

**Ali-Pekka Karjalainen**

## **3D-MALLINNUKSEN TEKEMINEN BLENDER-OHJELMALLA**

**XBOX-peliohjaimen mallinnus**

**Opinnäytetyö**  
**CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU**  
**Tieto- ja viestintäteknikan koulutus**  
**Toukokuu 2021**



<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2021	<b>Tekijä/tekijät</b> Ali-Pekka Karjalainen
<b>Koulutus</b> Tieto- ja viestintätekniiikan koulutus		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> 3D-mallinnuksen tekeminen Blender-ohjelmalla, XBOX-ohjaimen mallinnus		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Isohanni		<b>Sivumäärä</b> 17 + 1
<b>Työelämäohjaaja</b> Hanna-Riina Aho, Hanna Lahnalampi		
<p>Tämän työn tarkoituksena oli tutustua Blender-ohjelmaan ja tehdä mallinnus XBOX-peliohjaimesta sen avulla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua Blenderin toimintaan mallinnusohjelmana, sekä sen muihin käyttötarkoituksiin ja mahdollisuuksiin luomisen työkaluna. Aluksi työssä on selvitetty mallinnuksen historiaa ja tarkoituspäriä ja sitä, miksi Blender on kehitetty. Lisäksi oli tarkoitusta selvittää ohjeiden ja muiden apujen saatavuutta käyttäjälle, joka ei ollut ennen käyttänyt Blenderiä.</p> <p>Mallinnuksen historia on kohtuullisen lyhyt, eikä alkuun ohjelmia ollut kaikkien saatavilla. Blender on kehitetty ilmaiseksi ohjelmaksi niille, jotka haluavat luoda piirroksia, mallinnuksia ja animaatioita harrastuksena tai työkseen. Mallinnuksen aloittaminen on suhteellisen helppoa kaiken apumateriaalin määrän ja saatavuuden vuoksi, mutta hyväksi ja tehokkaaksi tuleminen vaatii aikaa ja harjoittelua.</p> <p>Työhön liittyvä XBOX-ohjaimen teko jäi kesken, mutta sille on kuitenkin voitu tehdä myös yksinkertainen animaatio. Alkuun oli hankala keksiä, miten muotoilu aloitaisi, ja ensimmäiset kokeilut eivät osoittautuneet toimiviksi. Mallinnusta vaikeutti myös ohjaimen erikoinen muoto, jonka myötä esimerkiksi ohjaimen keskiosan pyörästetty muoto jää sivujen taakse piiloon. Työssä saavutettu mallin muoto muistuttaa jo alkuperäistä ohjainta, ja seuraavana olisikin ollut vuorossa näppäinten ja muiden ohjaintoimintojen mallinnus. Tärkeintä mallinnuksessa mielestäni olisi pitää linjat luonnollisina ja symmetrisinä niin paljon kuin mahdollista. Yllättävän paljon aikaa kuluikin mallin pisteiden uudelleensijoittelussa symmetrisyyden saavuttamiseksi.</p> <p>Ohjelman käyttö on helpohko aloittaa, mutta tehokkaaksi käyttäjäksi pääsee vain harjoittelemalla paljon ja tutkimalla ohjeita. Mallinnukseen liittyvistä videoista oli lopulta kenties eniten hyötyä niiden suuren määrän ja helpon löytymisen ansiosta. Jälkeenpäin ajatellen mallinnuksen aihetta olisi ollut syytä miettiä uudelleen ja valita vaikka jokin helpompi muoto.</p>		

<b>Asiasanat</b> Animaatio, Blender, mallinnus, muokkain, tehosteet
--

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2021	<b>Author</b> Ali-Pekka Karjalainen
<b>Degree programme</b> Information and Communications Technology		
<b>Name of thesis</b> MAKING A 3D DESIGN IN BLENDER. Designing an XBOX controller		
<b>Instructor</b> Jari Isohanni	<b>Pages</b> 17 + 1	
<b>Supervisor</b> Hanna-Riina Aho, Hanna Lahnalampi		
<p>The aim of this thesis was to get to know Blender and make a 3D model of an XBOX controller with it. The aim was to see how Blender works as a modeling tool, and to see what other uses and possibilities it has. At first the thesis concentrates on the history of 3D modeling and the reasons behind Blender's development. In addition, the aim was to find how easy it was to get documentation and help as a new user with no background of modeling or using Blender.</p> <p>The history of 3D modeling is relatively short and in the beginning of the industry, programs were not available for all. Blender was developed to be a free modeling program for those who wanted to create drawings, models and animations as their hobby or livelihood. Getting started on modeling is easy with all the documentation and helpful material available on the Internet but becoming a good and efficient creator requires time and practice. The involved modeling of XBOX controller was not finished, but a simple animation was still made.</p> <p>Beginning the modeling and sculpting was difficult at first, and the first iterations were not successful. Also, the shape of the controller, in which the rounded parts of the controller can be misshaped because they can not be seen from behind the sides. The shape of the model looks close to the original controller shape and the next step would have been making the buttons and joysticks. To me the most important thing about modeling is to keep the lines as natural and symmetric as possible. Surprisingly long time went into relocating some of the mesh spots and lines to achieve symmetry.</p>		

<p><b>Key words</b> Animation, Blender, editor, effects, modeling</p>
---

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **ADAM**

Automated Design and Drafting System. Automaattisen suunnittelun ja piirtämisen järjestelmä.

### **CAD**

Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.

### **Compositor**

Latoja. Asettaa useita otoksia päällekkäin kuvanlaadun parantamiseksi.

### **DAC**

Design augmented by Computer. Tietokoneen laajentama suunnitelma.

### **Editor**

Muokkain. Sisältää erilaisia työkaluja kohtauksen ja mallien muokkaukseen.

### **Layout**

Sijoittelu. Blenderin päätyötila, johon ohjelma avautuu. Sisältää Scenen ja Objektit.

### **Mesh**

Verkkorakenne. Tapa nähdä malli kolmioista tai nelikulmioista muodostettuna verkkona.

### **Objekti**

Malli. Ohjelmalla luotu kappale.

### **Scene**

Kohtaus. Sisältää yhden tai enemmän objekteja ja niiden vaikutuksen toisiinsa.

### **VFX**

Visual effects, eli visuaaliset tehosteet.

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 3D-MALLINNUKSEN HISTORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>3 BLENDER .....</b>	<b>5</b>
<b>4 BLENDERIN VIIMEAIKAINEN KEHITTYMINEN .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1 Blender 2.80–2.83 .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Blender 2.90 ja 2.91 .....</b>	<b>8</b>
<b>4.3 Blenderin käyttöliittymä ja tärkeimmät ominaisuudet .....</b>	<b>8</b>
<b>5 3D-MALLINNUS .....</b>	<b>10</b>
<b>6 ANIMOINTI.....</b>	<b>15</b>
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>17</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>18</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVAT</b>	
KUVA 1. Utahin teekannu.....	3
KUVA 2. Layout-työtila editoreineen .....	9
KUVA 3. Referenssikuvat kappaleen ympärillä.....	11
KUVA 4. Muotoiltu verkkorakenne .....	12
KUVA 5. Subdivision Levels Viewport 0 .....	12
KUVA 6. Subdivision Levels Viewport 3 .....	13
KUVA 7. Malli edestä .....	14
KUVA 8. Render properties.....	16

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on tutkia 3D-mallinnusta Blender-ohjelmalla. Mallinnusta tutkitaan XBOX-peliohjaimen mallinnuksen kautta Blender-ohjelmaa käyttäen. Tarkoitus on tehdä ohjelmalla renderöity kuva, jonka voi halutessaan myös animoida. Työssä tutustutaan Blenderin toimintoihin ja mahdollisuuksiin ja selvitetään, kuinka haastavaa mallinnus on ilman aikaisempaa mallinnuskokemusta. Mallinnus ilman aikaisempaa kokemusta aloitetaan tutustumalla mallinnuksen historiaan, erilaisiin mahdollisiin ohjelmiin, sekä ohjelmien käyttöohjeisiin ja mahdollisiin opetusvideoihin. Blender on erittäin hyvin dokumentoitu ja usein päivitetty ohjelma, jolle löytyy todella paljon erilaisia ja eri osa-alueisiin keskittyviä ohjeita ja videoita.

Aluksi työssä on perehdytty 3D-mallinnuksen historiaan ja syihin, jotka ovat johtaneet Blender-ohjelmaan syntyyn ja kehitykseen. 3D-mallinnuksia on tehty jo kymmeniä vuosia, mutta ensimmäiset mallinnusohjelmat ovat olleet kömpelöitä, kalliita ja yrityskohtaisia. Blender on kehitetty olemaan ilmainen, kaikkien saatavilla ja monipuolinen, jotta kuka vain voi aloittaa mallinnuksen, joko harrastuksena tai työn puolesta.

Työtä aloittaessani Blender oli versiossa 2.80 ja tarkoitus oli tehdä mallinnus kyseisellä versiolla, mutta uusien päivitysten ja ominaisuuksien myötä mallinnuksen aloitus venyi. Lopulta muutoksien seuranta oli lopetettava ja työhön liittyvä mallinnus on tehty Blenderin versiolla 2.90.0. Ennen varsinaisen mallin tekemistä ohjelman käyttöä on harjoiteltu YouTubeista löytyvän Andrew Pricen, eli Blender Gurun, opetusvideoiden avulla (Price, 2021). Price on myös koonnut lyhyen mutta kattavan pikanäppäinkokoelman, jonka saa tilaamalla sähköpostiin uutiskirjeen, jonka tilauksen voi lopettaa halutessaan.

Vaikka ohjelman käyttöä olisi harjoitellut, on mallinnuksen aloitus yllättävän vaikeaa. Pikanäppäimet eivät toimi, koska väärä objekti tai työtila on valittuna, tai malliin tulee jokin outo epämuodostuma, jota ei voi perua ja täytyy ladata aikaisempi versio tai aloittaa kokonaan uudelleen. Lopulta kuitenkin mallinnuksesta olisi saatava ihan mallinsa näköisen referenssikuvien ja harjoittelun avulla. Parhaiten tietoa ohjelman käytöstä ja ratkaisuja ongelmiin löytyy Blenderin nettisivuilta, joihin Blenderin työryhmät tekevät opastusvideoita ja käyttöohjeita, sekä videoita uusista ominaisuuksista.

## 2 3D-MALLINNUKSEN HISTORIA

Pohja 3D-mallinnukselle on luotu jo noin 300 eaa., kun Eukleides kirjoitti geometrian kokonaisesityksen *Alkeet* (O'Connor & Robertson 1999). Myöhemmin 1600-luvulla René Descartes kehitti analyyttisen geometrian tutkielmassaan *Geometria*, ja sen avulla voidaan tutkia asioiden välistä etäisyyttä ja paikkaa. 1800-luvulla James Joseph Sylvester kehitti matriisilaskennan, jota käytetään nykymuodossaan jokaisen tietokoneella luodun kuvan heijasteissa ja valon taitoissa. (UFO 3D 2020.)

Ensimmäiset tietokoneavusteisen suunnittelun järjestelmät alkoivat kehittyä 1960-luvulla. Suurimman läpimurron teki Ivan Sutherlandin Sketchpad vuonna 1963 käänteentekevällä käyttöliittymällään, jossa Lincoln TX-2-tietokoneella käyttäjä piirsi CRT-näytölle vastakeksityllä valokynällä (Sutherland 2003). Sketchpad loi pohjan tietokoneiden käytölle suunnittelussa ja mahdollisesti myös taiteessa. Samaan aikaan General Motors kehitti yhdessä IBM:n kanssa DAC-1-järjestelmän, joka nopeutti autojen piirustusten tekoa tavanomaisiin piirtopöytiin verrattuna. 1968 Ivan Sutherland ja David Evans perustivat ensimmäisen 3D-grafiikkaa tekevän yrityksen Evans & Sutherland. Yrityksessä tuotettiin aluksi laitteita jo kehitetyille järjestelmille, mutta myöhemmin he alkoivat itse kehittää ohjelmistoa, jota myydä eteenpäin. (UFO 3D 2020.)

1971 julkaistiin ADAM, automaattisen suunnittelun ja piirtämisen järjestelmä, jonka oli suunniteltu toimivan mahdollisimman monessa järjestelmässä. ADAMin kehitys johti CAD-tuotteiden jatkuvaan kehitykseen ja yleistymiseen. Lyhenne CAD tulee sanoista Computer Aided Design, eli tietokoneavusteinen suunnittelu. CAD on nimensä mukaisesti tietokoneella käytettävä ohjelma suunnittelun avuksi, kuten AutoDeskin AutoCAD, Inventor ja Maya, tai SolidWorks. Yritys nimeltä MAGI esitteli kiinteään 3D-mallinnuksen ja loi näin uutta kysyntää CAD-tuotteille. Samalla yliopistot pyrkivät keksimään uusia ja tehokkaampia teknologioita 3D-mallien visualisointiin. Utahin yliopistossa Gouraud ja Phong kehittivät varjostuksen tekniikoita, jotka nopeuttivat prosessointia yksinkertaistamalla alkuperäistä algoritmia renderöintiin tuottaen parempia tuloksia valaistuksessa, heijastuksessa ja varjostuksessa. Kuvassa 1 on malli Utahin teekannu, sitä on käytetty 3D-grafiikan symbolina siitä lähtien kun Martin Newell käytti mallia graafisen tutkimustyön kokeiluissaan vuonna 1975. Hänen mielestään teekannu oli täydellinen kohde muotoilun, erilaisten pintojen ja kyvyn langettaa varjo itsensä päälle myötä. (UFO 3D 2020.)



KUVA 1. Utahin Teekannu.

Ensimmäisen IBM:n PC:n julkaisu vuonna 1981 aiheutti CADin käytön yleistymisen ilmailu- ja auto-alan lisäksi kaupallisen alan yrityksissä. UNIX-työkoneiden tehokkuus ja helppohoitoisuus lisäsivät osaltaan CADin käyttöä yrityksissä. Kiinteiden kappaleiden mallinnus sittemmin kehittyi ja siitä tuli valtavirtaa ohjelmien, kuten Unigraphicsin Unisolids CAD:n kehityksessä. Vuonna 1983 julkaistiin 2D system AutoCAD, joka oli ensimmäinen merkittävä IBM PC:lle tehty mallinnusohjelma. Se tarjosi lähes yhtä paljon toiminnallisuuksia kuin muut markkinoilla olevat CAD-ohjelmat mutta maksoi vain 20 prosenttia niiden hinnasta. Muiden ohjelmien yleisyys ilmailu- ja autoalalla kuitenkin jätti sen varjoonsa. Ohjelmien yleisyyteen myöhemmin vaikutti myös IGES-tiedostoformaatti, joka mahdollisti mallien siirron eri ohjelmien välillä. (UFO 3D 2020.)

1990-luvulla CAD-ohjelmat olivat jo hyvin laajalti käytössä ja niiden rajoja koeteltiin koko ajan. Ammattikäyttöön soveltuvat ohjelmat olivat jo kaikkien yritysten, freelancereiden ja harrastajien saavutettavissa. Ohjelmat kehittyivät ja muuttuivat jatkuvasti, mahdollistaen nopeamman ja käyttäjäystävällisemmän käyttökokemuksen. IGES-formaatin muuttuminen STEP-formaattiin teki tiedostoista luotettavampia ja AutoCADin sekä Solidworksin päivitykset tehostivat tuloksia pienentäen samalla hintoja tuhansilla dollareilla. Ilmaisohjelmia, kuten Blender, alkoi ilmestyä. Näin mallinnuksesta kiinnostuneet pääsivät itse kokeilemaan ilman suuria investointeja. Internetiin tulvi ihmisten itse tekemiä ja myymiä malleja, mikä johti kolmiulotteisen mallinnuksen nykymuotoiseen suosioon. (UFO 3D 2020.)

Vuoden 1984 keksintö SLA tai Stereolitografia mahdollisti kolmiulotteisesti tuotettujen mallien tulostamisen kerroksittain. Ensimmäinen tähän pystyvä laite tuli markkinoille kuitenkin vasta vuonna 1992.



Laite käytti osien tuottamiseen akryylipohjaista valopolymeeriä eli valoaktivoitua hartsia, jota altistamalla ultravioletivalolle saatiin aikaiseksi kovaa muovia. Vuonna 1992 tuli myös toisenlainen tulostin, joka käytti jauhetta nesteen sijaan ja tunnettiin lyhenteellä SLS, eli selective laser sintering, valikoiva lasersintraus. Tässä vaiheessa yritykset eivät vielä täysin ymmärtäneet 3D-tulostuksen potentiaalia. Tulostaminen oli kallista ja tulosteissa oli vikoja, kuten materiaalin taipuminen valmistuksen yhteydessä. Tekniikoita kehitettiin ja prototyyppjä luotiin varsinkin lääketieteellisyydessä, jossa startup-yritykset pyrkivät kehittämään tekoelimiä ja proteeseja. Ensimmäinen ihmisen saama 3D-tulostettu elin, synteettinen virtsarakko, valmistettiin vuonna 1999. (UFO 3D 2020.)

Avoimen lähdekoodin 3D-tulostusprojekti RepRap sai rahoituksen verkkokäyttäjiltä vuonna 2005. RepRap tulee sanoista replicating rapid prototyper, ja projektin tarkoituksena oli luoda 3D-tulostin, joka tulostaa omat osansa (RepRap 2020). Ensimmäinen itsensä kopioinut RepRap v1.0. ”Darwin” julkaistiin vuonna 2008. Tämän suurta kiinnostusta aiheuttaneen ilmiön myötä Kickstarter rahoitti lukemattomia projekteja, jotka liittyivät 3D-tulostukseen. Kyseiset projektit osaltaan loivat pohjan nykyisen 3D-tulostuksen joustavuuteen ja saavutettavuuteen. (UFO 3D 2020.)

### 3 BLENDER

Blenderin luoja Ton Roosendaal oli alkuun mukana animaatiostudio NeoGeon luomisessa vuonna 1988. Studio oli Alankomaiden suurin 3D-animaatiostudio ja yksi Euroopan parhaimmista animaatiotaloista. Vuonna 1994 Roosendaal alkoi kehittää Blender 1.0:aa NeoGeon senhetkisen 3D-työkalun korvaajaksi. Myöhemmin Roosendaal kuitenkin huomasi Blenderin hyödyllisyyden muillekin kuin NeoGeon työntekijöille. 1998 Ton Roosendaal päätti perustaa yrityksen Blenderin markkinointiin ja kehitykseen. Yrityksen nimeksi tuli Not a Number (NaN). Yrityksen ideana oli luoda ja levittää monen alustan 3D-ohjelmaa ilmaiseksi muiden vastaavien ohjelmien maksaessa tuhansia. (Blender's history 2020.)

Vuoden 2000 alussa NaN sai 4,5 miljoona euron rahoituksen pääomasijoittajilta ja pystyi näin laajentamaan toimintaansa hyvin nopeasti ja nostamaan työntekijämääränsä jopa 50 henkilöön ympäri maailmaa. Kesällä 2000 julkaistiin Blender 2.0, joka sisälsi myös 3D-pelimoottorin. Vuoden 2000 loppuun mennessä NaN:in kotisivuilla oli jo yli 250 000 rekisteröitynyttä käyttäjää. Valitettavasti yrityksen toiveet ja tavoitteet eivät vastanneet heidän kykyjään tai markkinoiden todellisuutta, joten yritys joutui pienentämään toimintaansa uuden sijoittajan avustamana huhtikuussa 2001. Kuusi kuukautta myöhemmin NaN julkaisi ensimmäisen kaupallisen tuotteen, Blender Publisherin. (Blender's history 2020.)

Vuonna 2001 sijoittajat päättivät lopettaa kaiken NaN:n toiminnan huonon myynnin ja markkinatilanteen vuoksi. Myös Blenderin kehityksen piti loppua, mutta Ton Roosendaal ei voinut vain lopettaa käyttäjäyhteisön suuren suosion ja asiakkaiden innokkaan tuen saavuttamaa ohjelmistokehitystä. Koska yrityksen uudelleenkäynnistys ei ollut mahdollista suuren kehittäjätiimin kanssa, perusti Roosendaal voittoa tavoittelemattoman organisaation, Blender Foundationin maaliskuussa 2002. Organisaation tavoitteena oli löytää keino jatkaa Blenderin kehitystä ja mainostamista yhteisöpohjaisena avoimen lähdekoodin projektina. Ton onnistuikin saamaan sijoittajien hyväksynnän Blenderin julkaisuun avoimen lähdekoodin ohjelmaksi kesäkuussa 2002. Free Blender -kampanja pyrki keräämään 100 000 € lähdekoodin käyttöoikeuksien ostamiseksi NaN:ilta, ja onnistuikin tavoitteessaan vain seitsemän viikon aikana. Sunnuntaina 13. lokakuuta 2002 Blender julkaistiin GNU General Public Licensen alaisena. (Blender's history 2020.)

## 4 BLENDERIN VIIMEAIKAINEN KEHITTYMINEN

Alun perin mallinnus oli tarkoitus tehdä Blender 2.80 -versiolla, mutta työn edettyä itse mallinnukseen Blenderille ehti tulla useita paranneltuja versioita. Kirjoitushetkellä Blenderin versio 2.91.0 on uusin, joten sitä on käytetty työn tekemiseen. Version 2.80 jälkeen tulleissa päivityksissä on kymmeniä, jopa satoja muutoksia ohjelmaan, ja seuraavassa on kuvattu vain tärkeimpiä muutoksia.

### 4.1 Blender 2.80–2.83

Blender 2.80 sai uuden parannelun käyttöliittymän, joka keskittyy käyttäjän luomaan teokseen. Blender sai myös uuden tumman teeman ja modernimmat, vähemmän pyöristetyt ikonit. Näppäimistön, hiiren ja tabletin käyttö uudistui ja hiiren vasemman näppäimen käytöstä tuli uusi vakio. Valikkopalkkiin pystyi valitsemaan omat näkymäsuosikkinsa. Uuden modernin 3D viewport -editorin ansiosta käyttäjä saa optimoidun näkymän suoritettavasta tehtävästä. Viewport tukee tehtäviä, kuten kohtauksen asettelu, mallinnus ja veisto, ja näitä varten ohjelmaan on kehitetty uusi piirtomoottori Workbench. Moottori mahdollistaa erilaisten peitteiden (overlay) käytön ja tuo tarvittavat työkalut renderin päälle. Peitteet toimivat myös Eevee- ja Cycles-piirtomoottoreiden esikatseluissa, jolloin käyttäjä voi muokata ja maalata kohtausta täydellä varjostuksella. (Blender, made by you, 2019.)

Muita mainittavia muutoksia ovat Grease Pencil, joka mahdollistaa 2D-kuvien ja animaatioiden luonnin sekä Kokoelmat (collections), jotka korvasivat kerrokset (layers) objektien järjestelyssä. Näiden lisäksi muutoksia tuli Cycles-piirtomoottoriin, mallinnukseen, animaatioon, tuo/vie-toimintoihin sekä dependency graph -debugging-työkaluun. (Blender, made by you, 2019; Blender's history 2020.)

Versiossa 2.81 uudistettiin veistotyökaluja, Cycles-piirtomoottori sai NVIDIA RTX ray tracing OptiX-tuen, kuvanlaatua parannettiin Intel Open Image -melunpoistolla. Eevee-piirtomoottori sai useita parannuksia, ohjelmiston kirjastoja muutettiin, ja käyttöliittymää paranneltiin uudella selaimella ja kursoreilla. Blender sai uusia työkaluja, kuten Pose Brush, jolla käyttäjä voi muokata hahmon asentoa pensselin säteen mukaisesti. (The Good Got Better 2019; Blender's history 2020.)

Blender 2.81 tarjoaa kaksi uutta tapaa muodostaa malleista mesh-versio: OpenVDB Voxel, joka perustuu kappaleen tilavuuteen, ja QuadriFlow, joka muodostaa nelikulmioihin perustuvan verkkorakenteen

seuraamalla pinnanmuotoja pylväiden ja reunaympyröiden avulla. QuadriFlow on hitaampi kuin OpenVDB Voxel, mutta se muodostaa paremman laatuksen lopputuloksen. (The Good Got Better 2019; Blender's history 2020.)

Versiossa 2.82 Blender sai UDIM- ja USD-tuen, MantaFlow nesteiden ja savun simuloinnin, parannuksia melunpoistoon, sekä Grease Pencilin parannuksia. UDIM, eli U DIMension on suosittu tapa asettaa mallin verkkorakenteelle tekstuuri, ulkonäkö. Se perustuu laattarakenteeseen, jossa jokaisella laatalle on oma tekstuurinsa UDIM-tekstuuritaulukossa. USD on Pixarin avoimen lähdekoodin tiedostotyyppi, joka voi sisältää tietoja kerrostuksesta ja päällekirjoituksesta sekä viittauksia muihin tiedostoihin. (Power Your Pipeline 2020; Blender's history 2020; UDIMs 2021.)

Versio 2.83 on Blenderin ensimmäinen pitkän tuen versio. Jopa kahden vuoden mittainen tukijakso mahdollistaa aikaa vievien projektien viimeistelyn. Cycles-moottorille tuli uutena Nvidia OptiX-melunpoisto 3D Viewportissa, joka oli aikaisemmin vasta lopullisessa renderöinnissä. Versiossa julkaistiin myös uusi veistotyökalu kankaiden simuloimiseen, jolla käyttäjä voi tuottaa realistisia ryppyjä kappaleen pintaan. Grease Pencil kirjoitettiin kokonaan uudelleen ja on nyt aikaisempaa nopeampi, sekä paremmin integroitu ohjelmaan. Lisäksi tuli paljon muita päivityksiä, jotka vaikuttavat animaatioiden ja toimintojen laatuun ja nopeuteen. (Power to Last 2020; Blender's history 2020.)

## 4.2 Blender 2.90 ja 2.91

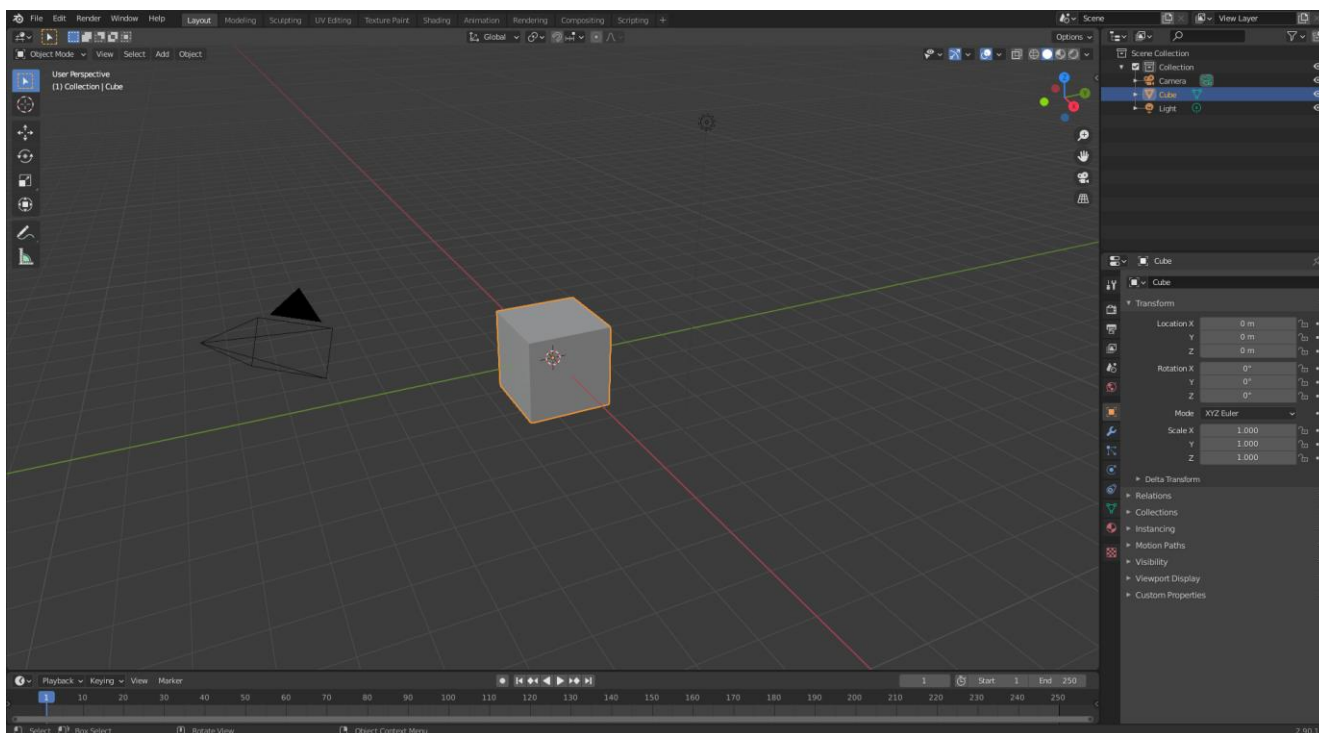
Elokuussa 2020 Blender sai jälleen uuden version. Taivaan animointia on paranneltu runsaasti, ja sen asetuksista voi säätää auringon kokoa, korkeutta, kulmaa sekä ilman, pölyn ja otsonin määrää. Eeveen liikkeen sumennus, eli motion blur, on kirjoitettu uusiksi ja tukee nyt verkkorakenteen muodonmuutoksia ja karvojen liikettä. Prosessorin tekemään säteenseurantaan Blender käyttää Intelin uutta Embree-tekniikkaa, joka parantaa toimintaa kohtauksissa, joissa on sumennettua liikettä. Versiossa 2.81 esitelty melunpoisto toimii nyt myös 3D viewportissa. Uusi varjon päättämiasetus estää varjostuksen artefakteja pehmeillä pinnoilla ja matalan kompleksisuuden rakenteissa. Veistotyökaluja on paranneltu ja nesteiden animointiin on tullut parannuksia. Hakutyökalua ja tekstien luettavuutta on paranneltu ja valikkojen muokkaamisesta on tehty helpompaa. (The Freedom To Create. 2020.)

Marraskuussa 2020 Blenderin versioon 2.91 tuli uutena ominaisuuksien haku, ja parannuksia rajaimen (Outliner), verkkorakenteen Boolean-toimintoihin, animaation käyrien toimintaan, eli kuinka jyrkästi muutokset tapahtuvat animaatioissa. Muutoksia tuli myös tilavuusobjekteihin, näytön parannuksia, ja veistoon tuotiin uusia tarkempia työkaluja.

## 4.3 Blenderin käyttöliittymä ja tärkeimmät ominaisuudet

Työtilat ovat Blenderissä valmiita pohjia, tai tiloja eri tehtäville. Käyttäjä voi muokata työtiloja mieleisekseen tehtävän mukaan, oli se sitten mallinnus, animointi tai ohjelmointi. Työtiloja käytetään oikopolkuna saman tiedoston sisällä, eri tehtävien välillä. (Workspaces 2020.)

Ohjelman ”etusivuna” aukeaa Layout, eli Sijoittelu-työtila. Tämä työtila sisältää työn kohtauksen ja sen kaikki mallit. Kuvassa 2 on esitetty Sijoittelu-työtila editoreineen. Työtilan editoreja ovat 3D Viewport, eli päänäkymä, Outliner eli Jäsenin oikealla ylhäällä, Ominaisuudet oikealla alhaalla, ja Aikajana alavasemmalla.



KUVA 2. Layout-työtila editoreineen.

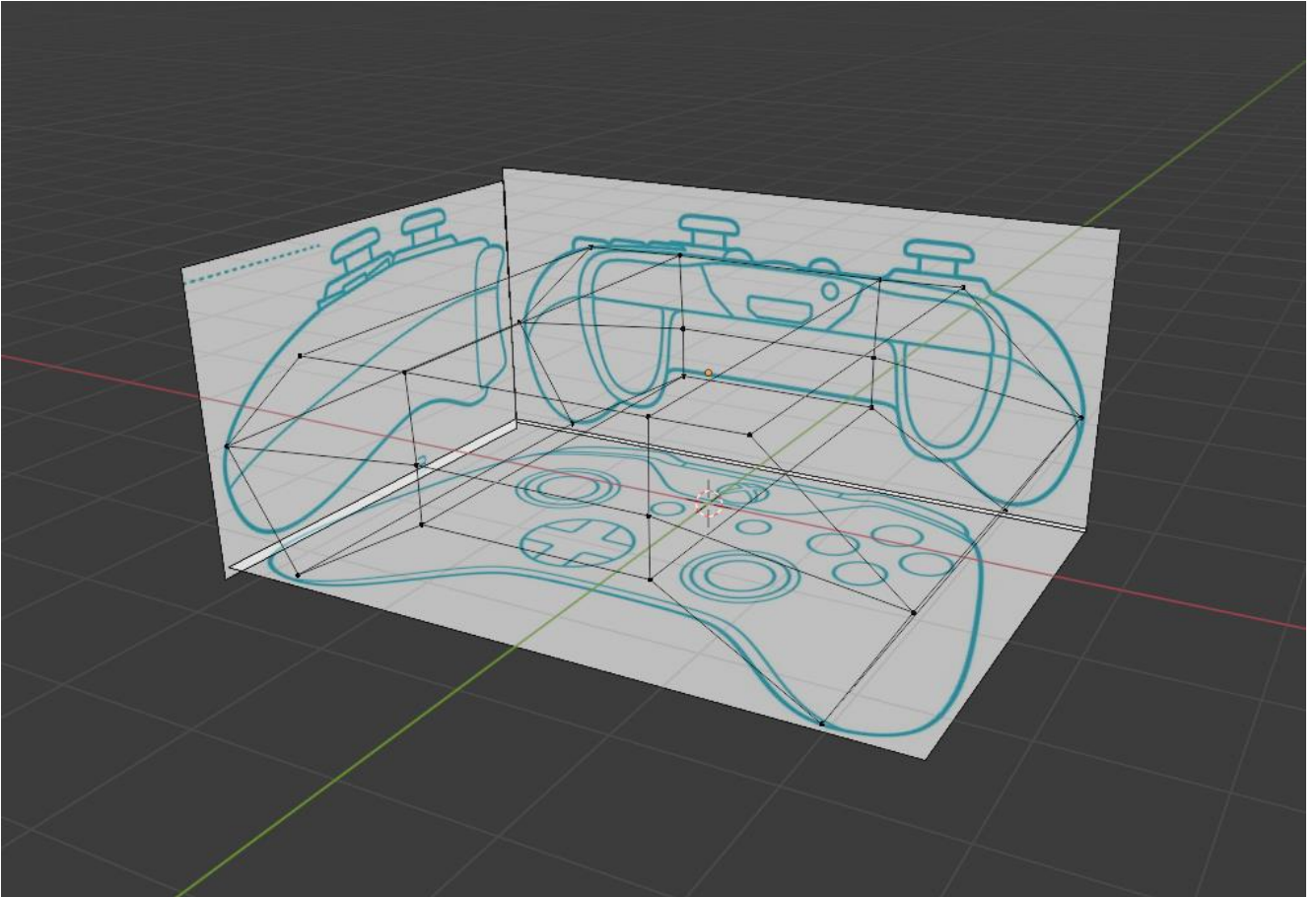
Muita vakiotyötiloja Blenderissä ovat Muotoilu (Modeling), joka sisältää tarvittavat työkalut kappaleen geometrian muokkaukseen, Veisto (Sculpting), jota käytetään kappaleen verkkorakenteen muokkaukseen, UV-muokkaus (UV Editing), jossa kappaleen rakenteeseen voidaan määrittellä pinta, johon tekstuurit lisätään, Tekstuuriin maalaus (Texture Paint), jolla tekstuurit, eli pinnan kuvio ja värit lisätään kappaleeseen, Varjostus (Shading), jolla määritellään kappaleen pinnan ominaisuudet, kuten karkeus ja kiilto, Animointi (Animation) sisältää työkalut kappaleen liikkeen määrittelyyn, Hahmottaminen (Render) näyttää, miltä lopullinen tuote näyttää, sisältää työkalut mallinnuksen analysointiin, Kokoonpano (Compositing) sisältää kuvien ja hahmottamisen yhdistelyyn ja jälkikäsitteilyyn, Ohjelmointi (Scripting) on työtila käsikirjoitukseen. (Workspaces 2020.)

Vakiotyötilojen lisäksi Blenderiin voi lisätä 2D-Animaation, Visuaaliset tehosteet (VFX) ja Videon muokkauksen (Video Editing). 2D, eli kaksiulotteisesta animaatiosta on valittavana normaali 2D-animaatio sekä 2D Full Canvas, joka on muuten sama, mutta suuremmalla alustalla. VFX:sta voi valita Peitto (Masking) -työtilan tai Liikkeenseuranta-työtilan. Videon muokkauksessa käyttäjä voi yhdistellä medioita, eli kuvia, malleja ja ääntä videoksi. (Workspaces 2020.)

## 5 3D-MALLINNUS

Jos mahdollista, on kannattavaa etsiä mallinnettavalle kappaleelle malleja, joihin verrata kappaletta muotoilun edetessä. Olemassa oleville esineille on monesti saatavissa piirustuksia, joissa esinettä on kuvattu eri suunnilta. Myös tähän työhön tarvittavat ohjaimen yksinkertaiset piirustukset (LIITE 1) löytyvät internetistä (Omondi, 2020). Blenderissä käyttäjä voi asettaa kuvia referenssikuviksi X-, Y- ja Z-tasaille muotoilun helpottamiseksi. Kuvia ei ole kuitenkaan pakko käyttää tasojen suuntaisesti, vaan niitä voi asettaa muotoilutilaan, miten ja minne vain.

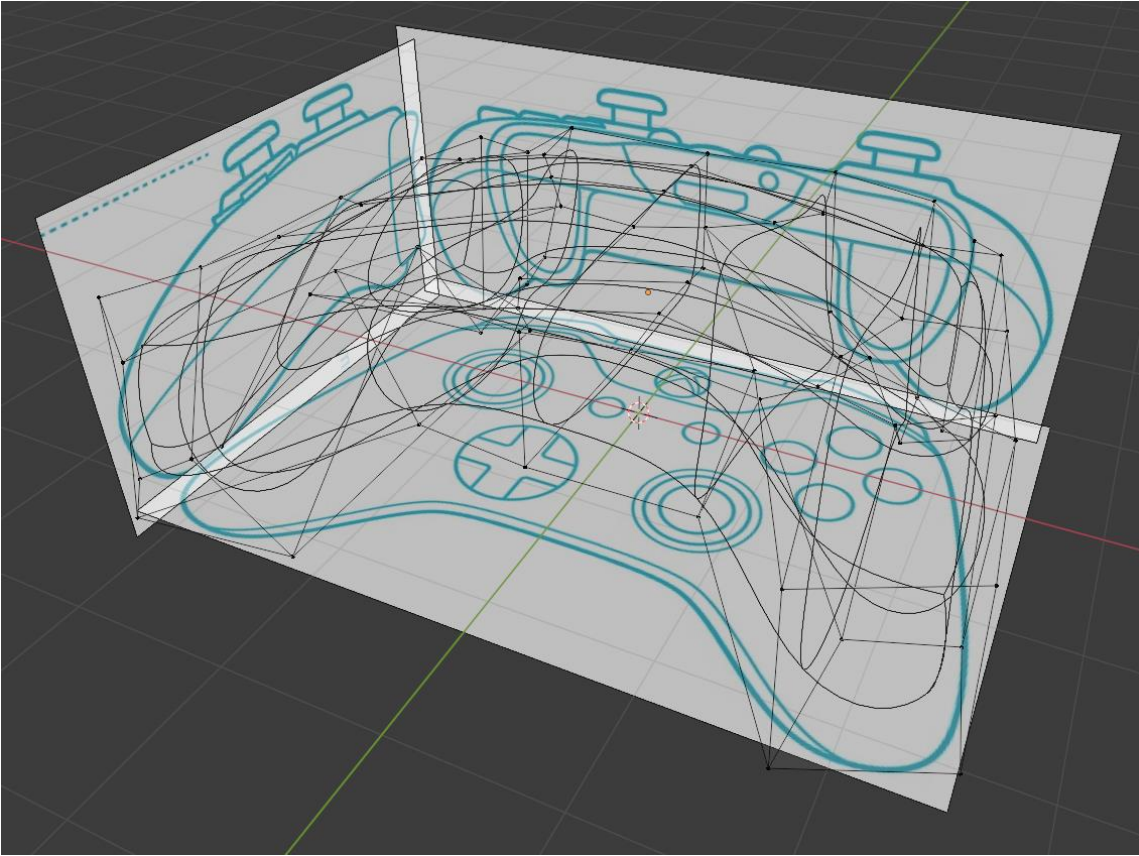
Kuvassa 3 piirustus on leikattu kolmeksi kuvaksi, jotka on asetettu tasojen mukaisesti. Kappaleen tekeminen on yleensä kannattavinta aloittaa muodosta, joka on lähimpänä tavoiteltua, lopullista kappaletta. Peliohjain ei ole suoranaisesti minkään symmetrisen kappaleen muotoinen, joten alkumuodolla ei ole väliä. Tässä työssä muodoksi valikoitui kuutio. Mittakaavalla ei yhden kappaleen muotoilussa ole väliä, mutta jos kappaletta aiotaan käyttää myöhemmin muiden kanssa, olisi mittakaava asetettava oikein. Kuvan 3 mukainen verkkorakenne saadaan aikaan venyttämällä kuutiota ja lisäämällä ympyräleikkauksia (loop cut) painamalla CTRL+R ja valitsemalla kohta, jonka jakaa kahtia. Leikkaus lisää muokkauspisteet koko kappaleen ympäri.



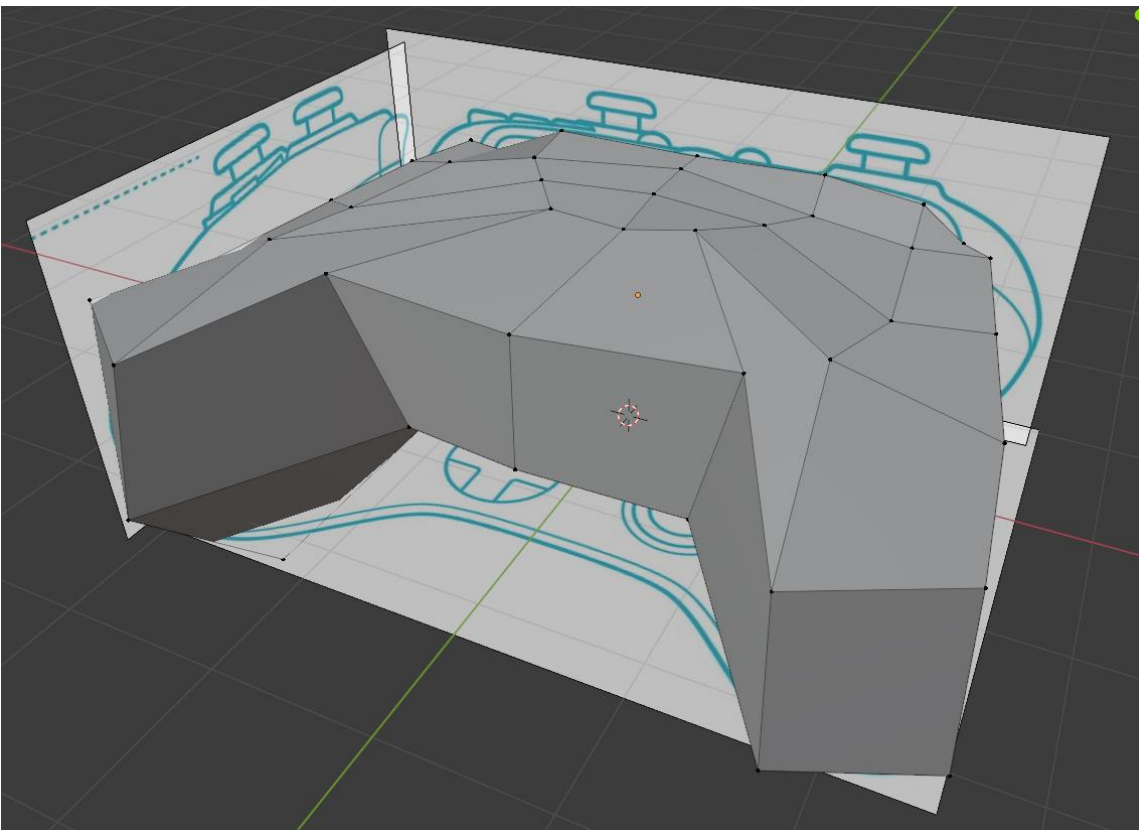
KUVA 3. Referenssikuvat kappaleen ympärillä.

Kuvassa 4 kappaleeseen on lisätty useita leikkauksia ja asetettu yksi muokkain Subdivision. Subdivision jakaa pisteiden välisen janan useampaan ja luo pisteiden välille kaaren. Muokkaimen tasoja muuttamalla saadaan kappaleen pinta pyöristettyä ja tasoitettua. Kuvassa 5 kappaleen subdivision-taso on 0 ja kuvassa 6 taso on 3.

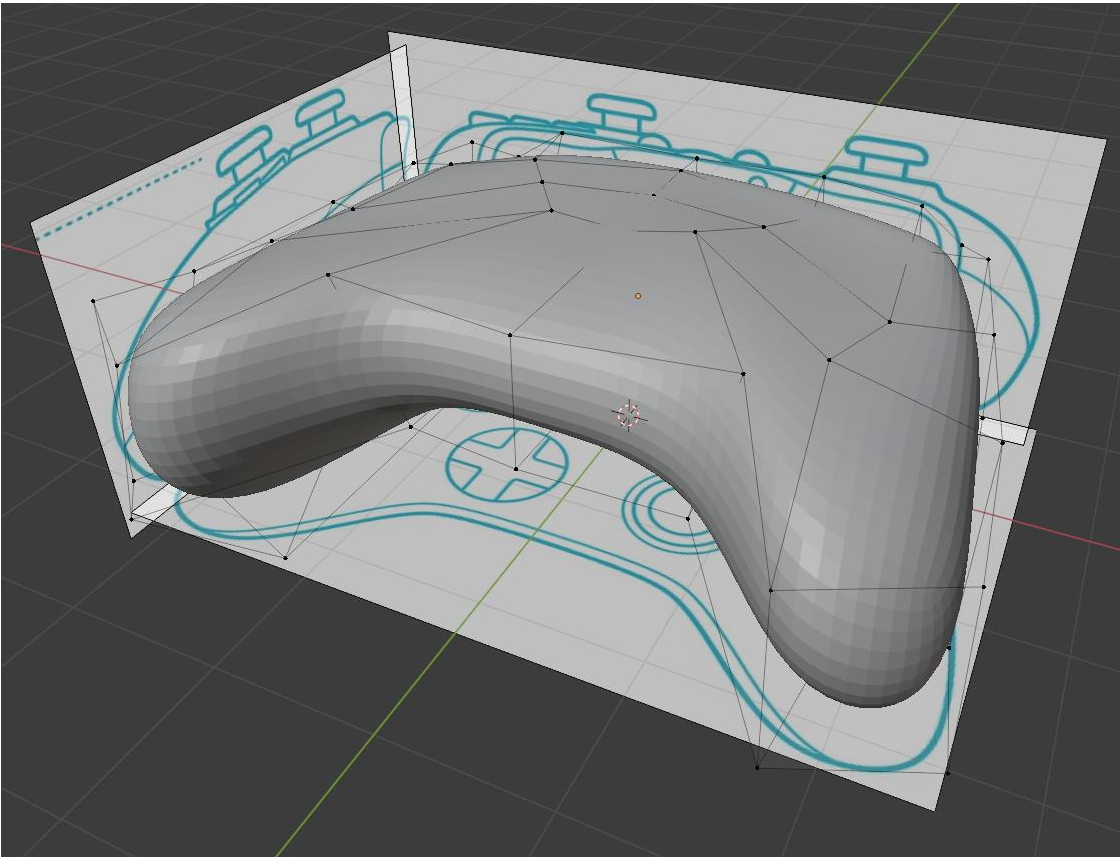




KUVA 4. Muotoiltu verkkorakenne.

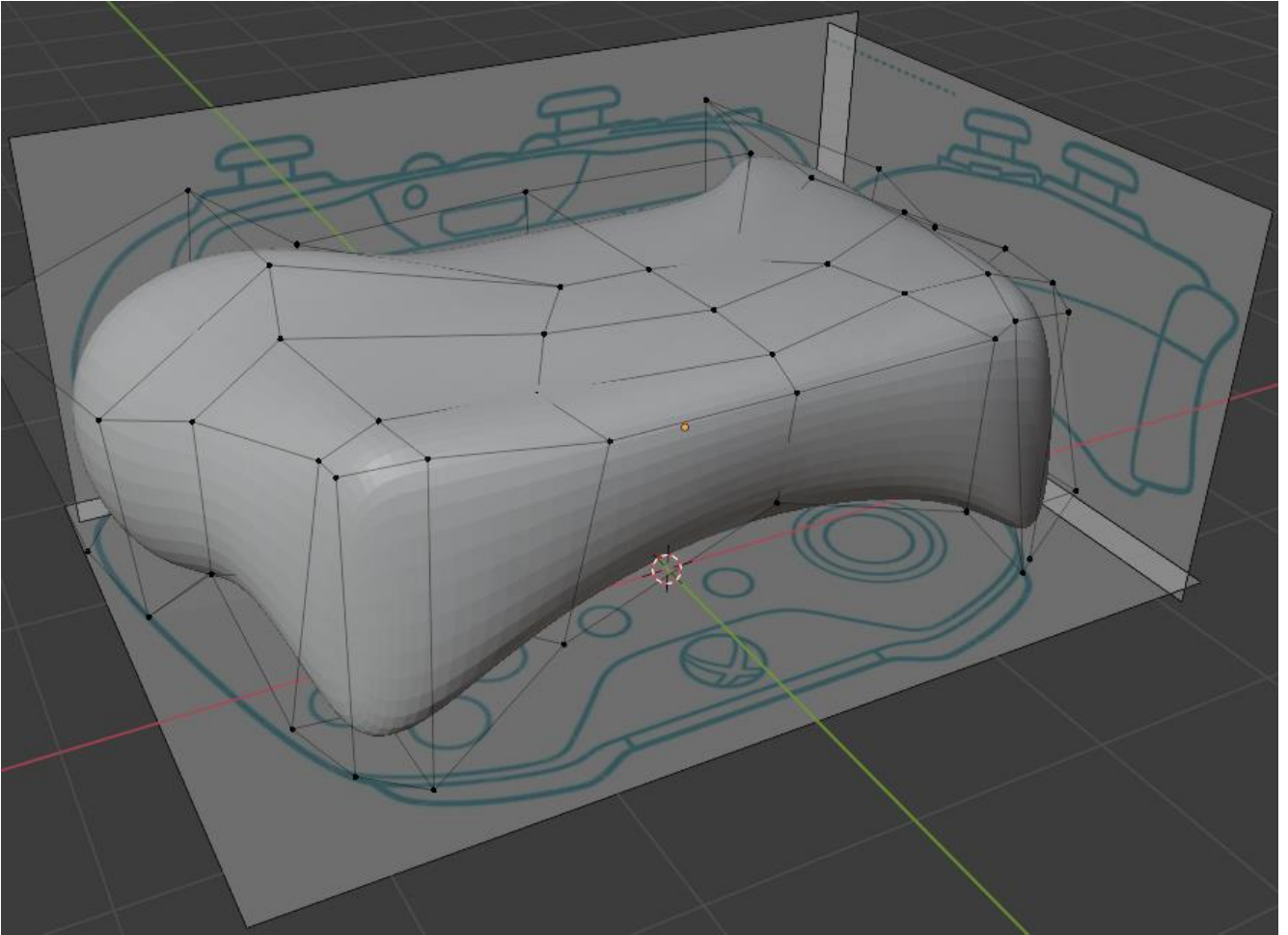


KUVA 5. Subdivision Levels Viewport 0.



KUVA 6. Subdivision Levels Viewport 3.

Vaikka referenssikuvien läpinäkyvyys on säädetty viiteenkymmeneen prosenttiin, on mallin muokkaaminen ja säätö toiselta puolelta lähes mahdotonta. Asiaan vaikuttaa myös se, että ohjelma ei anna valita muokkauspisteitä kuvan läpi, joten halutessa muokata mallia toiselta puolelta, on referenssikuva siirrettävä mallinnuksen toiselle puolelle. Kuvassa 7 yksi referenssikuva on siirretty mallin taakse ja kaikkien kuvien läpinäkyvyys on säädetty arvoon 0.121. Mallia käännellessä voi huomata epäsymmetrisyyksiä ja outoja venymiä kappaleessa, joten välillä olisi hyvä yrittää muokata mallia niin, että se olisi symmetrinen. Symmetrisyyden saavuttamiseksi olisi luultavasti järkevintä käyttää peilausta, jolloin ei tarvitsisi tehdä kuin yksi puoli, joka peilautuu toiselle puolelle, luoden täydellisesti symmetrisen kappaleen.



KUVA 7. Malli edestä.

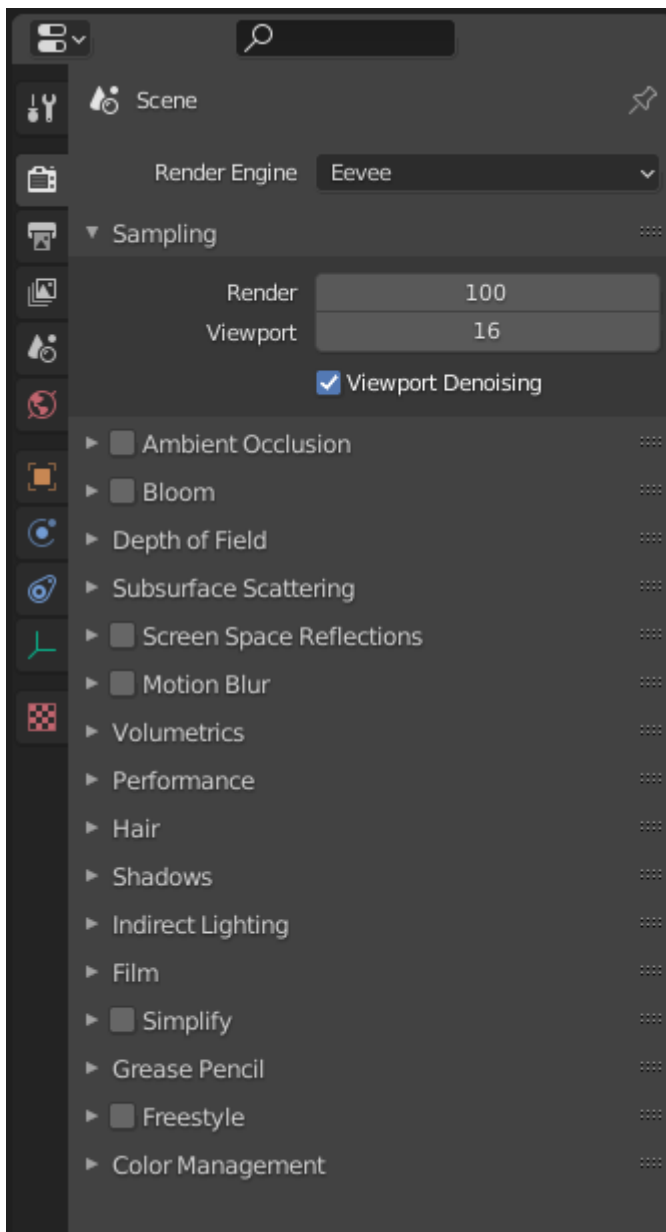
## 6 ANIMOINTI

Kenties yksinkertaisin tapa lisätä animaatio on tehdä eräänlainen kääntöpöytä, jonka teko onnistuu Blenderin Layout-työtilassa. Animaatio aloitetaan lisäämällä haluttuun kohtaan Empty-kappale. Esiasetusena Blender luo uudet kappaleet origoon, joten origon siirtäminen kuvattavan kappaleen keskelle voi tehdä etukäteen, tai siirtää uusi kappale sopivaan kohtaan luonnin jälkeen. Koska tässä mallissa ei ole useita osia ja se on rakennettu origon yläpuolelle, voi uuden Empty-kappaleen siirtää sopivalle korkeudelle luonnin jälkeen painamalla näppäimiä G ja Z peräkkäin. G aloittaa kappaleen tai pisteen siirron ja painamalla Z-näppäintä saadaan kappale liikkumaan pystysuunnassa, eli Z-akselin suuntaisesti.

Aloittaessa uutta projektia, Blender luo työtilaan myös kameran ja valonlähteen. Näitä kumpaakin käyttäjä voi siirtää ja muokata, kuten haluaa ja kääntöpöydän tapauksessa nyt halutaan kamera osoittamaan uuden tyhjän keskelle. Kamera kuvakulmasta katsominen onnistuu valitsemalla oikeasta reunasta Camera View, tai painamalla Numpad 0 -näppäintä. Kameran voi sijoittaa toiseen objektiin valitsemalla ensin kameran ja shift-näppäin pohjassa valitsemalla halutun objektin. Kun molemmat ovat valittuna, painetaan CTRL + P, tai painetaan toisella hiiren näppäimellä objektia ja valitaan Parent > Object.

Koska referenssikuvia ei tässä vaiheessa tarvita, tai haluta nähdä, voi ne piilottaa valitsemalla jokainen kuva ja painamalla H tai valitsemalla kappaleen, jota ei piiloteta ja painamalla SHIFT + H. Kuvassa 2 näkyy työtilan alaosassa animaation aikajana. Aikajanan oikeassa ylänurkassa on animaation alku- ja loppu FRAMEinä, eli kuvina. Aloitus on luonnollisesti ensimmäisessä kuvassa ja koko animaation pituutta voi muuttaa vaihtamalla kuvien määrää. Lyhyen animaation kuvien määrä voi olla sata, kun taas pitkien kohtausten kuvamäärät nousevat kymmeneen-, jopa satoihin tuhansiin.

Lyhyt käänös kappaleelle saadaan aikaan valitsemalla kulma, johon kappaleen halutaan päättyvän animaation lopussa painamalla R ja Z, jolloin kappale pyörii pysty akselinsa ympäri. Valitaan aikajanalta viimeinen Frame, painetaan I, eli Insert keyframe ja valitaan Rotation. Seuraavaksi valitaan aloituskulma, valitaan ensimmäinen Frame ja lisätään samoin uusi rotation keyframe, kuten lopulle. Näin tehtynä animaation alku on kiihtyvä ja loppu hidastuva. Halutessa tasaisella vauhdilla kääntyvä kappale, valitaan kaikki keyframeet painamalla A, jonka jälkeen painetaan aikajanalta hiiren toisella näppäimellä ja valitaan Interpolation Mode > Linear. Lopuksi valmis animaatio täytyy renderöidä. Kuvassa 8 voidaan nähdä työtilan reunasta valittu Render properties, jonka valitsemalla voidaan muuttaa lopullisen renderöinnin moottoria, näytteiden määrää ja erilaisia tehosteita ja muokkaimia.



KUVA 8. Render properties.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli tutkia Blender-ohjelmaa mallintamalla, renderöimällä sekä animoimalla XBOX-peliohjaimen kuva. Tarkoituksena oli myös tutustua Blenderin mahdollisuuksiin ja toimintoihin, sekä tutkia, onko Blenderin käyttöä mahdollista aloittaa ilman aikaisempaa kokemusta 3D-mallinnuksesta. Työ on aloitettu tutustumalla ensin 3D-mallinnuksen historiaan yleisellä tasolla ja myöhemmin Blenderin kehittäjään ja kehitykseen vuosien aikana. Työn aikana on myös tutkittu Blenderin ohjeita, sekä eri lähteistä saatavilla olevia opetusvideoita.

Blenderin kehityksen tarkoituksena oli tuottaa mallinnusohjelma, joka olisi kaikkien saatavilla ilman lisenssimaksuja. Vaikka Blender onkin ilmainen ladata ja käyttää, on siihen saatavilla maksullisia lisäosia, joita ihmiset ovat itse kehittäneet ja luoneet. Kuitenkin kerran ostettu lisäosa on käyttäjän käytävissä ikuisesti.

Ohjelman käytön aloittamisen vaikeus yllätti hieman. Opetusvideoita katsoessa ja niiden mukana tehdessä mallinnus ei tuntunut erityisen vaikealta, mutta oman mallin tuottaminen olikin hankalampaa. Pikakomennot unohtuivat nopeasti, jos oli aikaisemmin vain tehnyt samaa mitä näki ruudulta. Olin jo aikeissa koota oman listan yleisimmistä pikanäppäimistä, mutta löysin valmiin listan videoita katsoessani. Blender osoittautui hyvin monipuoliseksi piirto-, mallinnus- ja animaatio-ohjelmaksi, johon löytyy paljon ohjeita ja lisäosia, sekä yllättävänkin laaja käyttäjäyhteisö, joka kehittää ja tukee Blenderiä omaehtoisesti.

Työhön liittyvän mallin teko jäi kesken henkilökohtaisesta aikataulutuksesta johtuen, mutta työn tarkoitus ja tavoitteet kuitenkin täyttyivät. Osoittautui, että ohjelman käyttö on helpohko aloittaa, mutta tehokas käyttö vaatii paljon harjoittelua ja ohjeiden tutkimista. Videoista oli lopulta kenties eniten hyötyä niiden suuren määrän ja helpon löytymisen ansiosta. Jälkeenpäin ajatellen mallinnuksen aihetta olisi ollut syytä miettiä uudelleen ja valita vaikka jokin helpompi muoto, johon olisi voinut kokeilla Blenderin muitakin ominaisuuksia, kuten UV-muokkausta.

## LÄHTEET

Blender's History. 2020. Blender Documentation Team. Saatavissa: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting\\_started/about/history.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/history.html). Viitattu 2.11.2020.

Blender, made by you. 2019. Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/releases/2-80/>. Viitattu 20.1.2021.

O'Connor, J. J. & Robertson, E. F. 1999. Euclid of Alexandria Saatavissa: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Euclid/>. Viitattu 16.11.2020.

Omondi, D. 2020. Xbox One Controller. Dimensions.com. Saatavissa: <https://www.dimensions.com/element/xbox-one-controller>. Viitattu 24.4.2021.

Power to last. 2020. Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/releases/2-83/>. Viitattu 17.2.2021.

Power Your Pipeline. 2020. Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/releases/2-82/>. Viitattu 8.2.2021.

Price, A. 2021. Blender Guru. Saatavissa: <https://www.youtube.com/channel/UCOKHwx1VCdgnxwbjyb9Iu1g>. Viitattu 28.5.2021.

RepRap. 2020. Saatavissa: <https://reprap.org/wiki/RepRap>. Viitattu 17.11.2020.

Sutherland, I. E. 2003. Sketchpad: A man-machine graphical communication system. Cambridge: University of Cambridge. Computer Laboratory. Number 574. Technical report. Saatavissa: <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-574.pdf>. Viitattu 16.11.2020.

The Freedom To Create. 2020 Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/releases/2-90/>. Viitattu 9.3.2021.

The Good Got Better. 2019. Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://www.blender.org/download/releases/2-81/>. Viitattu 26.1.2021.

UDIMs. 2021. Blender Documentation Team. Saatavissa: <https://docs.blender.org/manual/en/dev/modeling/meshes/uv/workflows/udims.html?highlight=udim>. Viitattu 8.2.2021.

UFO 3D. 2020. HISTORY OF 3D MODELING: FROM EUCLID TO 3D PRINTING. Saatavissa: <https://ufo3d.com/history-of-3d-modeling>. Viitattu 17.11.2020.

Workspaces. 2020. Blender Documentation Team. Saatavissa: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/window\\_system/workspaces.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/window_system/workspaces.html). Viitattu 8.11.2020.

## Dimensions.Guide | Xbox One Controller

