



Kauno technologijos universitetas

Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

**Inovatyvaus dizaino, interaktyvios muzikinės sistemos
sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos kompozicijos
ir atlikimo kontekste**

Baigiamasis magistro studijų projektas

Lukas Tarvainis

Projekto autorius

Doc. dr. Antanas Jasenka

Vadovas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

**Inovatyvaus dizaino, interaktyvios muzikinės sistemos
sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos kompozicijos
ir atlikimo kontekste**

Baigiamasis magistro studijų projektas

Elektroninės muzikos kompozicija ir atlikimas (6211PX025)

Lukas Tarvainis

Projekto autorius

Doc. dr. Antanas Jasenka

Vadovas

Prof. dr. Rytis Ambrazevičius

Recenzentas

Kaunas, 2021



Kauno technologijos universitetas

Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

Lukas Tarvainis

**Inovatyvaus dizaino, interaktyvios muzikinės sistemos
sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos kompozicijos
ir atlikimo kontekste**

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Luko Tarvainio, baigiamasis projektas tema „Inovatyvaus dizaino, interaktyvios muzikinės sistemos sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos kompozicijos ir atlikimo kontekste“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

Lukas Tarvainis

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Tarvainis, Lukas. Inovatyvaus dizaino, interaktyvios muzikinės sistemos sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos kompozicijos ir atlikimo kontekste. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Antanas Jasenka; Kauno technologijos universitetas, Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): P03 (Muzika, Menai).

Reikšminiai žodžiai: algoritminė muzika, elektroninė muzika, inovatyvaus dizaino muzikinė sistema, interaktyvi muzikinė sistema, modulinė sintezė.

Kaunas, 2021. 55 p.

Santrauka

Magistrinis baigiamasis darbas susideda iš dviejų pagrindinių – teorinės bei praktinės dalių. Teorinėje dalyje rašoma apie algoritminės muzikos istorines ištakas, jų raidą, tipus ir esminius muzikos bruožus. Rašto dalyje minimi algoritminio muzikos komponavimo pradininkai, kompozitoriai, jų idėjos ir darbai. Aptariami ir šios muzikos principai bei metodai, jų išraiškos būdai ir įtaka tolimesnei muzikinei raidai.

Praktinėje dalyje mėginama kuo daugiau ir nuosekliau aprašyti praktinės dalies eigą ir dokumentuoti jos metu reikšmingai pritaikytus algoritminius, logikos, generatyvumo, kompozicinių taisyklių įvedimo ir kitus kūrybinius procesus bei visus priimtus techninius, estetinius ir su atlikimu susijusius sprendimus, kurie buvo reikalingi visų paminėtų procedūrų praktiniam realizavimui elektroninės muzikos kontekste. Praktinėje kūrybinio darbo dalyje pateikti surūšiuoti garsiniai pavyzdžiai, kuriuose galima išgirsti kiekvieno iš muzikinės sistemos projektavimo etapų tarpinius rezultatus. Pagal juos padarytos išvados nulems tolimesnę sistemos konstravimo linkmę. Garsiniais pavyzdžiais taip pat siekiama kuo labiau atskleisti muzikinės sistemos galimybes (turimoje prototipo būsenoje) bei akcentuoti, kur įmanoma visas pritaikytas kūrybines ir technines technikas, jų savybes, principus ir (ar) pasirinktus algoritminio komponavimo tipus.

Tarvainis, Lukas. Innovative Design, Interactive Music System Creation and Implementation within the Context of Electronic Music Composition and Performance. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Antanas Jasenka; Faculty of Social Sciences, Arts and Humanities, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): P03 (Music, Arts).

Keywords: algorithmic music, electronic music, innovative design music system, interactive music system, modular synthesis.

Kaunas, 2021. 55.

Summary

The Master's Final Degree project consists of two major parts – theoretical and practical. Theoretical part analyses historical context of algorithmic music and its' types, essential features and further development. Pioneers and composers of algorithmic music and their compositional ideas and musical works are also overviewed in the theoretical part. The principles, methods and various types of expression as well as its' influence on further development of this particular music are discussed in this part too.

Empirical part of the project attempts to document the practical part and overall progress in as consistent and informative way as possible, including all utilized processes, such as algorithmic, logic, generative processes, establishment of creative constraints and other creative, technical, aesthetic and performance-related decisions, which were mandatory in order to realize all of mentioned procedures in the context of electronic music. The practical part contains a numbered and sorted set of audio examples, which represent audible results captured during diverse intermediate stages of music system creation. The conclusions based on these audio examples will determine the further direction of system design. The intention of the audio examples is to reveal the capabilities and functionality of music system (given to the certain condition of the prototype) and emphasize, where possible all of the applied creative and technical methods and features, principles and or chosen algorithmic composition types.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	7
Paveikslų sąrašas	8
Santrumpų sąrašas	9
Įvadas.....	10
1. Algoritminės muzikos istorijos analizė	13
1.1. Algoritminės muzikos sąvokos apibrėžtis ir teorija	13
1.2. Istorinė algoritminių procesų taikymo muzikos kompozicijoje apžvalga	14
1.3. Algoritminės kompozicijos kategorijos ir technikų tipai	19
2. Dizainas, interaktyvumas ir inovacija	21
2.1. Dizainas ir interaktyvumas	21
2.2. „Minkštoji“ – estetiinė inovacija	24
3. Kūrybinio darbo vykdymas ir eiga	26
3.1. Bazinis blokas	29
3.2. Estetikos blokas	38
Išvados	50
Rekomendacijos	52
Literatūros sąrašas	53
Priedai.....	55

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Algoritminio komponavimo muzikinių kūrinių pavyzdžių sąrašas.....	20
2 lentelė. MTEP etapai (Rekomenduojamos mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros etapų klasifikacijos aprašas, 2012).....	26

Paveikslų sąrašas

1 pav. Skaičių priskyrimas muzikinėms vertėms pagal dvylikatonę sistemą.....	14
2 pav. Kauliuko metimo (atsitiktinumo) būdu sugeneruotos skaičių sekos.....	14
3 pav. Tonų eilutė iš Albano Bergo <i>Lyrinės siuitos (Simoni, 2003)</i>	16
4 pav. Tonų eilučių matrica, sudaryta Albano Bergo <i>Lyrinei siuitai (Simoni, 2003)</i>	17
5 pav. Virtualus modulinis sintezatorius <i>VCV Rack</i>	27
6 pav. Pirmoji bazinio bloko modulių eilė.....	30
7 pav. AUX valdymo skydelis ir signalo išsiuntimo parametrai.....	31
8 pav. Antroji bazinio bloko modulių eilė.....	33
9 pav. Trečioji bazinio bloko modulių eilė.....	34
10 pav. Bazinis muzikinės sistemos blokas.....	35
11 pav. Sintezatorius <i>Minibrute2S</i>	36
12 pav. Tono derintuvas <i>HotTuna</i> (gamintojas <i>NYSTHI</i>)	37
13 pav. LFO modulis <i>Caudal</i> (gamintojas <i>Vult</i>)	38
14 pav. Makroosciliatorius <i>Palette</i> (gamintojas <i>Atelier</i>).....	39
15 pav. Komercinis modulis <i>Ars Memorium</i> (gamintojas <i>Magus Instrumentalis</i>).....	40
16 pav. <i>Enochian Tablet</i> (gamintojas <i>Magus Instrumentalis</i>)	41
17 pav. Garso sempleris <i>Simpliciter</i> ir juostinio magnetofono stiliaus valdiklis – plėtinys <i>SimplerTapeControl</i> (gamintojas <i>NYSTHI</i>)	43
18 pav. Garso sempleris <i>Radio Music</i> (gamintojas <i>modular80</i>)	44
19 pav. VST formato įskiepius palaikantis modulis <i>Host</i> (gamintojas <i>VCV Rack</i>).....	44
20 pav. Bendra estetinio bloko sudėtis.....	46
21 pav. VST instrumentas <i>Lekko</i>	47
22 pav. Gamintojo <i>Elektron</i> analoginė ritmų mašina <i>Analog Rytm</i>	48
23 pav. VST instrumentas <i>BBC Symphony Orchestra</i> (gamintojas <i>Spitfire Audio</i>).....	48

Santrumpų sąrašas

AM – garso amplitudės moduliacija;

AUX – pridėtinis (garso kanalas);

BPM – garso dūžiai per minutę;

CV – kontroliuojama elektros įtampa;

DAW – konvencinė skaitmeninės muzikos kūrimo platforma;

HP – „horizontalūs žingsniai“;

LFO – žemo garso dažnio generavimo šaltinis;

MTEP – moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra;

MIDI – muzikinio instrumento skaitmeninė sąsaja;

USB – skaitmeninė universalioji jungtis;

VST – skaitmeninė garso įskiepių sąsaja;

VU – garso lygio (matuoklis).

Įvadas

Temos aktualumas – žmogus siekdamas tapti srities meistru, privalo nuosekliai mokintis ir praktikuoti tol, kol susiformuoja įgūdžiai, o amatas ar specialybė įsisavinami taip giliai, kad pajuntamas besąlygiškas pasitikėjimas įgytu gebėjimų bagažu. Toks asmuo yra vadinamas srities profesionalu. Trumpesnių kelių nėra, o paviršutiniškas amato perpratimas ir nesugebėjimas proceso metu susidoroti su iškilusiomis kliūtimis neretai priveda prie darbo broko.

Intensyvus šiandieninio pasaulio ritmas, sparti technologinė raida priverčia nuolatos sekti tendencijas, tobulėti, gilintis į naują informaciją. Kyla klausimas kaip nepalūžti prieš sparčius globalios rinkos pokyčius, jų keliamą spaudimą, konkurenciją ir kaip nepasiduoti siekiant tapti profesionalu.

Jei svajojate skambinti fortepijonu taip pat išpūdingai kaip F. Šopenas, tokiu atveju planas yra ganėtinai aiškus, bet jokiais būdais nei greitas, nei lengvas, nes laukia daug intensyvaus darbo, kuris pareikalautų daug ryžto ir ištvermės.

Ką daryti, jeigu net ir mokėdami profesionaliai skambinti fortepijonu, susiduriate su poreikiu išguldyti galvoje kilusias kūrybines mintis „ant popieriaus“, tačiau net jei iš pažiūros neblogai sekasi, tačiau intuicija ima ir paveda, o pastovus perdėtas bandymas priveda prie vadinamojo kūrybinio bloko. Galime laukti kol aplankys „kūrybinė mūza“, įkvėpimas ar nušvitimas. Taip pat galime ieškoti įvairių, nebūtinai tradicinių ar konvergentinių būdų, kurie pastūmėtų esamos problemos sprendimo link. Kūrėjams tenka susidurti su kūrybinio bloko atvejais. Jis gali būti laikinas, bet gali išsivystyti ilgalaikė kūrybinė stagnacija. Su vienokia ar kitokia bloko forma teko susidurti daugumai meno sričių atstovų, tarp jų ir kompozitoriui Džonas Hopkinsas (Jon Hopkins). Neapskaičiuota albumo „Immunity“ (2013) sėkmė kūrėjui atvėrė kitą realybę – padidintą reikalavimą sau sukurti ką nors išpūdingesnio. Ši akistata su savimi pastūmėjo kompozitorių į neviltį ir užsitęsusių kūrybinę stagnaciją. Kompozitorius ieškojo išeities – ėmė praktikuoti meditaciją, kuri teikė didelę naudą jo psichologinei savijautai. Tuo pat metu vykdė ir netradicinio pobūdžio eksperimentavimą psichodeliniais medikamentais. Dž. Hopkinsas pabrėžė, jog tokia iniciatyva buvo vykdyta išskirtinai tik medicininiais tikslais, saugioje aplinkoje. Kompozitoriaus siekis įsiklausyti į save ir atrasti aukštesnes sąmoningumo būsenas per įvairias meditacijos ir kitų formų praktikas jam padėjo susidoroti su ilgą laiką jį kamavusiais neviltimi ir stuporu, kūrybiniu bloku ir nuolatinio stresu, kuris jį lydėjo visų „Immunity“ albumo turo koncertų metu.

Amerikiečių kompozitorius Deividas Koupas (David Cope) yra kitas pavyzdys, kuriam profesinėje srityje teko susidurti su sunkesnės formos kūrybinio bloko apraiška. D. Koupas buvo laikomas vienu labiausiai pripažintų jaunuųjų kompozitorių Amerikoje. Jis gavo užsakymą parašyti operą. Po ilgai trukusio kūrybinio bloko, apimtas nevilties D. Koupas pradėjo eksperimentuoti kompiuteriu ir jo galimybėmis. Jis turėjo susiformavusį įsitikinimą, jog visa egzistuojanti muzika yra ne kas kita, kaip įkvėpimu grįstas plagiavimas. Anot jo, net ir didieji kompozitoriai buvo įsigilinę į muziką, kuri pranyko dar prieš juos, tačiau jų smegenys tarsį perkombinuodavo jiems žinomas melodijas ir muzikines frazes autentiškais, o kartais ir atpažįstamais būdais. Visi turi vidinę muzikinių nuorodų ir rodiklių „duomenų bazę“, tačiau kompozitoriai yra tie, kurie turi gebėjimą tas nuorodas paversti naujomis struktūromis. D. Koupas suprato, kad naudojant turimą kompiuterį jis gali ištestuoti savo išvalgas praktiniu būdu. Pirmieji muzikiniai eksperimentai su dirbtiniu intelektu buvo griozdiški, nenaudotini ir neretai pažįstamų darbų pastišai. Nuosekliai ir vis perprogramuojama sistema, muzikinio intelekto eksperimentai galiausiai įgavo pavadinimą *Emmy*. Sistemai *Emmy* pateikus

pakankamą kiekį kompozitoriaus darbų, ji sugebėjo juos dekonstruoti, išskirti ir įvardinti kūrybos braižo elementus ir perkombinuoti juos naujais būdais. Kartą paleidęs sistemą dirbti, kompozitorius netruko rasti 5000 autentiškų Bacho choralų. Šie choralai buvo atrinkti į muzikinį albumą *Bach by Design* (1993). Apie galimybę sugrįžti prie rašymo kliaujantis vien intuicija ir naudojant tik popieriaus lapą su rašikliu, Koupas (2010) teigia, kad tokio varianto net neįsivaizduoja:

„Šios programos yra tiesiog mano plėtiniai. Ir kodėl apskritai aš turėčiau norėti leisti šešis mėnesius ar net metus tam kad rasčiau sprendimą kai aš jį galiu rasti per vieną rytą? Praleidau beveik 60 metų savo gyvenimo komponuodamas, pusę jo skyriau tradiciniam (komponavimo) būdai, o kita pusę pasitelkdamas technologijas. Grįžimas atgal būtų it bandymas iškasti duobę savom rankom, po to kai kastuvas jau būtų išrastas“.

Aktualumas sietinas su svarba aktualizuoti fundamentines žinias, jas papildant kūrybišku eksperimentavimu bei divergentišku mąstymu, kas lemtų naujų, alternatyvių, dar netyrinėtų muzikinės išraiškos modelių atsiradimą. Numatoma, kad toks principas padės spręsti kūrybinio bloko problematiką, efektyvinti procesą, taupyti resursus ir leis neatsilikti nuo globalios rinkos tendencijų. Tikimasi, kad visi šie veiksniai lems „minkštųjų“ – estetinių inovacijų atsiradimą.

Tyrimo objektas – inovatyvaus dizaino, interaktyvi muzikinė sistema, jos sukūrimas ir pritaikymas elektroninės muzikos komponavime ir atlikime.

Tikslas – sukauptų techninių, kūrybinių žinių, įgūdžių pagrindu bei naudojantis iš praktinių bandymų ir nagrinėtų mokslinių šaltinių gauta informacija, sukurti inovatyvaus dizaino, interaktyvią muzikinę sistemą ir praktiškai ją pritaikyti elektroninės muzikos kompozicijoje ir atlikime.

Uždaviniai:

1. apžvelgti teorinę medžiagą susijusią su istorine algoritminio komponavimo raida;
2. išnagrinėti inovacijos, dizaino ir interaktyvumo sampratą ir šių sąvokų apimtis;
3. atskleisti „minkštosios“ – estetiškos inovacijos reikšmę kūrybinių industrijų sričiai;
4. remiantis Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros dokumentavimo metodologija, empirinėje darbo dalyje identifikuoti etapus, fiksuoti vykdomas veiklas;
5. pateikti sėkmingą, baigtinės formos ar praktiškai veikiančią prototipo modelį, kuris tarnautų kaip alternatyvus siūlymas novatoriškų muzikinių rezultatų paieškoms ir (ar) kūrybinio bloko sprendimui.

Šiame darbe vadovaujama Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros principu, kuris vadovaujantis Frascati vadovu (2015) yra traktuojamas kaip kūrybiškas ir sistemingas darbas, atliekamas siekiant plėsti turimas žinias, įskaitant žinias apie žmoniją, kultūrą ir visuomenę, ir rasti naujų tokių žinių pritaikymo būdų. Eksperimentinė plėtra, kuri grindžiama praktine patirtimi, moksliniais tyrimais, įgytu patyrimu, pasižymi nuoseklumu ir teikia papildomų žinių. Vienas iš jos tikslų – kurti arba tobulinti jau sukurtus produktus, taip pat kurti arba tobulinti moksliniais tyrimais ir (arba) praktine patirtimi ir sukauptu pažinimu grindžiamus visuomenės, žmogaus ir kultūros problemų sprendinius. Moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra apima šiuos etapus: fundamentiniai moksliniai tyrimai (fundamentinių žinių įgijimas), taikomieji tyrimai ir eksperimentinė plėtra.

Tyrimo metodai:

– mokslinės literatūros analizės metodas;

– taikomasis tyrimo metodas, kuris paremtas stebėjimu, eksperimentavimu. Juo siekiama tobulinti konkrečius procesus, technologijas, t. y. praktiškai pritaikyti fundamentaliųjų tyrimų rezultatus;

– empirinis tyrimo metodas, kuriuo ketinama patikrinti ir papildyti teorijas praktiškai, išsiaiškinti jų panaudojimo galimybes, nubrėžti jų taikymo ribas bei pateikti dar netyrinėtas komponavimo technikas.

Darbo struktūrą sudaro: įvadas, trys dalys, iš kurių pirmos dvi yra teorinės, o trečioji – empirinė, išvados ir rekomendacijos, literatūros sąrašas, priedai.

1. Algoritminės muzikos istorijos analizė

Šiame skyriuje bus apibrėžiamas algoritminės kompozicijos terminas, kalbama apie algoritmui ir kompozicijai būdingas savybes ir algoritmo pagrįstumą lemiančius kriterijus. Plačiau susipažinsime su algoritminės kompozicijos sąvoka ir procedūrų taikymo pavyzdžiais atlikdami glaustą muzikinės raidos apžvalgą, kurioje bus nagrinėjami algoritminio komponavimo procesų taikymo muzikos kompozicijoje atvejai vykę muzikos istorijoje. Apibendrinsime ir suskirstysime apžvelgtus kūrybinių technikų pavyzdžius į taikomo procedūrų pobūdžio tipus ir algoritminio komponavimo kategorijas.

1.1. Algoritminės muzikos sąvokos apibrėžtis ir teorija

Algoritmu galėtume laikyti taisyklių rinkinį ar procedūrų sekas, kurios buvo suprojektuotos tam, kad įvykdytų ir išspręstų konkrečią užduotį ar problemą. Žmonijai kuo puikiau sekasi projektuoti ir pritaikyti algoritmus kasdienybėje. Pradedant rytiniu ruošimusi dienai ir apsirengimu iki vakarinio vakarienės gaminimo, mes nuolat projektuojame ir tobuliname algoritmus, kurie mums padeda įvykdyti kasdienes užduotis.

Amerikiečių autorius ir kompozitorius Geretas Loi (Gareth Loy) apibrėžia kriterijus lemiančius algoritmo pagrįstumą. Jo teigimu, algoritmo veiksmų sekai būdingas baigtinis žingsnių kiekis. Algoritmas turi turėti tiek įvestį, tiek išvestį iš jo. Pateikiami rezultatai turėtų apimti baigtinį laiko periodą, o kiekvienas algoritmo žingsnis galėtų būti nuosekliai ir tiksliai įvardintas bei paaiškintas (Loy, 1989). Kitas amerikiečių kilmės kompiuterijos mokslininkas ir matematikas Donaldas Knufas (Donald Knuth) kalba apie estetinius algoritmo vertinimo kriterijus, kuriais jis išskiria paprastumą, resursų taupumą, takumą, eleganciją (Knuth, 1973). Idealiausiuoju atveju, algoritmas turėtų būti projektuojamas taip, kad jis atitiktų minėtuosius kriterijus, kuriuos apibrėžė Geretas Loi ir Donaldas Knufas.

Kompozicija – tai procesas, kurio metu yra kuriamas muzikinis darbas. Kompozicijos terminas tiesiogiai apibrėžia atskirų dalių, fragmentų sudėjimą į vientisą visumą. Muzikos komponavimo procesas galėtų būti įvardintas kaip nuolatinis bandymo ir ieškojimo (angl. *trial and error*) reiškinys. Kompozitorius ką nors pritaiko, išbando, tuomet vykdo perklausą ir tik tada nusprendžia ar bent kokie tolimesni pataisymai bus reikalingi. Nuolatinis atskirų dalių efektyvumo ir naudingumo vertinimas bendrame visumos kontekste – viena iš esminių kompozitoriaus funkcijų.

Apjungdami abu aukščiau apibrėžtus terminus mes gauname terminą – **algoritminė kompozicija**. Ja galėtume vadinti kūrinį ar procesą, kurio metu yra taikomos taisyklės ir (ar) pritaikytos procedūros, o jų dėka iš atskirų fragmentų sukuriamas vientisas kūrybinis rezultatas. Jau nuo XX a. vidurio kompiuteris tapo neatsiejamu įrankiu panaudojant muzikoje taikomus algoritmus. Algoritminės kompozicijos reiškiniu imta laikyti kompiuterio pasitelkimą pritaikant ir įgyvendinant tam tikras kompozicines procedūras komponavimo procese, kurios lemia muzikos generavimą (Simoni, Dannenberg, 2013).

Apibendrinant galime teigti, jog specifinių procedūrų ir kūrybinių taisyklių įvedimas ir taikymas kūrybinio darbo metu gali vadintis algoritmine kompozicija. Atsiradus kompiuteriui ir kompozitoriams pradėjus jį vis intensyviau naudoti algoritminio komponavimo scenarijuose, nuo maždaug XX a. vidurio algoritminės kompozicijos terminą imta sieti su kompiuteriu vykdomų kompozicinių procedūrų taikymu.

1.2. Istorinė algoritminių procesų taikymo muzikos kompozicijoje apžvalga

Šiame poskyryje aptarsime ir mėginsime plačiau suvokti pačią algoritminę kompoziciją, jos panaudojimą muzikos istorijos raidoje ir taip pat susipažinsime su įvairiomis, skirtingų muzikinių procedūrų taikymo technikomis.

Vienas paprasčiausių pavyzdžių, susijusių su procedūrų taikymu siekiant sugeneruoti muzikinį segmentą ar kūrinį – tai dvylikasienio (sunumeruoto nuo 1 iki 12) lošimo kauliuko panaudojimas garso aukščio verčių išsidėstymui kompozicijoje nusakyti. Tokio pobūdžio bandymus teko atlikti ankstesniame mokslo darbe, kur mėginiau susipažinti ir pritaikyti aleatorinės muzikos komponavimo principus elektroninės muzikos kūryboje.

Aleatorinės muzikos pavadinimas kilo iš lotynų kalbos žodžio *alea*, reiškiančio lošimo kauliuką. XX a. viduryje prie šio termino garsinimo Europoje prisidėjo vokiečių fizikas Verneris Mėjeris Epleris (Werner Meyer-Eppler) ir prancūzų kompozitorius Pjeras Bulezas (Pierre Boulez). Išskirtinis šios muzikos bruožas – kai vienas ar keli kompozicijos elementai atsitiktinumo, tikimybinio ar kitaip tariant, šanso būdu būna sugeneruojami arba kai pagrindinių kūrinio elementų ir savybių įgyvendinimas visiškai priklauso nuo kompozicijos atlikėjo veiksmų. Tokioje situacijoje kūrinio atlikėjas tarsi įgauna ir kompozitoriaus rolę. Bandymas, kuris pateiktas 1 paveiksle priskirtinas prie primityvaus pobūdžio aleatorinių procedūrų. Tačiau tai yra puikus pavyzdys padėsiantis lengviau susipažinti su procedūrų taikymo metodais. Dvylikasienis lošimo kauliukas (arba du įprasti šešiasieniai kauliukai) šiam pavyzdžiui labiausiai tinka, kadangi visas kauliuko sienelės galima priskirti kiekvienam iš dvylikatonės sistemos tonų.

Muzikinis kauliukų žaidimas



1 pav. Skaičių priskyrimas muzikinėms vertėms pagal dvylikatonę sistemą

Tęsdami bandymą, sudarome tris atskiras aleatoriniu būdu išgautas skaičių sekas. Pirmuoju atveju nusprendžiame ridenti kauliuką du kartus, antruoju – penkis, o trečiuoju – devynis. Pirmasis bandymas mums pateikė skaičių 8, 6 seką, antroji skaičių seka – 8, 7, 8, 9, 9, o trečiu bandymu gauta seka – 4, 8, 7, 5, 4, 6, 10, 10, 10. Gauti rezultatai pavaizduoti 2 paveiksle.



2 pav. Kauliuko metimo (atsitiktinumo) būdu sugeneruotos skaičių sekos

Kyla retorinis klausimas ar toks primityvus ir paprastas algoritmas gali pateikti kūryboje naudotinus muzikus fragmentus ir kaip reikėtų integruoti kitus kompozicinius aspektus (tokius kaip ritmas, tembras, dinamika ir pan.)? Atsakymo ieškosime gilesniame žvilgsnyje į istoriją.

Graikų filosofas, matematikas ir muzikos teoretikas Pitagoras (500 m. pr. Kr.) uždokumentavo muziką ir matematiką siejantį ryšį, kuris paklojo pamatą šiuolaikiniam muzikos teorijos ir akustikos tyrimui. Graikai tikėjo, jog suprasdami skaičius, jie gali suprasti ir išsiaiškinti visatą (Grout, Jay, Palisca, 1996). Mokslo ir švietimo sistema – kvadriumas rėmėsi keturiais pagrindiniais mokslais: muzika, aritmetika, geometrija ir astronomija. Teorinė skaičių aplikacija ir įvairios matematinės savybės pastebėtos ir gautos gamtoje buvo formalizmai ar kitaip tariant algoritmai, kuriuos senovės graikai naudojo kaip pagrindą konstruojamoms muzikinėms sistemoms (Maurer, 1999).

Nors ir šiuo metu yra išlikę gausybė muzikos teorijos traktatų, kurių amžius siekia senovės Graikijos laikus, tačiau graikai nepaliko jokių užuominų ir įrodymų, kad tuometinės matematinės procedūros vis tik buvo pritaikytos muzikinėje kompozicijoje. Vėliau, po daugiau nei tūkstančio metų muzikos teoretikas Gvidas iš Arezo (Guido d'Arezzo) sukūrė pagrindą mūsų įprastai muzikos natų sistemai. Jo sistemoje buvo pasitelkta linijinė notacija ir raktai, kurių dėka kompozitoriai galėjo užrašyti partitūrą tokiu būdu, kad kiti atlikėjai be kompozicijos autoriaus pagalbos galėtų atlikti jo parašytus kūrinius. Dar prieš tai muzikos buvo mokomasi mechaniškai įsimenant visą informaciją, o pasirodymo metu dažnai buvo improvizuojama – muzika buvo pagražinama pačių muzikantų, kurie atlikdavo kūrinius. Apie XIII a. formalizuotas muzikos komponavimo būdas pakeitė improvizacinį tipą, o tai lėmė ir išryškino kompozitoriaus ir atlikėjo atskirtį.

Savo traktate *Arts canus mensurabilis* (apie 1250 m.) muzikos teoretikas Frankas iš Kelno (Franco von Köln) nustatė taisykles pavienių natų laiko vertėms, legato atlikimui ir pauzėms.

Ankstyvajame XIV a. kompozitoriai pradėjo atskirti ritmą nuo garso aukščio bei teksto. Prancūzų *Ars Nova* kompozitoriai tokie kaip Filipas de Vitr (Phillipe de Vitry) ir Gijomas de Mašo (Guillaume de Machaut) pasitelkė izoritmiką kaip būdą suvienodinti, apjungti jų kompozicijas. *Iso* reikšmė yra suprantama kaip „vienodas“, tad *izoritmas* tiesiogine prasme reikštų „vienodas ritmas“ (Bent, 2001). Izoritmo ritminė sekvencija, kuri vadinama *talea* praktikoje buvo pritaikoma melodinėms garso aukščio sekoms. Pastarosios yra vadinamos *colores*.

Color yra lotyniškas viduramžių terminas, apibūdinantis melodinius pagražinimus. Dažniausiai šiuo terminu būna įvardinami izoritminio moteto tenoro partijose vyraujantys pasikartojimai. Nuo XIII a. vid. iki XV a. vid. ši sąvoka buvo pradėta naudoti. Vienas pirmųjų šį terminą panaudojo teoretikas Johanesas de Garladija (Johannes de Garlandia) kūrinyje *De mensurabili musica* (Sanders, 2001).

Izoritminio moteto *Garrit gallus – In nova fert* konstravimo metu Filipas de Vitr panaudojo *palindromą*. *Palindromas* – tai struktūra, kurią skaitant tiek iš priekio, tiek iš pabaigos gausime vienodą rezultatą.

Renesanso periodas liudijo sakralinės ir pasaulietinės polifoninės muzikos formų kilimą. Baroko epochoje (1600–1750) suklestėjo labai išstobulintos kanono ir fugos kontrapunkto formos. Vienas didingiausių kontrapunkto formų didmeistrių buvo laikomas Johanas Sebastianas Bachas. Paskutiniaisiais savo gyvenimo metais J. S. Bachas sukūrė labai didaktiškus muzikinius kontrapunkto darbus *Muzikinė dovana* ir *Fugos menas*. Pastarasis kūrinys yra vienas genealiausių pedagoginių

pavyzdžių, skirtas kontrapunkto studijavimui, nes jame sistemingai sudokumentuoti visi fugos ir kanono tipo komponavimo elementai.

Labiausiai cituojamų Klasicizmo periodo (1750–1827) algoritminės muzikos pavyzdžių yra *Muzikinis kauliukų žaidimas*, kurio sumanytoju dažnai laikomas Wolfgangas Amadėjus Mocartas (1756–1791). Tokio tipo kompozicijoje Mocartas sukurdavo atskiras muzikines ištraukas, segmentus, kuriuos vėliau galima tarpusavyje sukombinuoti ir suformuoti valso kūrinį (Alpern, 1995). Muzikinių segmentų struktūrinis eiliškumas buvo nulemtas metant du šešiasienius lošimo kauliukus. Asmuo kombinuojantis valsą turėdavo atsižvelgti į lentelę, kurią buvo sudaręs kompozitorius. Toje lentelėje buvo nurodyta, kurios muzikinės ištraukos turėtų būti panaudotos pagal joms priskirtas lošimo kauliukų vertes (nuo 2 iki 12).

Romantizmo periodo metu chromatizmas buvo ypač naudojamas. Po Richardo Vagnerio (1813–1883) buvo labai mažai kompozitorių, kurie naudodamiesi toninės muzikos teoriją galėjo sukurti ką nors novatoriško. Arnoldas Šionbergas (Arnold Schoenberg) ir jo mokiniai Antonas Vebernas (Anton Webern) bei Albanas Bergas (Alban Berg) įgalino naujas kompozicijos procedūras, kurios vadinosi *serijine kompozicija* (Simoni, 2003).

Serijinėje kompozicijoje kompozitorius darbuojasi su dvylikos tonų chromatine serija, kurių kiekvienas (tonas) yra lygiavertės svarbos. Griežtuose serijinės kompozicijos rėmuose nei vienas tonas negalėdavo pasikartoti iki kol visi dvylika tonų nebūtų panaudoti. Dvylikatonių procedūrų panaudojimas kūryboje leidžia išmėginti sąlyginai nevaržomos chromatinės konsistencijos galimybes ir taip pat atveria kelius tembro, ritmo bei melodijos vystymo naujovių paieškoms (Cope, 1997). Bendras dvylikatonių sekų kombinacijų skaičius yra 479,001,600 (Brindle, 1969). Toks kiekis galimų derinių labai praplėtė vėlyvojo Romantizmo epochos melodinio ir harmoninio žodynų galimybes. Identiška dvylikos chromatinių tonų svarba serijinėje kompozicijoje suardė tonalumą ir lėmė anotalumo iškilimą.

Algoritminės procedūros yra giminingos serijinei kompozicijai. Norint atlikti variaciją komponuojant ją serijiniu būdu, kompozitoriui reikia pasitelkti tonų eilutes sugeneruotas iš transponavimo, apvertimo, retrogrado ar jo apvertimo rezultatų. 3 paveiksle pateikiama tonų eilė, kuri buvo sudaryta ir pritaikyta austrų kompozitoriaus Albano Bergo *Lyrinėje siuitoje*, sukurtoje styginių kvartetui 1926 metais (Simoni, 2003).



3 pav. Tonų eilutė iš Albano Bergo *Lyrinės siuitos* (Simoni, 2003)

4 paveiksle yra pavaizduota matrica, kuri sudaryta remiantis tonų eilutėmis iš Albano Bergo *Lyrinės siuitos*. Eilutės yra sužymėtos nuo 1 iki 12, o stulpeliai suvardinti nuo raidės A iki L. Originali tonų eilutė pateikta pirmoje matricos eilėje (skaityti iš kairės į dešinę nuo stulpelio A iki stulpelio L). Retrogrado formos tonų eilutė yra toje pačioje pirmoje matricos eilutėje – nuo stulpelio A iki L, tik tonų eilutę reikėtų skaityti atvirkščiai – iš dešinės į kairę. Apvertimo formos tonų eilutė prasideda stulpelyje A, skaitant nuo eilutės 1 iki 12, o retrogrado apvertimo – nuo 12 eilutės iki 1. Kiekviena eilutė ir stulpelis yra sužymėti su pridėtine raide T ir skaičiais nuo 0–11. Raidės T reikšmė yra žodis *transpozicija*, o šalia esantys skaičiai sufleruoja transpozicijos kiekį pustoniais nuo originalios tonų

eilutės. Pavyzdžiui, simbolių kombinacija T5 reikštų, kad tonų eilutė buvo transponuota penkiais pustoniais aukščiau nuo pradinės tonų eilės (Simoni, 2003).

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	T0	T11	T7	T4	T2	T9	T3	T8	T10	T1	T5	T6	
1	T0	F	E	C	A	G	D	Ab	Db	Eb	Gb	Bb	B
2	T1	Gb	F	Db	Bb	Ab	Eb	A	D	E	G	B	C
3	T5	Bb	A	F	D	C	G	Db	Gb	Ab	B	Eb	E
4	T8	Db	C	Ab	F	Eb	Bb	E	A	B	D	Gb	G
5	T10	Eb	D	Bb	G	F	C	Gb	B	Db	E	Ab	A
6	T3	Ab	G	Eb	C	Bb	F	B	E	Gb	A	Db	D
7	T9	D	Db	A	Gb	E	B	F	Bb	C	Eb	G	Ab
8	T4	A	Ab	E	Db	B	Gb	C	F	G	Bb	D	Eb
9	T2	G	Gb	D	B	A	E	Bb	Eb	F	Ab	C	Db
10	T11	E	Eb	B	Ab	Gb	Db	G	C	D	F	A	Bb
11	T7	C	B	G	E	D	A	Eb	Ab	Bb	Db	F	Gb
12	T6	B	Bb	Gb	Eb	Db	Ab	D	G	A	C	E	F

4 pav. Tonų eilučių matrica, sudaryta Albano Bergo *Lyrinė siuita* (Simoni, 2003)

Panašiu metu kai Albanas Bergas pabaigė kurti *Lyrinę siuitą*, kelią į muzikinį pasaulį pradėjo skintis garsus graikų-prancūzų kompozitorius ir architektas Janis Ksenakis (Iannis Xenakis). Inžinerinį išsilavinimą įgijo Atėnų politechnikumo mokymo įstaigoje, vėliau kartu su kompozitoriais Artūru Honegeriu (Arthur Honegger) ir Dariumi Mijo (Darius Milhaud) įstojo į Olivjė Mesiano (Olivier Messiaen) kompozicijos kursą. J. Ksenakį labai domino matematikos ir probabilitikos procedūrų taikymas muzikos komponavimo procese. Tam buvo daug priežasčių ir anot jo tai suteikė:

1. sprendimą jo vadinamam *serijinės muzikos aklavietės* reiškiniui (Xenakis, Varga, 1996);
2. techninį metodą, leidžiantį kurti ir artikuliuoti garso masėmis, semiantis įkvėpimo iš natūralių reiškinių ir jiems būdingų muzikinių aspektų (pvz., stiprios krušos ar lietaus susidūrimo su kietu paviršiumi ar šimtatūkstantinės žmonių minios susidarymo įvykio ir kt.) (Xenakis, 1992);
3. galimybę paimiti idėjas iš modernaus mokslo ir įtraukti į muzikos kompozicijos lauką. Pavyzdžiui, tikimybių paskirstymo panaudojimas kinetinėje fizikos teorijoje (pavadintoje Džeimso Klerko Maksvelo (James Clerk Maxwell) ir Liudvigo Eduardo Bolcmano (Ludwig Eduard Boltzmann) garbei) siekiant nustatyti energijos lygį duotajam kiekiui dujų. „Aš pasekiau Maksvelo metodu žingsnis į žingsnį. Ką jis atlikinėjo su molekulėmis aš tai dariau su garsais“, – teigė Ksenakis. (Xenakis, Varga, 1996);
4. problemą „Koks yra minimalus loginių apribojimų kiekis, reikalingas muzikinio proceso sukonstravimui?“ (Xenakis, 1992).

Skirtingai nei J. Ksenakio, A. Vėberno ar A. Šionbergo kūryboje, Karlheinco Štokhauzeno (Karlheinz Stockhausen) muzikoje išvystyta serijinė kompozicija, kuri pasitelkta itin plačiu mastu, pritaikant serijinio komponavimo būdus ne tik garso aukščiui, bet ir ritmui, tembrui, dinamikai ir kt. (Mauer, 1999).

Kompozicija *Kreuzspiel* (1951) tarsi tokio pobūdžio serijinio komponavimo etapo pradžią Štokhauzeno kūryboje įprasminantis kūrinys. Vienas ryškiausių šio kompozitoriaus pavyzdžių yra

kūrinys *Klavierstück XI* (1956) parašytas fortepijonui. Partitūrą sudaro devyniolika kruopščiai sukomponuotų muzikinių segmentų, kurių eiliškumą autorius palieka nuspręsti atlikėjui. Pianistas kuria ir atlieka kūrinio struktūrą gyvai, remiantis parodymais kur konkrečiu momentu krypo atlikėjo žvilgsnis partitūroje.

Dar vienas kompozitorius, kuris taip pat naudojo procedūrų taikymą savo kūryboje yra Džonas Keidžas (John Cage). Dž. Keidžo kūryboje pasitelkiami atsitiktinumo procesai dažniausiai buvo išgaunami nepasitelkiant kompiuterio skaičiavimų, todėl jį būtų galima priskirti prie aleatorinės muzikos šalininkų. Jo apibrėžiami aleatoriniai procesai – tai procesai, kurių vieno ar daugiau parametrų baigtys yra neapibrėžtos, nenuspėjamos. Tokie procesai patenka į nedeterminuotumo kategoriją (Cope, 1997). Viename iš pirmųjų jo aleatorinių rinkinių *Music of Changes* (1951) Dž. Keidžas naudojosi ir kūryboje pritaikė rytietišku filosofijų, ypač zen budizmo ir knygos *I Ching* technikas, kurių dėka atsitiktiniu būdu buvo sugeneruotos skaičių sekos. Gautus rezultatus Keidžas priskyrė įvairių kompozicijos parametrų – kūrinio trukmės, dinamikos, tempo ir kitų verčių – nusakymui. Dėl fiksuotos kiekvieno pasirodymo trukmės autorius laikė kompozicijas apibrėžtomis, sukurtomis naudojantis aleatoriniais procesais (Pritchett, 1993).

1955–1956 metais amerikiečių kompozitoriai Ledžarenas Hileris (Lejaren Hiller) ir Leonardas Izaksonas (Leonard Isaacson) atkakliai ruošėsi tam, kas jų manymu turėjo ženkliai pakreipti muzikinės raidos kursą. Iliojaus universitete jie kartu sukonstravo skaitmeninį kompiuterį, kurio pavadinimas *ILLIAC*. Šio kompiuterio dėka jiems sėkmingai pavyko suprogramuoti pagrindinį turinį ir stilistinius parametrus kūriniai *Illiad Suite* (1957). Kompiuteriu sugeneruota partitūra buvo perkelta į tradicinės notacijos partitūrą, skirtą styginių kvarteto pasirodymui (Mauer, 1999). Minėtame kūrinyje Hileris ir Izaksonas pasinaudojo generavimo ir (ar) modifikavimo, ir (ar) atrankos paradigma. Pirmiausiai jie kompiuteriu sugeneravo muzikinę „žaliavą“, vėliau modifikavo turimą medžiagą pritaikytų funkcijų būdu ir tik po to, remiantis įvairiomis įvestomis taisyklėmis, iš gautų modifikacijų jiems tereikėjo atrinkti geriausias rezultatus (Alpern, 1995). Pastaroji paradigma vėliau imta naudoti ir *MUSICOMP* kompiuterinėje sistemoje, skirtoje automatizuotam komponavimui, kurią L. Hileris kartu su Robertu Beikeriu (Robert Baker) suprojektavo XX a. penktojo dešimtmečio pabaigoje – šeštojo dešimtmečio pradžioje.

Nuo 1962 metų jau minėtas J. Ksenakis savo kūryboje pradėjo taikyti kompiuterio pasitelkimą įvairioms skaičių srautų kalkuliacijoms. 1966 m. įsteigė Muzikinės matematikos ir autonomikos artele (pranc. *Equipe de Mathématique et Automatique Musicales*). Norėdamas sukurti ir įgyvendinti įvairias tikimybių teorijas muzikiniame komponavime, Ksenakis pasitelkė kompiuterį ir jo sparčiai atliekamus skaičiavimų rezultatus. Kompozitorius intensyviai naudojo tikimybių teorijos principus naujos muzikinės formos ir struktūros paieškoms (Simoni, Dannenberg, 2013). Viename garsiausių jo darbų „Pithoprakta“ (1955–1956) galima išgirsti kaip autorius remdamasis probabilistiniais (matematiniais, tikimybių teorijos) metodais sukuria tankias garso mases. Vėlesniuose pavyzdžiuose *Morsima-Amorsima* (1962), *Atrees* (1962) ir daugumoje kitų galima susipažinti kaip skamba sparčių kompiuterio apskaičiavimų panaudojimas Ksenakio kūryboje. Kompiuteris negeneravo jokio rezultatyvaus garso. Jis tik talkino kompozitoriui gebėjimu įvykdyti itin sparčius skaičiavimus. (Cope, 1984).

Anot rašytojos ir J. Ksenakio biografės Nouritsos Matosian (Nouritza Matossian) (Matosian, 2005), Ksenakis „pasitelkdavo 75 procentus kompiuterio sugeneruoto turinio, o likutį sukurdavo pats“.

1967–1969 metais užsimezgęs Džono Keidžo ir Ledžareno Hilerio bendradarbiavimas nulėmė įvairialypės kompozicijos *HPSCHD* (1967–1969) atsiradimą. Kompozicijoje buvo panaudoti kompiuterio sugeneruoti spaudiniai, ištraukos iš tradicinės (Mocarto *Muzikinis kauliukų žaidimas* ir Dž. Keidžo sonatų fortepijonui) muzikos ir vizualūs elementai reprezentuojantys kosmosą ir raketų technologijas.

Apžvelgta istorinės algoritminės kompozicijos muzikinė raida patvirtina, kad algoritminio komponavimo procedūrų taikymo ištakos siekia laikus daugiau nei prieš du tūkstančius metų. Nuo senovės graikų bandymų atrasti logines jungtis tarp muzikos ir matematikos iki XX a. sukonstruotų skaitmeninių kompiuterių (*Illiac*) ar kompiuterinių sistemų (*MUSICOMP*), kurių atsiradimo dėka kompozitoriams atsivėrė galimybės atlikti specifines sudėtingas tiek skaičiavimo, tiek algoritminio ar automatizuoto komponavimo procedūras.

1.3. Algoritminės kompozicijos kategorijos ir technikų tipai

Dauguma 1.2 poskyryje apžvelgtų ir nagrinėtų komponavimo technikų gali būti suskirstytos į dvi kategorijas: algoritminio komponavimo metodus nenaudojant kompiuterio ir algoritminio komponavimo technikas, kuriose kompiuteris buvo pasitelktas. Į pirmąją kategoriją įeina visi nagrinėti atvejai, kurie vyko iki XX a., dar prieš kompiuterio atsiradimą arba buvo įgyvendinti komponavimo metu sąmoningai nepasirenkant kompiuterio. Pirmajai kategorijai priskirtos technikos gali būti skirstomos į atskiras rūšis pagal joms būdingus aspektus, pvz., aleatorinio komponavimo technikos, kurioms būdingi atsitiktinumo (šanso) būdu gauti rezultatai. Tokio pobūdžio metodai įeina į nedeterminuotumo tipą. Kompozitorius Džonas Keidžas jau XX a. 4–5 deš. dirbo su kompozicinėmis nedeterminuotumo technikomis, kurias pavėrsdavo itin tikslų ir griežtų taisyklių rinkiniams. Tokie algoritmai buvo reikalingi didesnės apimties ir akustinių ansamblių ir elektroninio pobūdžio, juostiniais magnetofonais atliekamų muzikinių darbų kūrybai. Keidžas pasitelkė atsitiktinumo kriterijų, kad galėtų išsirinkti vieną ir daugumos kompozicinių variantų ar nustatyti muzikinius parametrus. Šį kriterijų jis taikė ir pasirodymo metu, vietoje tradicinės partitūros atlikėjams diktavęs žodines instrukcijas ar pateikdavęs grafines nuotraukas. *Šanso operacijos* tokios kaip monetos metimas, daugelyje kūrinių buvo pritaikytos tam, kad sukurti viską nuo mažiausių kūrinių detalių iki didesnio masto muzikinių struktūrų (Nyman, 1980).

Ankstyvojoje Janio Ksenakio kūryboje vyrauja skirtingų komponavimo būdų, tokių kaip serijinė kompozicija (pradininkais laikomi A. Šionbergas ir mokiniai A. Vebernas, A. Bergas), atonaliosios (ne serijinio tipo) ir stochastinės muzikos (muzika, kurioje atsitiktinumo būdu sugeneruotų elementų išgavimas yra pasiekiamas pritaikant griežtas matematinės, tikimybių procedūras) principų sintezę. Europiečių kompozitoriai, ypač Karlhaincas Štokhauzenas savo kūryboje naudojo ir taikė paslankius muzikinius įvykius, garsinius fragmentus, kurių išdėstymas ir seka priklausė nuo kruopščiai suplanuoto atsitiktinumo faktoriaus. Pasitelkdamas nedeterminuotumą, kompozitorius siekė sukurti unikalias muzikos formas ir turinį. Mocartas taikė aleatorines komponavimo procedūras panaudodamas *Muzikinio kauliukų žaidimo* techniką, kuri leisdavo iš anksto užrašytą muzikinę medžiagą suskaidyti į muzikinius segmentus ir lošimo kauliukų būdu nusakyti muzikinių sekcijų eiliškumą ir kūrinių struktūrą. Lenkų kompozitoriaus Vitoldo Lutoslavskio (Witold Lutoslawski) kūryboje irgi galima pastebėti aleatorinių procedūrų pasitelkimą. Orkestriniuose darbuose būdingi trumpi kvazimprovizaciniai momentai, tačiau apstu ir nedeterminuotų įvykių, kurie vyksta didesnės apimties, apibrėžtose struktūrose. Tokią Lutoslavskio techniką gana tiksliai apibrėžia terminai kontroliuojamoji aleatorika arba kontroliuojamasis atsitiktinumas, kurie reiškia nedeterminuotų

veiksmų taikymą aiškios ir struktūrizuotos aplinkos viduje išlaikant proporcingą veiksmų ir procedūrų santykį. Technologinė raida ir kompiuterio atsiradimas įkvėpė nemažai kūrėjų (įskaitant ir jau minėtus) pasitelkti kompiuterio galimybes algoritminio komponavimo kontekste. Vėlesniuose Janio Ksenakio darbuose *Morsima-Amorsima* (1962), *Atrees* (1962) kompozitorius pasitelkė kompiuterį sudėtingų matematinių ir tikimybių teorijos kalkuliacijoms atlikti. Gautus duomenis Ksenakis integruodavo į muzikos komponavimo procesą. Kompiuterio panaudojimas ir stochastinių procedūrų taikymas savotiškai išryškino Janio Ksenakio kūrybos ir joje naudojamos metodikos savitumą.

XX a. ir ankstesnių laikų kompozitorių eksperimentavimai įvairiomis kūrybinėmis technikomis yra dėmesio verti pavyzdžiai. Nuo Gvido iš Arezo sugalvoto pagrindo muzikinės notacijos sistemai ar nedeterminuotumo tipui priskiriamų aleatorinės (arba šanso), stochastinės (tikimybių teorija grįstos, probabilistinės) ir kitokios išraiškos atsitiktinumo technikų iki atonaliosios ar serijinės kompozicijos.

Apžvelgtų algoritminio komponavimo technikų ir jų autorių sukurti muzikiniai pavyzdžiai yra pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. *Algoritminio komponavimo muzikinių kūrinių pavyzdžių sąrašas*

Autorius	Kūrinio pavadinimas
Janis Ksenakis (Iannis Xenakis)	<i>Amorsima-Morsima;</i> <i>Atree</i>
Filipas de Vitri (Phillipe de Vitry)	<i>Garrit gallus – In nova fert</i>
Džonas Keidžas (John Cage)	<i>HPSCHD</i>
Vitoldas Lutoslavskis (Witold Lutoslawski)	<i>Jeux vénitiens</i>
Karlhaincas Štokhauzenas (Karlhein Stockhausen)	<i>Klavierstück XI</i>
Albanas Bergas (Alban Berg)	<i>Lyric Suite</i>
Johanas Sebastianas Bachas (Johann Sebastian Bach)	<i>Musical Offering;</i> <i>The Art of the Fugue</i>
Volfangas Amadejus Mocartas (Wolfgang Amadues Mozart)	<i>Musikalisches Würfelspiel</i>
Ledžarenas Hileris ir Leonardas Izaksonas (Lejaren Hiller, Leonard Isaacson)	<i>The ILLIAC Suite</i>

Visi šie pavyzdžiai atskleidžia istoriškai svarbius ir novatoriškus komponavimo ir atlikimo būdus bei modelius. Beveik visi apžvelgtų technikų procesai ir veikimo modeliai gali būti suprojektuoti ir inicijuoti kompiuteriu, o tai neabejotinai gali įkvėpti ir kompiuterinės, elektroninės ir kitos muzikos kūrėjus bei pasitarnauti jų kūryboje.

2. Dizainas, interaktyvumas ir inovacija

Šiame skyriuje apibrėžiamos rašto darbe naudojami **dizaino, interaktyvumo ir inovacijos** terminai, kuriais remiantis praktiniame kūrybinio darbo konstravimo etape bus vykdomi ir priimami tam tikri sprendimai. Taip pat analizuojami muzikinės sistemos dizaino aspektai, aiškinamasi interaktyvumo svarba bei pabrėžiama inovatyvumo siekiamybė, kuri reikšis per specifinę, pasirinkto tipo inovacijos formą. Be to, aptariamose literatūriniuose šaltiniuose nagrinėti bendriniai interaktyvumo sąsajos dizaino principai ir esminiai punktai, į kuriuos vertėtų atsižvelgti kuriant interaktyvų kūrinių.

2.1. Dizainas ir interaktyvumas

Šiame poskyryje bus apibrėžta dizaino sąvoka ir nustatyta jo apimtis, kuriais bus remiamasi viso darbo metu. Anglų kalboje sąvoka **dizainas** reiškia projektuoti, konstruoti. Kembridžo žodyne šio termino pateikta reikšmė leidžia suprasti dizainą kaip objekto ar sistemos konstravimo planą, specifikaciją; veiklos ir veiksmų įgyvendinimą arba konkretaus įgyvendinto plano, specifikacijos rezultata prototipo, produkto ar proceso pavidalu (Cambridge Dictionary, 2020).

Nustatant dizaino sąvokos apimtį, svarbu suprasti kas yra sistema, nes šiame darbe dizainas yra suprantamas kaip tam tikras sistemos projektavimo procesas.

Terminas **sistema** yra kilęs iš graikų kalbos žodžio *systema*, kas reiškia sudėlioti, sustatyti, sandara arba junginys. Čarlzas S. Vatsonas (Charles S. Wasson) sistemų inžinerijos knygoje *System Analysis, Design, and Development Concepts, Principles, and Practices* suformuluoja tokią sąvokos apibrėžtį: „Sistema – tai sąveikaujančių elementų rinkinys, kurių kiekvieno galimybės yra aiškiai apibrėžtos, o sinerginis tarpusavio (elementų) veikimas vykdo pridėtinės vertės apdorojimą, leidžiantį vartotojui patenkinti į tikslą orientuotus veiklos poreikius nustatytoje aplinkoje su tiksliai apibrėžtu rezultatu ir sėkmės tikimybe“ (Wasson, 2005).

MITRE sistemų inžinerijos vadovas pateikia jau aptartų dizaino ir sistemos sąvokų sudurtinio junginio **sistemos dizainas** apibrėžimą: „Sistemos dizainas (projektavimas) – procesas, kurio metu yra apibrėžiami sistemos komponentai, moduliai, sąsajos ir duomenys reikalingi nurodytų reikalavimų patenkinimui“ (MITRE sistemų inžinerijos vadovas, 2014).

Turbūt nėra geresnio pavyzdžio interaktyvumui apibūdinti nei geras pokalbis, kai pašnekovai dalinasi mintimis, žodžiais ir buvimu vienas su kitu. Mintis keičia kitą, jaučiamas tarpusavio įsitraukimas ir bendro laiko malonumas. Nuoseklus ir nepaviršutiniškas pokalbis sukuria abipusio supratimo jausmą. Įdomiausia, kad dialogui dinamiškumą suteikia proceso eigos nenuspėjamumas. Jei pokalbio palaikymu suinteresuota tik viena pusė, tokio pokalbio nepavadinsi interaktyviu, nes jame dominuoja monologas ar paskaitos tipo bendravimas.

Pažvelkime, kaip mums suprantamas žmonių bendravimas per pokalbį reikiiasi kompiuterio ir žmogaus-atlikėjo poroje. Kompiuteriai simuliuoja interakciją ne dėl jiems būdingos savybės atlikti itin didelio kiekio greitus skaičiavimus, bet dėl jų gebėjimo protingai imituoti veiksmus, garsus ir vaizdus tiek iš realaus, tiek iš įsivaizduojamo pasaulių. Kompiuterių interakcijos simuliacija leidžia vartotojui pakeisti esamos būsenos ir elgsenos aspektus. Tokio pobūdžio interaktyvus ciklas laikomas sėkmingu, kai kompiuteris sklandžiai paveikia tolimesnius vartotojo veiksmus. Interakcija reikiama veiksmą. Kompiuterinės programos yra daugiau mažiau interaktyvios, priklausomai nuo to kaip jos „įsitraukia į dialogą“ ir sureaguoja į žmogaus veiksmus ir atsakus. Interaktyvumas ateina iš jausmo norėti dalyvauti, galimų veiksmų apimtis dažnai yra žinoma ar nujaučiama, o rezultatai turi ryškų,

akivaizdų poveikį ir dar lieka pakankamai nenuspėjamumo, kuris svarbus smalsumo kibirkščiai įsižiebt. Pavyzdžiui, televizija iki šiol nėra labai interaktyvi. Žiūrovas neturi jokių galimybių pakreipti šou eigos, išskyrus galimybės perjungti kitą kanalą, valdyti garsumą ar kaitaliooti spalvos ar kitus parametrus. Tokio tipo mediumas taps interaktyvesniu tik tuomet, kai žiūrovo veiksmai turės reikšmingą poveikį pateiktam turiniui ir jo struktūrai (Winkler, 2001).

Svarbu detalizuoti, kokios technikos reikalingos interaktyvios kompiuterinės muzikos kūrimui. **Interaktyvi muzika** šiame rašto darbe apibrėžiama kaip muzikinė kompozicija ar improvizacija, kurios metu programinė įranga ir (ar) projektuojama muzikinė sistema pasirinktu lygiu geba interpretuoti gyvą pasirodymą tam, kad po to paveiktų kompiuteriu generuotą ar modifikuotą muziką. Dažnai tai reiškia atlikėjo pasirodymą su instrumentu, kol tuo tarpu kompiuteris generuoja nuo pasirodymo priklausomą muziką. Matome, kad interaktyvios muzikos apibrėžtis pasižymi ypatingu talpumu, nes apima didelį spektrą kūrybinių technikų – nuo paprasčiausių iš anksto nustatytos muzikinės medžiagos paleidimo elementarių signalo impulsų (angl. *trigger*) būdų iki ypač interaktyvaus improvizacinio pobūdžio sistemų, kurių „elgesys“ kinta atitinkamai nuo pasirodymo iki kito (Collins, 2006).

Interaktyvaus darbo sėkmė priklauso nuo kompiuterio pateikčių, kurios nusako pasirodančiajam suteiktos laisvės kiekį kūrybinei išraiškai ir jo indėliui pateikti. Pavyzdžiui, tiksli ir iš anksto suplanuota kompozicija galėtų tapti šiek tiek interaktyvesne, jei prieigą prie bent vieno kompiuterio generuojamos muzikinės sistemos parametro (pvz., tempo) valdymą suteiktume atlikėjui. Kur kas įmantresnėse interaktyviose sistemose atlikėjams būdinga kontroliuoti didelį kiekį reikšmingas funkcijas atliekančių parametrų, o kompozicijos eiga gali drastiškai pasikeisti nuo atliekančiojo interpretavimo. Idealiausioje situacijoje atlikėjas turėtų turėti visišką laisvę groti bet kokio pobūdžio muziką, o kompiuteriui pakaktų „intelektu“ logiškai jam atsakyti ir įkvėpti atlikėją tolimesnės kūrinio eigos vystymui (Rowe, 2001). Kaip geras pokalbis, taip ir interaktyvus komponavimas ir sistema turėtų skatinti spontaniškumą ir norą įsitraukti. Tuo tarpu nuoseklumas neturėtų būti pamirštas, idant būtų išlaikyta kūrinio „logika“.

Ankstyvieji Džono Keidžo elektroninės muzikos darbai padarė įtaką tam tikram kompozitorių ratui, kuriuos domino gyvos elektroninės muzikos bandymai. Jų susidomėjimas improvizacija ir nedeterminuotų procedūrų taikymu natūraliai paskatino pirmųjų interaktyviųjų elektroninių sistemų atsiradimą (Hartman, 2019).

Nedeterminuoti (atsitiktinumu grįsti, neapibrėžti) procesai pasižymi akivaizdesniu spontaniškumu ir interaktyvumu, lyginant su determinuotais (iš anksto numatytais) procesais. Tačiau dėl sumažėjusio stabilumo, nuspėjamumo ir kontrolės, nedeterminuotų procesų projektavimas ir pritaikymas pasidaro sudėtingesni.

Improvizacija yra taip pat puikus nedeterminuotumo pavyzdys, kadangi dauguma muzikinių savybių nėra nulemtos iš anksto. Atsižvelgiant į tai, kad atsitiktinumo laipsnis ir atsitiktinumo būdu kontroliuojamų parametrų spektras gali būti tiksliai nustatyti, nedeterminuotų procesų pasitelkimas kompiuterinės muzikos srityje yra sveikintinas pasirinkimas.

Supratimas, kad kompiuteris turi savy potencialą atlikti dalykus, kuriuose žmogus jaučia ribotumą, patvirtina išsivadavimo iš tradicinių modelių rėmų svarbą ir poreikį imti vystyti naujas formas, kurios išgaunamos pasitelkiant kompiuterio galimybes (Collins, 2006).

Vienas iš atlikimo sąsajos modelių yra kai programinė įranga, kuriai priskirta parametų automatizavimo funkcija, pasitelkiama ir taikoma atliekamai muzikai. Tokio sprendimo motyvas – padėti muzikantui lengviau susikoncentruoti į kompiuterio teikiamus muzikinius atsakus, nesutelkiant dėmesio į grafinę vartotojo sąsają, kuri liktų it „nematoma“. Tuo tarpu atlikėjas grotu, o muzika tarsi „moderuo“ pasirodymą, užduotų jam toną. Tikėtina, kad šiuo atveju bus pasiektas rezultatas artimiausias muzikinio „intelekt“ simuliacijai ir meninei kūrybai, kurios aplinkoje vyksta fizinis ir intuityvus žmogaus bendravimas su kompiuteriu.

Taip pat galimas kitas atvejis, kai kompozitorius iškelia sau tikslą sukonstruoti įmantrią grafinę sąsają, kuri turėtų reagavimo funkciją. Tuomet pasirodymo metu ji būtų naudojama kaip savarankiškas muzikos instrumentas. Jį projektuojant būtų sąmoningai įdiegiami apribojimai bei išlaikomi savitumai (kaip kad tradiciniams muzikos instrumentams būdinga limitacija, kuri gali suteikti savitą charakterį ar net „pasufleruoti“ tam tikrą grojimo stilių). Tikėtina, kad gerai suprojektuota kompiuterio sąsaja pasižymėtų išskirtinumu ir būtų pozityviai įvertinta jos vartotojų (Winkler, 2001).

Skirtinguose konstravimo etapuose (nuo testavimo, prototipavimo iki pasirodymams pritaikyto varianto), sąsajos modelio kaita neišvengiama. Siekiant matyti aiškų kuriamo objekto vaizdą, svarbu išgryninti kompiuterio sąsajas ir svarbiausius veiksmus visuose etapuose; kitaip tai vadinama mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros etapų klasifikacija (Visuomenės ateities institutas, 2012).

Kitaip nei nuosekliai išdėstyta linijinė kompozicinė struktūra, ne linijinio tipo struktūrai būdingas skirtingas muzikinių sekcijų išsidėstymas kiekvieno pasirodymo metu. Tai tiesiogiai nulemia kompiuterio ir atlikėjo veiksmai. Kiekvienoje didelio masto sekcijoje galimi mažesni „vietiniai“ tiek apibrėžti, tiek nedeterminuoti įvykiai ir procedūros. Kompozitorius nusprendęs pasirinkti ne linijinio pobūdžio kūrinio struktūrą turi susitaikyti su mintimi, jog privalės atsisakyti visiškos kontrolės priiminėjant itin svarbius kompozicinius sprendimus. Šią pareigą jam teks perleisti atlikėjui ar kompiuterio vykdomoms improvizacinėms procedūroms. Susidūrus su situacija kai skirtingos muzikinės dalys iškrenta be pagrindo ar pasirodo neturinčios loginės tarpusavio jungties, kyla pavojus susidurti su abejonėmis dėl darbo, sistemos išbaigtumo ir visapusiškos projekto sėkmės. Tačiau įgudęs vartotojas, atlikėjas gali išgauti ar prisidėti prie lanksčios spontaniškumo ir naujovių kupinos kūrinio formos sukūrimo (Vickery, 2011).

Kompozitorius, knygos *Composing Interactive Music* autorius Todas Vinkleris (Todd Winkler) apibendrinimui pateikia bendrinius interaktyvumo sąsajos dizaino principus, kurie išlieka aktualūs daugumai kompiuterinių sistemų, programų tipų:

1. projektavimo procese dėmesį reikėtų sukonzentruoti į vartotojo veiksmų ir poreikių išpildymą, o ne pilnų kompiuterio galimybių atskleidimą;
2. izoliuoti nesusijusią informaciją ir pateikti tik reikalingą informaciją;
3. sąsaja turėtų užtikrinti nesunkią ir logišką prieigą prie parametų valdymo reikiamu momentu;
4. paslėpti painiavą keliančius sudėtingus sistemos aspektus, t. y. palikti tik tai, kas naudojama;
5. pasitelkiant aiškių gestų, vaizdinių ar žodžių komandas paversti sąsają intuityvia;
6. į vartotojo veiksmus ir užklausas kompiuterius turėtų reaguoti „natūraliai“;
7. pažinti, išmanyti vartotoją. Vykdyti programą remiantis vartotojo patirtimi, pasirengimu, įgytų žinių bagažu ar net jo psichologija (Winkler, 2001).

Tuo pačiu jis nurodo penkis punktus, į kuriuos reikėtų atsižvelgti kuriant interaktyvų kūrinį:

1. žmogaus indėlis, instrumentai – vartotojo veiksmai ir gestikuliacija yra paverčiami skaitmenine informacija ir perduodami kompiuteriui;
2. kompiuterio klausymas, pasirodymo analizavimas – pateiktą atlikėjo informaciją ir veiksmus kompiuteris išanalizuoja ir suskirsto į laiko, garso aukščio, dinamikos ir kitas muzikines charakteristikas;
3. interpretacija – programinė įranga, sistema apdoroja kompiuterio klausytojo surinktus duomenis sugeneruodama naują informaciją, kuri turės įtakos kompozicijai, pasirodymui;
4. kompiuterio kompozicija – visi kompiuteriniai procesai, atsakingi už kompiuteriu sugeneruotą muziką yra grįsti kompiuterio atliktos pasirodymo interpretacijos duomenimis;
5. garso generavimas, išvestys ir pasirodymas – kompiuteris groja muziką naudodamasis garsais sukurtais „vidinėje aplinkoje“ arba perduoda apdorotą muzikinę informaciją kitiems prietaisams kurie geba generuoti garsą.

Pirmi du išvardinti punktai yra itin praktiški, riboti ir sprendžia užduotis susijusias su faktiniais duomenimis. Programinė įranga turėtų gebėti tiksliai analizuoti ir suprasti tam tikrus aspektus apie žmogaus pasirodymą. Likę trys punktai daugeliu atvejų priklauso nuo kūrybinių, artistinių kompozitoriaus sprendimų, kuriems ribas nubrėžia tik autoriaus įgūdžių ir vaizduotės lakumas. Kadangi egzistuoja begalė būdų kaip surinkta informacija apie pasirodymą galėtų būti interpretuojama, atitinkamai tai atveria itin plačias galimybes autentiškos muzikos ir garsų sukūrimui. (Winkler, 2001).

Interaktyvumo technikos gali pasiūlyti naujų muzikos žanrų atsiradimą, kuriems suformuoti pasitelkiamas kompiuteris ir jo galimybės leidžiančios sukurti naujas muzikines žmogaus ir kompiuterio sąveikas egzistuojančias skaitmeniniame domene. Atlikėjui būtina praktikuotis tam, kad perprastų kompiuterio algoritmų veikimo principus ir galėtų sėkmingai užmegzti dialogą su kompiuteriu, tuo tarpu kompiuterinė muzikinė sistema tokiu pat principu turėtų gebėti mokintis ir suprasti atlikėjo muzikinės asmenybės braižus, įskaitant žmogiško savitumo detales ir (ar) grojimo stiliaus subtilybes.

2.2. „Minkštoji“ – estetinė inovacija

Pastaruoju metu gausėjant akademinės literatūros kiekiui inovacijos tema, didžioji dalis šaltinių išryškina technologinę, mokslinę ar funkcinę inovaciją, užribyje palikdama kitas inovacijos formas. Oslo vadovas, kuris kitaip dar vadinamas *Inovacijų biblija*, pateikia tokį **inovacijos** apibrėžimą: „Inovacija yra naujas arba patobulintas produktas ar procesas (arba jų derinys), ženkliai besiskiriantys nuo ankstesnių vieneto produktų ar procesų, kurie yra pateikti potencialiems naudotojams (produkto atveju) arba kuriuos vienetas naudoja (proceso atveju)“ (Oslo vadovas, 2018). Tačiau greta struktūrizuotos, aiškiai apibrėžtos sąvokos Oslo vadovas pateikia išlygą, kad „vartojant bendrąją prasme, terminas „inovatyvus“ gali reikšti potencialų gebėjimą ar polinkį kurti inovacijas ateityje, kūrybiškumą, produkto ar proceso rūšį ir kt.“ (Oslo vadovas, 2018). Tai suponuoja nuomonę, kad bazinis terminas, kurį mums pateikia vadinamojo *Inovacijų biblija* yra per siauras ir neapima kūrybinių inovacijų sferos. Visuotinai priimtinos technologinės inovacijos, kurios suprantamos kaip produkto eksploatacinių savybių arba būdų pagerinimas, netinka kūrybinėms industrijoms, nes ignoruoja kultūros produktų subjektyviasias charakteristikas. Kūrybinių industrijų srityje yra identifikuojamos tokios inovacijų sampratos kaip estetinė arba „minkštoji“ inovacija. Lorensas Gryn (Lawrence Green) ir Janas Mailsas (Ian Miles) pateikia dar vieną tokio tipo inovacijų pavadinimą „paslėptosios inovacijos“, kurios suprantamos kaip lygiavertės arba panašios veikloms, vertinamoms

pagal tradicinius kriterijus, tačiau jos yra neapskaitomos, kaip tai yra nustatyta Oslo vadove, ar yra sukurtos kaip naujos kombinacijos ar modeliai su jau esančiomis technologijomis ir procesais (Miles, Green, 2008). Todėl šiame darbe **inovacijų** samprata turėtų būti suprantama, kad bet kuris kūrybinis produktas (intelektinė nuosavybė), kuris nėra kopija, gali būti apibūdintas kaip inovacija (intelektinės kūrybos originalas, prototipas) (Ateities visuomenės institutas, 2018).

Kūrybinių industrijų sferoje tampa ypač svarbu iš jau žinomų dalykų sudėlioti naujus originalius sprendimus ir (ar) kūrinius. Pavyzdžiui, iš jau žinomų žodžių sudėliotas tekstas tampa originaliu kūriniu. Tam nebūtina kurti naujų žodžių, naujo žanro ir pan. Šiam procesui yra svarbus ne tik aukštas objekto pažinimo lygis, bet ir pats kūrėjas bei jo kūrybiškumas. Vyksta esminis inovacijų sampratos lūžis. Kuriant inovacijas pagrindinis vaidmuo iš tyrėjo-mokslininko, kuris tyrimų metu didindavo pažinimo lygį, todėl kuriamos inovacijos įgaudavo technologinių pranašumų, pereina kūrėjui, sugebančiam integruoti jau esamas žinias ir pasitelkus savo kūrybiškumą kurti sėkmingas inovacijas. Mokslininko-tyrėjo vaidmuo inovaciniame procese tampa pagalbinis užpildant spragą žinių, kurių kuriamai inovacijai nepakanka (Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2015).

„Minkštoji“ inovacija dažnai siejama su technologine inovacija. Nors ir atskiriame „minkštąją“ nuo technologinės inovacijos, tačiau negalime paneigti jų tarpusavio ryšio. Dauguma estetinių produkto patobulinimų įtakojo naujų technologinių produktų ir procesų vartojimo įpročius. Technologinė produkto ir proceso inovacijos reikšmė muzikos industrijai yra labai svarbi. Nuo įrašytos muzikos industrijos pradžios, siekiančios dar 1880-uosius, įvyko daug technologinių pokyčių tiek su produktais, tiek su pačiais procesais – vyko kaita nuo vinilo, magnetinių, kasetinių juostų iki skaitmeninių muzikos atsisiuntimų. Kintanti medijos ir įrašų technologijos natūra, kuri atsispindi produkto kokybėje, įrašų trukmėje ar palengvintoje jų atrankoje, aiškiai paveikia vartotojo poreikius įrašytai muzikai. Vis dėl to, kaip technologinė pažanga paskatino muzikos poreikius, taip ir „minkštosios“ inovacijos prisidėjo prie garso įrašų ir jų atkūrimo techninės įrangos paklausos. Technologinės produkto ir proceso ir „minkštųjų“ inovacijų sąveika akivaizdi. Nei techninės įrangos, nei programinės įrangos rinkos nebūtų pasiekusios dabartinio lygio viena be kitos (NESTA, 2009).

Įvertinti estetinę inovaciją visa apimtimi yra nelengvas uždavinys, ypač tą dalį, kuri yra pati reikšmingiausia. Taip yra todėl, kad esamos priemonės nepajėgios visiškai išmatuoti viso inovacinio mąsto (NESTA, 2009).

Apibendrinant galima teigti, kad inovacijos reiškinys ir pati sąvoka yra labai plati. Kai kurios šio reiškinio formos, tokios kaip „minkštoji“ inovacija dažnai lieka „pilkoje zonoje“ dėl komplikuošto šio inovacijos tipo vertinimo ir sudėtingo ar nepraktiško su šiuo inovacijos tipu susijusių procedūrų ir plėtros dokumentavimo. *Inovacijų biblija* vadinamas Oslo vadovas pateikia tradicinės sampratos, siauro spektro sąvokos apibrėžtį, tačiau tokių autoritetinių institucijų, kaip Ateities visuomenės institutas dėka inovacijos terminui suteikiama kur kas platesnė sąvoka, leidžianti apimti ne tik technologinius, funkcinius, bet ir estetinius, kūrybinėse industrijose ypač aktualius inovacijos aspektus. Technologinė inovacija dažnai siejama su „minkštąja“ inovacija, o jų tarpusavio ryšys yra nepaneigiamas, tačiau vertinti inovacijos mąstą skirtingose sferose remiantis tik vienu ar baziniu inovacijos apibrėžimu ir jam būdingais kriterijais būtų netikslu. Išradimai ir pažanga vienoje sferoje neabejotinai gali lemti inovatyvų atoveiksmį kitame inovacijų lauke.

3. Kūrybinio darbo vykdymas ir eiga

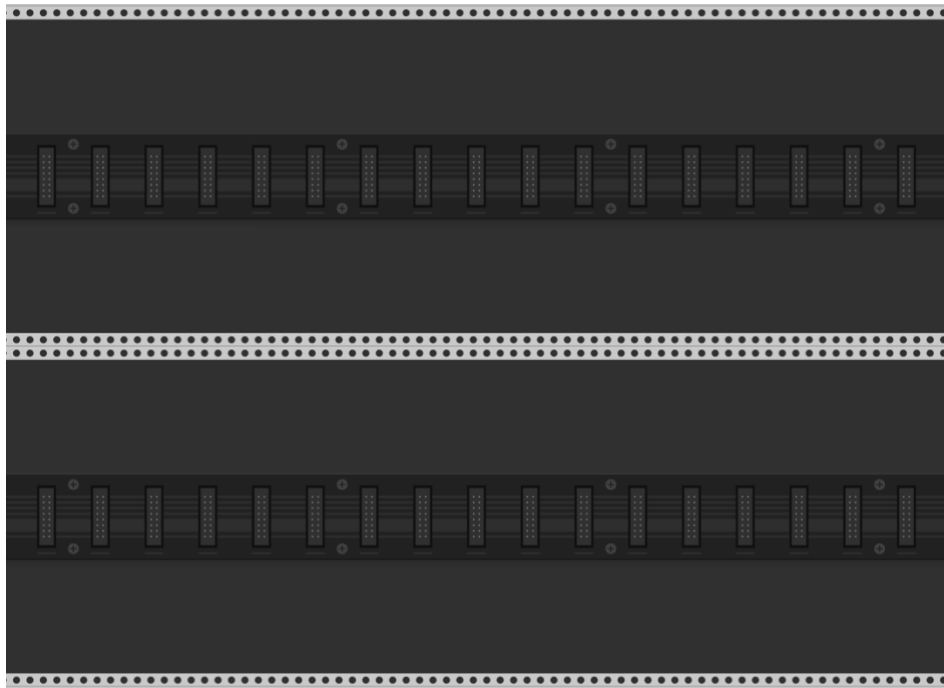
Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros klasifikatorius nustato, kad yra trys bendrosios sritys ir devyni proceso etapai (žr. 2 lentelę), kuriuos bus bandoma identifikuoti ir aprašyti kūrybinio darbo metu.

2 lentelė. MTEP etapai (Rekomenduojamos mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros etapų klasifikacijos aprašas, 2012)

Bendroji sritis	Etapo eilės numeris	Etapo pavadinimas
Fundamentiniai moksliniai tyrimai	1	Fundamentinių žinių įgijimas
Taikomieji moksliniai tyrimai	2	Žinių taikymo koncepcijos formulavimas
	3	Koncepcijos įgyvendinamumo įrodymas / patvirtinimas
	4	Maketo (modelio), meno objekto projekto kūrimas ir testavimas
	5	Maketo (modelio) patikrinimas imituojant realias sąlygas, meno objekto projekto pristatymas visuomenei
Eksperimentinė plėtra	6	Prototipo (bandomosios versijos) kūrimas
	7	Prototipo (bandomosios versijos) demonstravimas
	8	Bandomosios partijos gamyba (versijos galutinis išbandymas)
	9	Sukurto naujo produkto įvertinimas (bandomieji sukurto naujo produkto pavyzdžiai, įvertinti vartotojo ir (arba) užsakovo)
Inovacijos	–	Įdiegimas į rinką, meno objekto kūrimas

Šio projekto metu vienas iš svarbiausių iškeltų uždavinių, kuris tiesiogiai nulemia kūrybinio darbo vykdymą, progresą ir rezultatus yra tinkamiausios darbo projektavimo aplinkos pasirinkimas. Tik apsvarsčius ir įvertinus su kūrybiniu projektu ir jo įgyvendinimu susijusius aspektus buvo galima priimti sprendimą dėl atitinkamos platformos pasitelkimo. VCV Rack platforma šiam tikslui yra tinkamiausia dėl daugelio tik jai būdingų savybių ir privalumų, kurių kita programinė įranga, platformos negalėjo pasiūlyti. Visų pirma – tai nemokama ir atviro kodo platforma, kurią sukūrė modulinės sintezės entuziastas ir programuotojas Andrius Beltas (Andrew Belt). Minėtoji platforma yra nuolatos tobulinama ir reguliariai atnaujinama. Sulig 1.0.0 programinės įrangos versijos išleidimu (2019), VCV Rack platformoje buvo integruota stabili taikomųjų programų programavimo sąsaja (angl. *application programming interface*), atsirado galimybė palaikyti daugiagyslio, daugiasriegio variklio (angl. *multicore, multithreading engine*) bei polifoninių signalų pasitelkimą (Belt, 2019).

Šią VCV Rack programos versiją imta laikyti pirmu oficialiu, stabiliu išleidimu. Be jau minėtų savybių, pastarasis virtualus modulinis sintezatorius – skaitmeninė muzikos kūrimo platforma VCV Rack pasižymi galimybe apjungti skirtingus techninės ir programinės įrangos prietaisus panaudojant kontroliuojamos elektros įtampos (angl. *controlled voltage*) ir impulsų (angl. *gate*) bei skaitmeninių universaliosios jungties (angl. *universal serial bus*) ir muzikinio instrumento skaitmeninės sąsajos (angl. *musical instrument digital interface*) protokolų signalus. VCV Rack programos grafinė vartotojo sąsaja suprojektuota taip, tarsi ji primintų modulinio sintezatoriaus virtualią aplinką. 5 paveiksle matome, kad atsidarius VCV Rack platformą, mus pasitinka tuščias Eurorack garso modulių formato dėklą primenantis langas.



5 pav. *Virtualus modulinis sintezatorius VCV Rack*

Taip yra todėl, kad ir šio virtualaus modulinio sintezatoriaus ir apskritai modulinės sintezės kertinė idėja – sukurti tinkamą aplinką bei suteikti galimybę sukonstruoti instrumentą, sintezatorių ar sistemą, kurie susidėtų iš atskirų muzikinių modulių, o jų „ekosistemos“ tarpusavio sąveiką bei jungčių sekas nuspręstų ir sukurtų projektuojamo įrankio, sistemos dizaineris. Kaip ir kiekvienoje „ekosistemoje“, taip ir modulinės sintezės aplinkoje kiekvienas modulis-elementas yra didelės reikšmės, savaip svarbus ir neatsiejamas nuo likusių komponentų. Kai tik būna nuspręsta pridėti ar atimti bent vieną modulį ar kitais būdais bandoma „sulaužyti“ turimas garso signalų srauto grandines, tai gali turėti didelę įtaką bendram sistemos veikimui ir galutiniams kūrybiniais rezultatais, todėl konstruojant tokio pobūdžio sistemą visada būtina atsižvelgti į šį faktą. Realiame pasaulyje modulinės sintezės entuziastai ir šalininkai dažnai susiduria su akivaizdžiais juos suvaržančiais apribojimais. Vienas ryškiausių apribojimų – modulinio sintezatoriaus dėklo arba kitaip – modulinės sistemos platformos dydis, kurį bendrai sutarta matuoti „horizontaliais žingsniais“. Vertikalus modulių aukštis yra standartizuotas, o „horizontalūs žingsniai“ (angl. *horizontal pitch*) priklauso nuo modulio gamintojo. Tai gali būti ir itin mažas modulis, užimantis vos 1 HP (5.08 mm.), bet taip pat ir dešimteriopai didesnis, veikiausiai „pilno sintezatorinio balso“ (angl. *synth voice*) monolitinis modulis, kurį sudaro visų būtinų komponentų suma, reikalinga garso generavimo, gaubtinės formavimo, dažnių filtravimo, signalo amplifikavimo ir kitokio papildomo garsinio apdorojimo funkcijoms atlikti. Kai tokio pobūdžio modulis geba atlikti visas aukščiau išvardintas funkcijas ir daugiau (pvz. moduliacija, garso apdorojimo efektų sekcija ir kt.), toks modulis yra laikomas „sintezatoriniu balsu“. Tipiškai mažstant, vienas „sintezatorinis balsas“ sudaro vieną dalį polifonijos arba palyginimui atitinka vieną paspaustą klavišą ant fortepijono. Jei fortepijonu nuspausime keturis klavišus, tokiu atveju galima teigti, jog tuomet skamba keturi balsai. Modulinių sintezatorių natūrai iš principo yra būdinga monofonija, tačiau šiuo metu technologinės galimybės leidžia nesunkiai sukonstruoti, vykdyti ir įgyvendinti idėjas, kurioms reikalinga polifonija. Apie tai išsamiau bus kalbama vėlesniuose poskyriuose.

Virtualių ir fizinio pavidalo modulinio sintezatoriaus komponentų bei modulių kūrėjas ir knygos *Developing Virtual Synthesizers with VCV Rack* autorius Leonardas Gabrieli (Leonardo Gabrielli)

dalinosi mintimis apie kriterijus nulėmusius modulinės sintezės pasirinkimą kūryboje. Jis prilygino modulinę sintezę, jos savybes klasikinei ir šiuolaikinei muzikai, kurios yra struktūrizuotos, o jų komponavimo procese įprasta naudoti įvairius motyvus, šablonus ir pasitelkti skirtingus konstrukcinius modulius. Anot L. Gabrieli, didžiąją daugumą garso generavimo šaltinių (įskaitant akustinius instrumentus) galima fiziškai ar konceptualiai suskaidyti į atskiras dalis, modulius. Tikėtis, kad išardyto fortepijono ar smuiko jų pavienėmis dalimis bus galima groti ar išgauti garsą yra naivu, bet į visą tai pažūrėjus analitiškai galime atskirti fortepijono stygas nuo rezonansinės plokštės, klavišinį mechanizmą nuo korpuso ir kitų dalių bei tokiu būdu galime generuoti garsą imituodami kiekvienos iš paminėtų instrumento dalių pavienės, jiems būdingas savybes ir (ar) visų dalių tarpusavio jungčių sumą. Mokslinėje ir inžinerinėje srityse dažnai pastebima strategija yra gebėjimas išaiškinti ir perteikti sudėtingą visumą ją išskaidant į paprastesnius aspektus. Moduliškumas yra tiesioginis analitinio mąstymo rezultatas, tačiau ne visada tyrimo objektas būna komponentų tarpusavio sąveika ir jos svarba bei įtaka bendram rezultatui. Tai neretai nesudaro jokios reikšmės, bet kitais atvejais tai gali būti visa ko priežastis (Gabrielli, 2020).

Kiekvienam modulinės sistemos dizaineriui ir modulinės sintezės entuziastui visi jo turimi moduliai bus jam puikiai suprantami ir išnagrinėti. Tikėtina, jog prieš integruodamas naują modulį į turimą sistemą, autorius jau bus išanalizavęs konkrečius pasirinkto modulio aspektus, tokius kaip jo paskirtį, savybes ir galimybes, kuriais remdamasis jis atliks tolimesnius sprendimus, reikalingus užsibrėžtam tikslui pasiekti. Ši situacija yra itin dažna fizinio formato modulių sistemų konstravimo atvejuose, kai dauguma sistemos projektavimo sprendimų tiesiogiai priklauso nuo jau minėto apribojimo, t. y. riboto modulinės sistemos dėklo dydžio, dėl kurio kūrėjas yra priverstas rinktis nebūtinai geriausiai jo sistemai tinkantį modulį, o kartais dėl netinkamo dydžio ar vietos trūkumo tenka net atsisakyti kai kurių modulių vardan kitų integracijos. Kita problema, kuri turi įtakos pasirinkimui yra aukšta kaina, kuri yra būdinga modulinės sintezės moduliams, nepaisant jų formato (kurių yra bent 8, tarp jų ir *Eurorack*, *Buchla*, *Serge* formatai). Tokie suvaržymai tarsi priverčia pasitelkti analitinį mąstymą, kuriuo tenka įsigilinti ir dekonstruoti konkrečius modulius bei aiškiai įvardinti jų paskirtis, galimybes ir būtinumą. Be to, tai paskatina ieškoti geriausio galimo sprendimo turimoje situacijoje.

Jei palygintume fizinio ir skaitmeninio pavidalų modulinės sistemas, jų skirtumus, panašumus, privalumus ir trūkumus, tai virtualaus modulinio sintezatoriaus *VCV Rack* aplinkoje šiuo momentu egzistuoja virš 2400 modulių, iš kurių daugiau nei 2000 sudaro nemokamų modulių biblioteką. Neribota *VCV Rack* projektų dydžio apimtis ir didelis nemokamų modulių kiekis tarsi nubraukia anksčiau paminėtas problemas, kurios aktualios fizinio pavidalo modulinėse sistemose, nes *VCV Rack* projektuojamo sintezatoriaus, modulinės sistemos maksimalų dydį apriboja tik kompiuterio pajėgumo ir techninių resursų aspektai. Skaitmeninė modulinė sistema dažnai leidžia kur kas plačiau, greičiau ir laisviau eksperimentuoti su įvairiausio tipo moduliais ir jų kombinacijomis, tačiau ji gausiai išnaudoja kompiuterio resursus, kurie gali būti svarbūs ir reikalingi kitoms reikmėms (pvz., gyvo pasirodymo metu). Tuo tarpu fiziniai moduliai naudoja jiems dedikuotus resursus, kurie užtikrina sklandų ir užtikrintą veikimą. Dar vienas ryškus skirtumas tarp virtualių ir realių modulių – jų valdymas. Fiziniai moduliai turi tikras nustatymų rankenėles (kiekvienam parametru). Įvairius parametrus dar galima kontroliuoti pasitelkiant CV, kurios šaltiniai ir kiti CV signalai yra komutuojami realiais laidais į pasirinktų modulių garso signalų įvestis ir išvestis. Fizinės modulinės sistemos pasižymi ir tuo, kad jos gali veikti be kompiuterio, o kai kuriems kūrėjams tai itin svarbus kriterijus. Tuo tarpu, skaitmeniniame domene projektuojamai sistemai kompiuteris yra privalomas, o valdymas vykdomas kompiuterio klaviatūra, pelyte arba MIDI, atvira garso kontrole (angl. *open*

sound control) ar kitais protokolais. Šiais protokolais galima priskirti pasirinktus sistemos parametrus ir juos valdyti įvairiais valdikliais palaikančiais minėtus protokolus, pvz., MIDI valdikliu arba kontrolieriu, taip imituojant realios sistemos rankenėles ir virtualius CV signalus, jų komutaciją.

3.1. Bazinis blokas

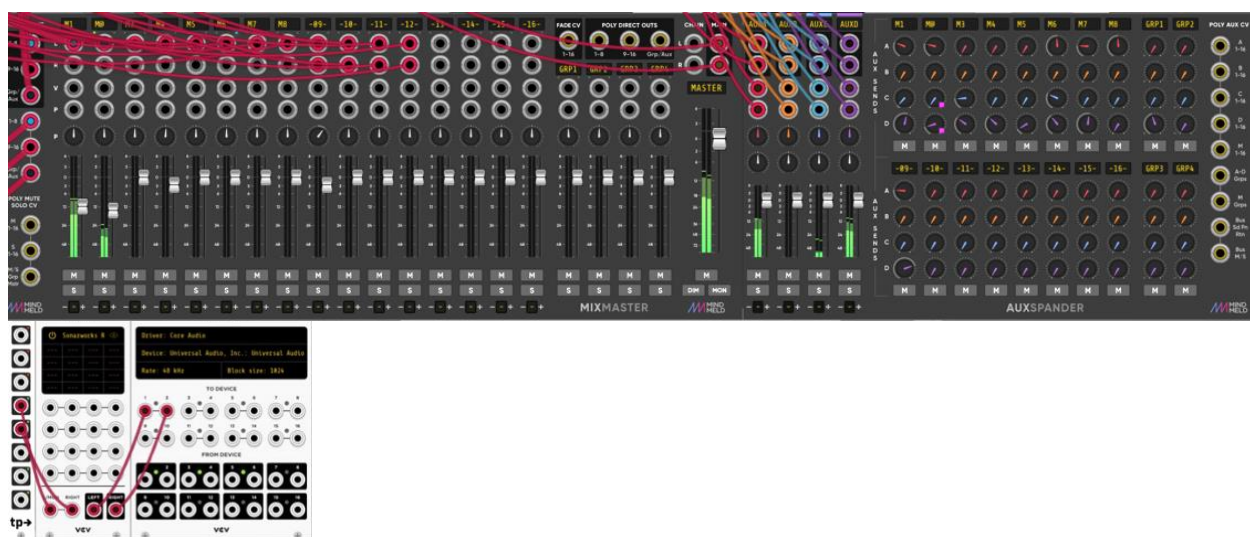
Šio darbo metu projektuojamos muzikinės sistemos bazinės modulių sudėties – bazinio bloko pagrindinis tikslas, funkcija – sukurti vartotojo sąsają, kuri primintų ir atstotų konvencinę skaitmeninės muzikos kūrimo platformos (angl. *digital audio workstation*) aplinką ir leistų vykdyti būtiniausias su garso signalais ir jų apdorojimu susijusias operacijas. Pasirinkti įrankiai ir priimti sprendimai tikslui įgyvendinti galimai skirsis nuo standartinės DAW platformos kūrimo priemonių, tačiau reikia atsižvelgti į tai, jog *VCV Rack* modulinė platforma ir jos aplinka, kurioje bus projektuojamas bazinis muzikinės sistemos blokas, nėra standartiški. Pasirinktas modulinio sistemos konstravimo kelias yra vienas iš „maštymo būdų“, kuris turi savų privalumų ir trūkumų. Tai pasufleruoja žinojimą, kad norint įgyvendinti užsibrėžtą tikslą, teks susidurti su sunkumais ir priimti kompromisus, kurie neretai sukuria terpę originalių, efektyvių ir inovatyvių sprendimų priėmimui. Standartinės DAW platformos yra sukurtos ilgalaikio ir kruopštaus srities profesionalų įdirbio dėka. Tokios platformos pasižymi išbaigtu, sudėtingu dizainu, kuris suteikia galimybę atlikti itin plataus spektro su garsu susijusias procedūras, bet tuo pačiu stengiasi užtikrinti ir sudaryti vartotojui draugišką, nesunkiai perprantamą ir intuityvią aplinką. Kuriamos muzikinės sistemos tikslas nėra sukurti naują muzikos kūrimo programą galinčią pakeisti esamas konvencines DAW platformas. Todėl projektuojant bazinį bloką bus pasinaudota modulinės sintezės teikiama privilegija – moduliškumu, kuris, skirtingai nei standartinės DAW programos, atveria galimybę savarankiškai, neįtraukiant jokio papildomo kompiuterinio programavimo, susikurti itin unikalią, lūkesčius ir užsibrėžtus reikalavimus atitinkančią muzikinės sistemos aplinką.

Kaip ir kiekviena kompiuterinė muzikos komponavimo programa, įrankis ar sistema, jie prasideda nuo esminių bazinių komponentų. Darbe projektuojama muzikinė sistema nėra išimtis. Pirmieji komponentai, kurie bus įtraukti į savo muzikinės sistemos bazinę sudėtį yra garso sąsajos (angl. *audio interface*) ir garso pulto (angl. *sound mixer*) moduliai. Šio pobūdžio moduliai leis sukurti garso sąsają tarp *VCV Rack* platformos ir kompiuterio ar kito įrenginio, per kurį bus komunikuojama su garso korta. Į garso kortą įeinančius ir iš jos išeinančius garso signalus galima kontroliuoti bei įvairiai juos apdoroti įtraukiant garso pulto modulį. Garso sąsajai sukurti pasirenkamas vietinis *VCV Rack* modulis *Audio16*, kuris suteikia iki 16 garso įvesčių ir 16 išvesčių iš pasirinktos garso kortos ar garsinę sąsają palaikančio įrenginio (pvz., skaitmeninis sintezatorius su integruota garso korta). Šį sprendimą esant būtinybei vėliau bus galima pakeisti jei bus nuspręsta, jog tokio kiekio garso jungčių nepakanka. Garso pultas sistemoje atliks pagrindinę garso signalų valdymo rolę, todėl teisingas jo pasirinkimas yra būtinas, ypač atsižvelgiant į faktą, jog *VCV Rack* platforma siūlo daugiau nei 130 skirtingo tipo garso pulto modulių. Pagrindiniai keliami reikalavimai šio tipo moduliui – jis turi turėti bent 16 garso įvesčių (mono ir (ar) stereo), bent 2–4 pridėtinius kanalus (angl. *auxiliary*), garso panoramavimo (angl. *panning*) funkciją ir visa tai būtų galima valdyti virtualiais potenciometrais ar CV signalais. 16 garso kanalų yra optimalus kiekis pradinei muzikinės sistemos stadijai. AUX kanalai bus reikalingi siekiant atlikti papildomą pasirinktų muzikinių elementų apdorojimą įvairiais garso efektais. Garso panoramavimo funkcija leis kurti ir kontroliuoti individualių garso elementų išsidėstymą įsivaizduojamojoje trimatėje erdvėje (angl. *sound imaging*). Atsižvelgus į išsikeltus reikalavimus, bus naudojama *MindMeld* kūrėjų garso pulto modulis *MixMaster*. Šis garso pultas atitinka visus aukščiau minėtus reikalavimus. Be 16 stereo kanalų jis turi 4 grupių kanalus, kurie bus naudingi norint priskirti

ir susumuoti individualius garso takelius į atskiros grupės kanalą, kuriame galėtų būti vykdomi paralelinis garso apdorojimas, susumuotas garso išsiuntimas pasirinktomis kryptimis ir individualių takelių garso intensyvumo valdymas vienu potenciometru. Šiame garso pulto modulyje slypi šios naudingos funkcijos: aukštų ir žemų dažnių diapozono kirpimas (angl. *high, low pass filtering*), garso „pelno“ valdymas (angl. *gain*), stereo lauko pločio reguliavimas (angl. *stereo width*) ir kt. Visos išvardintos funkcijos galioja kiekvienam iš 16 individualių ir 4 grupių kanalams. Kadangi paminėtosios funkcijos yra daugiau fiksuoto tipo, jų integraciją į *MixMaster* pultą paverčia ši modulį įmantriu įrankiu. Šis įrankis pasižymi ne tik universalumu, bet ir sutaupo vietą ir resursus, kurie būtų skirti papildomų, dedikuotų modulių, galinčių atlikti visas aptartas garso apdorojimo procedūras, panaudojimui.

Ypatinga *MixMaster* ir kitų *MindMeld* modulių savybė, kad jie sukurti patogiam naudojimui su kitais to paties gamintojo moduliais ir pasižymi itin gera tarpusavio integracija. Geras to pavyzdys yra *MindMeld* modulis *Auxpander*. Tai *MixMaster* modulio plėtinys – AUX kanalų valdymo skydelis, kuris yra pasirenkamas, bet neprivalomas, papildomas modulis. Nusprendus kartu panaudoti *MixMaster* ir *Auxpander* modulius nieko papildomai jungti nereikia – pakanka sustumti abu modulius kartu ir jie veiks kaip monolitinis modulis.

Prieš išvedant pagrindinio (angl. *master*) kanalo stereo signalą iš garso pulto į garso kortą, buvo nuspręsta tarp jų įterpti vietinį, komercinį VCV modulį *Host FX*, kurio paskirtis yra palaikyti išorinius VST (angl. *virtual studio technology*) formato įskiepius. Šis modulis leis papildomai apdoroti galutinį iš garso pulto išeinantį stereo signalą pasirinktu VST įskiepiu, o po to garso signalas keliaus tiesiai į garso sąsają ir pasirinktą garso kortos įrenginį. Dėl bendros tvarkos visu muzikinės sistemos projektavimo metu naudojamosi skaitmeninės modulinės platformos plusais ir garso signalų komutacijai pasitelkti *Little Utils* modeliai *Teleport In* ir *Teleport Out*, kurie leidžia perduoti garso signalus nuotoliniu būdu bei paversti virtualius garso kabelius „bevieliais“. Iš pirmo žvilgsnio tai nereikšmingas modulis, tačiau tikslinis jo panaudojimas leis išlaikyti organizuotą darbo aplinką ir išvengti virtualių laidų „betvarkės“, kuri muzikinei sistemai didėjant gali vis labiau blaškyti. Pirmoji muzikinės sistemos modulių eilė, kurią ką tik aptarėme yra pavaizduota 6 paveiksle.



6 pav. Pirmoji bazinio bloko modulių eilė

Antrąją modulių eilę bus bandoma išplėtoti turimas bazinio bloko funkcijas. Kadangi jau turime garso sąsajos ir garso pulto modulius, toliau dėmesys bus skiriamas garso apdorojimo efektų integracijai. Šiuo metu *VCV Rack* pateikia daugiau nei 180 garso apdirbimo modulių. Remdamiesi sukaupia

patirtimi bandysime atrinkti 3–4 garso efektų modulius, kurie buvo išnagrinėti ir pritaikyti ankstesnėse praktikose. Preliminari efektų grandinė atrodys taip: pirmas modulis – garso bangos iškraipymo ir saturacijos (angl. *distortion; saturation*) efektas, antras modulis – garso vėlavimo ir atsikartojimo (angl. *delay*) efektas ir trečias modulis – erdvės moduliavimo, reverberatoriaus (angl. *reverb*) efektas. Visi šie išvardinti efektai bus sukombinuoti taip, kad veiktų kaip garso pulto AUX efektai (garso apdorojimo intensyvumas priklauso nuo garso takelių išsiuntimo (angl. *aux send*) parametrų verčių, kurios nulemia perduodamo „sauso“ signalo kiekį, keliaujantį AUX kanalais į pasirinktą garso efekto modulį). Tai iliustruota 7 paveiksle.



7 pav. AUX valdymo skydelis ir signalo išsiuntimo parametrai

Pirmuoju garso apdirbimo efektu pasirinktas *Vult* modulis *Debriatus*. Šis efektas pasižymi keturiais, įvairaus pobūdžio garso bangos deformavimo algoritmais – užlenkimo (angl. *fold*), sugniuždymo (angl. *crush*), iškraipymo (angl. *distortion*) ir saturacijos (angl. *saturation*). Įvairiafunkcinis *Debriatus* modulis suteiks galimybę kūrybiškai deformuoti įeinančius garso signalus nuo subtilios saturacijos iki ekstremaliai deformuotų ir ausį rėžiančių rezultatų. Kadangi muzikinė sistema yra projektuojama skaitmeniniame domene, vadinasi visi virtualūs, skaitmeninio tipo garso šaltiniai veikiausiai skambės itin švariai ir skaitmeniškai, tai net ir minimalus šio efekto panaudojimas gali padėti išgauti malonesnius ir šiltą, analoginį skambesį primenančius rezultatus. Kai kuriose situacijose tai gali atstoti ir papildomą garso signalo pastiprinimo įrankį, tačiau reikia turėti omeny, jog tokiu būdu stiprinamas garso signalas turės pridėtinį specifinį garsinį atspalvį.

Antrasis efektų modulis, kuris buvo įtrauktas į muzikinės sistemos sudėtį – tai granulinės sintezės garso procesorius *Texture Synthesizer*, sukurtas gamintojo *Audible Instruments*. Šio granulinės sintezės tekstūrų sintezatoriaus emuliacija yra suprogramuota pagal fizinį *Clouds* modulį, kurį *Eurorack* modulių formatui pagamino *Mutable Instruments* kūrėjai. Dėl sudėtingų ir įdomių modulyje esančių alternatyvių režimų, šis modulis itin išpopuliarėjo muzikantų tarpe. Be granulinės sintezės *Texture Synthesizer* gali atlikti pasikartojantį garso vėlavimo, atsikartojimo (angl. *looping delay*), tono pokyčių (angl. *pitch shift*) ir laiko tempimo (angl. *time-stretch*) procesus, o taip pat tai gali būti ir spektrinis procesorius (angl. *spectral processor*). Šis modulis pasirinktas dėl jam būdingų kompleksiškos savybių, kurios suteikia šiam garso procesoriui universalumo ir atveria galimybes nuodugnesniam eksperimentavimui su garso apdorojimu. Pagrindinė intencija – pasitelkti *Texture Synthesizer* dėl atsikartojimo efekto funkcijos, kuri bus integruojama kaip antrasis garso pulto AUX efektas, tačiau naudojant šį modulį kitais būdais galima išgauti įdomias tekstūras ir garsovaizdžius (angl. *soundscape*). Visa tai dėka granulinio sintezavimo, signalo užlaikymo, garso aukščio

transponavimo ir garso gaubtinės formavimo, erdvės simuliacijos ir kitų sudėtingų procedūrų, kurias sugeba atlikti pastarasis modulis.

Trečiasis garso efektas – plokštės tipo (angl. *plate*) gamintojo *Valley* reverberatoriaus modulis *Plateau*, sukurtas remiantis Jono Dattorro (Jon Dattorro; 1997) efektų projektavimo dizainu. *Plateau* kūrėjai neapsiriboja minėtu dizainu ir pateikia platų spektrą skirtingų modulio valdymo parametrų bei kviečia išmėginti įvairiausias jų kombinacijas ir variantus. Šį modulį buvo nuspręsta pasirinkti dėl jo savybių ir sugebėjimo paversti net ir primityviausią, sausai ir nuobodžiai skambantį sintetizatorių ar kito pobūdžio garso tembrą itin sodriu, erdviu ir gyvybingai skambančiu garso šaltiniu.

Garso efektų sukomutavimo eiliškumas turi tiesioginę įtaką galutiniams muzikiniams rezultatams.

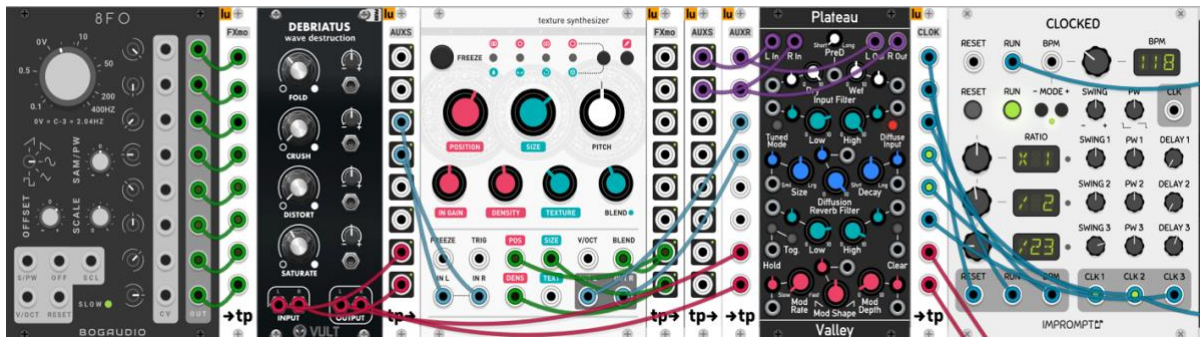
Visus tris aptartus efektus nuspręsta sujungti šia seka:

- pirmojo AUX kanalo įvestis – garso bangos deformavimo modulis *Debriatus*;
- antrojo AUX kanalo įvestis – tuščia;
- trečiojo AUX kanalo įvestis – granulinės sintezės garso procesorius *Texture Synthesizer*;
- ketvirtojo AUX kanalo įvestis – reverberatoriaus modulis *Plateau*.

Pastebėtina, kad antro AUX kanalo garso jungtis liko praleista, nepanaudota. Šis žingsnis buvo atliktas sąmoningai, su intencija palikti galimybę ateityje ar esant konkrečiam poreikiui į efektų grandinę įterpti papildomą garso modulį, išlaikant turimą efektų eiliškumą.

Tam tikrų garso efekto parametrų pagyvinimui ar automatizavimui reikalinga pasitelkti moduliaciją. Tam tikslui įgyvendinti buvo pasirinkta įterpti žemo garso dažnio generavimo modulį (angl. *low frequency oscillator*). Dėl savo specifikos LFO moduliai muzikinėje kūryboje dažniau taikomi garsinių elementų ir (ar) jų parametrų moduliavimo procesams vykdyti nei yra pasitelkiami kaip garso generavimo šaltiniai. Gamintojo *Bogaudio* modulis *8FO* puikiai tinka įvairių moduliacijos procedūrų atlikimui, kadangi turi didelę garso signalo generavimo kontrolę suteikiančius nustatymus ir 8 skirtingas signalo išvestis.

Kitas itin svarbios reikšmės modulis, kuris dažnai yra neišvengiamas ir modulinės sintezės, ir kitose standartinėse muzikos sistemose – tai pagrindinio tempo (angl. *master clock*) elementas. Šio darbo metu kuriamoje muzikinėje sistemoje tai yra gamintojo *Impromptu* grandininis muzikinio tempo generavimo modulis *Clocked*, turintis svingo (angl. *swing*), tempo užlaikymo (angl. *clock delay*) ir garso impulso trukmės (angl. *pulse width*) reguliavimo funkcijas. Šis modulis yra būtinas norint nustatyti muzikinio projekto tempą garso dūžių per minutę (angl. *beats per minute*) matavimo vienetais bei yra reikalingas paleidimo (angl. *play*), sustabdymo (angl. *stop*), atstatymo (angl. *reset*) komandų vykdymui, kuriomis bus valdomi sisteminiai moduliai. Be pagrindinės funkcijos *Clocked* gali veikti ir kaip antrinis tempo modulis, paklūstantis dominuojančiam tempo moduliui. Tokiu atveju *Clocked* galėtų funkcionuoti kaip tempo dalytuvas (angl. *clock divider*) leidžiantis išskirstyti įeinantį ar vidinį BPM tempą į 3 atskiras sekcijas, kurių kiekvienoje būtų galima atskirai konfigūruoti tempo skaidymo ar dauginimo proporcijas. Visi aptarti antros modulinės eilės (garso efektų, jų moduliavimo ir tempo) moduliai yra pavaizduoti 8 paveiksle.



8 pav. Antroji bazinio bloko modulių eilė

Trečią ir paskutinę numatytą bazinio bloko garso modulių eilę sudarys įvairūs funkciniai garso moduliai bei kiti techniniai įrankiai ir priemonės.

Atsižvelgus į tai, jog turimas garso pultas *MixMaster* nors ir turi galimybę atlikti aukštų ir žemų dažnių kirpimo funkcijas kiekviename individualiame garso takelyje, tačiau pasirinkta praplėsti ekvalizavimo (garso dažnių balansavimo) galimybes prijungiant prie garso pulto papildomą gamintojo *Mindmeld* modulį *EqMaster*. Pasitelkus šį modulį, atsiranda galimybė atlikti pilno dažnių spektro ekvalizavimo procesus visiems atskiriems *MixMaster* pulto kanalams. Net ir netaikant dažnių ekvalizavimo, *EqMaster* gali būti naudojamas kaip dažnio atsako analizatorius (angl. *frequency response analyzer*), kuris vaizdiškai pateikia visų garso signalo kanalų pilno diapozono dažninės rodmenis. Po *EqMaster* ekvalaizerio garso signalų grandinėje toliau seka modulis *BassMaster*. Tai dviejų dažnių juostų erdvizatorius (angl. *spatializer*), leidžiantis atskirti garso dažnių spektrą į dvi juostas ir individualiai kontroliuoti jų stereo lauko pločius (angl. *stereo image width*). Tai labai naudingas įrankis, dažnai pasitelkiamas kūrinio elementų suvedimo ir galutinio garso suderinimo (angl. *mastering*) etapuose. Jis leidžia sukontroliuoti žemų dažnių juostą ir susiaurinti ar praplatinti aukštų dažnių juostą, jei tam yra poreikis. Po šio modulio nuspręsta įdėti garso kompresorių *Pressor* (gamintojas *Bogaudio*), kuris suteiks galimybę suvaldyti iš garso pulto išeinančio pagrindinio garso kanalo signalo dinaminį diapozoną. Papildomai garsumo kontrolei pasitelkiamas kūrėjų *Submarine* pagamintas garsumo indikatorius *VM-202*. Tai vintažinį, analoginį garso lygio matuoklį (angl. *volume unit meter*) primenantis virtualus modulis, kuris turi papildomą matuoklio kalibravimo funkciją. Jis bus naudingas siekiant sureguliuoti garso lygius skirtinguose kūrybiniuose ar techniniuose etapuose.

Paskutinė bazinio bloko sekcija susideda iš garso įrašinėjamą atliekančių ir su šia funkcija susijusių modulių. Pagrindiniai trys komponentai įtraukti į muzikinę sistemą – tai gamintojo *NYSTHI* stereo ir daugiakanalio garso įrašymo prietaisai *Stereo Recorder 2* ir *MultiTrack Recorder*, o įrašomų kanalų konfigūravimui pasirinktas 16 garso kanalų matricos pultas *SWITCH1616* (gamintojas *Bogaudio*). Iš *MixMaster* garso pulto išvesti kanalai buvo nukreipti į *SWITCH1616* garso skirstymo matricą. Iš jos galima pasirinkti, kuriuos signalus išvesti į matricos garso išvestis, o kurių ne. Matricos išvestys vėliau prijungtos prie *NYSTHI* garso įrašinėjimo modulių. Stereo kanalo įrašytuvo tikslas užfiksuoti pasirinktų garso elementų susumuotą rezultatą, o daugiakanalio įrašymo prietaiso – atskirus garso takelius. Kad būtų galima sklandžiai ir sinchronizuotai vykdyti garso įrašinėjimo procedūras, tam tikslui naudojami trys AS kūrėjų virtualaus CV signalo valdymo ir generavimo įrankiai. Pirmasis modulis *LaunchGate* – tai signalo srauto pradžios skaitiklis, kurį tarpusavyje sujungus su kitais dviem moduliais ir sistemos tempo modulių, jis tampa prieštakčio skaitikliu. Juo galima pasirinkti ir nustatyti norimą taktų kiekį, kuris turės praeiti nuo tempo modulio veikimo pradžios iki kol bus pradedamas įrašinėti garsas. Antrojo modulio *Flow* paskirtis – leisti pasirinkti garso įrašinėjimo

rėžimą (stereo, daugiakanalio ar abiejų modulių). Trečiasis *Triggers MKI* suprojektuotas veikti kaip įrašėjimo aktyvavimo prietaisas. Pastarasis yra visų trijų AS modulių sekos gale ir tik juo galima aktyvuoti su sistemos tempu susinchronizuotą arba spontaniškai (rankiniu būdu) pradėtą garso įrašėjimą. Trečiosios eilės modulių seka yra pateikta 9 paveiksle.



9 pav. Trečioji bazinio bloko modulių eilė

Projektuojant muzikinę modulinę sistemą, sutelktas dėmesys į papildomą organizuotumą ir sistemos optimizaciją – įvestas spalvinis laidų žymėjimą (angl. *color code*) ir priskirtos etiketes su sutartiniais terminais kiekvienam moduliui. Spalvinis žymėjimas padės atskirti atitinkamos spalvos kabeliu tekančio signalo tipą ar paskirtį (pvz., garso, impulsų, garso aukščio verčių ar moduliacijos signalai). Etikečių priskyrimas moduliams užtikrins lengvesnį orientavimąsi muzikinės sistemos aplinkoje. Šiam tikslui įgyvendinti naudojami įrankiai *ColorScheme* (gamintojas *ModularFunghi*), *WM-101* (gamintojas *Submarine*) ir *GLUE* (gamintojas *stoermelder*). Spalviškai sužymėta ir sutartiniais pavadinimais užvardinta pilnos bazinio bloko muzikinės sistemos iliustracija yra pateikta 10 paveiksle.



10 pav. Bazinis muzikinės sistemos blokas

Turint visiškai sukomplektuotą muzikinės sistemos bazinę sudėtį, bus atliekamas pirmasis muzikinis praktinis bandymas, kuriuo išmėginsime ir bandysime įvertinti turimo muzikinės sistemos prototipo galimybes. Šiam muzikiniam pavyzdžiui (žr. 11 paveikslą) bus pasitelktas pusiau modulinis išorinis analoginis sintezatorius *Minibrute2S*, kuris sukurtas prancūzų kompanijos *Arturia*.



11 pav. Sinteziatorius *Minibrute2S*

Melodinei frazei sukurti pasitelkiami *Muzikinio kauliukų žaidimo* šanso būdu sugeneruoti rezultatai. Jais nusakomos natų aukščio vertės, kurios suprogramuojamos sintezatoriumi *Minibrute 2S*. Tarkime, kad pasirinkama trečia *Muzikinio kauliukų žaidimo* sugeneruota seka, kurią sudaro 9 natos (pastaba: angliškuoju žymėjimu): D# - G - F# - E - D# - F - A - A - A.

Sinteziatoriumi suprogramavus pastarąją melodinę seką, naudojant sukurta garso sąsają, *Minibrute 2S* prijungiamas prie muzikinės sistemos. Garsas bus perduotas per garso kortos įvestis.

Garso pavyzdys *Bazinis blokas Minibrute 2S* (žr. 1 priedą) yra pirmasis praktinis muzikinis bandymas iš magistrinio projekto kūrybinio darbo pavyzdžių. Šiame pavyzdyje buvo siekiama praktiškai išbandyti konstruojamos muzikinės sistemos veikimą ir pasitelkti kuo daugiau sistemos siūlomų įrankių ir funkcijų, kuriuos dabartinėje studijoje galėjo pasiūlyti prototipas. Kūrybinio proceso metu, į garso pultą buvo išvesta *Minibrute 2S* sintezatoriumi generuojama melodija. Įeinančio signalo garsumas buvo optimizuotas garso įrašinėjimui su įvairių garso stebėsenos ir matavimo įrankiais. Sinteziatoriaus generuojamam signalui taikytos įvairios garso apdorojimo procedūros. Nuspręsta pakirpti itin žemus ir žmogui beveik negirdimus dažnius, kuriuos skleidė sintezatorius; vėliau signalas buvo manipuluojamas garso efektais – *Debriatus* moduliui taikyta subtili saturacija; garso procesoriumi *Texture Synthesizer* su pasirinktu granulinės sintezės algoritmu ir efekto parametru moduliacija buvo pasiekti tarsi ritminiai pasikartojimai ir garso fragmentų erdviniai atspindžiai; galiausiai, girdimam rezultatui buvo periodiškai taikoma reverberacija, kuri „sausai“ skambančiam signalui suteikdavo siurrealistinės erdvės efektą. Pastarieji garso efektų taikymo veiksmai yra bene ryškiausiai pastebimi praktiniame bandyme atlikti veiksmai. Po garso efektų nustatymo ir taikymo buvo būtina sukonfigūruoti kompresoriaus modulį, kuriuo būtų galima sukontroliuoti dinaminį garso diapozoną ir šis modulis taip pat padėtų išvengti su garsu susijusių nepageidautinų šalutinių efektų (harmonis iškrypimas, netolygus garso lygis ir kt.). Galiausiai, viską liko įrašyti moduliui *MasterRecorder2*, prieš tai signalų matricijoje pasirinkus garso kanalą ir nustačius reikiamus garso įrašymo parametrus.

Galima teigti, kad pirmasis praktinis bandymas atskleidė labiau techninius ir funkcinius muzikinės sistemos veikimo rezultatus, nei kad kūrybinius ir estetinius. Šio bandymo metu buvo sėkmingai įgyvendinta užduotis – sugroti *Muzikinio kauliukų žaidimo* metu sugeneruotą natų seką pasirinktu

instrumentu (*Minibrute 2S*). Garso balansas buvo suderintas įvairiai techniniais įrankiais, o pats garso signalas vėliau dar ir papildomai apdorotas garso efektų, procesorių moduliais. Visas procesas buvo dokumentuojamas įrašant garsą moduliu *MasterRecorder 2*. Šis praktinis pavyzdys atskleidė bazinio bloko trūkumus ir (ar) pateikė galimus patobulinimo variantus ateičiai. Atlikus praktinį bandymą buvo pastebėta, kad norint ateityje pasitelkti išorinius instrumentus, tokius kaip *Arturia Minibrute 2S*, į bazinę sudėtį galėtų būti įtrauktas garso tono derintuvo įrankis. Kaip jau pažymėta, *Minibrute 2S* yra analoginis pusiau modulinis sintezatorius, vadinasi, jame esančius garso generatorius (angl. *oscillator*) reikia suderinti. Dirbant su analoginio pobūdžio garso generavimo šaltiniais yra įprasta praktika, jog prieš pradėdant dirbti, tokiems garso generatoriams privalu pasiekti reikiamą temperatūrą, kitaip tariant, jiems būtina „pašilti“, kad garso generavimo šaltinio skleidžiamas garsas ir jo aukštis susinormalizuotų. Tik tada galima imtis tokių įrankių kaip tono derintuvas, kuris leistų suderinti sintezatorių pagal muzikinę tonaciją. Šią problemą galima nesunkiai išspręsti įterpus į muzikinę sistemą tono derinimo modulį, pavyzdžiui, gamintojo *NYSTHI* tono derintuvą *HotTuna*, kuris pavaizduotas 12 paveiksle.



12 pav. Tono derintuvas *HotTuna* (gamintojas *NYSTHI*)

Kitas gan aktualus pastebėtas aspektas yra susijęs su garso įrašinėjimo funkcijomis ir jų trūkumais. Jei kalbėsime konkrečiai apie muzikinės sistemos galimybę atlikti daugiakanalį įrašymą, tai ši sistema iki šiol yra sukomutuota taip, kad galėtų įrašyti tik neapdirbtus garso šaltinius (neužfiksuojant garso efektų apdorojimo takelių). Kartais tai gali būti naudinga funkcija ir to gali pakakti (jei toks yra sumanymas), tačiau kitais atvejais reikėtų atsižvelgti į šią pastabą (ypač jei norima išsaugoti muzikinių bandymų rezultatus su efektais, kurie vėliau galėtų būti naudojami išorinėje – ne šios muzikinės sistemos aplinkoje). Šį pastebėjimą galima taip pat nesunkiai išspręsti prie esamų garso įrašinėjimo modulių pridėjus kelis papildomus garso įrašymo ir CV signalo valdymo ir generavimo įrankius.

Dar vienas pastebėjimas (kuris yra pasirinktinasis) yra susijęs su parametru moduliacijos procedūromis. Modulis *8FO*, atliekantis garso efektų parametru moduliavimą šiame praktiniame bandyme pasirodė ganėtinai ribotas ir nepakankamas, galimai dėl šiam moduliui įprastos didelės signalų valdymo kontrolės. Galimybė suvaldyti ir nuspėti garso moduliavimo šaltinį yra geras bruožas, tačiau šioje sistemoje vykstančiuose garso efektų automatizacijos procesuose, atsižvelgus į tai, kaip yra sukomutuoti laidai, keliaujantys iš moduliacijos šaltinio į tam tikras, specifines garso efektų

parametrų įvestis, labiau nedeterminuotas moduliacijos šaltinis galėtų suteikti įmantresnių ir nenuspėjamesnių muzikinių rezultatų. Šiai situacijai yra net keli sprendimai. Pirmasis – pakeisti modulį *8FO*, kitu moduliu *LFO*. Antrasis variantas – šalia esamo modulio papildomai integruoti aukštesniu nederminuotumo lygiu pasižymintį modulį *LFO* (aleatoriniais, probabilistikos ar sudėtingais matematiniais, fizikos, kitos srities principais veikiantis modulis). Vienas iš galimų variantų – tai gamintojo *Vult* LFO tipo modulis *Caudal*, kuris pavaizduotas 13 paveiksle. Tai chaotiško pobūdžio garso signalų generavimo šaltinis, pagrįstas kelių segmentų švytuoklės modeliu. Šio modulio branduolys pasižymi išsamiau švytuoklės sistemos modeliavimu, iš kurio galime gauti įvairiausių matavimus, tokius kaip segmentų kampiniai greičiai ir jų padėties. Šiuo moduliu galima pasiekti labai natūralius svyravimus, kurie yra tarpusavyje glaudžiai susiję dėl šios sistemos pobūdžio.



13 pav. LFO modulis *Caudal* (gamintojas *Vult*)

Paskutine pastaba aptarti muzikiniai rezultatai iš garso pavyzdžio *Bazinis blokas Minibrute 2S* (žr. 1 priedą). Nors ir žinoma, kad šis praktinis bandymas buvo orientuotas į muzikinės sistemos techninių ir funkcinių savybių nagrinėjimą, tačiau svarbu pabrėžti, kad vieno garso šaltinio pasitelkimas, vertinant iš kūrybinės, estetinės eksperimento pusės buvo nepakankamas. Taip yra iš dalies dėl jau aptartos riboto garso parametrų moduliacijos pobūdžio ir taip pat dėl pavienio garso elemento (*Minibrute 2S*) nesugebėjimo užpildyti didesnės garso dažninės apimties. Rezultatai nebuvo itin informatyvūs ir atskleidžiantys didesnę muzikinės sistemos potencialą. Remiantis praktine patirtimi, tokio reiškinių pasekmes buvo galima nuspėti iš anksto, tačiau atsižvelgiant į faktą, jog ši problema automatiškai bus išspręsta tolimesniuose sistemos projektavimo etapuose, kai bus integruojama ir prie sistemos prijungiama vis daugiau garso elementų, kurie užpildys vis didesnę garso dažninę spektrą, todėl į šį reiškinių pirmojo praktinio bandymo metu nebuvo sureaguota.

3.2. Estetikos blokas

Turint sukonstruotą ir jau praktiškai išbandytą, technines ir funkcines garso komutavimo, apdorojimo, dokumentavimo ir kitas procedūras gebančią atlikti bazinę muzikinės sistemos sudėtį, tolimesniame muzikinės sistemos projektavimo etape dėmesys bus skiriamas estetinių garso komponentų integravimui į turimą muzikinės sistemos prototipą. Kalbant apie estetikos bloką, tikslingiausia būtų teigti, jog didžiąją šio bloko elementų dalį sudarys garso šaltiniai ir tiksliniam jų panaudojimui reikalingi garso įrankiai, pagalbiniai funkciniai moduliai. Šį bloką apimantys moduliai bus tiesiogiai susiję su garso

dizaino veiklomis, įskaitant garso tembrų kūrimą, tonų liejimą, kombinavimą ir sintezavimą. Tokio pobūdžio veiklose vykdomi procesai nors ir reikalauja nemažai techninių žinių, įgūdžių, tačiau priimami sprendimai ir galutinių muzikinių rezultatų sėkmingumas neretai priklauso nuo dizainerio (vartotojo) estetinio suvokimo lygmens.

Modulinės sintezės aplinkoje dažnas garso generavimo šaltinis yra osciliatoriaus tipo modulis (prietaisas, kuris geba generuoti elektrinius, mechaninius virpesius). Osciliatorius galima rasti kiekviename muzikiniame sintezatoriuje, nes tai vienas iš pagrindinių sintezatoriaus sudedamųjų komponentų. *VCV Rack* platforma šiuo metu pateikia daugiau nei 240 skirtingų osciliatorių. Šio pobūdžio prietaisai paverčia elektros įtampą garsu, o kitus su garso aukščiu, generavimu ir garso tonų sintezavimu susijusius osciliatoriaus aspektus galima kontroliuoti modulių gamintojų numatytais parametru rankenėlėmis ir CV signalais. Be osciliatorių kitais garso šaltiniais gali būti garso generavimo, atkūrimo įrankiai, tokie kaip garso mėginių atkūrimo prietaisai – sempleriai (angl. *sampler*) ar VST formato garso įskiepai. Projektuojamame estetikos bloke yra numatyta integruoti po kelis garso generavimo modulius iš kiekvieno minėtųjų garso šaltinių tipų. Ši preliminari vizija leis išmėginti ir įvertinti skirtingo pobūdžio garso generavimo šaltinius praktinių bandymų metu. Vėliau įvertinus kiekvieno iš panaudotų modulių tinkamumą ir naudingumą muzikinės sistemos kontekste bus priimti sprendimai palikti, atsisakyti ar papildomai pridėti pasirinktų tipų garso modulius į estetinį bloką. Garso generavimo moduliai neretai dėl sudėtingų sintezavimo ir realiu laiku vykdomų garso apdorojimo ir (ar) emuliacijos procesų pareikalauja nemažai kompiuterio resursų. Todėl norint užtikrinti bendrą muzikinės sistemos funkcionalumą, kruopštus ir argumentuotas tinkamiausių modulių pasirinkimas šiame etape yra itin svarbus.

Pirmasis estetinio bloko modulis, kurį buvo nuspręsta integruoti į sistemą – tai osciliatoriaus tipo modulis *Palette* (gamintojas *Atelier*), kuris pavaizduotas 14 paveiksle.



14 pav. Makroosciliatorius *Palette* (gamintojas *Atelier*)

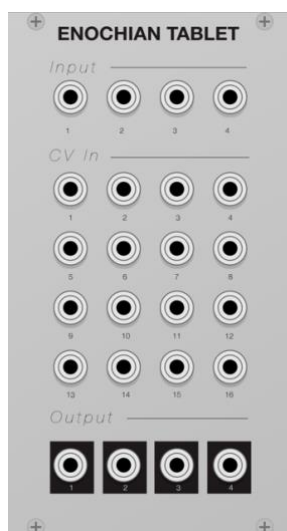
Pagal fizinio pavidalo *Plaits* (gamintojas *Mutable Instruments*) makroosciliatoriaus modelį pagamintas ir *VCV Rack* platformai modifikuotas garso generavimo šaltinis. Dėl įmantrios vidinės

konstrukcijos ir šiuo prietaisu atliekamo tembrų generavimo procesų sudėtingumo, šį modulį bendru sutarimu nutarta vadinti makroosciliatoriumi. Skirtingai nei tipinis osciliatorius, modulis *Palette* pasižymi dviem vidiniais osciliatoriais, integruotais filtrais, elektros įtampa valdomais garso stiprintuvais, garso bangformės (angl. *waveform*) formavimo ir kitomis funkcijomis. Įprastoje modulinės sintezės aplinkoje visoms išvardintoms ir dar neminėtomis funkcijoms atlikti prireiktų keliolikos ar net keliasdešimt skirtingų modulių, tačiau šis įmantraus dizaino skaitmeninės sintezės modulis savyje talpina visus minėtus aspektus, kurie nebūdingi įprastam osciliatoriui. Todėl tokio tipo moduliai kaip *Palette* ar *Plaits* yra laikomi didesnės apimties, kompleksinio funkcionalumo osciliatoriais (makroosciliatoriais). Pasižymėdamas įmantriomis savybėmis modulis *Palette* suteikia galimybę vykdyti net 16 gilaus pobūdžio garso sintezavimo modelių. 8 garso sintezavimo algoritmai dedikuoti tiesioginiam darbui su garso aukščiu susijusiais „muzikaliais“ garsais. Pastarieji 8 algoritmai apima virtualios analoginių osciliatorių emuliaciją, FM (angl. *frequency modulation*) tipo sintezės su nuolat kintančiu grįžtamoju ryšiu (angl. *variable feedback*), formantų moduliavimo (remiantis istoriškai garsių gamintojų sukurtais rezonansiniais filtrais), pridėtinės sintezės, akordų generavimo su padalijama stygų ir (ar) vargonų emuliacija, kalbos sintezės algoritmų rinkinio ir kitus garso sintezės modelius. Likusieji 8 sintezės modeliai skirti perkusinio pobūdžio garso elementų kūrimui, pasitelkiant granulinės sintezės principus ir įvairių tipų triukšmo šaltinius minėtiesiems garsams suformuoti. Su visomis aprašytomis *Palette* savybėmis, šis modulis užtikrina galimybę ne tik patenkinti išrankiausio vartotojo poreikius, bet ir atlikti itin plataus spektro, sudėtingo pobūdžio garso dizaino procedūras. Turbūt kaip ir pats modulio pavadinimas *Palette* sufleruoja, šiuo įmantrių modulių vartotojui atsiveria galimybės sukurti išties garso tembrų paletes. Viena iš esminių problemų, su kuria yra neretai susiduriama modulinės sintezės aplinkoje, tai sudėtingas ar net visai neįmanomas konkrečių sintezatoriaus ar sistemos nustatymų ir atitinkamų jų būsenų tikslus fiksavimas ir išsaugojimas. Taip yra dėl modulinės sintezės veikimo specifikos. Moduliai sąveikauja ir yra valdomi kintančios elektros įtampos signalais, kuriuos užfiksuoti dabartiniu momentu yra per sudėtinga. Tiek fiziniėje, tiek virtualioje modulinėje platformoje su garso signalų įvestimis ir išvestimis susijusias komutacijas galima dokumentuoti užsirašant komutavimo sekas ant popieriaus lapo ar naudojant kitas priemones (pvz., nufotografuoti signalų jungimo grandines). *VCV Rack* programa leidžia išsaugoti iš anksto nustatytų nustatymų šablonus – presetus (angl. *preset*), bet tai galima atlikti tik su moduliuose esančiomis parametru rankenėlių pozicijomis, o ne CV signalų vertėmis. Laimei, gamintojai *Magus Instrumentalis* sukūrė alternatyvų sprendimą šiai problemai spręsti – tai komercinis modulis *Ars Memorium*, pavaizduotas 15 paveiksle.



15 pav. Komercinis modulis *Ars Memorium* (gamintojas *Magus Instrumentalis*)

Ars Memorium yra daugiavfunkcinis modulis, kurio pagrindinė paskirtis – išsaugoti preciziškas CV signalais vykdomas nustatymų būsenas. Išsaugotas būsenas vėliau galima išsikviesti (angl. *recall*) ir sėkmingai panaudoti tolimesnėse sesijose. Viena iš svarbiausių šio modulio įterpimo į sistemą priešasčių – tai galimybė užfiksuoti tiksliai CV signalų vertes, kurios būtų tiesiogiai panaudojamos garso dizaino, garso aukščio, moduliacijos ir kitose paskirtyse. Ši būsenos išskvietimo matrica (angl. *state recall matrix*) neapsiriboja vien tik šia ypatybe. *Ars Memorium* gali būti naudojamas ir kaip daugialypis funkcijų generatorius. Kitaip tariant, šis modelis gali vykdyti kažkokią lygtį, pvz., sukurti periodinę bangos formą tokią, kaip sinusoidinę bangą arba sukurti signalo pakilimą ir kritimą reaguojant į įeinantį garso impulsą. Be būsenų išsaugojimo ir išsikvietimo parametrų, *Ars Memorium* pasižymi dar viena ypatinga savybe – interpoliacija, kurią galima naudoti tarp jau užfiksuotų būsenų. Matematikoje (skaitinės analizės srityje) interpoliacija yra laikoma kaip įvertinimo tipas ir metodas, kuriuo sukuriama naujų duomenų taškai jau žinomų duomenų taškų ribose. Siekiant geriau suprasti ne tik *Ars Memorium* funkcionalumą, bet ir joje slypinčių sudėtingų matematinių savybių veikimo principus modulinės sintezės kontekste, pateikiama ši iliustracinė situacija. Pavyzdžiui, nusprendžiama pasitelkti jau nagrinėtą makroosciliatorių *Palette* garso dizaino praktiniame eksperimente, kurio tikslas sukongigūruoti ar atrasti naujus garso skambesius. Tai galėtume atlikti pasitelkdami LFO ar kito tipo modulius, kurie generuotų parametrų moduliacijai reikalingus CV signalus. Esminis skirtumas tarp moduliaciją vykdančių modulių ir *Ars Memorium* yra tas, kad net ir su moduliacija būtų pasiekti įdomūs ir (ar) kompleksiška skambantys rezultatai, tačiau jų nebūtų įmanoma užfiksuoti ir abejotina, ar ateityje pavyktų atkartoti identiška moduliacijos būdu sugeneruotų CV signalų būseną. *Ars Memorium* atveju patikusius rezultatus galima būtų ne tik užfiksuoti, bet išsaugojus kelias patikusias nustatymų būsenas, interpoliacijos metodas leistų laipsniškai ir nuosekliai pereiti iš vienos nustatymų būsenos prie kitos (morfuoti). Tai suteiktų dar platesnes galimybes, galinčias pasiūlyti iki tol neatrastų, naujų ir (ar) inovatyvių sprendimų. Kitas modulis, kuris įeina į tą pačią komercinę *Magus Instrumentalis* modulių kolekciją, kurios pavadinimas *Polymaths* yra *Enochian Tablet* (žr. 16 paveikslą).



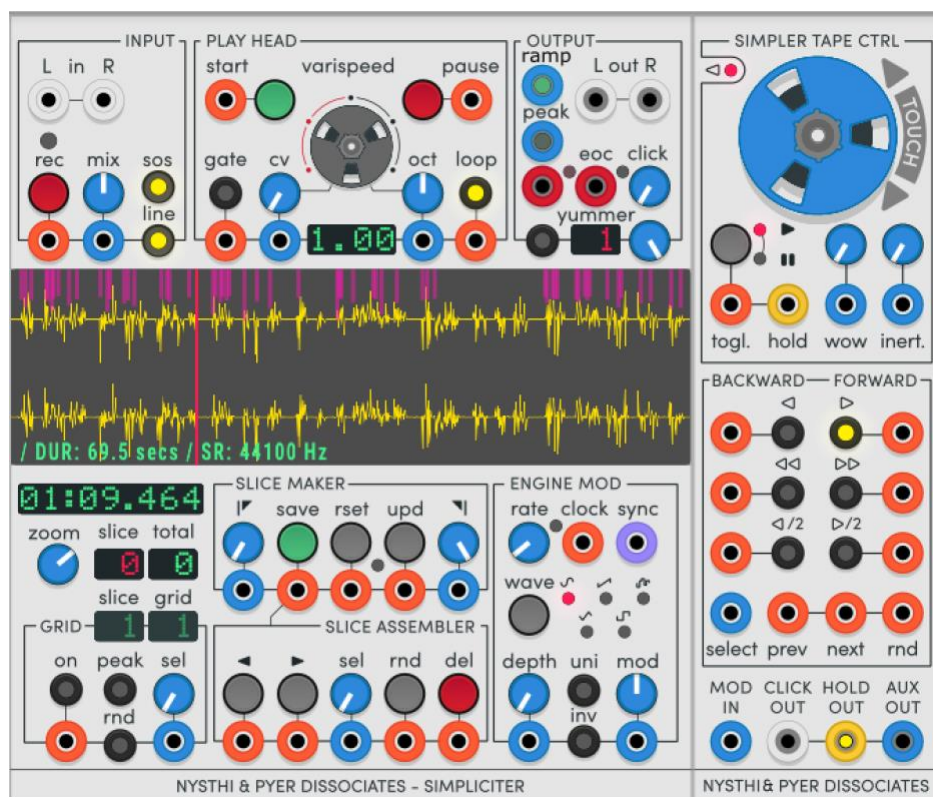
16 pav. *Enochian Tablet* (gamintojas *Magus Instrumentalis*)

Tai matricos tipo garso signalų pultas – maišytuvas. Šiame modulyje yra 4 signalų įvestys ir 4 išvestys, o tarp jų 16 CV signalų įvesčių. Kurdami šį modulį gamintojai atsižvelgė į tai, kad jis geriausiai veiktų su moduliu *Ars Memorium*, kuris pasižymi 16 CV signalų išvestimis, tačiau kaip ir įprasta modulinėje sintezėje, *Enochian Tablet*, kaip ir bet kurį kitą modulį, galima panaudoti visai

kitais tikslais nei gamintojo nurodyta paskirtis. Mūsų projektuojamos muzikinės sistemos situacijoje *Enochian Tablet* buvo nuspręsta naudoti kartu su *Ars Memorium*, kuriuo būtų galima valdyti, lieti ir kitaip kombinuoti į modulį *Enochian Tablet* įeinančius garso signalus. Iš pažiūros neįspūdingai atrodantis modulis pasitelkus kūrybingumą galėtų pasitarnauti itin naudingai. *Enochian Tablet* dėl jam įprastų 16 CV signalų įvesčių gali tariamai veikti kaip 16 atskirų, CV signalais kontroliuojamų garso signalų stiprintuvų (VCA). Esminis skirtumas tas, kad šis modulis, kaip jau žinoma, turi 4 garso išvestis, tad tikslingiau jį vadinti matricos tipo garso signalų maišytuvu, kuris suteikia galimybę įvairiais būdais kombinuoti 4 ir mažiau įeinančių garso signalų su 16 CV įvesčių. Pavyzdžiui, jei estetikos bloke įterptume antrą *Palette* makroosciliatorių ir vietoje susumuoto garso signalo išvesties panaudotume po dvi atskiras išvesties jungtis, jas prijungus į *Enochian Tablet*, viso turėtume 4 skirtingų įeinančių garso signalų įvestis. Kartu su 16 CV kontroliavimo jungčių, AM (angl. *amplitude modulation*) moduliacijos principu būtų galima išgauti naujus garso darinius, o jų nustatymų būsenas galėtume valdyti ir išsaugoti *Ars Memorium* moduliu. Be to, išsaugojus kelias būsenas ir pasitelkus interpoliaciją būtų galima pasiekti kūrybiškus rezultatus. Vienas iš variantų – sukurti garso judesio erdvėje efektą, kuris statiškam garso šaltiniui suteiktų dinamikos ir pridėtų „gyvumo“. Kitas būdas tai galimybė paversti turimą modulinę sistemą kvadrofoninio garso sistema – tikslingai liejant ir paskirstant visų įeinančių garso signalų proporcijas kiekvienai iš 4 garso išvesčių. Trečias, netradicinis būdas – pasitelkti *Ars Memorium* ir *Enochian Tablet* „duetą“ kaip muzikinės struktūros kūrimo įrankį linijinio arba netiesinio (angl. *non linear*) tipo muzikai kurti. Pasitelkiant abu modulius būtų galima valdyti įvairiausių kūrinio parametrus apimančius įvairialypių tembrų kontrolę, garso elementų atsiradimą ir išnykimą pasirinktoje laiko atkarpoje ir pan. Šiuos ir kitus valdymo aspektus galima kontroliuoti *Ars Memorium* modulyje esančiame dvimatės erdvės langelyje rankiniu būdu sukiojant X ir Y rankenėles ir naudojant MIDI kontrolerį, valdymo svirtį (angl. *joystick*) ar kitus prietaisus. Taip pat galima pasitelkti *VCV Rack* platformoje siūlomus modulius arba automatizuotus procesus, tokius kaip kintantys LFO moduliais generuojami signalai, funkcinų generatorių kuriami CV signalai ir daugelio kitų moduliacijos tipų signalai. Projektuojamame estetiniame bloke nuspręsta integruoti tris skirtingus dvimatėje X ir Y ašių plotmėje veikiančius modulius. Pirmasis modulis *Orbitones* (gamintojas *Sha#Bang! Modules*) yra fizikiniais dėsniais veikiantis LFO modulis, turintis 4 skirtingus pritraukėjus (angl. *attractor*). Antrasis modulis *XY Pad* (gamintojas *JW-Modules*) yra taip pat LFO modulis, kuriame galima nupiešti įvairias moduliacijos kreives, jas išsaugoti, o trečiasis modulis *XY* (gamintojas *Voxglitch*) veikia kompiuterinės pelytės valdymo principu, kuriuo galima generuoti moduliacijos signalus vedžiodant pelytę po *XY* modulio langelį.

Kitas garso šaltinių tipas, kurį nagrinėsime, o taip pat integruosime į konstruojamos muzikinės sistemos estetikos bloką – tai garso sempleriai. Pirmasis šios kategorijos modulis – *Simpliciter* (gamintojas *NYSTHI*). Tai daug pažangių ir sudėtingų garso atkūrimo ir apdorojimo funkcijų turintis garso mėginių grotuvas. Šis *semplaris* pasižymi ne tik konvenciniam garso semplavimo (garso mėginių ėmimo) prietaisui būdingomis savybėmis, bet pasitelkus modulinės sintezės aplinkos privalumais *Simpliciter* gali tapti dar įmantresniu instrumentu. Juo galima įrašinėti garso pavyzdžius, juos skaidyti į garso daleles (angl. *slices*) rankiniu būdu arba automatiškai pagal semplerio išanalizuotus pereinamuosius atskaitos taškus (angl. *transients*). Garso mėginių ir jų dalelių atkūrimas gali būti nuoseklus, bet taip pat ir grįstas atsitiktinumumu, kas gali privesti prie nenuspėjamų rezultatų. Moduliui *Simpliciter* galima ne tik įrašyti garso įrašus, bet ir importuoti esamus garso įrašus iš išorinių aplankų *AIFF* ir *WAV* garso formatais. Taip pat yra funkcija leidžianti atkurti turimą garso failą, tuo pat metu jį sluoksniuojant su įeinančiu gyvu garsu, kuris atkeliauja per semplerio garso įvestį. *Simpliciter* galima vykdyti įvairaus pobūdžio išorinę parametrų moduliaciją, bet taip pat ir vidinę.

Dauguma CV signalų įvesčių leidžia valdyti beveik visus šio prietaiso aspektus – nuo įrašėjimo pradžios aktyvavimo iki garso failo atkūrimo greičio moduliacijos, nedeterminuoto garso dalelių atkūrimo ir kt. *Simplificiter* turi ir vidinę garso atkūrimo „variklio“ moduliavimo skiltį, kuria galima įvairiai manipuluoti esamą garso įrašą pasitelkiant tono pokyčių ir laiko tempimo algoritmus. *NYSTHI* kūrėjai yra sukūrę juostinio magnetofono stiliaus plėtinį – valdiklį *SimplerTapeControl*, kuris prie pagrindinio modulio prijungiamas tokiu pat principu kaip ir baziniame sistemos bloke aptarti garso pultas *MixMaster* ir jo plėtinys *AuxSpander*. *SimplerTapeControl* valdikliu galima pasiekti mechaninio semplerio vykdymą primenančius rezultatus. Jis emuliuoja juostiniams magnetofonams būdingą plazdėjimo (angl. *flutter*) efektą, taip pat ir juostos ritės sukimosi inercijos efektą, kuris sukuria nepastovaus ir dažnai nežymiai kintančio įrašo atkūrimo greičio pojūtį. Kadangi šis modulis yra tik papildomas plėtinys, jo naudojimas su *Simplificiter* yra neprivalomas, tačiau galėtų praversti siekiant tikslinių, kūrybinių rezultatų, susijusių su mechaninių semplerių ir juostinių magnetofonų imitavimu. Šių dviejų modulių junginys pavaizduotas 17 paveiksle.



17 pav. Garso sempleris *Simplificiter* ir juostinio magnetofono stiliaus valdiklis – plėtinys *SimplerTapeControl* (gamintojas *NYSTHI*)

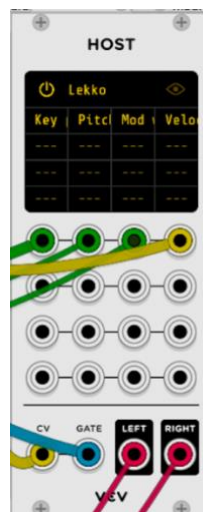
Kitas į muzikinę sistemą integruotas garso modulis *Radio Music* (gamintojas *modular80*) yra nesudėtingo ir aiškaus dizaino garso sempleris. Šis sempleris yra oficiali fizinio pavidalo, *Eurorack* formato modulio *Radio Music* (gamintojas *Music Thing Modular*) modifikacija, kuri buvo sukurta tikslu imituoti radijo imtuvo prietaisą (žr. 18 paveikslą).



18 pav. Garso sempleris *Radio Music* (gamintojas modular80)

Skirtingai nuo *Simplificiter*, šis modulis neturi galimybės įrašinėti įeinančio garso, tad semplavimas vyksta įkeliant garso failus iš išorinių direktorijų. *Radio Music* turi dvi parametrų valdymo rankenėles (*Station* ir *Start*) ir vieną mygtuką (*Reset*), o taip pat tris CV signalų įvestis, kurios naudojamos minėtų parametrų kontroliavimui. Įkėlus pasirinktus garso failus ar visą jų aplanką, *Station* parametro rankenėle galima naršyti tarp garso įrašų, o kita rankenėlė *Start* leidžia nustatyti garso failo atkūrimo pradžios tašką. Mygtukas *Reset* veikia kaip trigeris, impulsas, kuris aktyvuoja garso įrašo atkūrimą. Šis nesudėtingo veikimo principo modulis puikiai tinka ilgos trukmės garso įrašų atkūrimui, o kelių vienodų modulių kombinacija ir papildoma CV signalų moduliacija leidžia eksperimentuoti su labiau neapibrėžtomis ir (ar) tikimybinėmis skirtingų garso fragmentų kombinacijomis, kurios gali virsti įdomiomis, sodriomis tekstūromis ar itin kapotais, daugiasluoksniais muzikiniais rezultatais. Muzikinėje sistemoje buvo pasirinkta panaudoti tris *Radio Music* modulius, kurių kiekvieno garso išvestis buvo nukreipta į skirtingus garso gaubtinės formavimo modulius ir garso signalo stiprintuvus. Šie papildomi garso formavimo ir jo signalo apdorojimo įrankiai suteikia dar daugiau kūrybinės kontrolės susijusios su *Radio Music* moduliais gautais rezultatais.

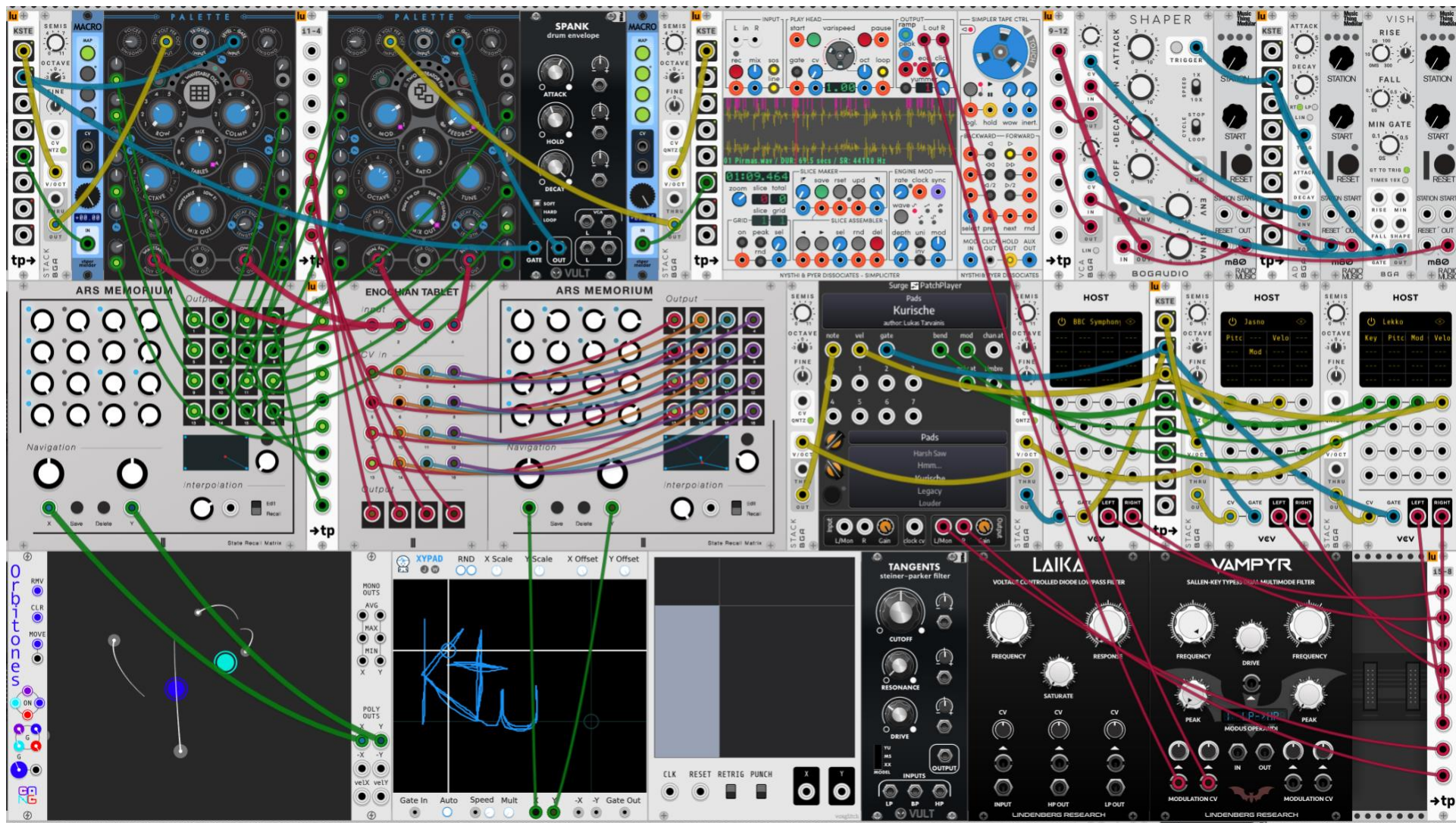
Kitą garso šaltinių kategoriją sudaro VST įskiepių formatą palaikantis vietinis, tačiau komercinio pobūdžio *VCV Rack* modulis *Host*, kuris pavaizduotas 19 paveiksle. Šis modulis atveria galimybes pasitelkti išorinius VST instrumentus ir garso apdorojimo efektus kūryboje.



19 pav. VST formato įskiepius palaikantis modulis *Host* (gamintojas *VCV Rack*)

Šio modulio privalumas – juo galima operuoti ir moduluoti įvairiausių išorinius VST įskiepius modulinės sintezės pagrindais. Tokia opcija suteikia sąlygas gerai žinomų, išnagrinėtų VST instrumentų ir garso apdorojimo efektų netradiciniam panaudojimui, kuris gali nuvesti įdomių rezultatų link.

Paskutinis dabartiniame estetikos bloko kūrimo etape pasirinktas ir integruotas modulis – *SurgePatchPlayer* (gamintojas *Surge for Rack*). Šis modulis yra nemokamo ir atviro kodo skaitmeninio VST formato sintezatoriaus *Surge* modifikacija *VCV Rack* platformai. *SurgePatchPlayer* modulis veikia kaip garso tembrų grotuvas, kuriuo galima pasirinkti ir groti jame esančiais garso presetais. Šis modulis buvo pasirinktas dėl didelės apimties skirtingo pobūdžio garsų pasiūlos. Be to, atsiuntus ir įdiegus VST įskiepi į kompiuterį, būtų galima kurti autentiškus presetus, kuriuos vėliau būtų įmanoma perkelti į *SurgePatchPlayer* modulį. Galimybė panaudoti pilnai funkcionuojantį *Surge* VST instrumentą *VCV Rack* platformoje sukuria fraktališkumo fenomeną. Šis kompleksiškas ir garso dizaino požiūriu itin lankstus ir ekspresyvus sintezatorius yra didesnės virtualaus modulinio sintezatoriaus sistemos dalis. *Surge* instrumentu galima sukurti garso presetus, kurie veiktų su naujos kartos MPE (angl. *MIDI polyphonic expression*) protokolu. Žinoma, tam reikia specialaus MIDI kontrolerio, galinčio palaikyti šį protokolą. Tačiau net ir neturint MPE tipo kontrolerio, *Surge* sintezatoriumi galima atlikti sudėtingas garso sintezavimo procedūras ir taip pat priskirti begalę sintezatoriaus parametrų atitinkamiems MIDI protokolu valdomų signalų kanalams. Į estetinį bloką buvo nuspręsta įterpti kelių tipų garso dažnių filtrus, kuriais būtų galima atlikti garso filtravimą pasirinktiems garso šaltiniams. Garso filtrai buvo atrinkti ir priskirti prie estetinio bloko atsižvelgus į jų autentiškas savybes. Pavyzdžiui, Steiner-Parker tipo filtras, kurio pavadinimas *Tangents* (gamintojas *Vult*) pasižymi savaime osciliuojančiomis (angl. *self-oscillating*) savybėmis. Tai reiškia, kad su tam tikromis filtro parametrų pozicijomis atsiranda grįžtamojo ryšio (angl. *feedback loop*) reiškinio galimybė, kuris esamam garsiniam signalui papildomai suteikia naujų garsinių, harmoninių verčių. Kiti du filtrai *Laika* ir *Vampyr* (gamintojas *Lindenberg Research*) buvo pasirinkti kaip alternatyvos, kurios yra taip pat atpažįstamų garso filtrų emuliacijos. Bendra estetinio bloko sudėtis pavaizduota 20 paveiksle.



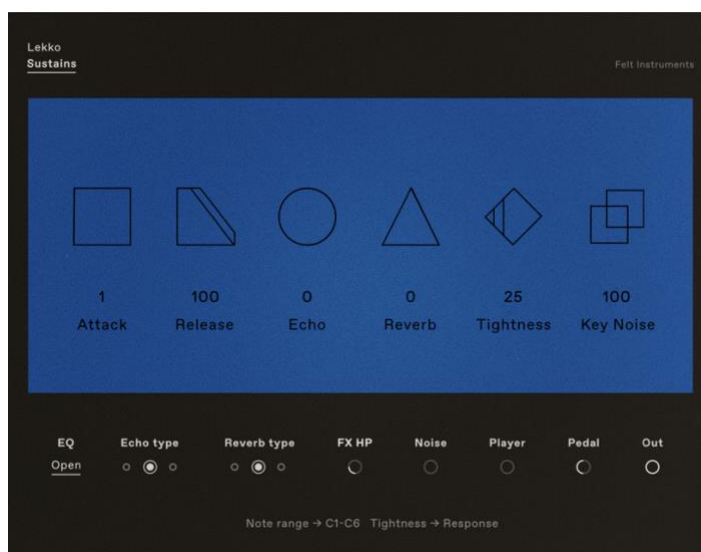
20 pav. Bendra estetinio bloko sudėtis

Su turimu muzikinės sistemos prototipu, kuris apima bazinį ir estetinį blokus buvo įvykdyta daug praktinių bandymų. Atliktų garso eksperimentų tikslas – parodyti muzikinės sistemos galimybes ją išbandant įvairiuose scenarijuose, t. y. pasitelkiant skirtingas garso išgavimo bei apdorojimo technikų kombinacijas. Šių bandymų metu pagrindinis dėmesys buvo skiriamas garso dizaino sričiai, siekiant atskleisti įvairiausių garso šaltinių skambesiu variantus, kuriuos galima išgauti šia muzikine sistema. Skirtingas garso modulių ir kitų garso įrenginių junginių panaudojimas pateikė kitiškus muzikinius rezultatus.

Pirmas praktinis estetikos bloko eksperimentas, kurio pavadinimas *Estetikos blokas Palette* (žr. 2 priedą), atliktas naudojant tik *Palette* modulius, o jų parametrų moduliacijai buvo pasitelkti *Ars Memorium* ir *Enochian Tablet* moduliai. Šiuo bandymu buvo eksperimentuojama su garso dizaino procedūromis, siekiant apčiuopti *Palette* modulių garsines ribas. Ypatingai ilgos trukmės praktinis bandymas buvo ženkliai sutrumpintas iki 40 minučių trukmės pasitelkus garso montavimą. Eksperimento metu pavyko ištestuoti tik kelis skirtingus garso sintezavimo algoritmus.

Kitame garso pavyzdyje *Estetikos blokas Palette Minibrute 2S Surge* (žr. 3 priedą) kaip ir byloja pavadinimas buvo panaudoti *Palette Minibrute 2S* ir *SurgePatchPlayer* garso šaltiniai. Kaip ir pirmasis eksperimentas bei tolimesni garso pavyzdžiai, taip ir šis garso montavimo būdu buvo sukarpytas į trumpesnius garso segmentus ir suklijuotas į vientisą garso įrašą. Garsinio dokumento trukmė – 8 minutės.

Sekantis bandymas *Estetikos blokas Noise Lekko* (žr. 4 priedą) buvo įvykdytas pasitelkus tik triukšmo garso šaltinį, fortepijono tipo VST instrumentą *Lekko* (gamintojas *Felt Instruments*) (žr. 21 paveikslą) ir *Ars Memorium* bei *Enochian Tablet* derinį. Triukšmo signalas buvo išvestas į *Enochian Tablet*, kurį kontroliavo modulis *Ars Memorium*. Šie du moduliai sukūrė kintantį ir dinamišką garso judėjimą erdvėje, kuris būtų dar įspūdingesnis, jei būtų naudojamas kvadrofoninio tipo garso sistemoje. Papildomai pasitelktas garso filtravimas padėjo išgauti tarsi jūros ošimą primenantį efektą, kuriam pritarė virtualiu fortepijonu ir MIDI kontrolieriu laisva forma įgauta melodija. Trukmė – 8 minutės.



21 pav. VST instrumentas *Lekko*

Eksperimentas, kurio pavadinimas *Estetikos blokas Analog Rytm Palette Surge* (5 priedas), sudaro gamintojo *Elektron* analoginės ritmo mašinos *Analog Rytm* (žr. 22 paveikslą) ir modulių *Palette* ir *SurgePatchPlayer* kombinaciją. Trukmė – 8 min.



22 pav. Gamintojo Elektron analoginė ritmų mašina Analog Rytm

Praktiniame bandyme *Estetikos blokas Simpliciter Laika* (žr. 6 priedą) buvo išbandytos muzikos semplavimo technikos garso sempleriu *Simpliciter*. Į semplerį įkeltas iš anksto įrašytas garso failas buvo įvairiai manipuluojamas, o su garso filtru *Laika* dar ir papildomai apdorotas. *Simpliciter* ir *Laika* filtro kombinacija leido neatpažįstamai deformuoti originalų garso įrašą jam pritaikant tono pokyčių ir laiko tempimo veiksmus bei garso bangos ir dažnių iškraipymus. Trukmė – 8 min.

Priešpaskutinis šiame poskyriuje pateiktas garso pavyzdys *Estetikos blokas Kas aš esu* (žr. 7 priedą) apima 5 pagrindinius muzikinius elementus – VST instrumentus *BBC Symphony Orchestra* (gamintojas *Spitfire Audio*) (žr. 23 paveikslą) ir *Lekko*, semplerį *Simpliciter*, ritmo mašiną *Analog Rytm* ir modulį *SurgePatchPlayer*. Šis derinys sukuria įdomią skirtingų garso šaltinių tipų samplaiką. Nuo akustinių instrumentų tembrinėmis savybėmis pasižymintio *BBC Symphony Orchestra* (panaudoti pučiamųjų instrumentų tembrai) ir *Lekko* (fortepijono tembras) iki analoginės ritmo mašinos generuojamų ritminių piešinių ir sempleriu įmantriai apdorotą vokalo įrašo bei skaitmeninio sintezatoriaus *SurgePatchPlayer* rezultatų. Visi išvardinti instrumentai yra sujungti tokiu būdu, kad paklustų baziniame bloke esančiam *Clocked* pagrindinio sistemos tempo modulio greičiui. Todėl koreguojant muzikinės sistemos tempą buvo pasiekti neįprastai skambantys rezultatai. Pavyzdžio trukmė – 12 min.



23 pav. VST instrumentas BBC Symphony Orchestra (gamintojas Spitfire Audio)

Paskutinis estetikos bloko garso dizaino eksperimentas taip pat susideda iš 5 garso šaltinių – modulių *Palette*, *SurgePatchPlayer* ir *Radio Music*, VST instrumento *BBC Symphony Orchestra* ir ritmo mašinos *Analog Rytm*. Šiame 12 minučių trukmės praktiniame bandyme *Estetikos blokas Palette Radio Music Analog Rytm BBC Surge* (žr. 8 priedą) pateikiama dar viena iš galimų garso elementų kombinacijų, kuri pateikia savitas garso išgavimo ir manipuliavimo variacijas.

Galima teigti, kad visi estetikos bloko praktiniai pavyzdžiai atskleidė įvairialypes garso instrumentų ir jų derinių su išoriniais įrenginiais savybes bei parodė bendrą šio bloko paskirtį ir funkcionalumą. Visų garso bandymų metu ypatingas dėmesys buvo skiriamas garso skambesiu paieškoms, kur kas mažiau resursų eikvojant melodiniam turiniui ir struktūrizuotam komponavimui. Nors eksperimentų metu buvo išbandyti visi estetikos bloke esantys garso šaltiniai, tačiau garso pavyzdžiuose užfiksuotas muzikinis turinys parodo tik dalį visų įmanomų kombinacijų. Iš dalies tai priklauso nuo to, kad vykdant garso bandymus buvo susidurta su fizinėmis ir muzikinės sistemos prototipo limitacijomis. Tai lėmė ribotas galimybes suteikti eksperimentams nuoseklias struktūras ir (ar) automatizuoti garso aukščio, ritmo impulsų ar kitokio pobūdžio signalų vertes, kas būtų leidę vartotojui susitelkti ties kitomis užduotimis ar užtikrintų galimybę generuoti nuoseklų, fiksuotas ir (ar) nefiksuotas formas muzikinį turinį. Režiuojant galima teigti, kad nors estetikos bloke atliktuose garso bandymuose buvo fokusuojamasi į garso dizaino procedūras, tačiau ribotos skirtingų garso verčių srautų generavimo galybės leido atskleisti tik ribotą dalį galimų variantų ir taip pat pabrėžė poreikį tolimesnių sistemos blokų kūrimui, pavyzdžiui, generatyvumo bloko, logikos bloko ir kt.

Generatyvumo bloko suformavimas leistų ne tik naujai sukurti, bet ir praplėsti esamas melodines, harmonines, tembrines ar ritmines idėjas. Šiuo bloku būtų galima pasiekti nuo tikslų ir nuspėjamų algoritminių rezultatų iki itin nedeterminuotų garso verčių srautų sukūrimą. Pasitelkus papildomus logikos modulius būtų galima įvesti kontroliuojamojo nedeterminuotumo funkciją, kuri leistų nusakyti balansą tarp visiškai nusakomų ir atsitiktinumo būdu generuojamų rezultatų. Logikos blokas, kurio sandara apimtų skirtingų rūšių logikos principų modulius, padėtų praplėsti ir suformuoti muzikinės sistemos bei interaktyvumo sąsajos apimtis. Tai leistų sukurti vidinę sistemos modulių loginę tarpusavio sąveiką bei atitinkamai reaguotų į vartotojo veiksmus ir pagerintų bendrą projektuojamos sistemos funkcionalumą. Taip pat šiuo bloku būtų galima laipsniškai suprogramuoti ir sistemai „nusakyti“ kūrėjo stilistinius bruožus, kuriais remiantis muzikinė sistema galėtų atitinkamai sąveikauti su vartotoju.

Išvados

1. Apžvelgta mokslinė literatūra ir šaltiniai leido pagrįsti tai, kad:

a) specifinių procedūrų ir kūrybinių taisyklių įvedimas ir taikymas kūrybinio darbo metu gali vadintis algoritmine kompozicija. Atsiradus kompiuteriui ir kompozitoriams pradėjus jį vis intensyviau naudoti algoritminio komponavimo scenarijuose, nuo maždaug XX a. vidurio algoritminės kompozicijos terminą imta sieti su kompiuteriu vykdomų kompozicinių procedūrų taikymu;

b) algoritminio komponavimo aktualumas muzikoje siekia daugiau nei 2000 metų – nuo senovės graikų bandymų atrasti logines jungtis tarp muzikos ir matematikos iki XX a. sukonstruotų skaitmeninių kompiuterių (*Illiack*) ar kompiuterinių sistemų (*MUSICOMP*), kurių atsiradimas leido kompozitoriams atlikti sudėtingas skaičiavimo, algoritminio ar automatizuoto komponavimo procedūras;

c) darbe nagrinėti technikų procesai ir veikimo modeliai gali būti suprojektuoti ir inicijuoti kompiuteriu, o tai neabejotinai gali įkvėpti ir kompiuterinės, elektroninės ir kitos muzikos kūrėjus bei pasitarnauti jų kūryboje.

2. Išnagrinėta teorinė medžiaga leido pagrįsti, kad sistemos dizainas (projektavimas) yra procesas, kurio metu yra apibrėžiami sistemos komponentai, moduliai, sąsajos ir duomenys reikalingi nurodytų reikalavimų patenkinimui. Interaktyvumo technikos gali pasiūlyti naujų muzikos žanrų atsiradimą, kuriems suformuoti pasitelkiamas kompiuteris ir jo galimybės leidžiančios sukurti naujas muzikines žmogaus ir kompiuterio sąveikas egzistuojančias skaitmeniniame domene. Atlikėjas privalo praktikuoti, kad perprastų kompiuterio algoritmų veikimo principus ir galėtų sėkmingai užmegzti dialogą su kompiuteriu, tuo tarpu kompiuterinė muzikinė sistema tokiu pat principu turėtų gebėti mokintis ir suprasti atlikėjo muzikinės asmenybės brizus, įskaitant žmogiško savitumo detales ir (ar) grojimo stiliaus subtilybes. Tradicinė inovacijos sąvoka, kuri suprantama kaip objektyvus produkto eksploatacinių savybių arba būdų, kuriais jis gaminamas ar perduodamas pagerinimas, netinka kūrybinių industrijų sričiai, nes neapima kultūros produkto estetinio ar patyriminio turinio.

3. Išanalizavus medžiagą paaiškėjo, kad „minkštoji“ – estetinė inovacija dažnai patenka į „pilkąją zoną“ dėl komplikuoto šio inovacijos tipo vertinimo ir sudėtingo ar nepraktiško su šiuo inovacijos tipu susijusių procedūrų ir plėtros dokumentavimo. Inovacija (intelektinės kūrybos originalas, prototipas) kūrybinių industrijų sferoje gali būti laikomas kiekvienas kūrybinio rezultato produktas (intelektinė nuosavybė), kuris neturi kopijos požymių. Technologinė inovacija dažnai siejama su „minkštąja“ inovacija. Išradimai ir pažanga vienoje sferoje neabejotinai gali lemti inovatyvų atoveiksmį kitame inovacijų lauke.

4. Remiantis Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros dokumentavimo metodologija, empirinėje darbo dalyje identifikuoti (pasiekti) šie MTEP etapai: 1) fundamentinių žinių įgijimas, 2) žinių taikymo koncepcijos formulavimas, 3) koncepcijos įgyvendinamumo patvirtinimas, 4) modelio kūrimas ir testavimas, 5) modelio patikrinimas įimituojant realias sąlygas, 6) prototipo (bandomosios versijos) kūrimas. Konstatuota, kad pirmame etape, kuris priklauso fundamentinių mokslinių tyrimų sričiai suformuluota taikymo idėja leido pereiti į taikomųjų mokslinių tyrimų sritį ir suformuoti žinių taikymo – modelio sukūrimo koncepciją, nustatyti esminius parametrus modulio kūrimui bei įrodyti koncepcijos įgyvendinamumą (2–3 etapai). Veikiančio pirminio modelio testavimai leido pasiekti

realioje veiklos aplinkoje veikiančio modelio lygį (4–5 etapai) ir pereiti į eksperimentinės plėtros sritį – prototipo sukūrimą.

5. Empirinėje darbo dalyje atlikti garso bandymai leido nustatyti, kad:

a) svarbu tinkamai pasirinkti modulius, reikalingus projektuojamai sistemai. Nuosekli ir apgalvota atitinkamų modulių integracija lemia tiesioginį bendros muzikinės sistemos funkcionalumą, sklandžią sąveiką ir muzikinių rezultatų kokybę. Praktinių eksperimentų metu buvo nustatyti esamos muzikinės sistemos privalumai ir taip pat įvardinti trūkumai, po kurių buvo atlikti sistemos prototipo patobulinimai. Tinkamų ar netinkamų modulių įterpimas ir jais atlikti bandymai lėmė tolimesnę muzikinės sistemos projektavimo kryptį;

b) bazinio bloko sukonstravimas pavertė *VCV Rack* modulinio sintezatoriaus platformą tinkama aplinka muzikinei sistemai kurti. Šiame bloke esantys moduliai suteikė galimybę atlikti konvencinėse muzikos kūrimo platformose įprastas technines funkcijas ir operacijas bei sukūrė terpę tolimesnių kitos paskirties blokų kūrimui ir integracijai į projektuojamą sistemą;

c) estetinio bloko suprojektavimas ir įgyvendinimas suteikė sistemai kūrybines ir estetines charakteristikas. Įmantrūs ir kruopščiai atrinkti šio bloko moduliai pateikė ne tik ypatingai plačias garso tembrų formavimo galimybes su funkcija išsaugoti pasirinktų nustatymų būsenas, bet ir netradicinius muzikinės struktūros kūrimo ir atlikimo būdus. Praktiniai tyrimai atlikti šio bloko konstravimo metu parodė potencialą tolimesnių blokų, tokių kaip generatyvumo ir logikos blokų kūrimui.

Rekomendacijos

Šio darbo empirinėje darbo dalyje atlikti bandymai akivaizdžiai parodė galimybes toliau plėtoti muzikinę sistemą remiantis jau žinomomis muzikinio prototipo galimybėmis ir aiškiais apribojimais, su kuriais buvo susidurta tyrimo metu:

1. numanoma, jog pritaikius potencialiai svarbius automatizuotus garso verčių srautų generavimo veiksmus ir pasitelkus logikos principus bus galima sukurti nuoseklų ir logišką modulinės sistemos modulių veikimą tarpusavyje ir su vartotoju. Turint baigtinės formos ar sėkmingai veikiančius generatyvumo ir logikos modulių blokus, rekomenduojama sekančiuose tyrimuose pasitelkti dirbtinį intelektą, kuriuo būtų siekiama sukurti intuityvią interaktyvumo sąsają sėkmingai implementavus aiškių gestų, vaizdinių, balso ir kitų komandų integraciją;

2. empirinėje darbo dalyje pasiekti 6 (šeši) MTEP etapai rodo, kad siekiant platesnio šio temos atskleidimo, rekomenduojama išplėsti tiriamąjį objektą, darbo tikslą ir uždavinius nukreipiant į kitą, su tolimesniais projektavimo etapais susijusią veiklą. Tikėtina, jog toks sprendimas padės išpildyti kitus MTEP etapus ir pasiekti inovacijos įdiegimo į rinką lygį.

Literatūros sąrašas

1. Adams, T. (2010). *David Cope: 'You pushed the button and out came hundreds and thousands of sonatas'* [žiūrėta 2020-12-10]. Prieiga per internetą: <https://www.theguardian.com/technology/2010/jul/11/david-cope-computer-composer>
2. Alpern, A. (1995). *Techniques for algorithmic composition of music*. Amherst: Hampshire College [žiūrėta 2020-10-10]. Prieiga per internetą: <http://alum.hampshire.edu/~adaF92/algocomp/algocomp95.html>
3. Ateities visuomenės institutas. (2018). *Mokslinių tyrimų, eksperimentinės plėtros ir inovacijų raiška kūrybinių ir kultūrinių industrijų audiovizualiniame sektoriuje Frascati nuostatų kontekste*. Vilnius: Ateities visuomenės institutas.
4. Bent, M. (2001). *Isorhythm* [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą: <https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/om-o-9781561592630-e-0000013950?rskey=zPpzWq>
5. Belt, A. (2019). CHANGELOG [žiūrėta 2020-12-31]. Prieiga per internetą: <https://github.com/VCV Rack/Rack/blob/v1/CHANGELOG.md>
6. Brindle, R. S. (1969). *Serial Composition*. London: Oxford University Press.
7. Cambridge Dictionary. (2020). *Design Meaning In The Cambridge English Dictionary* [žiūrėta 2020-12-09]. Prieiga per internetą: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/design>
8. Collins, M., N. (2006). *Towards Autonomous Agents for Live Computer Music: Realtime Machine Listening and Interactive Music Systems (pp. 8, 18)* [žiūrėta 2020-10-10]. Prieiga per internetą: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.65.2661&rep=rep1&type=pdf>
9. Cope, D. (1984). *New Directions in Music*. 4th ed. (pp. 259). W. C. Brown: Dubuque, Iowa.
10. Cope, D. (1997). *Techniques of the contemporary composer*. New York: Schirmer Books.
11. Cope, D. (2001). *Virtual Music. Computer Synthesis of Music Style (pp. 138)*. Cambridge: The MIT Press.
12. Černevičiūtė, J., Jančoras, Ž., Kregždaitė, R., Morkevičius, V., Strazdas, R. (2015). *Kūrybinių industrijų plėtojimo kompleksiniai veiksniai: kolektyvinio kūrybingumo ugdymas*. Vilnius: VGTU.
13. Frascati vadovas (2015). *Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros duomenų rinkimo bei teikimo rekomendacijos. Mokslinės, technologinės ir inovacinės veiklos vertinimas (lietuviškas leidimas)*. Vilnius: Lietuvos inovacijų centras.
14. Gabrielli, L. (2020). *Developing Virtual Synthesizers with VCV Rack*. New York: Routledge.
15. Grout, D. J., Palisca, C. V. (1996). *A History of Western Music. 5th ed.* (pp. 843). New York: W. W. Norton & Company.
16. Hartman, E. L. (2019). *DIY in Early Live Electroacoustic Music: John Cage, Gordon Mumma, David Tudor, and the Migration of Live Electronics from the Studio to Performance (pp. 78)* [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per internetą: https://digitalcommons.lsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=5828&context=gradschool_dissertations
17. Knuth, D. E. (1973). *The Art of Computer Programming, Vol. 1: Fundamental Algorithms*. Reading, MA: Addison-Wesley, Inc.

18. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2012 m. birželio 6 d. nutarimas Nr. 650 „Dėl Rekomenduojamos mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros etapų klasifikacijos patvirtinimo“. (2012) [žiūrėta 2020-12-11]. Prieiga per internetą:
<https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.426659>
19. Loy, G. (1989). Composing with Computers: A Survey of Some Compositional Formalisms and Music Programming Languages. In *Current Directions in Computer Music Research*, edited by Mathews, M.V., Pierce, J. R. (pp. 291-396). Cambridge, MA: The MIT Press.
20. Matossian, N. (2005). *Xenakis*. Revised ed. Lefkosia (p. 208). Cyprus: Moufflon.
21. Maurer, J. (1999). *A Brief History of Algorithmic Composition* [žiūrėta 2020-12-03]. Prieiga per internetą: <https://ccrma.stanford.edu/~blackrse/algorithm.html>
22. Miles, I., Green, L. (2008). *Hidden innovation in the creative industries*. NESTA. London.
23. MITRE sistemų inžinerijos vadovas. (2014). *The MITRE Systems Engineering Guide* (p. 347) [žiūrėta 2020-12-10]. Prieiga per internetą:
<https://www.mitre.org/sites/default/files/publications/se-guide-book-interactive.pdf>
24. NESTA. (2009). *Soft innovation: towards a more complete picture of innovative change* (pp. 45, 105) [žiūrėta 2020-11-10]. Prieiga per internetą:
https://media.nesta.org.uk/documents/soft_innovation_report.pdf
25. Nyman, M. (1980). *Experimental Music: Cage and Beyond*. New York: Schirmer Books.
26. Oslo vadovas (2019). *Duomenų apie inovacijas rinkimo, teikimo ir naudojimo gairės. Mokslinės, technologinės ir inovacinės veiklos matavimas (lietuviškas leidimas)*. Vilnius: Lietuvos inovacijų centras.
27. Pritchett, J. (1993). *The Music of John Cage. Music in the 20th Century*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
28. Rowe, R. (2001). *Machine Musicianship* (pp.7). London: The MIT Press
29. Sanders, E. H., Lindley, M. (2001). *Color* [žiūrėta 2020-11-10]. Prieiga per internetą:
<https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/om-o-9781561592630-e-0000040034?rskey=2JvfLC&result=1>
30. Simoni, M. (2003). *Algorithmic Composition: A Gentle Introduction to Music Composition Using Common LISP and Common Music*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
31. Simoni, M., Dannenberg, B. R. (2013). *Algorithmic Composition: A Guide to Composing Music with Nyquist*. Ann Arbor: University of Michigan Press
32. Xenakis, I. (1992). *Formalized Music*. Revised ed. (pp. 9, 16). New York, NY: Pendragon Press.
33. Xenakis, I., Varga, A. B. (1996). *Conversations with Iannis Xenakis* (pp. 54, 78). London: Faber and Faber.
34. Wasson, Ch. S. (2005). *System Analysis, Design, and Development: Concepts, Principles, and Practices, Vol. 1.*(pp. 18.) New Jersey: John Wiley&Sons.
35. Winkler, T. (2001). *Composing Interactive Music: Techniques and Ideas Using Max* (pp. 3). Cambridge: The MIT Press.

Priedai

1 priedas. Bazinis blokas *Minibrute 2S*

2 priedas. Estetikos blokas *Palette*

3 priedas. Estetikos blokas *Palette Minibrute 2S Surge*

4 priedas. Estetikos blokas *Noise Lekko*

5 priedas. Estetikos blokas *Analog Rytm Palette Surge*

6 priedas. Estetikos blokas *Simpliciter Laika*

7 priedas. Estetikos blokas *Kas aš esu*

8 priedas. Estetikos blokas *Palette Radio Music Analog Rytm BBC Surge*