

Tallinna Ülikool

Informaatika Instituut

Digitaalse helisünteesi tehnikad

Seminaritöö

Autor: Raimond Koitsalu

Juhendaja: Hans Põldoja

Autor:, 2014

Juhendaja:, 2014

Instituudi direktor:, 2014

Tallinn 2014

Sisukord

SISSEJUHATUS.....	2
1. ÜLEVAADE HELISÜNTEESI TEHNIKATEST	4
1.1. DIGITAALSE HELISÜNTEESI PÕHIMÕISTED	4
1.1.1. <i>MIDI</i>	4
1.1.2. <i>Lainekuju</i>	4
1.1.3. <i>Süntesaator ja selle osad</i>	5
1.1.4. <i>DAW</i>	6
1.1.5. <i>VST</i>	7
1.1.6. <i>Pan</i>	7
1.2. ADITIIVNE HELISÜNTEES	7
1.3. SUBTRAHEERIV HELISÜNTEES	8
1.4. GRANULAARNE HELISÜNTEES.....	8
1.5. SAGEDUSMODULATSIOONISÜNTEES	9
1.6. HELISIMULATSIOONISÜNTEES	9
2. SAGEDUSMODULATSIOONISÜNTEESI JA HELISIMULATSIOONISÜNTEESI VÕRDLUS ...	10
2.1. VÕRDLUSE METOODIKA	10
2.2. LEAD SÜNTEES.....	10
2.2.1. <i>Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika</i>	10
2.2.2. <i>Helisimulatsioonisünteesi tehnika</i>	13
2.3. PAD SÜNTEES.....	15
2.3.1. <i>Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika</i>	15
2.3.2. <i>Helisimulatsioonisünteesi tehnika</i>	17
2.4. BASSIHELIDE SÜNTEES.....	18
2.4.1. <i>Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika</i>	18
2.4.2. <i>Helisimulatsioonisünteesi tehnika</i>	20
3. SOOVITUSED HELISÜNTEESI TEHNIKA VALIKUKS.....	22
KOKKUVÕTE.....	23
KASUTATUD KIRJANDUS	24
LISA 1	25

Sissejuhatus

Heli on varieerumine õhurõhus ja -tiheduses, mis tekib lainete paljundamisel läbi meediumi. Inimesed tajuvad neid laineid, kuna need liigutavad kõrva trummikilet. See liikumine kantakse üle teisteks energia tüüpideks kõrvas, kust saadetakse see lõpuks ajju elektriliste impulssidena.

Helisüntees on heli tekitamise tehnika, kasutades elektroonilist riist- või tarkvara ning see on enimlevinud viis elektroonilises muusikas helide tekitamiseks, kas siis lindistamiseks, või ette mängimiseks süntesaatoritega. Süntesaatoreid on võimalik ka kahte suuremasse gruppi jaotada: riistvaralised süntesaatorid ja tarkvaralised süntesaatorid. Esimene neist on reaalne käega katsutav pill paljude erinevate nuppudega, teine aga tarkvara, mis kas proovib emuleerida mingit reaalselt süntesaatorit, või on disainitud täiesti nullist.

Tänu tarkvaraliste süntesaatorite olemasolule, on vahendeid erinevate helide sünteesimiseks palju ning elektroonilise muusikaga tegelema hakkamiseks on kättesaadavaid vahendeid piisavalt ka tarkvaraliste süntesaatorite näol.

Käesoleva seminaritöö probleemiks on see, et algajatel elektroonilise muusika tegijatel on keeruline valida erinevate helisünteesi tehnikate hulgast sobivaim. Helisünteesi teemast on eesti keeles vähe kirjutatud ja autorile teadaolevad allikad (Kallaste, 2002; Piir, 2005) ei ole veebis elektrooniliselt kättesaadavad.

Seminaritöö eesmärgiks on võrrelda erinevaid helisünteesi tehnikaid tarkvaraliste süntesaatorite näitel.

Eesmärgi täitmiseks püstitas autor järgmised alameesmärgid:

- anda kirjanduse analüüsi põhjal ülevaade levinumatest helisünteesi tehnikatest;
- katsetada olulisemate elektroonilise muusika instrumentide sünteesimist kahe erineva helisünteesi tehnika abil;
- võrrelda katsetuse tulemusi ja anda soovitusel helisünteesi tehnika valikuks.

Seminaritöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis annab autor kirjanduse põhjal ülevaate erinevatest helisünteesi tehnoloogiatest. Teises peatükis katsetab autor kahe enimlevinud helisünteesi tehnoloogia abil peamiste elektroonilise muusika instrumentide

sünteesimist. Kolmandas peatükis annab autor soovitusi sünteesitehnoloogia valimisel sõltuvalt soovitud instrumendist.

1. Ülevaade helisünteesi tehnikatest

1.1. Digitaalse helisünteesi põhimõisted

Järgnevalt kirjeldab autor olulisemaid termineid, mida võib helisünteesiga kokku puutudes kohata.

1.1.1. MIDI

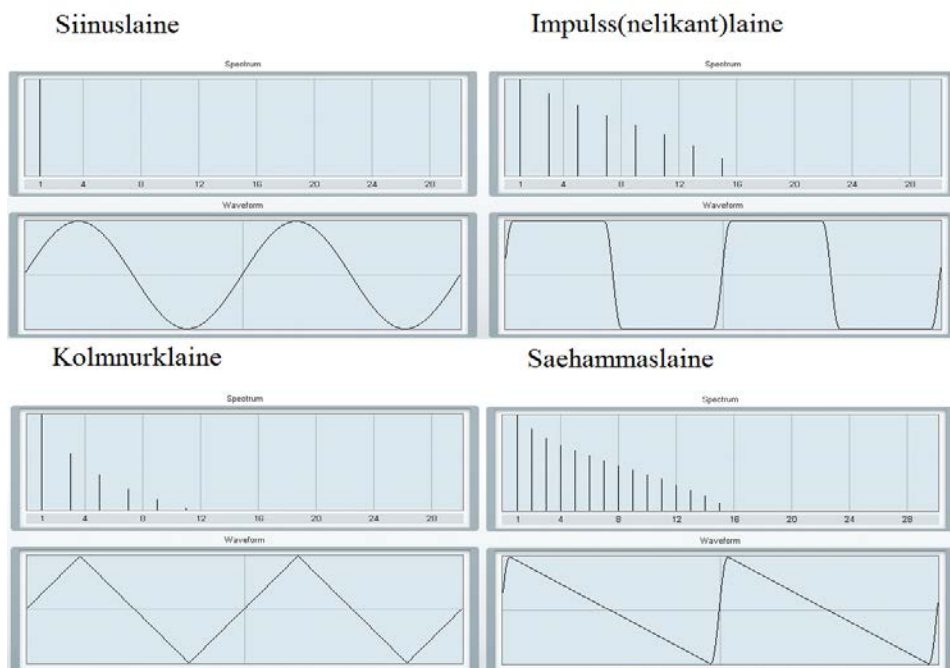
MIDI (*Musical instrument digital interface*) on 1980-ndatel välja töödatud protokoll, mis lubab elektroonilistel instrumentidel ja muudel digitaalsetel muusika tööriistadel omavahel suhelda. MIDI ise ei tekita heli, vaid on pigem rida käsklusi, näiteks “noodi algus”, “noodi lõpp”, “noodi tugevus”. Neid sõnumeid kasutavad MIDI instrumendid, et tekitada heli. MIDI instrument võibki olla näiteks riistvaraline või tarkvaraline süntesaator.

- *Note On* teade saadetakse klahvi vajutades välja koos allavajutatud klahvi numbriga.
- *Note Off* teade saadetakse klahvi üleslaskmisel (see omab vabastatud klahvi numbrit).
- *Velocity* ehk noodi tugevus sõltub sellest, kui tugevasti klaviatuuri klahvi vajutati.

(Kallaste, 2002, lk 19).

1.1.2. Lainekuju

Lainekuju (*Waveform*) on heli tekitava laine põhi(alg)kuju heli sünteesimisel. Eristatakse siinus-, impulss (nelikant)-, saehammas-, kolmnurkpingeid (laineid). (Kallaste, 2002, lk 140). Erinevate lainekujude näited on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Lainekuju näited (autori joonis)

1.1.3. Süntesaator ja selle osad

Süntesaator on elektrooniline muusikainstrument, mis moodustab/toodab heli elektrooniliselt (Kallaste, 2002, lk 137). Seda kontrollitakse tavaliselt klaviatuuriga ning helid tekitatakse ostsillaatorite, filtrite ja võimendite abil koos ADSR (*Attack, Decay, Sustain, Release*) kõvera generaatoriga. Tänapäevastel süntesaatoritel on üldjuhul ka lisaks eelnevale võimalus lisada erinevaid efekte, nt kaja (*Reverb, Delay*) *Reverb* on ruumikaja ning *Delay* on viivitusega kaja.

Lisaks helisünteesi tehnikale võib süntesaatoreid jaotada ka analoogsüntesaatoriteks ja digitaalsüntesaatoriteks. Analoogsüntesaatorite puhul kontrollitakse kõiki ostsillaatoreid, filtreid ja muud vajalikku elektrisignaali kuju ja pinget abil. Algselt olid analoogsüntesaatorid monofoonilised (ühehäälsed) ja neil puudus klahvitundlikkus (*velocity sensitivity*), nii et kõik mängitavad helid kõlasid ühesuguse tugevusega. Hilisemad mudelid võimaldasid piiratud mitmehäälsust, kuid tõeline mitmehäälneline “analoogsüntesaator” tekkis alles siis, kui seda emuleeriti digitaalses keskkonnas (Kallaste, 2002, lk 90). Digitaalsüntesaatorite puhul kontrollitakse kõike digitaalse signaali abil.

Ostsillaator on see, mis süntesaatoris tekitab algse helilaine. Lihtsamad tekitavad siinuslaineid, keerukamad on võimelised tekitama ka teisi lainekujusi (*waveform*) (Russ, 2009, lk 99).

Filtrid lubavad mõndasi sagedusi läbi ning eemaldavad teisi (Russ, 2009, lk 100). On olemas ka erinevat tüüpi filtreid, nt *low-pass, high-pass, band-pass, notch*.

Low-pass filter, nagu nimigi ütleb “laseb läbi” madalad sagedused ja lõikab välja kõrgemaid.

High-pass filter töötab vastupidiselt *low-pass* filtrile, lastes läbi kõrgemad sagedused ning eemaldades madalamad.

Band-pass filter on põhimõtteliselt *low-pass* ja *high-pass* filter ühes. Saab määrata sageduse, millest kõrgemad helid lõigatakse ära ning samuti ka sageduse, millest madalamad helid lõigatakse.

Notch filtrit kutsutakse sageli ka *band-stop* filtriks ning see töötab vastupidiselt *band-pass* filtrile. Kui *band-pass* filtriga määratakse ära vahemik, mis “lastakse läbi”, siis *notch* filtriga määratakse ära vahemik, mis lõigatakse välja.

ADSR on terminite *Attack*, *Decay*, *Sustain* ja *Release* esitähtedest tuletatud lühend, märgib süntesaatori poolt loodud reguleeritavat heli dünaamilist (ka tämbrilist) kõverat (*envelope*) (Kallaste, 2002, lk 123).

Attack on aeg (tavaliselt millisekundites) heli tekkimise hetkest kuni maksimaalnivoo saavutamiseni (Kallaste, 2002, lk 123).

Decay on aeg (tavaliselt millisekundites), mis kulub heli maksimaalnivoost *sustain* nivooni jõudmiseks.

Sustain on helinivoo, mis on heli põhiosas (peale *attack*'i ja *decay*'d ning enne *release*'i).

Release on aeg (tavaliselt millisekundites), mis kulub *sustain*'i nivoost nullini jõudmiseks peale klahvist lahti laskmist.

LFO (*Low-frequency-oscillator*) ehk madalsageduse ostsillaatorit kasutatakse erinevate süntesaatori komponentide modulleerimiseks. Nagu nimigi ütleb, opereerib see madalatel sagedustel (tavaliselt kuni 20Hz), mis tähendab, et teda ennast otseselt ei ole kuulda, vaid kuulatakse tema mõju sellel, kuhu ta on suunatud (Stolet, 2009).

1.1.4. DAW

DAW (*Digital Audio Workstation*) on tarkvara, mis on mõeldud digitaalse heli lindistamiseks, redigeerimiseks ja ette mängimiseks. DAW lubab muuta ja miksida mitmeid helisi üheaegselt ning näitab ka nende paiknevust (Magerko & Freeman, kuupäev puudub). Mõned kasutatavamad DAW programmid on Image Line FL Studio, Ableton Live, Apple Logic Pro (MusicRadar, 2013).

1.1.5. VST

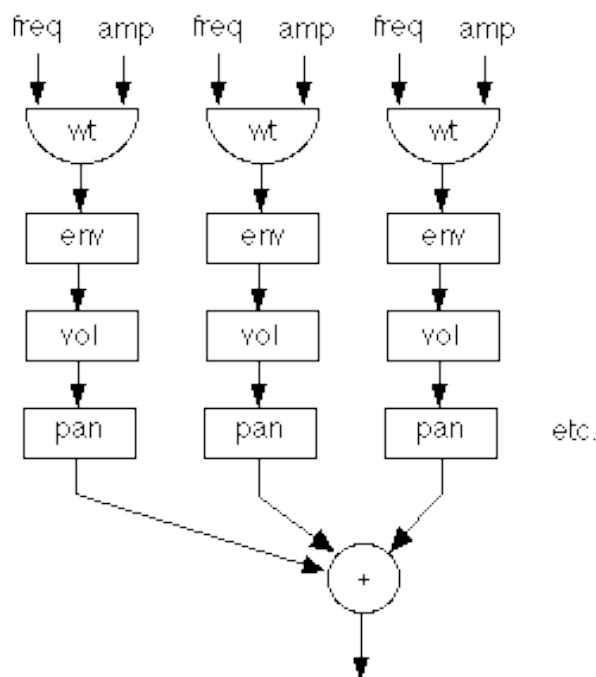
Virtual Studio Technology (VST) on liides, mis ühendab tarkvaralised süntesaatorid või efektid helitöötlustarkvaraga. See tähendab, et sama VST süntesaatorit on võimalik kasutada mitmes erinevas VST võimelises tarkvaras (Image Line FL Studio, Ableton Live). Kui VST' si on võimalik kasutada nii Windowsi, kui ka Macintoshi operatsioonisüsteemides, siis ainult Macintoshile on ka loodud VST vaste AU (*Audio Unit*).

1.1.6. Pan

Pan võimaldab protsentuaalselt määrata, kuidas jaotub heli parema ja vasaku kanali vahel.

1.2. Aditiivne helisüntees

Additive synthesis ehk aditiivne helisüntees tähendab seda, et lõppheli tekitatakse mitme siinuselise helilaine kokku liitmisel (Smith, J.O, 2011). Joonisel 2 on näide aditiivsest helisünteesist, kus kolmest ostsillaatorist, mida töödeldakse ADSR kõvera, amplituudi ja *pan*'iga saadakse liitmise teel uus heli.



Joonis 2: Aditiivne süntees (Sorensen, A & Brown, A, kuupäev puudub)

Mõned näited tarkvaralistest *additive* süntesaatoritest: Camel Audio Alchemy¹, Image Line Harmor².

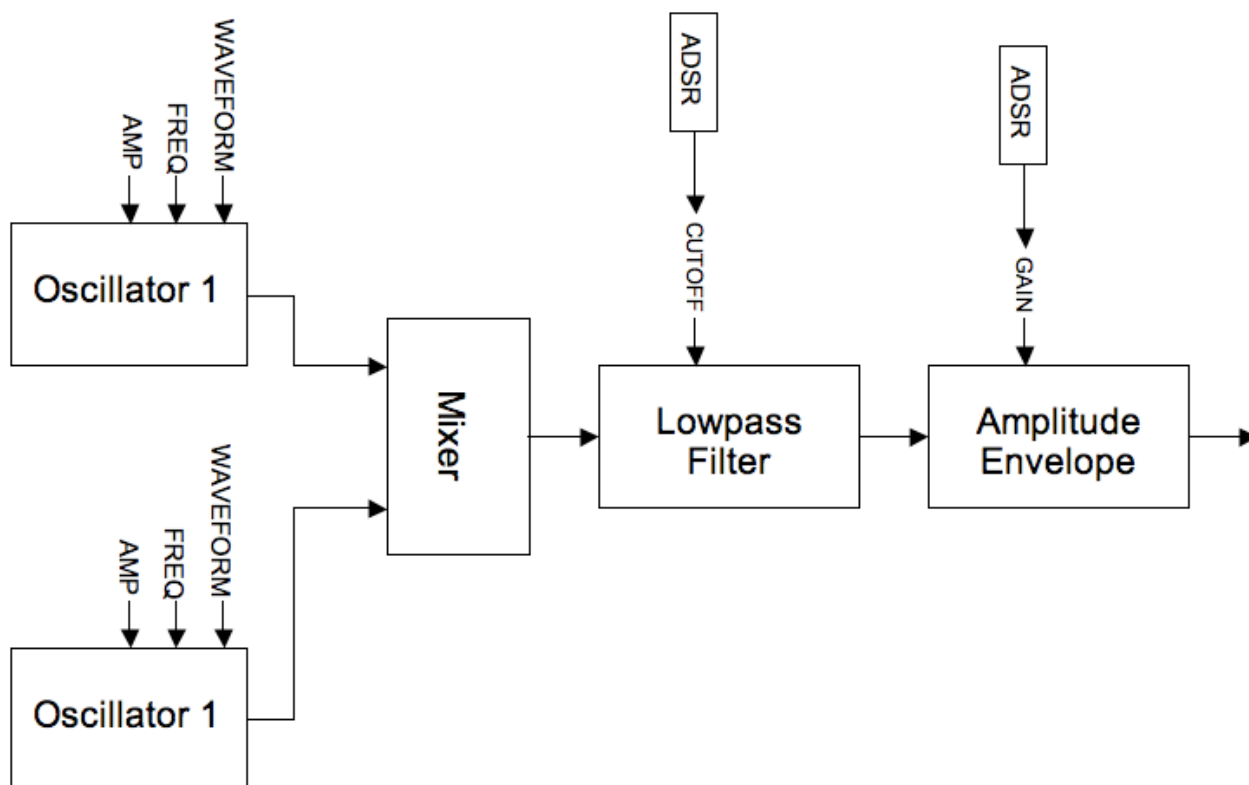
¹ <http://www.camelaudio.com/Alchemy.php>

² <http://www.image-line.com/plugins/Synths/Harmor/>

1.3. Subtraheeriv helisüntees

Subtractive synthesis ehk subtraheeriva helisünteesi puhul filtreeritakse alghelist välja heli osad, mida kuulda ei taheta filtrite abil. Teisisõnu lahutatakse osasi sageduse spektrumist, mis koosneb fundamentaaltoonist ja sellega seonduvatest harmooniatest (Apple, 2009, lk 355).

Joonisel 3 on näide subtraheerivast helisünteesist. Kaks ostsillaatorit saadavad heli mikserisse, mis saadab heli edasi *low-pass* filtrisse, kus eemaldatakse selle abil tahetud sagedused ning seejärel heli võimendatakse.



Joonis 3: Subtraheeriv süntees (McCurdy, I, 2011)

Mõned näited tarkvaralistest *subtractive* süntesaatoritest: Image Line Harmor³, Lennar Digital Sylenth1⁴.

1.4. Granulaarne helisüntees

Granular synthesis ehk granulaarse helisünteesi korral võetakse mingi algheli ning tehakse see väikesteks teradeks, mis seejärel paigutatakse ümber, et tekitada uus heli (Opie, 2009). Üks tera on tavaliselt 10–50 ms pikkune.

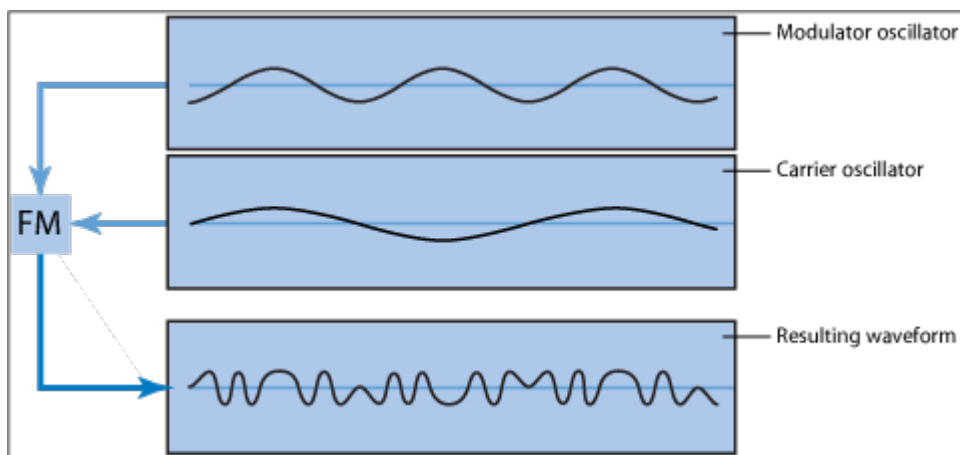
Mõned näited tarkvaralistest granulaarsetest süntesaatoritest: Camel Audio Alchemy⁵, Native Instruments Absynth⁶.

³ <http://www.image-line.com/plugins/Synths/Harmor/>

⁴ <http://www.lennardigital.com/modules/sylenth1/>

1.5. Sagedusmodulatsioonisüntees

Frequency Modulation synthesis ehk sagedusmodulatsioonisünteesi korral moduleeritakse ühe ostsillaatori sagedust teise ostsillaatori väljundiga. Esimest neist nimetatakse kandjaks (*carrier*) ning teist modulleerijaks (*modulator*). Ostsillaatoreid sagedusmodulatsioonisünteesi korral nimetatakse ka operaatoriteks. Kui teiste sünteesitehnikatega käib helikõrguse valik pooltoonide või oktavitega, siis sagedusmodulatsiooni korral valitakse helikõrgus sageduste suhtega — iga järgneva oktavi suhe on kaks korda suurem eelnevast (näiteks sama noot kolmes oktaavis korraga, kolme operaatori abil on saavutatav suhetega: 0,5, 1 ja 2).



Joonis 4: Sagedusmodulatsioonisüntees (Apple, 2009, lk 370)

Mõned näited tarkvaralistest sagedusmodulatsiooni süntesaatoritest: Native Instruments FM8⁷, Image Line Sytrus⁸.

1.6. Helisimulatsioonisüntees

Wavetable synthesis ehk helisimulatsioonisünteesi korral on süntesaatori ostsillaatorisse salvestatud mitmeid helilaineid ning neid on võimalik ajas vahetada.

Mõned näited tarkvaralistest helisimulatsiooni süntesaatoritest: Native Instruments Massive⁹, KV331Audio SynthMaster¹⁰.

⁵ <http://www.camelaudio.com/Alchemy.php>

⁶ <http://www.native-instruments.com/en/products/komplete/synths-samplers/absynth-5/>

⁷ <http://www.native-instruments.com/en/products/komplete/synths-samplers/fm8/>

⁸ <http://www.image-line.com/plugins/Synths/Sytrus/>

⁹ <http://www.native-instruments.com/en/products/komplete/synths-samplers/massive/>

¹⁰ <http://www.kv331audio.com/synthmaster.aspx>

2. Sagedusmodulatsioonisünteesi ja helisimulatsioonisünteesi võrdlus

2.1. Võrdluse metoodika

Võrdlusel proovib autor sünteesida kolme põhilist instrumenti (*Lead*, *Pad* ja *Bass*) elektroonilises muusikas, kasutades kahte erinevat helisünteesi tehnikat. Tarkvaraks on autor valinud Native Instruments FM8 (sagedusmodulatsioonisüntees) ja Native Instruments Massive (helisimulatsioonisüntees).

2.2. Lead süntees

Lead helisi kasutatakse tihti peale meloodiate mängimiseks lugudes. Samuti kasutatakse seda ka rütmiliste efektide saavutamiseks.

2.2.1. Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: FM8-lead.wav

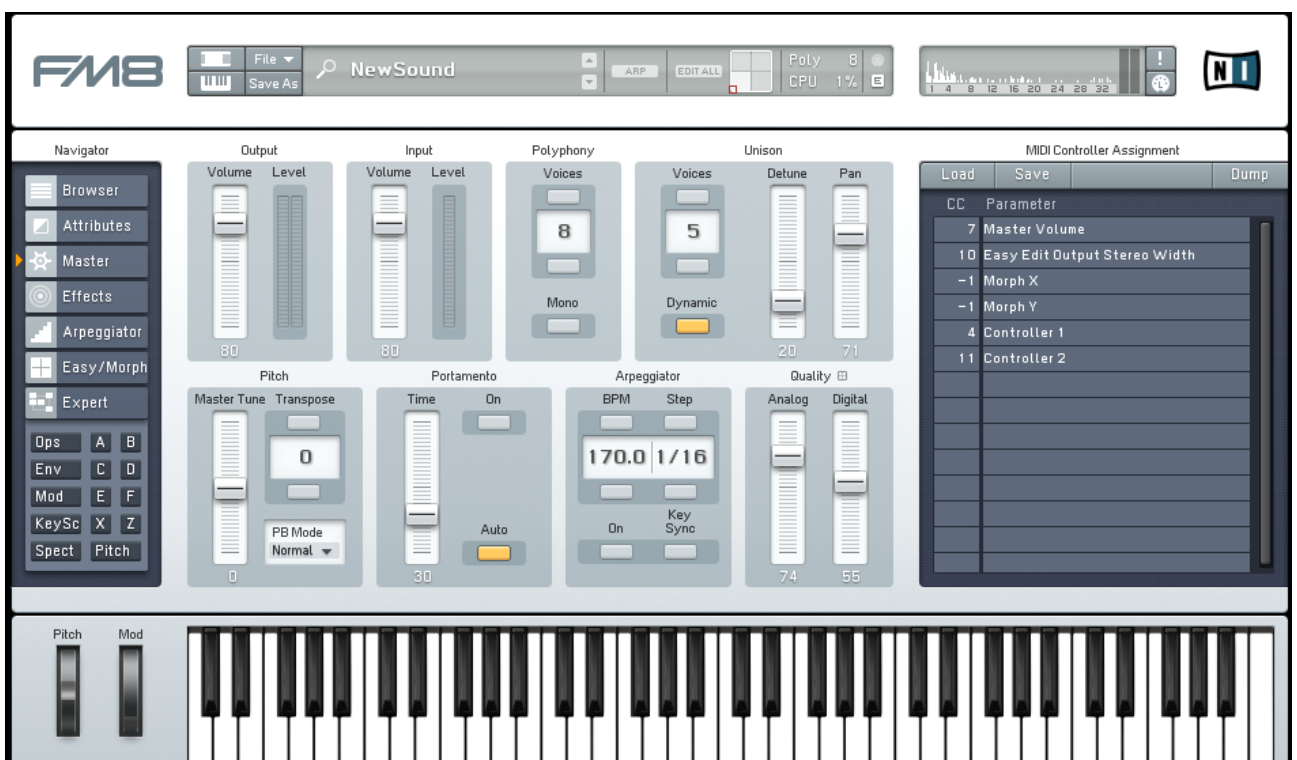
Joonisel 5 on näha, milliseid ja kuidas kasutas autor operaatoreid Lead heli sünteesimisel. Operaator F on põhiliseks kandjaks (*carrier*) ning seda modulleerivad operaatorid A, B, C, D ja E. Operaatorite A, C, D, E ja F lainekujudeks on valitud saehammas. Operaatori B lainekuju on "*Soft Tristate*". Operaatoril A on suhteks määratud 1,5, operaatoril B 0,5, operaatoril C 0,25, operaatoril D 0,5, operaatoril E 1 ja operaatoril F 2. Operaator F ja E modulleerivad ka iseennast. Operaatorid A ja F on suunatud filteroperaatorisse Z, millel on "*Cutoff*" parameetrid seadistatud, et tagasi tuua kõrgemad sagedused, mis filtreerimisel välja võeti.



Joonis 5: Lead, FM8 (FM-Matriks) (autori joonis)

Joonisel 6 on näha, et blokis "Unison" on antud helile 5 häält ning on säitud parameetrit "Pan", et anda helile laiem stereopilt.

Blokis "Quality" on säitud parameetreid "Analog" ning "Digital", et lisada helile liikuvust.



Joonis 6: Lead, FM8 (Master) (autori joonis)

Joonisel 7 on näha, et autor on antud heli juures kasutanud efekte "Shelving EQ", "Flanger" ning "Reverb".

"Shelving EQ" korral on näha, et on tõstetud parameetrit "Volume" ning sagedusspektrumis on valjendatud kõrgemaid sagedusi.

"Flanger" efekti juures on sisse lülitatud valikud "Sync" ning "Static". "Dry/Wet" parameetrit on vähendatud, et efekti ei oleks liiga palju.

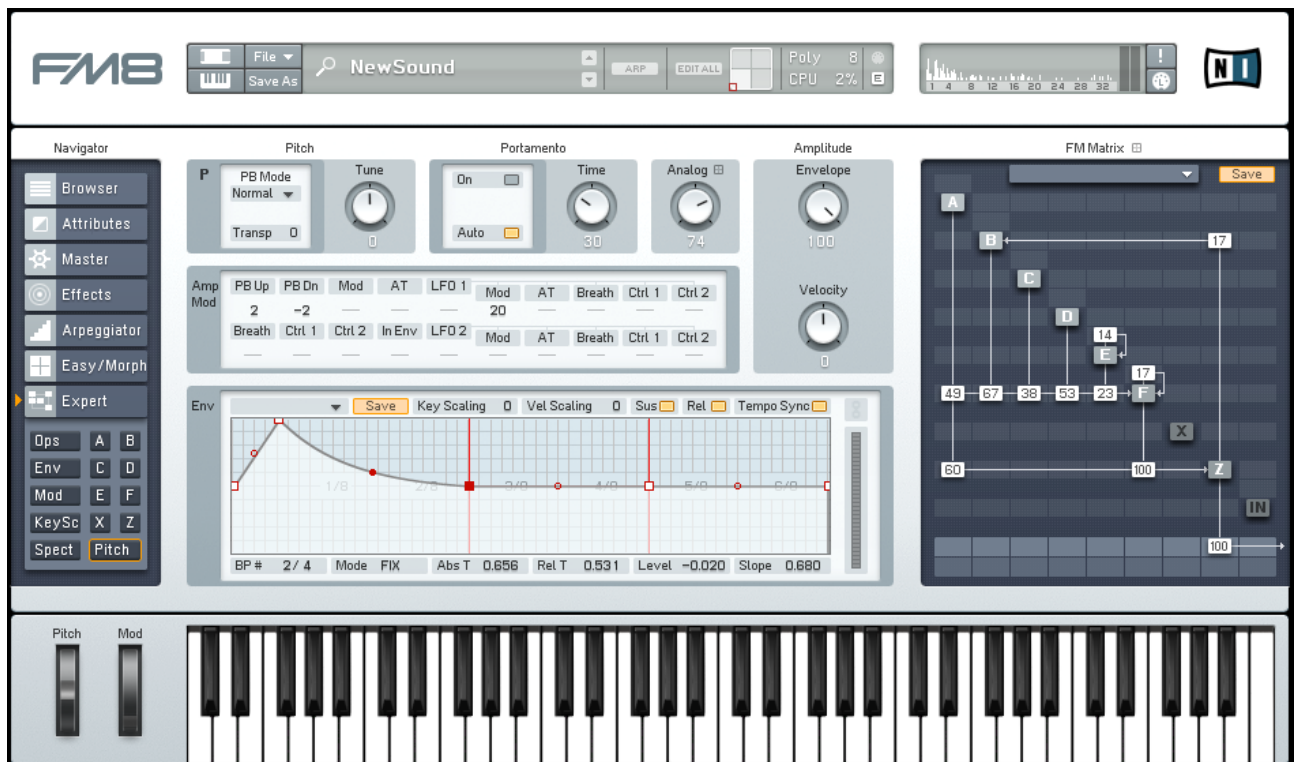
"Reverb" efekti juures on sätitud kõiki parameetreid. "Time" parameetrit on vähendatud, et efekt ei kestaks liiga kaua. "Bright" ning "Treble" parameetri suurendamine teeb heli erksamaks ning "Dry/Wet" parameetrit on vähendatud, et efekti ei oleks liiga palju.



Joonis 7: Lead, FM8 (efektid) (autori joonis)

Joonisel 8 on näha, et blokis "Amplitude" on autor sättinud parameetri "Envelope" 100 peale. See näitab, kui palju mõjutab heli kõrgust blokis "Env" olev kõver.

Blokis "Env" on sisse lülitatud nupp "Tempo Sync" ning blokis olevat kõverat on autor sättinud nii, et heli alguses, heli kõrgus kasvab ning seejärel langeb.



Joonis 8: Lead, FM8 (Pitch env.) (autori joonis)

2.2.2. Helisimulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: Massive-lead.wav

Joonisel 9 on näha, et autor kasutas heli sünteesimisel ostsillaatoreid 1 ja 2. Esimese ostsillaatori sãmpliks on valitud "*Roughmath III*" ning teise omaks "*Square-saw I*". Mõlemal ostsillaatoril on helikõrgus viidud alla 12 pooltooni (üks oktav) ning sinna on ühendatud ka ADSR kõver 1 (*1 Env*), mida on ka pildil näha. Kõveral on sätitud esimeses blokis parameetrit "*Attack*" ning teises blokis parameetreid "*Decay*" ning "*Level*", et saavutada pildil nähtav kõver. Sellega saavutas autor selle, et heli alguses heli kõrgus kasvab ning seejärel langeb.

"*Insert 1*" blokki on lisatud efekt "*Parabolic Shaper*", millel on suurendatud mõlemat parameetrit, et teha heli kärisevamaks.

Blokis "*FX1*" on valitud efektiks "*Reverb Small*", mis annab helile väikse kaja. Sellel on sätitud parameetrit "*Dry/Wet*" madalamaks, et efekti ei oleks liiga palju ning parameetrit "*Size*", et efekt ei kestaks liiga pikalt.



Joonis 9: Lead, Massive (1 Env, Insert1 ja FX1) (autori joonis)

Joonisel 10 on näha, et blokis "Voicing" on autor määranud parameetri "Unisono" väärtuseks 5 ning sisse lülitanud nupud "Pitch Cutoff" ning "Pan Position". Vähesel määral on liigutatud paremale poole parameetrit "Pitch Cutoff", et anda helile liikuvust ning "Pan Position" on "Full Inv" poolel, et anda helile laiem stereopilt.

Blokis "FX2" on efektiks valitud "Flanger Positive", millel on kõiki parameetreid säitud alla, et efekti ei oleks liiga palju.



Joonis 10: Lead, Massive (Voicing ja FX2) (autori joonis)

Joonisel 11 on näha, et blokis "EQ" on autor sätinud parameetrit "High Shelf", et anda helile juurde kõrgemaid sagedusi.



Joonis 11: Lead, Massive (EQ) (autori joonis)

2.3. Pad süntees

Pad helisi võib kasutada lugudes tausta täitmiseks, või atmosfääri loomiseks. Neid mängitakse tihti peale akordidena ning neid iseloomustavad pikad toonid.

2.3.1. Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: FM8-Pad.wav

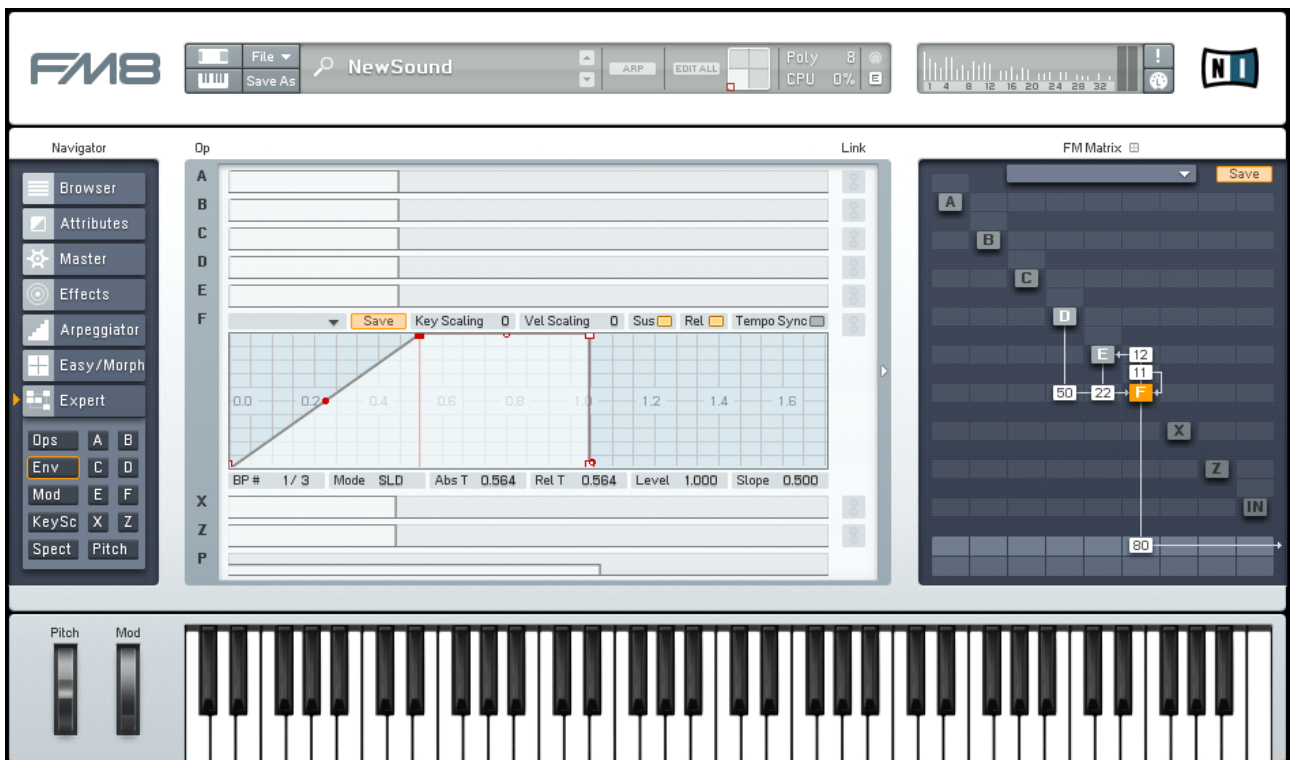
Joonisel 12 on näha, kuidas ja milliseid operaatoreid kasutas autor Pad instrumendi sünteesimiseks sagedusmodulatsioonisünteesi tehnikaga. Operaator F on kandjaks ning seda modulleerivad operaatorid D ja E. Operaatorite F ja E lainevormiks on valitud saehammas ning operaatori D lainevormiks valiti "TX Wave 5". Operaator F modulleerib ka iseenast

ning operaatorit E. Operaatoril E on sätitud ka suhet, et tõsta operaatori helikõrgust oktava võrra.



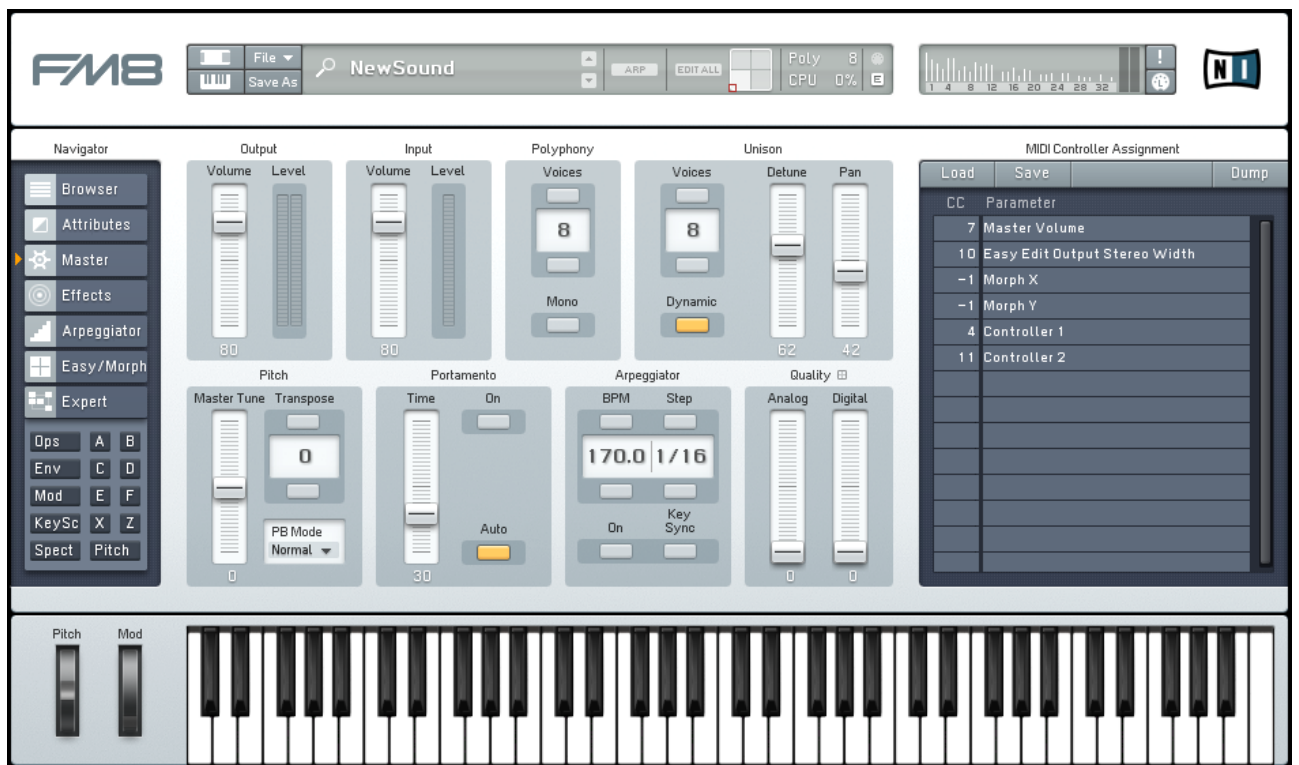
Joonis 12: Pad, FM8 (FM Maatriks) (autori joonis)

Joonisel 13 on näha, et autor on sättinud operaatori F ADSR kõverat nii, et läheks aega, kuni heli jõuab maksimum amplituudini.



Joonis 13: Pad, FM8 (F env.) (autori joonis)

Joonisel 14 on näha, et autor on blokis "Unison" andnud parameetriga "Voices" helile 8 häält. Samuti on sätitud parameetrit "Detune", et anda helile liikuvus ning parameetrit "Pan", et laiendada heli stereopilti.



Joonis 14: Pad, FM8 (Master) (autori joonis)

2.3.2. Helisimulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: Massive-Pad.wav

Joonisel 15 on näha, et autor on kasutanud heli sünteesimisel kahte ostsillaatorit. Mõlema ostsillaatori sämpliks on valitud "Square-Saw I". Esimese ostsillaatori helikõrgust on tõstetud 0,09 pooltooni ning teise oma langetatud 12,04 pooltooni.

Blokis "Voicing" on autor andnud parameetriga "Unisono" helile 8 häält ning sisse on lülitatud nupp "Pitch Cutoff" ning sätitud on ka selle parameetrit, et anda helile liikuvus.



Joonis 15: Pad, Massive (Voicing) (autori joonis)

Joonisel 16 on näha, et autor on muutnud neljandat ADSR kõverat, et helil võtaks aega jõudmaks maksimum amplituudini.



Joonis 16: Pad, Massive (4 env.) (autori joonis)

2.4. Bassihelide süntees

Autor proovis sünteesida keskala bassiheli (*mid-range bass*). Seda ei tohiks segamini ajada *Subbass*'iga, mis on tavaliselt madalatel sagedustel mängiv siinuslaine.

2.4.1. Sagedusmodulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: FM8-bass.wav

Joonisel 17 on näha, milliseid ja kuidas kasutas autor operaatoreid bassiheli sünteesimisel sagedusmodulatsioonisünteesil. Operaator F on siinjuhul põhiliseks kandjaks (carrier). Operaator F'i lainevormiks on valitud saehammas. Selleks, et kandja kõla teravamaks teha, moduleerib ta ka iseennast. Ainuke operaator, mis kandjat otseselt moduleerib on operaator E, mille helilaineks on valitud "2nd Formant". Operaator E samuti moduleerib ka iseennast. Operaator E'd omakorda moduleerib operaator D, mille helilaineks on valitud siinuslaine. Selleks, et helile anda juurde kõrgemaid sagedusi on tõstetud operaatori D suhet kaks korda. Operaator C helilaineks on valitud siinuslaine, kusjuures seda ei kasutata moduleerimisel. Operaator C saadetakse otse väljundisse sellepärast, et madalad siinuslained annavad helile kumiseva karakteristika. Operaator F ja C on suunatud müraoperaatorisse X, mis omakorda saadab oma väljundi filteroperaatorisse Z. Müraoperaatoril on muudetud sätteid "Sat Limit" ja "Sat Asym", mille kombinatsioon annab helile juurde teravust. Filteroperaatoris on muudetus sätet "Cutoff", mis toob tagasi filtreerimisel eemaldatud kõrgemad sagedused.

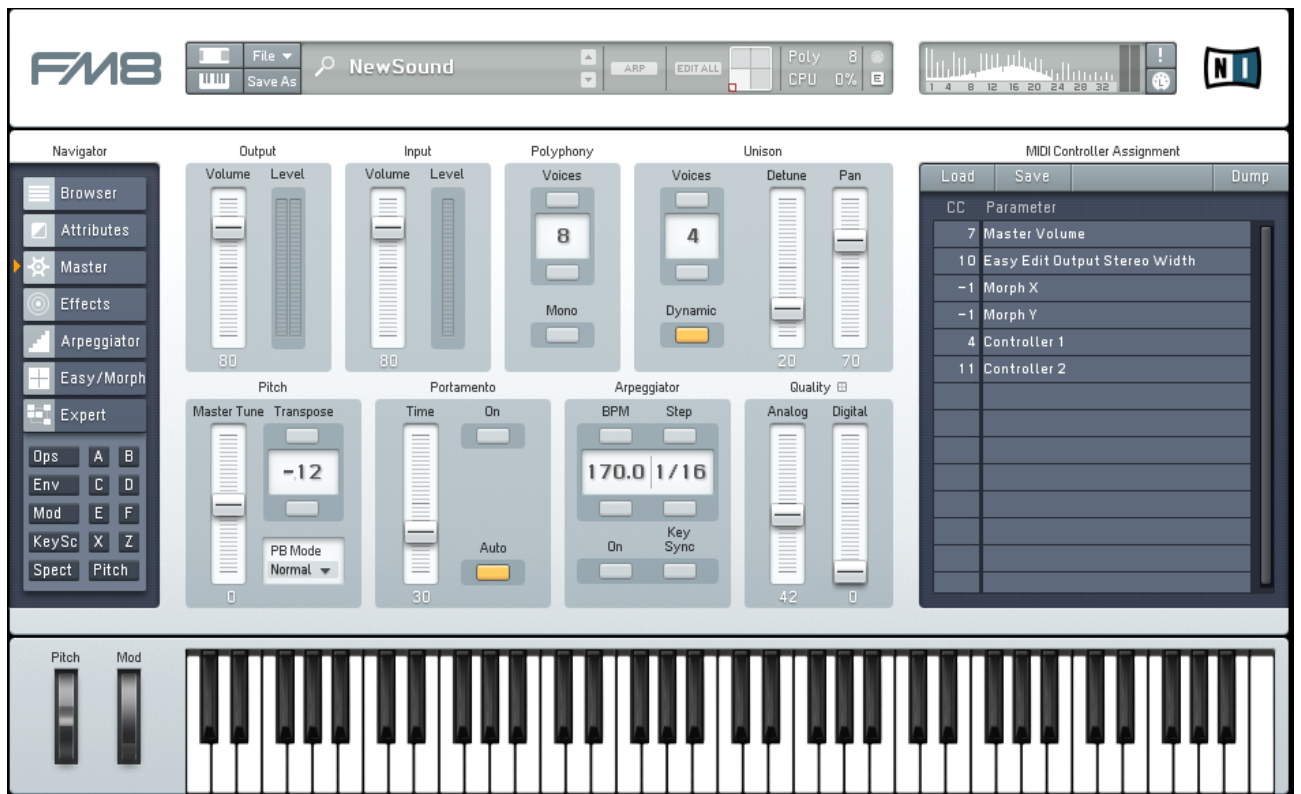


Joonis 17: Bass, FM8 (FM Maatriks) (autori joonis)

Joonisel "Master vaade" on näha, et on antud blokis "Unison" helile 4 häält ning tõstetud "Pan" parameetrit, et anda helile laiem stereopilt.

Blokis "Pitch" on heli transponeeritud 12 pooltoonini (üks oktav) madalamaks.

Blokis "Quality" on tõstetud "Analog" väärtust, et anda helile liikuvust.



Joonis 18: Bass, FM8 (Master) (autori joonis)

Joonisel 19 on näha, et helile on lisatud ka mõned efektid. Siin kasutas autor efekti "Overdrive".

Efektile "Overdrive" on säitud parameetreid "Drive", "Tone" ja "Bass".



Joonis 19: Bass, FM8 (Efektid) (autori joonis)

2.4.2. Helisimulatsioonisünteesi tehnika

Kuulata kaasasoleval plaadil helinäidet: Massive-bass.wav

Joonisel 20 on näha kõik tehtud muudatused, et bassiheli sünteesiks helisimulatsioonisünteesi tehnikat kasutades. Kasutatud on kahte ostsillaatorit (OSC1 ja OSC2). Esimesel ostsillaatoril on sämplik (wavetable) valitud "Roughmath III" ja teisel "Square-Saw II".

Blokis "Voicing" on pandud parameetri "Unisono" väärtuseks 3. Sisse on lülitatud "Pitch Cutoff" ning "Pan Position". "Pitch Cutoff" väärtust on ka vähesel määral lisatud, et anda helile liikuvus. "Pan Position" parameeter on "Full Inv" ning "Mono" vahel, et anda helile laiem stereopilt.

Stereopildi suurendamiseks on ka "FX2" blokis sisse lülitatud efekt "Dimension Expander". Sellel on madalamaks keeratud mõlemat parameetrit "Dry/Wet" ning "Size".



Joonis 20: Bass, Massive (autori joonis)

3. Soovitused helisünteesi tehnika valikuks

Kuna autoril õnnestus sünteesida vajalikud helid mõlemat sünteesitehnikat kasutades ei leia ta, et kummalgi tehnikal oleks suuri eeliseid teise ees. Seega soovitab autor sünteesitehnika valikut üldiselt, mitte vastavalt instrumendile.

Tundes süntesaatorite komponente ning tööpõhimõtet võib olla lihtsam alustada helisimulatsioonisünteesi tehnikaga. Siinjuures on aga oluline tähelepanu pöörata sellele, et kuna süntesaatoril olevaid sümpleid (*wavetable*) võib olla palju ning need võivad erineda olenevalt süntesaatorist, on tähtis tunda kasutatavat süntesaatorit. Autor soovitab alustada süntesaatoril kõikide sümplite läbi kuulamisega.

Kuna sagedusmodulatsioonisünteesi korral luuakse algsed helilained kandjate modulatsiooni teel, on oluline tunda teooriat selle tehnika taga. See tähendab, et peab teadma, kuidas võib üks lainevorm teist mõjutada, näiteks siinuslaine modulleerimisel siinuslainelega saab tulemuseks saehamba kujulise helilaine. Kõige parem on seda õppida katsetades erinevate helilainete modulleerimist erinevate helilainetega.

Kokkuvõte

Käesoleva seminaritöö eesmärkideks oli anda ülevaade erinevatest helisünteesi tehnikatest, katsetada elektroonilise muusika põhiinstrumentide sünteesimist kasutades neist kahte ning anda soovitusi sünteesitehnikate valikuks.

Autor selgitas olulisemaid mõisteid, mida võib kohata helide sünteesimisel ning andis ülevaate erinevatest sünteesi tehnikatest. Lisaks viitas autor erinevatele tarkvaralistele süntesaatoritele, mis kasutavad vastavat sünteesi tehnikat.

Üheks eesmärgiks oli katsetada elektroonilise muusika põhiinstrumentide sünteesimist kasutades sagedusmodulatsioonisünteesi tehnikat ning helisimulatsioonisünteesi tehnikat. Selleks valis autor tarkvaralised süntesaatorid Native Instruments FM8 ning Native Instruments Massive ning proovis mõlemas sünteesida vastavad helid.

Lisaks andis autor soovitusi helisünteesi tehnika valikuks. Samuti soovitas autor, kuidas alustada vastava sünteesitehnika õppimist.

Autor õppis seda seminaritööd koostades palju uut erinevate helisünteesi tehnikate kohta. See seminaritöö võib olla abiks neile, kes soovivad alustada elektroonilise muusika loomist. Kuna heli süntees süntesaatoril on üks väike osa lõppheli saavutamiseks, võiks seminaritööd edasi arendada sünteesitud heli edasi töötlemisest.

Kasutatud kirjandus

Kallaste, T. (2002). *Elementaarne MIDI*. Viljandi: Viljandi Kultuurikolledž.

Piir, K. (2005). *Elektrooniline muusika ja helisüntees* (magistritöö). Tartu: Tartu Ülikool.

Russ, M. (2009). *Sound synthesis and sampling 3rd edition*. Oxford: Focal Press.

Stolet, J. (2009). *Electronic music interactive v2*. Loetud

aadressil <http://nmc.uoregon.edu/emi/31.php>

Magerko, B. & Freeman, J. (Kuupäev puudub). *Introduction to DAWs (Digital Audio*

Workstations). Loetud aadressil [http://ears sketch.gatech.edu/learning/intro-to-](http://ears sketch.gatech.edu/learning/intro-to-daw/introduction-to-daws-digital-audio-workstations)

[daw/introduction-to-daws-digital-audio-workstations](http://ears sketch.gatech.edu/learning/intro-to-daw/introduction-to-daws-digital-audio-workstations)

The MusicRadar Team (Production Expo). (2013, 31.oktoober). *The 16 best DAW software*

apps in the world today. Loetud aadressil [http://www.musicradar.com/tuition/tech/the-](http://www.musicradar.com/tuition/tech/the-16-best-daw-software-apps-in-the-world-today-238905/1)

[16-best-daw-software-apps-in-the-world-today-238905/1](http://www.musicradar.com/tuition/tech/the-16-best-daw-software-apps-in-the-world-today-238905/1)

Smith, J.O. (2011). *Spectral Audio Signal Processing*. Loetud

aadressil [https://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/Additive_Synthesis_Early_Sinusoidal.ht](https://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/Additive_Synthesis_Early_Sinusoidal.html)

[ml](https://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/Additive_Synthesis_Early_Sinusoidal.html)

Apple (2009). *Logic Express 9 Instruments*. Cupertino: Apple.

Opie, T. (2009). *A Granular Synthesis Resource Web Site*. Loetud

aadressil <http://granularsynthesis.com/guide.php>

Sorensen, A & Brown, A. (Kuupäev puudub). *jMusic Tutorials and Lessons*. Loetud

aadressil <http://explodingart.com/jmusic/jmtutorial/AdditiveSynthesis.html>

McCurdy, I. (2011). *Subtractive Synthesis*. Loetud aadressil [http://www.booki.cc/csound-1/b-](http://www.booki.cc/csound-1/b-subtractive-synthesis/)

[subtractive-synthesis/](http://www.booki.cc/csound-1/b-subtractive-synthesis/)

Lisa 1

Seminaritööga kaasas käib CD-plaat teises peatükis kasutavate helinäidetega.

- FM8-lead.wav – Lead heli kasutades sagedusmodulatsioonisünteesi tehnikat
- Massive-lead.wav – Lead heli kasutades helisimulatsioonisünteesi tehnikat
- FM8-Pad.wav – Pad heli kasutades sagedusmodulatsioonisünteesi tehnikat
- Massive-Pad.wav – Pad heli kasutades helisimulatsioonisünteesi tehnikat
- FM8-bass.wav – Bass heli kasutades sagedusmodulatsioonisünteesi tehnikat
- Massive-bass.wav – Pad heli kasutades helisimulatsioonisünteesi tehnikat