Ram 2007, 188). Prosessorin bittisyyden ilmoittaminen esimerkiksi 16-bittisenä saattaa olla kuitenkin harhaanjohtavaa, sillä samassa prosessorissa saattaa olla esimerkiksi 8-bittinen dataväylä ja 16-bittiset rekisterit. Pidän kuitenkin jaottelua oikeutettuna, sillä jokainen sukupolvi aloittaa selkeästi uuden aikakauden parantuneiden teknisten ominaisuuksien ansiosta.

Tässä tutkimuksessa noudatan osittain sukupolviin perustuvaa jakoa, mutta äänitekniikan näkökulmasta ja laajemmasta perspektiivistä katsottuna jako voidaan tehdä kahteen: chiptune- ja sample-aikakauteen. Anders Carlssonin (Collins 2008a, 159) mukaan chiptune-musiikki voidaan määritellä musiikintyyliksi, joka perustuu vanhojen videopelitietokoneiden äänisiruihin. Videopelilaitteiden äänisirut olivat toimintaperiaatteeltaan syntetisaattoreita, joita musiikintekijät käyttivät hyväkseen ohjelmoinnin avulla. Ajallisesti chip tune-aikakausi käsittää 1970-lopusta aina 1990-luvun puoliväliin saakka. Sen sijaan sample-aikakauden musiikki tehdään aivan samalla tavalla kuin levyteollisuudessa ja valmiit musiikkikappaleet ja ääniefektit liitetään peleihin digitaalisessa muodossa.

Dynaamisella pelimusiikilla viitataan sellaiseen pelimusiikkiin, joka on vuorovaikutuksessa pelimaailman tapahtumien kanssa. Toisin sanoen pelimusiikki muokkautuu tavalla tai toisella pelimaailman tapahtumien johdosta. Collins (2008b, 3) jakaa dynaamisen äänen kahteen alalajiin: interaktiiviseen ja adaptiiviseen. Videopelien interaktiivinen ääni tarkoittaa sitä, että musiikki tai ääniefektit reagoivat jollakin tapaa pelaajan tekemisiin. Esimerkiksi pelaajan liikkuminen pelimaailmassa kuuluu jalanaskelina ja hyppääminen Super Mario Brosissa laukaisee hyppyyn liitetyn ääniefektin. Adaptiivisella äänellä viitataan taas siihen, miten äänimaailma muuttuu suhteessa pelitiloihin. Jos pelaajalta on loppumassa aika, niin musiikin tempoa korotetaan tai kuoleman uhatessa musiikki muuttuu uhkaavaksi. Dynaamiselle musiikille on siis olennaista sen ei-lineaarinen luonne: jokainen pelikerta on erilainen ja näin ollen myös musiikki. Ero tulee selvästi esiin silloin, kun verrataan pelimusiikkia elokuvamusiikkiin. Elokuvan rakenne ja sitä kautta elokuvamusiikki pysyy jokaisella toistokerralla samanlaisena kun taas pelimusiikin rakenne vaihtelee pelikertojen välillä.

2.3 Menetelmät

Aineistonhankinta perustuu pitkälti jo valmiina oleviin dokumentteihin. Koska pelimusiikkia on tutkittu kohtalaisen vähän, aineiston löytäminen on haastavaa mutta ei luo ylitsepääsemätöntä ongelmaa. Joiltakin osin olen joutunut turvautumaan erilaisiin internetlähteisiin, mutta suhtaudun niihin kriittisesti. Aineiston kannalta ongelmia tuovat varsinkin akateemiset lähteet. Pelimusiikista löytyy yhä lisääntyvässä määrin akateemista kirjallisuutta, mutta niiden näkökulmat ovat usein painottuneet johonkin muuhun kuin teknologiaan. Laitteiden teknisiä ominaisuuksia kuvaavina dokumentteina olen käyttänyt joiltakin osin patenttihakemuksia.

3. ÄÄNISYNTESIMENETELMÄT

Äänisynteesillä tarkoitetaan niitä metodeja, joiden avulla ääniä tuotetaan sähköisesti. Äänisynteesimenetelmien luokittelussa käytetään yleisesti Julius Smithin esittämää rakennetta. Smithin (1997, 9) mukaan äänisynteesimenetelmät voidaan jakaa neljään eri pääluokkaan: abstrakteihin algoritmeihin, äänitteiden muokkaamiseen, spektrimalleihin sekä soitinmallinuksiin. Käyn seuraavaksi läpi tutkimuksen kannalta keskeisimmät äänisynteesimenetelmien luokat eli abstraktit algoritmit ja äänitteiden muokkaus.

Taulukko 1. Äänisynteesimenetelmien luokittelu Julius Smithin mukaan.

Abstraktit algoritmit	Äänitteiden muokkaus	Spektrin mallinnus	Soitinmallinnus
Analoginen vähentävä synteesi Fm-synteesi	Aaltotaulukko-synteesi Samplaus	Additiivinen-synteesi Sinimallinnus Lähde-suodinmalli	Aaltojohtomallinnus Moodisynteesi Virtuaalianaloginen synteesi

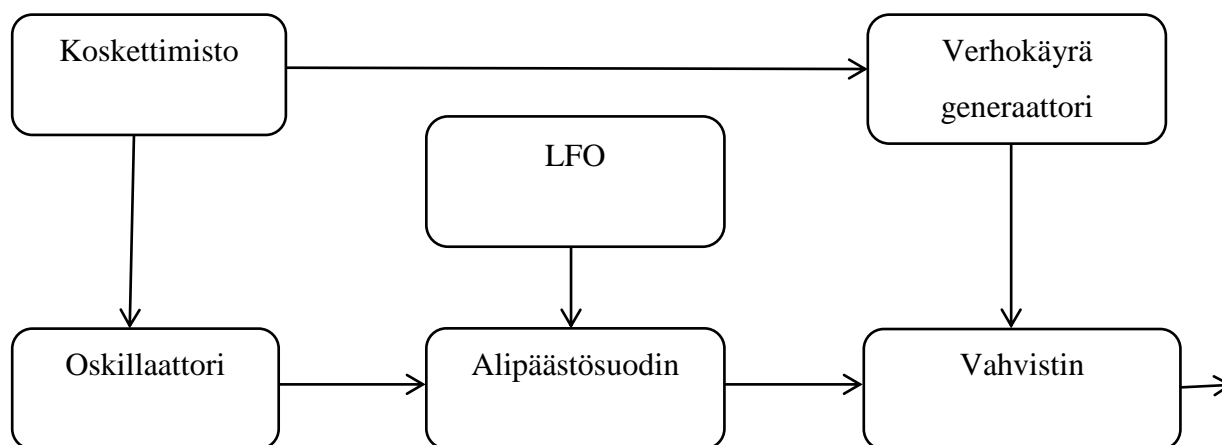
3.1 Abstraktit algoritmit

Abstraktien algoritmien toiminnallinen idea perustuu erilaisiin laskentamenetelmiin. Näiden menetelmien avulla voidaan tuottaa harmonisesti rikkaita ääniä ilman, että ne perustuvat luonnossa ilmeneviin äänensyntymekanismeihin (Huovilainen & Välimäki 2005, 78). Tunnetuimpia näistä lienevät analogisista syntetisaattoreista tuttu vähentävä synteesi ja John Chowningin kehittämä FM-synteesi, jota käytettiin syntetisaattoreissa paljon varsinkin 1980-luvulla. Etenkin Yamahan valmistaman DX7 syntetisaattorin huippumenestyksen myötä FM-synteesi vakiinnutti paikkansa äänisynteesimenetelmänä.

Vähentävä synteesi on tuttu varsinkin analogisista syntetisaattoreista, joissa se oli alkujaan käytössä. Historiallisesti katsottuna analogisen synteessin uran uurtajia oli Robert Moog, joka kehitti kuluttajamarkkinoille modulaarisen elektronisen soittimen 1960-luvun puolivälissä. Modulaarisuus näkyi niiden rakenteessa: laite koostuu erillään olevista osista eli moduleista, jotka voitiin kytkeä johtojen avulla toisiinsa. Moduleina toimivat oskillaattorit, suotimet, verhoikäyrägeneraattorit sekä laitteen ohjaamisen tarkoitettu koskettimisto.

Myöhemmin nämä osat kasattiin kiinteästi yhdeksi kokonaisuudeksi ja näin analogiset syntetisaattorit saivat tutun nykypäiväisen muotonsa. (Huovilainen & Välimäki 2005, 80.)

Analogisessa synteessissä ohjaussignaali muodostetaan koskettimiston, sekvensserin tai matalataajuus oskillaattorin (LFO) toimesta. Ohjaussignaalin avulla viestitään jänniteohjatulle oskillaattorille (VCO) sen tuottaman lähdesignaalin perustaajuus. Samalla ohjaussignaali kulkee verhoikäyrägeneraattorille, jonka avulla voidaan muokata signaalin amplitudin muutoksia ajan suhteen. Yleensä oskillaattorin tuottaman aaltomuodon voi valita siniaallosta aina harmonisesti rikkaampiin kolmio-, sakara- tai sahalaita-aaltoon. Jaksollisten aaltomuotojen lisäksi oskillaattoreilla voi yleensä muodostaa jaksotonta aaltomuotoa eli valkoista tai vaaleanpunaista kohinaa. Useissa analogisissa syntetisaattoreissa on kaksi oskillaattoria, jotka voidaan yhdistää. Tämä luo monimuotoisemman ylä-äänes sarjan kuin yksi oskillaattori. Oskillaattorin jälkeen signaali kulkee jänniteohjattuun alipäästösuođattimeen, jota voidaan taas ohjata LFO:n toimesta. Tämän jälkeen signaali kulkee vahvistimen kautta ulostuloon. (Kauramäki 2008, 27, 30.)



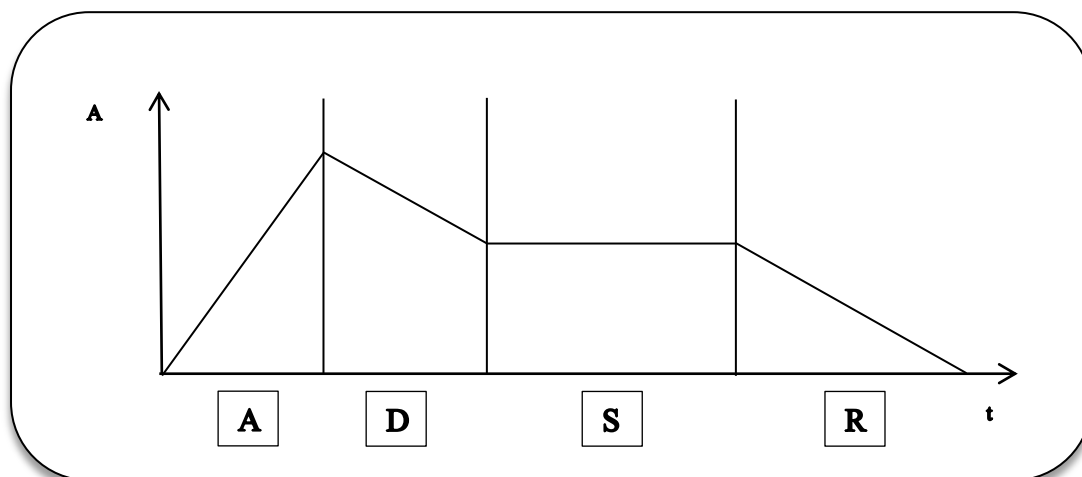
KUVA 1. Tyypillinen modulaarisen syntetisaattorin kytkentä. Äänisignaalin kulkeminen tapahtuu vaakasuuntaisten nuolien ja ohjaussignaalit pystysuuntaisten nuolien mukaan

Oskillaattorin tuottamaa signaalia muokataan suotimilla, jotka luokitellaan niiden taajuusvasteen perusteella. Tunnetuimpia suotimia ovat ali- ja ylipäästösuođattimet sekä kaistapäästö- ja kaistaestosuođattimet. Näistä varsinkin alipäästösuođattimet on käytetyin, sillä oskillaattorit tuottamien aaltomuotojen taajuusvaste on ääretön. Alipäästösuođattimet päästää matalimmat taajuudet läpi mutta vaimentaa rajataajuuden yläpuolisia taajuuksia tietyllä desibelimäärällä oktaavia kohden. Yleensä suodattimet leikkaavat rajataajuuden yläpuolella

olevia taajuuksia 12 tai 24 desibeliä oktaavilta mutta muitakin arvoja käytetään. (Huovilainen & Välimäki 2005, 83- 84.)

Vaikkakin suotimilla leikataan taajuuksia, yleensä ne myös vahvistavat joitakin taajuusalueita. Vähentävän synteesin nimitys saattaa olla tästä syystä harhaanjohtaja. Tyypillisesti suotimen toimintaa voi muokata säätämällä sen leikkaustaajuutta eli sitä taajuusaluetta, jossa suodin alkaa leikkaamaan taajuuksia. Alipäästösuodin päästää alhaiset taajudet läpi ja leikkaa ylempiä taajuuksia; ylipäästösuodin tekee saman toisin päin. (Huovilainen & Välimäki 2005, 80- 81.)

Suotimen toimintaa voi säätää leikkaustaajuuden valitseminen lisäksi resonanssilla. Resonanssilla voidaan vaikuttaa suotimen leikkaustaajuuden raja-arvoon. Mikäli leikkaustaajuus on määritetty 1000Hz voidaan resonanssin avulla korostaa tuota taajuusaluetta. Tämä vaikuttaa olennaisesti harmoniseen lopputulokseen ja monet tunnetut analogiset soundit perustuvatkin juuri resonanssin käyttöön. (Huovilainen & Välimäki 2005, 85.)



KUVA 2. Verhokäyrässä näkyy amplitudin muutokset ajassa. Kirjainlyhennykset tarkoittavat attack (alkuaika), decay (vaimenemisaika), sustain (pitoaika) ja release (päästöaika).

Oskillaattorin sekä suotimien lisäksi analogiseen synteisiin kuuluu olennaisesti verhokäyrän muokkaamiseen soveltuva verhokäyrägeneraattori, jota kutsutaan myös ADSR-vaippageneraattoriksi. Muokkaamalla signaalin verhokäyrää voidaan vaikuttaa oleellisesti siihen, miltä kaiuttimista tuleva ääni kuulostaa. Kokonaisuudessa soittimien erilaisuudet tulevat esiin niiden erilaisista verhokäyristä. Verhokäyrällä tarkoitetaan äänen amplitudin muutoksia ajassa. Tämä sekvenssi jaotellaan neljään osaan: alkuaika (attack),

vaimenemisaika (decay), pitoaika (sustain) ja päästöaika (release). (Huovilainen & Välimäki 2005, 80- 81.)

Matalataajuusoskillaattori (Low Frequency Oscillator, LFO) on yleinen osa analogisia syntetisaattoreita. Sitä käytetään moduloimaan oskillaattoreita sekä suodattimia kuuloalueen alapuolella olevilla taajuuksilla. LFO toimii yleensä taajuusalueella 0,1 – 20 Hz (Kauramäki 2008, 28). Tavallisten oskillaattoreiden tapaan LFO:ssa voi valita sen tuottaman aaltomuodon. Yleisesti LFO:ta käytetään moduloimaan oskillaattorin taajuutta, jolloin sillä voi tehdä esimerkiksi vibraattomaista huojuntaa. Toinen tyypillinen moduloinnin kohde on suodattamien rajataajuus. (Huovilainen & Välimäki 2005, 83.)

FM-synteesin alkuperäinen kehittäjä on John Chowning, joka kehitti menetelmän 1970-luvun alkupuolella. Chowning oli ensimmäisiä systemaattisia FM-synteesin tutkijoita. Tutkimuksiansa myötä hän ymmärsi, että luonnollisten äänien muutoksia ajassa on vaikea mallintaa lineaarisilla menetelmillä. Sen sijaan Chowning huomasi, että monimuotoisen äänispektrin voi muodostaa käyttämällä vain kahta siniaalto-oskillaattoria. (Tolonen, Välimäki & Karjalainen 1998, 4.)

Synteesin alkuperä juontuu 1900-luvun keskivaiheen radiotekniikkaan, mutta se tuli erityisen suosituksi ensimmäisten digitaalisten syntetisaattoreiden parissa. FM-synteesi tarvitsee vakaan toimintaympäristön toimiakseen optimaalisella tavalla. Tämän takia se ei ollut niin yleinen analogisten syntetisaattoreiden synteesimenetelmänä, koska niiden oskillaattoreiden signaalit ovat digitaalista ympäristöä epävakaammat. Tämä johtuu muun muassa siitä, että analogiset komponentit muuttavat toimintaansa lämpötilan noustessa ja aiheuttavat näin esimerkiksi vireongelmia. FM-synteesi soveltuu kuitenkin erinomaisesti analogipohjaisissa laitteissa muun muassa ääniefektien tekemiseen. (Russ 2009, 257.)

Taajuusmoduloinnissa yksi sinimuotoinen signaali moduloi toista muuttaen sen sävelkorkeutta. Täten jokainen taajuusmoduloinnilla luotu ääni tarvitsee ainakin kaksi oskillaattoria. Videopelilaitteiden FM-äänisirut käyttivät neljästä kuuteen oskillaattoria kunkin äänen toistamiseen. FM-synteesin perustuvat äänisirut olivat suosittuja niin kolikkopeleissä, konsoleissa kuin tietokoneelle tarkoitetuissa äänikorteissa 1970- ja 1980-luvuilla. PSG-teknikkaan ja vähentävään synteesiin perustuviin äänisiruihin verrattuna FM-äänisirut olivat huomattavasti joustavampia tarjoten laajemman skaalan sointiväreihin. 16-bittisissä konsoleissa käytettiin tavallisesti yhtä tai useampaa sirua. (Collins 2008b,10-11.)

Erityisen hyvin FM-synteesi mallintaa urkuja ja sähköpianoa, perkussioita sekä näppäilysoittimia. Collinsin (2008b, 38) mukaan juuri nämä instrumentit ja sointivärit hallitsivat niiden pelien äänimaailmaa, joiden äänen tuottaminen perustui FM-synteesiin.

3.2 Äänitteiden muokkaus

Aaltotaulukkosynteesi esiteltiin myös 16-bittisten konsolien aikakaudella. Siinä käytetään hyväksi tietokoneen tai musiikkilaitteen muistia, johon talletetaan oikeiden instrumenttien digitaalisia ääninäytteitä. Näin ollen aaltotaulukkosynteesin perustuvat äänisirut olivat FM-synteesiä realistisemman kuuloisia. Ongelmaksi muodostui kuitenkin se, että aaltotaulukkosynteesiin perustuva äänisiru tarvitsee oman muistin, jolle ääninäytteet tallennettiin. Tämä luonnollisesti kasvatti laitteen rakentamisen kustannuksia. (Collins 2008b, 11.)

Jos tarkastelemme esimerkiksi pianon tai sähköbasson verhoikäyrää, huomaamme äänen alukkeen olevan monimuotoisempi aaltomuodoltaan kuin äänen jälkimmäiset osat. Koska alukkeen aaltomuoto on luonteeltaan monimuotoinen ja se on äänen tunnistamisen kannalta tärkeä, aaltotaulukkosynteesissä se tallennetaan sellaisenaan. Sen sijaan äänen myöhäisemmät vaiheet muuttuvat aaltomuodoltaan vakaammiksi ja jaksollisimmiksi. (Park 2010, 43.) Tämä mahdollistaa sen, että äänen loppuosasta tallennetaan vain pieni osa, jota toistetaan luuppamalla halutun ajan verran. Tällöin tietokoneen tai musiikkilaitteen muistiin voidaan tallentaa vain pieni osa alkuperäisestä signaalista. Näin ollen samaan määrään muistia saadaan talletettua enemmän saundeja.

Park (2010, 44) tarjoaa esimerkin, jossa piano-samplen alkuperäinen kokonaispituus on 108,102 näytettä, mutta aaltotaulukkosynteesiä hyväksi käyttämällä sama ääni saadaan toistettua vain 3500 näytteellä. Tämä on merkittävä etu muistin säästämisen kannalta. Aaltotaulukkosynteesillä luotuun saundin laatuun voidaan vaikuttaa valitsemalla luoppaus pisteet tarkasti sekä käyttämällä hyväksi verhoikäyrägeneraattoria sekä suotimia.

Samplaaminen kuuluu äänisynteesimenetelmistä äänitteiden muokkaamiseen perustuvaan äänisynteesimenetelmään. Samplaamisella tarkoitetaan analogisten äänisignaalien muuttamista tietokoneen ymmärtämään digitaaliseen muotoon. Äänestä otetaan näytteenottotaajuuden mukainen määrä näytteitä sekunnissa. Näytteenottotaajuus voidaan määrittellä Nyquistin teoreeman mukaan, jossa näytteenottotaajuuden tulee olla

kaksinkertainen kuin näytteen korkein taajuus. Esimerkiksi ihminen kykenee kuulemaan maksimissaan noin 20 kHz korkeita signaalia, jolloin 40 kHz näytteenottotaajuudella saadaan rakennettua riittävän tarkka repressentaatio alkuperäisestä signaalista. Tätä näytteenottotaajuutta kutsutaan Nyquistin taajuudeksi. Mikäli näytteenottotaajuus on Nyquistin taajuutta alhaisempi, alkuperäistä signaalia ei voida enää palauttaa. (Russ 2009, 56-57, 60- 62.)

Samplaamisessa otetaan aluksi ääninäyte jostakin analogisesta signaalista. Tästä huolehtii äänityslaitteen A/D-muunnin, joka muuttaa analogisen signaalin digitaaliseen muotoon ottamalla siitä näytteitä valitun näytteenottotaajuuden mukaisesti. Sisääntulevasta analogisesta signaalista otetaan näyte esimerkiksi 44 kHz näytteenottotaajuudella 22 mikrosekunnin välein. Kunkin näytteen arvo talletetaan laitteen muistiin ja näin saadaan haluttu ääninäyte talletettua digitaaliseen muotoon. Näytteenottotaajuuden lisäksi tärkeä tekijä on resoluutio, jolla tarkoitetaan signaalin voimakkuuden vaihteluihin tarkoitettujen bittien määrää. Mitä enemmän bittejä sitä tarkemmin alkuperäinen dynamiikka saadaan tallennettua. (Russ 2009. 59- 60.)

Kun ääninäyte halutaan toistaa kaiuttimista, tapahtuu päinvastainen prosessi eli digitaalinen ääninäyte muutetaan analogiseksi signaaliksi. Ääninäytteen binäärimuodossa olevat arvot muutetaan vastaamaan ulostulevan jännitteen arvoja. Tästä huolehtii D/A-muunnin. Muuntimen toiminta perustuu yleensä pulssikoodimodulaatioon. PCM-prokolla on digitaalisen äänen standardoitu muoto ja sitä käytetään niin tietokoneissa kuin CD-levyissäkin. (Collins 2008b, 14.)

4. PELIKONSOLEIDEN ÄÄNITEKNIIKAN KEHITTYMINEN

Tässä luvussa käyn läpi kunkin sukupolven keskeisimmät laitteet läpi ja tarkastelen niiden teknistä kehittymistä. Jaan videopelikonsolit eri sukupolviin niiden teknisten ominaisuuksien mukaan. Yleisesti on käytössä laitteiden bittisyyteen pohjautuva jaottelu, jolloin puhutaan 8-bittisistä, 16-bittisistä laitteista ja niin edelleen (Miller 2008) (Poh 2011). Kuten olen aikaisemmin maininnut, tämä jaottelu saattaa olla harhaanjohtava, sillä bittisyydelle viitataan yleensä joko prosessorien rekisterien tai dataväylän bittien määrään. Nämä saattavat kuitenkin toisistaan siten, että rekisterit ovat esimerkiksi 16-bittisiä ja dataväylä 8-bittinen. Olennaista sukupolviin perustuvassa jaottelussa on kuitenkin, se uusi sukupolvi tuo mukaanaa selkeitä teknisiä parannuksia ja vaikuttaa näin ollen merkittävästi niin peleihin kuin pelimusiikkiin.

Varsinkin videopelilaitteiden ensimmäisten sukupolvien laitteiden pelimusiikin säveltäminen oli tiukasti sidottu laitteiden teknisiin ominaisuuksiin. Ensimmäiset videopeleiksi luokiteltavat pelit ilmestyivät niinkin varhain kuin 1960-luvulla alussa, mutta äänet yleistyivät 1970-luvun aikana (Haddon 2002, 49- 54). Ääntä oli vaikea ohjelmoida varhaisille videopelilaitteille ja ohjelmoijat joutuivat jatkuvasti kohtaamaan ongelmia muistin vähäisen määrän takia. Peleihin liitettäviä ääniä jouduttiin rajoittamaan muistin vähyyden takia. Lisäksi rajoittavana tekijänä oli äänikanavien määrä, joka käsitti kahdesta neljään perusaaltomuotojen toistamiseen soveltuvan kanavan lisäksi yhden kohinakanavan. Tämä tuo luonnollisesti omat rajoitteensa moniäänisen musiikin tekemiseen. Viidennen sukupolven jälkeen keskeiset tekniset ongelmat liittyvät ohjelmistoihin, jotka tukisivat dynaamista pelimusiikkia. (Belinkie 1999.)

4.1 Ensimmäinen sukupolvi 1971-1977

Ensimmäinen sukupolvi katsotaan alkaneen Atarin kehittämästä Pong-arkadipelistä sekä Magnavox Odysseyn-pelikonsolin julkaisemisesta eli vuodesta 1971 (Miller 2005). Ensimmäisen sukupolvi katsotaan päättyneen vuonna 1977, jolloin peliteollisuus kohtasi ensimmäisen lamansa ja uusi laitesukupolvi tuotiin markkinoille. Teknologian näkökulmasta katsottuna keskeisin ero myöhäisempiin sukupolviin on se, että 1. sukupolven pelikonsolit eivät sisältäneet mikroprosessoreita.

Ensimmäisissä videopeleissä ei ollut vielä ääniä. William Higginbothamin Tennis for Two (1958) ja Massachusetts Institute of Technologyn yliopistossa kehitetty Spacewar! (1962) ovat ensimmäisiksi videopeleiksi luokiteltavia pelejä. Videopelejä onkin hyödynnetty viihteen

lisäksi tietokoneiden testauksessa sekä kehitystyössä. Videopelien kehitys on omalta osaltaan vaikuttanut esimerkiksi realistinen kuvan ja äänen käsittelyn, uusien ohjelmointitekniikoiden sekä värinäyttöjen kehitykseen (Huhtamo 2002, 19).

Ensimmäinen ääniä sisältäneet pelit olivat Nutting Associatesin valmistama Computer Space-peli sekä Atarin kolikkoautomaattipelikoneelle kehitetty Pong. Kummatkin pelit julkaistiin vuonna 1971. Computer Space-pelissä ohjusten ampuminen ja räjähdykset kuultiin ääninä. (Collins 2008b, 2.) Computer Space oli ensimmäinen peli, joka suunnattiin kotimarkkinoille ja sitä voidaankin pitää ensimmäisenä kaupallisena pelinä. Toinen videopelihistorian varhaisajan ääntä sisältänyt peli oli Atarin julkaisema Pong, jossa mailaan osuva pallo aiheutti ääniefektin. Pong oli aikanaan valtava menestys ja siitä julkaistiin useita kopioita lukuisien eri yritysten toimesta. Pongia pidetään laajalti ensimmäisenä massatuotantoon johtaneena hittipelinä. Ensimmäisillä ääntä sisältäville peleille oli tyypillistä se, että varsinaisen musiikin sijaan kuultiin ainoastaan ääniefektejä. (Tukeva 2007, 26).

Laitteiden tekniset rajoitukset tulee esiin jo aivan ensimmäisten pelien yhteydessä. Esimerkiksi Pongin kehittäjä Al Alcorn muistelee, kuinka Atarin perustaja Nolan Bushnell halusi lisätä peliin yleisön kohinaa. Alcorn ei kuitenkaan pystynyt täyttämään näitä vaatimuksia, koska laitteelle ei yksinkertaisesti pystynyt toistamaan vaadittua yleisönkohinaa. Niinpä hän vain lisäsi tunnetuksi tulleen ääniefektin, kun pallo osuu mailaan. Onkin huomioitava, ettei äänimaailmaa luotu esteettisestä näkökulmasta käsin, vaan laitteen rajoitukset sanelivat tuotetun äänen luonteen. (Collins 2008b, 8- 9.)

Varsinkin flippereitä ja muita arkadipelejä pyrittiin markkinoimaan myös äänien näkökulmasta. Arkadipelien äänimaailma oli hyvin erilainen laitteiden välillä. Niihin suunniteltiin kustomoidut äänipiirit kunkin pelin tarpeiden mukaan: tasohyppelypelin äänimaailma on yleensä hyvin erilainen kuin autopelin. Tämän takia arkadipeleihin suunniteltiin omat äänipiirit, jotka pystyivät toistamaan juuri tietynlaisia ääniä. (Collins 2008b, 9.)

Alkujaan flippereissä käytettiin erilaisia kelloja ja summereita ääniefekteinä. 1970-luvun loppupuolella kolikkoautomaattipeleissä yleistyvät 4- ja 8-raitaiset nauhasoittimet, jotka toistivat sekä ääniefektit että musiikin. Yleensä nauhasoittimet toistivat pelin taustamusiikin, mutta joissakin peleissä käytettiin ääniä interaktiivisemmin. Atarin Triple Huntissa käytettiin

hyväksi myös digitaalista mikroprosessoria, joka keskittyi ääniefektien toistamiseen. (Wolf 2012, 119- 121.)

4.2 Toinen sukupolvi 1977- 1982

Toinen sukupolvi alkaneen Atari 2600-konsolin julkaisemisen myötä vuonna 1977. Toisinaan sitä kutsutaan myös 8-bittisten pelikonsolien varhaisajaksi. Keskeisin pelikonsoli tältä ajalta on markkinoita hallinnut Atari 2600, jonka sanotaan aloittaneen videopelikonsoloiden ensimmäisen kultakauden. Muita merkittäviä pelikonsoleita oli Mattel Intellivision, Odyssey 2 sekä ColecoVision. (Miller 2005.)

Pelikonsolien toinen sukupolvi oli ensimmäinen todellinen videopelien kukoistuskausi. Samoihin aikoihin kotitietokoneiden valmistajat kohdistivat mielenkiintonsa pelimarkkinoille. Uusien yrittäjien myötä kilpailu koveni ja pelien hintaa jouduttiin laskemaan. Videopelimarkkinoita kohtaan oli liian suuret odotukset ja markkinoille syntyi samankaltainen kupla kuin ensimmäisessä lamassa vuonna 1977. Samaan aikaan julkaistut uudet pelikonsolit olivat aikaisempia kehittyneempiä ja ne vaikuttivat kuluttajien käyttäytymiseen. Tämä taas johti monien yritysten konkursseihin ja peliteollisuuteen iskikin erittäin vaikea lama vuosien 1983 ja 1984 vaihteessa. (Haddon 2002, 54-56.) (Wolf 2012, 81.)

1980-luvulle tultaessa pelikonsolien tekijät alkoivat lisäämään koneisiin Programmable Sound Generator eli PSG-äänisiruja ja tätä kautta tonaalisuuteen perustuva musiikki alkoi yleistymään. PSG-äänisiru on suunniteltu varta vasten sellaisille ohjelmille, joissa pelaajan tekemät toiminnot toimivat sytykkeenä äänien toistamiselle. Ohjelmoija kirjoittaa konekielistä assembler-koodia, jonka avulla ohjataan oskillaattoria. Oskillaattori tuottaa elektronisen signaalin, joka on toistuu muodoltaan samanlaisena aaltomuotona. PSG-äänipiirit pystyivät tuottamaan perusaaltomuotoja, jotka se yhdisti toisiinsa ja luoden näin monimuotoisempia ääniaaltoja. Yleisin oskillaattorien tuottama aaltomuoto on siniaalto. Kun kaksi oskillaattoria yhdistetään, muodostunutta kokonaisuutta kutsutaan generaattoriksi. Akustisia instrumentteja mallinnettiin käyttämällä kahta generaattoria: aaltomuoto- sekä verhoikäyrägeneraattoria. Vähentävä synteesi oli yleisin äänisynteesimenetelmä PSG-tekniikkaan perustuvissa äänisiruissa. (Collins 2008b, 10- 12.)

Suosituin varhainen PSG-äänisiru oli General Instrumentsin valmistama AY-sarjan piirit. Toinen merkittävä PSG:hen perustuva äänipiiri oli Commodoren valmistama SID-piiri, jota

käsittelen tarkemmin seuraavassa alaluvussa. Piirit kykenivät toistamaan kolmea kanttiaaltoa samanaikaisesti sekä yhtä kohinakanavaa. PSG-äänisirut tarjosivat vain vähän mahdollisuuksia äänenväriin säätämiseen ja esimerkiksi aaltomuotona oli käytettävissä yleensä ainoastaan kanttiaalto. Neljä kanavaa oli tyypillisin määrä varhaisille siruille. Suuria vaihtelevaisuuksia löytyi sen sijaan sirujen taajuuden jakajista. PSG-äänipiirit kärsivätkin usein vireongelmista ja monet sirujen valmistajat tekivät manuaaleihin erillisiä taulukkoja, joissa näkyi vireeseen liittyvät variaatiot eri taajuuksilla (Collins 2012, 124-125). AY-sarjan taajuuden jakamiseen tarkoitettu rekisteri oli 12-bittinen, mikä mahdollisti 4096 eri nuotin toistamisen. (Collins 2008b, 12.)

Jotta PSG-generaattoria pystyi käyttämään, täytyi pelimusiikintekijän hallita ohjelmointi. Ensimmäisten sukupolvien pelimusiikin tekijöillä olikin tyypillistä se, että he olivat pikemminkin ohjelmoijia kuin erikoistuneita musiikin tekemiseen. Joillakin pelitaloilla oli kuitenkin käytössään talonsisäisiä ohjelmoija-muusikoita, jotka tekivät läheistä yhteistyötä varsinaisten peliohjelmoijien kanssa. (Collins 2006a.)

Uutta oli myös videokonsoleihin ilmestyneet mikroprosessorit. Mikroprosessorien myötä videopelien luonne muuttui ratkaisevasti ja peleihin keskittyvä ohjelmistoteollisuus sai alkunsa (Haddon 2002, 54).

PSG-äänisirujen ja mikroprosessorin lisäksi kolmas merkittävä uudistus oli Read Only Memory eli ROM-kasetit, joihin pelit oli talletettu. Aiemmin pelit oli talletettu valmiiksi pelikonsolien integroituun muistiin, joten uusia pelejä ei laitteille voinut hankkia. Fairchildin valmistama Channel F-konsoli olikin ensimmäinen ohjelmoitava laite, johon myytiin pelejä erillisinä ROM-kasetteina. (Carey 2005, 96.)

Atarin 2600 voidaan pitää kotikonsolien varsinaisena isänä, sillä se on ylivoimaisesti markkinoiden menestynein toisen sukupolven konsoli. Atari 2600 ei menestynyt heti julkaisunsa jälkeen kovinkaan hyvin, mutta sille lisensoitiin suurta suosiota nauttinut arkadipeli Space Invaders (1980). Pelin julkaisun myötä 2600:n myynti lähti rajuun nousuun. Merkittävää oli myös se, että 2600 on kaikkien aikojen pitkäikäisin konsoli: sitä myytiin jälleenmyymälöissä aina vuodesta 1977 vuoteen 1989. Atari 2600:ta on myyty arviolta 25 miljoonaa kappaletta. (Collins 2006a.)

Space Invaders on merkittävä peli myös pelimusiikin kannalta, sillä se oli ensimmäinen jatkuvaa musiikkia sisältänyt peli. Siinä oli ensimmäistä kertaa jatkuva neljän nuotin kromaattisesti laskeva sävelkulku, jota muistitilan säästämisen vuoksi toistettiin luuppina. Pelin musiikki oli myös siinä mielessä mullistavaa, että se oli luonteeltaan dynaamista: musiikin tempo kasvoi pelin edetessä. (Collins 2008b, 12.) Pelimusiikin tempon kasvattaminen pelimaailman tapahtumien myötä on muodostunut yhdeksi dynaamisen pelimusiikin standardiksi.

Atari 2600 sisältämä TIA-äänisiru oli Atarin itsensä kehittämä. TIA ei käsitellyt ainoastaan ääntä, vaan sitä käytettiin myös grafiikan piirtämiseen. TIA-sirussa oli vain kaksi kanavaa, joiden avulla toistettiin pelien äänimaailma. Molemmilla kanavilla oli oma 4-bittinen äänenkorkeuskontrolleri, mikä mahdollisti kuusitoistaportaisen äänenvoimakkuuden säädön. Aaltomuodoista oli valittavana kanttiaalto, siniaalto, saha-aalto ja kohina. Tonaalisen musiikin näkökulmasta ongelmia aiheutti se, että jokainen aaltomuoto käytti erilaista virettä. (Collins 2006a.)

TIA-äänisirun keskeinen ongelma on sen viritysjärjestelmästä vastaava mekaniikka. Musiikin tekijä joutuu valitsemaan jonkin perustaajuuden, joka voidaan jakaa luvuilla 1-32. Jakamalla perustaajuus 32 eri arvolla saadaan aikaan muuttavaan kyseessä olevaan virejärjestelmään kuuluvat nuotit. Vireongelmaa pahensi vielä se, että eri puolella maailmaa televisioissa käytettävät NTSC ja PAL-standardit vaikuttivat lopulliseen vireeseen. Eckhard Stolberg (2000) on koonnut kattavan viretaulukon Atari 2600:lle, joista yksi esimerkki on taulukossa 2.

Taulukko 2. Ote Stolbergin viretaulukosta, jossa perustaajuudeksi on valittu 2093 Hz. Perustaajuutta alemmat nuotit saadaan jakamalla edellinen taajuus kahdella. Koska perustaajuuden jakamiseen käytetty rekisteri oli 5-bittinen, perustaajuus voitiin jakaa arvoilla 1-32. Tässä tapauksessa alin mahdollinen taajuus on $2096/32 = 65.5$ Hz. Huomaa myös erot NTSC ja PAL-standardien välillä.

Sävelkorkeus	NTSC	Nuotti	Taajuus	Sentti	PAL	Nuotti	Taajuus	Sentti
0	2096	C ⁴	2093	+2	2080	C ⁴	2093	-1
1	1048	C ³	1046.5	+2	1040	C ³	1046.5	-1
2	698.7	F ²	698.5	0	693.3	F ²	698.5	-1
3	524	C ²	523.3	+2	520	C ²	523.3	-1
4	419.2	G# ¹	415.3	+16	416	G# ¹	415.3	+3
5	349.3	F ¹	349.2	0	346.7	F ¹	349.2	-13
6	299.4	D ¹	293.7	+33	297.1	D ¹	293.7	+20

Kuten taulukosta 2 näkee, NTSC-standardiin pohjautuvissa televisiossa yksiviivainen d-sävel on 33 senttiä liian korkea. Sama sävel toistettuna PAL-pohjaisissa laitteissa oli 20 senttiä korkeammalla kuin tasavireisessä viritysjärjestelmässä. Parhaimmillaan yksittäinen nuotti on yli 50 senttiä epävireessä. Tästä syystä johtuen Atari 2600:n tehdyssä musiikissa on suhteellisen harvoin edes kaksiaänistä musiikkia (Collins 2008b, 23). Vireeseen liittyvistä ongelmista johtuen Paul Slocan (2003) on koonnut kolme virejärjestelmää, joiden nuotit ovat toisiinsa nähden vireessä. Kussakin viritysjärjestelmässä on vaihteleva määrä matalia ja korkeita ääniä.

4.3 Kolmas sukupolvi 1982- 1988

1980-luvun puolivälistä aina vuosikymmenen lopulle asti videopelikonsoleiden markkinoita hallitsi 8-bittinen Nintendo Entertainment System, joka julkaistiin Japanissa alun perin Famicon nimisenä vuonna 1983. Pohjois-Amerikkaan ja Eurooppaan se saapui muutamien vuosien viiveellä. Nintendo oli suuri menestys ja piti hallussaan markkinajohtajan paikkaa aina vuosikymmenen loppuun asti. (Collins 2008b, 24, 37.) Nintendolla ja seuraavan sukupolven päivitetyllä SNES:llä olikin merkittävä osuus siinä, miten videopelitalous toipui siihen iskeneestä lamasta vuonna 1984 (Järvinen 2002. 72-73). Nintendon lisäksi muita merkittäviä videopelikonsoleita olivat Sega Master System ja Atari 7800.

Puhtaasti pelaamiseen tarkoitettujen videopelikonsoleiden rinnalle tulivat kotitietokoneet 1980-luvun alkupuolella. Niille julkaistiin hyötyohjelmien lisäksi pelejä. Videopelien näkökulmasta katsottuna merkittävä laite oli Commodore 64 (C64), jonka legendaarin PSG-tekniikkaan perustunut Sound Interface Device eli SID-äänipiiri oli monessa asiassa aikaansa edellä. C64 julkaistiin vuonna 1982 ja se on kautta aikojen myydyin kotitietokone. Yleisön kiinnostuksen se herätti alhaisella hinnallaan, helpolla käyttöliittymällä sekä hyvillä ominaisuuksillaan. Varsinkin tekniset ominaisuudet houkuttelivat ihmisiä siirtymään C64:n käyttäjiksi. Laitteessa oli aikaansa nähden teknisesti kehittyneet ääni- ja grafiikkasirut, joiden avulla varsinkin peliohjelmoijat kykenivät tekemään aikaisempaa hienompia pelejä. Laadukkaiden ääni- ja grafiikkasirujen käyttäminen oli Commodoren valmistajilta selkeä taktinen linjaus, minkä avulla pyrittiin haastamaan 1970-luvulla esiin nousseet videopelikonsolit. Alun perin C64 oli tarkoitettu puhtaaksi videopelikonsoliksi, mutta yrityksen johto vaihtoi viime hetkellä strategista linjaansa ja teki siitä yleiskäyttöisen kotitietokoneen. C64 tekniikka erosi aikaisemmista kotitietokoneista siten, että SID oli

sisäänrakennettu syntetisaattori. Aikaisempien kotitietokoneiden äänitekniikka oli paljon yksinkertaisempaa ja sitä käytettiin lähinnä ääniefektien toistamiseen. (Kentala 2005, 6-8.)

SID 6581 äänipiiri luotiin Commodore Business Machinesin tytäryhtiö Metal Oxide Semiconductor (MOS) Technologyn toimesta. Äänipiirin vastaava suunnittelija oli Robert Yannes, joka aloitti piirin suunnittelun vuonna 1981. SID-äänipiiri perustui vähentävään synteisiin ja siinä on kolme äänikanavaa, joiden ääniala käsittää kahdeksan oktaavia. Jokaisella äänikanavalla oli oma oskillaattori, joka kykeni toistamaan neljää eri aaltomuotoa: kolmioaaltoa, sahalaita-aaltoa, kanttiaaltoa sekä kohinaa. Tämän lisäksi jokaisella äänikanavalla oli oma verhokäyrägeneraattori sekä äänenvoimakkuusmodulaattori. Ohjelmoitavalla suotimella voitiin luoda monimutkaisia äänenvärejä vähentävään synteisiin perustuen. (Yannes 1983, 8.)

Kolmen äänikanavan lisäksi äänipiirillä on kohinakanava, jota käytettiin erityisesti lyömäsoittimien ja ääniefektien mallintamiseen. Kohinakanavaa pystyttiin käyttämään myös yksinkertaisena pulssinleveysmodulaation perustuvana samplerina. Martin Galway oli ensimmäisiä C64:n pelimusiikin säveltäjiä, joka käytti sampleja pelissä nimeltä Arkanoid. (Collins 2006b.)

Oskillaattorien taajuusalue käsittää 0- 3995 Hz välisen alueen ja taajuudesta vastaa kaksi kahdeksan bitin rekisteriä, mikä mahdollistaa 65 536 eri taajuutta yhdelle oskillaattorille (Collins 2006b). SID-äänisirulla olevia oskillaattoreita ohjataan mikroprosessorilla, joka syöttää toimintaohjeet oskillaattoreille. Tieto sisältää halutun aaltomuodon ja taajuuden, jotka oskillaattori edelleen lähettää aaltomuodon valitsijalle. Kun aaltomuoto on valittu, signaali jatkaa matkaansa analogisen signaalin tuottavaan D/A-muuntimeen. Tämän jälkeen signaali ohjataan verhokäyrägeneraattorille, joka muokkaa signaalin verhokäyrää halutulla tavalla. Verhokäyrägeneraattorista signaali jatkaa analogiseen suotimeen, jossa signaalia voidaan suodattaa alipäästö-, ylipäästö- tai kaistaestosuotimella. Suotimen leikkaustaajuutta voidaan korostaa kuudellatoista eri arvolla. Suotimen jälkeen signaali ohjataan äänenvoimakkuudesta vastaavaan vahvistimeen ja siitä ulostuloon. (Kentala 2005, 27-28.)

C64:n mikroprosessori kykeni lukemaan kolmannen oskillaattorin ja verhokäyrägeneraattorin ulostuloa, mikä mahdollisti kahden muun oskillaattorin moduloinnin. Tämä mahdollisti esimerkiksi vibrato-efektin luomisen, kun matalataajuuksella kolmioaallolla moduloitiin toisen oskillaattorin äänenkorkeutta. (Kentala 2005, 32.)

Alkuperäinen SID 6581-mikrosirussa oli kuitenkin omat ongelmansa, jotka johtuivat pääosin tuotannollista syistä. Yksi keskeisimmistä oli analogisen suotimen epätarkkuus. Esimerkiksi patenttihakemuksessa esitelty suotimen leikkaustaajuuteen liityvä kaava ei pitänyt useimmissa tapauksissa paikkaansa, sillä laitteeseen valmistetut elektroniset komponentit olivat laadultaan vaihtelevia. Näin ollen eri koneiden suotimet toimivat eri tavoin. Epävakaan suotimen lisäksi SID-piirissä oli suhteellisen suuri taustakohina. Monia näitä ongelmia ratkaistiin myöhemmin julkaistussa SID 8580-mikrosirussa, joka toimi Commodore 128 äänisiruna. (Kentala 2005, 33.)

C64:lle kehitettiin musiikin tekemiseen tarkoitettuja ohjelmia. Ensimmäisiä suosittuja ohjelmia oli Soundmonitor vuodelta 1986. Ohjelmalla oli mahdollista tehdä notaation avulla musiikkia, eikä käyttäjän tarvinnut ohjelmoida. Käyttöliittymän myötä musiikintekeminen oli käyttäjäystävällisempää, mutta tämä ei kuitenkaan kelvannut monille: ohjelmoinnilla C64:sta sai enemmän irti ja sitä pystyi käyttämään joustavammin. Ohjelmoinnin avulla pelimusiikin tekijä pääsi suoraan käsiksi SID-äänisirun ominaisuuksiin, mikä teki ohjelmoinnista joustavampaa. Lisäksi erilliset musiikkiohjelmat kuluttivat C64:n resursseja ja ohjelmoinnilla sai näin ollen säästettyä sekä C64:n muistia että prosessoritehoja. (Carlsson 2008, 157.)

Nintendon äänisiru oli monilta osin kehittyneempi kuin TIA-äänipiiri, eikä se kärsinyt kiusallisista vireongelmista. Kahden kanavan sijaan laitteessa oli käytettävissä viisi kanavaa, jotka mahdollistivat monimuotoisemman äänimaailman luomisen. Täysin uusi ominaisuus oli ääninäytekanaava, jonka avulla Nintendolla voitiin toistaa valmiita ääninäytteitä. Näin ollen Nintendo on ensimmäinen konsoli, joka mahdollisti samplauksen äänisynteesimenetelmänä. (Belinkie 1999.)

Nintendon äänipiiri käytti kustomoitua PSG-äänisirua, jossa oli käytössä yhteensä viisi kanavaa: kaksi pulssiaalto-, sahalaita-, ääninäyte- sekä kohinakanava. Pulssiaaltokanavien ääniala käsitti jopa 8 oktaavia. Toisessa pulssiaaltokanavassa oli niin sanottu sweep-ominaisuus, jolla pystyi luomaan esimerkiksi portamenton kuuloisia efektejä. Nämä olivat suosittuja varsinkin ääniefekteissä, kuten lasereiden äänissä. Sahalaitakanavan ääniala oli yhtä oktaavia pulssiaaltokanavia alempana, joten se soveltui hyvin basson tekemiseen. Sahalaitakanavan ääniala oli huomattavasti pienempi, sillä sen taajuuskontrolleri käytti ainoastaan 4-bittiä. Neljäntenä kanavana toimi kohinakanava, jota käytettiin lähes aina perkussioiden tekemiseen. Viides kanava tunnettiin nimellä Delta Modulation Channel, joka toimi ääninäytekanaavana. (Collins 2008b, 25-26.) Näin ollen Nintendossa pystyttiin

käyttämään myös hyvin alkeellista ääninäytteiden toistamista, mutta niiden äänenlaatu ei ollut kovinkaan kummoinen.

Ääninäytteiden toistamiseen oli käytössä kaksi eri metodia: pulssikoodimodulaatiota sekä DMA:ta. Pulssikoodimodulaatiota käytettiin varsinkin puhutun äänen toistamiseen, kuten Mike Tysonin Punch-Outissa vuodelta 1987. DMA-tekniikka perustui vain yhteen bittiin, joten sitä käytettiin lähinnä lyhyiden ääniefektien tekemiseen. Ääniefektit olivatkin DMC-kanavan ansiosta huomattavasti kehittyneempiä kuin muilla konsoleilla. (Collins 2008b, 25-26.)

4.4 Neljäs sukupolvi 1988-1993

Pelikonsoleiden neljäs sukupolvi katsotaan alkaneen Sega Mega Driven julkistamisesta eli vuodesta 1988 ja kestäneen aina vuoteen 1993. Aikakautta kutsutaan usein myös nimellä 16-bittisten pelikoneiden sukupolveksi. Toinen merkittävä pelikonsoli oli Super Nintendo Entertainment System. Sega oli jo aiemmin pyrkinyt haastamaan Nintendon julkaisemalla 8-bittisen Sega Master Systemin, mutta oli jäänyt pahasti Nintendon jalkoihin. Sega oli kuitenkin menestynyt mainiosti arkadipelien puolelle ja nyt se pyrkiin mukaan markkinoille tekemällä oman 16-bittisen konsolin. Yksi Segan myyntivaltti olikin se, että se pystyi kääntämään arkadipelien puolella hyvin menestyneet pelit suoraan Mega Drivelle. (Collins 2008b, 39- 40.)

Neljännän sukupolven pelimusiikille henkilökohtaiset tietokoneet antoivat pelikonsoleiden lisäksi merkittävän panoksen. Commodore 64 oli noussut merkittäväksi tekijäksi kolmannen sukupolven aikana ja aloittanut näin kotitietokoneiden esiinmarssin pelimusiikin historiassa. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii LucasArtsin kehittämä iMuse, joka toi pelimusiikin dynaamisuuden uudelle tasolle 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa (Collins 2008b, 51-52).

FM-synteesin käyttöönotto oli yksi merkittävimmistä kehitysaskelista tullessa 16-bittisten konsoleiden aikakaudelle (Collins 2008b, 38). Näin ollen se korvasi vähentävän synteesin hallitsevana äänisynteesimenetelmänä. Sega Megadrive oli suosituin pelikonsoli, joka käytti FM-synteesiä.

16-bittistä sukupolvea kuvaa se, että pelimusiikin merkitys kasvoi entisestään. Monet merkittävät kehitysaskelot videopelien parissa tehtiin nimenomaan pelimusiikin parissa.

Pelitalot keskittyivät aikaisempaa enemmän kehittämään peliääniin liittyviä mekaniikkaa. Yhtenä motivaattorina toimi pelitalojen kova kilpailu, mikä loi tarpeen luoda patentoituja ratkaisuja pelimusiikin tekniikkaan. Tästä parhaana esimerkkinä toimii iMUSE, jota käsittelen hieman alempana tarkemmin. Kilpailun merkittävin haittapuoli oli se, että yksittäisten pelitalojen patentoituja järjestelmiä eivät muut saaneet käyttää. Yhteisten standardien puute rajoitti pelimusiikin kehitystä ja sen vaikutukset ovat nähtävissä vielä tänäkin päivänä. (Collins 2008b, 60- 61.)

General Musical Instrument Digital Interface (MIDI) standardin määrittely mahdollisti laajemman polyfonian käytön. MIDI on alunperin määritelty vuonna 1983. MIDI:n ideana on mahdollistaa erilaisten digitaalisten äänilaitteiden yhteensopivuus. MIDI-protokolla määrittelee, minkälaisia viestejä laitteet lähettävät toisilleen ja missä muodossa tuon lähetettävän datan tulee olla. Yksittäinen MIDI-käskey sisältää tietoja siitä, mitä nuotti tulee soittaa, kuinka pitkään ja niin edelleen. General MIDI:ssä määriteltiin tarkemmin, kuinka montaa instrumenttia protokollat tukee ja millä muistipaikalla kukin instrumenttia sijaitsee. (MIDI 1.0 Detailed Specification 1995, 1- 5)

MIDI tarjoamat mahdollisuudet olivat suuri apu pelimusiikinsäveltäjille. Säveltäjien ei tarvinnut tietää ohjelmoinnista mitään, sillä he pystyivät säveltämään musiikin esimerkiksi tietokoneella valmiiksi. MIDI:n myötä riitti, että tallensi valmiin kappaleen MIDI-tiedoston pelikonsolin muistiin. MIDI-tiedostojen etuna oli se, että ne olivat kooltaan hyvin pieniä. Näin ollen ne eivät varanneet paljoakaan pelikonsolien RAM-muistia. (Collins 2008b, 50.)

Keskeistä 1990-alun vaihteen teknologisessä kehityksessä oli se, että musiikintekijöillä oli käytettävissä paremmat työkalut pelimusiikin säveltämiseen. Musiikin tekeminen ei pohjautunut enää niin vahvasti ohjelmointiin, mikä säästi sekä vaivaa että aikaa. Näin ollen pelimusiikin tekijöitä olivat muusikot ohjelmoijien sijaan. Kun aikaisemmin ääniefektit toimivat vuorovaikutus suhteessa pelaajan toimintojen kanssa, pelimusiikki alkoi hiljalleen ottamaan samaa roolia. Pelitilojen väliset muutokset synkronoitiin paremmin musiikin kanssa, eikä nopeita ilman välitteitä tapahtuvia siirtymiä enää ollut. Tämän sukupolven kehitys antoi tulevaisuudelle suunnan, jota pelimusiikki vieläkin seuraa. (Collins 2008b, 61.)

Sega pyrki haastamaan NESin videokonsolimarkkinoilla ja se kehitti teknisiltä ominaisuuksiltaan mielenkiintoisen laitteen 1980-luvun loppupuolella. Prosessorina toimi Motorolan 16-bittinen 68000 mikrosiru. Prosessori kykeni käsittelemään kaksi kertaa

enemmän bittejä kuin NESin. Ääntä varten laitteeseen oli lisätty oma prosessori ja se pystyi toistamaan 64 eri väriä samanaikaisesti. (Kent 2001, 401.)

Sega Mega Drivellä oli huomattavasti kehittyneemmät ääniominaisuudet kuin NES:ssä. Ensinnäkin siinä oli kaksi erillistä äänipiiriä, joista toinen toisti ääniefektit ja toinen musiikin. Ääniefektejä toisti Texas Instrumentsin valmistama SN76489 äänipiiri, joka perustui PSG-tekniikkaan. Se pystyi toistamaan kolmea äänikanavaa ja yhtä kohinakanavaa. Musiikista vastasi Yamahan valmistama YM 2612-äänipiiri, jonka toiminta perustui FM-synteesiin. Äänipiiri sisälsi kuusi FM-stereokanavaa, yhden 8-bittisen digitaalisen ääninäyttekanavan sekä LFO-oskillaattorin. Mikäli digitaalista ääninäyttekanavaa halusi käyttää, se kumosi yhden FM-kanavan. (The Genesis Sound Software Manual 1992, 4.)

Jokaisella FM-kanavalla oli neljä operaattoria eli aaltomuotoa, joista ensimmäinen oli kantoaalto. Muilla operaattoreilla pystyi moduloimaan kantoaaltoa ja näin saatiin aikaan monimuotoisempia aaltomuotoja. Kullekin operaattorille oli valmiiksi suunniteltu kahdeksan erilaista algoritmia, joiden avulla voitiin luoda erilaisia instrumentteja. (The Genesis Sound Software Manual 1992, 4- 5.)

Pelimusiikin tekijän näkökulmasta Mega Driven merkittävin huonopuoli oli sen vaikeahko ohjelmitavuus: kahden eri äänipiiriin yhteiskäyttöä piti ohjelmoida assembler-ohjelmointikielellä. Tämä teki äänimaailman tekemisestä hidasta. Näin ollen pelimusiikin säveltäjien täytyi joko itse osata koodata tai tehdä läheistä yhteistyötä ääniteknikoiden kanssa. Vaikea ohjelmitavuus aiheutti se, että samoja saundeja käytettiin useissa peleissä. (Collins 2008b, 40.)

Nintendo vastasi Megadriven haasteisiin kehittämällä oman 16-bittisen pelikonsolin. Vuonna 1991 julkaistu Super Nintendo Entertainment System oli grafiikaltaan ja ääniltään huomattavasti Sega Mega Driven edellä. SNES:n äänimoduli koostui useista eri osista, joista tärkein lienee Sonyn valmistama SPC-700 äänipiiri. SPC-700 oli 8-bittinen rinnakkaisprosessori, johon oli liitetty 16-bittinen digitaalinen signaaliprosessori ja 16-bittinen stereokanavainen D/A-muunnin. Digitaalinen signaaliprosessori oli käytännössä aaltotaulukkosynteesiin perustuva syntetisaattori, jolla pystyi toistamaan kahdeksan stereokanavaa samanaikaisesti. Kullekin kanavalle oli erilliset kontrollit taajuudelle, äänenvoimakkuudelle, verhoikäyrägeneraattorille sekä erilaisille efekteille kuten kaiulle ja suotimille. (Collins 2008b, 45-46.)

Äänimoduuli tuki myös MIDI-protokollaa ja siihen oli tallennettu MIDI:ä varten instrumenttien ääninäytteitä. Ääninäytteet koostuivat oikeiden instrumenttien ääninäytteistä ja niihin oli lisätty analogisten syntetisaattorien eri aaltomuotoja. Aaltotaulukkosynteesin ansioista instrumentit kuulostivat FM-synteesiin verrattuna huomattavasti realistisimmilta. Videopelilaitteiden MIDI-tuki helpotti suuresti säveltäjien työtä, sillä nyt he pystyivät tekemään musiikkinsa ulkopuolisella ohjelmalla ja tuomaan sävellyksen notaation MIDI-muotoisena suoraan SNES:n muistiin. (Collins 2008b, 45-46.)

Kun 16-bittisten konsolien pelimusiikin kehitys joiltakin osin pysähtyi 1980-luvun loppupuolella, henkilökohtaisten tietokoneiden puolelle se lähti vasta kunnolla käyntiin. Tietokoneiden valmistajat huomasivat kunnan äänentoistolaitteiden kasvaneen kysynnän. PC-koneiden emolevyissä oli ylimääräisiä portteja, joihin yritykset alkoivat valmistamaan erillisiä äänikortteja. Äänikortteille lisättiin aikansa syntetisaattoreissa käytettyjä mikrosiruja. Äänikortteja ilmestyi markkinoille yhä useampia ja ongelmaksi alkoi muodostumaan se, että kukin äänikortti toimi hieman eri tavoin. Näin ollen pelimusiikki jouduttiin säveltämään tietyille kortille. (Ahlzen & Song 2001, 4- 5, .)

Ensimmäinen suureen suosioon noussut äänikortti oli AdLib Multimedian valmistama ja tuotiin markkinoille vuonna 1986. Se perustui Yamahan YM3812-mikrosiruun ja käytti FM-synteesiä. AdLibin tuottama ääni oli luonteeltaan hyvin elektronista, eikä se mallintanut kovinkaan hyvin reaalimaailman ääniä. Oikeiden instrumenttien puute johtui ajan muistin hitaudesta, hinnasta sekä pienestä kapasiteetista. (Ahlzen & Song 2001, 275, 281)

Pelien kehittäjät ottivat nopeasti AdLibin käyttöön ja alkoivat tukemaan sitä. Se yleistyikin nopeasti pelaajien keskuudessa ja näin PC-koneet pystyivät toistamaan samantasoista äänimaailmaa kuin pelikonsolit. Yhdessä asianmukaisten musiikkiohjelmien kanssa äänikortit antoivat pelimusiikin tekijöille huomattavasti paremmat mahdollisuudet kirjoittaa musiikkia. (Ahlzen & Song 2001, 5.)

AdLibin kilpailijaksi Creative Technology kehitti Sound Blaster-äänikortin, joka oli hyvin pitkälti kopio AdLibin äänikortista. Se ilmestyi markkinoilla vuonna 1989. Samoin kuin edeltäjänsä Sound Blaster perustui FM-synteesiin, mutta siinä oli mahdollisuus äänittää 12 kHz näytteenottotaajudella. Sound Blasterilla pystyi toistamaan yksikanavaisia digitaalisia ääninäytteitä 22 kHz:n näytteenottotaajudella. Uutena ominaisuutena Sound Blasterissa oli

peliohjainportti. Siitä tulikin valtava hitti PC-pelaajien keskuudessa uusien ominaisuuksien sekä edullisen hintansa ansiosta. (Ahlzen & Song 2001, 7.)

Creative Technology kehitteli Sound Blaster-tuotemerkkiään vielä useita vuosia eteenpäin. Vuonna 1992 julkaistu Sound Blaster 16 oli kehittynyt jo siihen pisteeseen, että sillä pystyi toistamaan CD-ROM tason ääntä 16-bitin resoluutiolla ja 44.1 kHz näytteenottotaajudella. Varhaisimmassa äänikorteissa oli tuki CD-ROM:lle, koska monet sen ajan emolevyt eivät tarjonneet tarvittavia liitäntöjä CD-ROM:n käyttöön. (Ahlzen & Song 2001, 7.)

4.5 Viidennestä sukupolvesta seitsemänteen 1993- 2013

Käyn läpi tässä kappaleessa pelikonsolien ja -tietokoneiden kehitystä viidennestä sukupolvesta seitsemänteen sukupolveen asti. Tämä käsittää ajallisesti vuosien 1993 ja 2013 välisen ajan. Pelimusiikin näkökulmasta tarkasteltuna aikajakso eroaa aikaisemmista siinä, että erilaisten massamuistien ja uusien ääniteknologioiden mukaantulon myötä pelimusiikki vapautui monista niistä ongelmista, joita se oli aikaisemmin kohdannut. Musiikki ei ollut enää riippuvainen laitteistoon liitetystä äänisirutasta tai -kortista, vaan se tehtiin ulkopuolisilla ohjelmistoilla ja laitteilla aivan kuten musiikkiteollisuudessa. Muutos tapahtui samoihin aikoihin niin konsolien kuin tietokoneiden puolella. Tämän aikajakson teknologisen kehityksen kaksi tärkeintä tekijää ovat 1) pelimusiikkia toistettiin suoraan massamuistilta, kuten CD-, DVD-, tai kiintolevyiltä sekä 2) tilaäänen kehittyminen peliteollisuuden standardiksi.

Audiota sisältävien CD-levyjen formaatti on muotoiltu Red Book-standardissa, joka julkaistiin Philipsin ja Sonyn toimesta vuonna 1980 (Brown 2001, 13). Standardissa määritellään muun muassa se, minkälaisessa muodossa levyn raitojen tulee olla ja miten levyn indeksi määritellään. Indeksi sisältää tiedon siitä, mitä levy sisältää, kuinka pitkä levy on ja kunkin raidan aloituskohdan (Brown 2001, 45). Näytteenottotaajuudeksi on valittu 44,1 kHz ja resoluutioksi 16-bittiä. Kun CD-levyllä halutaan tallentaa audiota, äänilähteestä otetaan 44100 näytettä sekunnissa ja siitä syntyy digitaalisessa muodossa oleva bittijono. Audio-CD:n tallennusformaattina käytetään pulssikoodimodulaatiota, jonka avulla syntynyt bittijono lohkotaan tietyn kokoiisiin pulsseihin. Tämän lisäksi bittijonoihin lisätään virheentarkistuksessa käytettäviä bittejä. (Brown 2001, 122.)

Redbook-standardi tarjosi mahdollisuuden käyttää kompressoituja äänitiedostoja, mutta pelimusiikin dynaaminen adaptaatio ja interaktiivisuus ei kehittynyt eteenpäin. Pelitilojen vaihtumisen myötä musiikkiin tuli takaisin nopeat leikkaukset, eikä luonnollisesti eteneviä välikkeitä ollut. (Collins 2008b, 69.)

Viidennen sukupolven katsotaan alkaneen vuonna 1993, jolloin Atari julkaisi 64-bittiseen arkkitehtuurin perustuvan Jaguar-pelikonsolin. Se ei kuitenkaan pärjännyt markkinoilla, mutta vuotta myöhemmin Japanissa julkaistu Sony Playstation oli valtava menestys. Se valtasi markkinat SNES:ltä ja jätti jalkoihinsa Segan samana vuonna julkaiseman Saturn-pelikonsolin. Playstationin menestyksen myötä videopelit nousivat suuren suosioon ja tätä aikaa pidetäänkin videopelien toisena huippukautena (Järvinen 2002, 73). Nintendo ei julkaissut 32-bittistä laitetta mutta toi markkinoille 64-bittisen N64-pelikonsolin vuonna 1996. Uusi konsoli ei kuitenkaan nostanut Nintendoa 1980-luvun huipputasolle.

Sega julkaisi 32-bittisen Saturn konsolin vuonna 1994. Saturn oli CD-ROM-pohjainen 8 prosessorilla varustettu pelikonsoli. Pääprosessorina toimi Hitachin 28 MHz ja 32-bittinen RISC (Reduced Instruction Set Computer) mikrosiru. Sen rinnalla toimi toinen prosessori, joka auttoi pääprosessoria laskutoimituksissa. Yhteensä Saturnissa oli kahdeksan prosessoria, joista kukin oli erikoistunut suorittamaan tiettyjä ohjelmarutiineja liittyen grafiikkaan, ääniin tai CD-ROMin toimintaan. Ääntä varten oli kehitetty oma alijärjestelmä, jossa keskeisessä asemassa oli Yamahan valmistama SCSP (The Saturn Custom Sound Processor) äänipiiri. Se jakaantui kolmeen osaan: digitaaliseen oskillaattoriin, digitaaliseen signaaliprosessoriin sekä mikseriin. (Sega 1994, 7.)

SCSP äänipiiri pystyy toistamaan 32-kanavaa samanaikaisesti ja äänilähteenä voidaan käyttää joko FM-synteesiä tai pulssikoodimodulaation perustuvia 8- tai 16-bittisiä sampleja. Jokaiselle kanavalla oli oma LFO ja niille pystyy lisäämään reaaliaikaisia efektejä kuten kaiun, säröä tai ekvalisaattorin. (Sega 1994b, 10.) Pelimusiikin tekijät pystyivät käyttämään henkilökohtaisia tietokoneita ääniefektien ja musiikin tekemiseen, minkä jälkeen tarvittavat samplet ja midiin liittyvä data siirrettiin Saturnin muistiin. Sega tarjosi ääniä varten samplaamiseen, tallentamiseen ja muokkaamiseen liittyviä työkaluja ohjelmistojen muodossa. (Sega 1994, 7.)

Sony Playstation on yksi kaikkien aikojen myydyimmistä pelikonsoleista 85 miljoonalla kappaleellaan. Playstation tarjosi MIDI-tuen ja sen äänipiiri kykeni toistamaan CD-ROM

tasoista ääntä 24 kanavalla samanaikaisesti. Playstation äänipiiri kykeni käyttämään efektejä reaaliaikaisesti. Vaikkakin äänenlaatu oli edellisiin konsoleihin verrattuna parempi, pelimusiikin kehityksen näkökulmasta sitä voidaan pitää joltain osin askeleena taaksepäin. Pelimusiikin dynaamisuus ei juurikaan kehittynyt ensimmäisen Playstationin kohdalla. Poikkeuksen säännöstä teki esimerkiksi Final Fantasy VII, jossa musiikin toistaminen oli toteutettu MIDI:n ja Playstationiin integroidun syntetisaattorin avulla. MIDI:n käyttäminen vähensi luuppauksen käyttämistä ja teki musiikista dynaamisempaa. (Collins 2008b, 69.)

Vuonna 2000 julkaistu Playstation 2 jatkoi samaa voittokulkuaan kuin aikaisempi versio. Uusia ominaisuuksia olivat muun muassa DVD-levyjen tuki, mikä mahdollisti aikaisempaa suuremman levytilan pelien tekemiseen. Laite tuki useita tilaäänen standardeja, kuten AC-3, DTS ja Dolby Digital. Playstation 2:n ääniyksikkö kykeni toistamaan 16-bittistä ääntä 48.1 kHz näytteenottotaajudella, joka oli enemmän kuin CD-ROMin tukema 44 kHz. Muistitilan ja muiden teknisten resurssien säästämisen vuoksi oli kuitenkin yleistä, että äänitiedostot oli kompressoituja. Samoin elokuvamaisissa kohtauksissa (cut-scene) käytettiin hyväkseen tilaääntä, mutta itse pelitilanteissa laitteiston resurssit käytettiin muuhun kuin äänen käsittelyyn. Tästä johtuen pelitilanteissa käytettiin ulostulona vain kahta kanavaa. (Collins 2008b, 71.)

Playstation 3 julkistettiin vuonna 2006. Se pystyy toistamaan 512 kanavaa ja niillä voi käyttää DSP-efektejä reaaliaikaisesti. Samoin sillä voi suoratoistaa monikanavaista 7.1 ääntä 96 kBs bittinopeudella. Prosessori hoitaa myös grafiikan ja muut peliin liittyvät prosessit, joten äänen täytyy jakaa resurssit muiden operaatioiden kesken. (Collins 2008b, 71.)

2000-luvun kuluessa pelikonsolit alkoivat valtaamaan peliteollisuutta ja kotitietokoneiden merkitys pelaajien alustana alkoi vähenemään. Tämä johtui pelikonsoleiden yleisestä kehityksestä kohti multimedialaitetta: niillä pystyi katsomaan elokuvia ja kuuntelemaan musiikkia. Suhteessa tietokoneisiin ne olivat helpompia käyttää sekä edullisempia. Näistä syistä johtuen Microsoft kehitti oman pelikonsolin Xbox ja toi sen markkinoille vuonna 2000. Xboxissa oli äänen toistamiseen oma prosessori, joka tunnetaan nimellä SoundStorm. Seuraava Xbox 360 julkaistiin vuonna 2006 ja sen myötä pelienkehittäjiltä vaaditaan tuki vähintään Dolby Digital Live 5.1. Samoin Microsoft vaatii, että pelaajilla tulee olla mahdollisuus kuunnella omaa musiikkia. (Collins 2008b, 73.)

Yksi merkittävä teknologinen uudistus oli tiläänitekniikan kehittyminen 1990-luvulla. Se mahdollisti useamman ulostulokanavan perinteisen stereon sijaan. PC-tietokoneille valmistettiin ensimmäisen tilääntä tukenut äänikortti vuonna 1997. Tiläänessä pelaaja kuulee äänet kolmiulotteisessa tilassa ja näin ollen se mahdollistaa todellisemman äänimaailman kuin stereona toistettu ääni. Jotta tilääni on mahdollinen, äänilähteet ja kuulija on sijoitettava oikealla tavalla akustiseen tilaan. Lisäksi pelaajan ympäristön ulottuvuudet ja akustiset ominaisuudet tulee määritellä, jotta kolmiulotteinen äänimaailma toimisi oikealla tavalla. (Collins 2008b, 64.)

Jotta kolmiulotteista äänimaailma voitaisiin käytännössä toteuttaa, fyysisten laitteiden rinnalla tarvittiin niitä hyväksikäyttäviä ohjelmistoja. Windows käyttöjärjestelmään kehitettiin DirectX-ohjelmointirajapinta, joka tarjoaa ohjelmoijille mahdollisuuden käyttää äänikorttien ja näytönohjaimien ominaisuuksia. DirectX sisältää useita ohjelmointirajapintoja, joiden avulla ohjelmoijat voivat käyttää hyväkseen esimerkiksi näppäimistöä ja hiirtä, äänen toistamiseen tarkoitettuja laitteita sekä mahdollisuuden kolmiulotteisen grafiikan piirtämiseen. DirectX:n päällimmäinen tarkoitus oli tarjota ohjelmoijille helppo ja nopea rajapinta tietokoneen oheislaitteiden käyttämiseen ilman, että heidän täytyisi kirjoittaa konekielitasen koodia. (Collins 2008b, 64-65.)

Sivujuonteen pelimusiikin kehityksellä tarjoaa myös mobiililaitteet, joilla tässä yhteydessä tarkoitan matkapuhelimia sekä tablet-tietokoneita. Suomen peliteollisuuden menestys nojaa hyvin pitkälti juuri mobiilipeleihin, joista tunneituimmat esimerkiksi ovat Angry Birds sekä Clash of Clans (Hiltunen, Latva & Kaleva 2013, 7). Niiden äänentoiston kehityksessä voidaan nähdä pitkälti samanlaiset kehityslinjat kuin videopelimusiikin kehityksessä. Varhaisimmat pelit eivät sisältäneet ääntä, kuten Taneli Armannon kehittämä matopeli Nokian 6110:lle osoittaa. Vielä 2000-luvun puolivälin jälkeenkin puhelimien muistit olivat hyvin rajallisia, mutta toisaalta tilanne muuttuu hyvin nopeasti. Esimerkiksi 2010-luvulla älypuhelimien ja tablettien kiintolevyt alkavat olemaan useita kymmeniä gigatavuja. Samalla peleihin käytettävä muistitila kasvaa nopeasti. Mobiililaitteiden kehityksen myötä niille tehty pelimusiikki vapautuu teknisistä rajoitteista monta kertaa nopeammin kuin pelikonsolit.

Hyvin monet mobiilipelejä julkaisevat yritykset ovat tuoneet markkinoille uudelleen vanhoja videopeliklassikoita, kuten Pac-Manin ja Galagan. Vivendi Games on muun muassa julkaissut vanhat klassikot Incredible Machine ja Leisure Suit Larry uudelleen. Samoin Rovion julkaisemaa Amazing Alexia voidaan pitää pelimekaniikaltaan samankaltaiseksi kuin

Incredible Machine. Vanhojen pelien uudelleen julkaiseminen on ymmärrettävää, sillä monien mobiililaitteiden tekniikka sopii vanhemmille peleille. (Collins 2008b, 78.)

Collinsin (2008b, 78) mukaan 2000-luvun puolivälin jälkeiset mobiilipelit ovat verrattavissa 16-bittisen sukupolven pelikoneisiin. Äänen kanssa ongelmia tuottavat vähäinen muistin määrä sekä monet muut samanlaiset ongelmat kuin 8-bittisiä pelikonsoleita. On kuitenkin tärkeää huomata, että kannettavat laitteet kehittyvät nopeasti ja ottavat teknisesti pelikonsoleita- ja tietokoneita kiinni nopeasti. Tulevaisuuden kannalta kannettavat älylaitteet saattavat näyttää tärkeää osaa peliteollisuuden keskuudessa.

5 PELIMUSIIKIN SÄVELTÄMISEN HAASTEET JA RATKAISUT

Tässä luvussa käyn läpi teknologian aiheuttamia reunaehtoja pelimusiikille ja esittelen yleisempiä tapoja niiden ratkaisemiseksi. Luku jakaantuu kahteen alalukuun, joista ensimmäisessä käyn läpi chiptune-aikakauden keskeisimmät piirteet ja toisessa viidennen sukupolven jälkeisen kehityksen.

5.1 Pelimusiikin chiptune-kausi

Collins (2006a) analysoi Windowsille tehdyllä Atari 2600:n emulaattorilla lähes 40 pelin musiikkia. Hänen mukaansa keskeisin havainto oli se, että viritysjärjestelmän puutteellisuuksien vuoksi 2600:n musiikissa harmoniat loistivat poissaolollaan. Laitteella ei pysty toistamaan diatonista tai kromaattista asteikkoa ja sen lisäksi sama nuotti eri oktaaveissa oli epävireinen. Vain seitsemässätoista hänen analysoimassaan pelissä musiikissa soi kaksi ääntä samaan aikaan. (Collins 2006a.) Hyvin luonteenomaista Atari 2600:n pelimusiikkia on nähtävissä Tapeworm pelin teemassa (nuottiesimerkki 1).

NUOTTIESIMERKKI 1



Tapeworm pelin erikoinen teema. Yksiäänisyys oli tyypillistä Atari 2600:n musiikille johtuen vireeseen liittyvistä ongelmista.

Harmonioiden puute johtunee myös siitä, että, TIA-äänipiiri kykenee toistamaan vain kahta ääntä samanaikaisesti. Ongelmaa voidaan kuitenkin kiertää siten, että soinnun nuotit soitetaan hyvin nopeasti peräkkäin. Tämä antaa kuuntelijalla vaikutelman siitä, että sointu soitetaan harmonisesti. Samaa tekniikkaa voidaan käyttää myös portamenton tekemiseen lisäämällä 1/32-nuotteja kahden nuotin väliin. (Slocum 2003.)

Toinen merkittävä Collinsin (2006a) huomio oli se, että musiikissa käytettiin paljon alennettua toista astetta. Tämä oli aika harvinaista 1980-luvun alun populaarimusiikille. Vaikka Atarin musiikki ei välttämättä noudata mitään moodia tai sävellajia, Collins (2006a) katsoo sen musiikin perustuvan alennetun toisen asteen myötä fryygiseen moodiin. Alennetulla kakkosella katsotaan olevan länsimaisessa musiikissa erittäin dissonoiva, mikä

johtuu sen läheisyydestä toonikaan. Fryygistä moodia luonnehditaan usein tummana, raskaana ja alakuloisena.

Collinsin (2006a) mukaan fryygistä moodia ei kuitenkaan käytetty Atari 2600:n musiikintekijöiden toimesta esteettisistä vaikutteista käsin, vaan se on lähinnä viritysjärjestelmän seurausta. Hän ottaa esimerkiksi Slocmin (2003) taulukosta saha-aallon ja sen tarjoamat sävelet. Näin ollen basson säveliksi (kaksi alinta oktaavia) rajoittuvat C, D#, F, A, A# ja B. Koska tällä valinnalla ei ole käytettävissä täydellistä diatonista tai kromaattista asteikkoa, on todennäköisempää valita alennettuja kakkosia. (Collins 2006a.)

Slocum (2003) ohjeistaa kanavien käytöstä siten, että toinen varataan bassolle ja toinen melodialle. Mikäli halutaan käyttää perkussioita, niitä voidaan käyttää bassolle varatussa kanavassa. Tällöin perkussioita ja bassoa joutuu vuorottelemaan, mutta tämä voidaan toteuttaa suhteellisen luontevasti. Hi-hatin käyttö on siinä mielessä ongelmista, että sitä käytetään useammalla iskulla kuin esimerkiksi basso- tai virvelirumpua. Tästä syystä johtuen sitä tulisi käyttääkin lähinnä iskuttomilla tahdinosilla, jotta muille instrumenteilla jää tilaa. (Slocum 2003.)

TIA-äänipiirissä ei ollut reaaliaikaisia efektejä, joten ne jouduttiin lisäämään käsin. Kaiku-efekti voidaan tehdä siten, että samaa nuottia toistetaan tasaisin väliajoin äänenvoimakkuutta alentaen. Kaiku-efektin käyttöön voi varata yhden kanavan, mutta samalla se vie tilaa muilta ääniltä kuten melodialta tai bassolta. Tilaa säästääkseen kaikuun käytettävät nuotit voikin sijoittaa sellaisille tahdinosille, jossa ei sijaitse esimerkiksi päämelodian nuotteja. Tällöin kaiku ei varaa yhtä kanavaa vaan se voidaan toistaa esimerkiksi melodian kanssa samalla kanavalla. (Slocum 2003.)

Suurin osa NES:lle tehdystä musiikista koostui kahden kanavan melodiasta, bassosta sekä lyömäsoittimista. Melodiakeskeisyys oli tyypillistä Nintendo pelien musiikille, vaikkakin säveltäjillä oli myös omat tyylinsä. Super Mario Bros ja The Legend of Zelda pelien säveltäjä Koji Kondo tunnettiin melodiakeskeisyydestään, kun taas esimerkiksi Hirokazu Tanaka pyrki Metroid-peliin tekemässään musiikissa pois melodiakeskeisyydestä. (Collins 2005, 5- 6.)

Nintendon kullakin kolmella äänikanavalla oli käytössä yksi aaltomuoto. Niitä käytettiin tavanomaisesti siten, että kolmioaaltokanavalla tehtiin basso ja kahdella pulssiaaltokanavalla melodia sekä säestys. Kolmioaaltokanava soveltui mainiosti bassolle, sillä sen äänirekisteri oli

suppeampi ja matalampi kuin pulssiaaltojen. Kohinakanavaa tai DMC-ääninäyttekanavaa käytettiin perkussioiden sekä ääniefektien toistamiseen. Toinen pulssiaaltokanavista soveltui mainiosti myös efektien tekemiseen sen sweep-ominaisuuden ansiosta. (Collins 2008b, 25-26.)

Super Mario Brosin kuuluisassa Ground-teemassa (nuottiesimerkki 2) on nähtävissä tyypillinen kanavajako eri soittimien kesken. Kohinakanavalle on sijoitettu hi-hat, kolmioaaltokanavalle basso ja pulssiaaltokanavilla toteutettiin melodia kontrapunktisesti. 1980-luvun alkupuolella videopelilaitteiden ääniteknologia mahdollisti moniäänisen pelimusiikin säveltämisen aikaisempaa paremmin ja pelimusiikista tuli näin huomattavasti monimuotoisempaa kuin aikaisemmin.

NUOTTIESIMERKKI 2

The musical score for the Ground theme from Super Mario Bros is presented in 4/4 time. It consists of four staves:

- Kohinakanava: Hi-hat:** A rhythmic pattern of eighth notes with 'x' marks above them, indicating hi-hat sounds.
- Kolmioaalto: Basso:** A bass line in the bass clef, featuring a mix of eighth and sixteenth notes.
- Pulssiaalto 1: Päämelodia:** The main melody in the treble clef, primarily composed of eighth notes.
- Pulssiaalto 2: Vastamelodia:** A counter-melody in the treble clef, also primarily composed of eighth notes, providing harmonic contrast to the main melody.

Super Mario Brosin Ground-teeman alku

Toisinaan säveltäjät käyttivät pulssiaaltokanavia myös puhtaasti homofonisesti. Tällöin kolmioaaltokanavan sävel oli soinnun basso ja kaksi pulssiaaltoa muodostivat soinnun ylemmät äänet. Soinnutus saatettiin muodostaa myös siten, että toisella pulssiaaltokanavalla toistettiin murtosointua ja toisella pulssiaaltokanavalla luotiin melodia. (Collins 2008b, 24-25.)

Nintendolle käännettyt arkadipelit vaikuttivat osaltaan sen musiikkiin. 1980-luvun puolivälissä arkadipelien äänet kehittyivät ja sitä myöten esimerkiksi luuppien käyttö yleistyi. Kun pelejä käännettiin Nintendolle, musiikki kopioitiin sellaisenaan, eikä Nintendo varten alettu kehittämään uutta musiikkia. Luoppien pituus oli usein genre-sidonnaista: roolipeleissä käytettiin pitkiä luuppeja, kun taas toimintaan keskittyneissä peleissä ne olivat lyhyempiä. Luoppien yleistyminen johtui osiltaan myös musiikin tallentamiseen käytetty muistin vähyys

sekä taloudelliset seikat. (Collins 2008b, 26- 27.) Collinsin (2008b, 34) mukaan luuppauksen käyttäminen ei ollut ainoastaan teknisten rajoitteiden luoma asia, vaan siihen vaikuttivat myös puhtaasti esteettiset tekijät.

Toisin kun populaarimusiikissa varhainen pelimusiikki ei perustunut säkeistö-kertosäerakenteeseen. Yksittäistä yhdestä kahdeksaan tahtia kestävä luuppia toistettiin vain harvoin sellaisenaan peräjälkeen. Mikäli samankaltaista luuppia toistettiin peräjälkeen, jälkimmäinen oli yleensä ensimmäisen variaatio. Tällä pyrittiin välttämään pelaajan väsyminen musiikkiin. (Collins 2008b, 27.)

Castlevania-pelin ensimmäisen tason musiikkia koostuu kuudestatoista tahdista. Kappale alkaa yhden tahdin introlla, joka toistetaan sellaisenaan kerran. B- ja D-osan musiikki koostuu kahdesta tahdista. C-osa koostuu kolmesta erilaisesta luupista, joista yhden loppuun on lisätty variaatio tarkoituksena luonteva siirtymä D-osaan. Kappale loppuu kaksi kertaa soitettavaan E-osaan, minkä jälkeen se alkaa alusta. (Collins 2008b, 28.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A	A	B	B'	B	B'	C	C'	C	C''	D	D'	D	D'	E	E

KUVA 3. Castlevania pelin ensimmäisen tason taustamusiikki. Ylärivillä tahdit ja alarivillä luupit.

Usein luupprien välisiin vaihtoihin ei kiinnitetty sen suurempaa huomiota. Castlevania esimerkissä C''-luuppi tehty siten, että vaihto D-osaan menee sujuvasti. Yksi vaihtoehto oli säveltää erillinen väliosa, jonka avulla kaksi eri luuppia voitiin yhdistää luontevasti toisiinsa. (Collins 2008b, 28.)

Collinsin (2008b, 43) mukaan merkittävin muutos 16-bittisen ja 8-bittisen konsolien pelimusiikin välillä oli realistisempi äänenlaatu ja useampien kanavien käyttö. Ääniefektien osalta kehitystä tapahtui siinä mielessä, että ääninäyttekanava mahdollisti aikaisempaa monipuolisemman ääniefektin valikoiman. Ääniefektit olivatkin Sega Mega Drivella huomattavasti realistisemman kuuloisia. Varsinkin puheen toistaminen oli sillä huomattavasti luonnollisemman kuuloinen kuin koskaan aikaisemmin. (Collins 2008b, 43.)

Kappaleiden rakenne ei muuttunut juurikaan Mega Drivella verrattuna aikaisempiin 8-bittisiin konsoleihin tai vastaavasti muihin 16-bittisiin koneisiin. Samoin luupprien väleihin sijoittuvat välikohdat olivat hyvin pitkälti samanlaisia kuin Nintendossa. Mega Driven musiikissa käytettiin yleisesti niin sanottua nopean leikkauksen menetelmää (hard-cut), jossa kappaleet

vaihtuvat nopeasti ilman minkäänlaista välikettä. Toinen yleinen tapa oli asteittain hiljentää kappaleen loppu ja alku, jotta siirtyminen olisi luontevampaa. (Collins 2008b, 41- 42)

Assemblerilla ohjelmointi ja kahdeksan erilaisen algoritmin käyttäminen äänen muodostamisessa johti siihen, että samankuuloisia saundeja käytettiin peleissä yhä uudelleen ja uudelleen. Instrumenttien luomisen jälkeen ohjelmoitiin musiikilliset sekvenssit, joita toistettiin peleissä muistin säästämisen vuoksi. Tyypillisesti yksi kanava toisti lyömäsoittimet, yksi basson, yksi melodian ja muita käytettiin harmonioiden luomiseen. Kanavia käytettiin hyväksi myös efektien toistamisessa. (Collins 2008b, 40- 41.)

Mega Driven musiikki otti paljon vaikutteita progressiivisesta rockmusiikista. Useille 16-bittisen pelikonsolien musiikille oli tyypillistä se, että ne pyrkivät välttämään liian tarttuvaa melodioita. Tällä pyrittiin välttämään sitä, että musiikista olisi tullut ärsyttävä toiston takia. Tyypillistä oli se, että bassokuvio toistui sellaisenaan mutta sen päälle rakentuissa harmonioissa tapahtui variaatioita. (Collins 2008b, 44.)

Yleisimpiä Mega Drivella käytettyjä efektejä täyteläisemmän saundin saamiseksi oli niin sanottu double-tracking. Siinä esimerkiksi melodiaa toistettiin unisonossa kahdessa eri kanavassa, mutta toisiinsa nähden pienellä viivellä. Näin saatiin aikaan täyteläisemmän kuuloinen saundi. Mikäli viivettä suurennetaan, saadaan aikaa phasing- ja flanger-efektit. (Collins 2008b, 41.)

Pirates of Dark Water-pelin musiikissa (ks. nuottiesimerkki 3) on nähtävissä Mega Driven pelimusiikille tyypillisiä ominaisuuksia. Ensimmäisellä kanavalla on päämelodia, jota kanavan kaksi melodia seuraa ensimmäisessä ja viidennessä tahdissa unisonossa ja kvinteissä. Tahtien yhdeksän ja viidentoista välillä intervallisuhde muuttuu tersseiksi. Kanavan numero kaksi melodiassa käytetään siis double-tracking menetelmää: melodia kulkee terssin päämelodiaa alempana ja siihen lisätään flanger-efekti. Kolmannelle kanavalle on sijoitettu väliääni. Bassokuvio toistuu sellaisenaan neljän tahdin välein mutta ylemmissä äänissä tapahtuu variaatioita.

NUOTTIESIMERKKI 3

The musical score consists of two systems. The first system includes tracks K1: Vibrafoni, K2: Vibrafoni, K3: Vibrafoni, and K4: Basso. The second system starts at measure 10 and includes the same tracks, with a 'Flanger-efekti' box on the K2 track. The bass line (K4) is a continuous eighth-note pattern. The vibraphone parts (K1, K2, K3) feature melodic lines with various articulations and dynamics.

Pirates of Dark Water Citadel Level-nuottiesimerkki.

Mega Driven musiikille oli yleistä myös modaalisuus, eksoottiset moodit sekä kromatiikka. Collinsin (2008b, 45) mukaan ei-tonaalisten elementtien käyttö johtui siitä, että niillä pyrittiin ilmaisemaan länsimaisen kulttuurin ulkopuolisia asioita. Pelit sijoittuivat yleensä fantasiamaailmoin, tulevaisuuteen tai avaruuteen, jolloin ei-tonaalinen musiikki saattoi kuvata paremmin pelimaailmaa. (Collins 2008b, 44-45.)

SNESin ja Mega Driven ylimääräiset kanavat käytettiin molempien konsolien puolella samalla tavalla. Tyypillistä oli melodioiden sekä sointujen sävelten kaksinnus täyteläisemmän sointiväriin saavuttamiseksi. Kappaleiden rakenne pysyi pitkälti samanlaisena kuin 8-bittisten pelikonsolien kohdalla. Keskeisimmät muutokset pelimusiikin suhteen tapahtuivatkin PC-tietokoneiden puolella. (Collins 2008b, 47-48.)

Vaikkakin SNESillä pystyi mallintamaan akustisia instrumenttejä, siihen tehdyn pelimusiikin luonne pysyi pitkälti samankaltaisena kuin 8-bittisten konsolien sukupolvessa. Kun Mega Driven pelimusiikki otti paljon vaikutteita progressiivisesta rockista, SNESin pelimusiikki koostui 1990-luvun alun valtavirran populaarimusiikista ja siinä käytettiin aikaisempiin pelikonsoleihin verrattuna paljon lisensoitua musiikkia. Moniin peleihin musiikki tilattiin elektronisen musiikin artisteilta ja klassista musiikkia käytettiin myös. (Collins 2008b, 47.)

5.2 Pelimusiikin kehitys tietokoneiden kohdalla 1990-luvulta eteenpäin

LucasArts oli merkittävä pelitalo, joka mullisti pelimusiikin historiaa. Sen kehittämä SCUMM-pelimoottori oli suunniteltu erityisesti PC:lle tehtyjä seikkailupelejä varten. Tunnetuimpia SCUMM-teknologiaa käyttävistä peleistä lienevät Indiana Jones and the Last Crusade (1989) sekä The Secret of Monkey Island (1991). Näiden lisäksi sillä luotiin useita muita hyvin menestyneitä pelejä 1980- ja 1990-luvun vaihteessa. (Collins 2008b, 51.)

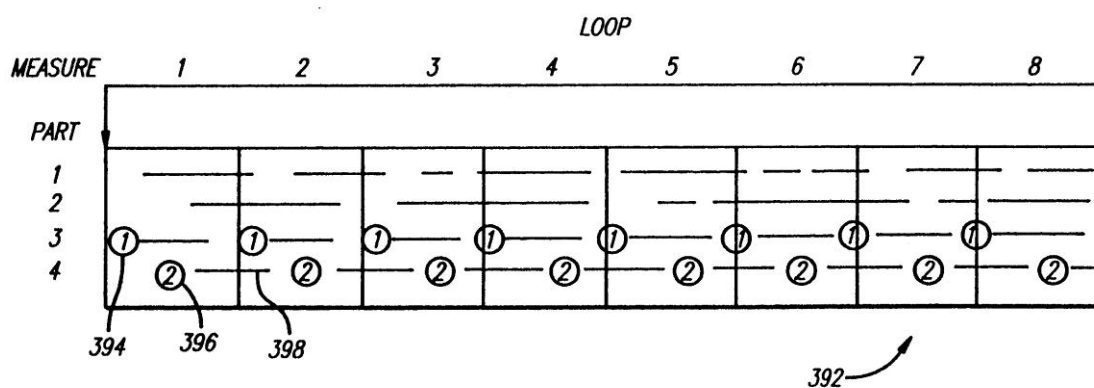
LucasArtsin merkitys on keskeinen uudenlaisen eli dynaamisen pelimusiikin kehityksessä. Vaikkakin dynaamista musiikkia oli käytetty aiemminkin, LucasArtsin toimesta se tuotiin uudelle tasolle. Pelimusiikin säveltäjät Michael Land ja Peter McConnell kehittivät iMusen SCUMM-pelimoottorin lisäosaksi. Heidän päämääränään oli kehittää järjestelmä, jonka avulla musiikki ja ääniefektit luodaan dynaamisesti suhteessa pelimaailman tapahtumiin. Tavoitteena oli muuttaa äänimaailman luonnetta ja tunnelmaa pelitapahtumien mukaan siten, että se oli esteettisesti sopivaa ja luontaista. (Land & McConnell 1994.)

iMUSEn avulla pelimusiikin säveltäjien oli helpompi kokeilla erilaisten välikkeiden käyttöä pelimaailman siirtymissä. Vaikkakin äänisirut ja –kortit olivat kehittyneet 1980-luvun aikana merkittävästi, dynaaminen pelimusiikki ei ollut kehittynyt samalla nopeudella. Esimerkiksi MIDI soveltui mainiosti lineaarisen musiikin tekemiseen ja luuppaukseen, mutta se ei tarjonnut juurikaan apua dynaamisen musiikin säveltämiseen. Ongelma ei ollut niinkään laitteiden aiheuttamissa rajoituksissa vaan ohjelmistoissa. (Collins 2008b, 51-52.)

iMUSE pyrki ratkomaan dynaamiseen pelimusiikkiin liittyvät ongelmat. Ideana oli tallentaa musiikkisekvenssejä tietokantaan ja kuhunkin sekvenssiin laitettiin yksit tai useampi päätöspiste, jossa kyseiseen sekvenssiin voidaan vaikuttaa jollakin toiminnolla. Kun äänentoistosta vastannut ohjelma saapui sekvenssissä päätöspisteeseen, se tarkisti pelin sen hetkisen tilan ja valitsi erilaisista toiminnoista parhaan mahdollisen. Toimintoja olivat muun muassa sekvenssin vaimentaminen tai toistaminen, transponointi, instrumenttien vaihtaminen, uuteen sekvenssiin siirtyminen, sekvenssin toiston viivyttäminen, stereokuvan muutokset tai musiikin tempon kasvattaminen. (Land & McConnell 1994.)

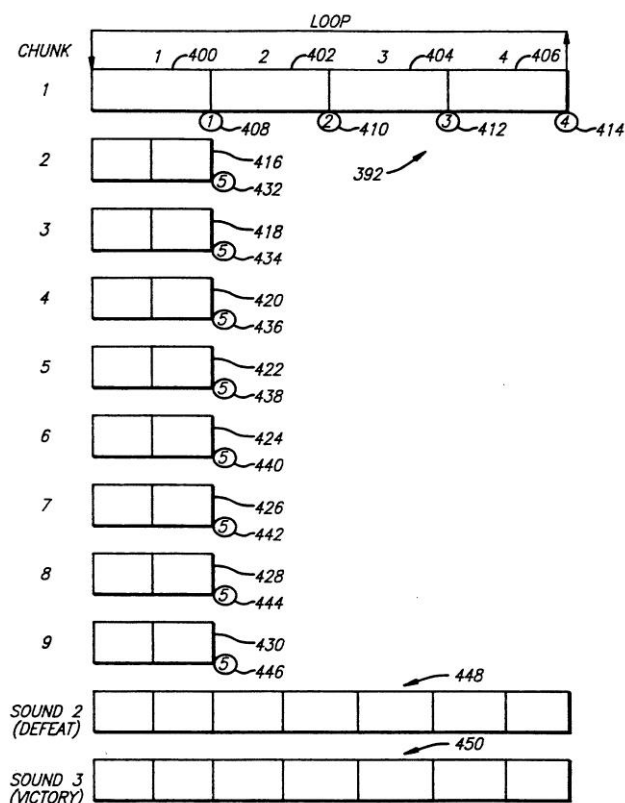
Kuvassa 4 nähdään yksinkertainen esimerkki siitä, miten iMusen ominaisuuksia voitiin käyttää dynaamisesti. Kyseessä on taistelupeli, jossa musiikki vaihtuu sen mukaan, onko pelaaja voitolla vai häviöllä. Esimerkissä musiikkisekvenssi numero 392 käsittää yhteensä neljä

raitaa. Kahdella ensimmäisellä raidalla (part) ei ole yhtään päätöspistettä, joten ne toistuvat koko ajan sellaisenaan. Sen sijaan raidoilla kolme ja neljä on kaksi päätöspistettä, joiden yksilölliset numerotunnisteet ovat 394 ja 396. Raidan kolme musiikki alkaa soimaan seuraavan tahdin alusta, kun pelaaja on voitolla. Raidan neljä musiikki taas jokaisen tahdin puolivälistä, mikäli pelaaja on häviöllä. Jos tilanne on tasan vain kaksi ensimmäistä raitaa kuuluvat. Luku 398 viittaa musiikilliseen fraasiin, joka on toistetaan kokonaan mikäli päätöspiste aktivoidaan. (Land & McConnell 1994.)



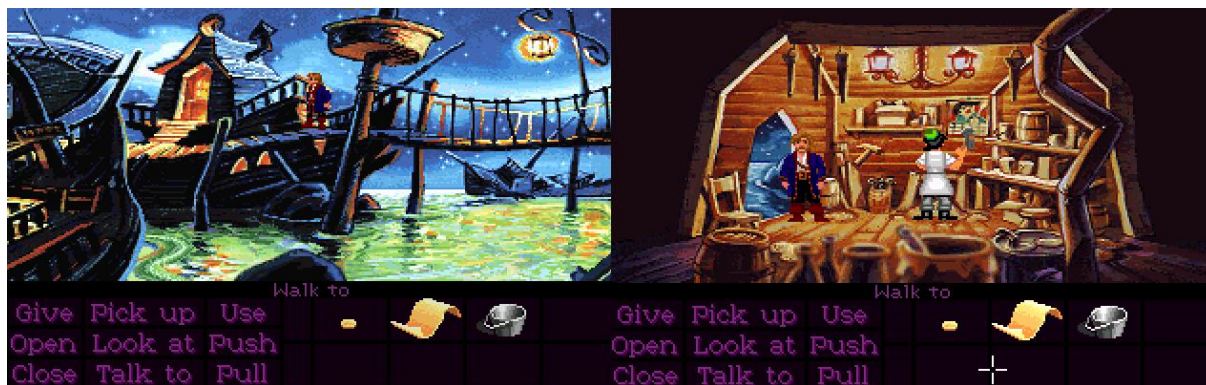
KUVA 4. iMusen patenttihakemuksessa kuvattu dynaaminen luoppausmenetelmä. Vasemmassa reunassa näkyvät neljä eri raitaa, joista kahta ensimmäistä toistetaan riippumatta pelimaailman tapahtumista. Kolmannelle ja neljännelle raidalle on sijoitettu päätöspisteet 394 ja 396, jotka aktivoiduvat pelitilanteen mukaan. (Land & McConnell 1994).

Edellä mainittu esimerkki kuvaa pelimusiikin adaptiivista vaihtelua yksittäisen sekvenssin sisällä. iMuse pystyi tämän lisäksi vaihtamaan kokonaisia sekvenssejä siten, että ne vastasivat pelimaailman tapahtumiin. On hyvin luonnollista ajatella, että taistelun loputtua soitetaan joko voittoa tai tappiota ilmaiseva musiikkia. Tämä toteutetaan iMusella siten, että edellä esitettyyn sekvenssi numero 392 toisto lopetetaan ja siirrytään välikkeen kautta voittoa tai tappiota ilmaisevaan sekvenssiin (ks. kuva 5).



KUVA 5. Sekvenssien väliset vaihdokset. Ylin sekvenssi on kahdeksan tahtia pitkä ja joka toiselle tahdille on sijoitettu kaksi päätöspistettä. Sekvenssit 2-9 ovat välitteitä, joiden kautta ylimmästä sekvenssistä siirrytään voitto- tai tappiosekvenssiin (Land & McConnell 1994).

Monkey Island 2: LeChucks's Revenge pelin alussa on kuultavissa keskeisimpiä iMusen ominaisuuksia. Kuvan 6 vasemman puoleisessa kuvassa pelin päähahmo Guybrush Threepwood on Woodtick-nimisessä kylässä. Tällöin taustalla soi kyläteema. Kun pelissä etenee kylän asukkaiden asuttamiin laivoihin, musiikki vaihtuu lyhyen välitteen kautta laivateemaan. Kukin laivateema varioituu sekä instrumenttien että melodian suhteen ja näin liiallista toistoa voidaan välttää. Samoin pelimaailman tilanvaihdokset sujuvat musiikin osalta huomattavasti luontevammin kuin useimmissa muissa aikansa peleissä, joissa musiikki vaihtuu nopeasti ilman välitteitä.



KUVA 6. Monkey Island 2: LeChuck's Revenge. Vasemman puoleisessa kuvassa päähahmo on Woodtickissä. Astuttuaan puusepän laivaan musiikki vaihtuu luontevasti ilman katkoksia.

Samaisessa pelissä käytettiin myös hyväkseen iMUSEn tarjoamaa mahdollisuutta eri tasojen (layering) käyttämisestä. Musiikkisekvenssin kuuluvia soittimia lisättiin kuuluvaksi aina sen mukaan, miten hahmo liikkuu pelimaailmassa. Varsinaisessa MIDI-tiedostossa kunkin raidan tahdit on kirjoitettu soitettavaksi, mutta pelin äänimoottori aktivoi raidat sen mukaan, mitä pelaaja tekee hahmollaan. (Collins 2008b, 56- 57.)

5.3 Sample-aikakausi

Massamuistien tullessa pelikonsolien ja -tietokoneiden keskeisimmäksi tallennusvälineeksi ja äänikorttien kehitys on johtanut siihen, että pelimusiikin säveltäjät pystyivät säveltämään ulkoisilla ohjelmistoilla. Näin ollen pelimusiikin tekeminen lähentyi ja muuttui hyvin samankaltaiseksi kuin musiikkiteollisuudessa. Lisensoitu musiikki on kasvattanut merkitystään ja siitä on tullut elokuvatähtien kanssa tärkeä markkinointiväline. Musiikin ja pelien välistä vuorovaikutusta onkin kuvattu synergian termillä, millä tarkoitetaan yhteistyön auttavan molempia osapuolia: peliä voidaan markkinoida jonkin tunnetun artistin musiikilla ja toisaalta artisti saa musiikilleen kuuluvuutta. (Kärjä 2008, 30- 32).

Nykyiset konsolit ovat ottaneet kiinni teknistä välimatkaa kotitietokoneisiin. Äänentoistamiseen liittyvät tekniset rajoitteet ovat käytännössä poistuneet, sillä pelimusiikkia voidaan tehdä aivan samoin kuin levyteollisuuden puolella. Studioissa äänitetty ja tuotettu musiikki voidaan liittää osaksi pelejä ilman sen suurempia rajoituksia. Vaikkakin tekniset rajoitteet ovat vähentyneet merkittävästi, uudenlaisia haasteita on syntynyt. Näitä ovat muun muassa tuottamiseen ja talouteen liittyvät tekijät, kuten budjetit, aikaan ja kuluttajien uudet vaatimukset. Teknologiset ongelmat liittyvät olennaisesti äänentuotannossa käytettyihin ohjelmistoihin, jotka eivät suoranaisesti tue esimerkiksi dynaamisen peliäänen vaatimuksia.

Collinsin (2008b, 82- 83) mukaan monet ongelmat liittyvät ohjelmistoihin, jotka eivät ole pysyneet kehityksessä mukana. Pelikoneisiin laitteistoja valmistavat yritykset pyrkivät asettamaan kehittämänsä teknologian alan standardiksi, mikä vaikeuttaa pelien tekemistä usealla alustalle. Koska uusia laitteita ja ohjelmistoja tulee markkinoille kovaa vauhtia, on tulevaisuuden ratkaisuksi esitetty yhtenäisempiä standardeja. Laittevalmistajat toimivat edelleen omien intressien mukaisesti, mikä hidastaa kehitystä. Tämä palvelisi erityisesti pelikehittäjän näkökulmaa, sillä samaa peliä ei tarvitsisi kääntää eri alustoille vaan resurssit voitaisiin kohdistaa pelkäästään pelien kehittämiseen.

Yksi tulevaisuuden suuntaviivoja onkin monilla eri alustoilla toimivat pelit, jolloin pelaaja voi pelata samaa peliä älypuhelimella, tabletilla tai henkilökohtaisella tietokoneella. Verkkopelaaminen ja pelien linkittäminen sosiaaliseen mediaan ovat myös tärkeässä asemassa. Toisiin pelaajiin pitää olla mahdollista olla yhteydessä erilaisilla laitteilla. Joustavuutta tarvitaan tulevaisuudessa yhä enemmän, sillä räjähdysmäisesti kasvavat älypuhelin- ja tablettimarkkinat vaativat yhä joustavempia ratkaisuja. (Collins 2008b, 82.)

Surround-äänien eli monikanavaisen tiläänänen merkitys kasvaa jatkuvasti peliteollisuudessa ja kaikki nykypolven pelikonsolit tukevat Dolby Digitalin 5.1 standardia. Tiläänänen avulla pelaajille voidaan luoda yhä realistisempia äänimaailmoita ja yhdessä kotiteattereiden yleistymisen myötä se on tullut standardiksi myös peleissä. Tiläänäntä käytetään hyväksi peleissä tunnelman luonnin lisäksi informatiivisessa mielessä: joissakin peleissä pelaaja voi tunnistaa lähestyvän vaaran suunnan tiläänänen ansioista. Tietysti tuotannossa tulee ottaa huomioon myös se, että peli ei saa olla riippuvainen tiläänästä, sillä monilla kuluttajilla äänet toistuvat stereona tai mobiililaitteissa jopa monona. (Collins 2008b, 101.)

Tulevaisuuden kannalta mielenkiintoista on entistä tehokkaampi digitaalinen signaalinkäsittely. Tämä mahdollistaa peliäänänen käsittelyn reaaliaikaisesti, joka nopeuttaa äänentuotanto prosessia. Esimerkiksi peliin voidaan lisätä ainoastaan yksi äänitiedosto, joka sisältää jalanaskeleista kuultavan äänen. Reaaliaikaisella signaalinkäsittelyllä ääniefektiin voidaan lisätä kaikua pelimaailman ympäristön mukaan siten, että tila kuulostaa realistiselta niin pienessä huoneessa kuin suuressa teollisuushallissa. Käyttämällä hyväkseen fysiikkamoottoria reaaliaikaisella signaalinkäsittelyllä voidaan säästää muistia ja aikaa. (Collins 2008b, 96.)

5.3.1 Pelimusiikin tuotantoprosessi

Pelimusiikin ja -äänien tuottamisprosessiin vaikuttaa paljon se, kuinka suuri yritys peliä on tekemässä ja miten suuri on projektin budjetti. Pienemmissä peliyrityksissä on usein yksi ihminen, joka vastaa ääniefektien suunnittelusta, musiikista, ääninäyttelystä ja näiden implementoinnista. Suuremmilla yrityksillä voi olla joukko säveltäjiä, äänisuunnittelijoita ja ääninäyttelijöitä työskentelemässä yhdessä projektissa. Hyvin yleistä on myös se, että äänet hankitaan kolmannelta osapuolelta. (Collins 2008b, 87-88.)

Pelimusiikin tuottamisprosessi vastaa hyvin pitkälti elokuvamusiikin tuottamisprosessia. Äänittämismetodit ovat hyvin samanlaisia niin ääniefektien kuin musiikin osalta. Merkittäviä erojakin löytyy. Kun elokuvamusiikki aletaan säveltämään, elokuva on jo valmiiksi kuvattu ja leikattu. Tällöin säveltäjän on helpompi ymmärtää, mitä kussakin kohtauksessa on tapahtumassa. Elokuvan jälkituotannossa käytetään paljon aikaa äänien ja musiikin miksaamiseen, mitä pelimusiikissa ei juurikaan tehdä. Peleissä tapahtumat muuttuvat jatkuvasti vuorovaikutuksessa pelaajan toimintoihin nähden, eikä pelimaailman tapahtumat yleensä toistu sellaisena uudestaan. (Collins 2008b, 89)

Peliäänien tuotanto voidaan jakaa Collinsin (2008b, 89) mukaan kolmeen eri vaiheeseen: esituotanto, tuotanto ja jälkituotanto. Esituotantovaiheessa luodaan äänisuunnittelu dokumentti, jossa määritellään peliin tuleva musiikki, dialogit sekä suunnitteluun liittyvät asiat. Sitä käytetään hyväksi pelimaailman ääniä tehtäessä ja ohjelmoijien apuvälineenä. Vaikkakin esituotannollisessa vaiheessa itse pelistä saattaa olla tehtynä vain konseptikuvitus, kuvakäsikirjoitus ja pelimekaanikan kuvaus, äänimaailman suunnittelu voidaan aloittaa. Esimerkiksi peligenre vaikuttaa paljon siihen, minkälaiseksi äänimaailma muotoutuu. Toinen tärkeä asia on pohtia sitä, kuinka dynaamista musiikki tulee olemaan. Samoin pelin konseptikuvitusta hyväksi käyttäen voidaan suunnitella se, mihin kohtiin peliä tulee musiikkia ja mihin pelimaailman ympäristöön kuuluvia ääniä. Useat säveltäjät käyttävät esimerkiksi tunnekarttoja, joihin määritellään pelin eri osiin liittyvät tunnetilat, joita musiikilla voidaan tehostaa. (Collins 2008b, 90.)

Esituotantovaiheessa on tärkeää myös pohtia sitä, kuinka monelle ulostulokanavalle äänet optimoidaan, käytetäänkö tilaääniformaatti ja kuinka paljon musiikille annetaan tuotannossa painoarvoa. Keskeistä on myös pohtia sitä, minkälaisia työkaluja ja teknologioita on mahdollista käyttää. Tällöin kysymykseen tulevat pelialusta sekä käytetty äänimoottori.

Samalla päätetään budjetin lisäksi myös aikataulut äänien suunnitteluun, tuottamiseen, implementointiin ja testaamiseen. (Collins 2008b, 94-95.)

Tuotantovaiheessa aletaan tekemään pelimaailman ääniä äänisuunnitteludokumentin pohjalta. Säveltäjät tekevät musiikki alkuperäisten suunnitelmien mukaan. Ääniefektit luodaan usein valmiista kirjastoista yhdistelemällä ja editoimalla erilaisia ääniä. Tarvittaessa ääniefektejä voidaan tehdä itse niin sanotulla foley-metodilla. Foley-tehosteet ovat tuttuja elokuvatehosteiden puolelta, jossa esimerkiksi taisteluäänet luodaan keinotekoisesti äänittämällä ja editoimalla. Kun kaikki tarvittavat äänet on koottu, niihin voidaan lisätä efektejä halutun lopputuloksen aikaan saamiseksi. (Collins 2008b, 95.)

Viimeinen tuotantovaiheen askel on yhdistää musiikki, ääniefektit sekä dialogit. Äänen lisääminen peliin vaatii paljon ohjelmointia ja tarkkaa työtä. Tässä vaiheessa määritellään se, millä tavoin ja milloin kukin ääni tai musiikkikappale kuuluu pelimaailmassa. Samoin on tärkeää ottaa huomioon eri äänten välinen balanssi ja merkitys, jotta äänimaailmasta ei tule pelkkää hallitsematonta melua. Esimerkiksi tarinaa eteenpäin vievässä kohtauksessa on syytä alentaa muiden äänitehosteiden ja musiikin äänenvoimakkuutta, jotta pelaaja saa selvää hahmojen puheesta. (Collins 2008b 99.)

Jälkituotannossa hoidetaan äänimaailman miksaaminen siten, että tärkeät äänet nostetaan esille vähemmän tärkeämpien jäädessä taka-alalle. Samoin huolehditaan äänien sijoittamisesta omille taajuusalueille, jotta äänikuva olisi selkeämpi. Nämä asiat tulisi kuitenkin ottaa huomioon koko tuotantoprosessissa, sillä eri äänten ryhmittäminen samalle taajuusalueelle tuottaa jälkikäteen ongelmia. Esimerkiksi räjähdysääniä keskeisimmät taajuudet tulisi sijoittaa alemmille taajuuksille, kun taas puheessa voidaan korostaa keskialuetta. Samoin musiikkia säveltäessä voi ottaa pelimaailman muut äänet huomioon ja tehdä musiikin niin, että siinä korostuvat tietyt taajuusalueet. Nykyään peleissä käytetäänkin reaaliaikaista miksausta, jolloin esimerkiksi dialogin aikana taustamusiikin keskitaajuuksia alennetaan ja näin raivataan tilaa ihmisäänelle.

Äänituotannon tehokkuuden parantamiseksi ja kustannuksien säästämiseksi on kehitetty niin sanottuja middleware-ohjelmistoja, kuten ISACT, Wwise ja FMOD. Niiden avulla voidaan tehdä myös dynaamisempaa musiikkia. Wwise-ohjelman avulla voidaan vaikuttaa toistettavan musiikin tempoon ja äänenkorkeuteen jonkin parametrin kuten ajan avulla. Jos pelaajalta on

aika loppumassa, musiikin tempoa tai äänenkorkeutta voidaan säätää ja luoda näin intensiivisempi tunnelma. (Collins 2008b, 100.)

5.3.2 Dynaaminen äänimaailma peleissä

Kaaen (2008, 75) mukaan dynaamisen pelimusiikin säveltämisessä joutuu ottamaan huomioon monia sellaisia seikkoja, joita perinteisessä musiikin teossa ei tarvitse huomioida. Näitä ovat muun muassa laitteiston asettamat tekniset rajoitteet, säveltämistyökalun valinta ja implementointi sekä dynaamisen musiikin sävellystekniset vaatimukset. Kaae korostaa ajan, rakenteen ja kokemuksellisuutta dynaamisen musiikin keskeisinä tekijöinä.

Ajan merkitys dynaamisessa musiikissa on erityisen tärkeä. Kaaenin (2008, 77) mukaan on tärkeää ymmärtää se, että ajasta voidaan erottaa kaksi tekijää: tapahtuma ja prosessi. Yksittäisellä tapahtumalla ei ole ajallista kestoja vaan se on pikemmin staattinen. Esimerkiksi ihmisen syntymä voidaan ajatella yksittäisenä tapahtumana mutta koko synnyttämistä prosessina, jolla on siis ajallinen kesto menneisyydessä. Aivan samoin musiikin osat voidaan ajatella tapahtumien ja prosessien näkökulmasta. Musiikin tapauksessa säkeet tai kertosäkeet voidaan ajatella prosesseina mutta niiden väliset siirtymät tapahtumina. Juuri tällä tavalla dynaamisen musiikki muodostetaan: luuppeina ja niiden välisinä siirtyminä välikkeineen tai ilman. Dynaamisen musiikin säveltämisen hankalimpia puolia onkin se, että musiikin prosessit ja tapahtumat saadaan yhdistettyä pelimaailman prosesseihin ja tapahtumiin. (Kaae, 2008, 76-77.)

van Geelenin (2008, 95- 96) mukaan adaptiivisen pelimusiikin tekemiseen liittyy ongelmia sen ei-linearisesta luonteesta johtuen. Pelimaailman tapahtumat vaativat muutoksia äänimaailmasta, jotta pelaajan immersiota kasvaisi. Keskeisin ongelma liittyy juuri lineaarisuuteen: miten pelimaailman ennalta arvaamattomat tapahtumat voidaan liittää lineaariseen musiikkiin. Tästä syystä johtuenkin pelimusiikin tulee olla ei-lineaarista. Säveltäjän tulee olla tietoinen siitä, miten esimerkiksi musiikin luomaa tunnetilaa voidaan muuttaa minä hetkenä tahansa. Elokuvamusiikissa musiikin ilmaisevat emotiot vaihtuvat usein nopeastikin mutta se on luonteeltaan lineaarista: kohtaukset pysyvät samanlaisina jokaisella katselukerralla.

Edellä mainituista tekijöistä johtuen lineaarisen musiikin sävellystekniikat eivät välttämättä toimi pelimusiikissa. van Geelen (2008, 96- 97) esittää muutamia dynaamisen musiikin

standardeiksi muodostuneita tapoja säveltää dynaamista musiikkia: haarauttaminen, kerrostaminen, siirtymät, generatiivisuus ja rinnakkaissäveltäminen. Haaroittamisella tarkoitetaan sellaista metodia, jossa jokaisella instrumentilla on käytettävissä yksi tai useampi haaraa. Esimerkiksi kaksi ensimmäistä haaraa sisältävät perkussiot, joista toinen on luonteeltaan kevyempi ja toinen raskaampi. Seuraavalla kahdella haaralla ovat pitkillä ja lyhyillä nuottiarvoilla varustetut bassoraidat ja niin edelleen. Riippuen pelimaailman tapahtumista kukin raita joko soi tai se on vaiennettu. Mikäli meneillään on vauhdikas taistelukohtaus, aggressiivisemmat haarat soivat ja toisin päin. Tämä tapa voi olla kuitenkin hyvin työläs, sillä kaikkien raitojen tulisi tällöin käydä toistensa kanssa yhteen.

Kerrostaminen on lähellä haaroittamismenetelmää. Siinä ideana on kasvattaa kuultavien raitojen määrää pelimaailman aktiivisuuden lisääntymisen myötä. Toisin sanoen yksi raita toistuu rauhallisissa kohdissa ja kaikki raidat pelitilan ollessa aktiivisimmillaan. Musiikin käyttäminen raitojen määrä yhdistetään asteittain pelimaailman aktiivisuuteen. Siirtymien käyttö tapahtuu samalla tavoin kuin LucasArtsin kehittämässä iMusessa: eri kappaleiden väliin lisätään välike, jotta vaihdos tapahtuisi luontevasti. Generatiivisuus viittaa harvakseltaan käytettyyn tapaan, jossa käytetään hyväksi tietokonetta: erilaisten algoritmien kautta tietokone voi luoda variaatioita alkuperäisestä teemasta. (van Geelen 2008, 96- 97.)

van Geelenin (2008, 97) mukaan ei-lineaarisen pelimusiikin tehokkain tapa on rinnakkaissäveltäminen. Tämän metodin idea on siinä, että säveltäjä tekee yhden lineaarisen kappaleen ja sen rinnalle muita raitoja, joiden keskeisimmät musiikilliset elementit ovat samoja, kuten sävellaji ja tempo. Kukin sekvenssi sävelletään tietty emootio mielessä. Kaikkia sekvenssejä toistetaan rinnakkain samaan aikaan ja niitä laitetaan kuuluviin ja vaiennetaan pelimaailman tapahtumien mukaan. Sekvensseihin merkataan kohdat, jolloin sekvenssi voidaan vaihtaa toiseen toiston vähentämiseksi. van Geelenin (2008, 97) kokemusten mukaan näitä merkkejä laitetaan joka toiseen tahtiin tai nopea tempoisessa musiikissa kuudentoistanuotin välein. Tällä tekniikalla on monia hyötynäkökohtia, kuten lineaarisuudesta johtuen säveltäminen on helppoa sekä modulaatiot, rytmin ja tempon vaihtelut on mahdollisia. Keskeisin haittapuoli on se, että säveltäjä joutuu tekemään paljon musiikkia.

6 POHDINTA

Pelimusiikin kehitykseen ovat vaikuttaneet keskeisesti teknologian kehitys niin laitteiston kuin ohjelmistojen osalta sekä tuotannolliset tekijät. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut vastata kysymyksiin siitä, millä tavoin videopelilaitteiden äänen toistamiseen liittyvät tekniset ominaisuudet ovat vaikuttaneet pelimusiikkiin sekä minkälaisia vaatimuksia ja haasteita pelimusiikin tuotantoa kohtaan asetetaan nykyään.

Ensimmäisten laitesukupolvien ääniteknologia oli kovin rajoittunutta ja näin ollen sillä oli merkittävä vaikutus pelimusiikkiin. Kanavien vähäinen määrä loi omat ongelmansa moniäänisen musiikin tekemisessä samoin kuin vähäinen muistitilan määrä. Pelimusiikki vapautui kanaviin liittyvistä rajoitteista 1990-luvun kehityksen myötä, kun massamuistilaitteet tulivat standardiksi peliteollisuudessa. Tällöin vapautui mahdollisuus käyttää valmiiksi äänitettyä musiikkia peleissä, eikä pelimusiikki ollut enää sidonnainen kunkin koneen äänilaitteistosta. Samalla pelimusiikissa käytetty äänimaailma muuttui monipuolisemmaksi, koska saundit eivät olleet riippuvaisia videopelilaitteiden sisäänrakennetuista syntetisaattoreista.

Pelimusiikin saundien kannalta keskeisessä asemassa ovat olleet äänisynteesimenetelmät. Varsinkin chiptune-aikakauden videopelilaitteissa kullakin laitteella oli oma saundinsa, josta se vielä nykyäänkin muistetaan. Monet chiptune-aikakauden saundeista ovat jääneet elämään ja niille on muodostunut omat alakulttuurinsa. Monissa peleissä käytetään vielä nykyäänkin chiptunen kaltaisia saundeja. Varhaisissa videopelikonsoleissa käytetty vähennetty synteesi korvautui FM-synteeseillä, millä oli keskeinen vaikutus pelimusiikin saundiin. 1990-luvun kehityksen myötä keskeisimmäksi äänisynteesimenetelmäksi tuli samplaus, jolloin peleissä käytettiin valmiiksi äänitettyjä ääninäytteitä. Tämä mahdollisti akustisten instrumenttien käyttämisen osana pelimusiikkia.

Teknisten rajoitteiden lisäksi pelimusiikin tekemistä rajoittaa tuotannolliset tekijät. Jokaisessa peliprojektissa joudutaan pohtimaan musiikin merkitystä ja kuinka paljon siihen tullaan käyttämään aikaa ja rahaa. Varhaisimpien videopelikonsoleiden kohdalla tuotanto joutui päättämään myös siitä, kuinka paljon muistia musiikille ja äänille varataan. Yleensä määrä oli hyvin pieni ja tästä syystä johtuen monet pelimusiikin tekijät joutuivat kehittämään erilaisia ratkaisuja muistin säästämiseksi. Nykyään ongelmana ei ole välttämättä muisti, vaan

esimerkiksi dynaamisen musiikin kehittäminen peliin, mikä on huomattavasti vaativampaa ja kalliimpaa kuin lineaarisen musiikin kehittäminen.

Dynaamista pelimusiikkia on ollut aina mutta nykyään siihen yritetään liittää enemmän huomiota. Aivan varhaisimmassa peleissä käytettiin hyväkseen adaptiivista musiikkia: peliajan lähestyessä loppuaan musiikin tempoa kasvatettiin. Interaktiiviset äänet olivat tuttuja jo Pong-pelistä, jossa pallon osuminen mailaan kuului ääniefektinä. 1990-luvun alkupuolella kehitetty iMuse oli aikaansa edellä. Esimerkiksi van Geelenin mainitsemista dynaamisen musiikin säveltämiseen liittyvistä perustekniikoista ainakin haarauttaminen, siirtymät ja rinnaissäveltäminen oltiin kenties ensimmäistä kertaa otettu käyttöön iMusessa. Tulevaisuuden kannalta juuri dynaamisen musiikin kehittäminen tulee olemaan tärkeä kehityksenkohde pelimusiikin alalla.

Dynaamisen musiikin tekeminen on huomattavasti haastavampaa kuin lineaarisen ja sopivien ohjelmistojen saaminen tai niiden tekeminen on haastavaa. Laitteistoriippuvaisten rajoitusten hiipussa uudet ongelmat liittyvät ohjelmistoihin ja tuotannollisiin tekijöihin. Monilla peliprojekteilla ei ole aikaa ja rahaa käyttää dynaamisen musiikin tekemiseen ja näin ollen tyydytään käyttämään lineaarisempia ratkaisuja. Uusia haasteita tuovat myös perinteisten videokonsolien ja tietokoneiden rinnalle on nousseet mobiililaitteet. Mobiililaitteiden pelimusiikki onkin kulkenut samojen kehityskulkujen mukaan kuin vanhemmat laitteet, mutta kehitys on ollut huomattavasti nopeampaa. Tulevaisuuden kannalta onkin mielenkiintoista jäädä seuramaan, mihin suuntaan pelimusiikki- ja teollisuus lähtee kulkemaan.

Tutkimuksen kannalta pelimusiikki tarjoaa vielä paljon tutkimattomia alueita. Teknologian ja pelimusiikin kehityksen välistä vuorovaikutusta voitaisiin tutkia esimerkiksi laitekohtaisesti tarkemmin. Tässäkin tutkimuksessa on jouduttu sivuuttamaan monia julkaistuja videopelilaitteita, jotka jäivät marginaalisimmiksi ilmiöiksi. Vaikka kaikki videopelilaitteet eivät pärjänneet markkinoilla, ne voivat silti tarjota uusia näkökulmia pelimusiikin kehityksessä. Mobiililaitteiden merkitys peliteollisuudessa lisääntyy jatkuvasti ja niiden historia on vielä pitkälti kirjoittamatta. Teknologian kehitys tapahtuu niin nopeasti, että uusia haasteita tutkimuksen kannalta ilmaantuu jatkuvasti. Lisäksi dynaamisen pelimusiikin tutkimus tarjoaa vielä paljon haasteita tulevaisuudessa.

7 LÄHTEET

- Ahlzen, Lars & Song, Clarence. 2001. *Sound Blaster Live! Book: A Complete Guide to the World's Most Popular Sound Card*. No Starch Press. San Fransisco.
- Belinkie, Matthew. 1999. *Video Game Music: Not Just Kid Stuff*. Haettu 13.3.2013 osoitteesta <http://www.vgmusic.com/vgpaper.shtml>.
- Brown, Martin C. 2001. *CD Recordable Solutions: Customize and Burn Music, Video and Data CDs*. Muska & Lipman Publishing. Cincinnati.
- Carey, Earl John. 2005. *Retro Game Programming*. Course Technology / Cengage Learning. Boston.
- Carlsson, Anders. 2008. *Chip Music: Low-tech Data Music Sharing*. Julkaisussa: *From Pac-Man to Pop Music*. Ashgate Publishing Limited. Hampshire.
- Collins, Karen. 2005. *From Bits to Hits: Video Games Music Changes Its Tune*. Film International #12. Tammikuu 2005 s. 4-19.
- Collins, Karen. 2006a. *Flat Twos and the Musical Aesthetic of the Atari VCS*. *Popular Music Online*. Haettu 13.12.2013 osoitteesta <http://www.popular-musicology-online.com/issues/01/collins-01.html>
- Collins, Karen. 2006b. *Loops and Bloops: Music on the Commodore 64*. *Soundscapes: Journal of Media Culture* 8 (Helmikuu). Haettu 28.7.2014 osoitteesta http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME08/Loops_and_bloops.shtml
- Collins, Karen. 2008a. *From Pac-Man to Pop Music*. Ashgate Publishing Limited. Hampshire.
- Collins, Karen. 2008b. *Game Sound: An Introduction to the History, Theory, and Practice of Video Game Music and Sound Design*. The MIT Press. London.
- Collins, Karen. 2008c. *Grand Theft Audio?: Video Games and Intellectual Property in Video Games*. *Music and the Moving Image Vol 1/1*. University of Illinois Press.

- Collins, Karen. 2012. *One Bit Wonders*. Julkaisussa: *Comtemporary Approaches to Film and Media Series: Before the Crash: Early Video Game History*. Wayne State University Press. Detroit.
- Haddon, Leslie. 2002. Elektronisten pelien oppivuodet. Julkaisussa: *Mariosofia: Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus. Helsinki.
- Hiltunen, KooPee. Latva, Suvi. Kaleva, Jari-Pekka. 2013. *Peliteollisuus – kehityspolku*. Tekes. Helsinki.
- Huhtamo, Erkki. 2002. Vastakoneen vaiheet: Elektronisen pelikulttuurin arkeologiaa. Julkaisussa: *Mariosofia: Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus. Helsinki.
- Huovilainen, Antti & Välimäki, Vesa. 2005. Virtuaalista nostalgiaa – digitaalinen vähentävä äänisynteesi. *Musiikki-lehti* 1-2/2005, 78-98.
- Järvinen, Aki. 2002. Kolmiulotteisuuden aika: Audiovisuaalinen kulttuurimuoto vuosina 1992-2002. Julkaisussa: *Mariosofia: Elektronisten pelien kulttuuri*. Gaudeamus. Helsinki.
- Kaae, Jesper. 2008. *Theoretical Approaches to Composing Dynamic Music for Video Games*. Julkaisussa: *From Pac-Man to Pop Music*. Ashgate Publishing Limited. Hampshire.
- Kauramäki, Tuomas. 2008. Analogisen syntetisaattorin fysiikasta – omatekoisten virtapiirien käyttäminen äänen luomisessa ja muokkaamisessa. Pro-gradu –tutkielma. Helsingin yliopisto.
- Kent, Steven. 2001. *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon and Beyond... The Story Behind the Craze That Touched Our Lives and Changed the World*. Three Rivers Press. New York.
- Kentala, Petri 2005. Ohjelmointirutiinien vaikutus pelimusiikkien säveltämiseen ja sovittamiseen Commodore 64 –kotitietokoneella. Opinnäytetyö. Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia. Helsinki.
- Kärjä, Antti-Ville. 2008. *Marketing Music Through Computer Games: The Case of Poets of the Fall and Max Payne 2*. Julkaisussa: *From Pac-Man to Pop Music*. Ashgate Publishing Limited. Hampshire.

- Land, Michael Z., Peter McConnell. 1994. Method and Apparatus for Dynamically Composing Music and Sound Effect Using a Computer Entertainment System. US Patent No. 5,315,057. Toukokuun 24. päivä 1994.
- MIDI Manufacturers Association. 1995. The Detailed MIDI Specification: Document Version 1995. MIDI Manufacturers Association. Los Angeles.
- Miller, Michael. 2005. A History of Home Video Game Consoles. Haettu 25.6.2014 osoitteesta <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=378141>.
- Ram, B. 2007. Computer Fundamentals, Architecture and Organisation. New Age International. Delhi.
- Russ, Martin. 2009. Sound Synthesis and Sampling. Focal Press. Oxford.
- Sega. 1992. Genesis Sound Software Manual. Japan. Haettu 11.3.2014 osoitteesta <http://www.figment.biz/ServiceManuals/GenesisSoftwareManual.pdf>
- Sega. 1994. Introduction to Saturn Game Development. Haettu 28.7.2014 osoitteesta <http://koti.kapsi.fi/~antime/sega/files/13-APR-94.pdf>
- Sega. 1994b. Saturn SCSP User's Manual. Haettu 28.7.2014 osoitteesta <http://koti.kapsi.fi/~antime/sega/files/ST-077-R2-052594.pdf>
- Slocum, Paul. 2003. Atari 2600 Music And Sound Programming Guide. Haettu 17.3.2014 osoitteesta http://www.qotile.net/files/2600_music_guide.txt
- Smith, Julius. 1997. Viewpoints on the History of Digital Synthesis. Proceedings of the International Computer Music Conference (Montreal, Canada). 1-10.
- Stolberg, Eckhard. 2000. Atari 2600 VCS Sound Frequency and Waveform Guide. Haettu 17.3.2014 osoitteesta <http://home.arcor.de/estolberg/texts/freqform.txt>.
- Park, Tae Hong. 2010. Introduction to Digital Signal Processing - Computer Musically Speaking. World Scientific Publishing Co. Singapore.

- Poh, Michael. 2011. Evolution of Home Video Game Consoles: 1967- 2011. Haettu 25.6.2014 osoitteesta <http://www.hongkiat.com/blog/evolution-of-home-video-game-consoles-1967-2011/>.
- Tukeva, Anu 2007. Videopelimusiikki: Pelimusiikin historia, japanilainen pelikulttuuri ja analyysi The Legend of Zelda: The Wind Waker –pelin musiikista. Pro Gradu – tutkielma. Taiteiden tutkimuksen laitos. Helsingin yliopisto.
- Tolonen, Tero. Välimäki, Vesa. Karjalainen, Matti. 1998. Evaluation of Modern Sound Synthesis Methods. Report no. 48. Helsingin University of Technology. Department of Electrical and Communications Engineering, Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing. HUT. Espoo. Haettu 14.2.2014
http://www.acoustics.hut.fi/publications/reports/sound_synth_report.pdf.
- van Geelen, Tim. 2008. Realizing GroundBreaking Adaptive Music. Julkaisussa: From Pac-Man to Pop Music. Ashgate Publishing Limited. Hampshire.
- Wolf, Mark J.P. 2012. Contemporary Approaches to Film and Media Series: Before the Crash: Early Video Game History. Wayne State University Press. Detroit.
- Yannes, Robert J. 1983. US4677890: Sound Interface Circuit. Patentihakemus.