

Linda Ukkonen

AKUSTIIKKAPANEELIMALLISTON SUUNNITTELU -

Algoritmiavusteinen tietokonemallinnus
suunnittelun apuna

Opinnäytetyö
Teollinen Muotoilu

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Linda Ukkonen	Muotoilija(AMK)	Huhtikuu 2017
Opinnäytetyön nimi AKUSTIIKKAPANEELI-MALLISTON SUUNNITTELU- ALGORITMI-AVUSTEINEN TIETOKONEMALLINNUS SUUNNITTELUN APUNA		60 sivua 38 liitesivua
Toimeksiantaja Taide-Akustointi Sani Miekkala Oy		
Ohjaaja Ari Haapanen		
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee Akustisen seinäpaneelimalliston pintakuvioidin suunnittelua Taide-Akustointi Sani Miekkala Oy:lle. Kuvion suunnittelussa on käytetty Rhinoceros3D -nimisen 3D-mallinnusohjelman lisäosaa Grasshopperia, joka on ilmainen matemaattisiin algoritmeihin perustuva kolmiulotteisenmallinnuksen lisäohjelma.</p> <p>Työssä käydään läpi algoritmiavusteisen muotoilun perusteita ja havainnollistetaan Grasshopper-ohjelman antamia mahdollisuuksia suunnittelun apuvälineenä. Opinnäytetyö havainnollistaa myös muotoiluprosessia aina toimeksiannosta projektin suunnitteluun ja aikataulutukseen, toteutukseen, sekä loppuun viintiin asti. Työssä toteutetaan neliosainen akustiikkapaneelimalliston suunnitteluprojekti asiakasyritykselle, ja havainnollistetaan tämän projektin kulkua sanallisesti ja kuvallisesti.</p> <p>Laadultaan työ on produktiivinen. Tutkimusaineistona on käytetty empiiriseen havainnointiin, toimintatutkimuksellisiin, asiakashaastatteluun ja vertailuanalyysiin perustuvia metodeja sekä näistä johdettua aineistoa. Opinnäytetyö ei sovellu oppimateriaaliksi mutta esittää perusteita algoritmieditorin käyttämisen perusteista sekä mahdollisuuksista 3D-mallinnuksessa ja kuviointisuunnittelussa.</p> <p>Työ toteutettiin yksilötyönä alkaen syksyllä 2016 ja loppuen keväällä 2017. Lopputulos käsittää neliosaisen malliston asiakasyritykselle, sekä kirjallisen vaiheittaisesti etenevän kuvauksen työnkulusta ja metodeista sekä näihin vaikuttaneista tekijöistä.</p>		
Asiasanat akustiikkapaneeli, tietokoneavusteinen valmistus, algoritmiavusteinen suunnittelu, parametrisen 3D-mallinnus.		

Author (authors)	Degree	Time
Linda Ukkonen	Bachelor of design	May 2017
Thesis Title ACOUSTIC WALLPANEL COLLECTION – ALGORITHM-AIDED DESIGN METHOD.		60 pages 38 pages of appendices
Commissioned by Taide Akustointi Sani Miekkala Oy		
Supervisor Ari Haapanen		
Abstract <p>This is an thesis work for the Bachelor degree of Design, Xamk-university of applied sciences. This thesis was made from autumn 2016- to spring 2017, and were individual project.</p> <p>The objective of this thesis was to open up Algorithm-aided design method as a modern tool for 3D-modelling. Algorithm-Aided design, which is also known as parametric, or generative design, is here referred to mean a way of design with parametric 3D-modelling softwares, such as Grasshopper-plugin in for Rhinoceros 3D, which were the two softwares used in this thesis. In this thesis the benefits and methods, as well the basic concepts of algorithm aided design were presented by designing a collection of acoustic wallpanels with the method mentioned before.</p> <p>This thesis research method is qualitative, and it contains research activities such as survey, action research and benchmarking. The research data were used for the developing and design process of the acoustic wallpanel collection. Theme of research were to examine the ways of algorithm aided design method as a tool for 3D-modelling.</p> <p>The solution for the research problem was found with the qualitative research activites mentioned above, and with empirical action research, which were also the productive part of this thesis. In the productive part, the collected research data were used and estimated for it's reliability in this design process.</p>		
Keywords Acoustic wallpanel, Algorithm-aided design, 3D-modelling, Action research		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	12
2	AIHEEN TOIMEKSIANTO	13
	2.1 Aihe.....	13
	2.2 Aikataulu	14
	2.3 Opinnäytetyön tavoitteet.....	15
3	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	16
	3.1 Asiakasyritys	17
	3.2 Tutkimuskysymykset ja viitekehys.....	19
	3.3 Tiedonhaun ja analysoinnin menetelmät.....	21
	3.4 Työn rajaus.....	22
4	SUUNNITTELUSSA KÄYTETYT OHJELMAT, TUOTANTO-MENETELMÄT JA MATERIAALIT.	22
	4.1 3D-mallinnus Rhinoceros-ohjelmalla.....	22
	4.3 Algoritmit.....	24
	4.4 Parametrinen mallinnus.....	24
	4.5 Algoritmi-avusteinen mallinnus.....	25
	4.6 Grasshopper.....	27
	4.7 Akustiikkapaneelien materiaali ja teosten tuotanto.	30
5	AKUSTIIKKAPANEELIEN IDEOINTI, SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	31
	5.1 Aikataulu ja konseptoinnin vaiheet.....	31
	5.2 Taustatutkimus ja vertailuanalyysi.	32
	5.3 Ideointi ja luonnokset.....	36
	5.4 Paneelimallit 1 ja 2.....	39
	5.5 Paneelimalli nro.3.	46
	5.6 Paneelimalli nro. 4.	47

5.7	Värien valinta.....	49
5.8	Kehityskysely.....	53
6	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	53
6.1	Lopputulos	53
6.2	Tutkimuskysymyksiin vastaaminen.....	57
6.3	Suunnitteluun sekä tiedonhankintaan liittyneet tekijät.....	57
6.4	Tulosten sovellettavuus ja käyttökelpoisuus	58
6.5	Näkemyksiä tuotekehityksen jatkamiseen	58
7	LOPUKSI	59
	LÄHTEET.....	97

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. Kirjoitusalusalan toiminta ja suositeltavat tyylit

Liite 2. Kaavojen merkintä

Liite 3. Kuvaluettelo

Termiluettelo

Algoritmi

Sarja määriteltyjä komentoja/tehtäviä jotka etenevät määritellyssä järjestyksessä ja tuottavat niistä riippuvaisen lopputuloksen. Sama lopputulos voidaan saada uudestaan toistamalla tismalleen saman sarjan komentoja samoilla määritelmillä ja niiden samalla järjestyksellä.

Algoritmi-avusteinen mallinnus ja suunnittelu

Algoritmisen prosessin käyttämistä 3D-mallintamisessa ja suunnittelussa. Algoritmin avulla on voitu mallintaa ja suunnitella koko tuote tai vain osia siitä. Tämä on voitu toteuttaa joko erinäisen visuaalisen algoritmieditorin avulla tai kirjoittamalla sarja yksityiskohtaisia komentoja.

Algoritmieditori

Ohjelma jonka avulla voi luoda ja muokata algoritmeja joko kirjoittamalla (skriptaus) tai visuaalisesti rakentamalla. Esimerkiksi Grasshopper on visuaalinen algoritmieditori.

Avoin lähdekoodi

Tuotanto -ja kehitysmenetelmä joka tarkoittaa esimerkiksi tietokoneohjelmassa sitä, että se on käyttäjiensä vapaasti tarkasteltavissa, käytettävissä, jaettaessa, sekä erityisesti muokattavissa.

Brep

”Boundary representation”, eli 3D-mallinnuksessa määritelmä kappaleelle, joka koostuu monesta yksittäisestä pinnasta, ja näiden pintojen osatekijöistä, kuten reunoista.

CAD

”Computer-aided design”, eli menetelmä jossa tietokoneohjelmaa käytetään suunnittelun apuvälineenä.

CAM

”Computer-aided manufacturing”. Menetelmä jossa tuote valmistetaan käyttämällä tietokoneohjelmaa tuotantovälineen, esimerkiksi laserleikkurin, ohjaukseen.

Formaatti

Tietotekniikassa ilmaisee tietokoneelle tallennetun tiedoston tallennusmuodon. Eriohjelmat käyttävät erilaisia tiedostomuotoja, ja jotkut niistä ovat myös yhteensopivia.

Generatiivinen mallinnus

Suunnittelijan antamien määritteiden mukaan tietokoneohjelman mallintama kappale. Tarkoitus on löytää optimaalisin vaihtoehto annettujen määritteiden, vaikkapa koko ja lujuustekijöiden suhteen.

Grasshopper

Graafinen, eli visuaalinen algoritmi-editori, joka toimii lisäohjelmana 3D-mallinnusohjelma Rhinoceroselle. Kirjoittamisen sijasta mallinnuksen algoritmi rakennetaan näkyvistä kappaleista ja kytkennöistä.

Iterointi

Menetelmän tai työvaiheen toistamista. Esimerkiksi Algoritmin tai sen osan toistaminen.

Iteraatio

Suorituksen, työvaiheen tai algoritmin toistettava osa, eli iteraatio tai iteraatioaskel.

Kalibrointi

Toimenpide jonka avulla mittauslaite tai mittausjärjestelmä optimoidaan standardi mittajärjestelmän mukaiseksi, estämään virheelliset tulokset.

Komponentti

Tässä työssä viittaa Grasshopper-ohjelmassa käytettäviä visuaalisia komento ja määritelmäpalikoita joista algoritmi rakennetaan.

Kokonaisluku

Luvut, joilla ilmoitetaan vaikkapa kohteiden lukumäärää, ja joihin lukeutuu myös nolla sekä negatiiviset luvut.

Käyttöliittymä

Laitteen tai ohjelman osa jolla sitä käytetään. Koostuu visuaalisista elementeistä kuten palkeista ja näppäimistä. Ohjelman toimintalogiikka ja käyttövälineet ovat myös osa käyttöliittymää.

Laserleikkaus

Kappaleen työstäminen tietokoneohjatulla, laserkäyttöisellä laitteella.

Lisäohjelma

Tietokoneohjelman kanssa yhteistyössä ja parantavia tai uusia ominaisuuksia tuova ohjelma.

Macintosh

Apple-tietokoneiden käyttöjärjestelmä.

Mesh

Joidenkin 3D-mallinnusohjelmien käyttämä tietokonegrafiikan muoto. Kappaleen pinta muodostuu erilaisten pisteiden, niidenvälisen viivojen ja pintojen verkosta. Mesh kappaleen tarkkuus riippuu verkon osien tiheydestä.

Muuttuja

Ohjelmointikielessä muuttujalla viitataan tietoon. Tiedon tyyppiä voi määrittää tarkoittamaan mitä tahansa tietoa tai se voi olla valmiiksi määritetty viittaamaan vain tietynlaiseen tietoon. Esimerkiksi ehtolausekkeessa muuttuja voi olla tosi/epätosi.

Nollasarja

Uuden tuotteen ensimmäinen tuotantosarja.

Numeerinen

Numeroilla ilmaistava tai niihin perustuva

NURBS

”Non-Uniform Rational Basis Spline”. Joidenkin 3D-mallinnusohjelmien tapa esittää tietokonegrafiikkaa, esimerkiksi käyriä ja pintoja, sekä niistä muodostettuja kappaleita.

Parametri

Muuttuja joka antaa numeerista tai muuta määrittelevää tietoa algoritmin osalle. Esimerkiksi jos tehtävänä olisi liikuttaa kappaletta, parametreina voisi toimia liikuttamisen suunta sekä kuinka paljon kappaletta liikutetaan.

Parametrinen mallinnus

3D-malli, jonka halutuille ominaisuuksille on määritelty muokattavat parametrit jonka avulla mallia muokataan sopivaksi esimerkiksi algoritmieditorilla.

Polygon

Yksiulotteinen, suorista linjoista muodostuva suljettu kuvio.

Rhinoceros3D

Robert McNeel&Accosiates:in luoma NURBS-grafiikkaa käyttävä 3D-mallintamisen ohjelma.

Skriptaus

Tekstimuotoinen ohjelmointitapa.

Simulointi

Todellisuuden jäljittelyä, esimerkiksi tietokonesimulaatiolla voidaan jäljitellä valon ja varjojejn kulkua tilassa tai muita olosuhteita.

Tutoriaali

Internetissä laadittu ja jaettava opetusvideo tai opas.

Variaatio

Muunnelma, muuntelu

Vesileikkaus

Tietokoneohjattu, vesisuihkun paineeseen perustuva materiaalin työstötapa.

Voronoi

Venäläisen Georgy Voronoy:n (1868-1908) mukaan nimetty matemaattinen kaavio tilanjakamisesta osiin ennalta määriteltujen pisteiden avulla.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö käsittelee akustisen seinäpaneelimalliston suunnittelua käyttäen algoritmiavusteista 3D-mallinnusohjelmaa Grasshopperia suunnittelun apuvälineenä. Työ tehtiin Taideakustointi Sani Miekkala Oy:lle. Opinnäytetyön aihe löytyi Helsingin Messukeskuksessa järjestetyiltä Habitare-messuilta, joissa tapasin Taide-akustointi Sani Miekkala Oy:n omistajan ja tarjouduin opinnäytetyön tekijäksi. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun puolesta ohjaajanani toimi opettaja Ari Haapanen, joka ehdotti algoritmi-avusteisen 3D-mallinnusohjelman, Grasshopperin, käyttöä suunnittelun apuvälineenä. Näin pääsin sekä opettelemaan halua maani ohjelmaa että vältin niin sanotun ”nollatutkimuksen” tekemisen.

Aiheesta ”Akustinen seinäpaneeli” on jo olemassa koulussamme tehtyjä opinnäytetöitä ja jokaisen niistä tulisi tuoda jotain uutta aiheiden joukkoon. Käyttämällä uutta ja Suomessa vielä heikosti tunnettua ohjelmaa sain hankittua sekä itselleni että toivottavasti myös mahdollisille lukijoille uutta ja arvokasta tietoa.

Opinnäytetyö on laadultaan produktiivinen. Tutkimusmenetelminä on käytetty Empiiristä eli omakohtaiseen havainnointiin perustuvaa tutkimusta, kvalitatiivista eli laadullista haastatteluaineistoa, sekä toimintatutkimuksellisia metodeja. Tämä opinnäytetyö ei sovellu opetuskäyttöön mutta antaa mahdollisuuden tutustua uudenlaiseen apuvälineeseen 3D-mallintamisessa.

2 AIHEEN TOIMEKSIANTO

Opinnäytetyön aihe löytyi sattumalta Helsingin Messukeskuksessa järjestetyiltä Habitare-messuilta. Kyseiset messut ovat Suomen suurin muotoilu- ja sisustus-alan tapahtuma, joka järjestetään vuosittain. Paikalla on runsaasti alan ihmisiä ja vierailijoita sekä yritysten edustajia. Varsinkin yrittäjät ja opiskelijat hyötyvät alan messutapahtumista verkostoitumalla ja tutustumalla alan sen hetkisiin ja tuleviin trendeihin ja uusiin materiaaleihin sekä tuotantotapoihin. Usein muotoilun alalla messuilla vieraillaankin ulkomaita myöten.

Tapasin toimeksiantajani Sani Miekkalan hänen pisteellään, jossa päädyimme keskustelemaan. Lyhyen keskustelun jälkeen kerroin tilanteestani ja tarjouduin tekemään opinnäytetyötä. Pohdimme varsinaisen toimeksiannon määrittelyä, sopimusta sekä opinnäytetyön määräyksiä vielä sähköpostitse, ennen kuin teimme opinnäytetyösopimuksen.

2.1 Aihe

Toimeksiantajalta sain aiheeksi tehdä neuvotteluhuoneisiin sopivan, 4 - 5 kappaaleen akustiikkapaneelien malliston. Tehtäväkseni tuli suunnitella kuviointi joka vesileikkattaisiin noin 20 millimetriä paksuihin paneeleihin, jotka oli valmistettu kotimaisesta pintaturpeesta.

Malliston haluttiin edustavan neuvotteluhuoneisiin sopivaa ajatonta ja abstraktia tyyliä. Malliston päävärien tuli muodostua kolmesta luonnollisesta ja neutraalista väristä. Muuten sain suunnitteluun vapaat kädet, toki pitäen mielessä materiaali- sekä valmistustekniset rajoitteet.

Ominä tavoitteinani oli oppia perusteita algoritmi-avusteisesta mallinnuksesta, jonka olin kokenut kiinnostavana sekä haasteellisena aihealueena jo pitkään. Vaikka kyseisen tyyliset mallinnusohjelmat kasvattavat suosiotaan maailmalla, ovat ne toistaiseksi Suomessa vielä suhteellisen tuntemattomia, esimerkiksi

oman koulumme perusopintoihin kyseiset ohjelmat eivät kuulu. Näin ollen aihevalinta toimi myös etuna, ja toi jotakin uutta annettavaa opinnäytetyöni sisältöön.

2.2 Aikataulu

Opinnäytetyön sopimus kirjoitettiin lokakuussa 2016. Työn luovutus toimeksiantajalle sovittiin tapahtuvan 1.5.2017.

Työ oli ajallisesti sekä kestoaltaan suhteellisen pitkä tarkoituksenmukaisesti. Tämä siksi, että ehtisin harjoitella ja syventyä uuteen työskentelymenetelmään jota aion käyttää apunani. Tietysti oli hieman kyseenalaista opetella enää uutta opinnäytetyön aikana, mutta koin aiheen kiinnostavana ja ammatillisesti antavimpana. Lisäksi aikatauluuni sopi pitkäjänteinen projekti.

Aikataulun olin jakanut kuukausittaisiin, aihetta käsitteleviin jaksoihin sekä viikoittaisiin tehtäviä käsitteleviin jaksoihin. Aikataulumuutoksia oli silti odotettavissa, mikä teki ajankäytön huolellisesta suunnittelusta tärkeää.

Lähdemateriaalin hankinta ja siihen tutustuminen alkoi lokakuussa, jolloin suoritin myös Tutkivan kirjoittamisen ohjeistus -seminaarin. Tutustuin myös erilaisiin aineiston hakumenetelmiin, tein opinnäytetyön 13-kohtaisen suunnitelman, sekä hyväksyin opinnäytetyöni aiheen erillisessä aihe-seminaarissa.

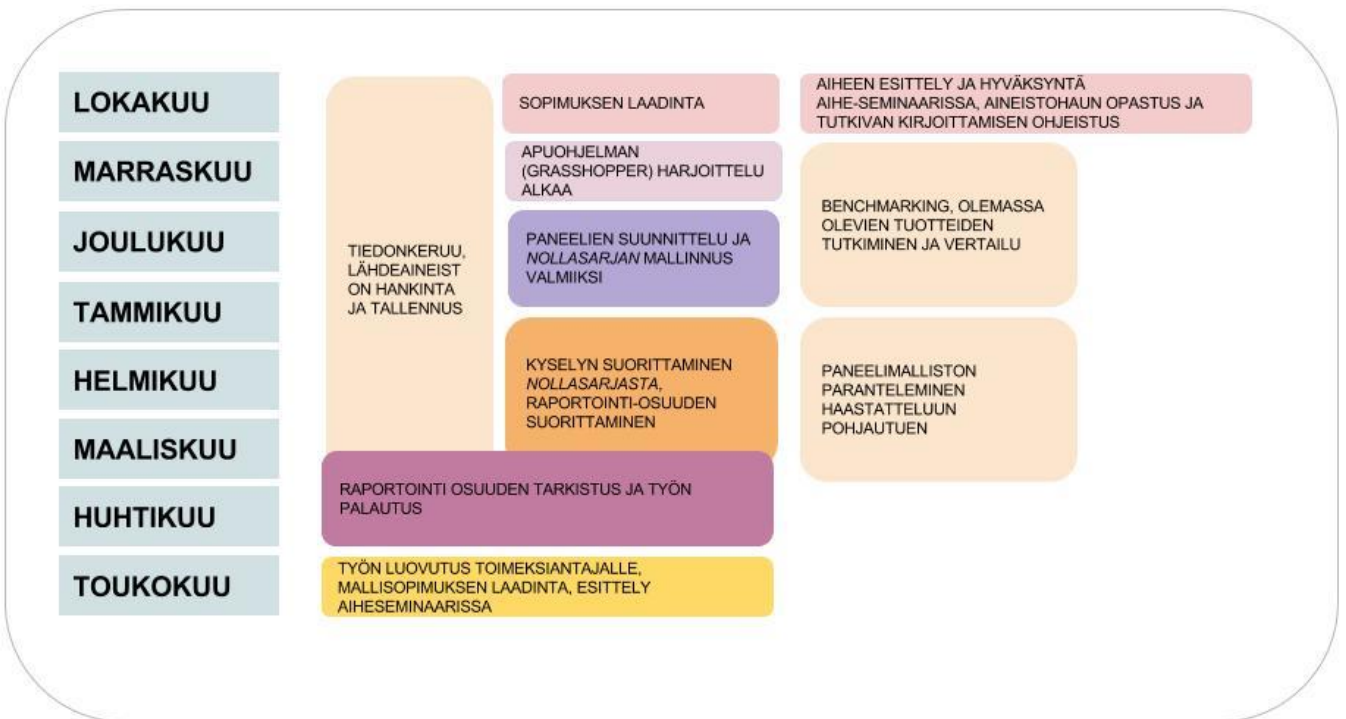
Marraskuussa tutustuin uuteen apuvälineeseen Grasshopperiin, joka on ilmainen plug-in, eli lisäosa 3D-mallinnusohjelma Rhinoceroselle. Grasshopperista kerrotaan enemmän tämän opinnäytetyön produktiivisen osion kuvauksessa.

Joulukuun olin valinnut suunnittelukuukaudeksi, jolloin saisin suunniteltua ja toteutettua kaikki neljä erilaista paneelia valmiiksi. Tätä aikaa jatkettiin vielä kuukaudella, sillä tarvitsin vielä lisää aikaa uuden ohjelman omaksumiseen.

Helmikuun alussa nollasarja oli värien valintaa ja nimeä vaille valmis ja lähetetty annetussa muodossa toimeksiantajan tarkasteltavaksi. Parannusehdotuksia sekä

väriin liittyviä tekijöitä käytiin vielä läpi lyhyellä haastattelukierroksella. Kirjallinen raportointiosuus alkoi.

Alla on kaavio aikataulustani ja työtehtävien jakautumisesta tämän suunnittelu-prosessin aikana. Huomioitavaa on, että osa työskentelyvaiheista menee päällekkäin tai jatkuu koko projektin ajan, sillä uutta tietoa tarvittiin myös kesken suunnittelu ja raportointiosuuden.



Kuva 1. Opinnäytetyön aikataulu ja tehtävien jakautuminen (Ukkonen 2017)

2.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Tavoitteinani tässä työssä oli oppia projektinhallintakeinoja, sekä päästä syventymään algoritmi-avusteisen mallinnuksen perusteisiin. Halusin myös vahvistaa ammatillista identiteettiäni ja saada aikaan työn, jota voisin käyttää jatkossakin ammatillisessa portfoliossani työnhaussa.

Lisäksi halusin, että ammatilliset valmiuteni parantuisivat tämän projektin myötä koskien sekä muotoilunteoriaa että mallinnus ja kuvankäsittelytaitojani. Toivon myös, että tämän työn lukemisesta voisi olla hyötyä tuleville opiskelijoille.

Työn produktiivisina tavoitteina oli suunnitella asiakasyritykselle neljän kappaleen akustiikkapaneelimallisto, joka täyttäisi valmistettavuuden kriteerit ja muut annetut ohjeet. Työn tulosta tulisi myös olla mahdollista tuottaa ja myydä, mikä näin ollen hyödyttäisi myös asiakasyritystä. Mallisto oli tarkoitus saada tuotantoon ja mallioikeudet siirtää asiakasyritykselle erillisellä sopimuksella. Nimeni malliston tekijänä tulisi kuitenkin näkymään mahdollisissa julkaisuissa ja muissa yhteyksissä.

Tämän työn tutkimusongelma käsittelee algoritmi-avusteisen mallinnusohjelman käyttöä ja hyötyä 3D-mallinnuksen ja kuosisuunnittelun apuvälineenä. Sivuongelmina käydään läpi projektinhallinnallisia keinoja, tuotekehityshaastattelun, ja värinvalinnan tärkeyttä tuotteistusprosessissa.

Työssä perehdytään tutkimusongelman määrittelyyn ja tutkimusmenetelmiin, joilla kerätään ja analysoidaan tietoa tutkimusongelman ratkaisemiseksi. Työn empiirisessä eli produktiivisessa osiossa analysoidaan kerättyä aineistoa ja vastaan tutkiskelukseen käytännönläheisesti. Produktiivinen osio tulee käsittelemään algoritmi-avusteisen mallinnuksen peruseräiteiden lyhyen selvityksen, työvaiheiden kuvaukset ja ratkaisuihin johtaneita tekijöitä.

3 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunnittelutyön lähtökohtina toimivat asiakasyrityksen antama ohjeistus liittyen materiaalin, kokoihin ja tuotantotapoihin. Myös ammattikorkeakouluni opinnäytetyönohjeistus ja omat tavoitteeni toimii suunnittelutyötä rajaavina tekijöinä. Kolmas rajoite oli tutkimusmenetelmät, jotka tuli ottaa huomioon opinnäytetyössä. Koska luovan ala suunnitteluprojekteissa on tunnusomaista, että tutkimus ja suunnittelu ovat tiiviisti yhteydessä tuotekehittelyyn (Ruohonen 2009: 1), oli selvää että tutkimuksellisen otteen tuominen tähän projektiin oli sekä tarpeellista että haasteellista.

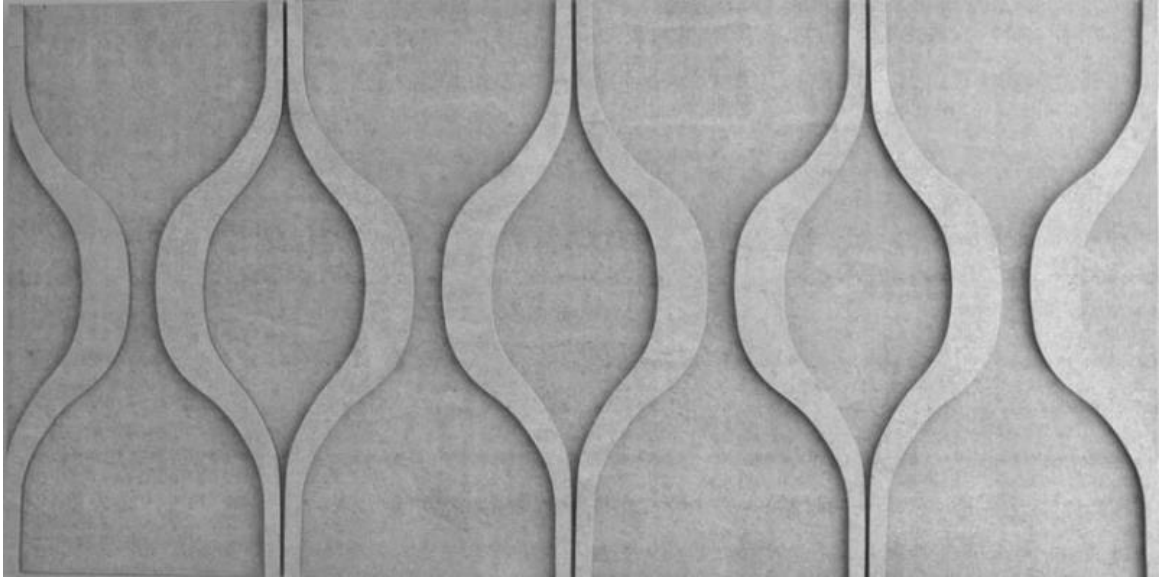
Tämän takia viitekehyksenä ja tutkimusstrategiana tässä opinnäytetyössä käytetään toimintatutkimusta, sekä toteutetaan pienimuotoinen kysely nollasarjan parannusta varten. Alla olevissa luvuissa kerrotaan lähemmin tässä luvussa kerrotuista suunnittelutyöhön vaikuttavista tekijöistä.

3.1 Asiakasyritys

Asiakasyrityksenäni eli toimeksiantajanani tässä projektissa toimi akustointipaneeleita valmistava yritys Taideakustointi Sani Miekkala. Yritykseen tutustuin ensimmäistä kertaa syksyn 2016 Habitare-messuilla Helsingissä, jolloin sattumalta vierailin heidän toimipisteellään ja päädyin juttelemaan.

Yritys valmistaa kotimaista akustiikkataidetta materiaalinaan ekologinen kotimainen pintaturve, tai kierrätysmateriaalivalmisteista akustointilevy. Akustiikkapaneelimateriaaleja leikataan erilaisiin kuvioihin, joita käytetään valmiin standardikokoisien akustiikkapaneelin päällä tuomassa kolmiulotteisuutta ja ulkonäköä. Yrityksellä on omia mallistoja, sekä myös mahdollisuus valmistaa yksilöllisiä, asiakaslähtöisesti räätälöityjä tuotteita.

Yrityksen tyyli on klassinen ja aikaa kestävä, jopa abstrakti. Sävyt tuotteissa ovat vaaleita ja maanläheisiä, vaaleanharmaan, tummanharmaan ja beigen yhdistelmät olivat toimeksiantajan mukaan halutuimmat värit asiakkaiden keskuudessa (Haastattelu, Ukkonen, 2017.) Alla olevassa kuvassa on esillä yrityksen mallistosta akustiikkalevy nimeltään ”Vuolle” :



Kuva 2. Taideakustointi Sani Miekkalan ”Vuolle” -akustiikkapaneeli (Taideakustointi Sani Miekkala, Vuolle, 2015.)

Pinta -ja kuviointimateriaaleina käytetään myös tarvittaessa esimerkiksi paloturvallista luonnonkuitumassaa, silkipuuvillakuitumassaa, villakangasta ja metallia pieninä määrinä. Kaikki teosten materiaalit ovat päästöluokitukseltaan M1-luokiteltuja, eli materiaaliltaan parhaita mahdollisia ja sisäilmaa edistäviä tuotteita. Myöskin paneelien materiaalien paloturvallisuusluokka mainitaan saavuttavan parhaimmillaan erinomaisen paloturvallisuuskäyttötymisen (Taideakustointi Sani Miekkala, Tietoa materiaaleista, 2015).

Materiaalintoimittajina yritys käyttää Konto Oy:tä ja Decocoat Oy:tä, jotka ovat molemmat kotimaisia toimijoita. Palveluinaan yritys tarjoaa käsityönä valmistettavia kolmiulotteisia akustiikkapaneeliratkaisuja, jotka voivat tarpeen mukaan olla myös asiakkaan toiveiden mukaisesti räätälöityjä. Yritys tarjoaa myös apua akustiikkaan liittyvissä ongelmissa, neuvonantoa teosten sijoittelussa, sekä akustiikkapaneelien asennuspalvelun. Yrityksen suurimpana asiakasryhmänä ovat yksityiset henkilöt, jotka etsivät akustointimahdollisuuksia kotiinsa, mutta haluavat akustiikan toimivan myös sisustuksellisenä ratkaisuna.

3.2 Tutkimuskysymykset ja viitekehys

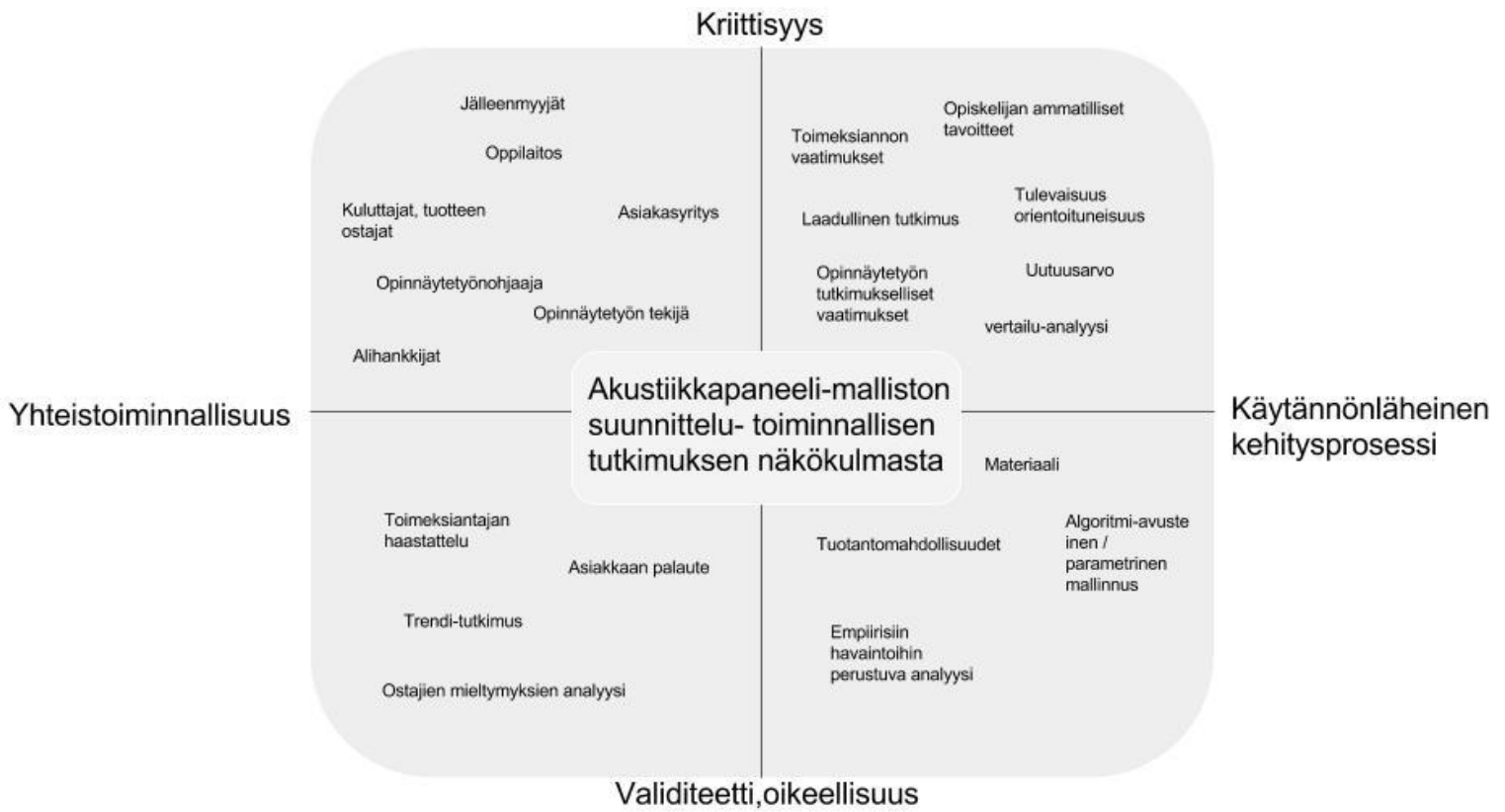
Opinnäytetyön toivotaan olevan työelämälähtöinen, käytännönläheinen, tutkimuksellisella asenteella toteutettu, sekä osoittavan riittävästi alan tietojen ja taitojen hallintaa (Vilkka:2003:10). Tämä opinnäytetyö on toteutettu laadullisena, eli kvantitatiivisena tutkimuksena.

Laadullinen tutkimus eroaa määrällisestä, eli kvantitatiivisesta tutkimuksesta, esimerkiksi siten, että siinä ei pyritä yleistykseen. Karkeasti jaettuna voitaisiin sanoa, että laadullisessa tutkimuksessa käytetään sanoja ja lauseita, määrällisessä taas lukuja (Kananen 2014:18.) Laadullinen opinnäytetyö pyrkii kuvaamaan, ymmärtämään ja tulkitsemaan syvällisesti tutkittavia aihealueita. Aineiston analysointi tapahtuu syklisesti ja on mukana kaikissa tutkimusprosessin vaiheissa, ohjaten tutkimusta ja tiedonkeruuta (Kananen 2014:18.)

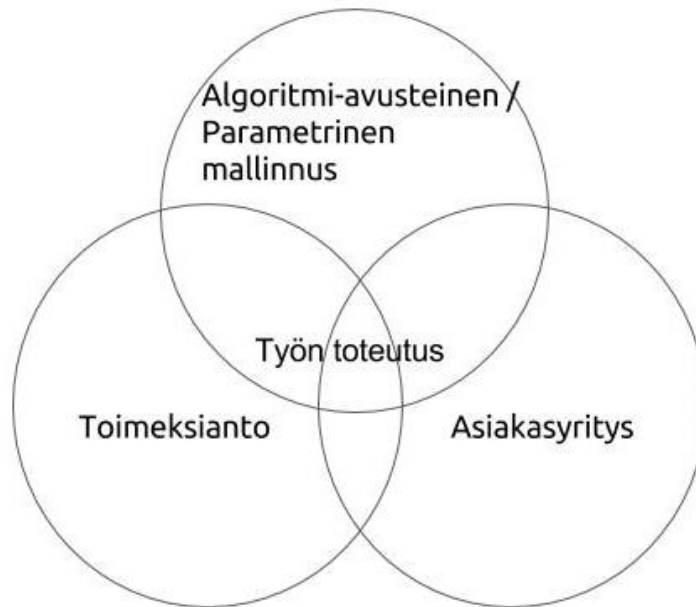
Koska teen työni aiheesta, joka on oikeastaan produktiivinen tuotekehityskuvaus, ja josta ei ole paljoa aikaisempia tutkimuksia tai opinnäytetöitä, oli selvää, että luonteeltaan opinnäytetyöni tulisi olemaan laadullinen.

Työ sisältää myös toimintatutkimuksellisia elementtejä, sillä sen aikana toteutettiin konseptit neljän kappaleen mallistosta, joidenka on tarkoitus mennä tuotantoon. Toimintatutkimus on enemmänkin tässä työssä viitekehystenä, jonka metodeja on käytetty tässä tuotekehitystyössä.

Toimintatutkimuksella on tarkoitus yleensä muuttaa ja parantaa esimerkiksi tuotetta, ja tuottaa toiminnallaan uutta tietoa jonka pätevyyttä tarkastellaan esimerkiksi keskustelemalla, kokeilemalla ja rinnastamalla sitä aikaisempiin tietoihin. Toimintatutkimuksen katsotaan koostuvan neljästä osa-alueesta jotka ovat yhteistoiminnallisuus, käytäntölähtöinen kehitysprosessi, kriittinen tiedonintressi ja luotettavuuden arviointi (Ruohonen 2009: 10 - 20.) Designalaan ja luoviin prosesseihin toimintatutkimuksen katsotaan soveltuvan hyvin (Ruohonen 2009: 9). Alla olevissa kuvissa on lähemmin eritelty opinnäytetyöni viitekehystä, ja toiminnallista tutkimusta.



Kuva 3. Akustisen paneelimalleiston suunnittelu toiminnallisen tutkimuksen näkökulmasta (Ukkonen 2017)



Kuva 4. Opinnäytetyön viitekehys (Ukkonen 2017)

Toimintatutkimuksellisessa kuvassa näkyy eriteltyinä miten suunnittelua rajaavat tekijät on otettava huomioon tässä työssä ja miten ne sopivat eri toimintatutkimuksellisiin akseleihin. Osa tekijöistä olisi sopinut myös useampaan kohtaan. Viitekehyskaaviossa samat tekijät ovat esiteltynä yksinkertaisemmin.

3.3 Tiedonhaun ja analysoinnin menetelmät.

Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset voidaan ratkaista tiedolla, joka saadaan kerätystä aineistoista (Kananen 2014:41). Koska tutkimusotteeni on laadullinen ja viitekehykseltään toiminnallinen, olen pyrkinyt ymmärtävään ja havainnoivaan sisällönanalysointitapaan. Näin sain esimerkiksi kerättyä tarpeeksi tietoa algoritmi-avusteisesta mallinnuksesta ja akustiikkapaneelien suunnitteluun ja valmistamiseen liittyvistä tekijöistä. Tässä työssä ymmärryksen syveneminen on auttanut saamaan tarvittavan tiedon työssä algoritmi-avusteisesta mallinnuksessa etenemiseksi, ja aina ymmärryksen lisääntyttyä olen voinut ratkaista mallinnuksessa kohtaamiani ongelmia. Näin ollen tiedonkeruu sekä analysointi kulkivat

tässä projektissa rinnakkain, johtaen lopulta haluttuun lopputulokseen.

Muina tiedonkeruumenetelminä keskityin tämän projektin aikana esimerkiksi asiakkaan haastatteluun kyselylomakkeen sekä sähköpostiviestinnän avulla, alan kirjallisuuteen ja internet-ryhmiin sekä tutoriaaleihin tutustumalla ja suorittamalla pienimuotoista vertailuanalyysia.

3.4 Työn rajaus

Päätin rajata työni keskittymään suunnitteluun ja tuotekehitykseen, sillä halusin harjoitella oman alan taitoja. Tutkimukselliseen ajattelu -ja kirjoitustapojen omaksumiseen ja toteuttamiseen on perehdytty edellä mainitun ehdoilla.

Näin ollen tulen selittämään lyhyesti algoritmi-avusteisesta mallinnuksesta siltä osin, että lukija saa käsityksen aiheesta, ja voi tehdä omat havaintonsa kyseisen työskentelytavan eduista ja haitoista. Tulen myös esittelemään suunnittelussa käytettyjä erilaisia työtapoja ja suunnitteluprojektin työnkulkuja. Haastattelujen ja kyselyiden otanta on pidetty suppeana sillä, niitä on käytetty pelkästään tuotekehityksen apuvälineinä.

4 SUUNNITTELLUSSA KÄYTETYT OHJELMAT, TUOTANTOMENETELMÄT JA MATERIAALIT.

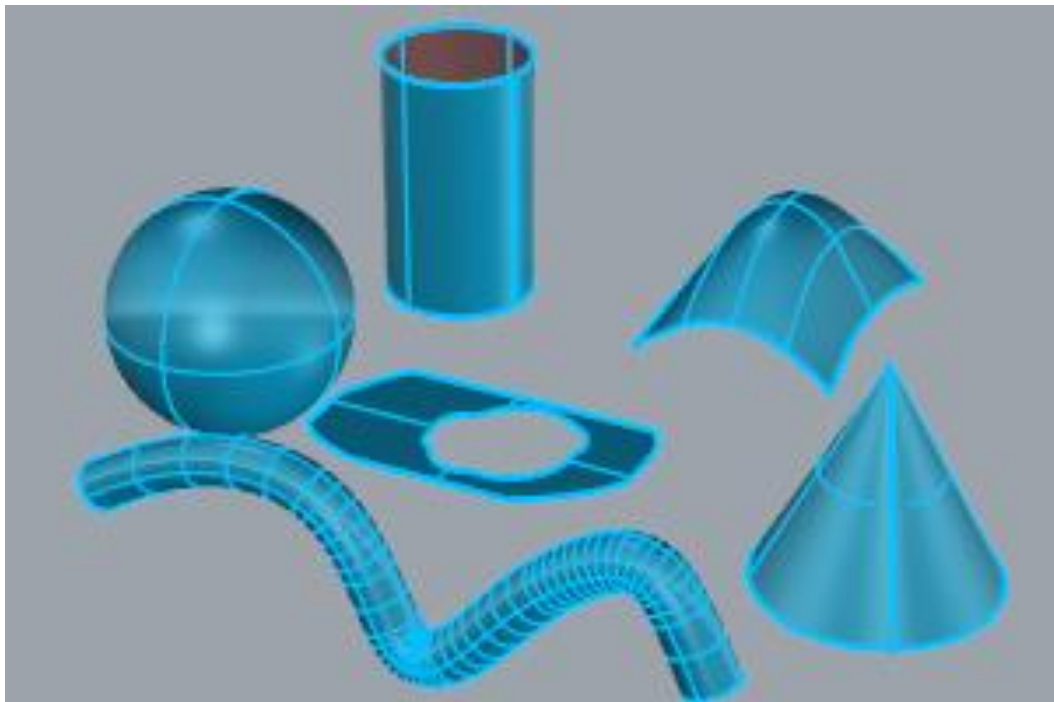
4.1 3D-mallinnus Rhinoceros-ohjelmalla

Rhinoceros3D on Robert MacNeel & Associates:in luoma maksullinen 3D-mallinnuksen ohjelma. Ohjelma toimii nykyisin sekä Windowsin että Machintosin käyttöjärjestelmillä.

Rhinoceros3D käyttää Nurbs -muotoista 3D-tietokonegrafiikkaa. Nurbs (Non-Uniform rational Basis Spline) on matemaattinen malli, jonka avulla ohjelma muodostaa halutun mallin kolmiulotteiseen tila-avaruuteen. Ohjelma luo mallinet-

tavan kappaleen muodon pisteiden ja niiden välisten NURBS –käyrien, ja niistä muodostuvien pintojen avulla (Robert McNeel & Associates:448,1993 - 1998.) Myös ”Mesh”-muotoista tietokonegrafiikka käytetään joissakin ohjelmissa. Mesh-pinta muodostuu verkosta, sen solmupisteistä (vertex), niiden välisistä viivoista (edges) ja niidenluomista pinnoista (faces). Toisinkuin ”NURBS” – grafiikassa, ”Mesh” – pinnat eivät ole täysin tarkkoja, ja tarkkuus määrittyykin mesh-verkon tiheyden mukaan (Tanska ja Österlund,2014:13.)

Rhinoceros3D-ohjelmaa opetetaan ja käytetään monissa oppilaitoksissa ja yrityksissä sekä sen luomat mallit ovat helposti siirrettävissä muihin mallinnusohjelmiin. Lisäksi NURBS -muotoisen grafiikan väitetään säilyvän vielä pitkälle tulevaisuuteen (What are NURBS?, 2017).



Kuva 5. NURBS – pintoja, sekä niistä muodostettuja kappaleita Rhinoceros3D – ohjelmassa (Rhinoceros for Windows User’s Guide,2015)

Koska ohjelmalla voi luoda vapaita ja abstrakteja muotoja, on NURBS -grafiikkaa käyttävät ohjelmat suosittuja esimerkiksi tuote, auto, vene, terveysteknologia sekä urheiluväline ja korumuotoilussa (Rhinoceros for Windows User’s Guide,2015.)

4.3 Algoritmit

Algoritmi on menetelmä jota käytetään tuloksen etsimiseen tai tehtävän suorittamiseen käyttämällä päättävää, tarkkaan määritellyistä ohjeista koostuvaa sarjaa (Tedeschi 2014:22). Algoritmit ovat siis asteittain, valitussa järjestyksessä esiintyvä sarja erilaisista toiminnoista/ohjeista, jotka muodostavat aina tietyn kokonaisuuden (Tedeschi 2014:23). Algoritmi koostuu toiminnoista, ja nämä taas ovat riippuvaisia tarkoista määritelmistä, eli parametreista (Tedeschi 2014:23.)

Algoritmin *parametreja*, eli määritteitä muuttamalla voidaan muokata algoritmin luomaa lopputulosta. Myös algoritmissa tapahtuvien toimintojen järjestystä muuttamalla muuttuu lopputulos. Mikäli algoritmin rakenteita tai toimintoihin vaikuttavia parametreja ei muuteta, ei muutu lopputuloskaan.

Kirjassaan ”AAD -Algorithms Aided Design”, kirjoittaja Arturo Tedeschi vertaa algoritmia niinkin yksinkertaiseen prosessiin kuin leipomisreseptiin. Leipominen käsittää tietyt työvaiheet kuten ainesten sekoittamisen, taikinan uuniin laiton ja leivoksen sieltä poistamisen. Kuitenkin kuten algoritmissa, myös leipomisessa tarvitaan tarkennuksia; mitkä aineet sekoitetaan ja kuinka paljon kyseistäkin ainetta käytetään? Kuinka kauan niitä pidetään uunissa? Tarkat määritelmät työvaiheille ovat tärkeitä niin halutunlaisen kakun, kuin algoritminkin lopputuloksen kannalta (Tedeschi 2014: 22-23.)

4.4 Parametrinen mallinnus

Parametrinen mallinnus on levinnyt tarkoittamaan jonkin verran myös algoritmiavusteista mallinnusta, ja osittain käsitteillä näytetään tarkoittavan samaa. Kuitenkin parametrinen mallinnus tarkoittaa mallinnuksen riippuvaisuutta annetuista määritteistä tai muuttujista, eli parametreista. Käytännössä 3D-mallinnus tapahtuu monilla ohjelmilla ja mallinnustavoilla parametrisesti. Useimmissa ohjelmissa esimerkiksi viivaa piirtäessä tulee myös antaa viivan haluttu pituus, jolloin pituus on parametri jonka mukaan kappaletta on muokattu. Parametrinen mallinnus voi tapahtua myös algoritmiavusteisesti, jolloin mallinnusprosessissa käytetään esimerkiksi visuaalista algoritmieditoria. Tällöin parametrit annetaan

algoritmieditorin puolella. Tässä työssä puhutaan enimmäkseen algoritmiaivusteisesta mallinnuksesta tai suunnittelusta, koska molemmat tehdään algoritmien avulla.

4.5 Algoritmiaivusteinen mallinnus

Algoritmiaivusteiset mallinnustyökalut on luotu automatisoimaan ja nopeuttamaan mallinnusprosesseja algoritmien avulla. Mallinnusprosessi jaetaan yksittäisiin tehtäviin/komentoihin joille annetaan tarvittava informaatio parametrien avulla (Tedeschi 2014:22 - 23.)

Algoritmiaivusteisessa suunnittelussa luovuus, logiikka sekä tietokoneen laskennalliset tehot yhdistyvät, joten erilaisten variaatioiden ja ratkaisuiden etsiminen on kohtuullisen helppoa. Lisäksi algoritmi mahdollistaa luovan prosessin selittämisen, lukemisen ja muokkaamisen (Tanska ja Österlund 2014.)

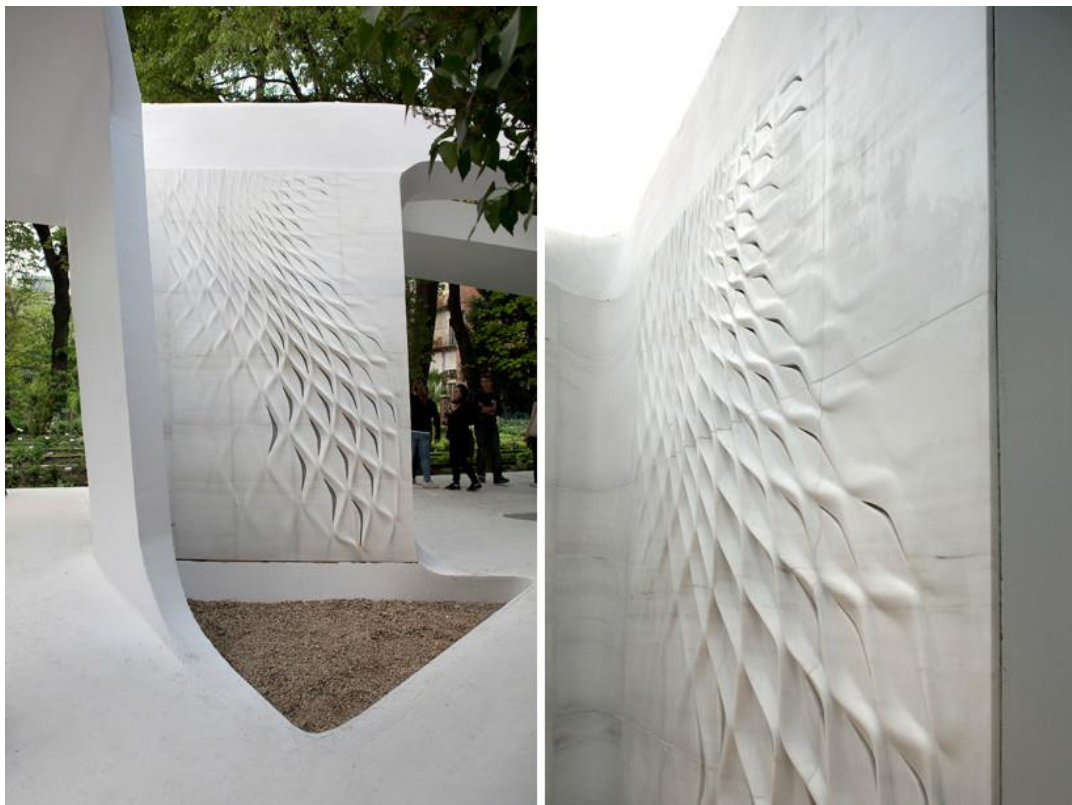
Visuaalisessa algoritmieditorissa kuten Grasshopperissa, tehtävät ja parametrit näyttäytyvät visuaalisina laatikoina joita voi kytkeä toisiinsa. Esimerkiksi tehtäväkomponenteissa on paikat tarvittavien parametrien kytkennöille. Kuten aiemman kappaleen Arturo Tedeschin leipomisreseptistä tuli ilmi, jokainen toimintokomponentti tarvitsee määrittelyjä toimiakseen.

Algoritmieditorin hyötyjä verrattuna tavanomaiseen parametriseen mallintamiseen on sen reaaliaikaisuus. Esimerkiksi mallin kokoon vaikuttavia x - ja y parametreja ja niihin vaikuttavia numeerisia muuttujia, voidaan sekä muokata että tarkastella niiden tuloksia reaaliajassa. Mahdollista on myös esimerkiksi toistaa haluttuja laskennallisia määrittelyjä, eli iteroida algoritmin tai mallinnuksen halutuissa kohdissa. Mallille määriteltäviä ominaisuuksia tai algoritmin osia voidaan myös "sammuttaa" eli poistaa silti menettämättä jo rakennettuja osia lopullisesti.

Parametriseen mallinnukseen avulla voidaan siis jatkuvasti muokata mallia reaaliajassa ja tarkastella samalla läpi erivaihtoehtoja, jotka kuitenkin täyttävät mallille laaditut määrittelyt. Algoritmia luodessa suunnitellaankin enemmän itse prosessia kuin vain tuotetta (Tedeschi 2014: 25).

Usein käytetään myös sanaa ”generatiivinen”, kun puhutaan algoritmi tai parametrisesta suunnittelusta. Generatiivisella muotoilulla viitataan enemmän tilanteeseen, jossa suunnittelutyötä määrittävät tekijät, eli parametrit, ovat lukkoon lyötyjä ja käytetty ohjelma itse laskee kaikista mahdollisista vaihtoehdoista sopivimmat. Generatiivisella muotoilulla ohjelma voi määrittellä muodon lisäksi jopa parhaimman materiaalin tuotteelle (esimerkiksi jos vaatimuksina olisi kestävyys ja keveys, sekä halutut mittasuhteet). Kyseinen metodi onkin sukua luonnon omalle tavalle rakentua mahdollisimman materiaalillisesti sekä tilallisesti tehokkaasti. Parametrisessa suunnittelussa muotoilija on kuitenkin itse tekemässä muutoksia mallin parametreihin ja algoritmiin, sekä valitsee mielestään sopivimman lopputuloksen (Generative design softwares will give designers ”superpowers”, 2016.) Monet futuristisilta näyttävät korut, taideteokset ja rakennukset ovatkin luotu parametrisen mallinnuksen keinoin.

Alla on esimerkki edesmenneen arkkitehti Zaha Hadidin parametrisesta arkkitehtuurista:



Kuva 6. Arkkitehti Zaha Hadidin teos (The Secret Garden Pavilion,Zaha Hadid Architects, 2015.)

Algoritmi-editoreja on nykyään käytettävissä yhä enenevin määrin myös muilla ohjelmilla kuin Rhinoceros3D:ellä, jolla Grasshopper toimii. Kaikki parametrinen tai kolmiulotteisen mallinnuksen ohjelmat eivät ole maksullisia: hyvänä esimerkkinä tästä on avoimenlähdekoodin mallinnusohjelma Blender, jolle on kehitetty oma parametrinen mallinnuksen mahdollistava lisäohjelma, Sverchokk. Ohjelma muistuttaa käyttöliittymältään paljon Grasshopperia ja nimi tuleekin venäjänkielisestä vastineesta heinäsiikalle.

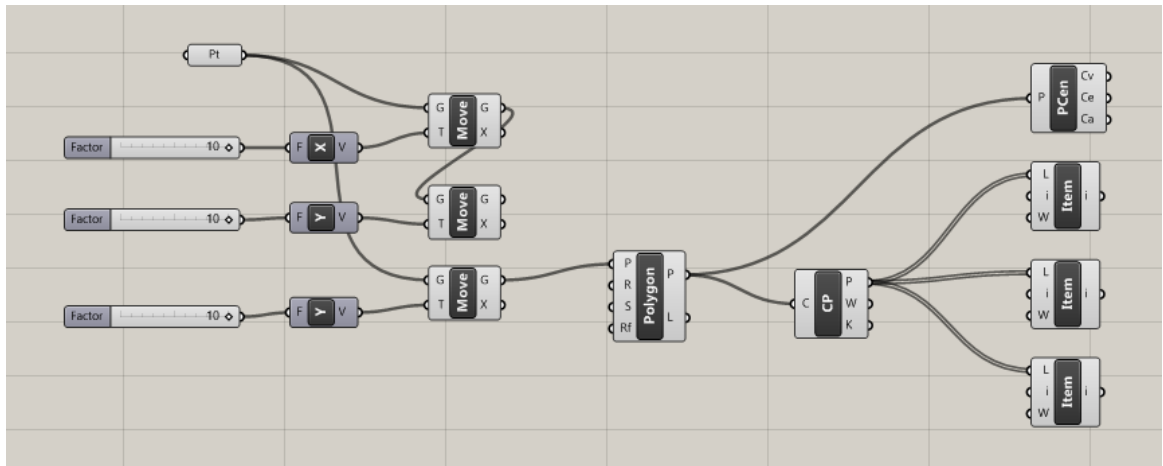
4.6 Grasshopper

Grasshopper on Rhinoceros3D-mallinnusohjelmalle vuonna 2008 lisätty plug-in, eli lisäohjelma (History of Rhino, 2015.) Kyseessä on graafinen algoritmineditointityökalu, joka toimii yhteistyössä Rhinoceros -mallinnusohjelman kanssa (Grasshopper Primer, EN, Third edition V3.3).

Käytännössä samankaltaista mallinnusta voitaisiin tehdä myös perinteisesti ohjelmoimalla, esimerkiksi kirjoittamalla Rhinocerosin omaan komentokenttään. Tämän vie tosin paljon aikaa ja ei anna mahdollisuutta vaihtaa komennon parametreja tai palata mallinnuksessa taaksepäin menettämättä jo tehtyjä kappaleita ja ominaisuuksia. Myös RhinoScript toiminnolla on mahdollista muokata Rhinocerosin omanlaisiansa komponentteja toistamaan toistuvia komentosarjoja, mutta tämä vaatii ymmärrystä skriptauksesta (<https://wiki.mcneel.com/developer/rhinoscript>).

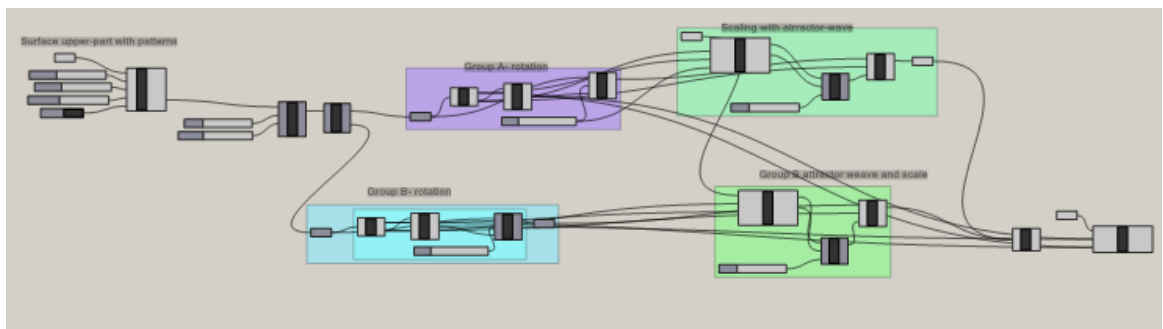
Joissakin ohjelmissa, kuten Solidworks:issa, on erillinen ”historiapuu”-työkalu, jonka avulla mallinnuksessa voi palata editoimaan aikaisempia kappaleita. Grasshopper on siis visuaalinen käyttöliittymä, jossa erilaisilla neliönmuotoisilla komponenteilla ja niitä yhdistävillä nauhoilla rakennetaan ja muokataan mallinnusprosessin aikana annettuja määreitä, sekä komentoja rakentamalla näistä

visuaalinen algoritmi, kuten kappaleessa 4.5 kerrottiin. Alla kuva Grasshopperilla määritellystä algoritmista:



Kuva 7. Muodon rakentamista Grasshopperilla. Yllä olevassa kuvassa parametreillä (x ja y-komponentit, sekä näihin yhdistetyt numeeriset muuttujat) joiden avulla määritellään komentoja (esimerkiksi "Move" -komponentti). Näistä tekijöistä yhdessä muodostuu mallinnettu kappale. (Ukkonen 2017.)

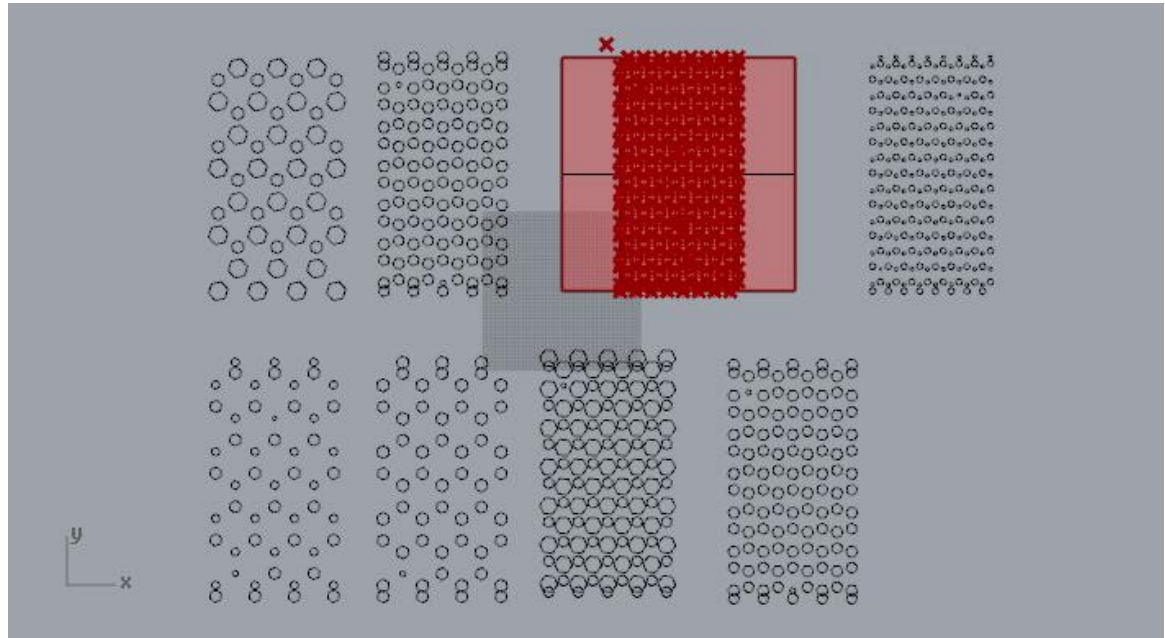
Algoritmi-editori ei kuitenkaan itsessään näytä mallia kolmiulotteisena, vaan se tulee liittää haluttuun mallinnusohjelmaan. Esimerkkinä alla olevassa kuvassa on algoritmieditorilla luotu määritelmä (kuva 8), ja sen luoma malli 3D-mallinnusohjelmassa.



Kuva 8. Grasshopper-algoritmi kuviovariaatioiden aikaansaamiseksi (Ukkonen 2017.)

Ylläoleva kuva esittää työskentelynäkymää Grasshopper-ohjelmassa, ja alla oleva kuva esittää Rhinoceros3D-ohjelman näkymää. Ylläolevalla Grasshopperilla

luodulla algoritmilla on luotu erilaisia versioita kuvioinnista jotka näkyvät mallin-
nusohjelmassa.



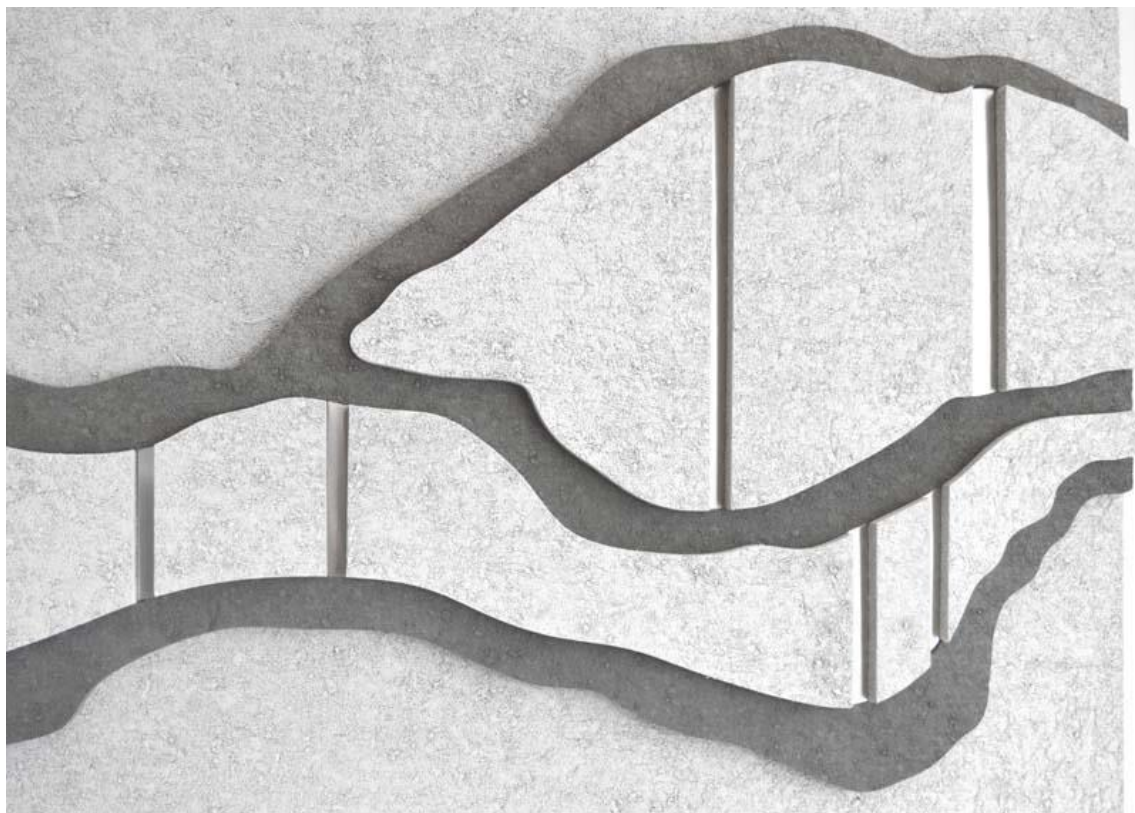
Kuva 9. Erilaisia kuviointikokeiluja tuotu Rhinoceros3D-ohjelmaan (Ukkonen
2017.)

Vaikka Grasshopperilla luodut määritelmät näkyvätkin Rhinoceros3D -ohjelmassa
reaaliajassa, ne eivät silti kuitenkaan ole vielä ohjelmassa oikeasti omina kappala-
leinaan. Rhino-objektiksi muuttaessa algoritmieditorin mallit tuodaan Rhinoon
erityisellä ”bake” –komennolla, joka löytyy Grasshopperin puolelta. Näin malli
muuttuu oikeaksi 3D-maailmassa olevaksi kappaleeksi, jota voi muokata.

Ylläolevassa kuvassa punaisella näkyvät kohdat ovat Grasshopperiin perustuvia
kuvioita ja mustat ”leivottuja”, eli Rhinon puolelle tuotuja kappaleita. Grasshoppe-
rin eri komponentteja voi myös poistaa tai piilottaa hetkellisesti ohjelman näkyvil-
tä, jolloin mallinnuksen vaiheita ja niiden vaikutusta muokattavaan kappaleeseen
voidaan tutkia selkeämmin.

4.7 Akustiikkapaneelien materiaali ja teosten tuotanto.

Toimeksiantajani käyttää Akustiikkateoksissaan kotimaisesta pintaturpeesta valmistettua akustointimateriaalia, jonka on kehittänyt, valmistanut ja patentoinut suomalainen Konto Oy. Materiaali mainitaan homehtumattomaksi, kevyeksi ja helposti kiinnitettäväksi, sekä mahdolliseksi kierrättää energia-jätteessä (Konto Oy.Akustiikka.2016). Lisäksi materiaalilla on erinomaiset paloturvallisuusominaisuudet, sekä sisäilmaominaisuudet (Taideakustointi Sani Miekkala,Tietoa Materiaaleista, 2015.) Alla esimerkki materiaalista toimeksiantajayrityksen akustiikkateoksesta ”Railo”. Kuva on lähikuva eikä näytä teosta kokonaisuudessaan.



Kuva 10. Lähikuva materiaalista Taideakustointi Sani Miekkalan teoksessa ”Railo” (Taideakustointi Sani Miekkala,Railo, 2015.)

Toimeksiantajani luo teosten visuaalisen ilmeen kerrostamalla erimuotoisia, vesileikattuja akustiikkapaneeleja päällekkäin, mutta omaa myös alihankkijan, jolta voi tilata kohokuvioituja paneeleita. Kuitenkin työ tuli suunnitella 2d-kuvioina ja palauttaa dwg-muodossa.

Dwg on yleisesti käytetty tiedostoformaatti (What is DWG?, 2017.) jolla tietokoneavustetun (CAD) suunnitelman voi siirtää halutun koneen, vaikkapa vesileikkuriin, ymmärtämään muotoon. Myös muita formaatteja on olemassa.

Tämän lisäksi työni tuli suunnitella asiakasyritykseni teosten standardi kokoluokissa. Nämä luokat olivat 594x594 mm, 1200x1200 mm, 1200x1800 mm, ja 1200 x 2400 mm. Kaikkien paneelien standardi-paksuus oli 20cm, riippuen toki leikattujen kuviointikerrosten määrästä. Malliston värien tuli olla maanläheisiä, ja mallistolla tuli olla myös kolme standardiväriä.

5 AKUSTIIKKAPANEELIEN IDEOINTI, SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

5.1 Aikataulu ja konseptoinnin vaiheet.

Akustiikkapaneelimalliston suunnittelua määrittivät edellä mainitut asiat: ohjelmat, asiakasyrityksen antamat ohjeet, sekä materiaali ja tuotantoteknisiin menetelmiin liittyvät tekijät. Käyttäjälähtöisyys tuli ottaa huomioon mietittäessä itse loppukäyttökohdetta, eli neuvotteluhuoneita. Aloitin lukemalla parametriseen mallinnukseen, kuviointisuunnitteluun ja akustiikkapaneelisuunnitteluun liittyviä aikaisempia oppinäytetöitä, kirjoja sekä alan lehtiä ja internetlinkkejä lokakuussa. Samalla aloin pitämään kirjaa mahdollisista myöhemmin tässä työssä tarvittavista linkeistä ja muusta aineistosta.

Marraskuussa tutustuin Grasshopper-ohjelman käyttöliittymään ja tein erilaisia harjoituksia oppiakseni ohjelmaa. Samalla otin myös selvää, mitä ohjelmalla on tehty aikaisemmin. Näin suunnittelutyö eteni sykleittäin, jolloin aina uusi tieto tai havainto ohjasi malliston kehityksen ideointia eteenpäin. Ohjelmaa vielä opetellessani jouduin siis ideoimaan aina senhetkisen osaamiseni ehdoilla, joka hidasti työtä.

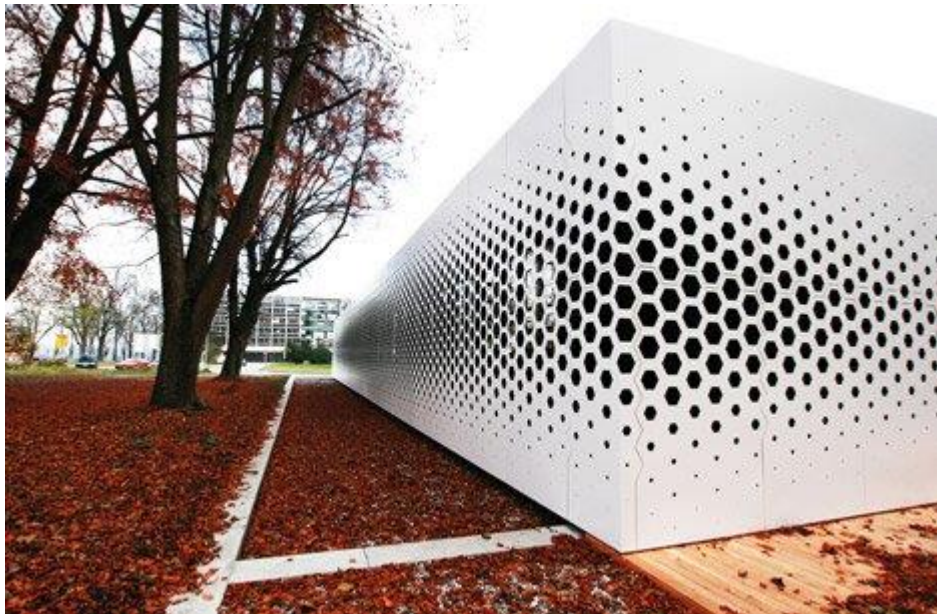
Joulukuussa aloitin malliston varsinaisen suunnittelun. Grasshopperilla suunnittellessa on tärkeää muodostaa etukäteen tavoitteita ja luoda tapa, jolla haluttuun tulokseen päästään. Näin ollen Trial and error–tyylinen opettelu toi lähemmäs yli sata erilaista vaihtoehtoa ja aina vain uusia aloituksia uusista ideoista. Valmista

jälkeä alkoi tulla vasta, kun päätin suunnitella ideat ensin paperille ja sen jälkeen miettiä millä strategialla malli ja siitä luotavat variaatiot tulisi muodostaa Grasshopperilla. Tähän tarvitsin myös kokemusta ja tietämystä erilaisista komponenteista, sekä yleisimmistä toimintatavoista luoda haluttuja efektejä algoritmieditorin avulla.

Ensimmäisen suunnittelukuukauden jälkeen erilaisia ongelmia oli ratkaistu kuitenkin jo niin paljon, että varsinainen ideapohjainen työskentely saattoi alkaa. Ajatukseni saada mallisto valmiiksi ennen joulukuun loppua oli siis osoittautunut liian lyhyeksi ajaksi, kun kyseessä oli suhteellisen uusi ohjelma itselleni. Suunnittelua jatkettiin vielä yhdellä kuukaudella ja helmikuun alussa mallisto oli valmiina Dwg-muodossa asiakkaan kommentoitavana.

5.2 Taustatutkimus ja vertailuanalyysi

Arkkitehtuurissa toimivimpia esimerkkejä tämän työn kannalta oli erilaiset julkisivukoristelut. Esimerkiksi alla oleva julkisivu on toteutettu laserleikkaamalla metalli materiaaliin, joka on prosessina samankaltainen vesileikkauksen kanssa.



Kuva 11. Parametrisella suunnitteluohjelmalla toteutettu, metalliin laserleikattu julkisivu, Format Elf Architekten, 2013.

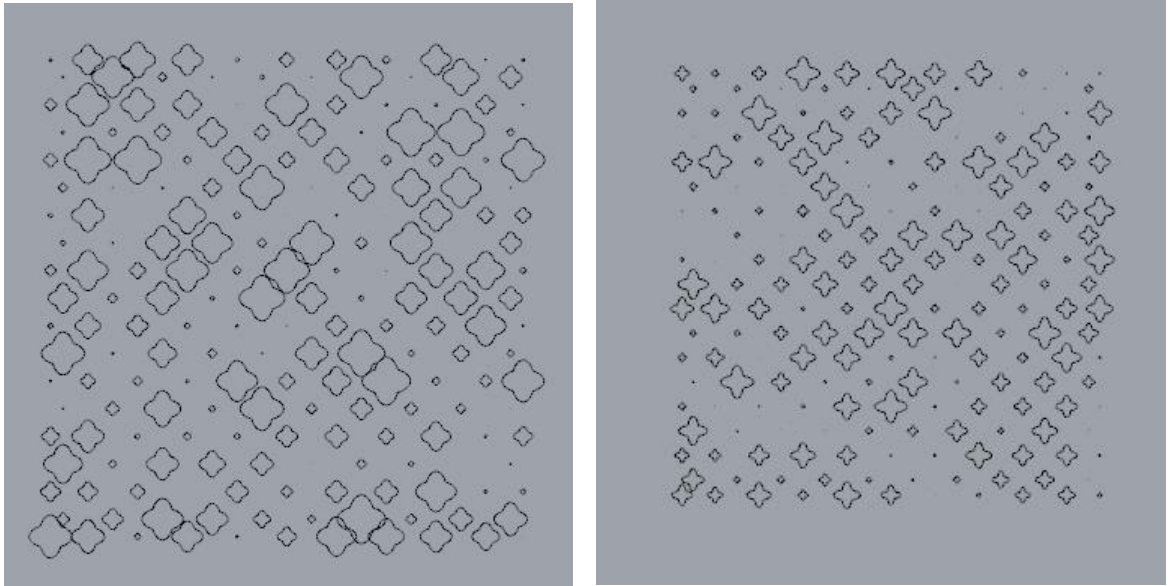
(Formstelle,Format Elf Architekten,Archdaily 2014.)

Suunnittelun alkuvaiheessa oli myös tärkeää ottaa selvää markkinoilla jo olevista akustiikkapaneelimalloista. Tätä varten tutustuin esimerkiksi kotimaisen yrityksen, Innofusorin mallistoihin sekä selasin mallistoja Pinterest-kuvapalvelussa, joka nopeutti etsintää. Ongelmalliseksi koin, että monia kuvioita käytettiin paljon algoritmipohjaisessa muotoilussa, sekä abstraktissa kuvioinnissa ylipäättään. Esimerkiksi ylläolevan rakennuksen kahdeksankulmaisista heksagon muotoisista osista järjestetty kuviointi osoittautui klassiseksi aiheeksi parametrisessa kuvioinnissa. Näin ollen erottavuus sekä tekijänoikeudelliset tekijät olivat haastavia. Myös esimerkiksi venäläisen matemaatikko Georgy Voronoi:n (1868 - 1908) kehittämään Voronoi -kaavioon perustuva kuviointi on suosittua arkkitehtuurissa ja muotoilussa, tieteessä sekä kaupunkisuunnittelussa (Tedeschi: 282, 2014).

Suunnitellessani mallistoa kokeilin ensin käyttää nelisakaraista polygonia yhtenä varioitavana kuviona, mutta ajatus hylättiin asiakasyrityksen puolelta sen muistuttaessa muodoltaan jo erään olemassa olevan teoksen yksityiskohtia. Taustatutkimuksella ja kilpailija-analysoinnilla onkin tästä syystä tärkeä osa suunnitteluprojektin alkuvaiheessa, sekä myös sen aikana.

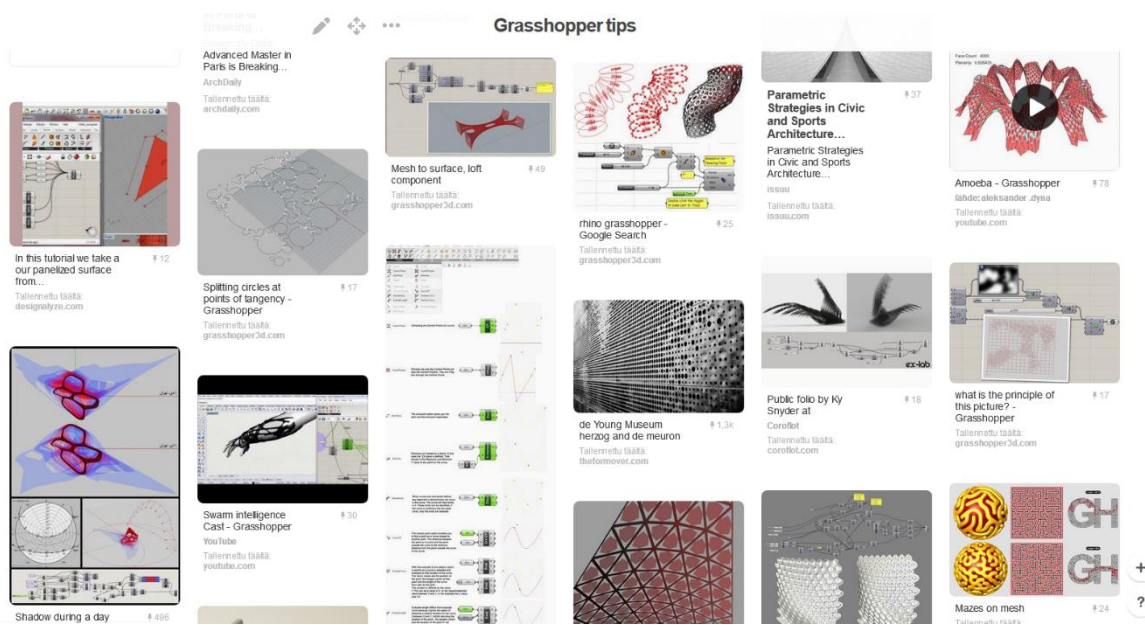
Lisäksi on myös vähemmän riskialtista käyttää kuviointielementtiä, jota ei ole käytetty laajasti muissa alan teoksissa. Haasteena olikin luoda graafisia kuviointeja, jotka olisi mahdollista sekä toteuttaa, mutta eroaisivat tarpeeksi kilpailijoista. Vaikeuksia tuotti myös muistaa sadoista erilaisista paneeliratkaisuista jo olemassa olevat kuviointivaihtoehdot.

Lopuksi päädyin pitämään suunnittelun aikana kuvapankkia erilaisista ratkaisuisista ja kuviointiaiheista inspiraation, että vertailuanalyysin työkaluna. Tästä huolimatta työ on tarpeellista tarkastuttaa vielä projektin aikana sekä jälkikäteen, jotta liiallisilta samankaltaisuuksilta vältyttäisiin.



Kuva 12. Ensimmäisiä harjoituksia ja kuviointiehdotuksia käyttämällä nelisaka-raista muotoa (Ukkonen 2016.)

Taustatutkimuksen ja vertailuanalyysin apuvälineenä käytin kirjaston painetun aineiston lisäksi myös verkossa toimivia hakukoneita ja tiedontallennuspalveluja. Tämä siksi, koska algoritmiavusteisesta mallinnuksesta löytyi niukasti tietoa painettuna. Työhön liittyneitä artikkeleita, opinnäytetöitä, julkaisuja, kirjoja kuin vi-dotutoriaalejakin varten loin omia pilvipohjaisia alakansioita, jolloin niihin pääsi helposti käsiksi tarvittaessa. Tiedon validiteetti tarkastettiin vierailemalla alkupe-räisillä sivuilla.



Kuva 13. Esimerkiksi Internetpalvelu Pinterest mahdollistaa myös ohjelmistoihin liittyvän opetusmateriaalin etsimisen, tallentamisen sekä näyttää myös tiedon alkuperäisen lähteen (Ukkonen 2017.)

Erilaisia tilanjakamiseen sekä sisustamiseen liittyviä kuviollisia paneeliratkaisuja löytyi helposti ja vaivattomasti ja tarjonta oli laajaa. Akustoisia paneeleita löytyi vähemmän. Syynä tähän saattaa olla se, että akustoilta ominaisuuksiltaan heikommat materiaalit, kuten ohuet puu tai huopalevyt oli helppoja ja halpoja tuottaa, kun taas akustoivat paneelit saattavat olla materiaalinsa vuoksi painavampia ja vaikeampia asentaa. Graafisuus ja parametriset muodot näyttivät olevan trendikkäitä, sekä erilaiset huopapaloista koottavat ratkaisut, joita oli tarjolla esimerkiksi Innofusorilla. Myös kuvioiden kolmiulotteisuus näytti olevan suosittua.

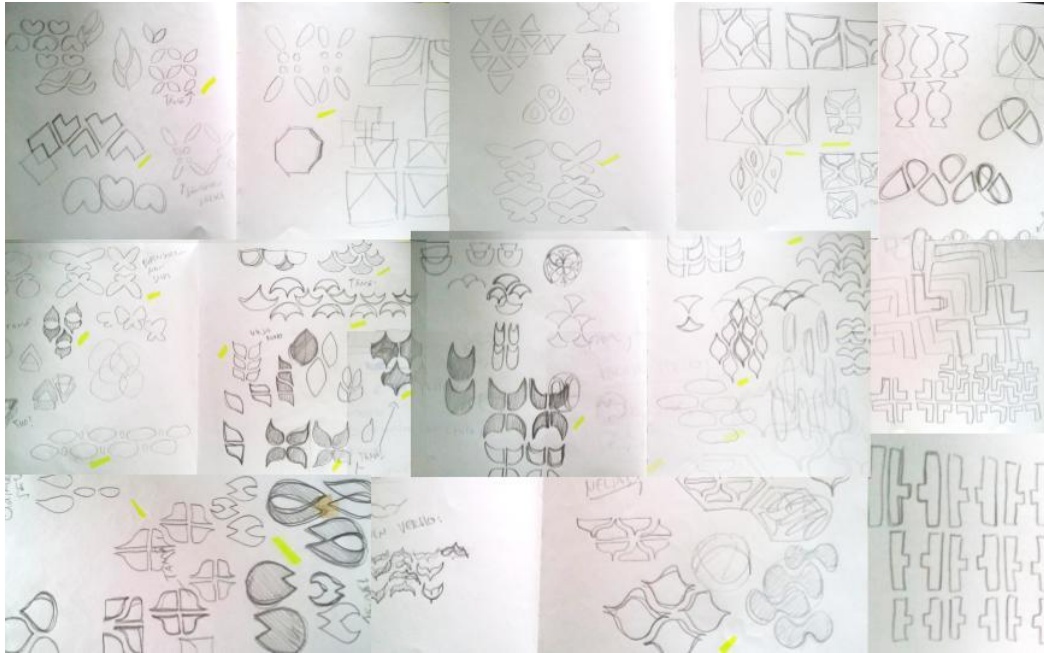


Kuva 14. Modulaarinen ja akustoiva tilanjakaja. Stefan Borselius: Airbloom, 2017 (Borselius Design. Airbloom, 2017.)

Yllä on esimerkkityö modulaarisesta ja kolmiulotteisesta tilanjakajasta akustisilla ominaisuuksilla sekä kevyellä rakenteella.

5.3 Ideointi ja luonnokset

Erilaiset matemaattiset kuvioinnit osoittautuivat suosituiksi taustatutkimuksenperusteella. Koska matematiikkaan perustuvat graafiset kuviot olivat hyvin käytettyjä, päätin etsiä yhtä kuviointielementtiä luonnosta, ja kehittää uutta iteroimalla ja varioimalla kuviota eritavoin. Kuvioinnin ideoita ja yksittäistä kuviointiaihiota luonnosteltiin myös perinteisesti paperille.



Kuva 15. Myös perinteistä kynä-paperi menetelmää käytettiin yksittäisten kuviointi aiheiden löytämiseen (Ukkonen 2017.)

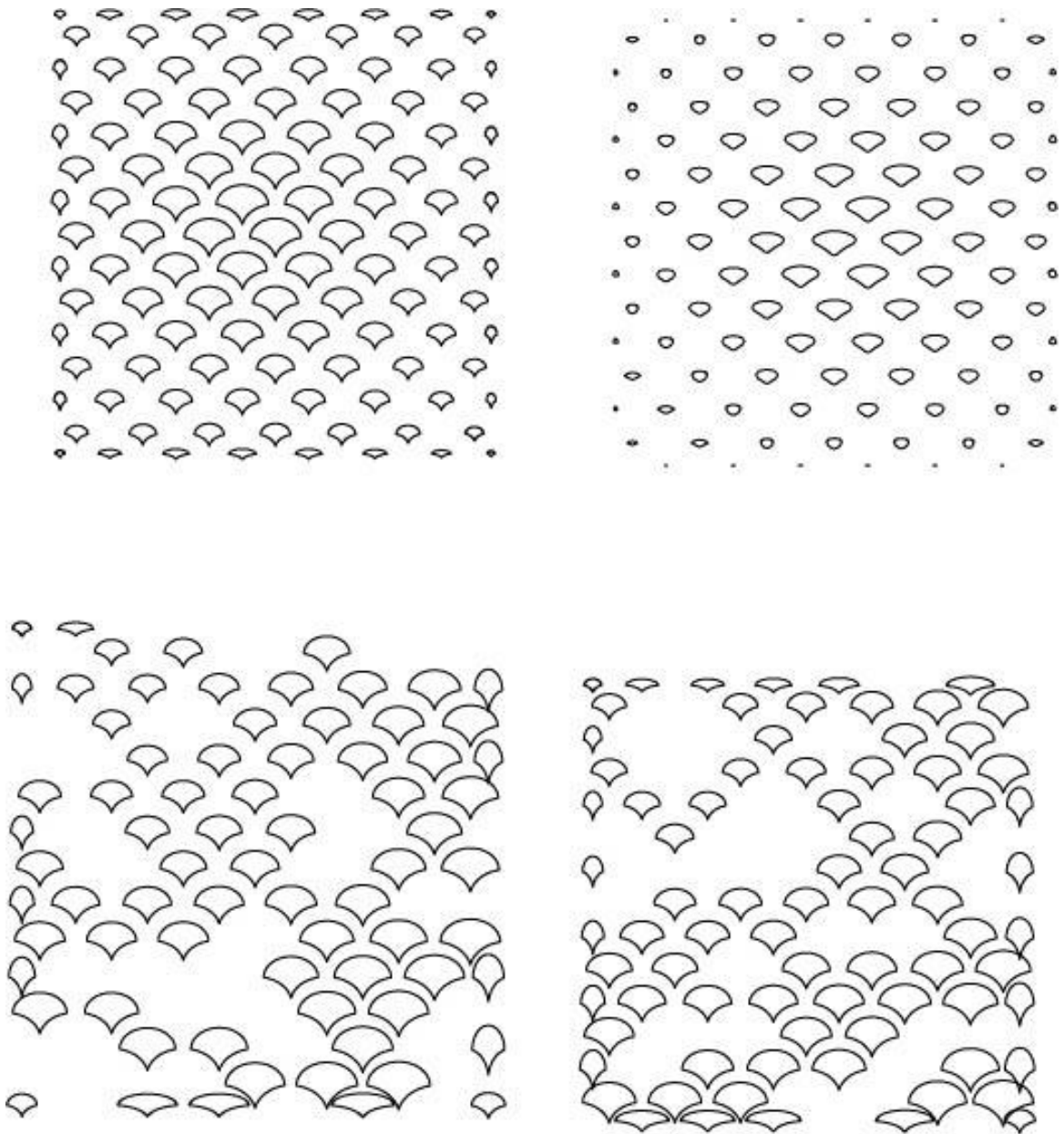
Ideoita itsessään tuli paljon. Moni osoittautui haasteelliseksi toteuttaa, osa jo paperilla ja osa vasta algoritmieditorin tai Rhinon puolella. Ensimmäisessä ja toisessa mallissa yksittäisen kuvion variaatioiden ja muodonetsintä tapahtui ensin Rhinossa, josta siirrettiin lopulta Grasshopperiin laajempien kokonaisuuksien luontia varten. Tämä osoittautui huomattavasti aloittelijaystävällisemmäksi taktiikaksi alkuun kuin aloittaminen suoraan algoritmia editoimalla.

Kolmannen paneelin kuvioinnin ideointi tapahtui kuitenkin opetellessani tekemään yksittäistä kuviota alusta alkaen Grasshopper-ohjelmassa, toisin kuin edellä mainituissa paneeleissa numerot yksi ja kaksi. Kun kuvion määrittävät osat, kuten pisteet ja käyrät, määritti algoritmin avulla, pystyi erilaisten iteratiivisten sommitelmien lisäksi myös alkuperäistä määritelmää muokkaamaan nopeasti. Esimerkiksi kolmannessa paneelimallissa kulmien pyöreyttä säädettiin vielä jälkikäteen. Neljännen paneelimallin kuviointi lähti kiinnostuksesta aiemmin mainittuun Voronoi-kuviointiin, sekä sen muokkaamisesta. Näin ollen ensimmäisessä sekä toisessa paneeleissa ideointi lähti erillisessä ohjelmassa luodusta yksittäisestä muodosta, jota muokattiin järjestyksessä Rhino-Grasshopper-Rhino. Kol-

mas kuvio tehtiin kokonaan ja alusta asti vain Grasshopperissa, eikä perustunut mihinkään valmiiseen yksittäiseen kuviointi-ideaan.

Neljäs paneelikuviointi perustui jo olemassa olevaan ja luonnossakin esiintyvään kuviointiin, jonka lähtökohtia muokattiin algoritmien avulla, ja editoitiin jälkikäteen Rhinossa. Koen että parhaimmillaan Grasshopper-ohjelman käyttö oli nopeaa ja helpointa, kun aloitti kuvion määrittämisen algoritmieditorilla, kuten kolmannen paneelin kohdalla.

Kuitenkin, valmiiden kuvioden jatkokehittäminen toi hyviä tuloksia esimerkiksi ensimmäisessä ja toisessa paneelissa, mutta niiden jälkieditointi oli työlästä. Myöskin yksinkertaisempi muoto toimi mielestäni hyvin, kun sitä iteroitiin Grasshopperissa ja poistettiin satunnaisesti. Mielenkiintoisia tuloksia saatiin myös skaalaamalla kuviot suhteessa valikoituun geometriaan, eli käyttämällä välimatkapohjaista menetelmää yksittäisen kuvion koon muuttamiseen. (Tedeschi 2014:112).Kyseiseen tekniikkaan on myös luotu komponentteja, kuten "Attractor" – komponentit.



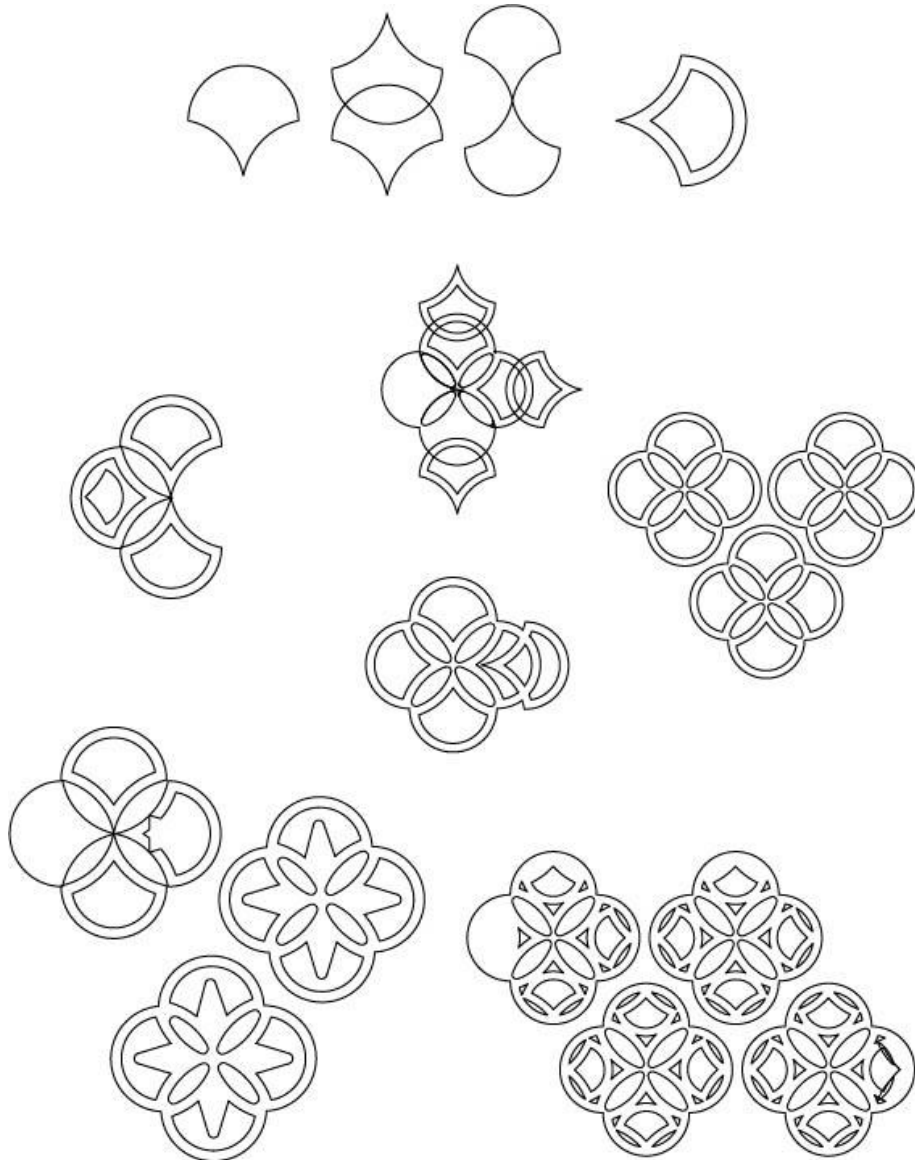
Kuva 16. Yksittäisen kuvioelementin järjestelyä kokonaisuuksiksi erilaisin menetelmin (Ukkonen 2017.)

Kaikenkaikkiaan erilaisia luonnosideoita tuli valtava määrä, ja jouduin rajaamaan ideointi sekä toteutustekniikkaa hyvin jyrkästi saadakseni myös valmiita ja toteutuskelpoisia luonnoksia aikaiseksi.

5.4 Paneelimallit nro 1 ja nro 2

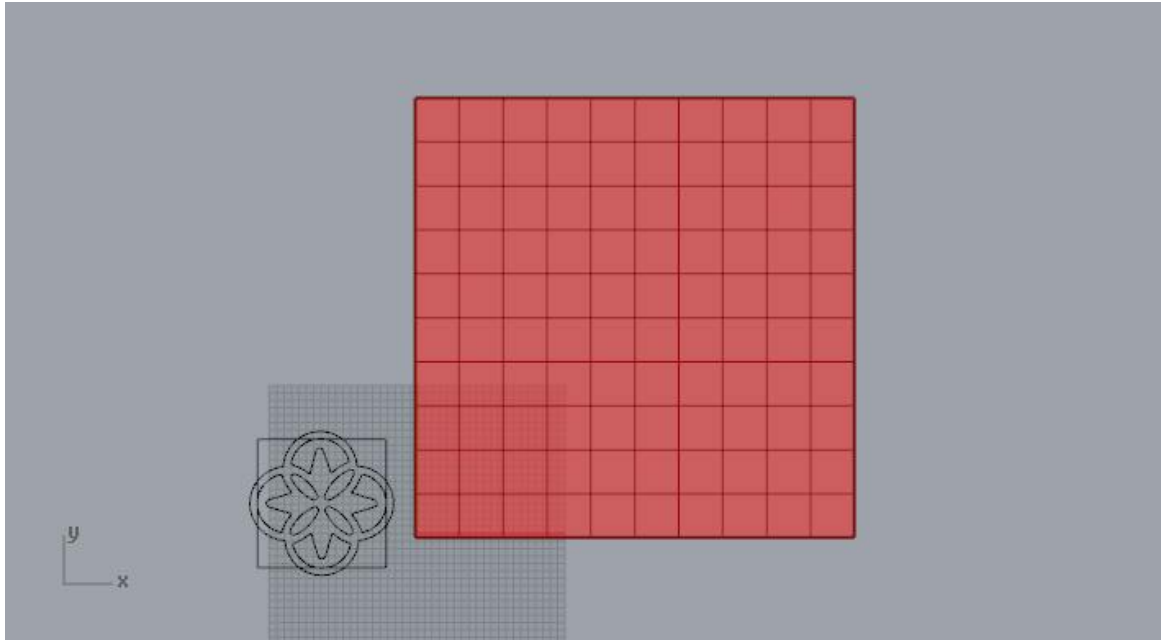
Ensimmäisen ja toisen paneelimallin kuviointi aloitettiin Rhinoceros3D-ohjelman puolella. Kuviointi-idea lähti yksittäisen kävyosuoma muistuttavan kuvion rota-

toinnista eli kierrättämisestä ympäri. Jäljelle jääneestä ruusukkeesta mallinnettiin erilaisia kokeiluja poistamalla toisensa leikkaavat viivat ja luomalla neljästä palasta yksi pinta.



Kuva 15. Kuviointielementtien ideointia ennen algoritmieditoriin siirtymistä (Ukko-
nen 2017.)

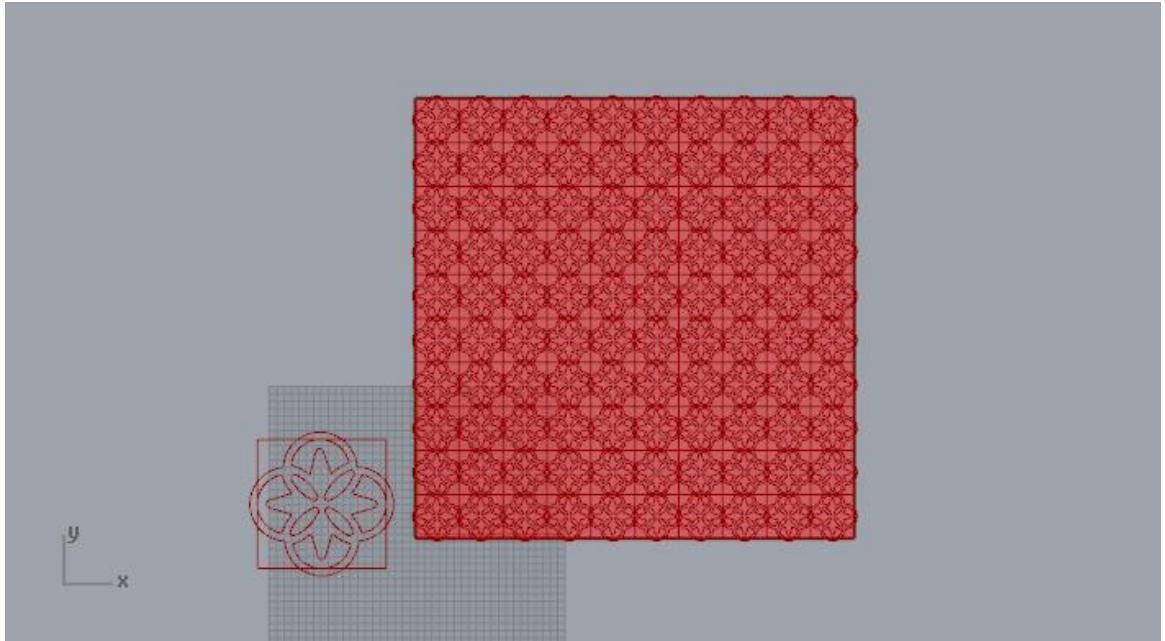
Algoritmieditorin puolella luotiin ensin vaaditun kokoinen pinta erillisellä surface-
komponentilla. Lisäksi tämä pinta jaettiin vielä pienempiin ruutuihin omalla kom-
ponentillaan.



Kuva 17. Pintakappaleeseen luotu ruudukko, sekä kuvioelementti suojarajoineen Rhinoceros3D-ohjelmassa (Ukkonen 2017.)

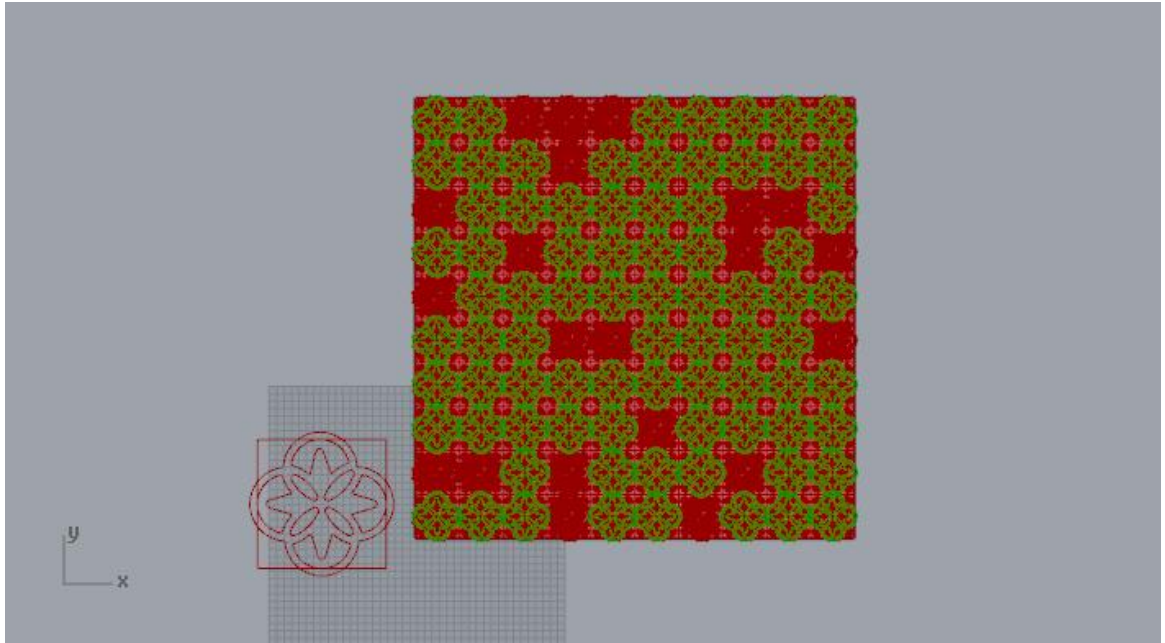
Jokaiseen komponenttiin tulee niinkutsuttu ”input”-informaatio, eli esimerkiksi objekti johon komponentin halutaan vaikuttavan, sekä parametrit, jotka tuovat tähän muutokseen vaadittavaa tietoa. Tässä tapauksessa valmiiksi luotu pinta-komponentti yhdistettiin ruudukkokomponenttiin, jonka avulla ruudukkojen määrää säädeltiin.

Jokaisen ruudun keskipiste määriteltiin omalla komponentillaan. Rhinossa luotu geometria, sekä sille luotu ”suojaraja” on tuotu ”Rectangle Mapping”-komponentilla jokaisen ruudukon keskipisteeseen. Suojarajan avulla määriteltiin, kuinka tiiviisti jokainen yksittäinen kuvio esiintyy ruudukossa, jotta kuvioinnin reunojen päällekkäisyyksiltä vältyttäisiin.



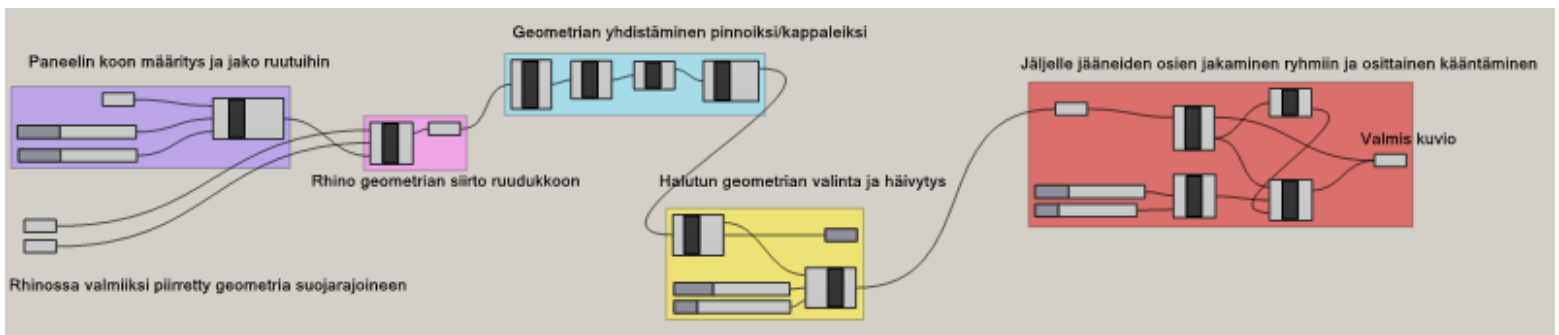
Kuva 18. Luotu geometria on tuotu ”Rectangle-Mapping”-komponentilla jokaisen ruudun keskipisteeseen (Ukkonen 2017.)

Alkuperäinen geometria, eli haluttu kuvio tuli myös yhdistää kokonaisuudeksi, jolloin sen hallinta muuttuisi helpommaksi. Tässä työssä kuvion käyrät on yhdistetty ”Join”-komponentilla, sekä kuvio itsessään on muutettu ”Brep-pinnaksi” (Boundary Representative). Brep tarkoittaa monista eri pinnoista koostuvaa yhtenäistä kappaletta, ja brep-komponentilla pääsee nopeasti muokkaamaan näiden pintojen osia, esimerkiksi pinnanreunoja. Ylipäätänsä geometrian tai kappaleen osien muokkaaminen Grasshopperilla vaatii ensin halutun osan määrittelyä algoritmieditorissa, joka voi tapahtua numeerisesti tai sitten erinäisten komponenttien avulla. Itse koin tässä tapauksessa komponenttien avulla määrittelyn nopeammaksi, sillä numeerisen määrittelytavan omaksuminen vei aikaa. Kun kappale oli yhdistetty omaksi objektikseen, sen toistuvuutta kuvioinnissa hallittiin ”random reduce”-komponentilla.



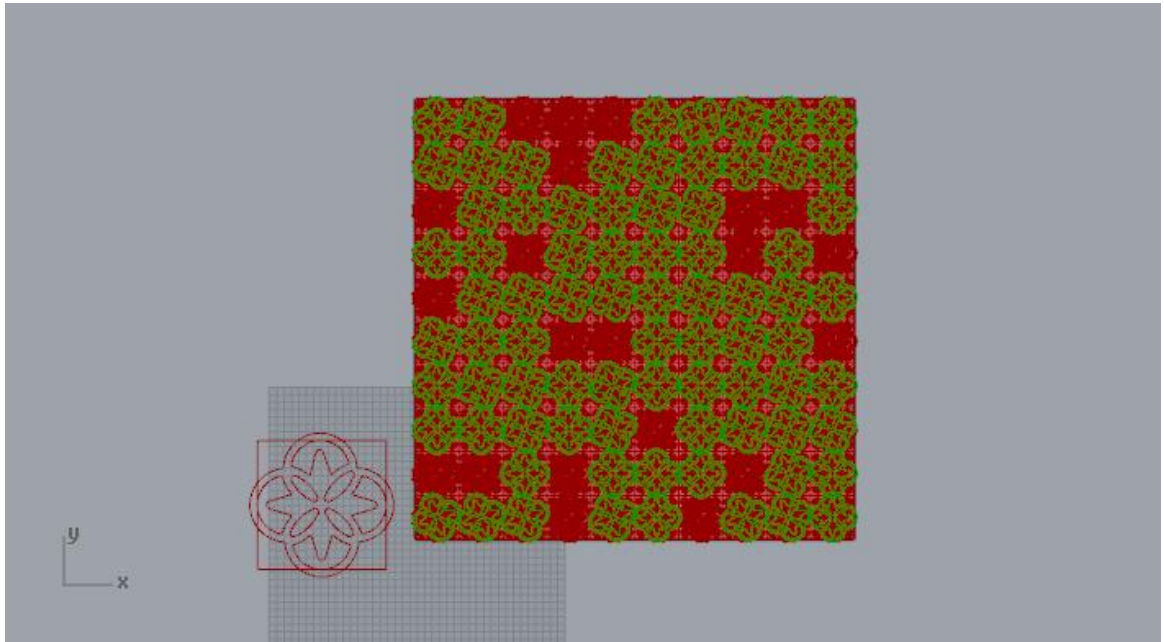
Kuva 19. "Random reduce" -komennolla osia kuvioinnista hävytetään satunnaislukugeneraattorin avulla (Ukkonen 2017.)

Tähän komponenttiin syötettiin parametreina kokonaislukuja, ja näiden avulla kuvioinnista poistettiin satunnaisesti yksittäisiä kappaleita. Näin kuvioon sai aikaiseksi vaihtelevuutta. Lisäksi jäljelle jääneet osat jaettiin kahteen kappaleeseen omalla komponentillaan. Näistä toisen osion kappaleita käännettiin keskustansa ympäri satunnaislukugeneraattorilla. Alla olevassa kuvassa yksittäiset vaiheet on jaettu ja värikoodattu osioihin Grasshopperissa selkeyttämään algoritmin eri vaiheita:



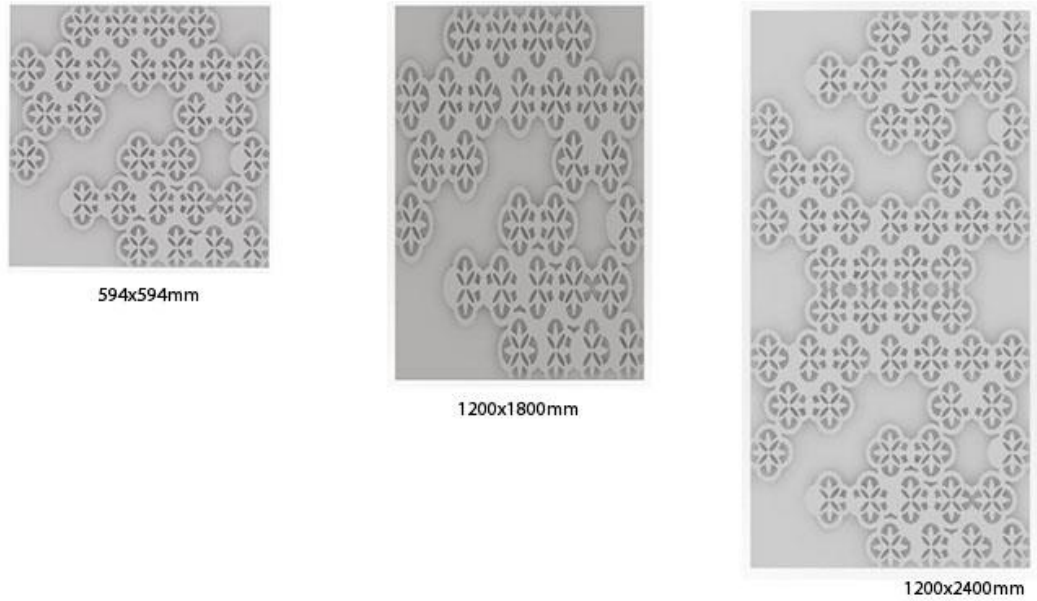
Kuva 20. Ensimmäisen paneelin algoritmi jaettuna värikoodattuihin ja nimettyihin osioihin (Ukkonen 2017.)

Seuraavassa kuvassa on algoritmilla editoitu kuviointi Rhinoceros3D ohjelmanpuolella:

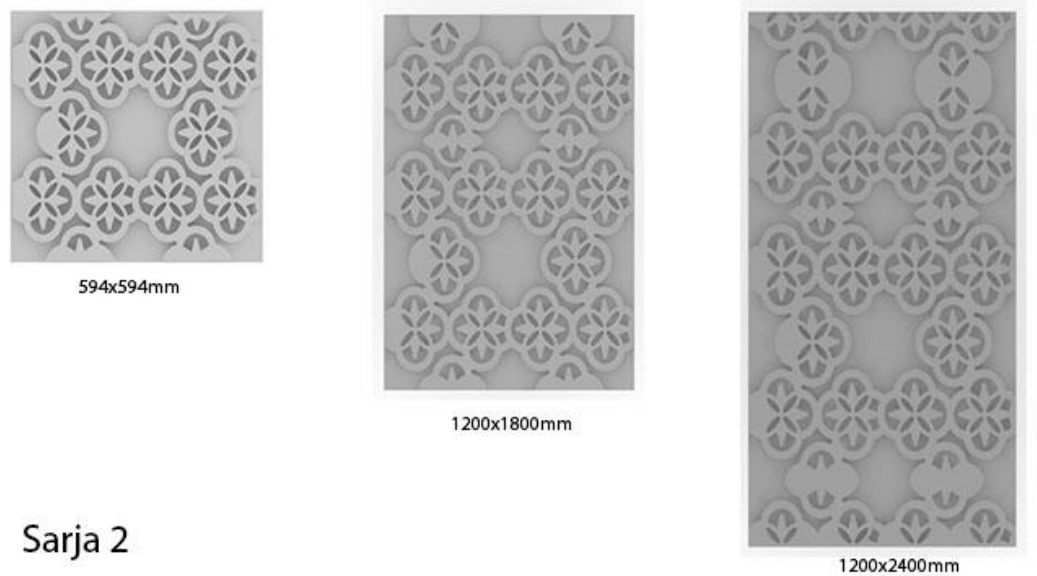


Kuva 21. Jäljelle jääneet osat jaettiin kahteen ryhmään joista toisia käänneltiin keskipisteensä ympäri satunnaislukujen avulla (Ukkonen 2017.)

Valmis kuvio tuotiin vielä Rhinocerosin puolelle ”Bake” -komennolla. Halutut pinnat yhtenäistettiin yhdeksi kokonaiseksi pinnaksi ja lisäksi muunneltiin paneelien kokoluokkiin sopiviksi. Edistyneemmät Grasshopperin käyttäjät voivat hoidata myös viimeistelyn Grasshopperin puolella. Paneeli numero 2 perustuu samaan kuviointiin ensimmäisen paneelin kanssa ja on johdettu suoraan samasta kappaleesta. Näin paneelien ensimmäistä ja toista kuviointia voi käyttää myös samassa tilassa niiden lähtökohtien ollessa samankaltaisia. Siinä missä ensimmäinen kuviointi on orgaanisempi ja jatkuvasti muuttuva, tarjoaa toinen versio siitä taas rauhallisemman vastineen.



Kuva 22. Havainnekuvat ensimmäisestä paneelimallista. 1200x1200 mm kokoluokka on jätetty pois kuvasta, koska se vastaa ilmeeltään 594x594 mm kokoa (Ukkonen 2017.)



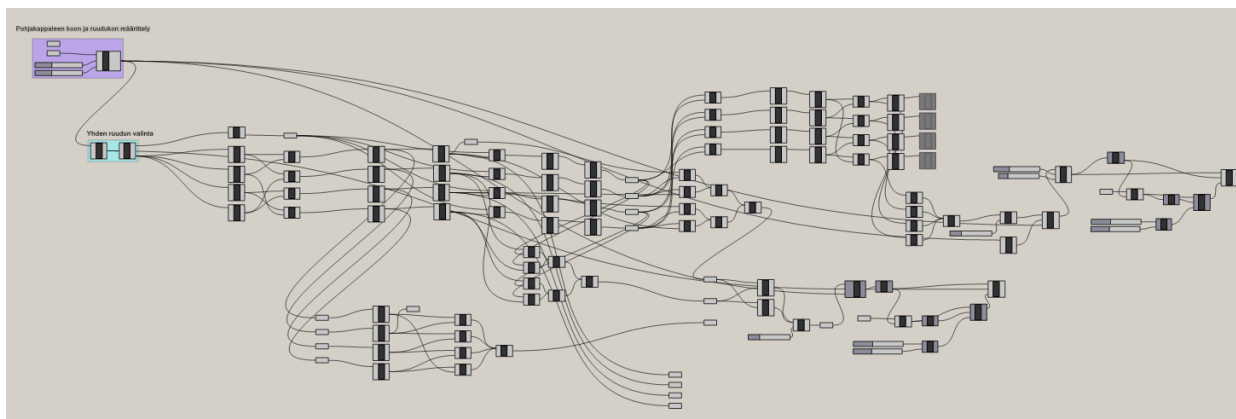
Sarja 2

Kuva 23. Toinen kuviointimalli eri kokoluokissaan (Ukkonen 2017.)

Yllä ensimmäisestä kuvioista johdettu versio, kuvio nro 2.

5.5 Paneelimalli nro.3.

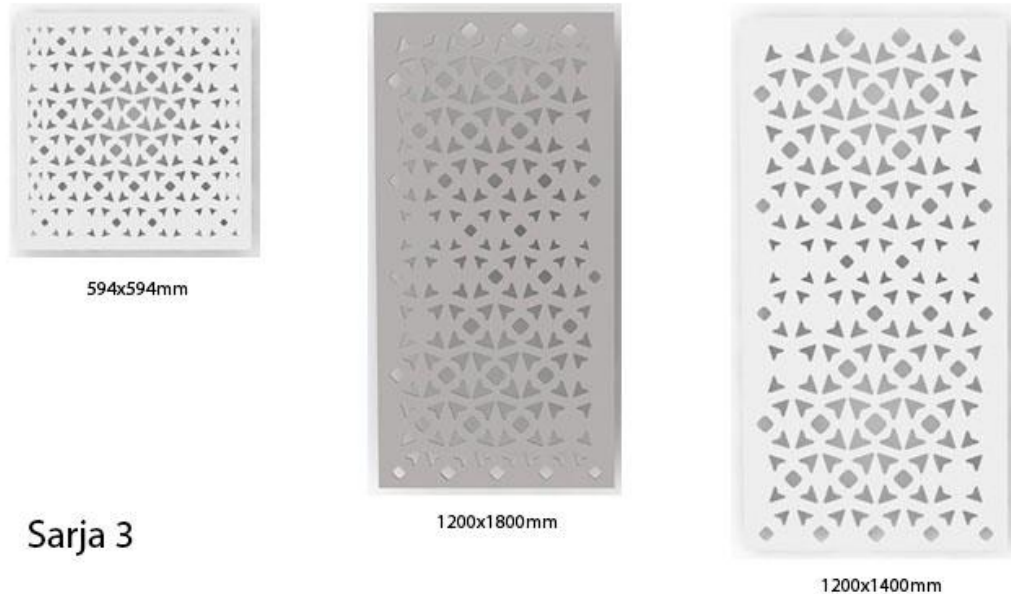
Kolmas kuviointimalli lähti halustani oppia tekemään koko kuviointiprosessi alusta loppuun ainoastaan editoimalla algoritmia. Tämän tyylinen työskentelymetodi antoi mahdollisuuden muokata haluttua yksittäistä kappaletta vielä jälkikäteen ja jopa kesken algoritmin rakentamisen ja ideoinnin. Huonona puolena oli algoritmin kasvaminen valtaviin mittasuhteisiin – kun jokainen kuvion piste ja viiva on täytyntä määrittellä omalla komennollaan, kasvaa komponenttien määrä. Tätä työtä ei ideoitu alkukäteen, kuten ensimmäistä ja toista kuviointia. Sopivien muotojen valinta tapahtui muokkaamalla pisteiden ja käyrien sijaintia pohjaruudukossa, sekä niiden muodostamien kuvioiden esiintyvyyttä ja ominaisuuksia algoritmieditorin puolella. Lopulta päädyin tekemään kaksi erillistä kuviointia samalle pohjalle, molemmat erillisinä algoritmeina, jotka kuitenkin linkittyivät toisiinsa. Toinen kuviointi skaalattiin isommaksi suhteessa paneelin keskelle määriteltyyn pisteeseen aiemmin esitetyllä ”attractor point”-tekniikalla. Toista kuviota häivytettiin paikoitain tutulla ”random reduce”-komennolla.



Kuva 24. Grasshopper-algoritmit voivat kasvaa laajoiksi kokonaisuuksiksi, kuten kolmannen kuvioinnin algoritmieditorilla luotu määritelmä osoittaa (Ukkonen 2107).

Työ vaikutti aluksi turhauttavan isolta mutta päätyi olemaan kaikista kuvioinneista nopein ja helpoin toteuttaa. Algoritmin työstämisen aikana oli tärkeää pitää algoritmin eri osiot järjestyksessä, jolloin kuvion myöhempi muokkaaminen ei olisi

turhauttavaa. Kuitenkin koska Grasshopper näyttää yksittäistä komponenttia klikkaamalla sen vaikutusalueen Rhinon puolella, on mahdollista saada ymmärrys algoritmin toiminnasta vaikka tarkkoja värikoodauksia ja muistiinpanoja ei aina tekisikään. Valmis kuvio oli mielestäni onnistunut, ja kaikista paneeleista juuri kolmannen vaihtoehdon tekeminen oli antoisin. Kuvion muunneltavuus oli helppoa, kun se luotiin alusta alkaen algoritmi-editorilla.

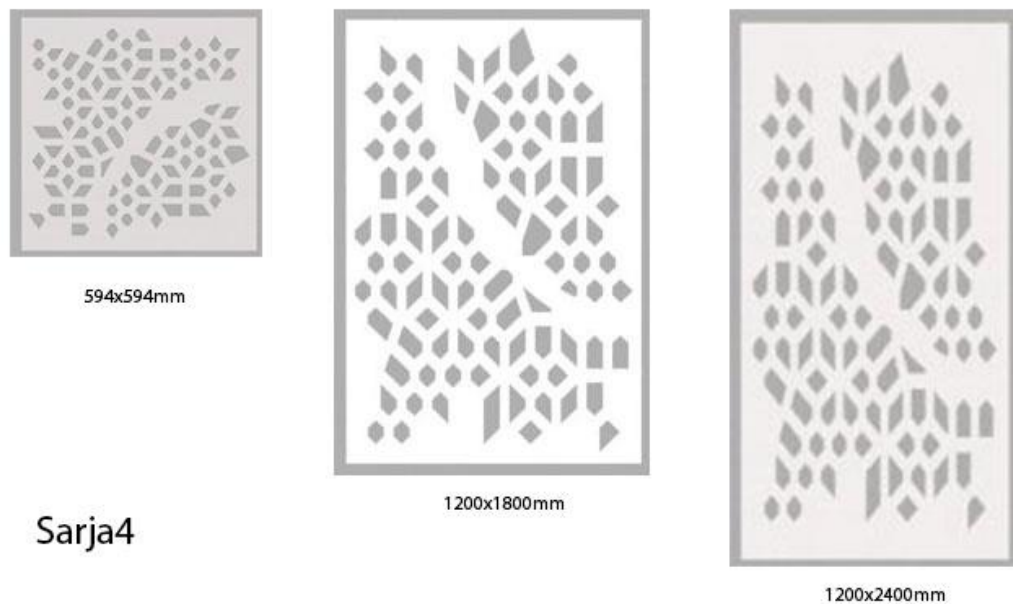


Kuva 25. Kolmas paneelimalli havainnekuvina (Ukkonen 2017.)

5.6 Paneelimalli nro. 4.

Neljännessä kuviointimallissa on käytetty tämän työn kappaleessa 5.2 esiteltyä Voronoi -kaaviota simuloivaa komponenttia. Kuten aiemmissakin kuvioinneissa, myös tässä luotiin ensin pohjapinta, joka jaettiin omalla komponentillaan osioihin. Voronoi-komponentin käyttämät pisteet on määritelty yksittäisten ruutujen reunapisteillä. Valmis Voronoi-kuviointi tuotiin Rhinon puolelle kokeiltavaksi, ja sitä kautta takaisin Grasshopperiin, josta sitä aloitettiin muokkaamaan uudestaan itsenäisenä algoritmina. Voronoi-solujen kokoa skaalattiin tutulla "attractor point"-menetelmällä, jonka jälkeen osa soluista häivytettiin "random reduce-

komponentin avulla. Sopiva kuvio löytyi kokeilemalla erilaisia numeerisia arvoja komponentteihin ja jatkoon päässeet versiot tuotiin Rhinon puolelle. Tämän jälkeen jatkoon valittu geometria Rhinon puolella tuotiin uudestaan Grasshopperiin, jossa määriteltiin Voronoi-solujen reunat ja niitä loitonnettiin toisistaan "Offset" -komennolla. Lopulta kuviota editoitiin vielä Rhinon puolella esimerkiksi poistamalla manuaalisesti soluja valituilta alueilta. Näin kuvioon syntyi myös negatiivinen, eli tyhjän tilan muodostama kuvio, jota pystyi jatkamaan paneelista toiseen niiden järjestystä muuttamalla. Vaikka Voronoi -kuviointi on itsessään jo varsin dynaaminen, koin että lisäarvon tuominen oli tarpeellista. Mainittua kuviointia esiintyy parametriseen suunnitteluun puolella paljon, joten valmiiksi generoidun kuvioinnin editointi manuaalisesti auttaa erottautumaan.



Kuva 26. Paneelimalli numero 4 (Ukkonen 2017.)

5.7 Värien valinta.

Toimeksiantajayritys käyttää tuotteissaan Tikkurila Oy:n tai NCS-värikarttojen mukaisia värejä (Taideakustointi Sani Miekkala.Uniikit teokset.) Päädyin näistä vaihtoehtoista Tikkurilan värikarttoihin, koska ne olivat helposti saatavilla. Lisäksi malliston värien tuli olla luonnonläheisiä sekä neutraaleja, sillä paneelimallistoa oli tarkoitus markkinoida neuvotteluhuoneisiin sopivaksi.

Neutraalit värit olivat myös tyyllisesti osa asiakasyritykseni mallistoja. Myös tuotekehitys-kyselyssä asiakas mainitsi vaaleanharmaansävyn olevan asiakkaisten suosikki. Toisena sävyinä kysytyjä olivat tummanharmaa, beige, sekä näiden yhdistelmät. Asiakkaiden kerrottiin haluavan paneeleihinsa rauhallisia sävyjä jolloin ne eivät häiritsisi tilassa liikaa. Neutraaleihin sävyihin ei myöskään koettu kyllästyttävän nopeasti. Myös paneelien koon ja painon takia suosittiin vaaleita sävyjä, jottei vaikutelmasta tulisi liian raskas. Asiakas koki harmaan ja beigensävyt turvallisiksi myös koska ne ovat klassisia valintoja skandinaavisessa sisustuksessa.

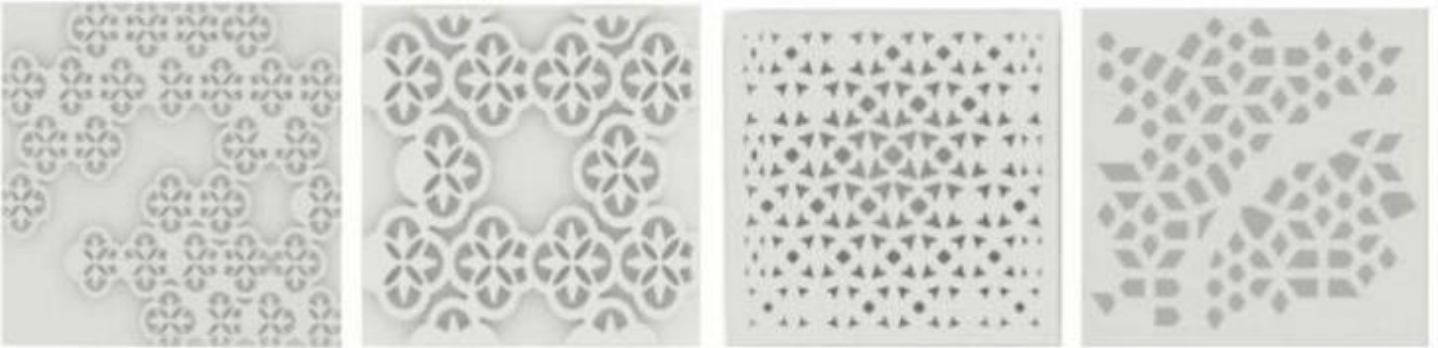
Asiakkaan mainitsemat tekijät tulivat ilmi myös värinvalintaan liittyvässä kirjallisuudessa. Kirjassaan ”The Fundamental Principles of Color, Material and Finish Design” Liliana Becerra toteaa että neutraalien sävyjen koetaan myös kestävän enemmän aikaa ja pysyvän suosittuina huolimatta nopeasti vaihtuvista trendeistä, sekä sopivan tuotteille, jotka on tarkoitettu pitkäikäiseen käyttöön. Lisäksi ne olivat suosituimpia sävyjä kalliimpien ja aikuisempaan makuun tarkoitettujen tuotteiden markkinoilla, jotka valmistettiin annettavaksi eteenpäin seuraaville sukupolville (Becerra 2016: 71.)

Päätin valita mallistoon yhdenvaalean, keskivaalean sekä tumman sävyn. Näin asiakkaat pystyisivät käyttämään paneeleja laajemmin erilaisissa kohteissa. Malliston materiaalin struktuuri, heijastavuus sekä yksityiskohdat ovat myös väriin vaikuttavia tekijöitä (Becerra 2016:5). Vaaleat värit eivät myöskään paljasta pölyä ja naarmuja yhtä paljon kuin esimerkiksi tummat sävyt ja lisäksi ne tuovat tuoteseen enemmän rauhallisuutta ja siisteyden tuntua. Sisustussuunnittelussa

vaaleilla sävyillä haetaan tilaan nykyaikaisuutta ja puhtautta, jonka avulla muita elementtejä voidaan tuoda paremmin esille (Becerra 2016: 70 - 71.)

Yhdeksi valitsemakseni värivalinnaksi tulikin Tikkurilan Deco Grey:n sisä- ja ulko- tuotteiden peittävien harmaiden värikartasta väri 1929 A/1. Väriä kokeiltiin paneelisiin Tikkurilan omalla selainpohjaisella ”Color Up!”-värisuunnitteluohjelmalla (Tikkurila Oyj. Kokeile uutta ColorUp!-värisuunnitteluohjelmaa.2017).

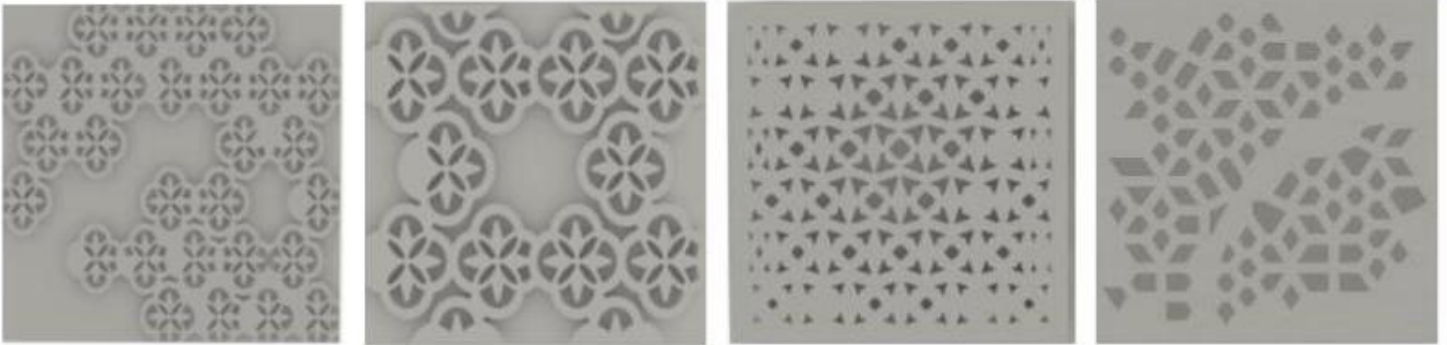
1929 A/1



Kuva 27. Tikkurilan ”Deco Grey”-sarjan väri 1929 /A1 simuloituna malleihin (Ukonen 2017.)

Keskivaaleaksi väriksi valikoitui sävy 1931 A/2, joka kuului samaan palettiin ensimmäisen, vaalean sävyn kanssa, ja joka mahdollistaisi erisävysten paneelien vaivattoman yhteensovittamisen.

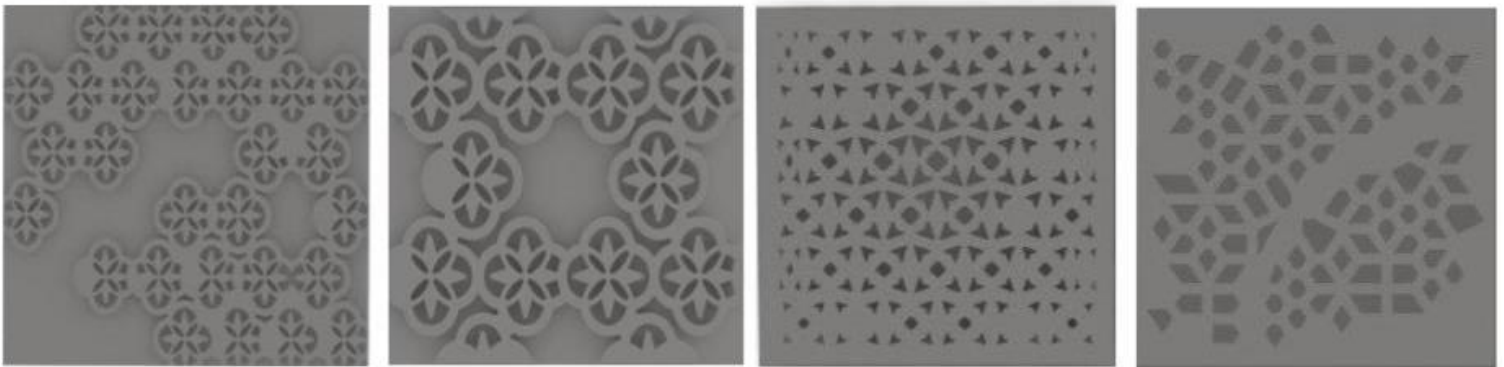
1931 A/2



Kuva 28. Paneelimallisto kuvattuna Tikkurilan ”Deco Grey”-sarjan sävyllä 1931 A/1 (Ukkonen 2017.)

Tummimmaksi sävyksi valitsin sävyn 1954 C/1, joka oli aavistuksen verran lämpimämpi kuin kaksi edellistä, ja toisi mallistoon enemmän valinnanvaraa myös sävyn lämmön suhteen.

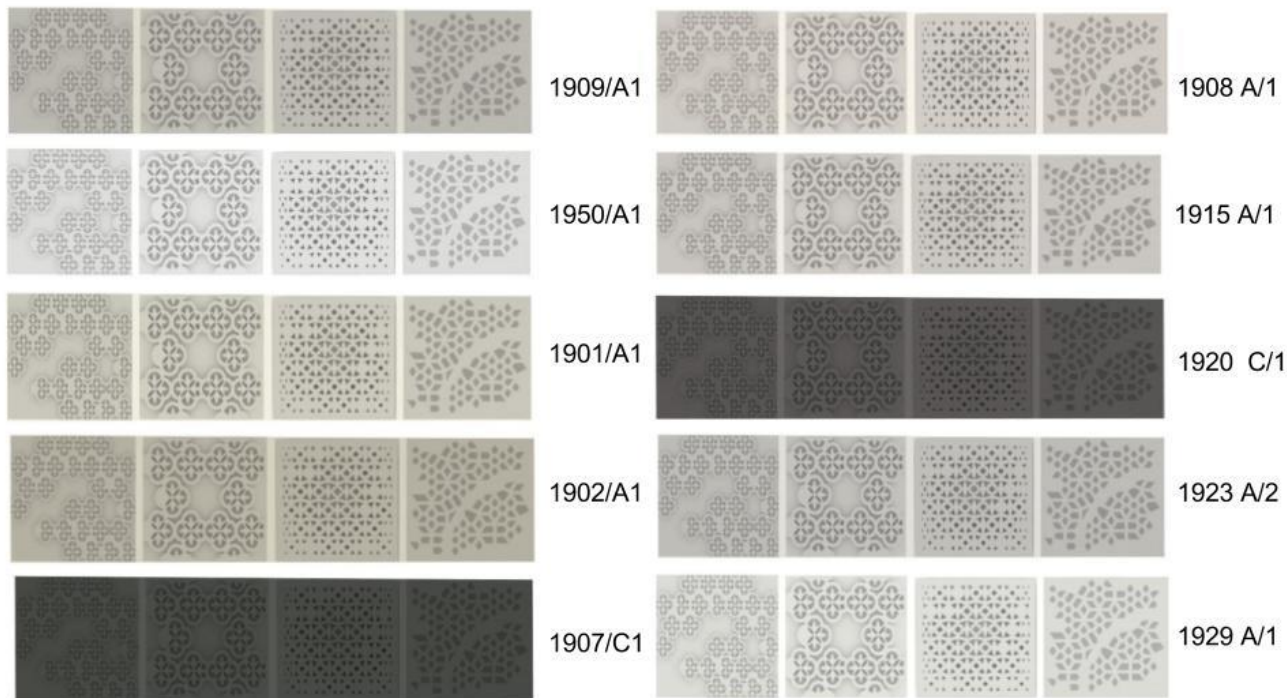
1954 / C1



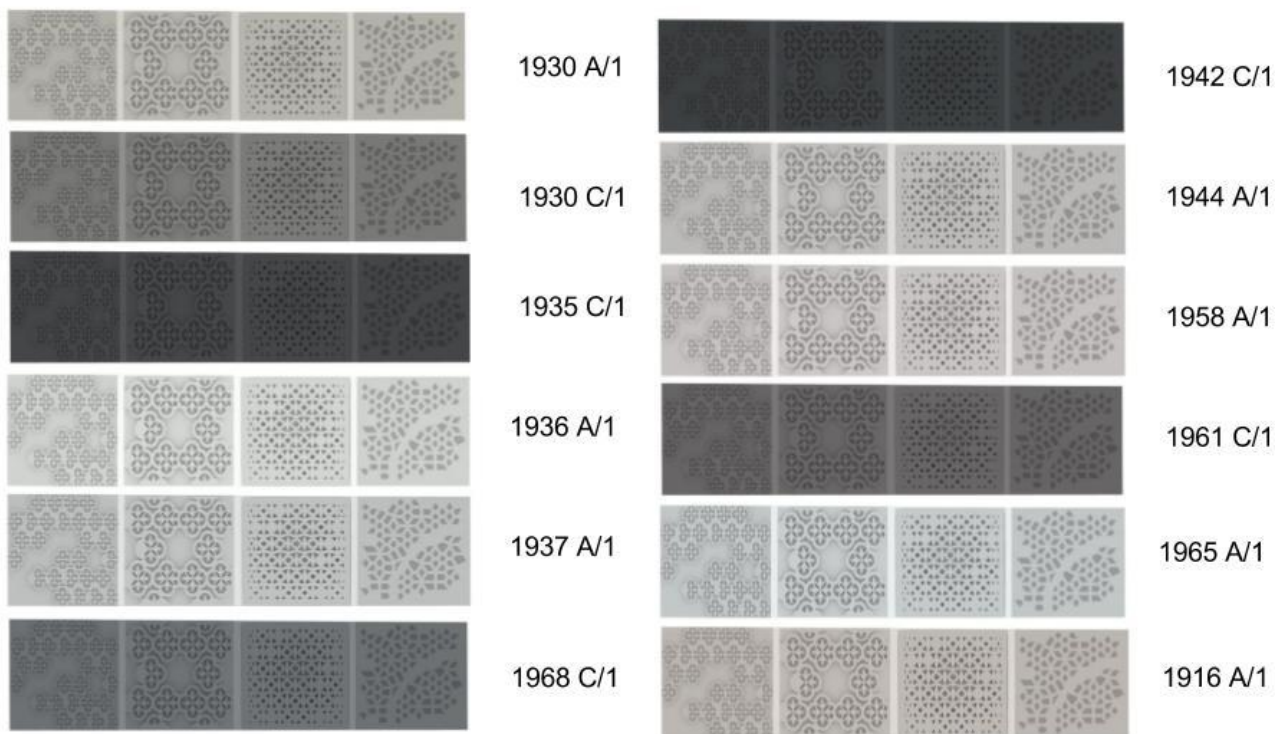
Kuva 29. Malliston tummin sävy, Tikkurilan ”Deco Grey” 1954/C1 (Ukkonen 2017.)

Kuitenkin, koska tietokone näyttää värit hieman erilaiselta riippuen näytönlaadusta sekä kalibroinnista, tein lopulliset päätökset paperisten värikarttojen mukaan.

Alla olevissa kuvassa on muita kokeiltuja sävy vaihtoehtoja:



Kuva 30. Malliston värikokeiluja Tikkurilan "Color up!"-ohjelmalla (Ukkonen 2017.)



Kuva 31. Sävyvaihtoehtojen vertailua Tikkurilan ”Color Up!”-ohjelmalla (Ukkonen 2017.)

Koin värikokeilun aikana, että sävyt myös vaikuttivat paneeleiden yleisilmeeseen ja niiden luomiin mielikuviin melkein yhtä paljon kuin itse kuviointi.

5.8 Kehityskysely

Koska kyseessä oli ”nollasarja”, laadittiin malleista ja väreistä vielä kysely asiakasyritykselle. Kysely oli internet-pohjaisella sovelluksella kehitetty ja sisälsi kuvia sekä kysymyksiä liittyen paneelimallien ilmeisiin, suositumpiin kokoluokkiin, asiakkaisiin, käyttökohteisiin, sekä eniten toivottuihin värimalleihin.

Ensimmäistä ja neljättä mallia pidettiin lupaavimpina ulkonäöllisesti. Tuotannollisesti lupaavimpina pidettiin ensimmäistä ja toista mallia, koska niiden vesileikkaamalla kuvioitu päällisosa koettiin helpoksi liimata pohjaosan päälle. Kolmatta ja neljättä mallia taas arviotiin hieman painavaksi, mikäli nekin toteutettaisiin kaksoerroksisena. Asiakas uskoi kuvion lämpöpuristamisen levyyn sopivan edellä mainittuihin paremmin. Parannusehdotuksia annettiin kolmannelle mallille koskien kuvioiden skaalautuvuutta laajemmin, jolloin kuvio olisi vaihtelevampi. Parannusehdotuksen toteutus oli kuitenkin vapaaehtoista, sillä asiakas koki, että kyseessä oli makuasia (Ukkonen 2017.)

6 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Lopputulos

Tämän työn aikaansaannoksena toteutui neljän kappaleen paneelimallisto käyttäen apuna algoritmi-avusteista suunnittelutapaa. Lisäksi saatiin kokemusta erilaisten menetelmien soveltuvuudesta algoritmieditorin käyttämisen soveltumisesta kuvioinnin suunnittelussa. Menetelmiä olivat esimerkiksi ensimmäisessä ja toisessa paneelissa toteutettu, valmiin kuviomallin käyttäminen lähtökohtana, kuvi-

on suunnittelu ainoastaan algoritmieditorin avulla sekä kuvion suunnittelu muok-
kaamalla algoritmieditorin valmista Voronoi-komponenttia. Työssä viitataan myös
aihealueen muihin kirjallisiin oppimateriaaleihin sekä projektikuvauksiin. Mahdol-
lisia muita käyttökohteita ja esimerkkitoita on esitetty myös kuvallisesti. Myös vä-
rin valinnan perusteita on käyty läpi. Alla on Rhinoceros3D-ohjelmassa toteutetut
havainnekuvat malleista mahdollisissa käyttöympäristöissään:



Kuva 32. Ensimmäisen paneelin ”rendaus” eli havainnekuva (Ukkonen 2017.)



Kuva 33. Paneelimalli nro 2 havainnekuvasa. (Ukkonen 2017.)



Kuva 34. Paneelimalli nro 3 rendattuna. (Ukkonen 2017.)



Kuva 35. Malli numero 4 havainnekuvassa (Ukkonen 2017)

6.2 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Produktiivisen osion ideointi ja suunnittelukappaleessa käytiin läpi algoritmiavusteisen mallinnuksen käyttökohteita, esimerkkejä sekä toimintaperiaatetta sanallisesti ja kuvallisesti, sekä avattiin työn toiminnallisen osion onnistumisen kannalta oleellisia tekijöitä. Tämä johdatti työn produktiiviseen osioon, jossa vastattiin työn tutkimuskysymykseen algoritmiavusteisen mallinnuksen keinoista akustiikkapaneelimalliston suunnittelussa. Löydetyt keinot esiteltiin jokaisen mallin työkulunkuvauksessa ja niiden hyötyjä ja haittoja pohdittiin.

6.3 Suunnitteluun sekä tiedonhankintaan liittyneet tekijät

Koska aihealue oli vielä uusi ja alankirjallisuutta on niukasti, oli painetun tiedon käyttäminen haastavaa ja usein algoritmiavusteisen mallinnuksen tutoriaalit, esimerkkityöt, sekä Grasshopper-ohjelman ohjekirja löytyivätkin internetistä. Monis-

sa referenssitöissä teoksen tai tuotteen alkuperää joutui selvittämään vielä erikseen arkkitehtitoimistojen omilta sivuilta. Myös vertailuanalyyseissä löytynyt algoritmiavusteisen suunnittelumetodien käytön sekä akustiikkapaneelien runsaus, ja niissä esiintyvät selvät trendit vaikuttivat suunnittelutyöhön. Vaikka alan trendeistä saa innostusta ja inspiraatiota, oli tärkeää, että työ ei muistuttaisi liikaa jo olemassa olevia tuotteita. Algoritmiavusteisessa mallinnuksessa suunnittelija omaa tekijänoikeuden omiin algoritmieditorilla luomiinsa kappaleisiin ja niiden algoritmeihin, mutta valmiita lisäohjelmia ja komponentteja sekä niiden käyttöstrategioita esiintyy ja käytetään paljon. Alalla on yleistä jakaa keskustelufoorumeilla vapaasti vinkkejä ja korjausehdotuksia, sekä lisäohjelmia omiin algoritmimäärittelmiin, mutta tällöin tekijänoikeudelliset seikat tulee myös ottaa huomioon.

6.4 Tulosten sovellettavuus ja käyttökelpoisuus

Tulokset ovat sovellettavissa algoritmiavusteista mallinnusmenetelmää harkitessa, mutta työ ei sovellu opetusmateriaaliksi. Työn produktiiviset osat todettiin käyttökelpoiseksi asiakasyritykselle prototyyppejä varten. Algoritmiavusteisen mallinnuksen esiteltyjä käyttötapoja ja työnkulkua voi soveltaa myös muissa 2- tai 3D-mallinnukseen liittyvissä suunnittelutöissä. Ammatillisesti tämä työ innostaa algoritmiavusteisesta suunnittelusta kiinnostunutta tutustumaan aihealueeseen.

6.5 Näkemyksiä tuotekehityksen jatkamiseen

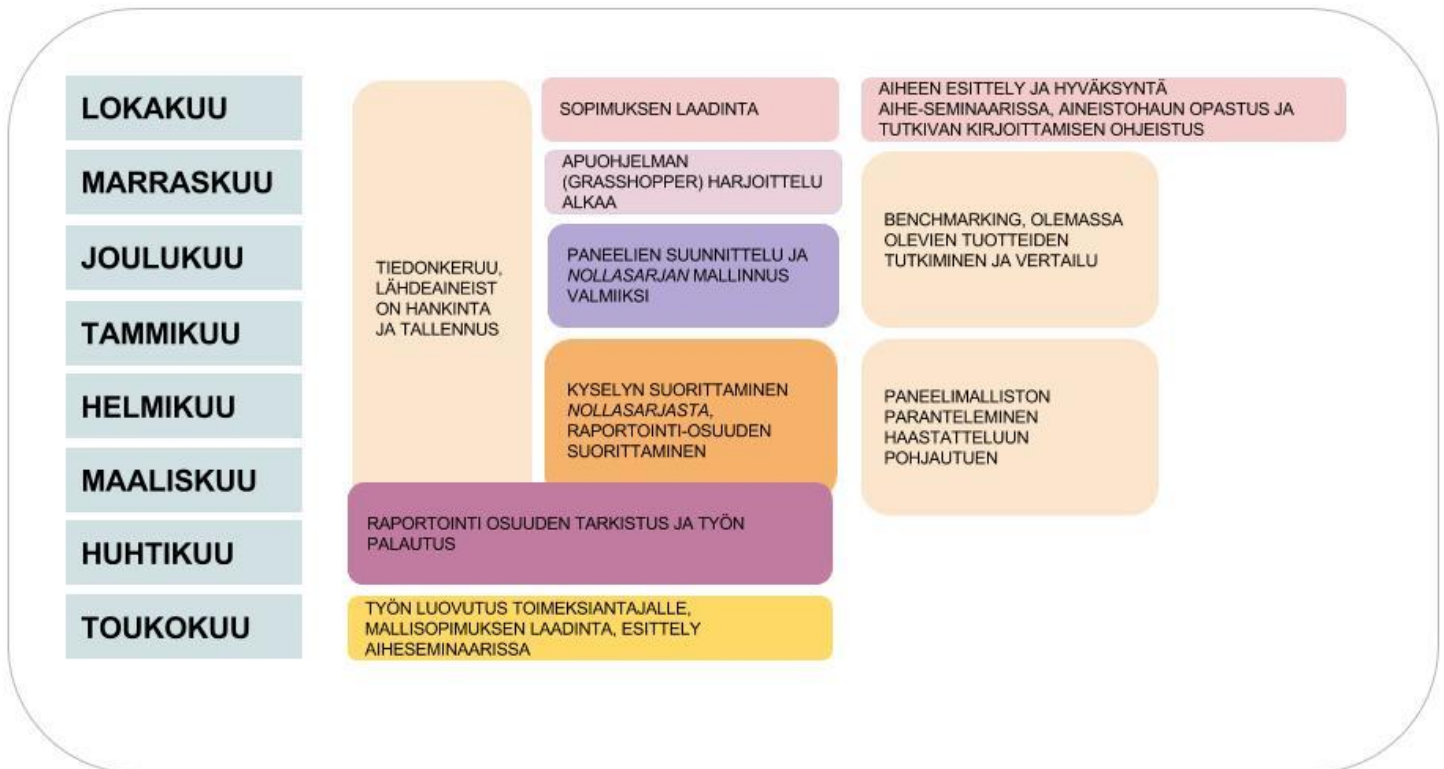
Jatkokehittämistä varten algoritmieditorin työkalujen, 3D-grafiikan koostuminen, eri mallinnus-strategiat ja käyttöliittymän tunteminen hyvin olisi eduksi. Työkaluja, eli ohjelman komponentteja ja toimintaperiaatetta tuntemalla luova työskentely olisi nopeampaa ja kelvottomia tai monimutkaisia määritelmiä syntyisi vähemmän. Näin algoritmieditorin käytöllä päästäisiin lähemmäs sen kehitystarkoitusta. Ymmärtääkseen ohjelman toimintaperiaatetta ja sen komponenttien vaikutusta mallinnettaviin osiin, olisi myös hyödyllistä ymmärtää, miten ja minkälaisista osista 3D-kappale muodostuu ohjelman sisällä. Algoritmieditorin työkalut myöskin käyttävät erilaisia laskennallisia määritelmiä 3D-kappaleen manipulointiin, sekä erilaisia ohjelmoinnista tuttuja ehtolausekkeita. Ohjelmoinnin termien ja työnkulun

ymmärtäminen auttaisi haastavampien algoritmi-avusteisten mallinnusten koamisessa ja saattaisi nopeuttaa ohjelman toimintaperiaatteen ymmärtämistä. Kuvioinnissa eri lähestymistapojen kokeilu osoittautui mielenkiintoiseksi, ja koin, että parhaiten algoritmieditorin käyttö sujui kun työ luotiin kokonaisuudessaan vain sillä. Jatkossa kuviointia voisi tehdä myös käyttämällä vaikkapa vapaana jaettavaa karttoihin, sääilmiöihin, tai magneettikenttiin liittyvää dataa, sillä Grasshopperiin on luotu monia lisäohjelmia joilla voi käyttää edellämäinittuja tietoa. Esimerkiksi Voronoi-diagrammin voi rakentaa vaikkapa käyttämällä Helsingin joukkoliikenteen kartalta saatuja bussipysäkkien pisteitä.

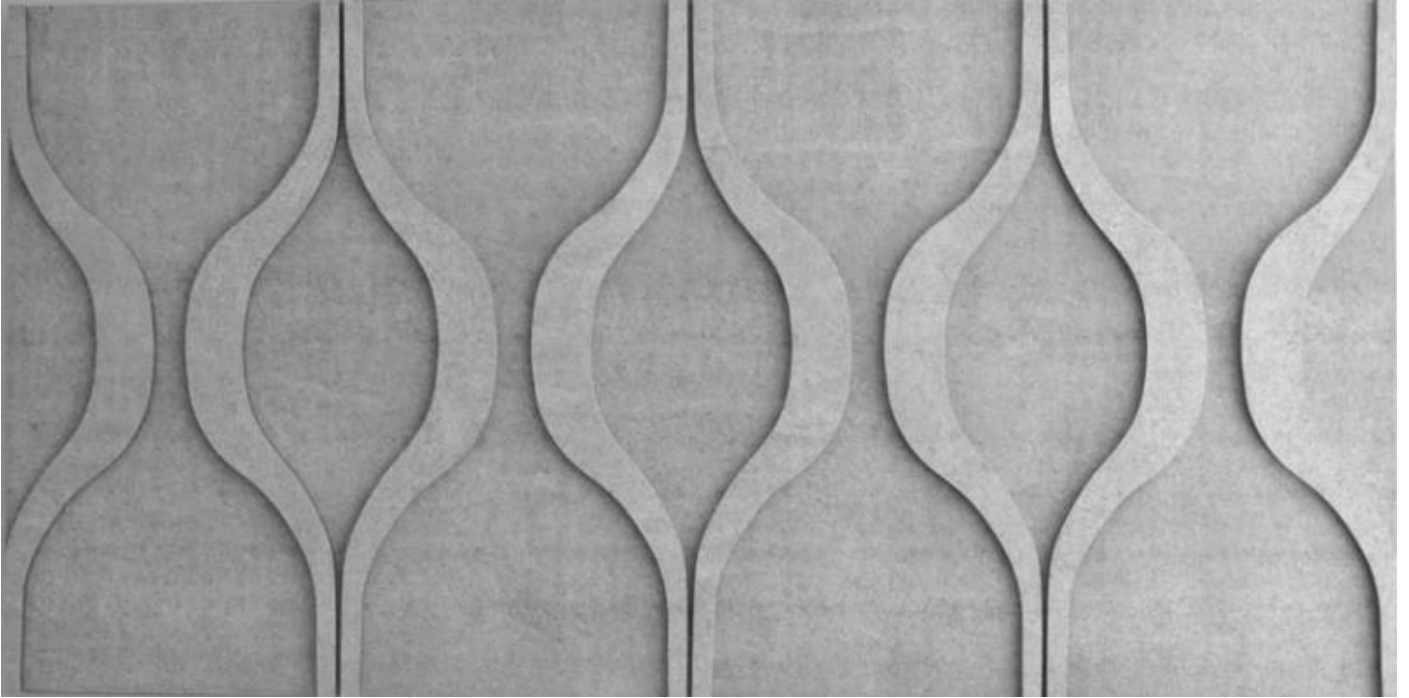
7 LOPUKSI

Algoritmi-avusteinen mallinnus akustiikkapaneelien suunnittelun apuvälineenä oli innostava ja mukaansatempaava projekti. Haasteita oli paljon, ja en usko että tämän kokoinen projekti sopisi opinnäytetyönsä normaaliajassa, eli noin kahdessa tai kolmessa kuukaudessa suorittavalle. Vaikka aihe kuulostaakin paikoittain vaikealta, uskon että alkuun pääsee kuka tahansa joka jaksaa siihen perehtyä. Uskon että algoritmien käyttäminen mallinnusprosesseissa tulee yleistymään tulevaisuudessa ja että ohjelmatkin kehittyvät koko ajan käyttäjäystävällisemmiksi. Näin ollen helpon pääsee kuitenkin mukaan aloittamalla aiheeseen tutustumisen jo opiskeluaikana.

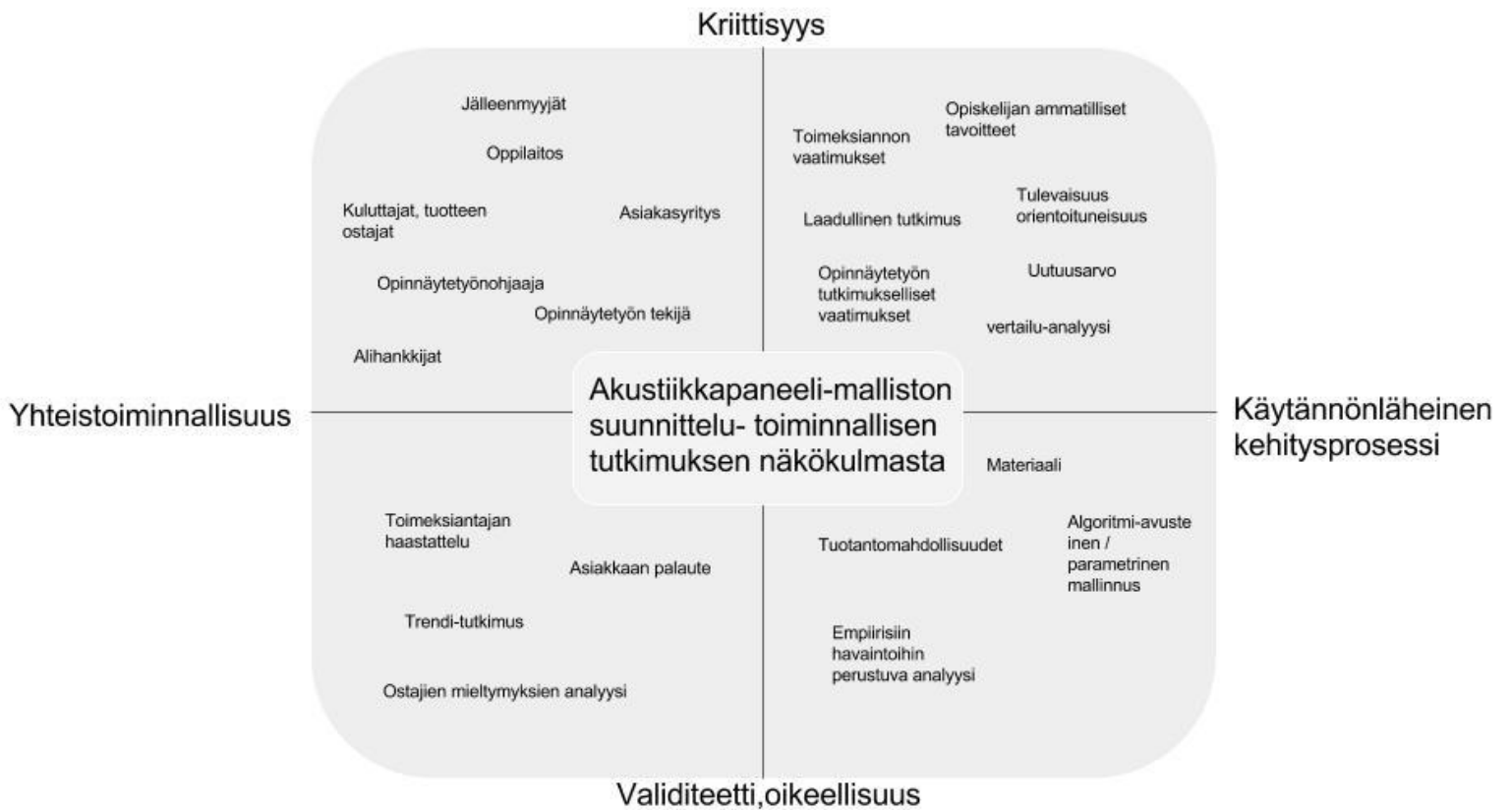
LIITTEET



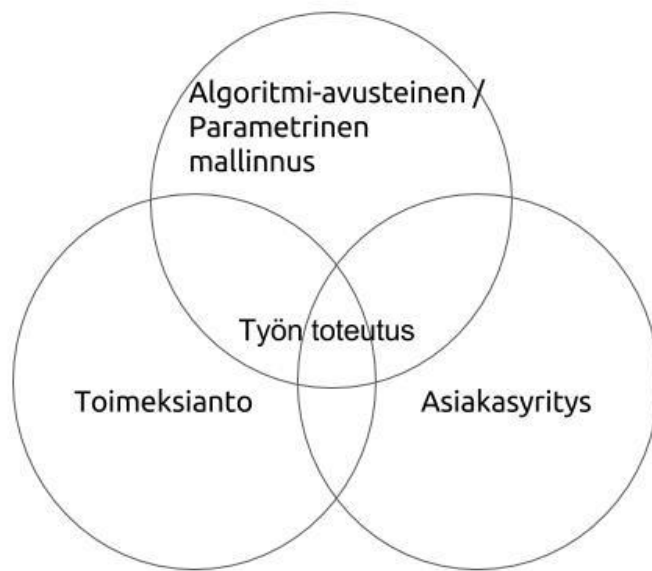
Kuva 1. Opinnäytetyön aikataulu ja tehtävien jakautuminen (Ukkonen 2017).



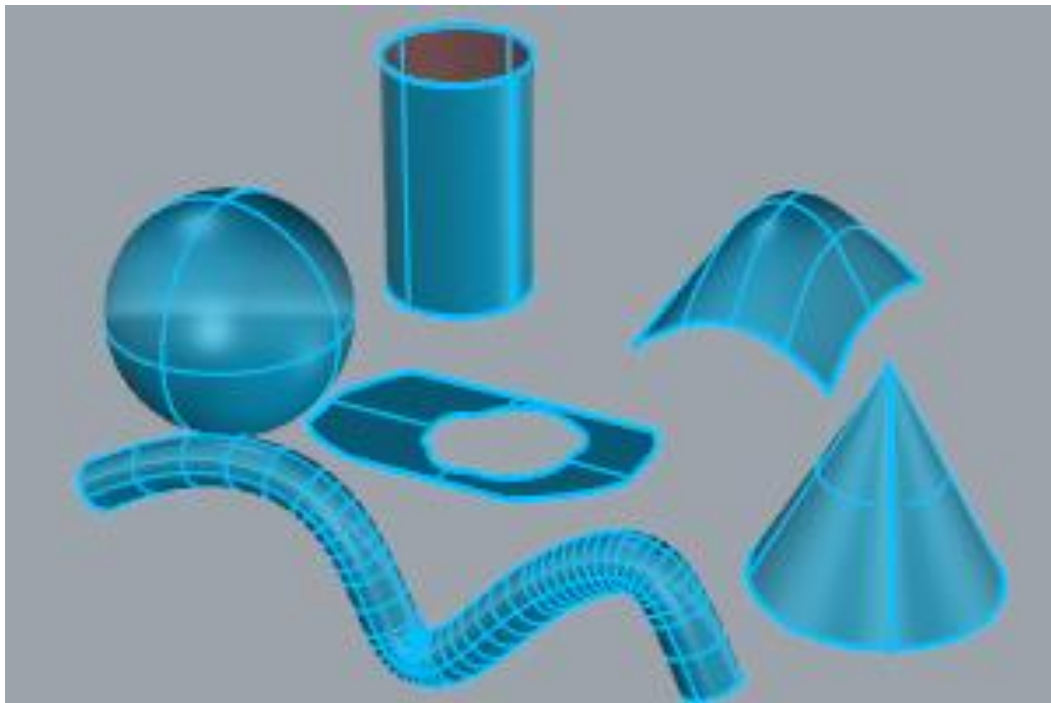
Kuva 2. Taideakustointi Sani Miekkalan "Vuolle" -akustiikkapaneeli (Taideakustointi Sani Miekkala, Vuolle, 2015.)



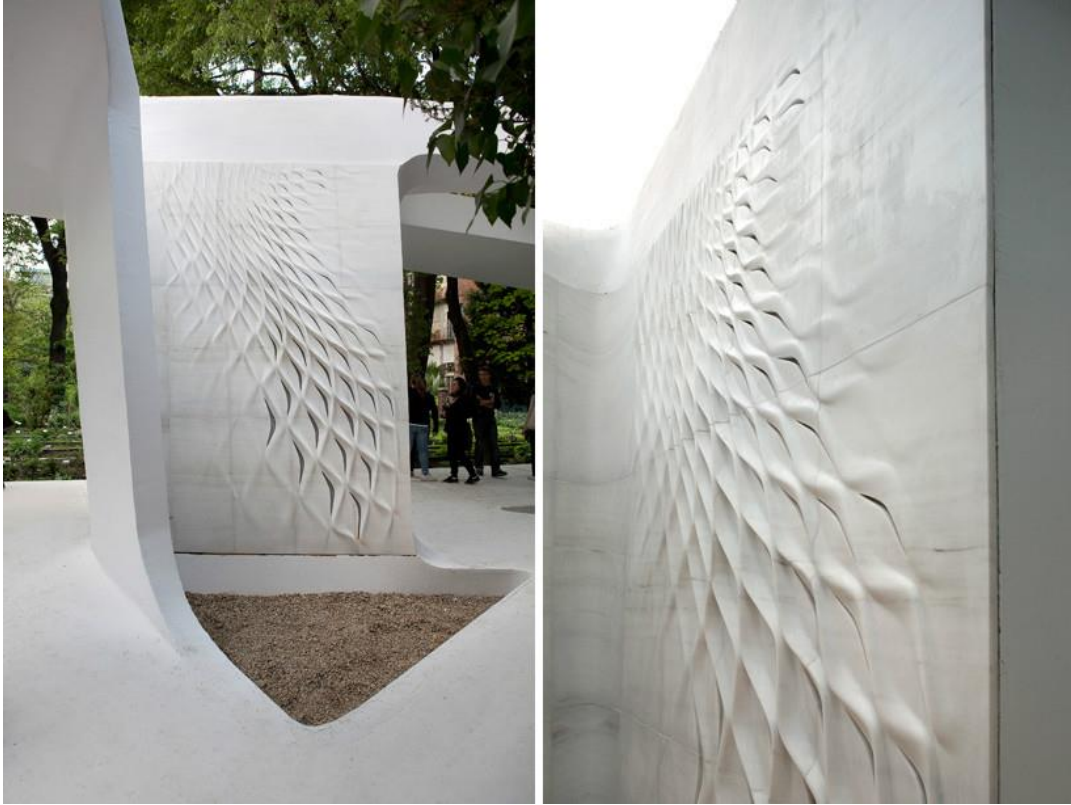
Kuva 3. Akustisen paneelimalliston suunnittelu toiminnallisen tutkimuksen näkökulmasta (Ukkonen 2017.)



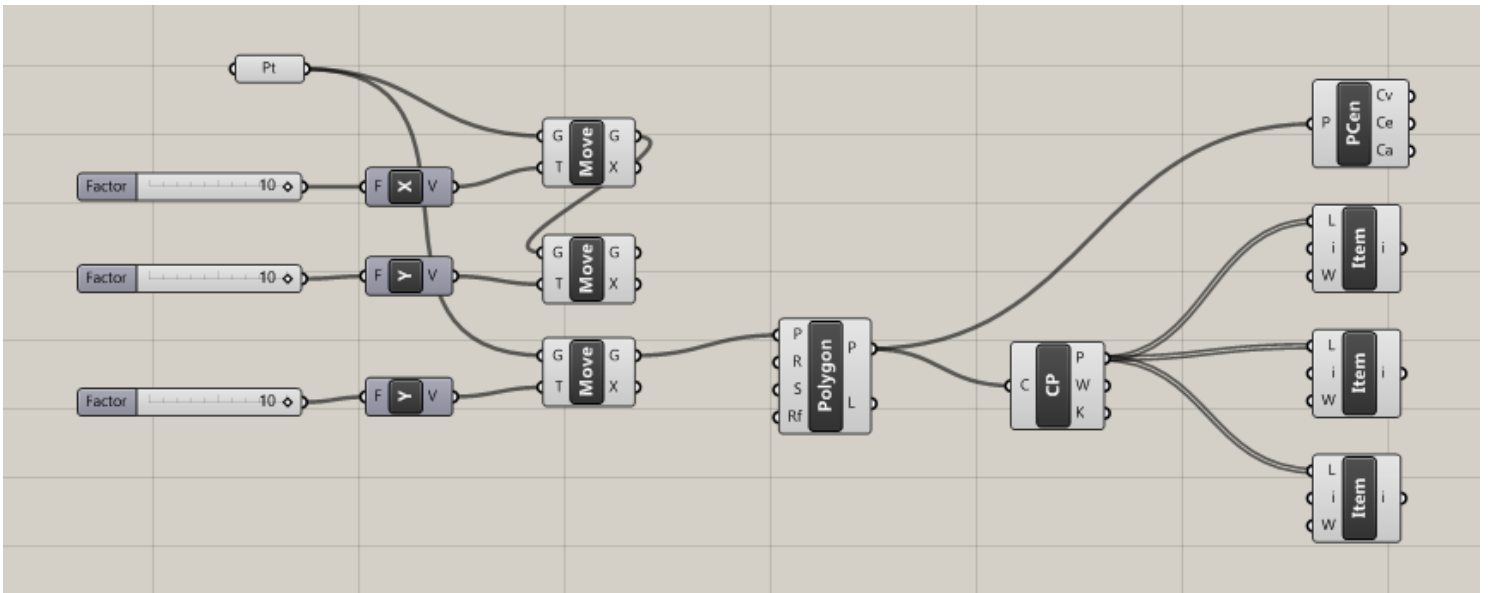
Kuva 4. Opinnäytetyön viitekehys (Ukkonen 2017.)



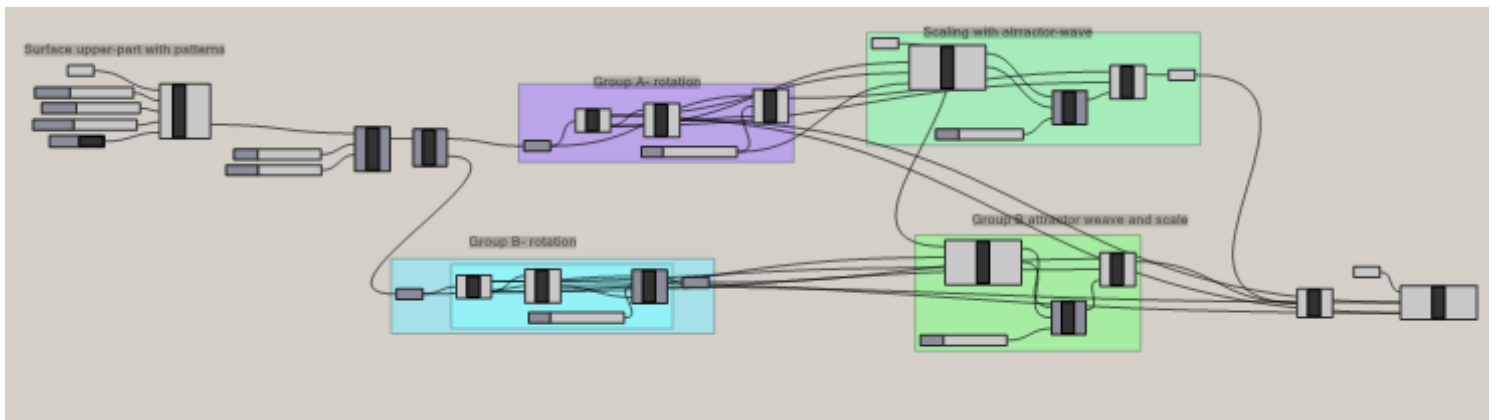
Kuva 5. NURBS – pintoja, sekä niistä muodostettuja kappaleita Rhinoceros3D – ohjelmassa (Rhinoceros for Windows User's Guide, 2015.)



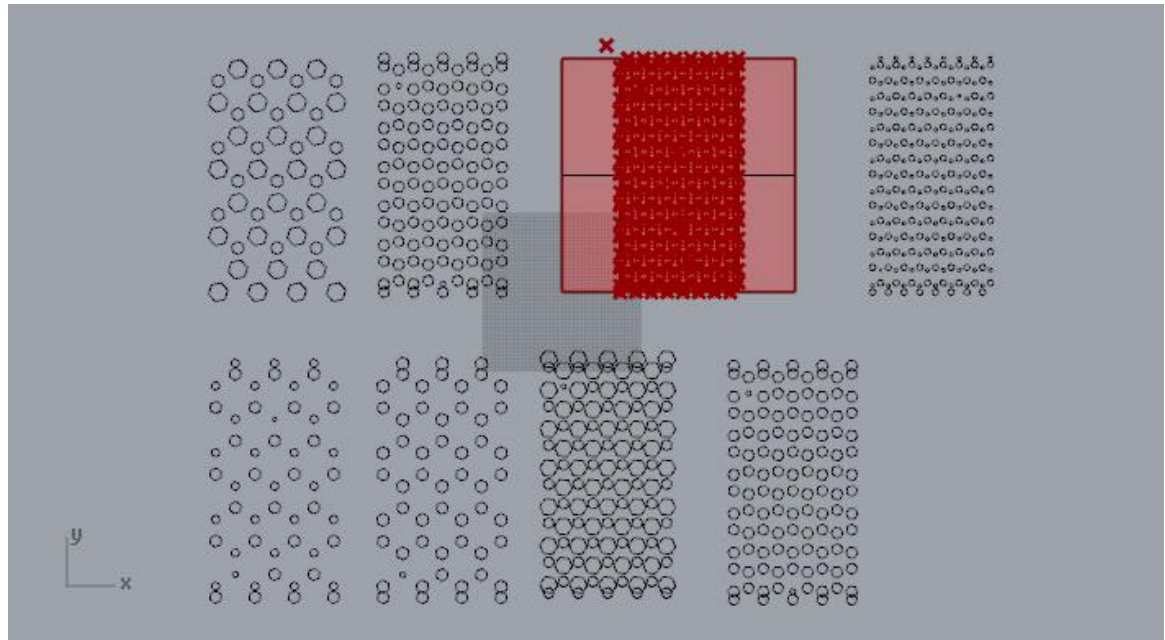
Kuva 6. Arkkitehti Zaha Hadid'in teos (The Secret Garden Pavilion, 2015.)



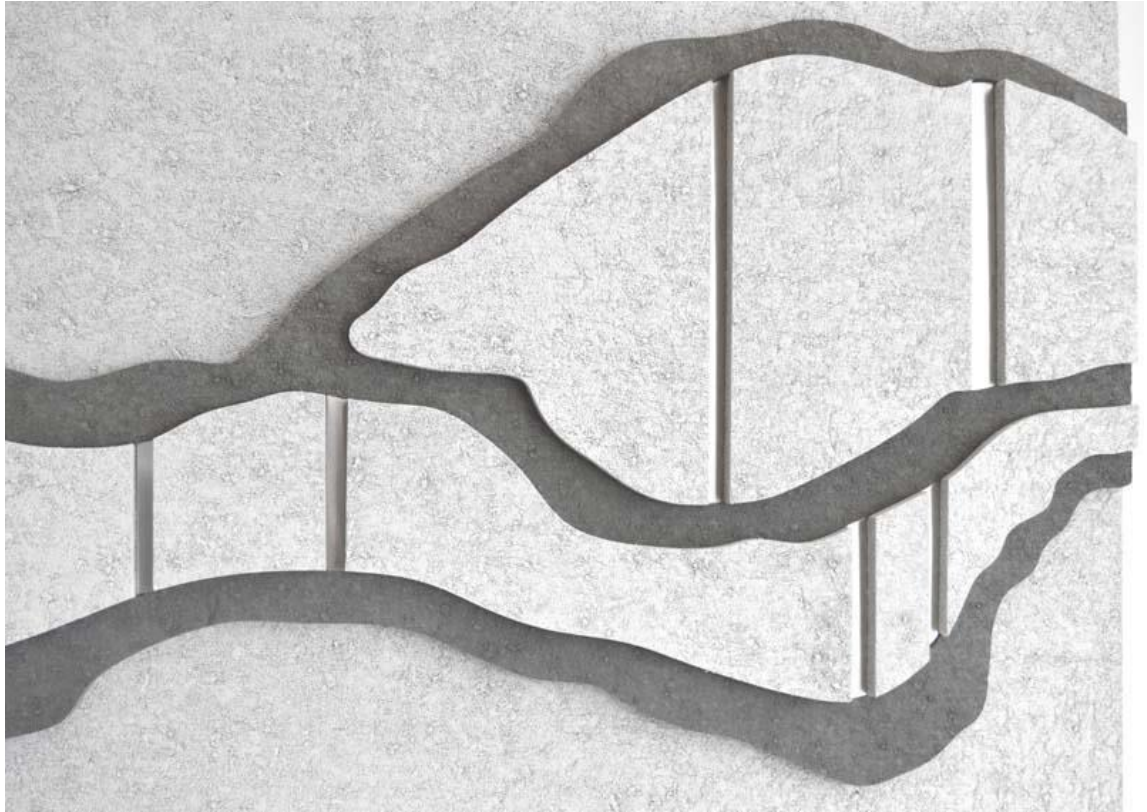
Kuva 7. Muodon rakentamista Grasshopperilla. Yllä olevassa kuvassa parametreilla (x ja y-komponentit, sekä näihin yhdistetyt numeeriset muuttujat), joiden avulla määritellään komentoja (esimerkiksi "Move"-komponentti). Näistä tekijöistä yhdessä muodostuu mallinnettu kappale. (Ukkonen 2017.)



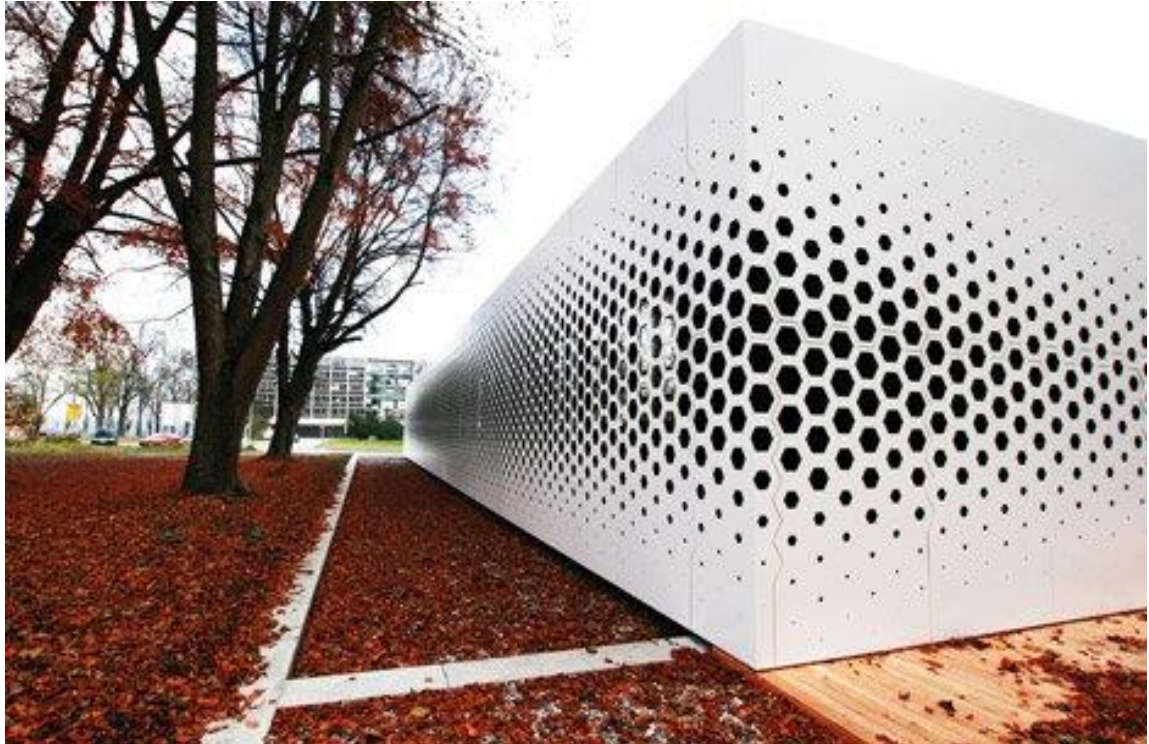
Kuva 8. Grasshopper-algoritmi kuviovariaatioiden aikaansaamiseksi (Ukkonen 2017.)



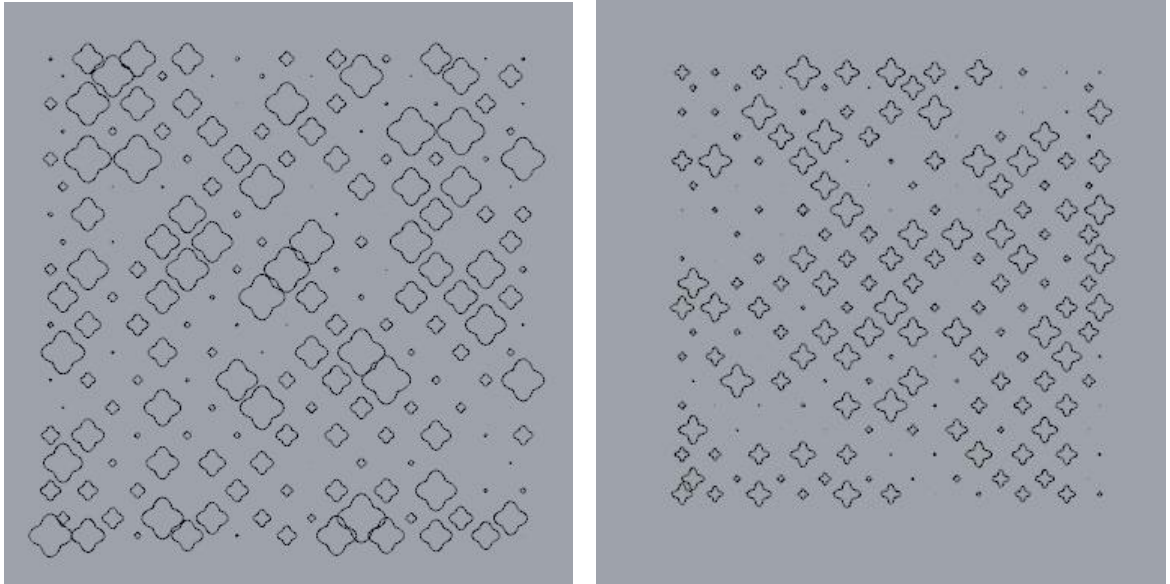
Kuva 9. Erilaisia kuviointikokeiluja tuotu Rhinoceros3D-ohjelmaan (Ukkonen 2017.)



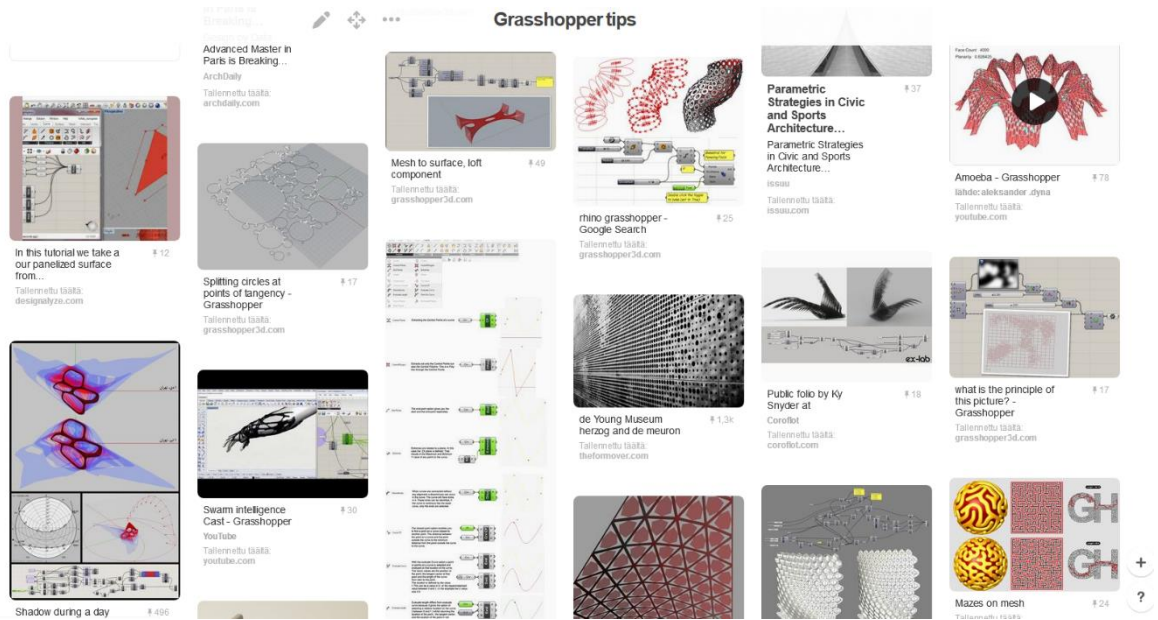
Kuva 10. Lähikuva materiaalista Taideakustointi Sani Miekkalan teoksessa "Railo" (Taideakustointi Sani Miekkala, Railo, 2015.)



Kuva 11. Parametrisella suunnitteluohjelmalla toteutettu, metalliin laserleikattu julkisivu, Format Elf Architekten, 2013. (Formstelle, Format Elf Architekten, Archdaily 2014.)



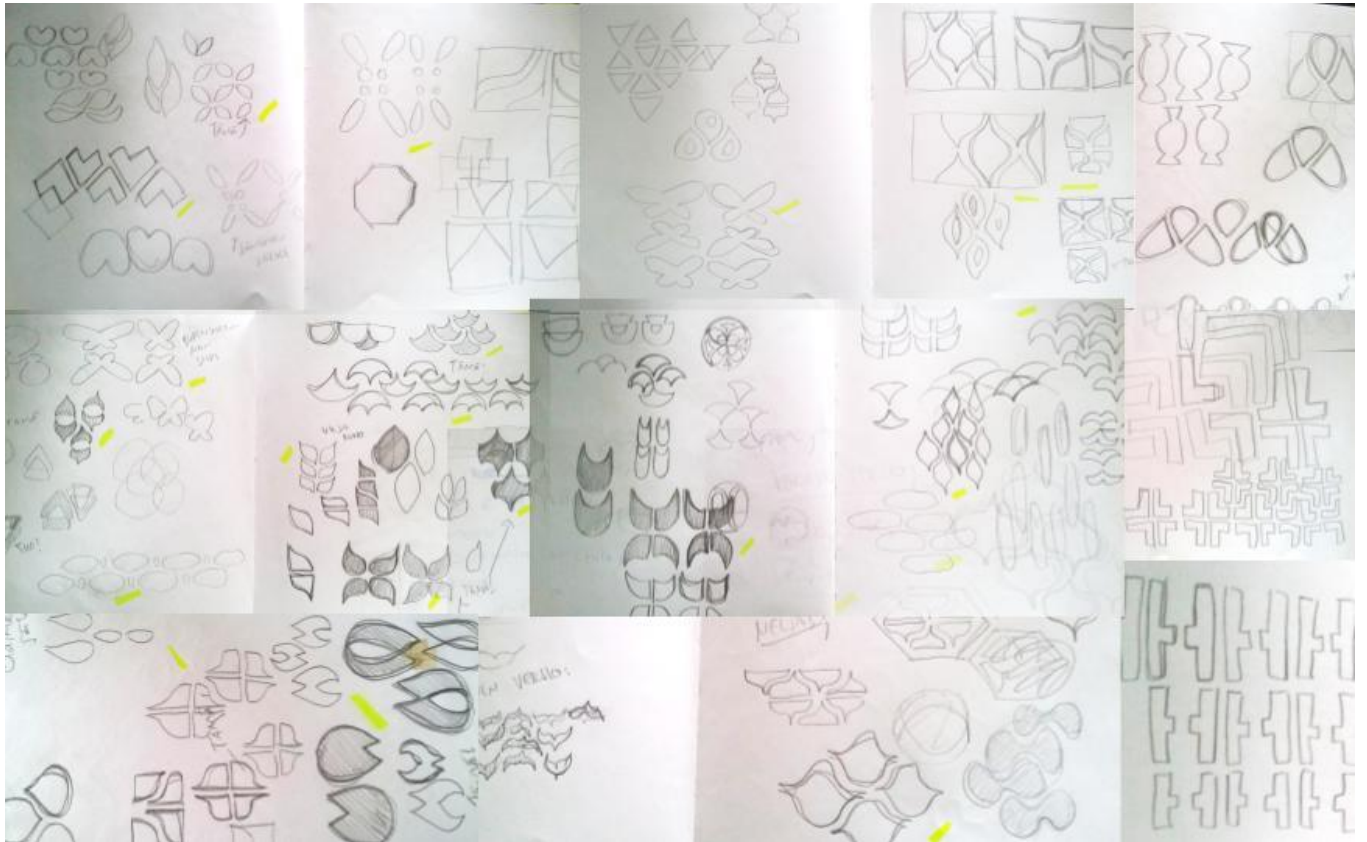
Kuva 12. Ensimmäisiä harjoituksia ja kuviointiehdotuksia käyttämällä nelisaka-
raista muotoa (Ukkonen 2016.)



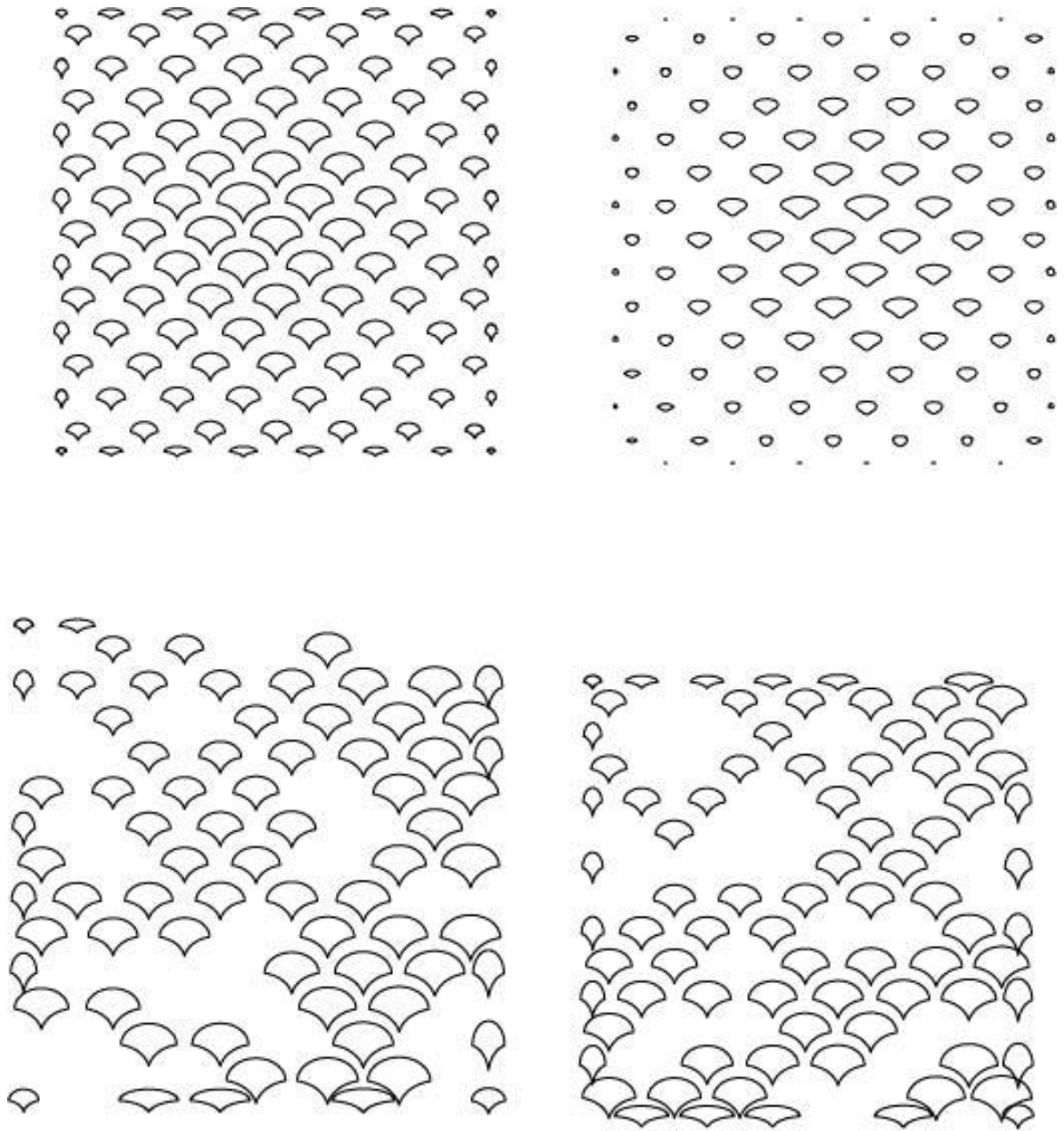
Kuva 13. Esimerkiksi Internetpalvelu Pinterest mahdollistaa myös ohjelmistoihin liittyvän opetusmateriaalin etsimisen, tallentamisen sekä näyttää myös tiedon alkuperäisen lähteen (Ukkonen 2017.)



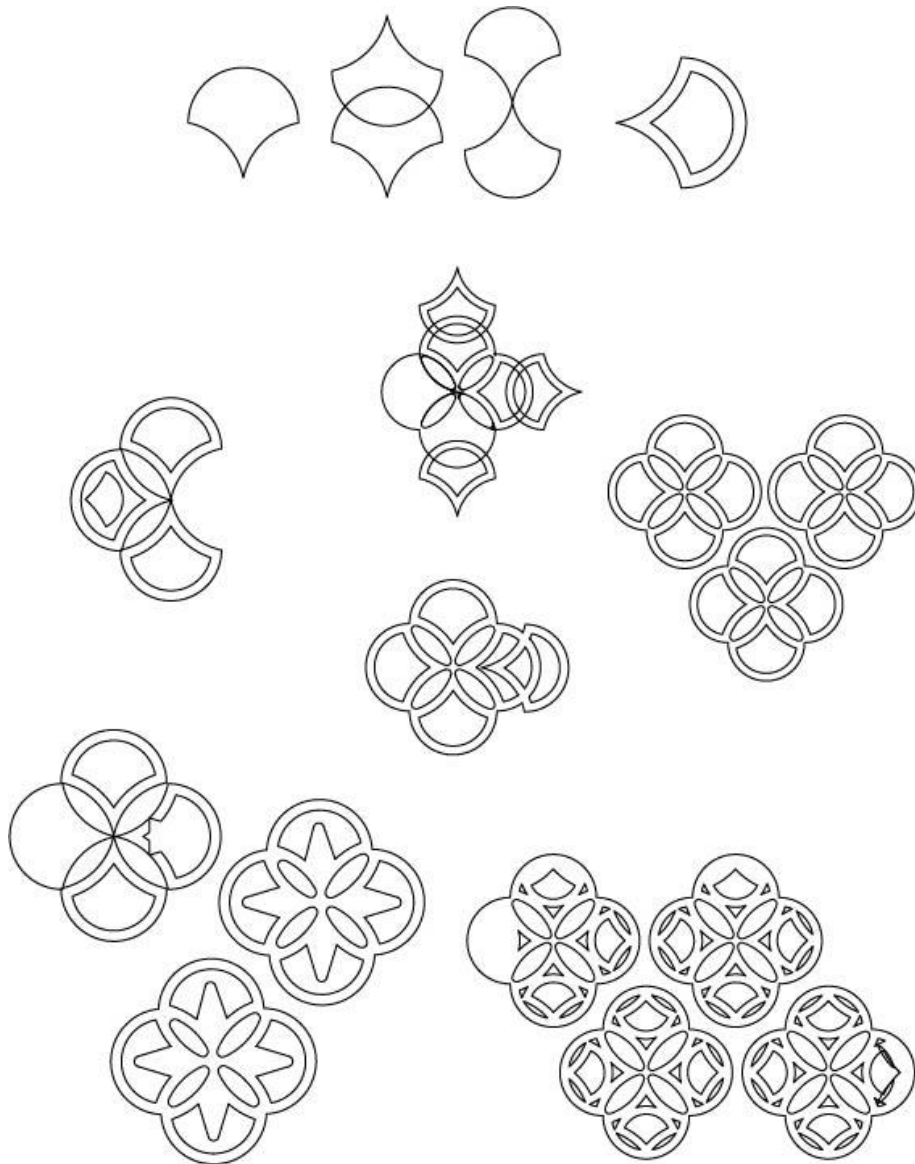
Kuva 14. Modulaarinen ja akustoiva tilanjakaja. Stefan Borselius: Airbloom, 2017.
(Borselius Design. Airbloom, 2017.)



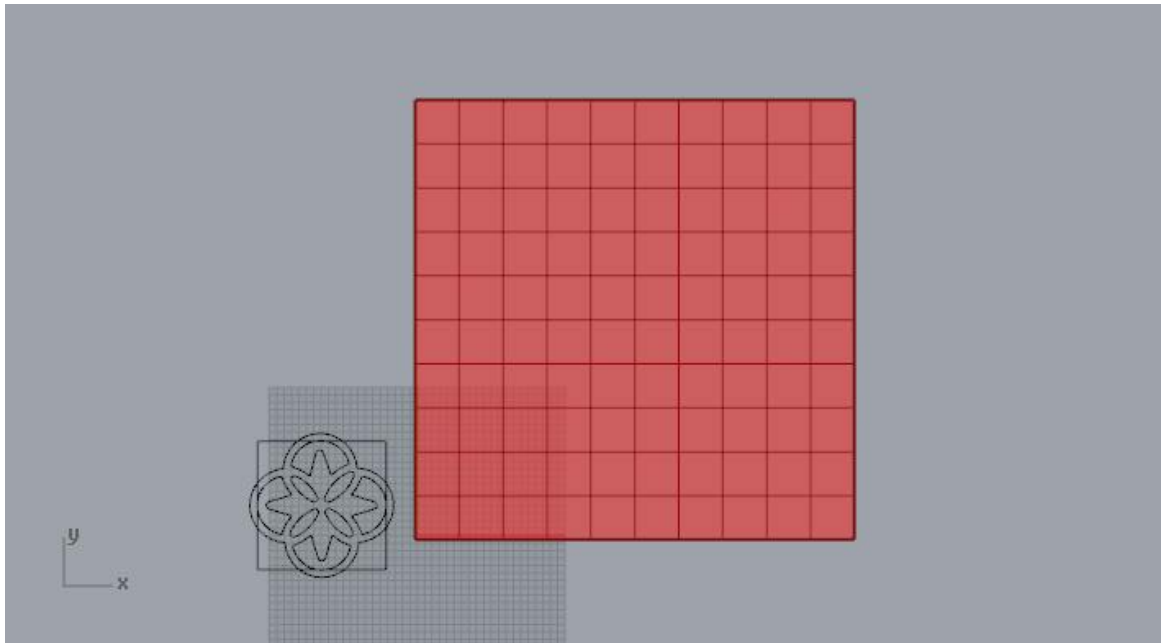
Kuva 15. Myös perinteistä kynä-paperi menetelmää käytettiin yksittäisten kuviointi aiheiden löytämiseen (Ukkonen 2017.)



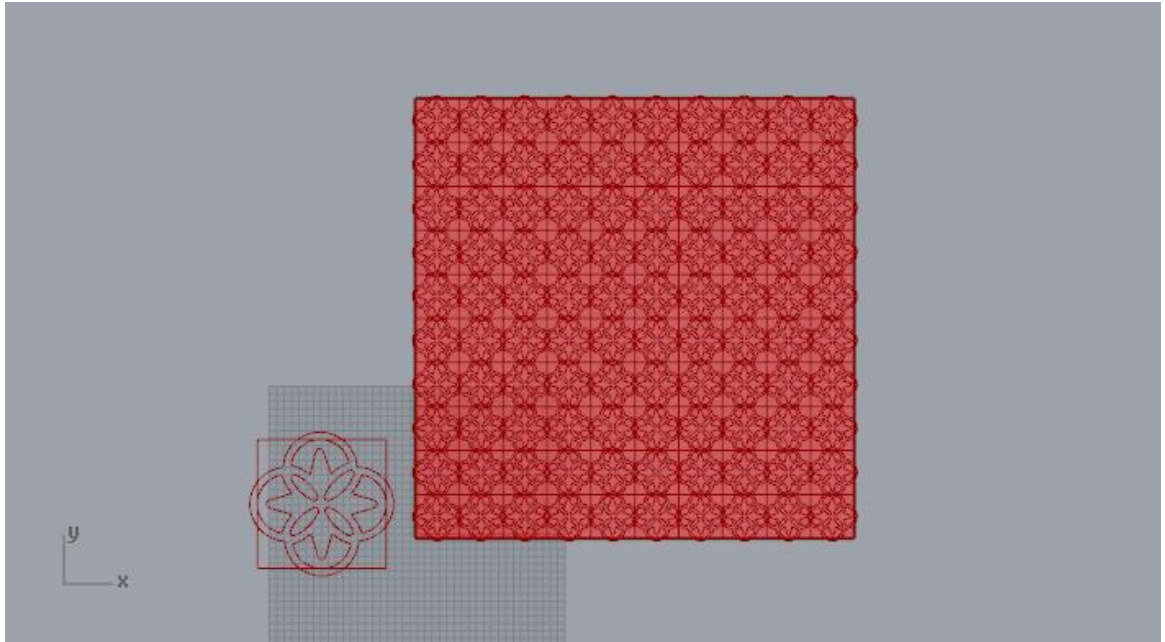
Kuva 16. Yksittäisen kuvioelementin järjestelyä kokonaisuudeksi erilaisin menetelmin. (Ukkonen 2017.)



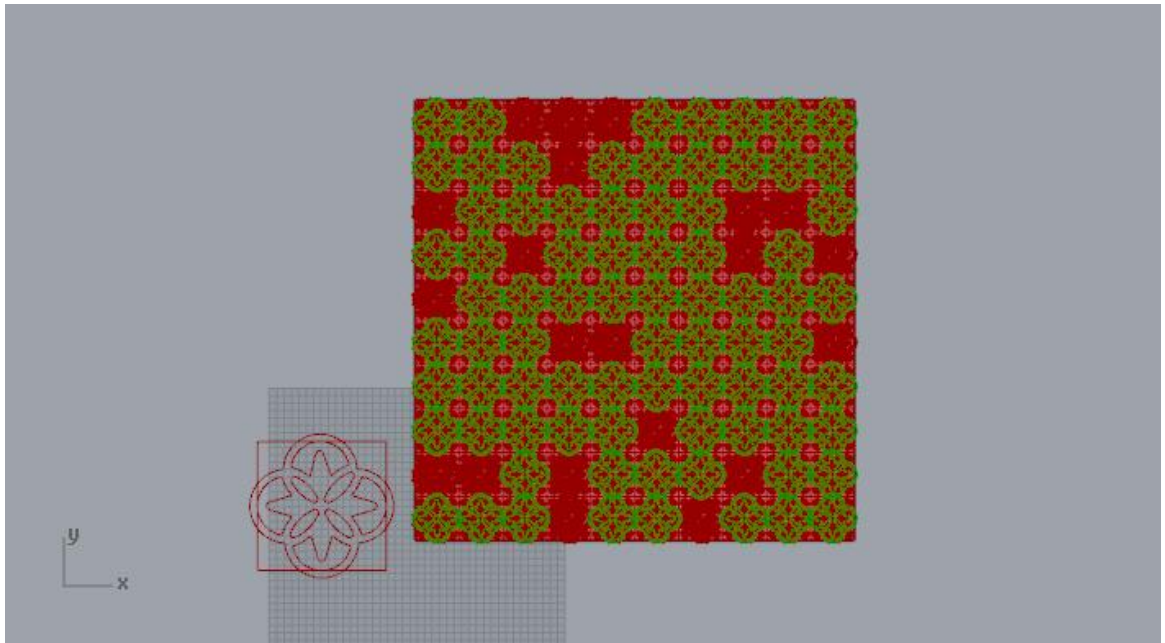
Kuva 15. Kuviointielementtien ideointia ennen algoritmieditoriin siirtymistä (Ukko-
nen 2017.)



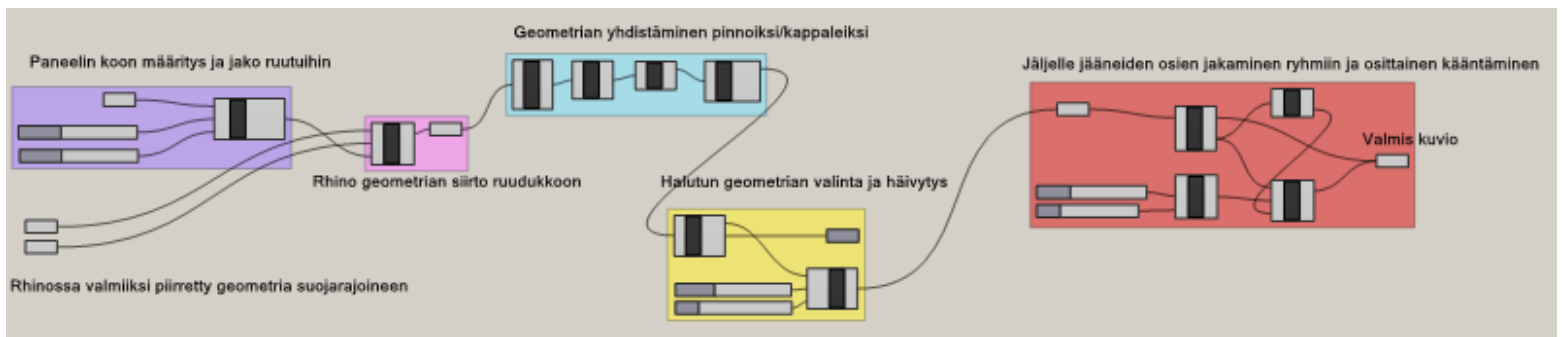
Kuva 17. Pintakappaleeseen luotu ruudukko, sekä kuvioelementti suojarajoineen Rhinoceros3D-ohjelmassa (Ukkonen 2017.)



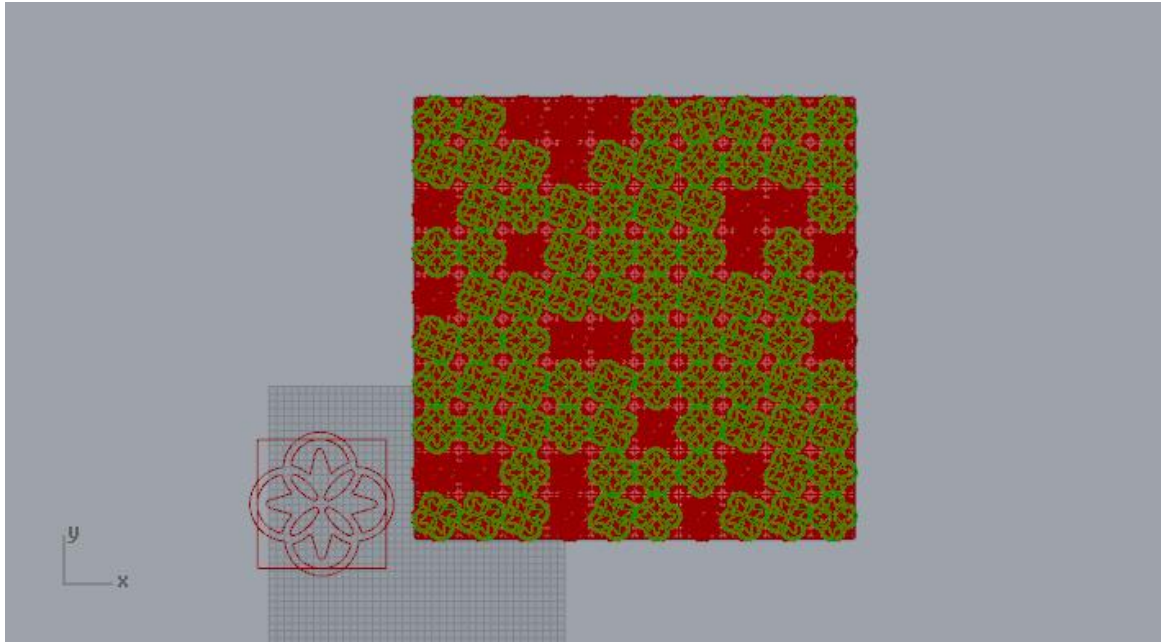
Kuva 18. Luotu geometria on tuotu "Rectangle-Mapping"-komponentilla jokaisen ruudun keskipisteeseen (Ukkonen 2017.)



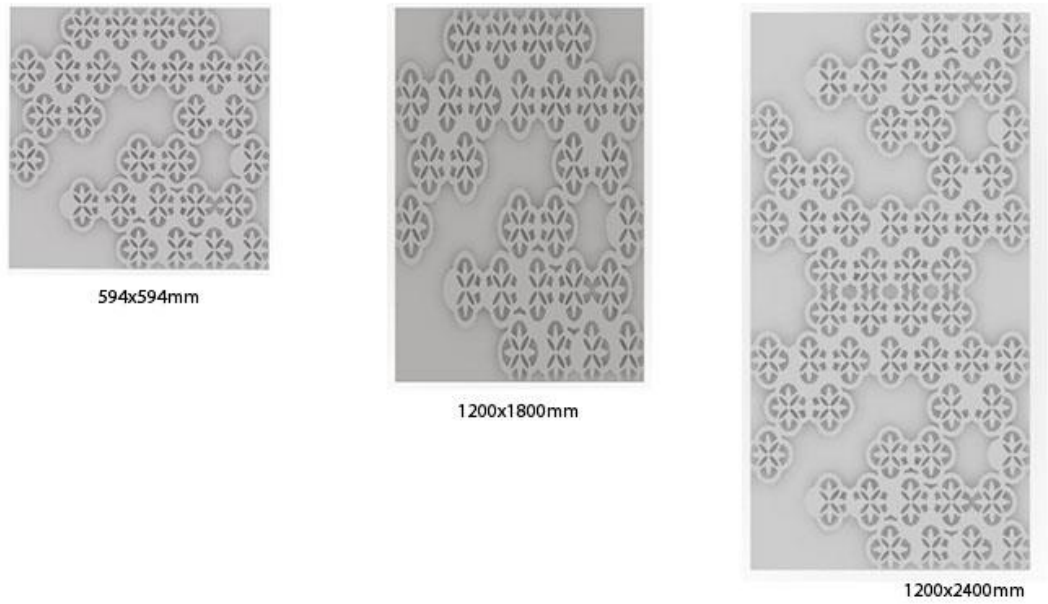
Kuva 19. "Random reduce"-komennolla osia kuvioinnista häivytetään satunnaislukugeneraattorin avulla (Ukkonen 2017.)



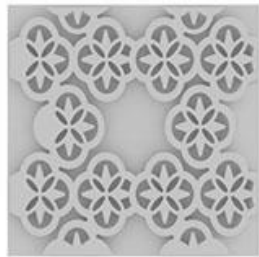
Kuva 20. Ensimmäisen paneelin algoritmi jaettuna värikoodattuihin ja nimettyihin osioihin (Ukkonen 2017.)



Kuva 21. Jäljelle jääneet osat jaettiin kahteen ryhmään joista toisia käänneltiin keskipisteensä ympäri satunnaislukujen avulla (Ukkonen 2017)



Kuva 22. Havainnekuvat ensimmäisestä paneelimallista. 1200x1200 mm kokoluokka on jätetty pois kuvasta, koska se vastaa ilmeeltään 594x594 mm kokoa (Ukkonen 2017.)



594x594mm



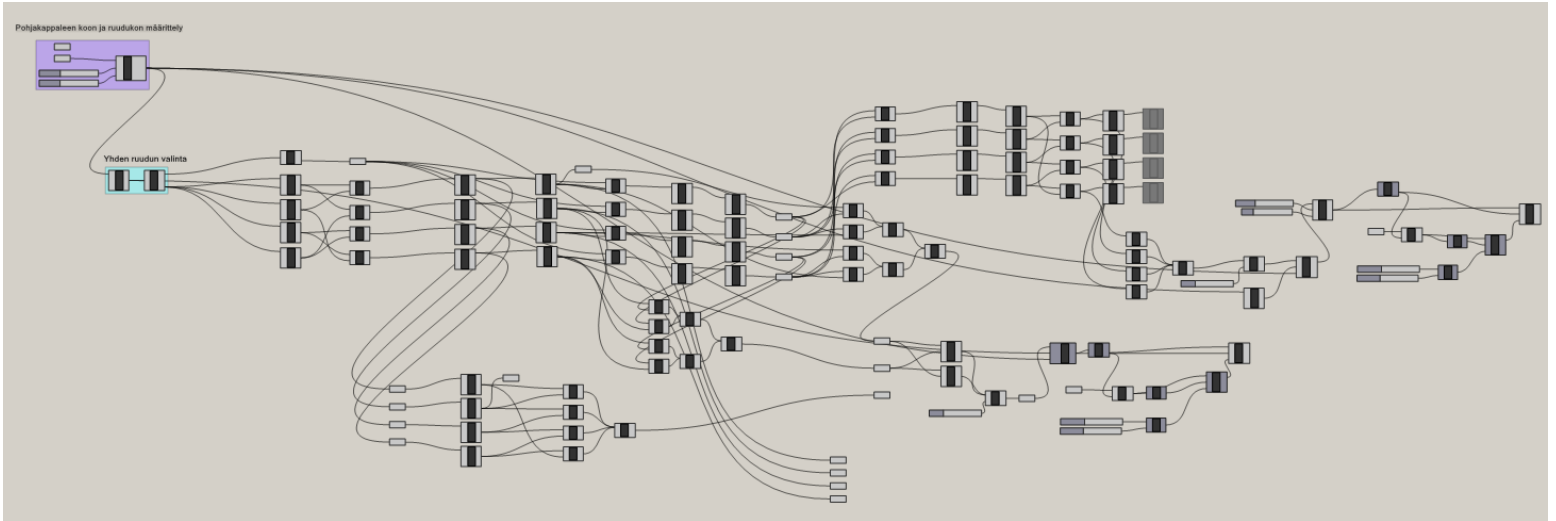
1200x1800mm



1200x2400mm

Sarja 2

Kuva 23. Toinen kuviointimalli eri kokoluokissaan (Ukkonen 2017.)



Kuva 24. Grasshopper-algoritmit voivat kasvaa laajoiksi kokonaisuuksiksi, kuten kolmannen kuvioinnin algoritmieditorilla luotu määritelmä osoittaa (Ukkonen 2107.)



594x594mm



1200x1800mm



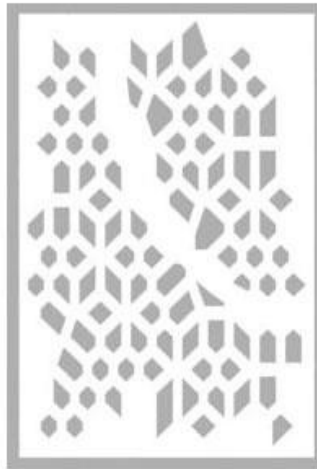
1200x1400mm

Sarja 3

Kuva 25. Kolmas paneelimalli havainnekuvina (Ukkonen 2017.)



594x594mm



1200x1800mm

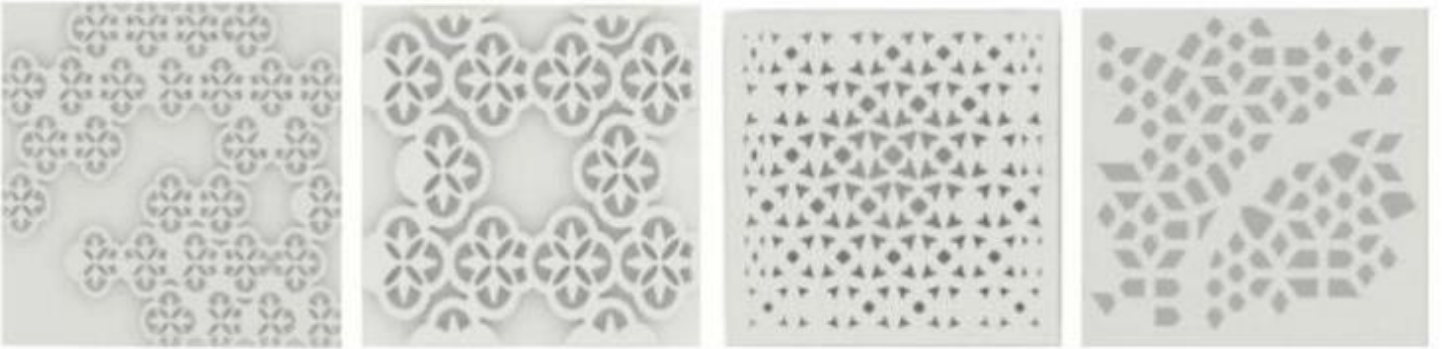
Sarja4



1200x2400mm

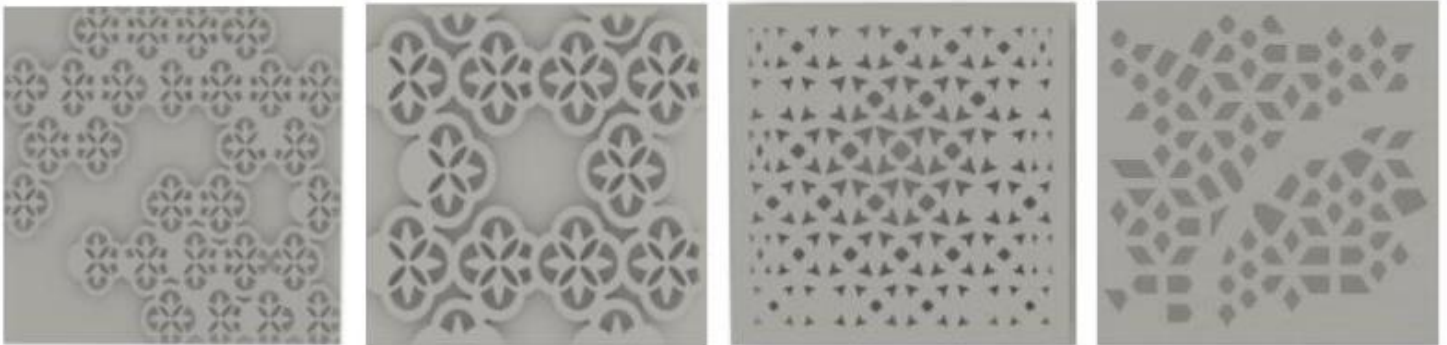
Kuva 26. Paneelimalli numero 4 (Ukkonen 2017.)

1929 A/1



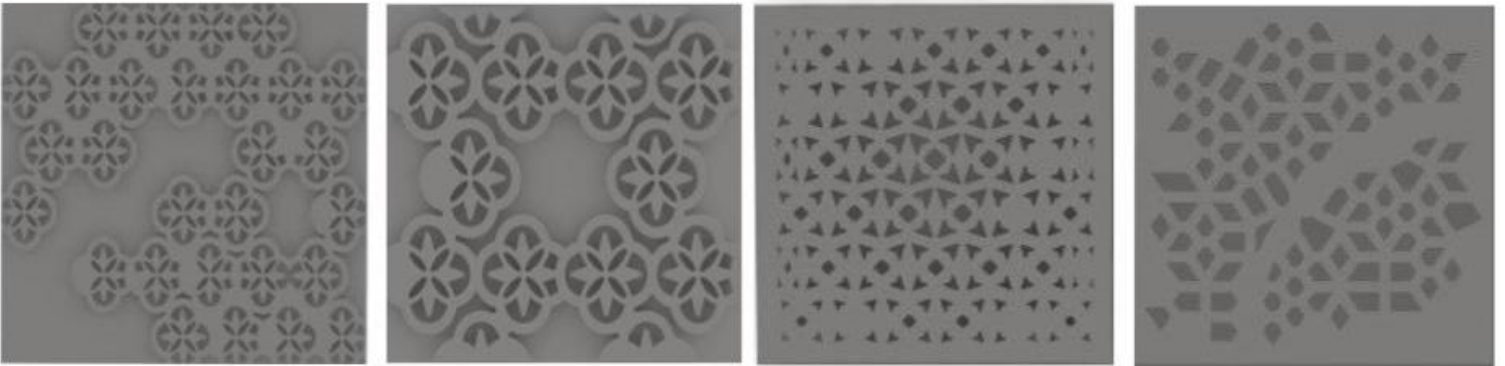
Kuva 27. Tikkurilan "Deco Grey"-sarjan väri 1929 /A1 simuloituna malleihin (Uk-konen 2017.)

1931 A/2

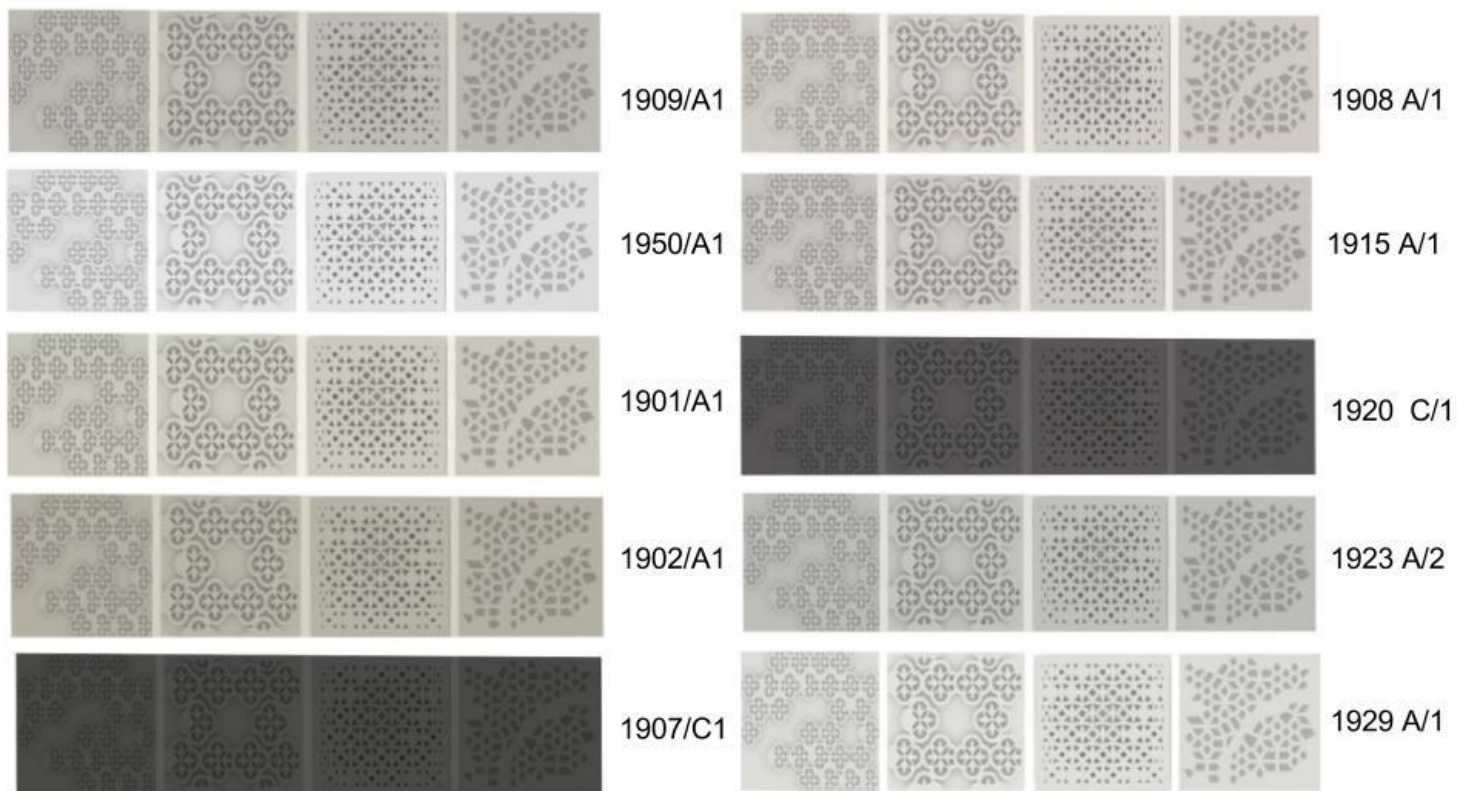


Kuva 28. Paneelimallisto kuvattuna Tikkurilan ”Deco Grey”-sarjan sävyllä 1931 A/1 (Ukkonen2017.)

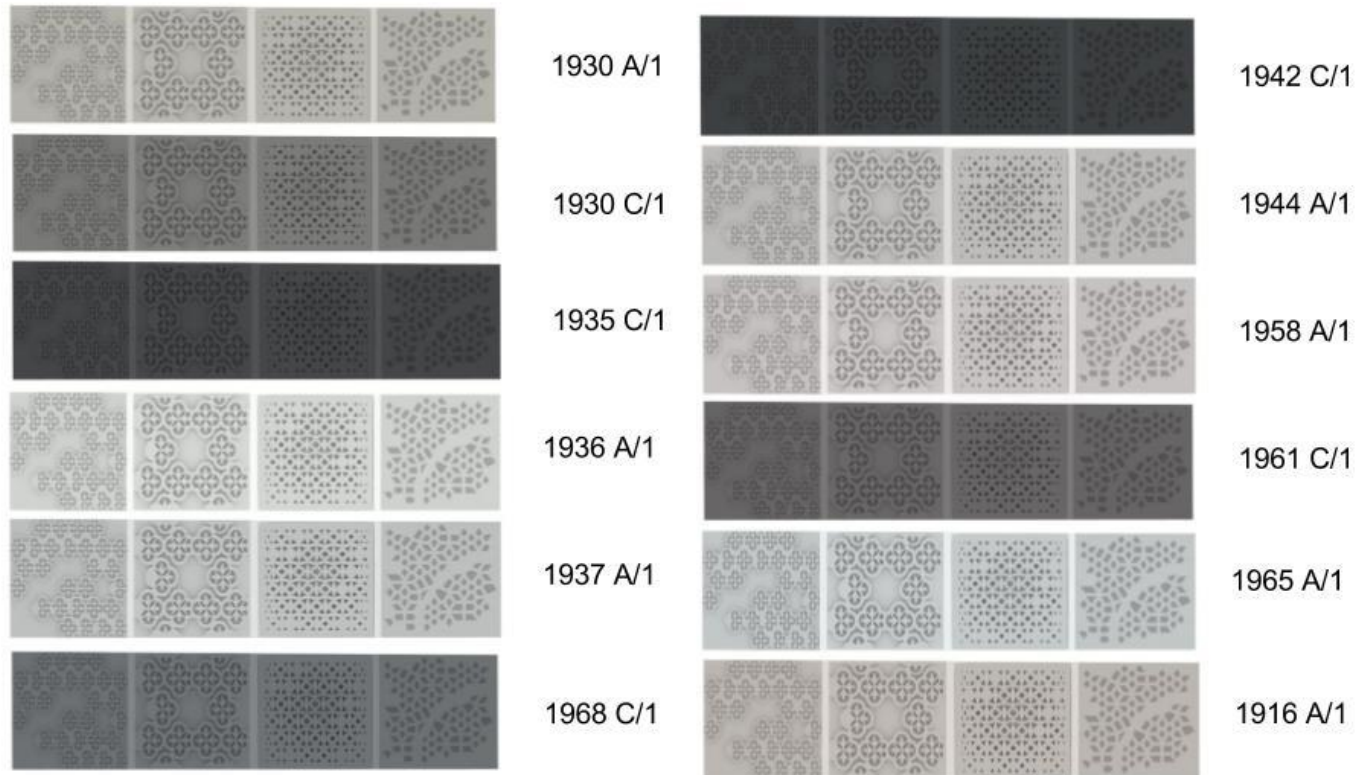
1954 / C1



Kuva 29. Malliston tummin sävy, Tikkurilan "Deco Grey" 1954/C1 (Ukkonen 2017.)



Kuva 30. Malliston värikokeiluja Tikkurilan ”Color up!”-ohjelmalla (Ukkonen 2017.)



Kuva 31. Sävyvaihtoehtojen vertailua Tikkurilan ”Color Up!”-ohjelmalla (Ukkonen 2017.)



Kuva 32. Ensimmäisen paneelin ”rendaus” eli havainnekuva (Ukkonen 2017.)



Kuva 33. Paneelimalli nro 2 havainnekuvassa. (Ukkonen 2017.)



Kuva 34. Paneelimalli nro 3 rendattuna. (Ukkonen 2017.)



Kuva 35. Malli numero 4 havainnekuvassa (Ukkonen 2017.)

LÄHTEET

Becerra, L. 2016. The Fundamental Principles of Colour, Material and Finish Design. Amsterdam: Frame Publishers

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä - Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Robert McNeel & Associates. 1993-1998. Rhinoceros – NURBS modelling for Windows. Version 1.0 User's Guide.

Ruohonen, S. 2009. Toimintatutkimus design-alan opinnäytetyössä. Teoksessa Luova työ tutkimuksen kohteena – Avauksia Design-alojen metodologiaan. Toimittanut Leena Mäkelä-Marttinen. Kouvola, Kymenlaakson Ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A. Oppimateriaali. Nro. 23.

Tanska, T & Österlund, T. 2014. Algoritmit puurakenteissa – menetelmät, mahdollisuudet ja tuotanto. DigiWoodLab, Oulun yliopisto, Arkkitehtuurin tiedekunta.

Tedeschi, A. 2014. AAD-Algorithms-Aided Design – Parametric Strategies using Grasshopper. Potencia: Le Penseur.

Vilkka, H & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen Opinnäytetyö. Helsinki: Tammi.

INTERNET-LÄHTEET

AutoDesk, 2017. What is DWG?. www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.autodesk.com/products/dwg>

Howarth, D. 6.2.2017. Generative design software will give designers "superpowers". Artikkel. Saatavissa: <https://www.dezeen.com/2017/02/06/generative-design-software-will-give-designers-superpowers-autodesk-university/> .

McNeel,2015. History of Rhino. www-dokumentti. Saatavissa:

<https://wiki.mcneel.com/rhino/rhinohistory>

ModeLab, 2015, The Grasshopper Primer (EN), Third Edition, V3.3. www-

dokumentti. Saatavissa: <http://modelab.is/grasshopper-primer/>

Konto Oy,2016. Akustiikka. Saatavissa :

[\(https://www.konto.fi/fi/tuotteet/akustiikka/\)](https://www.konto.fi/fi/tuotteet/akustiikka/).

RobertMcNeel&Associates,2017: What are NURBS? www-dokumentti. Saatavis-

sa: (<http://www.rhino3d.com/nurbs/>).

RobertMcNeel&Associates,2015: Rhinoceros for Windows User's Guide.

www.dokumentti. Saatavissa : <http://docs.mcneel.com/rhino/5/usersguide/en-us/index.htm>

Taideakustointi Sani Miekkala,2015. Tietoa-materiaaleista. www-dokumentti.

Saatavissa: <https://www.taideakustointi.fi/fi/materiaalit>

Uniikit teokset. www-dokumentti. Saatavissa:

<https://www.taideakustointi.fi/fi/tuoteryhmat/uniikit-teokset>

Tikkurila Oyj, 2017. Kokeile uutta ColorUP!-värisuunnitteluohjelmaa. Web-pohjainen ohjelma. Saatavissa:

[https://www.taideakustointi.fi/fi/tuoteryhmat/uniikit-teokset.](https://www.taideakustointi.fi/fi/tuoteryhmat/uniikit-teokset)

MUUT

Sähköpostikeskustelut, Sani Miekkala, 15.09.2016, 19.12.2016, 7.1.2016, 7.2.2016.

Kyselytutkimus,Ukkonen Linda, 2017.

KUVALÄHTEET

Kuva 2. Taideakustointi Sani Miekkala.Vuolle, 2015. www-dokumentti. Saatavissa : <https://www.taideakustointi.fi/fi/tuoteryhmat/tuote/mallisto/1002/vuolle>

Kuva 5. RobertMcNeel&Accosiates. Working in 3-D, 2015. www-dokumentti. Saatavissa: <http://docs.mcneel.com/rhino/5/usersguide/en-us/index.htm>

Kuva 6. The Secret Garden Pavilion. Zaha Hadid Architects.2015. www-dokumentti. Saatavissa : <http://www.arch2o.com/secret-garden-pavilion-zaha-hadid-architects/>

Kuva 10. Taideakustointi Sani Miekkala. Railo, 2015. www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.taideakustointi.fi/fi/tuoteryhmat/tuote/mallisto/1006/railo>

Kuva 11. Formstelle,Format Elf Architekten, Archdaily,2014. www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.archdaily.com/543440/formstelle-format-elf-architekten/540df4d3c07a808f0a000100-formstelle-format-elf-architekten-image>

Kuva 14. Borselius Design. Airbloom, 2017. www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.borselius.se/projects/airbloom>

