

TALLINNA ÜLIKOOL
INFORMAATIKA INSTITUUT

Sulev Ladvä

Digitaalne heli ja selle töötlus Cubase'i näitel

Seminaritöö

Juhendaja: Avo Ulvik

TALLINN 2010

Sisukord

Sissejuhatus	3
1. Milleks digitaal?.....	4
1. Arvutite ajalugu muusikas	6
1.2. Microsoft'i esiletõusmine.....	9
3. Helitöötlusprogrammi kirjeldus ja võimalused Steinberg Cubase'i näitel	11
3.1. Helitöötluse võimalused Steinberg Cubase'is	11
3.2. Virtual Sound Technology (VST)	12
3.3. Autori hinnang Cubase'ist.....	14
Kokkuvõte	15
Kasutatud materjalid	16

Sissejuhatus

Käesoleva seminaritöö teemaks on digitaalne heli ja selle töötlus Cubase'i näitel.

Tegemist on aktuaalse teemaga, kuna viimase paari aastakümne jooksul on arvuti osatähtsus heli lindistamisel ja töötlemisel üha kasvanud. Digitaalsed vahendid on helitöötluses üha enam tõrjunud kõrvale analoogtehnikat ning arvutist ning digihelitöötlusest on saanud helistuudios asendamatud abimehed.

Digitaalse helitöötluse näol on tegemist pidevalt areneva ja samas ka äärmiselt praktilise valdkonnaga. Seega on autori hinnangul igati mõistlik süüvida antud teemasse sügavamalt ning anda teoreetilise uurimuse pinnalt hinnang arvuti rollile helitöötluses.

Käesoleva töö eesmärgiks on uurida digitaalse helitöötluse olemust ja ajalugu ning selle eeliseid analooghelitöötluse ees. Autor toob nimetatud eelised välja eelkõige Steinberg Cubase programmi näitel.

Käesoleva töö näol on tegemist interdistsiplinaarse käsitlemisega, kuna see ühendab endas nii infotehnoloogia kui muusika valdkonna teadmuse.

Töös on tuginetud välismaa kirjandusele ja internetiallikatele. Samuti on autor üritanud töös edasi anda oma kogemusi erinevate helitöötlusprogrammidega.

Seminaritöö on jagatud kolmeks peatükiks, millest esimene käsitleb üldisemalt digitaalse helitöötluse olemust ning positiivseid külgi, teine räägib põhjalikult digitaalse helitöötluse arengust ja ajaloost ning kolmas rõhutab arvuti ja digitaalse helitöötluse eeliseid Steinberg Cubase'i helitöötlusprogrammi näitel.

Seminaritöö hüpoteesiks on, et arvutil ja digitaalsel helitöötlusel on analooghelitöötluse ees olulised eelised.

Siinkohal sooviksin avaldada tänu oma juhendajale Avo Ulvikule igakülgse abi ja meeldiva koostöö eest.

1. Milleks digitaal?

Kuna analoog elektrilised ja helisignaalid on väga sarnased, siis milleks üldse kasutada digitaalset heli? Analooghelil on mitmeid miinuseid. Kuna heli esineb kui sujuvalt kõikuv elektrilise pinge tase, siis iga väiksemgi muutus selles tasemes – väikesemgi elektrivoolu kõikumine – väljendub lõpuks välja tulevas helis.

Iga helisüsteem, mis kasutab numbreid, et talletada, töödelda ning anda edasi infot, nimetatakse digitaalseks.¹ Analooghelisignaali muutmist numbriteks, kasutatakse *analog-to-digital* (A/D) konverterit. Kuna kõlarid ja kõrvaklapid töötavad aga ainult analoogsignaalidega, on vaja ka teha vastupidine protseduur. Selleks kasutatakse *digital-to-analog* (D/A) konverterit (tihti peale tundud ka DAC all).

On kaks suurt eelist digitaalsel helil ja selle töötlusel:

1. Hästi rakendatud digitaalse heli süsteemi läbi heli paljundamise kvaliteet on iseseisev lindistatavast meediumist ning sõltub ainult pöördumise protsessi kvaliteedist.
2. Heli pöördumine digitaalsesse keskkonda avab rohkeid võimalusi, mis on võimatud analoogsignaalidega.²

Kui digitaalset lindistust kopeeritakse, ei ole see dubleerimine, nagu analoogsignaalide puhul, kus võib esineda kvaliteedi kadu. Vaid kopeeritud meedium on algse variandi kloon, nad on 100% identsed ning heliliselt ei ole neil mitte mingit vahet. Igale heliinsenerile on see perfektne maailm, plaadi firmade juhtidele aga peavalu.

Tänapäeva maailmas koondub kõik lõpuks rahani, kõik maksab. Üks vaieldamatu trump digitaalsel tehnoloogial on madal maksumus. Kui heli kopeerimine ei põhjusta mingit kvaliteedi kadu, siis peab olema ainult algse lindistuse tehnika tasemel. Edaspidi säilitatakse selle lindistuse kvaliteet ning hiljem saab palju odavamate lahendustega seda töödelda.³

Käesoleva töö autor leiab, et sellega elimineeritakse ka helilintide rohke ja pidev kasutus, mis vähendab oluliselt finantsilisi väljaminekuid. Samuti hoitakse kokku ka ajas – aeg, mis kulub

¹ Kirn, P., *Meal World Digital Audio* (2006), Peachpit Press, Berkeley, CA.

² Watkison, J., *The Art of Digital Audio* (1988), Focal Press, Oxford, UK.

³ Watkison, J., *The Art of Digital Audio* (1988), Focal Press, Oxford, UK.

lindi kerimiseks vajalikku punkti, võib tunduda aja raiskamisena, kui arvuti kõvaketas suudab leida vajaliku informatsiooni millisekunditega.

Teine punkt – digitaalse heli töötlus võimalused – on võimalik tänu digitaalse helisignaali protsessorile. See töötlus tehakse enamasti helitöötlusprogrammide, *plug-in* programmide poolt ning nimetatakse efektideks.

Kõik helid kostuvad erinevalt, olenevalt sellest, kus nad kostuvad. Kui mängida muusikainstrumente üksinda väikeses toas või teha seda nt. kirikus, on lõpptulemus väga erinev. Protsess nimega digitaalse signaali töötlus (*digital signal processing* – DSP) võimaldab jäljendada sellised naturaalseid tingimusi koos erinevate efektidega mis said aluse analoogsüntesaatoritest ning ka luua täiesti uusi, tänu digitaalsetele süsteemidele tekkinud, kõlavusi.

Kõike, mis võtab algse heli, muudab seda ning väljastab uue heli, mõistetakse kui signaaliprotsessorit. On olemas mitmeid signaaliprotsessoreid ning need kõik avaldavad mõju ühele või rohkematele heli põhielemendile:

- **Sagedus** – Heli kõrgus ning harmooniline spektrum. Efektid, mis töötlevad heli sageduse vallas on nt ekvalaiser.
- **Dünaamika** – Heli muutused amplituudis (helitugevuses), vaiksest valjuni. Efektid, mis töötlevad heli dünaamika vallas on nt. kompressor.
- **Aeg** – Millal heli algab ning kui tihti (ja ka mis viisil) see kordub, ülejäänud muusikaga suhtes. Efektid, mis töötlevad heli aja vallas on nt. kaja.⁴

Enamik signaaliprotsessorid töötavad samadel põhimõtetel nagu varasem analoogtehnika. Isegi programmi kasutajaliideses esinevad erinevad nupud ning heebliid tulenevad varasema helitehnika traditsioonidest. Tänu DSP'le on tänapäeva muusikutel kontroll üle kõikide traditsiooniliste heliefektide (nt. kasutada samu tehnikaid ning efekte mida kasutati tuntud albumitel viimaste aastakümnete jooksul) ning võimalus tekitada ka uutmoodi helisid, mis varem puudus.

⁴ Kirn, P., *Meal World Digital Audio* (2006), Peachpit Press, Berkeley, CA.

1. Arvutite ajalugu muusikas

1980. aastatel ei nähtud lauarvutil kindlat tulevikku seoses helitöötlusega. Isiklikud arvutid (edaspidi lühendatult PC) olid täielikult varjutatud UNIX'i tööjaamade (*workstation*) poolt. Sellel ajal pandi rõhku pigem jõudlusele kui massidele kättesaadavusele. Kuigi UNIX'i versioon, mis on tuntud kui LINUX, oli arendatud Intel'i PC platvormile, hoidsid seda tagasi tarkvara ühilduvus ning enamasti Microsoft'i operatsioonisüsteemi domineerivus. Selle tulemusena ei saanud enamik PC kasutajaid otseselt kasu UNIX'i platvormil töötavate muusika abivahenditest. 1990. aastate keskpaigaks aga olid juba tiptaseme PC'd jõudnud järgi jõudluses algtaseme UNIX'i tööjaamadele. 1984. aasta märgib suurt tähtsust Apple'i Macintosh ilmumisega, mis sisaldas endas digitaal-analoog konverterit, ning ka vastavat riistvara. Kuigi sellel ajal oli heli täpsus väga limiteeritud – ainult mono, 8-bitine, 22.05 kHz, aitas Apple'i Macintosh kaasa väiksemate koduarvutite kasutajate huvi tekkimisele heli genereerimise ning töötlusele vastu.⁵

Edasiseks ja osaliselt ka põhiprobleemiks oli arvuti protsessorite jõudluse piirangud. Varajaste masinate tehnoloogia polnud küllalt arenenud, et võimaldada heli sünteesi ning helisignaali töötlust reaalajas. Kuid paljud tarkvaraarendajad said aru, lahenduseks eelpool nimetatud küsimusele võivad olla eraldi ehitatud ja arendatud audioprotsessorid. Nii rakendatigi servereid, mis käsitlesid palju heliandmeid ning faile, koos spetsiaalsete heli protsessoritega nagu nt. 4X. Sellegipoolest ei suutnud selle aja helisünteesi programmid tegutseda reaalajas ning arvuti riistvara ei suutnud toime tulla pikalt kestvate helidega. Lisaks sellele oli mistahes heli, mis tuli otse väljundist, piiratud digitaal-analoog konverteri kvaliteediga.⁶

Õnneks pakkusid arengud mikrokiipide tehnoloogias võimalikku lahendust mõlemale ülal mainitud probleemile. Esimese probleemi lahendus (heli süntees reaalajas) peitus CD pleierite arenduses. See tagas kõrgkvaliteedilise helikonverter kiipide arenduse madalate hindade juures. Viimane probleem (heli- ja videomaterjali töötlus suurtes kogustes) ajendas tootjaid kavandama uusi mikrokiipe, mis olid eraldi kohandatud selle probleemi tarbeks. Need said tuntuks kui *Digital Signal Processors* (digitaalse signaali protsessorid) – DSP'd. DSP'de

⁵ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

⁶ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

algusajad olid varjutatud varem mainitud 4X heli protsessorite ning ka 1980-tel aastatel ilmunud Lucasfilm Digital Audio Processor tehnoloogiate poolt.⁷

Lucasfilm Digital Audio Processor oli DPS'le oma ehituse poolest märkimisväärselt sarnane. Süsteemid nagu äsja mainitud Lucasfilm Digital Audio Processor demonstreerisid väga selgelt helisignaali töötlemise potentsiaali helilindistamise tööstuses.⁸

1980-tel anti välja veel mitmeid süsteeme, nt. Audiofile AMS'i poolt aastal 1984, PostPro New England Digital'i (NED) poolt aastal 1986, MFX Fairlight'i poolt aastal 1989. Kuid DSP leiutamine ja areng õhnestas selliste toodete eksklusiivsust. DSP'd lubasid palju taskukohasemate hindadega süsteemide arendust.⁹

Intel'it tunnustatakse esimese mikroprotsessori tootjana aastal 1972, samuti olid nad esimesed, kes hakkasid 1978. aastal tootma üldotstarbelist DSP'd, mille nimetus oli 2920. Kuid ebahariliku ja testimata ning uudse arhitektuuriga protsessori mõju oli võrdlemisi tagasihoidlik tänu pettumustvalmistavalt aeglasele arvutuskiirusele.¹⁰ 1980. aastal tutvustas NEC kiiremat ja võimsamat DSP'd, mis on tuntud kui muPD7720. See innustas mitmeid juhtivaid mikroprotsessorite tootjaid arendama konkureerivaid protsessoreid veel kõrgemate spetsifikatsioonidega. Märkimist vajaks 1983. aastal ilmunud TMS 32000 firma Texas Instruments poolt. Kuid iga arvutusarhitektuur, mis on eraldi optimeeritud mingi kindla operatsiooni jaoks, on vältimatult tõhusam mingite kindlate andmete töötlemises ning vähem efektiivsem teistsuguste andmete töötlemises. Texas Instruments'i TMS 32000 oli näiteks arendatud eraldi arvutigraafika jaoks. Sellegipoolest olid DSP'd küllalt atraktiivsed, et arendada nende kasutust heli rakendustes, täpsemalt siis, võimalusel kasutades protsessorit reaalaaja helisünteesi rakendustes. Suur läbimurre tuli Motorola poolt, kes lasi välja 56000 seeria 1985. aastal, mis väljendus 24-bitiste registrite kasutamist andmete töötlemisel, varasemalt kasutatud 16-bitiste asemel.¹¹

Ettevõtte nimega Digidesign, kes arendas süsteeme Apple'i Macintosh'i platvormi peal, leidis 56000 DSP'de seeriast lahenduse Macintosh'i jõudluse piirangutele. 1988. aastal ilmutasid nad pistikkaardi nimega Sound Accelerator. See koosnes 56001 DPS'st ja 16-bitisest CD-kvaliteediga digitaal-analoog konverterist, mis võimaldas 44.1 kHz kiirusega andmeväljalaset.

⁷ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

⁸ Moorer, J. A., The Lucasfilm Audio Signal Processor, *Computer Music Journal*, Vol6, No. 3, (1982), The MIT Press.

⁹ <http://www.ams-neve.com/about-us/History/The80s/80s.aspx>

¹⁰ http://download.intel.com/museum/research/arc_collect/timeline/TimelineDateSort7_05.pdf

¹¹ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

Kuna see kaart oli otseselt ühenduses arvuti andmesiiniga, muutub DSP tegelikult kaasprotsessoriks, mis võimaldab kiiret suhtlust Macintosh'i arvuti ning tema välisseadmetega. Sound Accelerator'ile järgnes õigepea tarkvaraline uuendus teise pistikkaardi kujul, mis suhtles otse välise kasutajaliidesega, mis omakorda pakkus 16-bitist stereo sisendit ning väljundit, mis toetas andmeid kuni 48Khz kiirusega. Veel lasti välja Macintosh'i platvormile 1989. aastal samuti Digidesign'i poolt Sound Tools. See koosnes peale Sound Accelerator'i kaardi süsteemi ka Sound Designer II'st, mis lubas stereos heli failide töötlemist.¹²

Kui Sound Tools ning Sound Accelerator olid saanud populaarseks ning laialt kättesaadavaks, tekkis Digidesign'ile juba mitmeid konkurente, kes kasutasid ära Motorola 56000-seeria DSP'sid. Nende hulgas olid nt. Šveitsi firma Studer-EdiTech, kes lasi välja Dyaxis'e, MacMix IRCAM'i poolt, PostPro, Sonic Solutions tutvustas samuti väga sarnast toodet Sound Tools'ile nimega NoNoise.¹³

Kõik äsja nimetatud süsteemid olid saadaval ainult Apple Macintosh platvormil. Sellel ajal oli Intel'i platvormil töötavate PC'de tulevik digitaalse heli maailmas veel ebakindel. Kuid see muutus aastal 1985.

1985 oli aasta kui Creative Labs tutvustas produkti nimega GameBlaster, pistikkaarti, mida oli võimalik programmeerida tootma algseid heliefekte. Kolm aastat hiljem asendati see SoundBlaster'iga, mis võimaldas Intel'i platvormil töötavatel PC'del pakkuda samalaadseid helilisi võimalusi, nagu seda lubasid Apple Macintosh'id.¹⁴

Aasta pärast tekkis ka SoundBlasterile ja Creative Labs'ile konkurente Digital Audio Laboratories'i poolt välja lastud CardD ja Digigrams'i näol. 1993. aastal ilmutas Creative Labs SoundBlaster 16'ne uuendatud versiooni originaalsest SoundBlaster'ist, mis võimaldas CD kvaliteediga heliväljundit 44.1 kHz kiirusega.

¹² Lowe, B. & Currie, R., Digidesign's Sound Accelerator: Lessons Lived and Learned, *Computer Music Journal*, Vol. 13, No. 1 (1989), The MIT Press

¹³ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

¹⁴ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

1.2. Microsoft'i esiletõusmine.

1995. aastal, kui Microsoft'i poolt ilmus Windows 95, oli Intel'i platvormil töötav PC lõpuks võimeline otseselt konkureerima Macintosh II platvormiga. Mõlemal platvormil oli konkureerivaid pistikkaardi tootjaid, mis võimaldasid kõik kõrge kvaliteediga heli sisendeid ja väljundeid ning võrdlemisi adekvaatset helitöötlust. Ka riistvaralised erinevused olid kadunud, kui Apple tutvustas Power Macintosh'i 1994. aastal. See viis Macintosh'i varasema Nubus siini arhitektuuri pealt PCI arhitektuuri peale, mida kasutasid ka Intel'i platvormil töötavad PC'd. Selle tulemusena sai samu pistikkaarte kasutada nii PC'del kui ka Mac'idel, ainus erinevus pidi olema tarkvaras. Sellest võimalusest haarasid koheselt enamik pistikkaardi tootjad, arendades enda varem toodetud PC'de pistikkaartidele ka Mac'i jaoks vastavaid tarkvarasid.¹⁵

1990-te alguse poole vajab ka märkimist kahe konkureeriva süsteemi arendus, milleks olid PostPro MFX ja Waveframe. Need olid digitaalsed mitme helirea lindistajad tipp-tasemel arvutitele. Need lindistajad võimaldasid 8-kanalist helilindistust digitaalses formaadis videokassetile. 16- või lausa 24-kanaliga lindistamine oli võimalik kui ühendada ja sünkroniseerida kaks või kolm lindistajat, mis moodustaksid üheainsa komponendi.¹⁶

1990-te aastate keskel olid tavaliste lauaarvutite protsessorid jõudnud nii heale tasemele, et enam ei vajatud DSP'de abi. Seda kasutas esimesena ära Barry Vercoe oma programmiga CSOUND. CSOUND oli algselt arendatud UNIX'i platvormil töötavate tööjaamade jaoks. Tänu sellele, et see oli kirjutatud puhtalt C programmeerimise keeles, võimaldas seda arendada nii Macintosh'ile kui ka PC'dele. Reaalaja helisüntees ei olnud aga algselt praktiline lauaarvutitel, isegi tööjaamad ei võimaldanud sellist töötlusjõudu. Esimene reaalajas töötav süsteem CSOUND'ile ilmus 1980. Lõpus ja kasutas eraldi arendatud audio protsessorit, mis baseerus Motorola 56x DSP seerial. Olles kasutusel vaid Apple Macintosh'i peal, võimaldas see süsteem piiratud arvu CSOUND'i funktsioonide repertuaari reaalajas. Kui 1990-te keskpaigas ilmusid aina kiiremad lauaarvutite protsessorid Intel'i Pentium 4 ja Macintosh G4 näol, sai kogu CSOUND'i võimalusi rakendada reaalajas. Tänu sellele ilmnes tugev ühendus

¹⁵ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

¹⁶ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

MIDI esitamise ja CSOUND'i vahel ning läbi selle sai CSOUND'ist esimene programmeeritav tarkvaral baseeruv MIDI süntesaator.¹⁷

Pärast seda leiti võimalus kombineerida MIDI süntesaatori ja kontrolleri ning kõrgkvaliteetse digitaalse heli esitamist. Sellised süsteeme hakati nimetama virtuaalseteks süntesaatoriteks. Esimesena kasutas seda eri elementidest koosnevat keskkonda ära ettevõtte nimega Steinberg, mille tulemuseks oli Cubase VST ilmumine. Kuna Cubase VST oli siiski keskkonnas, kus sai liikuda vaid hiirekursoriga ja seega sai korruga kohandada ainult ühte funktsiooni või komponenti, olid võimalused vägagi piiritletud. Selle tulemusena hakkasid paljud riistvara tootjad arendama väliseid juhtpaneele, mis sisaldasid mitmeid heebleid ning nuppe, sarnasena helipultidele.¹⁸

Uuel aastatuhandel oli selge, et maailm, mida varem valitsesid iseseisvad riistvara tooted, koosnes nüüd mitmest elemendist. Aina rohkem tekkis võimalusi seoses tarkvara arendusega riistvara arenduse asemel.

¹⁷ <http://www.csounds.com/about/the-father-of-csound>

¹⁸ Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.

3. Helitöötlusprogrammi kirjeldus ja võimalused Steinberg Cubase'i näitel

Steinberg Cubase on tänapäeval üks levinumaid helitöötluse programme, mis toimib nii PC kui ka Apple Macintosh peal. Viimane tarkvara versioon anti välja 2009. aastal, mil Steinberg Media Technologies sai 25 aastaseks. Cubase'iga saab nii lindistada kui ka importida muusikat ja helisid. Lindistada saab korraga mitut helikanalit, ainsaks piiriks, mis Cubase'i kasutamisel lõpuks ette tuleb, on arvuti enda jõudlus. Näiteks on trummide lindistamiseks tavaliselt vajalik umbes üksteist mikrofoni, see tähendab omakorda ka üheteistkümne erineva helikanali kasutamist, mis on Cubase'i puhul täiesti võimalik.

3.1. Helitöötluse võimalused Steinberg Cubase'is

Põhioperatsioonid, mida saab teha lindistatud või imporditud heliribaga, on eelkõige:

- Lõikamine
- Kopeerimine
- (Lõigatud) Heli klipi ümber asetamine
- Lõigatud juppide ühendamine
- Heli hajumise lisamine selle lõpus. Kui nt. mingi heli lõppeb järsult, saab vastava klipi lõpu teha pikemaks ning sujuvalt helitugevuse alla viia.
- Heli volüümi kaare muutmine. Igal heliklipil on tema helitugevus esitatud kõverana, millele saab lisada vabalt valitud punkte, mis muudavad jooksvalt vastava heli volüümi. Mida kõrgemal punkt, seda tugevam on helitugevus ning vastupidi.¹⁹

Lisaks lihtsamatele operatsioonidele on muidugi võimalik Cubase'is ka DSP ning erinevad heliefektid. Peale selle, et saab panna mingi kindla efekti nupud ja muud sätted paika ning jätta need seadistused samaks kogu heli kestvuse ajal, on Cubase'is võimalik ka automatiseerimine. See tähendab, et igal efektil saab ette määrata kõikide nuppude ning heebrite liikumise ning nende erinevad positsioonid vastavas punktis heliklipi jooksul. Kõiki erinevaid heliefekte on programmis aga umbes saja ringis. Lisaks sellele on igal efektil veel

¹⁹ Kostrey, S., *Cubase 5 Advanced Music Production System (2009)*, Steinberg Media Technologies, GmbH.

mitmeid, paljudel kümneid, erinevaid parameetreid, mida saab muuta, et saavutada soovitud heli.

3.2. Virtual Sound Technology (VST)

Cubase ei ole pelgalt programm heli lindistamiseks ning selle töötlemiseks. Cubase'i muudab unikaalseks see, et tänu Steinberg'i arendatud VST tehnoloogiale (*Virtual Sound Technology*), on Cubase'ist saanud ka tohutute võimalustega muusika loomise ning komponeerimise tarkvara.

VST tekitab täielikult professionaalse studio õhkkonna kasutaja PC'l või Mac'il ning võimaldab integreerida virtuaalsete efektide protsessoreid ja instrumente otse tarkvarasse. Cubase 5's on esimest korda kasutusel uuendatud VST3 tehnoloogia.²⁰ Tänu VST'le on Cubase'il suur hulk eraldi *plug-in*'e ning täisulatuslikke VST instrumentide tarkvarasid.

Esimene VST versioon (VST 1.0) loodi 1996. aastal osana Cubase 3.0'is. VST 1.0 võimaldas kasutajal laiendada heli rakenduse funktsionaalsust, defineerides uusi heli protsessoreid, mis lisasid funktsionaalsust VST'd toetavatele *host* programmidele, nagu näiteks sekventser (*sequencer*). Üks tähtsamatest lisadest VST 2's oli MIDI toimingute tuvastamine ja ka produtseerimine. See osutus võimalikuks, kuna süntesaatorid ei ole midagi rohkemat kui MIDI't kontrollivad moodulid, mis toodavad heli andmeid. Tänu VST'le on kasutajal vabadus muusikalisi toone luues, teha mida iganes.²¹

Tänu VST'le on tekkinud ka Cubase'ile lisatarkvarad – VST instrumendid (*VST Instruments*). Selliste tarkvaradega saab arvutis tekitada mingi kindla instrumendi heli, valides ise konkreetse instrumendi tootja ning täpse mudeli. Cubase'i efektid võimaldavad ka instrumendi „asetamist“ kasutaja poolt valitud kindlasse ruumi. Instrumente, mida tarkvaras emuleerida saab, on mitmeid. Alustades puhkpillide, keelpillide ning löökriistadega, mis moodustavad orkestri, ning lõpetades elektrooniliste sämpleritega, mida kasutavad elektroonilise muusika artistid.

²⁰http://www.steinberg.net/en/products/musicproduction/cubase5_product/cubase5_details/cubase5_details_about.html

²¹ Tätilä, V. P., *The Steinberg VST Plug-in Architecture* (2005), University of Oulu.

Mõned näited Steinberg'i poolt toodetud VST instrumentide tarkvarast:

- **The Grand 3** - VST Instrumendi tarkvara, tänu millele on kasutaja valduses kümneid klavereid. Alates klassikalistest tiibklaveritest nagu Steinway D ja Yamaha C7 kuni elektriliste klaveriteni nagu Yamaha CP80.²²
- **Groove Agent 3** – VST „Virtuaalne trummar“. Vähe sellest, et nagu ka Grand 3's on Groove Agent'is mitmete firmade erinevad trummitaldrikud ja trummid (erinevad trummide seeriad tootjate poolt, mis erinevad nii puidu kui ka kesta paksuse poolest, mis kõik muudavad trummi kõla ja tämbrit). Groove Agent 3 võimaldab kasutajal ka muuta trummari stiili. Nimetatud funktsioon osutub äärmiselt oluliseks siis, kui kasutaja ei ole ise trummidega väga palju tegelenud ning vajab kõrvalist abi. Pärast muusikalise stiili valikut, pakub tarkvara ise erinevaid trummikäike ehk *gruuve*, mis sobivad vastavasse muusikažanrisse. Kõik *gruuv*id on sisse mängitud professionaalsete trummarite poolt. Samuti saab kõikide Groove Agent'is olevate trummikäikude tempot vastavalt konkreetsele loole vabalt muuta.²³

²² <http://www.steinberg.net/en/products/vstinstruments/thegrand3.html>

²³ http://www.steinberg.net/en/products/vstinstruments/grooveagent3_product.html

3.3. Autori hinnang Cubase'ist.

Käesoleva töö autoril on olnud mitmeid kordi võimalus osaleda helilindistuse ning -töötamise protsessis professionaalses helistuudios. Jälgides kogunud heliinsenere, kes on Cubase'iga aastaid stuudios töötanud, tuleb tõepoolest selgelt esile, et Cubase'i laadsete programmide kasutamisel avanevad tohutud võimalused. Tänu kõikidele efektidele, mida saab programmis ja selle lisades kasutada, elimineeritakse vajaduse ruuminõudva, kohmaka ning ka rahaliselt kuluka analooghelitehnika olemasolu järele. Samuti on tänu VST instrumentide tarkvarale võimalik täiesti ilma igasuguste muusikaliste instrumentideta luua väga professionaalse ja naturaalse kõlaga muusikat.

Siinkirjutaja on trummarina mänginud löökriistu juba üle seitsme aasta ning lindistanud helistuudios muusikat nii naturaalsete trummidega kui ka elektritrummidega, mille helid tekitatakse just Cubase'i ja VST tarkvara Groove Agent 3'e abil. Kuulates ning kasutades erinevaid löökriistu, mida autor on trummarina seitsme aasta jooksul palju mänginud, on kahe erineva heli vahel (s.o. naturaalse ja Cubase'is loodu vahel) väga raske, kui mitte võimatu, vahet teha.

Kokkuvõte

Käesolevas töös leidis kinnitust sissejuhatuses püstitatud hüpotees, et arvutil ja digitaalsel helitöötlusel on analoog helitöötluse ees olulised eelised.

Kui vaadata tagasi ajalukku, mil hakati kasutama digitaalseid süsteeme helitöötluses, oli seda raske uskuda. Esimesed üritused olid väga primaarsed ja piiritletud. Kuid tänu kiirele tehnoloogia ja protsessorite arengule ei laienenud mitte ainult võimalused vaid toodi ka helitöötlus lähemale arvuti tavakasutajale.

Finantsiliselt on digitaalne helitöötluse lahendus palju odavam võrreldes analoog tehnikaga. Samuti on helistuudiotel vaja ainult arvutit ning sisuliselt on sellega professionaalne stuudio juba olemas. Puudub vajadus omada kümneid erinevaid analoog signaalide peal töötavaid helitehnikat, mis maksab palju ning võtab ka väga palju ruumi.

Samuti on arvuti peal heli hoidmine ja kopeerimine on kindlalt originaal faili kvaliteediga. Kui kunagi on midagi lindistatud ning talletatud arvutisse helifailina, siis sellise kvaliteediga nagu ta originaalis on lindistatud, ta ka püsib. Seega ei pea olema tippklassi tarkvara, et töötleda tippklassi kvaliteediga lindistatud heli.

Töö autor leiab, läbi oma kogemuse nii helistuudios, löökriistade mängimisel ja ka lindistamisel, et digitaalhelitöötlus kui ka selle produtseerimine on tohutult võimaluste rohke, tänu programmidele nagu seda on Steinberg'i Cubase 5. Alates kõikidest erinevatest efektidest, mille sudemed on analoog helitehnikas kuni tippklassi muusikainstrumentide helide tootmiseni, on toodud sisuliselt kogu helitehnika ning ka muusikainstrumentide ajalugu ja evolutsioon otse kasutaja arvutisse.

Kasutatud materjalid

Kasutatud kirjandus

1. Kostrey, S., *Cubase 5 Advanced Music Production System (2009)*, Steinberg Media Technologies, GmbH.
2. Kirn, P., *Meal World Digital Audio (2006)*, Peachpit Press, Berkeley, CA.
3. Lowe, B. & Currie, R., Digidesign's Sound Accelerator: Lessons Lived and Learned, *Computer Music Journal, Vol. 13, No. 1* (1989), The MIT Press
4. Moorer, J. A., The Lucasfilm Audio Signal Processor, *Computer Music Journal, Vol6, No. 3*, (1982), The MIT Press.
5. Manning, P., *Electronic and Computer Music* (2004), Oxford University Press, New York, NY.
6. Tätilä, V. P., *The Steinberg VST Plug-in Architecture (2005)*, University of Oulu.
7. Watkinson, J., *The Art of Digital Audio* (1988), Focal Press, Oxford, UK.

Internetiallikad

1. http://download.intel.com/museum/research/arc_collect/timeline/TimelineDateSort7_05.pdf
2. <http://www.ams-neve.com/about-us/History/The80s/80s.aspx>
3. <http://www.csounds.com/about/the-father-of-csound>
4. http://www.steinberg.net/en/products/musicproduction/cubase5_product/cubase5_details/cubase5_details_about.html
5. <http://www.steinberg.net/en/products/vst instruments/thegrand3.html>
6. http://www.steinberg.net/en/products/vst instruments/grooveagent3_product.html