



3D-ympäristön mallintaminen Blenderillä

Samuli Normo

Haaga-Helia ammattikorkeakoulu

Tradenomintutkinto

Opinnäytetyö

2022

Tiivistelmä

Tekijä Samuli Väinö Normo
Tutkinto Tradenomi
Opinnäytetyön nimi 3D-ympäristön mallintaminen Blenderillä
Sivu- ja liitesivumäärä 31+1
<p>Toiminnallinen opinnäytetyö käsittelee projektia, jossa toimeksiantaja Mia Mäkelä on tilannut 3D-mallinnetun ympäristön. Opinnäytetyö toteutetaan osana suurempaa projektia, jossa tuotetaan audiovisuaalinen teos tulevaan näyttelyyn. Tavoitteena on dokumentoida oppimisprosessi, jossa 3D-mallintamisen menetelmin tuotetaan kyseinen materiaali.</p> <p>Taustaksi, opinnäytetyö käsittelee 3D-mallintamisen historiaa, ohjelmistoja ja metodeja. Etenkin historiallisen kontekstin saaminen modernien työkalujen syntyyn on tärkeää, jotta prosessin lähtökohdat voi ymmärtää. Projektissa käytetty Blender-ohjelmisto onkin avainasemassa toiminnallisessa vaiheessa.</p> <p>Läpiviennissä käsitellään työstettävä ympäristö, joka sisältää erilaisia kukkia ja juuria. Työvaiheet sisältävät niin muotoilua, kuin animoimista erilaisilla työkaluilla. Työkaluja on useita ja prosessin ymmärtämiseksi, jokainen työkalu käsitellään helposti ymmärrettävänä. Jokainen objekti on tuotettu hieman eri tavoin ja erilaisia työkaluja käyttäen.</p> <p>Opinnäytetyö päättyy lopputulosten tarkasteluun sekä ongelmakohtiin. Suurimpia haasteita ja samalla onnistumisia koetaan juuri animoinnin saralla. Näiden haasteiden dokumentointi ja purkaminen on avainasemassa oppimisprosessin analysoinnissa. Lopputuloksen tarkastelu esittää opinnäytetyön lopullisen tuotteen ja käsittelee hieman tulevaisuutta. Vaikka opinnäytetyötä käsittelevä osuus on valmis, jatkuu projekti edelleen.</p>
Asiasanat 3D-mallintaminen, 3D-tekniikka, 3D-muotoilu, Blender

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Keskeisiä käsitteitä.....	2
2	3D-mallintaminen	3
2.1	3D-mallintamisen historia	3
2.2	Keskeiset käyttötarkoitukset	4
2.3	Keskeiset mallinnustekniikat.....	6
2.3.1	Wireframe-mallinnus	7
2.3.2	Solid-mallinnus	8
2.3.3	Surface-mallinnus	9
2.4	Keskeiset tuotteet.....	10
2.4.1	Autodesk 3DS Max	10
2.4.2	Blender	10
2.4.3	Autodesk Maya	11
3	Projektin läpivienti	13
3.1	Työkalut	13
3.2	Mallit	14
3.2.1	Punainen kukka	15
3.2.2	Avautuva kukka	16
3.2.3	Haalea kukka	17
3.2.4	OG orkidea	17
3.3	Orkidea	18
3.3.1	Orkidean muotoilu.....	18
3.3.2	Orkidean animointi	20
3.4	Saareke.....	21
3.4.1	Saarekkeen muotoilu	21
3.4.2	Saarekkeen animointi	24
4	Projektin tulokset.....	25
4.1	Ongelmakohdat.....	25
4.2	Jatkokehitys	25
4.3	Pohdintaa.....	26
	Lähteet.....	28
	Liitteet.....	32
	Liite 1. Mia Makela – BEEINGS.....	32

1 Johdanto

Kolmiulotteinen mallinnus eli 3D-mallintaminen on jo vuosikymmeniä vanha konsepti ja sen hyödyt ovat läsnä meidän jokapäiväisessä elämässämme. Kuluttajien käyttämät tuotteet, esimerkiksi käytöesineet ja animaatioelokuvat, on suunniteltu 3D-mallintamisen työkaluilla. Tässä opinnäytetyössä kuvataan 3D-mallintamisen historiaa ja käydään läpi projekti, joka on tuotettu toimeksiantaja taiteilija Mia Mäkelälle.

Opinnäytetyön projekti on osa laajempaa kokonaisuutta, joka tuotetaan toimeksiantajalle. Opinnäytetyö keskittyy tiettyjen 3D-objektien mallintamiseen ja animoimiseen. Tässä opinnäytetyössä kuvataan kyseinen projekti ja avataan menet, joilla projektin objektit ja animaatiot on tuotettu. Projektin tavoitteena on tuottaa 3D-ympäristö, jota voidaan myöhemmin käyttää pohjana taiteilijan videotaideoksessa, (Liite 1).

Sana 3D-mallintaminen voi kuulostaa hyvin tekniseltä ja vaativalta, sillä käyttötarkoituksia on lukemattomia. Kolmiulotteisesti mallinnetut käyttöesineet ja animaatioelokuvat ovat usein satojen tai tuhansien tuntien urakoita, jotka vaativat suunnittelijalta laajaa osaamista käyttämästään ohjelmistosta. 3D-mallintamista hyödynnetään runsaasti teknisillä aloilla, esimerkiksi arkkitehtuurissa tai tuotesuunnittelussa. Minulla on noin kahden vuoden kokemus 3D-mallintamisesta, mutta tämä osaaminen keskittyy lähinnä 3D-tulostamiseen ja esineiden yksinkertaiseen animointiin. Projekti on minulle oppimiskokemus ja opinnäytetyö keskittyy tämän kokemuksen dokumentointiin ja havainnollistamiseen.

Omat oppimistavoitteeni keskittyvät projektityöskentelytaitojen kehittämiseen aikaisempien kurssikokemusteni pohjalta. Tavoitteeni on soveltaa ketterien kehitysmenetelmien metodeja 3D-mallintamisessa. Haluan omatoimisesti rakentaa omaa osaamistani ja kehittää 3D-mallintamisen kykyjä ja animointitaitoja.

Ymmärtääkseen projektin prosessin tulee lukijan ymmärtää 3D-mallintamisen historiaa ja kehitystä laboratorioista yritysten ja yksityisten henkilöiden käyttöön. Lisäksi käydään läpi muutamia suosittuja ohjelmistoja, sekä mallintamistekniikoita. Lukija tarvitsee tämän konseptin taustatiedoksi, jotta voi ymmärtää projektin etenemisen.

Opinnäytetyöstä syntyy kattava kokonaisuus lukijalle, joka haluaa tutustua 3D-mallintamisen maailmaan. Lukija pystyy seuraamaan projektin etenemistä ja käytettyjä työkaluja, ja voi täten käyttää niitä apuna omassa oppimisessa tai omassa projektissa.

1.1 Keskeisiä käsitteitä

Termi 3D-mallintaminen viittaa prosessiin, jossa ohjelmistolla luodaan esimerkiksi tietokoneen näytölle matemaattinen kuva kolmiulotteisesta esineestä, (Autodesk,se INC. 2022).

Termi Blender viittaa opinnäytetyössä käsiteltävään ohjelmistoon. Kyseistä ohjelmistoa käytetään projektin aikana.

Termi työkalu viittaa Blenderin sisäisiin työkaluihin, joita käytetään ohjelmiston sisällä. Työkaluja käytetään objektien muotoiluun ja animoimiseen.

Termi animointi viittaa opinnäytetyön kontekstissa prosessiin, jossa staattiselle objektille asetetaan liike. Tällöin objekti siis animoidaan liikkuvaksi

Termi particle viittaa tässä yhteydessä partikkeliin. Partikkelit ovat irrallisia esineitä, esimerkiksi siitepölyä, joka irtoaa kukasta.

2 3D-mallintaminen

2.1 3D-mallintamisen historia

Kuten kappaleessa 1.1 mainittiin, on 3D-mallintaminen prosessi, jossa luodaan kolmiulotteinen malli. Nykyisiä yleisessä käytössä olevia tietokoneita (matkapuhelin, tabletti, kannettava tietokone tai pöytäkone) käytetään graafisen käyttöliittymän avulla. Ensimmäiset tietokoneet 1940- ja 1950-luvuilla olivat suuria laitteita, joita ohjelmoitiin vaihtamalla jännitteitä koneen sisällä. Dataa niihin syötettiin ja vastaanotettiin reikäkorttien avulla.

Tilanne kuitenkin muuttui olennaisesti 1960-luvulla, kun yhdysvaltalaisen MIT-yliopiston tohtoriopiskelija Ivan Sutherland kehitti Sketchpadin. Sketchpadin avulla käyttäjä pystyi suoraan vaikuttamaan tietokoneeseen. Valokynällä käyttäjä saattoi piirtää kuviota näyttöön, jolloin tietokone loi piirroksista joko kaksi- tai kolmiulotteisen kuvan näytölle. Keksintö oli mullistava ja Sutherlandia pidetäänkin tästä syystä tietotekniikan grafiikan isänä. Hänen keksintönsä loi pohjan graafiselle käyttöliittymälle ja 3D-grafiikalle, (Chopine 2011, luku 1).

Sutherlandin läpimurron jälkeen tietokoneita käytettiin luomaan virtuaalisia kuvia, joista pystyttiin rakentamaan kolmiulotteisia maailmoja. Tekniikkaa kehitettiin edelleen ja vajaan kymmenen vuoden kuluttua vuonna 1972 General Electric Company suunnitteli ja toteutti lentokonesimulaattorin Yhdysvaltain laivastolle. Sen kolmiulotteinen maailma oli mullistava, joskin nykyisiin mahdollisuuksiin verrattuna sitä voidaan luonnehtia hyvin yksinkertaiseksi. 3D-tekniikka oli tuolloin hyvin uutta ja vain instituutiot pystyivät sitä käyttämään. Tavallisella käyttäjällä ei ollut erityisiä mahdollisuuksia tuottaa 3D-grafiikkaa tietotekniikan avulla, (Carver & White 2013, luku 2).

3D-mallintaminen yleistyi merkittävästi 1980- ja 1990-luvuilla. Asenteet tietokoneita kohtaan olivat muuttuneet ja yritykset näkivät niiden potentiaalini muussakin kuin laskelmien tekemisessä. Vuonna 1981 International Business Machines Corporation (IBM) julkaisi ensimmäisen henkilökohtaisen tietokoneen (PC) ja useat yritykset alkoivat hyödyntää uutta tekniikkaa esimerkiksi tuotekehityksessä. Kynän ja paperin sijaan suunnittelija saattoi luoda visionsa kolmiulotteisesti hyödyntämällä tietokoneavusteisen suunnittelun CAD-ohjelmistoa, (Selfcad, 2021).

Viihdeteollisuus innostui myös uudesta tekniikasta, sillä erikoistehosteiden luominen elokuvaan ja televisioon oli työlästä. Vuonna 1982 julkaistua tieteiselokuvaa Tron pidetään ensimmäisenä elokuvana, joka nojasi vahvasti 3D-animaatioihin, (Computer animation history 2018). Lisäksi Pixar ja muut sen kaltaiset animaatioihin erikoistuneet studiot alkoivat tuottaa elokuvia, jotka olivat täysin 3D-mallinnettuja ja animoituja. Vuosituhannen vaihteessa 3D-animoidut elokuvat tekivät läpimurron ja nykyään ne ovat jo standardi, (Carver & White 2013, luku 2).

Ohjelmistoja ja metodeja kehitettiin olennaisesti 1990-luvulla. Ne ovat vuosien saatossa kehittyneet ja ovat edelleen käytössä tänä päivänä. Luvussa 2.3 selostetaan näitä tarkemmin.

2.2 Keskeiset käyttötarkoitukset

Kappaleessa 2.1 käsiteltiin lähinnä 3D-mallintamisen historiaa ja joitakin käyttötarkoituksia. Nykypäivä käyttötarkoituksia on useita ja monet alat eivät voisi edes toimia ilman 3D-tekniikkaa. Aikaisemmin mainittujen elokuvateollisuuden ja tuotesuunnittelun lisäksi esimerkiksi teollinen tuotanto, arkkitehtuuri, videopelituotanto, terveydenhuolto, markkinointi ja tutkimus nojaavat vahvasti 3D-tekniikkaan, (Skidmore 2.1.2019).

Teollisesta tuotannosta esimerkkinä käytetään seuraavassa 3D-tulostamista. Monelle 3D-tulostaminen on terminä tuttu, mutta sen käytännön hyödyt ovat tavalliselle kuluttajalle hieman epäselvät. Yksinkertaisuudessaan 3D-tulostaminen vaatii kolmiulotteisen mallin (3D), joka on suunniteltu tulostettavaksi erityisellä 3D-tulostimella. Mielenkiintoisin hyötykäyttö tulevaisuudessa voi olla Yhdysvaltain ilmailu- ja avaruushallintovirasto Nasan Artemis-ohjelma, jonka tarkoituksena on palata Kuuhun. Yhteistyössä kaupallisen kumppanin (ICON) kanssa Nasa tutkii tapoja, joilla astronauttien vaatimaa infrastruktuuria voitaisiin 3D-tulostaa Kuun pinnalla Kuun maaperän materiaaleista, (National Aeronautics and Space Administration 2020).

Maanpinnalla 3D-mallintamista hyödynnetään erilaisissa koneiden ja laitteiden sekä rakennusten ja rakenteiden suunnittelussa. Koneet ja laitteet voivat olla äärimmäisen monimutkaisia ja koostua tuhansista tai jopa miljoonista eri osista. Suunnitteluohjelmiston avulla voi käyttäjä suunnitella ja mallintaa osia, syöttää dataa ja visualisoida koko suunnitelman 3D-ympäristössä. Yksi merkittävä suunnitteluohjelmistojen tarjoaja on Autodesk, (Autodesk, INC. 2022). Lisää suosituista 3D-suunnitteluohjelmista kappaleessa 2.4.

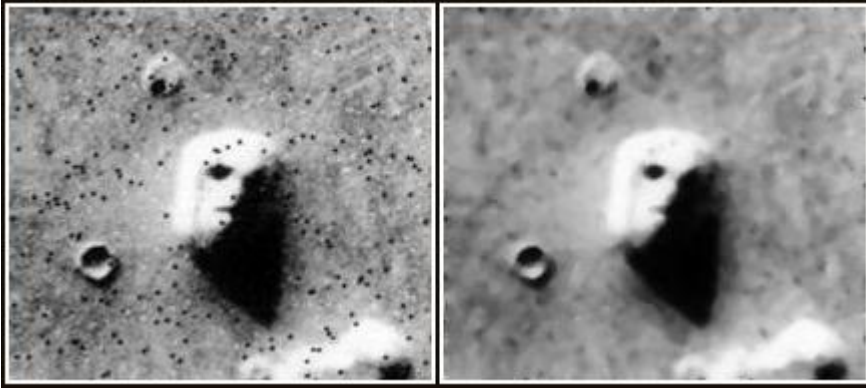
Myös rakennuksia suunnitellaan 3D-ympäristössä. Jokainen suunnitelma alkaa luonnoksesta, joka on alustava suunnitelma rakennuksesta asiakkaan toiveiden mukaan. Luonnosta kehitetään edelleen huomioiden esimerkiksi ilmasto, rakennuksen materiaalit ja käyttötarkoitus. Monen muuttujan havainnointi ja mallintaminen on huomattavasti helpompaa virtuaalisilla malleilla, joita 3D-mallintamisella voidaan luoda, (Archistar Academy 2020).

Videopelituotanto on varmasti keskeinen 3D-mallintamisen kohde. Ennen 1990-lukua videopelit olivat yleisesti kaksiulotteisia, eivätkä sisältäneet todellisia kolmiulotteisia elementtejä, vaikkakin kuvilla ja taustoilla voitiin luoda illuusio kolmiulotteisuudesta. Vuosituhanteen vaihteessa kolmiulot-

teiset pelimaailmat olivat jo standardi, joka tarkoitti 3D-muotoilun olevan kriittinen osa pelien kehitystä, (Sinclair 2.2.2019). Samoin kuin aikaisempien esimerkkien käyttäjät, 3D-mallintajan tehtävä on luoda objekti pelimaailmaan. Nykyään melkein kuka tahansa voi luoda videopelin ja malleja niihin. Esimerkiksi Unity on yleinen pelimoottori, jolle käyttäjä voi luoda omia malleja ja tuoda ne pelinkehitysympäristöön, (Unity Technologies 2022). Hypoteettisesti tämän opinnäytetyödokumentin avulla kuka vain voi luoda ja käyttää omaa 3D-mallia omassa videopelissään.

Terveystieteissä 3D-mallintamista voidaan hyödyntää esimerkiksi 3D-tulostamisen yhteydessä. Vuonna 2018 julkaistussa Yleisradion artikkelissa käydään läpi prosessi, jossa potilas menetti syövän johdosta osan yläleuastaan. Leuka tarvitsi paikan, joten 3D-mallinnusta hyväksi käyttäen suunniteltiin implantti, joka voitiin kiinnittää jäljelle jääneeseen luustoon, (Peltoniemi 06.02.2018). 3D-tekniikka mullistaa terveydenhuoltoa ja voi tarjota edistyneitä ratkaisuja tulevaisuudessa. Tampereen yliopisto onnistui 3D-tulostamaan osan ihmisen sarveiskalvoa vuonna 2019, (Östman 12.4.2019). Markkinoinnin näkökulmasta 3D-tekniikkaa voidaan hyödyntää vastaavasti kuten videopelituotannossa tai tuotekehityksessä. Perinteisesti visuaaliset mainokset tuotettiin kameralla, jolla kuvattiin joko videoita tai valokuvia. Markkinoinnin tarkoitus on esittää tuote tai palvelu mahdollisimman houkuttelevana. Riippuen tuotteesta tämä voi olla kallista ja aikaa vievää. Esimerkiksi tuottamalla 3D-malli autosta ja sen ympäristöstä voidaan säästää huomattavia tuotantokuluja. Mikä ennen vaatii kymmenien ihmisten ryhmän, voidaan nykyään tuottaa muutamalla tietokoneella, (Skidmore 2.1.2019).

3D-mallinnuksella voidaan tehdä ymmärrettäväksi ja havainnollistaa erilaisia ilmiöitä ja asioita paremmin kuin esimerkiksi esittämällä puhdasta dataa. Ihmisten on vaikea hahmottaa kokonaisuuksia, mikäli ne ovat vain tekstiä tai kuvia kaksiulotteisella ruudulla. Hyvä esimerkki tästä on Nasan Viking 1, joka vuonna 1976 kuvasi Marsin kamaraa. Huomiota herättävää havainnoissa olivat ihmisen kasvoja muistattavat kiviröykkiöt, (katso kuva 1). Mediassa tämä keräsi huomiota ja sai useat uskomaan muinaiseen sivilisaatioon planeetan pinnalla. Nasan henkilökunta tietenkin ymmärsi nopeasti "kasvojen" olevan vain illuusio, joka syntyy valojen ja varjojen takia. Voidaankin sanoa, että 3D-mallintaminen on hyvä tapa tutkijoille tehdä havaintonsa ja tutkimuksensa tulokset paremmin ymmärrettäväksi monipuolisen visualisoinnin kautta, (Tillman 20.8.2012).



Kuva 1. Cydonia medianrp.jpg (Nasa, CC BY-SA 3.0)

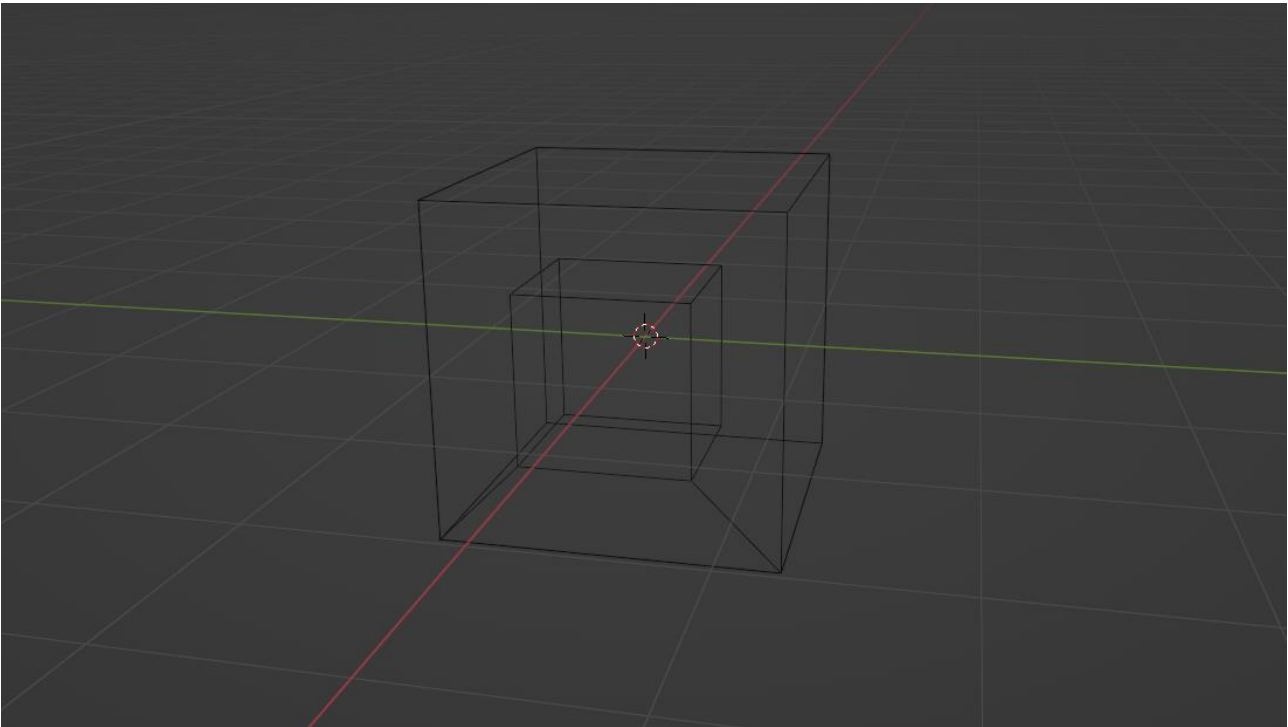
Eri alojen tutkijat luovat erilaisia 3D-malleja riippuen tutkimuskohteistaan ja ne voivat hyödyttää meitä kaikkia. Esimerkiksi Google Earth on erinomainen työkalu, jolla kuka vain voin tutkia maailmaa kolmiulotteisessa ympäristössä. Lentokoneiden, satelliittien ja tekoälyn yhteistyöllä Google on onnistunut luomaan tämän fotorealistisen maailman, (Dennis 2017, 0:55-2:38 min). Yhdysvaltojen valtiollinen geologinen tutkimuskeskus USGS julkaisi vuonna 2017 vastaavanlaisen projektin, jonka tarkoituksena oli luoda 3D-malli maailman meristä. Tämä on valtava tehtävä, sillä vain murto-osa maailman meristä on kartoitettu, (Wright 2017).

Niin yksityiset kuin valtiolliset toimijat ovat hyödyntäneet 3D-mallintamisen metodeja. Niiden pohjalta on syntynyt uusia keksintöjä ja tapoja tutkia ja kokea maailmaamme. Onkin mielenkiintoista seurata, mitä tulevaisuus tuo tullessaan.

2.3 Keskeiset mallinnustekniikat

3D-mallintamisen tekniikat voidaan jakaa karkeasti kolmeen ryhmään, joita ovat wireframe-, surface- ja solid-mallintaminen. Kaikki kolme tapaa kietoutuvat toisiinsa, mutta eroja löytyy esimerkiksi mallien visuaalisessa ilmeessä, muodossa tai käyttökohteessa.

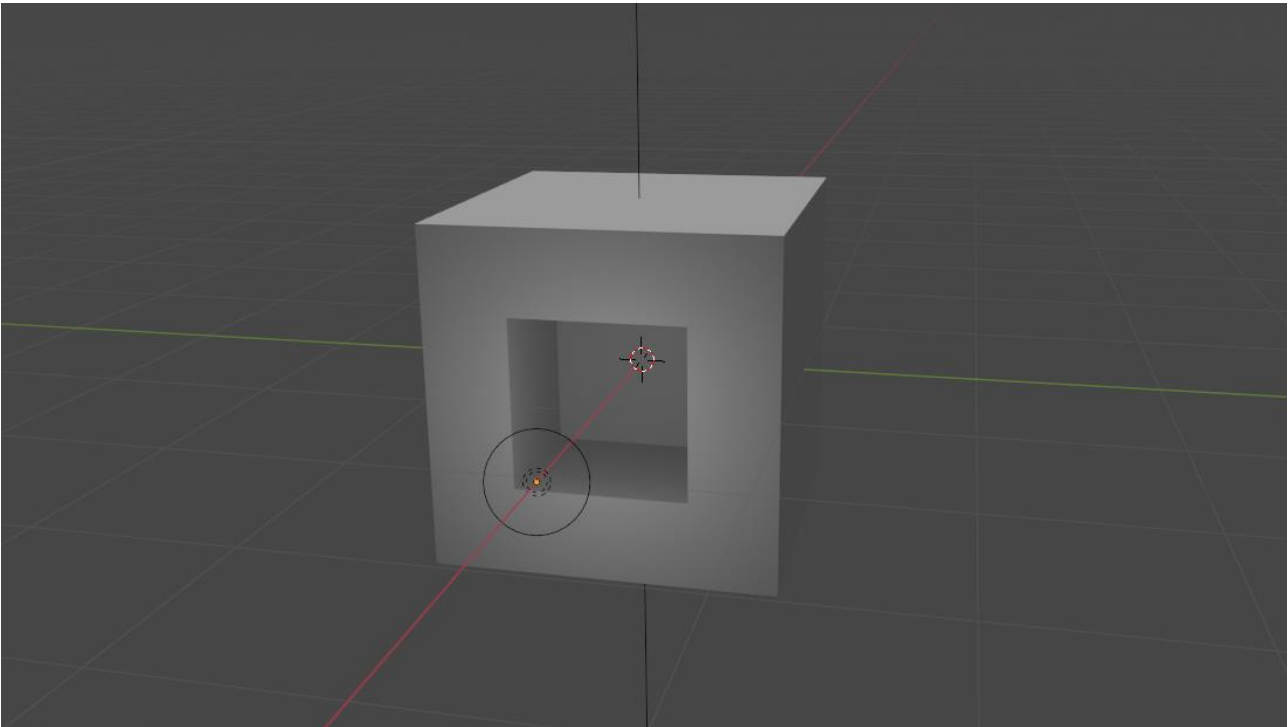
2.3.1 Wireframe-mallinnus



Kuva 2 Wireframe-malli. Havainnollistavassa kuvassa wireframe-menetelmällä luoto neliö, jossa on keskellä lovi

Wireframe-mallinnus on ehkä yksinkertaisin tapa mallintaa esineitä ja sitä käytetään tukemaan muita metodeja. Wireframe-mallinnuksessa esineessä ei ole pintoja, vaan pelkästään kulmia ja reunoja. Tällöin on helpompi tarkastella muotoiltavan esineen sisäosia, mikäli sen sisällä on niitä. Muotoilu harvemmin tapahtuu tätä metodia käyttäen, sillä yksittäisten reunojen ja kulmien mallintaminen on hidasta ja työlästä. Malleja siis yleensä tarkastellaan tässä muodossa, (Spatial Corp. 2021).

2.3.2 Solid-mallinnus



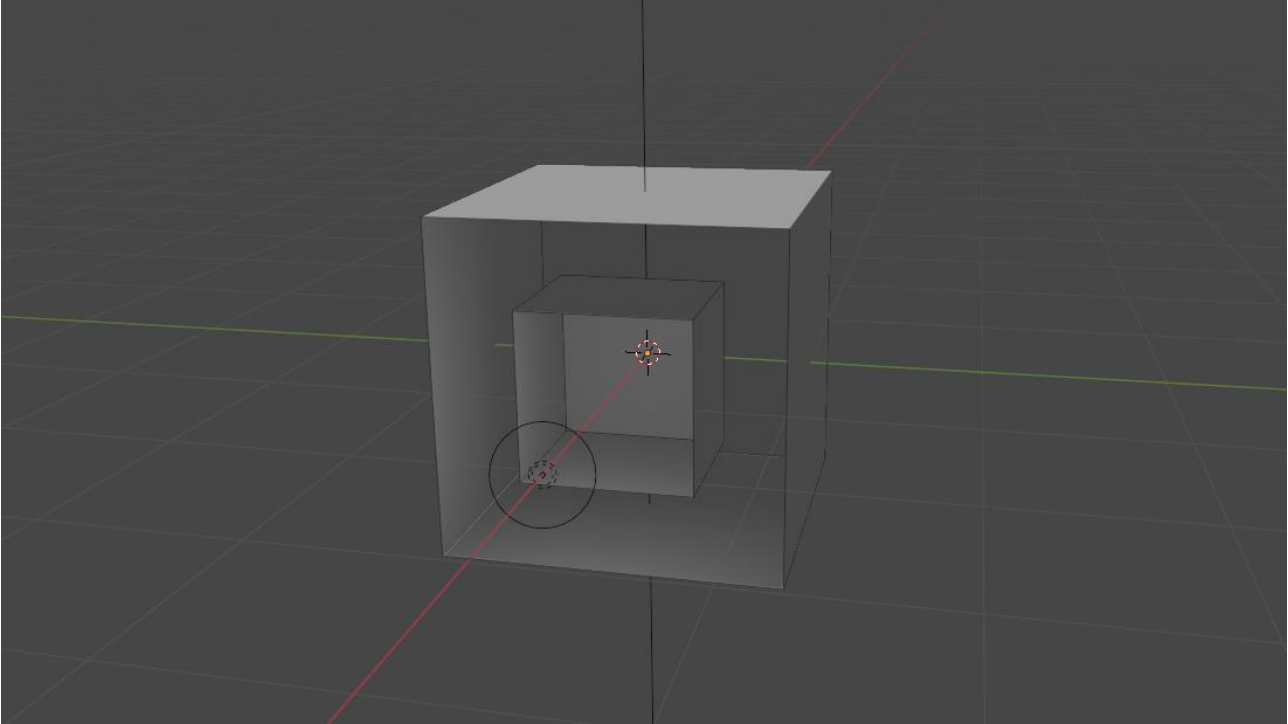
Kuva 3 Solid-mallinnus. Havainnollistavassa kuvassa solid-menetelmällä luoto neliö, jossa on keskellä lovi

Solid-mallinnus on 3D-mallintamisen muoto, joka eroaa aikaisemmasta wireframe-mallintamisesta siten, että viivojen ja kulmien sijaan työskentely tapahtuu geometrisesti ”täydellisen” esineen kanssa. Sen reunat kohtaavat esineen kulmissa ja ovat kiinni toisissaan. Tämän voi helposti ymmärtää laatikkona, jonka jokainen sivu on suljettu, (The Computer Language Co Inc. 2022). Solid-mallintamista käytetään tästä syystä teknisillä aloilla, sillä käyttäjän muutokset näkyvät heti esineessä. Solid-mallinnukseen tarkoitettu ohjelma simuloi esineen samanaikaisesti sen ulko- ja sisäpuolelta. Esimerkiksi kun leikkaa kakusta palan, siihen muodostuu uusi kolo, jonka sisäreunat ovat erilaiset kuin ulkoreunan. Vaikka kakusta on leikattu palan irti, on sen muoto edelleen geometrisesti täydellinen, sillä reunat kohtaavat edelleen kulmissa. Tämä ominaisuus on tärkeä, kun mallinnetaan moottoreita tai vastaavia monimutkaisia ja tarkkoja laitteita, (The Computer Language Co Inc. 2022).

Solid-mallinnuksen tavoitteena on muotoilla geometrisesti täydellinen muoto ja siksi sitä on käytetty teknisillä aloilla. Esimerkiksi projekti, jota tämä opinnäytetyö käsittelee, on pitkälti tuotettu solid-mallinnuksen metodeilla. Kun 3D-malleja tuotetaan oikeaa elämää varten, esimerkiksi 3D-tulosteita tehdessä, on tärkeää säilyttää niiden geometrisesti täydellinen muoto. Mikäli muoto on virheellinen

ja esimerkiksi sen reunat eivät kohtaa kulmissa, niin tulostus epäonnistuu. Tulostinohjelma ei ymmärrä epätäydellistä muotoa, jolloin haluttuun lopputulokseen ei päästä, (Spatial Corp. 2021).

2.3.3 Surface-mallinnus



Kuva 4 Surface-mallinnus. Havainnollistavassa kuvassa surface-menetelmällä luoto neliö, jossa on keskellä lovi

Surface-mallinnuksen voidaan luonnehtia sijoittua wireframe- ja solid-mallintamisen välimaastoon. Tapaa käytetään yleensä mallien esittelyyn tai havainnollistavana esimerkkinä, ei lopullisena mallina. Mallilla on wireframe-mallintamisen tapaan kulmat ja reunat sekä lisäksi pinta näiden kahden välillä. Mallilta puuttuu siis sisäinen rakenne, eikä se ole geometrisesti täydellinen. Tämä tarkoittaa, että surface-mallinnuksen metodein tuotettua esinettä ei esimerkiksi voida tulostaa, (Spatial Corp. 2021).

Surface-mallinnusta voit käyttää luomaan geometrisesti "mahdottomia" muotoja. Käyttäjä voi tällä metodilla luoda 3D-mallinnettuja kuvia, videoita ja ympäristöjä kuten yllä olevassa suuntaa antavassa kuvassa. Kuvan esine on ontto sisältä ja geometrisesti epätäydellinen. Käyttäjä voi helposti muokata näitä pintoja, (Spatial Corp. 2021).

2.4 Keskeiset tuotteet

Kesäkuussa vuonna 2022 internetjulkaisija TechradarPro julkaisi artikkelin ”parhaista” 3D-mallintamiseen soveltuvista ohjelmista. Lista käsitti yhteensä 15 ohjelmistoa, mutta kärjessä olivat Autodesk 3DS Max, Blender ja Autodesk Maya, (Pickavance 27.6.2022). Tässä kappaleessa käsitellään listan järjestyksen mukaan näitä kolmea alalla suosittua ohjelmistoa.

2.4.1 Autodesk 3DS Max

Autodesk 3DS Max on Autodesk-ohjelmistoyhtiön tuoteperheeseen kuuluva tuote. Yritys keskittyy suunnittelun ja viihdeteollisuuden 3D-ratkaisuihin. Tämä tarkoittaa, että yhtiö tarjoaa erilaisia ohjelmistoja yrityksille, jotka toimivat tuotesuunnittelun, arkkitehtuurin, viihdeteollisuuden ja rakentamisen toimialoilla. Ohjelmat tuovat asiakkaan käyttöön työkaluja, joilla voidaan suunnitella ja mallintaa monimutkaisia kokonaisuuksia, (Autodesk, INC. 2022).

Autodesk 3DS Max on viihdeteollisuuden tarpeisiin suunniteltu tuote, jonka ominaisuudet soveltuvat etenkin videopelikehitykseen. Ohjelmiston kohderyhmää ovat yleisesti 3D-animoijat ja -mallintajat. Heidän työnsä keskittyy usein esimerkiksi videopelien kolmiulotteisen maailman rakentamiseen. Käyttäjä voi ohjelmiston avulla suunnitella ja luoda tarkkoja 3D-malleja, ympäristöjä, animaatioita ja pintoja. Ohjelmisto on työkalu kokeneelle ammattilaiselle. Tuote on maksullinen ja kuukausittainen lisenssimaksu voi olla este aloittelijalle, (Autodesk, INC. 2022).

Autodesk 3DS Max on monipuolinen ohjelmisto ja myös graafiset suunnittelijat voivat hyödyntää sen ominaisuuksia. Suurten yksityiskohtia pursuilevien maailmojen sijaan voi käyttäjä luoda pieniä ja helppoja malleja. Esimerkiksi brändin logon tai maskotin luominen on helppoa. Ohjelmisto tarjoaa työkalut hahmon luontia ja pinnan työstöä varten, joten käyttäjä voi luoda mieleisensä mallin. Tämän mallin voi animoida ja asetella halutulla tavalla. Malli jää talteen ja sitä voidaan käyttää uudelleen ja animoida eri tarkoituksiin, esimerkiksi mainokseen, (Kolesova. 2020, 7).

2.4.2 Blender

Blender syntyi 1990-luvulla NeoGeo -nimisen yrityksen toimesta maksulliseksi ohjelmistoksi. Sittemmin ohjelmiston pääkehittäjä Ton Roodendaal perusti uuden yrityksen (Not a Number), joka jatkoi Blenderistä ilmaisia versioita kokeilukäyttöön ja useita ominaisuuksia jätettiin maksullisen version taakse. Tämä ei kuitenkaan ollut toimiva liiketoimintamalli ja vuonna 2002 yritys joutui lopettamaan toimintansa. Käyttäjiä oli kuitenkin kertynyt jo yli 200 000, joten ohjelmiston täysi hylkääminen ei tullut kysymykseen. Tuolloin perustettiin Blender Foundation, joka on edelleen toiminnassa oleva voittoa tavoittelematon järjestö, jonka toiminta keskittyy Blenderin ylläpitoon ja kehitysideoiden lisäämiseen, (van Gumster 2020, luku 1).

Alun perin maksullinen Blender on nykyään ilmainen tuote, käyttäjän ei tarvitse maksaa lisenssistä kertaluontoista tai kuukausittaista maksua. Ohjelmisto kuuluu niin sanotun GPL-lisenssin piiriin. Tämä tarkoittaa, että käyttäjä voi vapaasti käyttää ohjelmistoa haluamallaan tavalla. Kuka tahansa voi luoda esineen tai animaation ja käyttää sitä myös kaupallisesti. Käyttäjä omistaa luomansa objektit, esineet ja animaatiot ja niiden tekijänoikeus kuuluu ne luoneelle käyttäjälle, (Blender foundation).

Blender on ominaisuuksiltaan samanlainen kuin edellä mainittu 3DS Max, mutta erojakin löytyy. Maallikko voi verrata näitä kahta ohjelmistoa samoin kuin esimerkiksi Microsoftin Windowsia ja Linuxia. Toinen on maksullinen tuote, jonka kehitys on sisäistä ja tiukasti kontrolloitua, kun taas toinen on käyttäjänsä luoma. Tämä tarkoittaa, että 3DS Maxin ympäristö on rajoitettu ja sen muokkaaminen käyttäjän tarpeisiin on monimutkaisempaa. Nämä muutokset tapahtuvat sisäisesti ja noudattavat yrityksen omia linjoja.

Blender on helpommin muokattavissa ja käyttäjät itse voivat tehdä toimintoihin haluamiaan muutoksia ja jakaa niitä eteenpäin. Tällöin Blenderistä saa helpommin käyttäjänsä näköisen. Käyttäjälle on kuitenkin selkeä ero ohjelmistojen käytettävyydessä. Kaupallisia tuotteita kehitetään käytettävyyttä korostaen, sillä se on yksi tuotteen myyntivalteista. Avoimissa projekteissa käytännöllisyys ajaa usein käytettävyyden edelle, jolloin esimerkiksi uuden käyttäjän oppimiskäyrä on jyrkempi. Blenderiä kritisoidaan usein juuri tästä, sillä sen käyttöliittymä on hieman sekava ja epähavainnollinen, (Blender Documentation Team).

Blenderin ilmainen luonne mahdollistaa innovatiiviset projektit alhaisilla ohjelmistokustannuksilla. Vuonna 2005 Blender Foundation aloitti projektin nimeltä Orange. Tarkoitus oli luoda lyhytelokuva käyttäen resursseja vain avoimista lähteistä. Kuuden henkilön ryhmä tuotti animaatioelokuvan, jonka jokainen osio oli heidän tai yhteisön luoma. Tällöin lopputulos oli avoin eli kuka vain saattoi käyttää projektissa syntyneitä materiaaleja, resursseja ja ohjelmistoja, (van Gumster 2020, luku 1).

2.4.3 Autodesk Maya

Autodesk Maya on 3DS Maxin tavoin Autodeskin tuoteperheeseen kuuluva ohjelmisto. Molemmat ohjelmistot jakavat samoja ominaisuuksia ja toimintaperiaatteita. Maya on maksullinen ja vaatii kuukausittaisen lisenssimaksun. Suuret studiot ja animointiin keskittyneet yritykset suosivat Mayaa omassa tuotannossa, (Pickavance 27.6.2022).

Autodesk Maya keskittyy enemmän suurten maailmojen sijaan yksittäisiin hahmoihin, efekteihin tai maailmojen elävöittämiseen. Mayan avulla voi käyttäjä animoida 3D-mallin, joka on tuotettu 3DS

Maxin avulla. Mayan ominaisuudet keskittyvät vahvasti animaatioiden ympärille. Esimerkiksi lisäosien avulla ohjelmaan voi syöttää dataa ja tuottaa visuaalisen animaatioon syötetystä datasta, (Autodesk, INC. 2022).

3 Projektin läpivienti

Tässä luvussa käsitellään teknisen ja luovan osaamisen yhdistämistä toteuttamani 3D-mallinnuksen kautta. Projektin tarkoituksena on tuottaa 3D-malleja ja -animaatioita toimeksiantajalleni Mia Mäkelälle, joka työskentelee audiovisuaalisen performanssin, -dokumentin ja kehitysprojektien parissa. Häneltä on tilattu visuaalinen työ, jonka pohjana ovat animoidut kukat mehiläisen näkökulmasta.

Työ toteutetaan käyttämällä kappaleessa 2.4 mainittua Blender-ohjelmistoa. Päädyin käyttämään Blenderiä, sillä opintojeni aikana olen saanut hyvän käsityksen sen käyttömahdollisuuksista ja tämä projekti auttaa minua syventämään osaamistani. Blenderin maksuttomuus mahdollistaa myös avoimen yhteisön, joka jakaa omaa osaamistaan. Tämä tarkoittaa, että mahdolliseen yksittäisen käyttäjän havaitsemaan ongelmaan on jo ratkaisu olemassa. Blender mainostaa omilla sivuillaan useita eri yhteisöjä, joissa sadat tuhannet ihmiset jakavat omia luomuksiaan. Esimerkiksi luvun 3.3 ensimmäinen malli on toteutettu yhteisöä hyödyntäen.

Projektissa hyödynnän Blenderin ominaisuuksia, joilla muokataan ja animoidaan malleja. Työstän mallien kokoa, muotoa, pintojen ulkonäköä ja animaatioita. Toistaiseksi nämä aiheet ovat minulle tuttuja, mutta animoiminen edellyttää uuteen perehtymistä. Projektissa opettelen mallien liittämistä luurankoihin ja niiden animointia. Tämä tarkoittaa staattisen mallin animointia käyttäen Blenderin työkaluja. Alan termistöä käyttäen tätä prosessia kutsutaan nimellä ”rigging”. Asiaa selostetaan tarkemmin jäljempänä luvussa 3.4.

Projekti on osa laajempaa kokonaisuutta ja opinnäytetyö käsittelee yhtä työvaihetta eli 3D-mallintamista ja -animointia. Tehtävänä on mallintaa, muokata ja asetella joukko 3D-malleja 3D-ympäristöön. Laajemman kokonaisuuden toteuttamisen kannalta on tärkeää, että projekti toteutuu syksyn 2022 aikana. Mallit ja ympäristö toimivat pohjana edellä mainitulle visuaaliselle työlle, joka koostuu useista animaatioelokuvista. Projektin aikana rakennetaan niin sanotut lavasteet elokuvaa varten.

3.1 Työkalut

Luvussa 3.2 käydään läpi käytettävät mallit ja muutokset niihin, mutta prosessin ymmärtämiseksi lukijan tulee ymmärtää käytettävien työkalujen perusteet. Tässä luvussa käydään läpi työkalut ja lyhyet esimerkit niiden käytöstä.

Extrude-työkalu on helppo ja nopea työkalu, jolla kaksiulotteinen pinta voidaan muuttaa kolmiulotteiseksi. Tämä tapahtuu valitsemalla kaksiulotteisen pinnan, esimerkiksi nelikulmion, kaikki neljä

kulmaa. Kulmien ollessa valittuna aktivoidaan työkalu ja hiirellä vetäen neliötä venytetään. Malli pysyy edelleen Surface-mallina, mutta tällöin nelikulmioon ilmestyy uusi pinta ja siitä tulee kolmiulotteinen neliö, (Blender Documentation Team).

Solidify-työkalu muistuttaa hieman aikaisempaa työkalua, mutta yhden pinnan sijaan voi vaikuttaa koko objektiin. Yksittäisten pintojen sijaan Solidify vaikuttaa jokaiseen kulmaan ja pintaan. Surface-malli muuttuu Solid-malliksi, eli näin esimerkiksi nelikulmio muuttuu tasaisesti jokaiselta sivulta paksummaksi, (Blender Documentation Team).

Subdivision surface-työkalu muuttaa objektin rakennetta vaikuttamatta sen ulkoisen muotoon. Esimerkiksi kaksiulotteinen nelikulmio koostuu neljästä kulmasta ja neljästä reunasta, jotka muodostavat yhden pinnan. Tämän pinnan voi pilkkoa pienempiin osiin tällä työkalulla. Esimerkiksi kahteen, neljään, kahdeksaan ja niin edelleen, (Blender Documentation Team).

Displace-työkalu muuttaa esineen pinnanmuotoa sen pintaväriin intensiteetin perusteella. Esimerkiksi mikäli asetat esineeseen kuvan, jossa on tummia ja vaaleita alueita, muuttuu pinnanmuoto näiden värien muotoisiksi. Vaalea väri kohottaa pintaa ja tumma väri laskee pintaa, (Blender Documentation Team).

Scale-työkalu on helppo ja nopea työkalu, jolla käyttäjä voi nopeasti muuttaa käsiteltävän esineen kokoa. Työkalua voi kokonaisen esineen sijaan käyttää myös yksittäisiin pintoihin. Esimerkiksi käyttäjä voi valita neliöstä yhden seinän ja muuttaa sen kokoa. Mallin rakenne pysyy ehjänä, mutta sen yksi sivu on kookkaampi kuin toiset, (Blender Documentation Team).

Particle system on laaja ja monikäyttöinen työkalu, joka sisältää useita erilaisia ominaisuuksia. Tässä käymme läpi kuitenkin vain projektin kannalta tärkeät ominaisuudet. Työkalun voi ymmärtää ajattelemalla puuta, joka tiputtaa lehtensä. Puun oksat ovat täynnä lehtiä ja syksyn tullessa ne tempautuvat tuuleen mukaan. Työkalulla voit siis luoda esineitä, joista toiset esineet joko kasvavat tai leijailevat pois. Projektin aikana työkalua käytetään ruohon luomiseen ja sen liikuttamiseen efektien avulla.

3.2 Mallit

Projektin animaatiossa on viisi kukkaa ja yksi saareke, josta kukat (orkideat) kasvavat. Toimeksiantajan toiveesta käytettiin hänen löytämiään valmiita malleja. Tehtäväksi jäi muokata mallien ulkonäköä ja animaatioita hänen toiveidensa mukaan sekä luoda saareke ja siihen liittyvät objektit. Mallien muokkaaminen ei kuitenkaan ollut pääosassa. Huomattava määrä projektiin käytetystä ajasta kului saarekkeen luomiseen ja yhteen orkideoista. Animaatio rakentuu vahvasti yhden orkidean

ympärille, joten muut neljä kukkaa ovat taustaroolissa, eivätkä vaadi niin suurta huomiota. Tästä kyseisestä orkideasta ja saarekkeesta lisää jäljempänä luvuissa 3.3 ja 3.4.

Aikaisemmin mainituilla neljällä mallilla on omat nimet, joita käytetään jatkossa. Annoin jokaiselle mallille oman projektinimen. Nämä neljä mallia ovat Punainen kukka, Avautuva kukka, Haalea kukka sekä OG orkidea ja ne esitellään seuraavissa alaluvuissa.

3.2.1 Punainen kukka



Kuva 5 Punainen kukka. Havainnollistavassa kuvassa valmis kukan malli

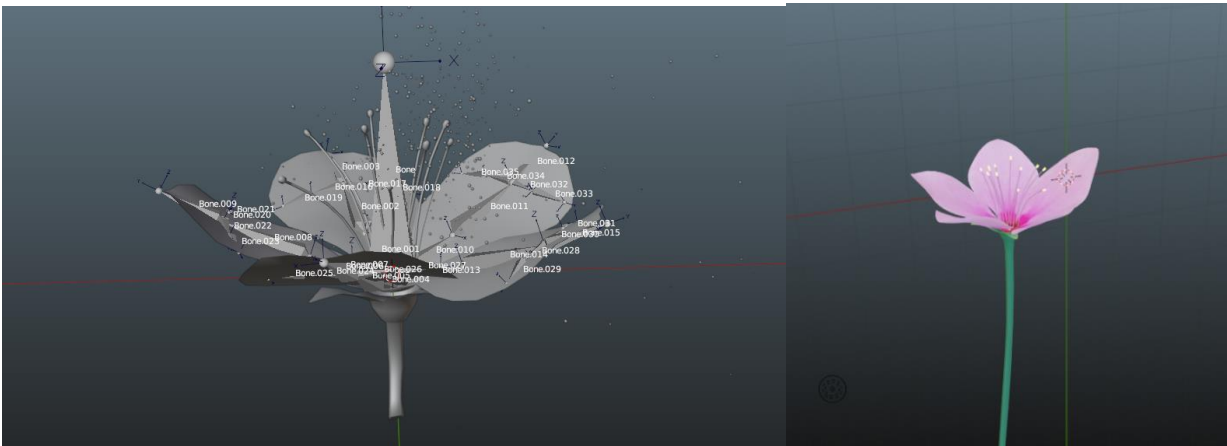
Projektin aluksi luotiin malli Punainen kukka ja se oli eräänlainen valmis malli. Ostetun mallin sijaan käytin apunani internetistä löytämäni ohjetta kukan luontiin. En ollut aikaisemmin mallintanut mitään kukkiin liittyvään, joten tarvitsin harjoitusta. Harjoittelin tässä ohuiden mallien muotoilua, luvussa 3.1 esitetyn Particle system -työkalun hyödyntämistä sekä muotojen generoimista.

Ohjeita seurattiin seuraavasti: Kukan työstö aloitettiin terälehdistä ja niiden muotoilusta. Ohut neliö jaettiin pienempiin osiin ja venyttämällä kulmia saatiin aikaiseksi hyvin karkea lehden muoto. Työkaluna käytin luvussa 3.1 mainittua Displace-työkalua. Seuraavaksi lehti monistettiin viiteen osaan ja lehdet käännettiin osoittamaan eri suuntiin kukan muodon saamiseksi. Juuren luonti tapahtui samoja metodeja käyttäen. Juuri muotoiltiin muuttamalla nelikulmio viisikulmioksi ja luvussa 3.1 kuvattua Extrude-työkalua käyttäen viisikulmiosta tehtiin paksumpi. Tällöin muoto näytti hieman Yhdysvaltain puolustusministeriö Pentagon-rakennukselta. Luvussa 3.1 kuvatulla Scale-työkalulla kasvatettiin juuren pituutta ja kutistettiin paksuutta.

Juuri tarvitsi vielä haarat, johon terälehdet voitaisiin kiinnittää. Malliin muokattiin yksinkertaiset haarat liikuttamalla yläosan kulmia pois päin mallin keskiosasta. Displace-työkalua käyttämällä luotiin

pinnasta sileän ja aseteltiin terälehdet juuren päälle. Kukan keskiosa on yksi malli, johon on liitetty noin 30 partikkelia, jotka ovat kukan ponseja. Partikkelit muodostuvat punakeltaisesta putkesta, jonka päässä on pallo. Partikkelit ovat kiinni kukan keskiosassa ja ne ovat animoitavissa, mikäli tarpeellista. (Octopus Effects 10.8.2021, 0:00-18:15 min.).

3.2.2 Avautuva kukka

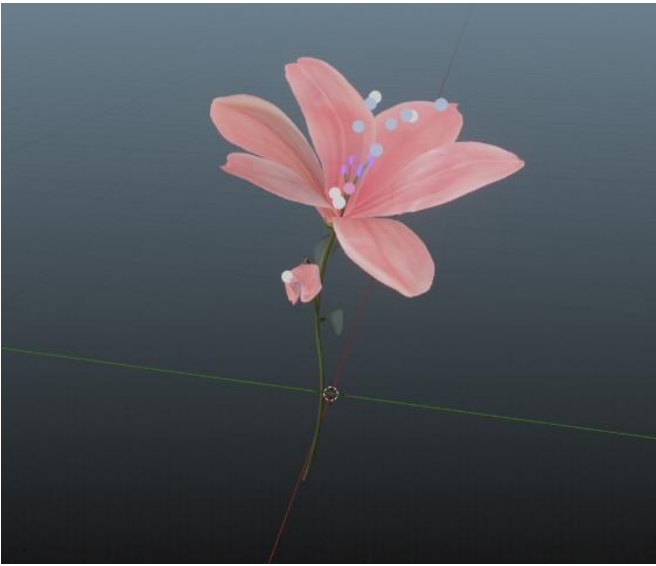


Kuva 6 ja 7 Avautuva kukka. Havainnollistavassa kuvassa 6 kukan malli luurangolla ja kuvassa 7 valmis kukan malli

Seuraavaksi vuorossa on Avautuva kukka, jonka malli on peräisin toimeksiantajalta ja sitä muokattiin hänen toiveidensa mukaisesti. Malli on ostettu Sketchfab-sivustolta, (Pinotoon 2020). Malli sisälsi visuaalisia efektejä, jotka eivät sopineet hänen visioonsa, joten ne täytyi poistaa. Lisäksi kukan muoto oli liian jäykkä, kulmikas ja kömpelö. Kukaalta puuttui kokonaan varsi ja sisälsi ainoastaan terälehdet ja heteen.

Työskentely alkoi varren luomisella hyödyntäen luvussa 3.1 mainittua Extrude-työkalua. Olemassa olevaa varren tynkää venytettiin samalla tavalla kuin punaisen kukan vartta. Tämän lisäksi terälehdistä täytyi tehdä paksumpia. Alkuperäisessä mallissa lehdet olivat kulmikkaita pintoja vailla syvyyttä. Käytin luvussa 3.1 kuvattua Solidify-työkalua, joka loi pinnalle reunat ja uuden kerroksen reunojen päälle. Tämä eroaa hieman Extrude-työkalusta, sillä se säilyttää alkuperäisen kulmikkaan pinnan muodon ja on tarkempi. Terälehtien uusi paksuus on minimaalinen, noin yksi millimetri, joten tarkkuudelle oli käyttöä. Terälehtien kulmat olivat liian karkeita, joten niitä täytyi pehmentää. Luvussa 3.1 kuvattua Subdivision surface -työkalua hyödyntäen terälehtien pinta pilkottiin pienempiin osiin. Kun kulmat ovat useammassa osassa, on niitä helppo pehmentää.

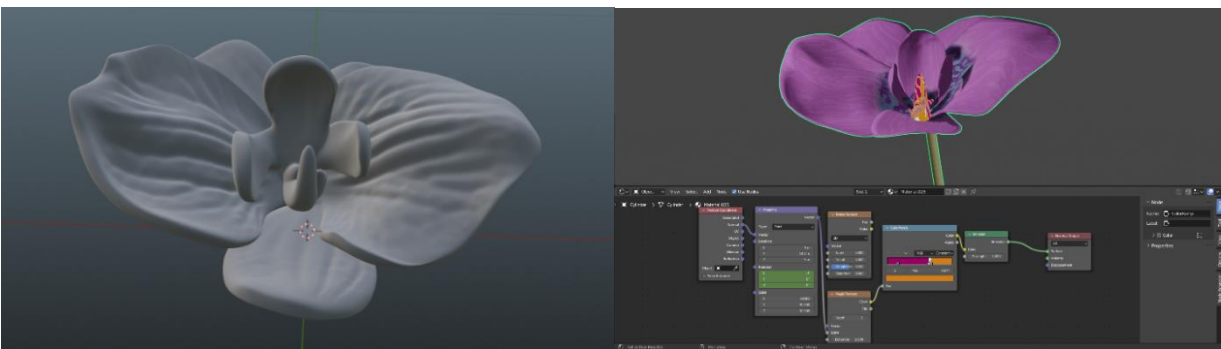
3.2.3 Haalea kukka



Kuva 8 Haalea kukka. Havainnollistavassa kuvassa valmis kukan malli

Seuraavaksi luotiin Haalea kukka, jonka malli on peräisin toimeksiantajalta ja ostettu internetistä, (Ahingel 2022). Tämä kukka oli siis valmis malli, joka kävi läpi osittain saman käsittelyn kuin aikaisempi kukka. Lehtiin tuotiin hieman lisää paksuutta luvussa 3.1 kuvatulla Solidify-työkalulla, mutta muuten muotoon ei tarvinnut tehdä muutoksia. Kukassa oli valmis varsi ja animaatio oli myös sopiva, joten siihen ei tarvinnut koskea. Mallin värejä elävöitettiin samalla tavalla kuin aikaisemmin, jotta se sopisi maisemaan. Tämä malli ei tarvinnut merkittävää muokkaamista, joten se liitetään saarekkeeseen melkein muuttumattomana.

3.2.4 OG orkidea



Kuva 9 ja 10. Havainnollistavassa kuvassa 9 orkidean malli ilman pintoja. Kuvassa 10 valmis orkidean malli

Seuraavaksi luotiin OG orkidea, jonka malli on peräisin toimeksiantajalta ja ostettu internetistä, (Viks0000 2021). Nimi juontaa juurensa ensimmäiseen orkideaan, jota päätettiin käyttää. Projektin

aikana käytettiin kahta erillistä orkideaa, toisesta orkideasta lisää kohdassa 3.3. Mallinnuksen tarkoitus oli animoida yksi kukka tarkemmin ja tämä oli niin sanottu kokeiluversio. Ostetun mallin muokkaaminen alkoi kopiaamalla terälehtien muodon ja hiomalla pois yksityiskohdat, kuten lehdet uurteen. Halusin tehdä terälehdistä sileitä ja hentoja. Alkuperäinen malli oli liian paksu ja kömpelö, eikä näyttänyt kukaalta.

Kopioitu kukan muoto oli kuitenkin kaksiulotteinen pinta samaan tapaan kuin Avautuvan kukan terälehdet. Terälehtiin piti kuitenkin saada jonkin verran paksuutta. Solidifier-työkalua käyttämällä muodosta tehtiin kiinteä. Animaatiota varten mallin lehdet ovat erillisiä osia. Kukka ei ollut yksittäinen objekti, vaan jokainen terälehti oli irrallinen toisistaan. Tämä ratkaisu johtui puutteellisesta animointiosaamisesta, minkä vuoksi animoin jokaisen lehden manuaalisesti. Kukka tarvitsi myös varren ollakseen edes jotenkin realistinen. Varren luomiseen käytettiin samaa metodologia kuin Avautuvassa kukassa. Jälkikäteen arvioiden malli on hieman kömpelö, mutta projektin aikana mallille tuli kuitenkin yllättävää käyttöä.

Kuvissa 8 ja 9 havainnoituu lähtötilanne sekä lopputulos kirjoitushetkellä. Mikä tekee mallista mielenkiintoisen, on sen tekstuuri tai tuttavallisemmin pinnan värit. Tavallisen kuvan käyttämisen sijaan pinnan tekstuuri luotiin Blenderin sisällä. Blender mahdollistaa tekstuurin luomisen, joka syntyy pintaan yhdistelemällä parametrejä, kuten väri, kirkkaus ja muoto. Vasemmalla oleva kuva havainnollistaa löyhästi tekstuurin muodostamista. Asetuksia voi miettiä matemaattisena yhtälönä. Objektin pinta on yhtälön lopputulos ja muuttamalla yhtälön muuttujia voidaan lopputulosta muokata.

3.3 Orkidea

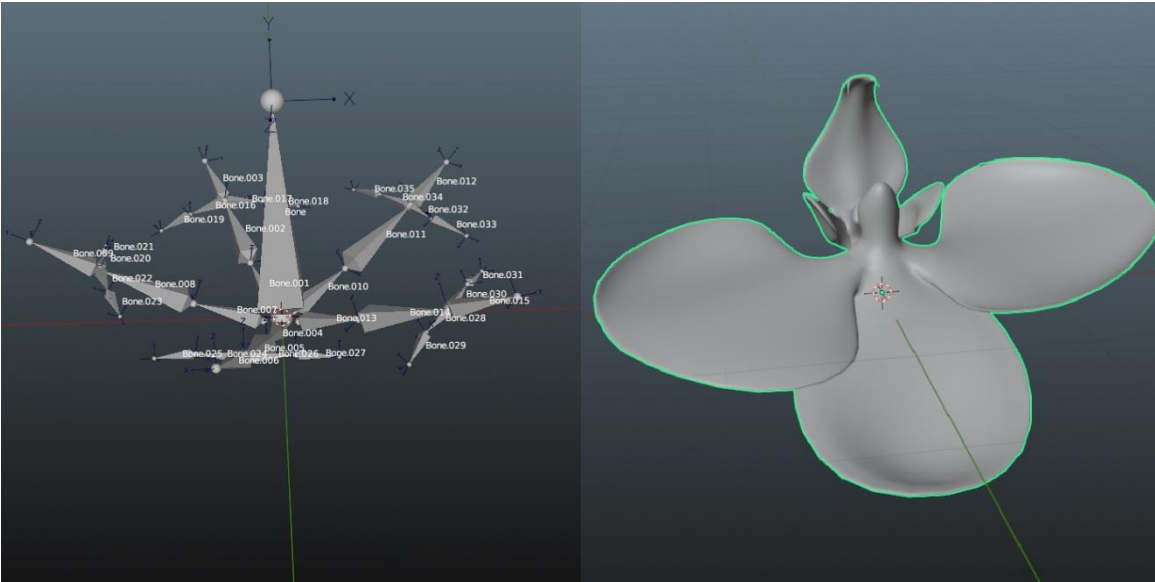
Luvussa 3.2.4 kuvatun orkidean lisäksi luotiin toinen, elegantimpi orkidea, josta kehittyi projektin keskiössä oleva kukka. Tämä orkidea on myös peräisin toimeksiantajalta ja on ostettuinternetistä, (Evgeni Yanev 2019).

Projektin keskiössä on yksi orkidean kukka, jonka ympärillä on kuvitteellinen mehiläinen. Tässä tapauksessa katsoja on tämä mehiläinen ja animaation kamera on sen näkökulma. Tämä osio käsittelee keskiössä olevan orkidean animoinnin prosessia.

3.3.1 Orkidean muotoilu

Minulle 3D-objektin liikkeiden animointi oli uutta, joten tutustuin aiheeseen ja päätin käyttää Avautuvan kukan valmista "luurankoa". Animoinnissa tätä prosessia kutsutaan termillä "rigging". Tässä prosessissa objektiin lisätään luuranko, joka mahdollistaa objektin yksityiskohtaisen manipuloinnin,

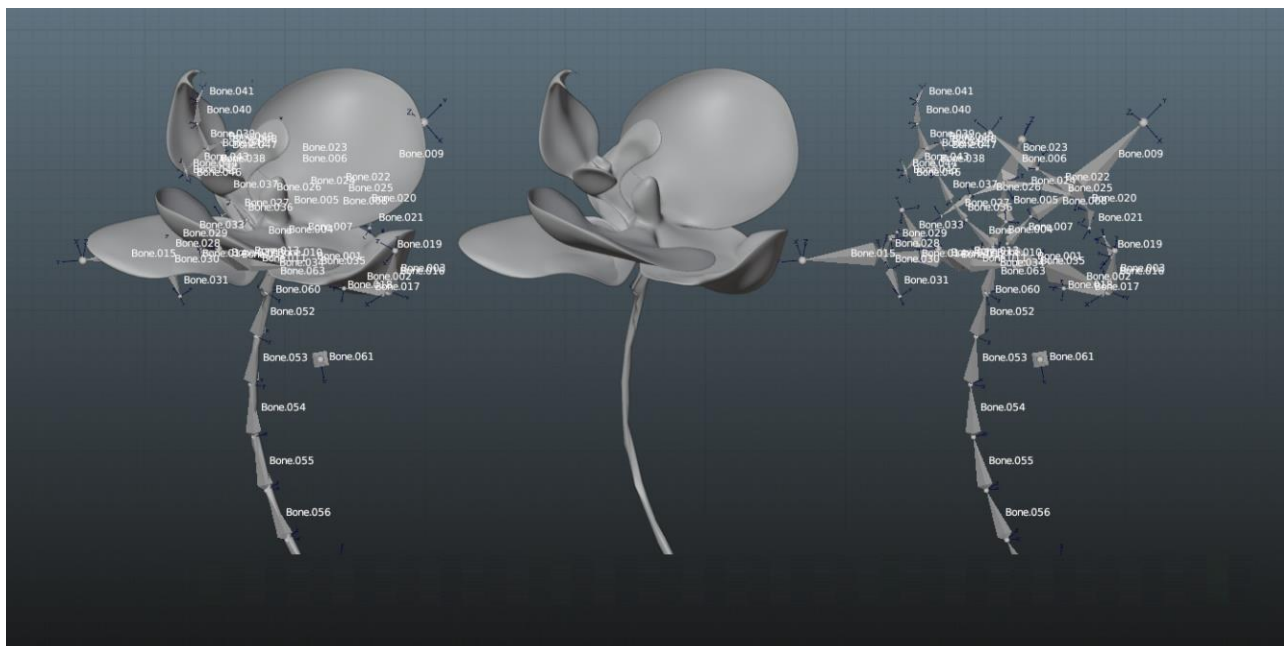
esimerkiksi ihmishahmon jalkojen liikuttamisen, (Blender Documentation Team). Luvussa 3.2 mainittiin, kuinka kukka animoitiin liikuttamalla erillisiä objekteja. Tässä tapauksessa orkidea on yksittäinen objekti ja sen muotoa ja liikettä muutetaan luurangon muutoksilla.



Kuva 11 ja 12. Havainnollistavassa kuvassa 11 animoitava orkidean luuranko ja kuvassa 12 puhdas orkidean malli, johon luuranko liitetään

Yllä olevassa vasemmassa kuvassa on valmis luuranko ja oikeassa kuvassa valmis malli. Tarkoitus on yhdistää ne toisiinsa, jotta kukkan terälehtiin voidaan luoda liikettä. Lisäksi orkidea tarvitsee varren, joten luurankoa on muokattava vastaamaan uutta mallia. Varsi luotiin samoin kuin luvussa 3.2.3 kuvattu Haalea kukkan varsi. Luurankoa muokatakseen on luita pakko lisätä, jotta sillä olisi myös varsi.

Uuden varren ollessa valmis täytyy luurankoa jatkaa. Tätä varten luodaan uusi luu ja jatketaan se pitkulaiseksi varreksi. Tämä varsi kiinnitetään vanhaan luurankoon Blenderin "Merge Bones" -komentilla. Nyt voimme liittää vanhan luurangon uuteen varseen, jota tässä tapauksessa kutsun "juureksi". Tällöin vanha luuranko sitoutuu uuteen ja muodostaa yhtenäisen "ketjun", (Blender Documentation Team). Näin kaksi erillistä luurankoa muuttuvat yhdeksi ja koko kukka on sidottuna luurankoon.



Kuva 13. Havainnollistavassa kuvassa valmis orkidean malli ja luuranko

Yllä olevassa kuvassa 13 on valmis lopputulos. Oikealla on uusi luuranko ja keskellä malli, joka on muotoutunut luurangon muotoon. Vasemmalla kukka, jossa luuranko on näkyvissä yhdessä mallin kanssa. Seuraavassa osiossa käsitellään orkidean animointia käyttäen luurankoa.

3.3.2 Orkidean animointi

Orkidean animointi tapahtuu hyödyntäen luvussa 3.3.1 esiteltyä luurankoa. Kuten kuva 13 havainnollistaa, koostuu luuranko useasta erillisestä luusta. Animoinnin kannalta tämä on helppo ymmärtää miettimällä, miten oma kämmenesi toimii. Haluat esimerkiksi koukistaa etusormesi päätä 180-astetta. Sormesi taipuu tällöin 90-asteen kulmiin kahdessa liitoskohdassa. Tämä on siis perusidea orkidean animoinnissa, sillä jokainen lehti koostuu useasta luusta ja nivelestä. Tällöin muotoon voidaan vaikuttaa sulavasti ja välttyään karkeilta ja omituisilta kulmilta.

Orkidean jokaisessa terälehdessä on 11 luuta, jotka erkanevat yhdestä luusta, joka yhdistää ne laajempaan luurankoon. Yhdistävää luuta liikuttamalla, vaikutetaan terälehdessä muihin luuihin. Esimerkiksi 20-asteen kääntöliike y-akselilla nostaa terälehdessä juurta voimakkaasti, kun taas kärjissä liike on hienompaa, esimerkiksi vain viiden asteen verran. Tällöin liike on eri vahvuista kukkan terälehdessä eri osissa. Jokainen terälehti täytyy kuitenkin animoida erikseen, joten tämä prosessi toistetaan viisi kertaa.

Orkidean varren animointi tapahtuu samalla periaatteella, kuin terälehdet. Juuri koostuu kuudesta luusta, jotka ovat kaikki kytkettyinä toisiinsa. Varren pohjassa oleva juuri on sidottu näkymättömästi ylimpään luuhun aivan kukkan terälehtien vieressä. Tällä saadaan aikaan s-kirjaimen muotoinen

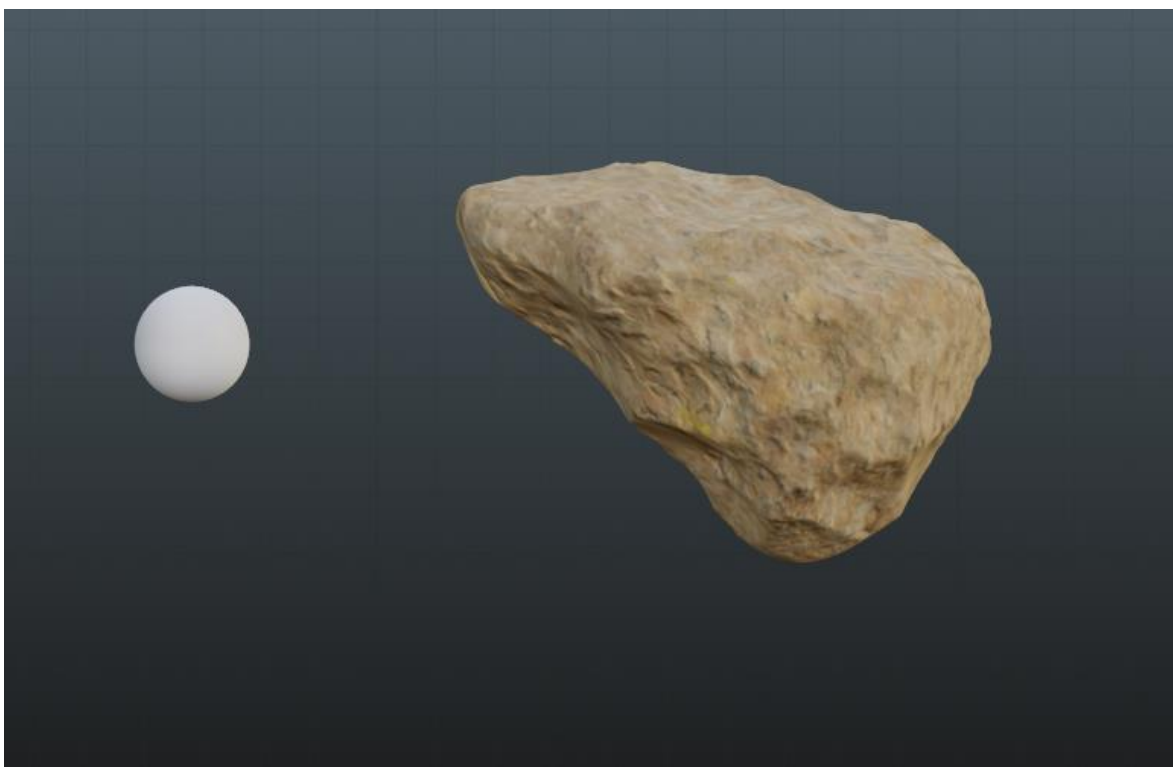
liike. Kun alin luu kääntyy y-akselilla 20-astetta, niin ylin luu kääntyy -20-astetta. Tällöin liikkeeseen saadaan kouristuksia ja heiluntaa symmetrisessä muodossa.

Lopullisessa animaatiossa orkidea avautuu hiljalleen ja sen terälehdet leijuvat ilmassa. Varsi liikkuu hennosti ajoittain heilumalla ja kouristumalla hennosti, mikä luo illuusion pienestä tuulenviireestä. Terälehdet kulkevat varren liikkeen mukana, sillä ne ovat kiinnitettyinä varreen aikaisemmin mainituilla luilla.

3.4 Saareke

Edellä luvuissa 3.2–3.3 kuvatut kukat ja niiden animaatiot sijoitetaan niin sanotulle saarekkeelle. Saarekkeen tarkoitus on olla animaation keskipisteessä, sillä se sitoo kokonaisuuden yhteen. Saareke luodaan käyttämällä Blenderin työkaluja. Tarkoitus on luoda tyhjiössä leijuva kivinen esine, josta kukkaobjektit ”kasvavat”. Saarekkeessa on edellä kuvattujen kukkien lisäksi ruohoa ja erilaisia juuria. Tässä luvussa käsitellään kokonaisuuden luomista.

3.4.1 Saarekkeen muotoilu



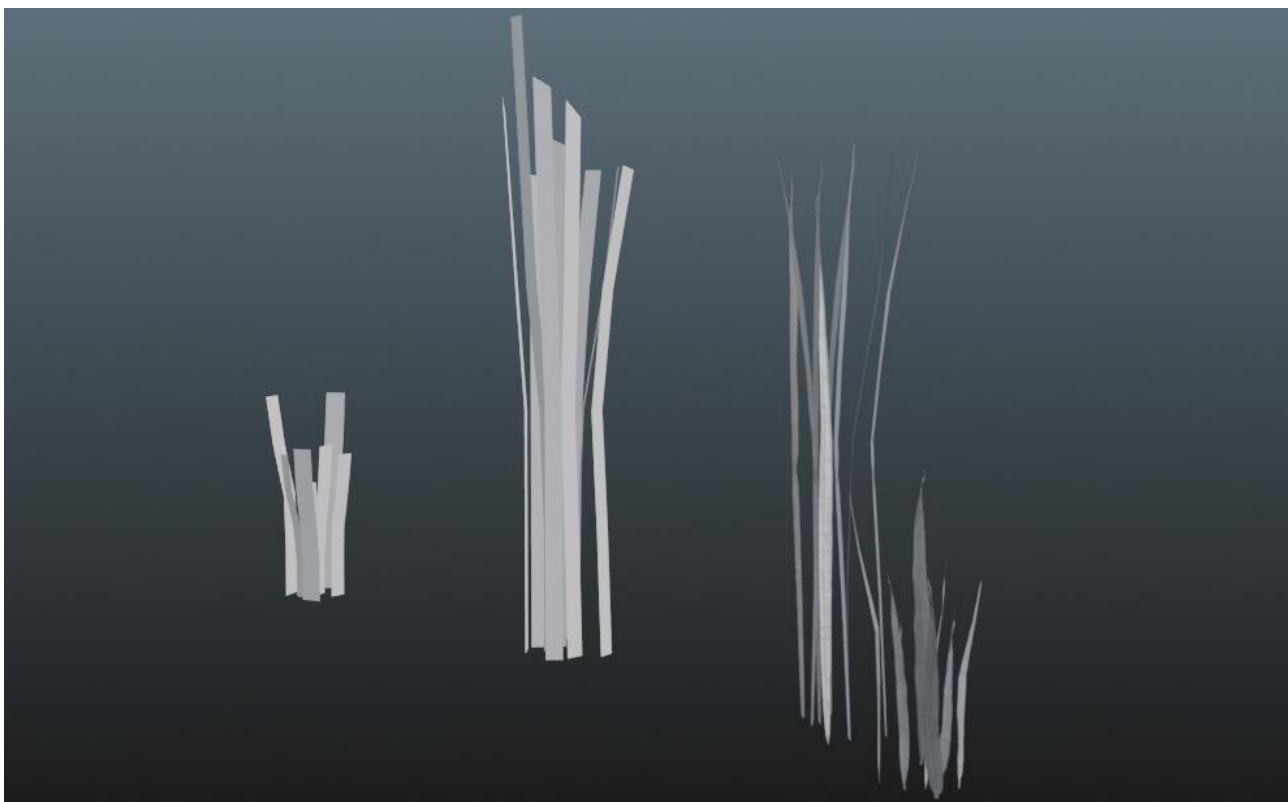
Kuva 14. Havainnollistavassa kuvassa vasemmalla saareke alkutilassa ja vasemmalla lopputilassa

Saarekkeen muoto syntyy muokkaamalla tavallista palloa. Tämä on hyvä aloitus, sillä pallossa ei ole symmetrisiä kovia kulmia. Muokkaaminen tapahtui luvussa 3.1 kuvatuilla Subdivision surface-

ja Displace-työkaluilla. Muotoiluprosessi eteni samoin kuin muovailuvahan venyttäminen. Alkuperäistä palloa skaalataan isommaksi ja pienemmiksi eri osista. Tämä venyttää muotoa ja luo epäsymmetrisiä muotoja pallon pintaan. Pallon kulmia venytetään eri suuntiin samalla tavalla kuin luvussa 3.2.1 kuvatun Punaisen kukan varren muotoilussa. Näin saadaan satunnainen muoto, jonka päälle lisätään pinnaksi kuva kiven pinnasta.

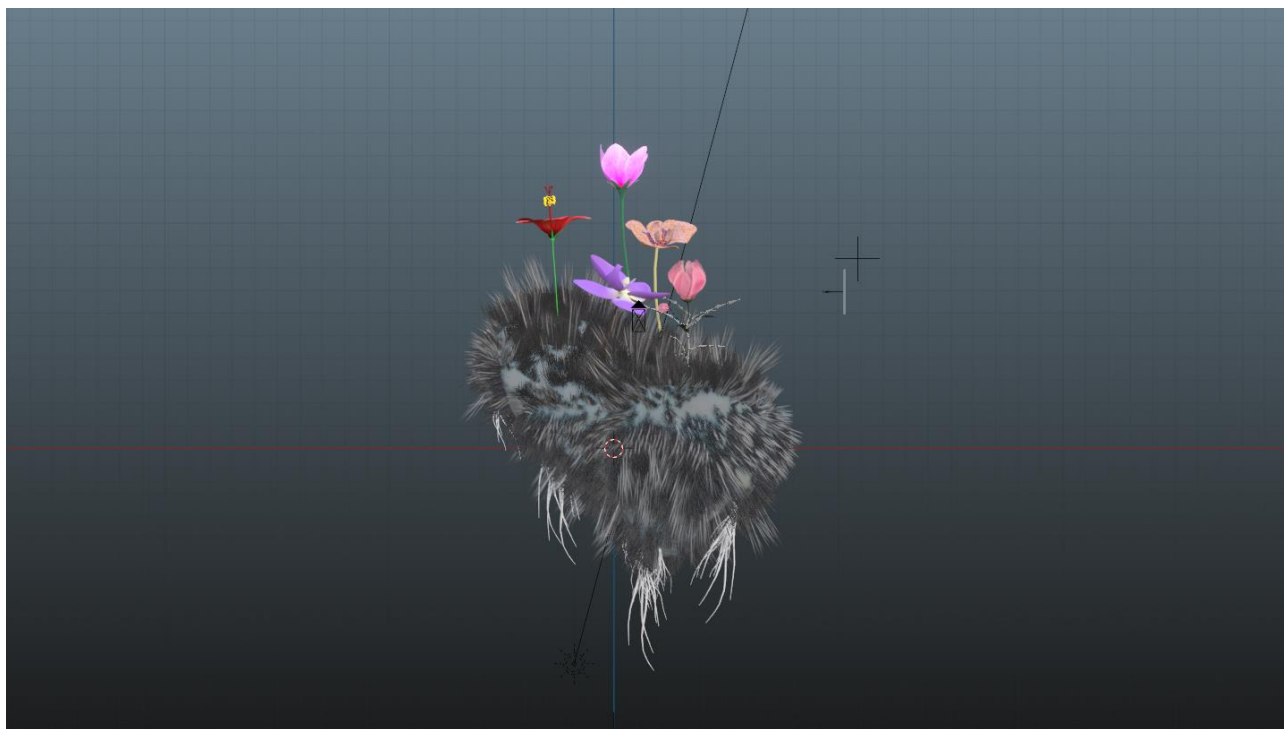
Saarekkeen juuret ja ruohot on luotu käyttämällä luvussa 3.1 mainittua Blenderin Particle system -työkalua. Tällä ominaisuudella objektin pintaan ilmestyy määritetty lukumäärä partikkeleita. Tätä hyödyntämällä voidaan "kasvattaa" nurmikko automaattisesti ilman manuaalista työtä. Tämän prosessi alkaa luomalla erilaisia ruohoja, joista saarekkeen kasvusto koostuu.

Ruohot luodaan kaksiulotteisiksi objekteiksi, sillä ne ovat niin pieniä, ettei tätä yksityiskohtaa voi erottaa paljaalla silmällä. Ruohot luotiin neljäksi erilaiseksi ryppääksi satunnaisuuden vuoksi. Kaksi ruohorypystä on vain yksinkertaisia muotoja, jotka on skaalattu luvussa 3.1 esitellyllä Scale-työkalulla pieniksi ja pitkiksi. Toiset kaksi ovat muodoltaan samanlaisia, mutta niihin on lisätty pinnaksi kuva ruohonvarresta. Tämä tehtiin, jotta saarekkeeseen voidaan asettaa pitkiä heinämäisiä ruohoryppäitä.



Kuva 15. Havainnollistavassa kuvassa kolme erilaista 3D-mallia ruhosta

Yllä olevassa kuvassa on kolme ruoho-objektia ja nämä asetetaan partikkeleiksi saarekkeelle. Tällöin käytetään luvussa 3.1 kuvattua Particle system -työkalua ja saarekkeen pinnoille asetetaan yhteensä 2 000 ruoho-objektia. Näin syntyy illuusio villistä ja satunnaisesta kasvustosta. Ruohon lisäksi loin myös erilaisia juuriobjekteja ja niiden liittämiseen käytin samaa metodologia kuin ruohossa-kin. Lopputuloksena orgaaninen kasvusto nousee saarekkeesta eri suuntiin. Particle system -työkalun avulla ruohikkoon ja juuriin animoidaan hienovaraista liikettä realistisen illuusion luomiseksi.



Kuva 16. Havainnollistavassa kuvassa saareke ja kukat sijoitettuna siihen

Yllä olevassa kuvassa on valmis saareke ilman erillistä valotusta. Saareke näyttää yhdeltä kappaletta, mutta koostuu todellisuudessa viidestä osasta, jotka on liitetty toisiinsa. Syy tälle on "villin" ruohon luominen. Jokainen osio sisältää erilaisen particle system -työkalun, jotka ovat muokattavissa. Tällöin voin asettaa eri ruoho-objekteja eri kokoisina ja vaihtelevalla määrällä saarekkeen eri osiin. Esimerkiksi pohja tarvitsee juuria ja pitkiä ruohoja. Ei ole järkevää käyttää samoja objekteja saarekkeen yläosassa.

Juurien ja ruohojen alla oleva saareke on pinnaltaan läpikuultava. Saarekkeen pinta on edelleen sama kuin edellä olevassa kuvassa 14 oleva kivinen pinta. Pinnan väri on muutettu mustavalkoiseksi ja valoa heijastavaksi, joten yksityiskohdat eivät juuri erota. Tarkoitus on, ettei valmiissa animaatioelokuvassa näkyisi pintaa juuri ollenkaan.

Kukat ovat kiinnitettyinä saarekkeeseen ja 3D-maailma on valmis. Jatkokehityksestä lisää luvussa 4.3.

3.4.2 Saarekkeen animointi

Saarekkeen ruhot on animoitu, mutta täysin toisella tavalla kuin luvun 3.3:n orkidea. Luvussa 3.1 selitetty Particle system -työkalu on tässä avainasemassa. Ruohonvarsia on käytössä kolme kappaletta, kuten edellisessä luvussa mainittiin.

Yksittäisten ruohonvarsien animoimisessa ei ole mitään järkeä, sillä Blenderin työkaluilla voi käyttää animoida kokonaisia partikkeleita massoina. Blenderin sisällä on oma fysiikkamoottorinsa, joka mahdollistaa liikkeen havainnollistamisen. Blender laskee partikkeleiden parametrien mukaan ja määrittää niille liikeradan. Kuvassa 16 esitetty saareke koostuu siis eripituisista ja kokoisista ruohonjuurista eri kohdissa. Tällöin esimerkiksi alaspäin roikkuvat ruhot osoittavat Y-akselilla alaspäin ja päinvastoin ylöspäin osoittavat Y-akselilla ylöspäin.

Saadakseen liikettä animaatioissa täytyy hyödyntää Force field -työkalua, jolla voidaan vaikuttaa jokaiseen partikkeliin halutulla tavalla. Saarekkeen tapauksessa asetetaan tuulta luova parametri, joka simuloi ruhot heilumaan kuin tuulessa. Edellisissä luvuissa mainittuihin kukkiin tämä ei vaikuta, sillä ne eivät ole partikkeleita, eikä niiden haluta heiluvan samoilla tavoilla. Tuulen voimakkuutta voidaan säätää ja tavoitteena oli saada hento tuulenvire saarekkeelle. Tavoite ei ollut aiheuttaa myrskyä.

Edellä kuvatusta lopputuloksena syntyi animaatio, jossa saarekkeeseen kiinnittyneet ruhot heiluvat ikään kuin hennon tuulenvirin liikuttamina. Saarekkeeseen kiinnittyvät kukat ovat vielä liikkumattomia tässä työvaiheessa, poissulkien luvun 3.3 orkidea, jolla on jo oma animaatio.

4 Projektin tulokset

Kuten luvun 3 alussa mainitaan, tämä projekti on osa laajempaa kokonaisuutta, jonka toteuttamisessa olen mukana. Päätin koostaa opinnäytetyön juuri 3D-mallintamisesta ja -animoimisesta kahdesta syystä. Työskennellessäni toimeksiantajani kanssa huomasimme hänen visionsa olevan hyvin laaja. Tajusin, että yhteistyössämme olisi useita eri aiheita opinnäytetyöhön. Laajan kokonaisuuden sijaan päätin keskittyä vain 3D-mallintamiseen ja -animoimiseen, sillä ne ovat kartuttaneet omaa osaamistani aivan uudella tavalla. Projektin tavoitteena oli tuottaa luvussa 3 kuvatut mallit ja animaatiot ja tähän tavoitteeseen päästiin. Keväällä 2022 en olisi osannut tuottaa tätä kokonaisuutta, joten pidän tätä projektia ja opinnäytetyötä merkittävänä virstanpylväänä omissa opinnoissani.

4.1 Ongelmakohtat

Kukkien mallintaminen ja muokkaaminen oli suhteellisen tuttua, eikä tarjonnut merkittäviä haasteita, toisin kuin animoiminen. Kuten olen aikaisemmissa kappaleissa jo todennut, oli orkidean liikkeiden animointi erittäin haastavaa.

Luurankojen liittäminen ja animoiminen tuotti minulle huomattavia vaikeuksia. Aihe oli minulle oikeastaan täysin tuntematon, joten käytin useita tunteja aiheen opetteluun. Vaikeuksia tuotti etenkin oikeanlaisen liikkeen luominen, sillä tuntui, etten ymmärtänyt miten luurangon eri osat vaikuttivat toisiinsa ja miten niitä voisi kontrolloida. Orkidean liikkeen tulisi olla sulava ja hidas, mutta pienetkin muutokset, joita tein, aiheuttivat omituisia nykiviä liikkeitä.

Luvun 3.3.1 varsi tuotti suurimpia ongelmia, sillä uuteen varteen piti luoda luuranko. Työstin tunteja kyseistä vartta ja sen luurankoa. En saanut kyseistä vartta liikkumaan kukan terälehtien tahdissa, vaan se liikkui itsenäisesti ja täysin luonnottomalla tavalla. Orkidea näytti enemmän hyrrältä, joka pyörii vartensa ympärillä. Projekti jumittui hetkeksi kyseisen ongelman takia ja koin suurta turhautumista.

Toimeksiantajani suositteli minua etsimään ohjeistusta ulkopuolelta ja Haaga-Helian entinen opiskelija Roope Niemonen, osasi auttaa minua. Olen työskennellyt hänen kanssansa erilaisissa 3D-mallintamisen projekteissa, joten tiesin häneltä löytyvän osaamista. Hän osasi auttaa oikeiden termien käytössä ja tiedonhaussa.

4.2 Jatkokehitys

Kuten aikaisemmin on todettu, tullaan tämän projektin tuotoksia käyttämään tulevaisuudessa taiteilijan luomaan visuaaliseen teokseen. Saarekkeen valmistuttua asetetaan siinä oleviin kukkiin pieni

ja yksinkertainen animaatio. Keskiössä olevalla orkidealla, jota kuvattiin luvussa 3.3 on jo valmis animaatio.

Saareketta voi miettiä lavastuksen keskipisteenä, jota kuvataan kameralla. Tarkoitus on tuottaa muutamia animaatiovideoita eri kuvakulmista. Jokaisessa videossa kamera liikkuu eri tavalla ja keskittyy saarekkeen yksityiskohtiin eri kuvakulmista. Jokainen animaatio on pituudeltaan noin kaksi minuuttia ja tuotetaan 4k-laadulla. Näitä animaatiovideoita tullaan vielä muokkaamaan jälkikäteen Adoben tuotteilla erilaisten tehosteiden lisäämiseksi.

Tarkemman tulevaisuuden kuvauksen laatiminen tähän opinnäytetyöhön ei ole vielä mahdollista, sillä jatkokehitys on vielä kesken.

4.3 Pohdintaa

Työskentely projektin parissa on ollut avartavaa ja jopa hauskaa, sillä innostuessani keskityn aiheeseen sataprosenttisesti ja haluan olla ylpeä lopputuloksesta. Olen dokumentoinut projektin etenemistä erilaisilla muistiinpanoilla, kuvilla ja videoilla, mutta varsinainen tekstin tuottaminen on ollut todella vaikeaa. Työn kirjallinen dokumentointi ja selostaminen yleistajuisella tavalla on kuitenkin haastavaa. Alun perin aloitin opinnäytetyön työstämisen jo vuonna 2021 aivan toisella aiheella, enkä päässyt alkua pidemmälle. Näin jälkikäteen oli oikea ratkaisu vaihtaa aihetta tähän nykyiseen, sillä vaikka kirjoittaminen on haastavaa, on tekstin aihe mielenkiintoinen. Tämä opinnäytetyö perustuu omakohtaiseen tekemiseen mallintamalla ja animoimalla, mikä on itselleni toimiva oppimisen tapa. Lisäksi projektin avulla pystyn tuottamaan konkreettista lisäarvoa taiteilijan työlle, mikä osaltaan lisäsi työn mielekkyyttä.

Opin suunnattomasti 3D-työskentelystä tämän projektin aikana. Olen opiskellut neljä vuotta Haaga-Helian ammattikorkeakoulussa ja näistä valtaosa on kulunut palvelumuotoilua ja käyttöliittymäkehitystä koskevilla kursseilla. Nämä kurssit eivät suoranaisesti liity 3D-tekniikan hyödyntämiseen, mutta opin projektityöskentelyn perusteet ja pystyin hyödyntämään näitä työkaluja tässä projektissa. Näillä kursseilla pääsin työskentelemään projekteissa, joiden tarkoituksena tuottaa palvelukonsepteja tai käyttöliittymä eli tuote luovalla prosessilla. Tämä opinnäytetyön projekti ei siis merkittävästi eronnut perusidealtaan aikaisemmista, joten saatoinkin keskittyä mallintamiseen ja sen opetteluun.

Keväällä 2022 minulla oli 3D-mallintamisen perusteet hallussa, sillä olin osallistunut 3D-tulostamista käsitteleville kursseille. Kursseilla tutustuin Blenderiin ja sain näin sysäyksen 3D-mallintamisen maailmaan. Tästä huolimatta en koskaan osallistunut kursseille, jotka olisivat syventäneet osaamistani monimutkaisempiin aiheisiin, kuten animaatioihin tai Blenderin yksityiskohtaisempiin työkaluihin.

Projektin aikana olen törmännyt lukuisia kertoja erilaisiin ongelmiin, jotka johtuivat omasta tiedonpuutteesta. Projektin alussa olin eräänlaisella mukavuusalueella, jolta en halunnut poistua, sillä kuvittelin osaavani tarpeeksi. Toisin kuin aikaisemmin omien opintojen aikana, jouduin tosissani etsimään tietoa koulun ulkopuolisista lähteistä ja opiskelemaan itsenäisesti. Tuntui kuin uisin altaan syvässä päädyssä ilman kellukkeita, eikä uimavalvojaa näkyisi mailla halmeilla.

Opintojen aikana minusta tuntui toisinaan, etten opiskellut oikeita asioita ja olin matkalla kohti väärää alaa. Tämä projekti on kuitenkin ollut silmiä avaava kokemus niin oppimisen kuin työelämän kannalta. Olen löytänyt alan, joka motivoi minua suuresti.

Lähteet

Autodesk, INC. 2022. Autodesk 3D design software. Luettavissa: <https://www.autodesk.com/solutions/3d-design-software>. Luettu: 3.11.2022.”

Chopine, A. 2011. *A History of Computer Graphics and Special Effects*. Elsevier Inc. Oxford. E-kirja. Luettu: 2.11.2022.

Carver, G. & White, C. 2013. *Computer visualization for the theatre: 3D modelling for designers*. Focal Press. Burlington. E-Kirja. Luettu: 2.11.2022.

Ekaran, S. 31.6.2021. When did 3d modelling start? A brief history. SelfCad. Luettavissa: <https://www.selfcad.com/blog/when-did-3d-modeling-start-a-brief-history#>. Luettu: 2.11.2022.

Computer animation history 2018. Tron. Luettavissa: <https://computeranimationhistory-cgi.jimdo-free.com/tron-1982/>. Luettu: 2.11.2022.

Skidmore, P. 2.1.2019. 3D Modelling Uses: 9 Industries that can't do without it. Cad crowd. Luettavissa: <https://www.cadcrowd.com/blog/3d-modeling-uses-9-industries-that-cannot-do-without-it/>. Luettu: 3.11.2022.

National Aeronautics and Space Administration 2020. Nasa Looks to advance 3D printing construction system for the Moon and Mars. Luettavissa: <https://www.nasa.gov/centers/marshall/news/releases/2020/nasa-looks-to-advance-3d-printing-construction-systems-for-the-moon.html>. Luettu: 3.11.2022.

Archistar Academy 2020. Top ten design software for architects. Luettavissa: <https://academy.archistar.ai/top-ten-design-software-for-architects>. Luettu: 3.11.2022.

Sinclair, B. 2.2.2019. The history of 3D graphics in digital games. Medium. Luettavissa: <https://medium.com/@mpcaro/the-history-of-3d-graphics-in-digital-games-6a1ddcc8f7cb>. Luettu: 3.11.2022.

Unity Technologies 2022. Game objects. Luettavissa: <https://docs.unity3d.com/Manual/GameObjects.html>. Luettu: 4.11.2022.

Peltoniemi, T. 06.02.2018. Ihmisen varaosat ovat totta. Yle. Luettavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/02/06/ihmisen-varaosat-ovat-totta>. Luettu: 4.11.2022.

Östman, J. 12.4.2019. 3D-biotulostimella valmistetaan jo sarveiskalvoa, ja kohta myös ihoa ja ihmisen varaosia. Yle. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10737002>. Luettu: 4.11.2022.

NASA/JPL/University of ArizonaUser:Anton. 2005. Cydonia medianrp.jpg. Luettavissa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cydonia_medianrp.jpg. Luettu: 15.11.2022.

Tillman, N. 20.8.2012. The face on Mars: Fact & fiction. Space.com. Luettavissa: <https://www.space.com/17191-face-on-mars.html>. Luettu: 4.11.2022.

Dennis, N. 18.4.2017. Google Earth's incredible 3D imagery, explained. Video. Google blog. Katsottavissa: <https://blog.google/products/earth/google-earths-incredible-3d-imagery-explained/>. Katsottu: 4.11.2022.

Wright, D. 2017. USGS Release first truly 3D map of world's oceans. Esri. Luettavissa: <https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/esri-usgs-release-first-truly-3d-map-of-worlds-oceans/>. Luettu: 4.11.2022.

Spatial Corp. 2021. Glossary – Wireframe modeling. Luettavissa: <https://www.spatial.com/resources/glossary/wireframe-modeling>. Luettu: 7.11.2022.

The Computer Language Co Inc. 2022. Pcmag solid modeling. Luettavissa: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/solid-modeling>. Luettu: 6.11.2022.

Spatial Corp. 2021. Glossary – Solid modeling. Luettavissa: <https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-solid-modeling#:~:text=Solid%20Modeling%20is%20the%20computer,object%20from%20within%20and%20outside>. Luettu: 6.11.2022.

Spatial Corp. 2021. Glossary – Surface modeling. Luettavissa: <https://www.spatial.com/resources/glossary/what-is-surface-modeling>. Luettu: 7.11.2022.

Pickavance, M. 27.6.2022. Best 3D modeling software and rendering software in 2022. Luettavissa: <https://www.techradar.com/best/best-3d-modelling-software>. Luettu: 29.10.2022.

Autodesk, INC. 2022. What 3ds Max: Create massive worlds and high-quality designs. Luettavissa: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=3DSMAX>. Luettu: 29.10.2022.

Autodesk, INC. 2022. Key features of 3ds Max. Luettavissa: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/features>. Luettu: 29.10.2022.

Kolesova, A. 2022. Creating a brand character for making animations in 3D graphics editor. *IOP conference series. Materials Science and Engineerin*, 962(3), p.32039. doi:10.1088/1757-899X/962/3/032039, s. 7 Luettu: 29.10.2022.

Van Gumster, J. 2020. *Blender for dummies*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken. E-kirja. Luettu: 29.10.2022.

Blender foundation. Blender The Organisation the Software. Luettavissa: <https://www.blender.org/about/>. Luettu: 10.9.2022.

Autodesk, INC. 2022. Autodesk, INC. What is Maya? Luettavissa: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=3-YEAR&tab=subscription&plc=MAYA>. Luettu: 30.10.2022.

Blender Documentation Team. Blender Extrude. Luettavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/2.80/modeling/meshes/editing/duplicating/extrude.html>. Luettu: 13.10.2022.

Blender Documentation Team. Blender solidify modifier. Luettavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/generate/solidify.html>. Luettu: 13.20.2022.

Blender Documentation Team. Subdivision surface modifier. Luettavissa: https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/generate/subdivision_surface.html. Luettu: 5.10.2022.

Blender Documentation Team. Blender Displace. Luettavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/modeling/modifiers/deform/displace.html>. Luettu: 15.10.2022.

Blender Documentation Team. Blender Scale. Luettavissa: https://docs.blender.org/manual/en/latest/scene_layout/object/editing/transform/scale.html. Luettu: 15.10.2022.

Blender Documentation Team. Blender particle system. Luettavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/physics/particles/introduction.html>. Luettu: 15.10.2022.

Octopus Effects 10.8.2021. How to make a Hibiscus flower. Video. Katsottavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=wRcL0CPijMA>. Katsottu: 13.4.2022.

Pinotoon 27.2.2020. Cherry Blossom_rigged, animated. Katsottavissa: <https://sketchfab.com/3d-models/cherry-blossom-riggedanimated-72e275c22e53436aa42f3f989baa32dc>. Katsottu 16.7.2022

Ahingel 22.3.2022. Lily Magnolia Flower. Katsottavissa: <https://sketchfab.com/3d-models/lily-magnolia-flower-rigged-animated-46df7936abb8471dae6c51b6a5e911df>. Katsottu: 16.7.2022.

Viks0000 14.6.2021. Orchid flower. Katsottavissa: <https://www.cgtrader.com/3d-print-models/science/biology/orchid-flower-548cbd75-efbe-4050-b2b0-80a95841c617>. Katsottu: 1.7.2022.

Evgeni Yanev 17.4.2019. Orchid 1. Katsottavissa: <https://sketchfab.com/3d-models/orchid-01-2ed78ad191eb43cfbd145731e419d08c>. Katsottu 16.7.2022

Blender Documentation Team. Blender is for Animators Rigging. Luettavissa:

<https://www.blender.org/features/animation/>. Luettu: 10.9.2022.

Blender Documentation Team. Blender Editing Bones Merge Bones. Luettavissa:

<https://docs.blender.org/manual/en/2.79/rigging/armatures/bones/editing/bones.html>. Luettu:
11.9.2022.

Liitteet

Liite 1. Mia Makela – BEEINGS

Climate Art – Alternative Approaches

12.3.–3.9.2023

www.chappe.fi

Mia Makela is a media artist and cultural historian with a post-humanist approach. Empathy for other species has played an important role in her latest works, which explores intersections between art, technology, science, and ecology.

Makela is internationally acknowledged pioneer in the field of live cinema, which combines media art with film making, music and performing arts. She has realised audiovisual installations and led artistic expeditions in Chilean Patagonia, the Baltic Sea and the Helsinki Zoo, among other places. She has lectured around the world and her writings on live cinema have been cited in international publications such as *The Oxford Handbook of Sound and Image in Western Art* (2016).

Since 2017 Makela has investigated the destiny of the honeybee. She became a beekeeper for a few years in order to understand the life circumstances of this indispensable species. She travelled around Europe documenting bee history and cultures in Poland, Lithuania, Slovenia, and Germany. The process resulted in a 4 -channel video installation *History of an Impossible Destiny* which premiered in 2019 at MAC - Museum of Contemporary Art in Santiago, Chile.

In *BEEINGS* Makela turns her focus on the partners of pollinators. She presents imaginary flowers observed from the perspective of a tiny flying creature. Her work serves as a space for remembering that the world is a tabula rasa, which presents itself in a unique way to each species. There are millions of different worlds on the planet Earth. *BEEINGS* consists of a 2-channel 3D animation installation and a 3D-sculpture.