



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Santtu Rinta-Nikkola

# 3D-MALLIN LUONTI PELIMAIL- MAAN

Case Taikasauvan 3D-mallinnus

Liiketalous  
2018

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Santtu Rinta-Nikkola
Opinnäytetyön nimi	3D-mallin luonti pelimaailmaan Case Taikasauvan 3D-mallinnus
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	35 + 1 liitettä
Ohjaaja	Kenneth Norrgård

---

Tässä kehittävässä opinnäytetyössä käsitellään 3D-mallinnuksen itseopiskelua ja valmiin mallin liittämistä pelimaailmaan. Valitsin tämän aiheen, koska 3D-mallinnuksen perusteet kurssi oli minulle vapaanvalintainen ja se ei mahtunut lukujärjestykseeni. Tämän takia päätin tehdä 3D-mallinnuksen itseopiskelusta lopputyön. 3D-mallinnuksen kohteena on The Elder Scrolls-pelisarjasta tuttu Sunna'rah taikasauva.

Työssä käytetään pääasiallisesti 3D-mallinnukseen tarkoitettua Blender-nimistä mallinnusohjelmaa, ja oppiminen tapahtuu suurimmaksi osaksi seuraten Andrew Pricen tekemiä Blenderin opasvideosarjoja. Työssä käytetään myös Adobe Photoshop CC-, Substance Painter-, FO3 Archive Utility-, NifSkope- ja Creation Kit-ohjelmia. Lopussa malli siirretään The Elder Scrolls V: Skyrim peliin.

Työssä tulee vastaan monia erilaisia ongelmakohtia, mutta niistä yksi iso ongelma jää varjostamaan työnkulkua. Lopputuloksena valmistuu työ, jolla voin todistaa osaavani 3D-mallinnuksen perusteet.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

## ABSTRACT

Author	Santtu Rinta-Nikkola
Title	3D-model's creation into game world Case modeling a staff
Year	2018
Language	Finnish
Pages	35 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Kenneth Norrgård

---

This thesis examined self-learning of 3D-modeling and adding the model into a game world. The subject was chosen because the basics of 3D-modeling course was optional in my study program and the course did not fit into my studies, therefore I decided to make the self-learning process into a thesis. The chosen model for the 3D-modeling was a staff called Sunna'rah from The Elder Scrolls game series.

Blender was the main program used for 3D-modeling in this thesis and the process of learning to model mostly happened by following Andrew Price's Blender tutorial series. In this thesis also Adobe Photoshop CC-, Substance Painter-, FO3 Archive Utility-, NifSkope- ja Creation Kit -programs were used. At the end the finished model was transferred into a game called The Elder Scrolls V: Skyrim.

There were many different problem points in this thesis and one of those problems did not become solved, which hindered the working process. The result was a thesis that demonstrates that I now have learned the basics of 3D-modeling.

---

Keywords                      3D-modeling, Blender, Creation Kit, Skyrim

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIO JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO .....	9
2	3D-MALLINNUKSEN PERUSTEET .....	10
	2.1 3D-mallin tyypit ja rakenne .....	11
	2.2 Tekstuurit, UV- ja normaalikartoitus .....	12
3	OHJELMAT .....	14
	3.1 Blender .....	14
	3.2 Adobe Photoshop CC .....	14
	3.3 Substance Painter .....	15
	3.4 FO3 Archive Utility .....	15
	3.5 NifSkope .....	15
	3.6 Creation Kit .....	15
	3.7 The Elder Scrolls V: Skyrim .....	16
4	CASE .....	17
	4.1 Taustatiedot .....	17
	4.2 Käyttöliittymän opettelu .....	18
	4.3 Mallinnusprosessi .....	20
	4.4 Mallin liittäminen pelimaailmaan .....	28
5	YHTEENVETO .....	32
	LÄHTEET .....	34

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuvio 1.</b>	Kuutiossa näkyvät kulmapisteet, sivut ja pinnat. Vieressä suorakulmainen koordinaatisto	10
<b>Kuvio 2.</b>	NURBS:n ja polygoniverkon ero.	11
<b>Kuvio 3.</b>	Kolmiulotteisen kuution levitys kaksiulotteiselle pinnalle.	12
<b>Kuvio 4.</b>	Normaalikartoituksen vaikutus tasaiseen pintaan	13
<b>Kuvio 5.</b>	False Incarnate-pelikortti, jossa esiintyy Sunna'rah taikasauva.	18
<b>Kuvio 6.</b>	Blenderin käyttöliittymä.	19
<b>Kuvio 7.</b>	Sunna'rahin pohjapiirustus.	20
<b>Kuvio 8.</b>	Sunna'rahin tuppi.	21
<b>Kuvio 9.</b>	Varren yläpuolella oleva koristeellinen osa.	22
<b>Kuvio 10.</b>	<i>Subdivision Surface</i> muuntimen käyttö esimerkki.	23
<b>Kuvio 11.</b>	Sunna'rahin kärki.	24
<b>Kuvio 12.</b>	Sauvan varren kuviointi, sylinteri ja niitit.	25
<b>Kuvio 13.</b>	Kärjen alapuolella olevat kuvioinnit värjättyinä valkoisiksi kuvankaappausta varten.	26
<b>Kuvio 14.</b>	Näkymä kuution UV-kartoituksesta, jossa yhtä kulmaa on venytetty.	27
<b>Kuvio 15.</b>	FO3 Archive Utility ja Staff of Magnus NIF tiedostot.	28

- Kuvio 16.** NifSkopen käyttöliittymä ja avattu staffofmagnus.nif tiedosto. 30
- Kuvio 17.** Creation Kitin käyttöliittymä ja muokatut Sunna'rahin arvot. 31

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Kuva renderöidystä taikasauvasta ja kuva pelin sisällä.

**MÄÄRITELMÄT JA LYHENTEET**

3D	Kolmiulotteinen.
2D	Kaksiulotteinen.
Pikseli	Digitaalisen kuvainformaation pienin mittayksikkö.
Vokseli	Pikselin kolmiulotteinen vastine.
Tekseli	Tekstuurin kuvapiste.
Verteksi	Kulmapiste, josta 3D geometria muodostuu.
NetImmerse File	Tiedosto, joka sisältää malleja ja niihin liittyviä tiedostoja (NIF). NIF-tiedostoja käyttää Gamebryo LighSpeed-pelinkehitysohjelma.
DirectDraw Surface	Microsoft formaatti, jossa säilytetään tekstuureja ja kuutiokarttoja (DDS).
UV-kartoitus	Määrittelee 3D-mallin pinta-alueet, joiden sisään 2D-tekstuuri asettuu.
Normaalikartoitus	Tekniikka, jolla lisätään malliin lisää yksityiskohtia ja kaarevuutta ilman suurta polygonien määrän lisäämistä.
Wavefront OBJ	Tekstipohjainen tiedosto, joka sisältää 3D-geometriaa.
Subdivision Surface	Pinnan alijako. 3D-mallin pinnat jaetaan pienempiin alueisiin, jolloin mallin pinnat sileytyvät.
BSA	Kompressoitu arkistotiedosto. BSA on lyhennetty Bethesda Software Archivesta.



## 1 JOHDANTO

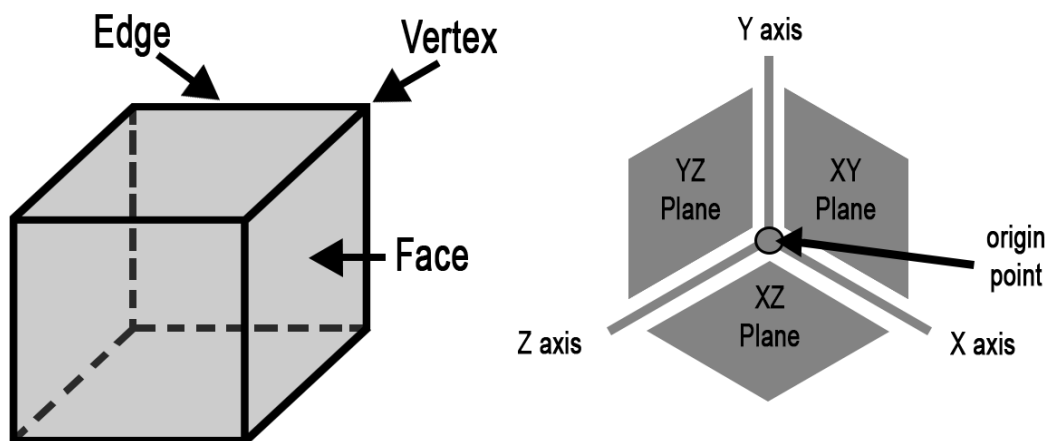
Tässä kehittävässä opinnäytetyössä käsitellään 3D-mallinnuksen itseopiskelua ja valmiin mallin siirtämistä pelimaailmaan. Työn tarkoituksena on oppia 3D-mallinnuksen perusteet käyttämällä ilmaista 3D-grafiikan mallinnusohjelmaa nimeltä Blender.

3D-mallinnuksen opettelu alkaa teorialla, jonka jälkeen siirrytään Blender-ohjelman käyttöliittymän ja pikanäppäinten opetteluun. Tavoitteena on tehdä 3D-malli kerran hyvin karkeasti ja nopeasti, välittämättä siitä minkälainen lopputulos on. Tämän jälkeen on tarvittava kokemus ohjelman perusteista ja siitä, kuinka lähteä itse työtä tekemään. Valitun aiheen malli on kuitenkin hankalempi kuin kannattaisi ensimmäisenä työnä lähteä mallintamaan. Mallin valmistumisen jälkeen, mallille tehdään UV-kartoitus, normaalit ja tekstuurit. Lopuksi malli siirretään The Elder Scrolls V: Skyrim-peliin käyttämällä FO3 Archive Utility-, NifSkope- ja Creation Kit-ohjelmia. Teoriaosuudessa kerrotaan edellä mainituista ohjelmista sekä avataan 3D-mallinnuksen peruskäsitteitä.

3D-mallinnuksen kohteena on The Elder Scrolls: Legends- ja The Elder Scrolls: Online-peleistä tuttu taikasauva Sunna'rah. Valitsin mallinnuksen aiheeksi Sunna'rahin, koska sauvassa on paljon erilaisia tekniikkoja vaativia muotoja. Sauva on myös melko yksinkertainen, jotta työn lopputulos on kuitenkin mahdollista toteuttaa ajoissa korkeammalla laadulla.

## 2 3D-MALLINNUKSEN PERUSTEET

3D-mallit ovat matemaattisia esityksiä jostakin kolmiulotteisesta asiasta, kuten esimerkiksi yksinkertainen kuutio. 3D-mallilla on kulmapisteitä eli verteksejä (vertex), joiden välille muodostuu sivuja (edge) ja sivujen välille muodostuu pintoja (face). (Kuvio 1.)

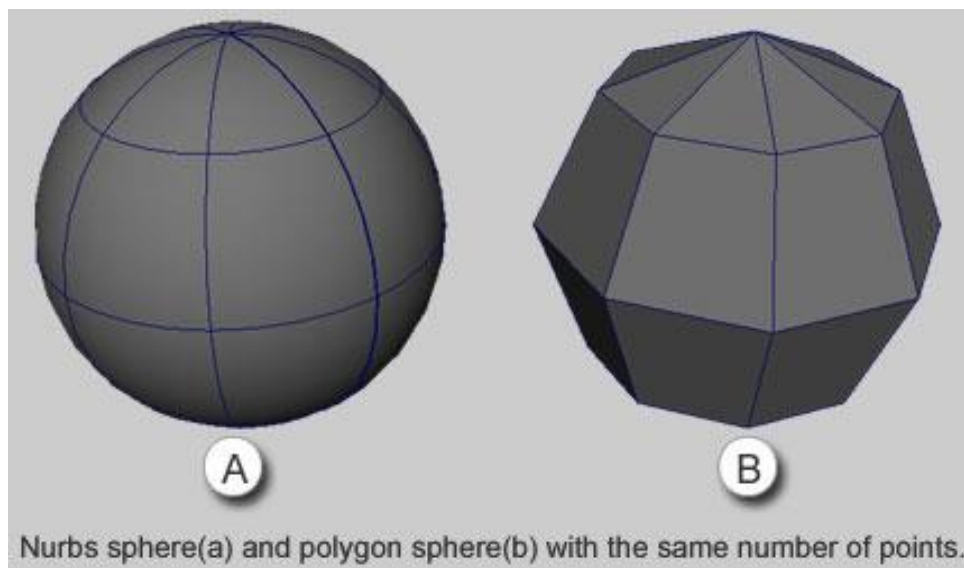


**Kuvio 1.** Kuutiossa näkyvät kulmapisteet, sivut ja pinnat. Vieressä suorakulmainen koordinaatisto

3D-mallin kulmapisteet sijaitsevat suorakulmaisessa koordinaatistossa; x-, y- ja z-akseleilla. (Kuvio 1.) Suorakulmaisen koordinaatiston nollapistettä, jossa kaikki koordinaattiakselit leikkaavat toisensa ja joiden arvo on nolla (0,0,0) kutsutaan nimellä origo (origin point). Kaikki 3D-avaruuden sisältävät tiedostot keskittyvät tämän nollapisteen ympärille. (Autodesk 2018).

## 2.1 3D-mallin tyypit ja rakenne

Pelialalla käytetään kahta erilaista 3D-mallinnuksen tyyppiä; NURBS-, (non-uniform rational basis spline) tai polygonimallia (polygon mesh). Näistä kahdesta mallinnuksen tyypistä yleisempi on polygonimalli. (Slick 2018a)



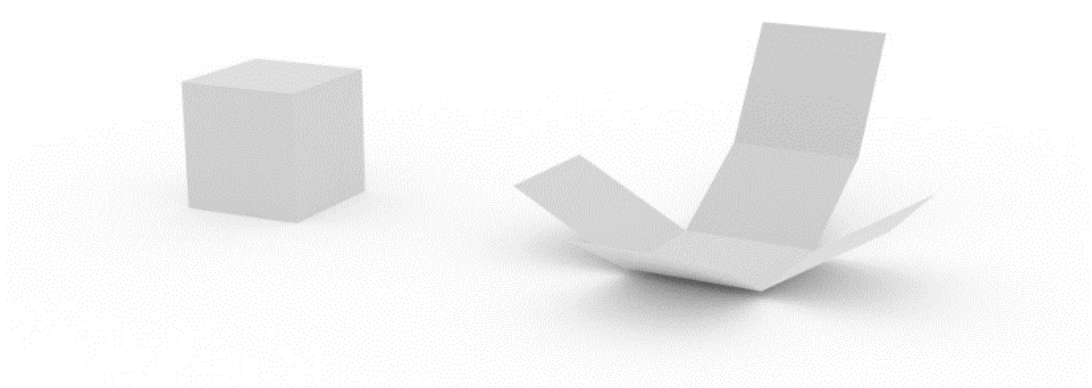
**Kuvio 2.** NURBS:n ja polygoniverkon ero (Calpoly 2018).

NURBS-mallinnus aloitetaan asettamalla pisteitä koordinaatistoon, joiden välille muodostuu käyrä. Käyrää pystyy säätämään liikuttamalla mallin pisteitä z-, y- ja z-akseleilla. NURBS-käyrän etuna on resoluutiovapaus, joten sen kokoa voidaan muuttaa mallin laadusta tinkimättä. NURBS-käyrä on yksiulotteinen rakenne, ja sen pinta on kaksiulotteinen. Kolmiulotteisen NURBS-mallin tekoa varten pitää käyrien välille luoda paikkauksia, joiden avulla käyrät liitetään toisiinsa luoden kolmiulotteisen muodon. Joissakin tapauksissa nämä paikkaukset eivät sovi toisiinsa täydellisesti, jolloin malliin ilmestyy saumoja. NURBS-mallinnus on polygoniverkkoa tarkempi mallinnustyyppi, joten sitä käytetään eniten autoteollisuudessa ja tekniikan alalla. (Slick 2018b)

Polygonimallissa, kuten NURBS-mallissa, on pisteitä koordinaatistossa. Näitä pisteitä kutsutaan kulmapisteiksi. Nämä kulmapisteet muodostavat polygonin kärjen, eli verteksin (vertex). Kulmapisteiden välille muodostuvia linjoja kutsutaan sivuiksi (edge). Sivujen ja kärkien muodostaman kuvion sisään jäävää aluetta kutsutaan pinnaksi (face). Yhdessä nämä muodostavat polygonin, jossa on vähintään kolme kulmaa. Blender-mallinnusohjelmassa käytetään polygoneja, joissa on neljä kulmaa (quads). Useamman polygonin yhdistelmää kutsutaan polygoniverkoksi. Mallin tarkkuus määrittyy polygonien määrän mukaan. Mitä enemmän mallissa on polygoneja, sen enemmän se vaatii tietokoneelta prosessointitehoa. (Slick 2018a)

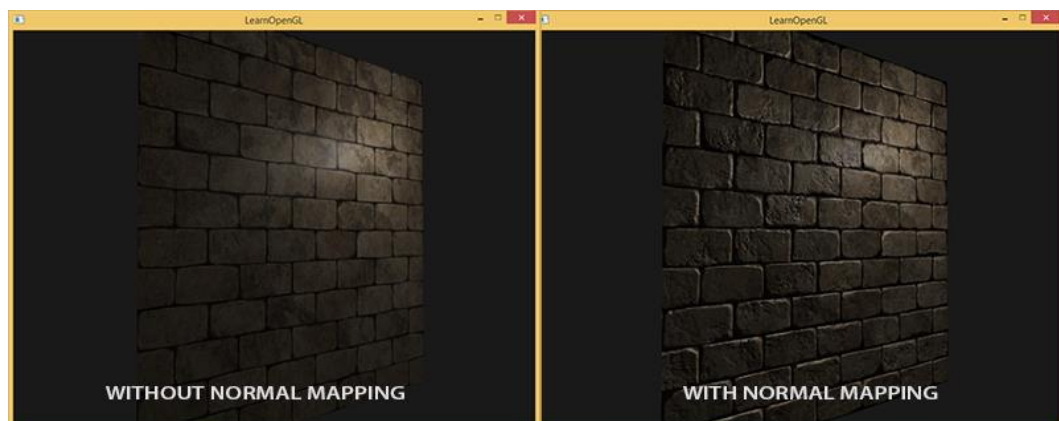
## 2.2 Tekstuurit, UV- ja normaalikartoitus

3D-mallin valmistumisen jälkeen on mallille tehtävä UV-kartoitus tekstuureja varten. UV-kartoittamisen avulla pystytään purkamaan 3D-malli määrättyistä saumakohdista ja levittämään se tasaisesti kaksiulotteiselle pinnalle. (Slick. 2018c)



**Kuvio 3.** Kolmiulotteisen kuution levitys kaksiulotteiselle pinnalle (Chocofur 2018).

Normaalikartoituksen tarkoitus on lisätä paljon yksityiskohtia mallin pinnalle lisäämättä polygonien määrää. Kuvion 4 vasemmalla puolella on kaksiulotteinen pinta, jossa on tiiliseinätekstuuri. Oikealla puolella on sama tekstuuri, mutta siihen on lisätty normaalikartoitus, jolla saadaan luotua kolmiulotteisen näköinen seinä. 3D-mallia tehdessä voisi tiiliseinään mallintaa jokainen tiili erikseen, jolloin saataisiin luotua luonnollisen näköinen tiiliseinä. Tiilien erikseen mallintaminen ei kuitenkaan ole kovin hyvä ajatus, koska se lisää mallin polygonien määrää, joka taas vaatii enemmän tietokoneen prosessointitehoa. Samanlaisen seinämän pystyy luomaan normaalikartoittamalla kaksiulotteisen pinnan. (LearnOpenGL 2018)



**Kuvio 4.** Normaalikartoituksen vaikutus tasaiseen pintaan (LearnOpenGL 2018).

### 3 OHJELMAT

Tässä luvussa esitellään taustatietoa työssä käytetyistä ohjelmista ja niiden käyttö-tarkoituksista.

#### 3.1 Blender

Blender on avoimeen lähdekoodiin perustuva kolmiulotteisen grafiikan mallin-usohjelma. Blenderiä voi käyttäjä käyttää mihinkä tahansa tarkoitukseen il-maiseksi. Blenderillä pystyy mallintamaan 3D-objekteja, tehdä animaatiota ja luomaan videoita. Kokeneemmat käyttäjät pystyvät tekemään Blenderin ohjel-mointirajapinnalla Python-kielellä olevaa koodia. Käyttäjät pystyvät muokkaa-maan Blenderiä ja tekemään erikoistuneita työkaluja ohjelmaan. Nämä käyttäjien tekemät muokkaukset ja työkalut saattavat myöhemmin liittyä osaksi Blenderin virallisiin versiojulkaisuihin. Blender on järjestelmäriippumaton ohjelma ja se toimii yhtä hyvin Linux-, Windows- ja Macintosh-käyttöjärjestelmillä. Blenderin käyttöliittymä käyttää OpenGL-ohjelmointirajapintaa, jolla se voi tarjota yhtenäi-sen käyttökokemuksen. Blenderiä ylläpitää yleishyödyllinen yhteisö, Blender Foundation. (Blender Foundation 2018a)

#### 3.2 Adobe Photoshop CC

Adobe Photoshop Creative Cloud (CC) on Adobe Systemsin kehittämä kuvankä-sittelyohjelma. Photoshopin ensimmäinen julkaisu oli vuonna 1990. (Paananen 2012)

Kirjalähteenä käytetty Paanasen Photoshop CS6 kuvankäsittelyn julkaisun aikaan Photoshopin uusin versio oli nimeltään Creative Suite 6 (CS6). CS6 oli viimeinen versio Photoshopista, ennen kuin Adobe Systems vaihtoi ohjelman *Software as a Service* (SaaS) -vuokrausmalliin. SaaS-vuokrausmalliin siirtyminen kohtasi paljon vastustusta asiakkailta. Monia erilaisia adresseja ilmestyi internettiin, jossa asiak-kaat vastustivat pakollista ohjelman tilausta. (Diallo 2013.)

### **3.3 Substance Painter**

Substance Painter on Allegorithmic-ohjelmistoyrityksen vuonna 2014 julkaisema 3D-maalausohjelma, jolla käyttäjä pystyy teksturoimaan ja renderöimään 3D-malleja. Substance Painterista on nopeasti tullut standardityökalu monille eri studioille 3D-mallien teksturoimiseen. (Allegorithmic 2018a) Merkittävänä esimerkkinä ohjelman käytöstä 3D-mallien teksturoimiseen on esimerkiksi Solo: A Star Wars Story-elokuva. (Allegorithmic 2018c)

### **3.4 FO3 Archive Utility**

FO3 (Fallout 3) Archive Utility on ScriptorRon-nimimerkillä esiintyvän henkilön luoma ohjelma BSA-tiedostojen purkamiseen. Ohjelma oli alun perin tarkoitettu Bethesda Softworksin tekemän Fallout 3 BSA-tiedostojen purkamiseen. Sama ohjelma toimii myös Bethesdan myöhemminkin julkaisemissa peleissä, kuten työssä käytetty The Elder Scrolls V: Skyrim. Ohjelman voi ladata ilmaiseksi NexusMods-sivustolta. (NexusMods 2008)

BSA on Bethesda Softworksin luoma kompressoitu arkistotiedostotyyppi The Elder Scrolls- ja Fallout-pelisarjoja varten. BSA-tiedosto voi pitää sisällensä ääniä, karttoja, animaatiota, tekstuureja ja malleja. (Fisher 2018)

### **3.5 NifSkope**

NifTools on avoimen lähdekoodin projekti, jonka päämääränä on luoda työkaluja mallinnukseen ja koodaamiseen. NifSkope on yksi NifToolsin työkaluista. NifSkope-ohjelmalla voidaan avata NIF-tiedostoja (NetImmerse File), katsella niiden sisältöä ja muokata niitä. NifSkopessa on 3D-näkymä, jossa käyttäjä näkee reaaliajassa muutokset tiedoston sisältöön. (NifTools 2018b)

### **3.6 Creation Kit**

Creation Kit on Bethesda Game Studiosin luoma ja Bethesda Softworksin julkaisema työkalu pelitiedostojen muokkaamista varten. Creation Kit on ilmainen kai-

kille käyttäjille, jotka omistavat Bethesda Softworksin julkaiseman pelin joko Fallout- tai The Elder Scrolls-pelisarjoista. Creation Kitin pystyy lataamaan joko Steam-nimisestä digitaalisesta latauspalvelusta tai Bethesda Softworksin julkaisemasta Bethesda.net-pelilaukaisimesta. Creation Kitillä pystyy muokkaamaan pelejä, jotka käyttävät Creation Engine-pelimoottoria. (Bethesda Softworks 2018a)

### **3.7 The Elder Scrolls V: Skyrim**

Skyrim on Bethesda Game Studiosin luoma ja Bethesda Softworksin julkaisema toimintaroolipeli. Peli on julkaistu virallisesti Microsoft Windowsille, Playstation 3:lle ja 4:lle, Xbox 360:lle ja One:lle, ja Nintendo Switchille. Peli julkaistiin alun perin vuonna 2011 ja vuonna 2016 pelistä julkaistiin parannettu versio; The Elder Scrolls V: Skyrim – Special Edition. Peli käyttää Creation Engine-pelimoottoria ja muokattua Havok Physics-fysiikkamoottoria. Peliin on virallisesti julkaistu kolme lisäsisältöpakkausta; Hearthfire, Dawnguard ja Dragonborn. (Bethesda Softworks 2018b)



## 4 CASE

Tässä luvussa esitellään työn valinta, mallinnuksen itseopiskelu, ja mallin liittämisen pelimaailmaan.

### 4.1 Taustatiedot

Valitsin työn aiheeksi 3D-mallinnuksen itseopiskelun, koska 3D-mallinnuksen perusteet-kurssi oli minulle vapaavalintainen ja minun lukujärjestykseni ei mahdunut sitä kurssia sovittamaan. Päätin tehdä lopputyön 3D-mallinnuksen itseopiskelusta. Työn tavoitteena oli oppia 3D-mallinnus ja nähdä olisiko mallinnus ollut minun alaani enemmän kuin tietokannat. Halusin myös nähdä, olisiko peliala minua kiinnostava kohde, joten lisäsin mallinnukseen mukaan myös mallin pelimaailmaan liiton. Näin pystyisin näkemään, kuinka pelimaailman objektit saavat omat arvonsa.

Työhön valittu peli on Bethesda Softworksin julkaisema The Elder Scrolls V: Skyrim. Valitsin kyseisen pelin, koska minulla on monen vuoden kokemus modifikaatioiden lataamisesta ja asentamisesta peliin. Olen myös lukenut paljon hyvää palautetta siitä, kuinka peli on todella modifikaatioystävällinen alusta. Peliin löytyy paljon erilaisia ohjevideoita ja kirjoituksia internetissä.

Mallinnuksen kohteeksi valitsin The Elder Scrolls: Legends- ja -Online-peleistä tutun Sunna'rah taikasauvan. Kyseinen sauva ei ole esiintynyt pelisarjan pääpeleissä, joten siitä ei ole tehty helposti saatavilla olevaa 3D-mallia. Sauva on melko yksinkertaisen näköinen esine, mutta siinä on paljon erilaisia kohtia, jotka vaativat erilaisten mallinnustekniikoiden opettelun. Tämä tukee minun itseopiskeluani hyvin. (Kuvio 5.)



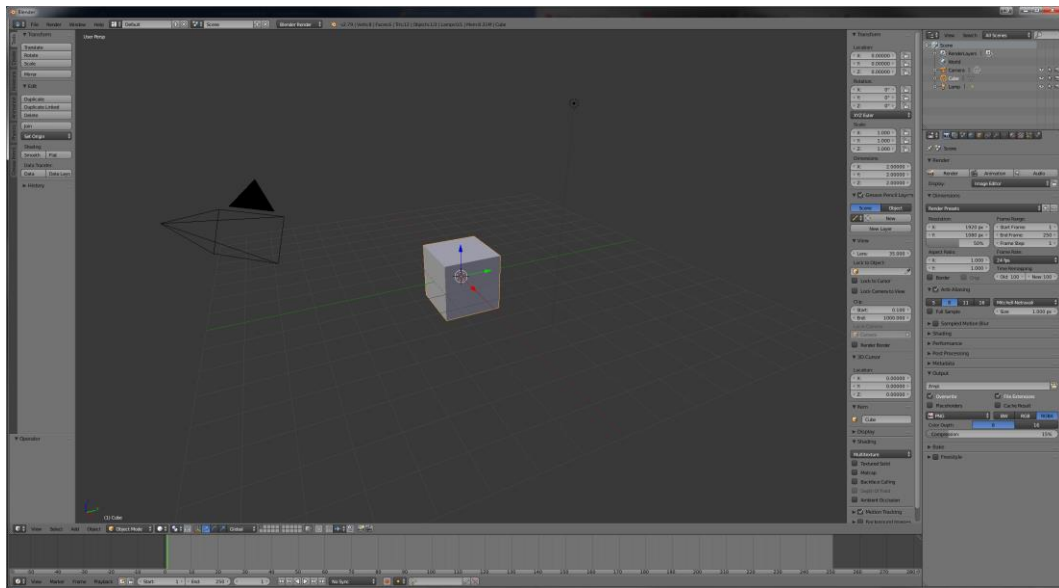
**Kuvio 5.** False Incarnate-pelikortti, jossa esiintyy Sunna'rah taikasauva. (Legends Decks 2018.)

Blender-mallinnusohjelma valittiin työhön, koska se on ilmainen mallinnusohjelma ladattavaksi kotikäyttöä varten. Blenderiin löytyy myös paljon hyviä videooppaita YouTubesta, joita käytin paljon apuna työtä tehdessä.

## 4.2 Käyttöliittymän opettelu

Lähdin opettelemaan Blenderin perusteita seuraamalla Andrew Pricen tekemää, Blender Guru-yrityksen alla olevaa videosarjaa nimeltä "Blender Beginner Tutorial Series." Melko nopeasti sarjaa seuraten kävi ilmi, että suurin oppimiskäyrä Blenderin käyttöliittymästä tulee pikanäppäinten opettelussa. Pikanäppäimet avaavat piilossa olevia valintaikkunoita. Price ehdotti ensimmäisessä videossa vaihtamaan Blenderin hiiripainikkeiden toimintaa päinvastaiseksi. Blenderissä

oikea hiirennäppäin valitsee kohteen, joka on monille, minut mukaan lukien, outo valinta näppäimelle. Esimerkiksi Microsoft Windowsilla valinta tapahtuu vasemmallalla hiiren näppäimellä, ja oikea antaa yleensä valintaikkunan tai jonkin erikoistoiminnon.



**Kuvio 6.** Blenderin käyttöliittymä.

Blenderin käyttöliittymästä löytyy valikot esimerkiksi erilaisten muotojen lisäämiseen. Kun pikanäppäimet alkavat olla käyttäjällä hallussa, on valikoiden selaaminen turhaa ja aikaa kuluttavaa. Esimerkkinä valikoista on esimerkiksi kuution lisääminen. Kun käyttäjä painaa *SHIFT* + *A*-pikanäppäinyhdistelmää, lisäysvalikko ilmestyy käyttäjän hiiren osoittimen kohdalle. Valikosta käyttäjä valitsee *mesh* ja sieltä *cube*, jolloin kuutio ilmestyy muokattavaksi. Jos käyttäjä ei tietäisi pikanäppäinyhdistelmää, täytyy käyttäjän liikuttaa hiiri vasempaan laitaan ja sieltä valita *Create* ja *Add Primitiven* alta painaa *Cube*. Molemmat menetelmät ovat nopeita, mutta pikanäppäinten opittua muotojen lisääminen tapahtuu jo lihaskuistista.

### 4.3 Mallinnusprosessi

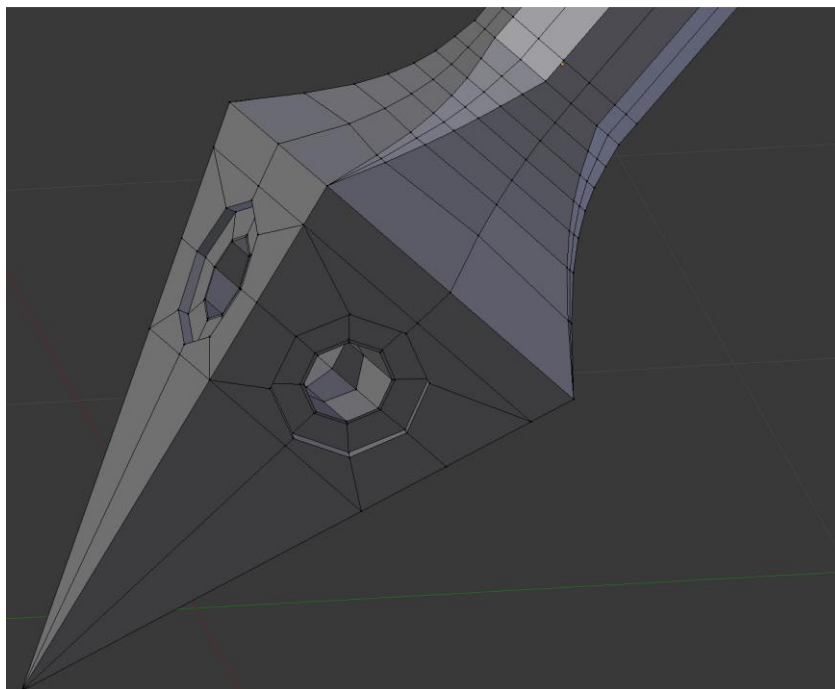
Päätin aloittaa mallinnuksen opettelu tekemällä Sunna’rahin aluksi nopeasti seuraten Andrew Pricen ”Intermediate Blender Tutorial Series”-videosoittolistaa. Tämän ensimmäisen mallin tarkoitus oli opettaa minulle pikanäppäinten käyttö ja valmistaa minut ongelmakohtia varten. Toisella kerralla teen mallin huolellisemmin käyttämällä oppimiani uusia tekniikkoja. Jotta voisin aloittaa mallinnuksen, oli minun ensin tehtävä 2D-malli sauvasta, jota voin käyttää ohjeena 3D-mallin luomiseen. Pohjapiirustuksen loin käyttämällä Adobe Photoshop CC, ja katsomalla mallia The Elder Scrolls: Online-pelistä. (Kuvio 7.)



**Kuvio 7.** Sunna’rahin pohjapiirustus.

Päätin aloittaa sauvan mallinnuksen sauvan tupesta. Sauvan tupen kärki on pyramidin muotoinen kappale, jonka varren puoleinen osuus liittyy sauvan kahdeksankulmion muotoiseen varteen. Pyramidin muodon luominen oli helppo, ja sen jälkeen piti pyramidin sivut saada kaareutumaan. Aluksi muotoon piti tehdä luuppileikkauksia. Luuppileikkauksien pikanäppäin on *CTRL + R* ja leikkauksien jälkeen hiiren rullalla pystyy lisäämään leikkauksien määrää. Kun muodossa on haluttu määrä leikkauksia, on aika aloittaa kaareutuvuuden teko. Painamalla pikanäppäintä *O* käynnistyy verrannollinen muokkaustila, jonka jälkeen valitaan yksi luuppileikkauksista. Tämän jälkeen painetaan pikanäppäintä *S*, joka skaalaa mallia. Verrannollisessa muokkaustilassa tämä skaalaus luo muodon sivuihin halutun kaaren. Tämän jälkeen tuppia piti liittää sauvan varteeseen, joka oli ensimmäinen ongelmakohta. Harjoittelumallissa sauvan varsi liittyi tuppeen vain painamalla varsi tupen sisään. Tämä menetelmä toimi, mutta kulmien kaari kohdat eivät menneet sulavasti yhteen. Lopullista mallia tehdessä ratkaisin ongelman aloittamalla mallintamisen sauvan varresta. Pystyin muokkaamaan sauvan kahdeksan-

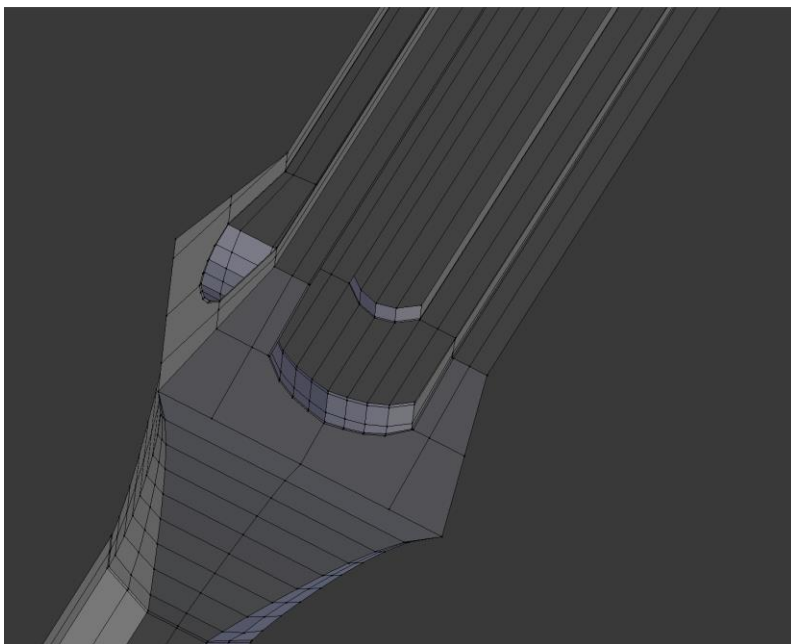
kulmiomuodosta neliön, eli valitsin monimutkaisemman muodon ja pelkistin siitä neliön. Tämän neliön sitten muunsin pyramidimuotoon, jolloin tupesta tuli haluamani näköinen.



**Kuvio 8.** Sunna'rahin tuppi.

Tuppi muodon valmistuttua, oli aika oppia reikien teko malliin. Reiän teko oli yllättävän monimutkainen asia aluksi, koska reiän luomiseen on internetissä todella monta erilaista ohjetta. Testailin useita eri tekniikoita, mutta lopulta päädyin *Boolean*-muuntimen käyttöön. *Boolean*-muuntimessa valitaan objekti, joka leikkaa toisen objektin saaden aikaan reiän malliin. Tein kaksi kahdeksankulmion muotoista objektia, jotka laitoin lävistämään tupen. Tämän jälkeen lisäsin tuppeen *Boolean* muuntimen. Sitten poistin kahdeksankulmio-objektit ja tuppeen jäi näin ollen kahdeksankulmiosten tekemät reiät. Tämä uusi reikä pitää sitten liittää kulmapisteillä, sivuilla ja pinnoilla tuppeen, jotta *Subdivision Surface*-muunnin toimi halutulla tavalla. Lisää muuntimesta myöhemmin. (Kuvio 8.)

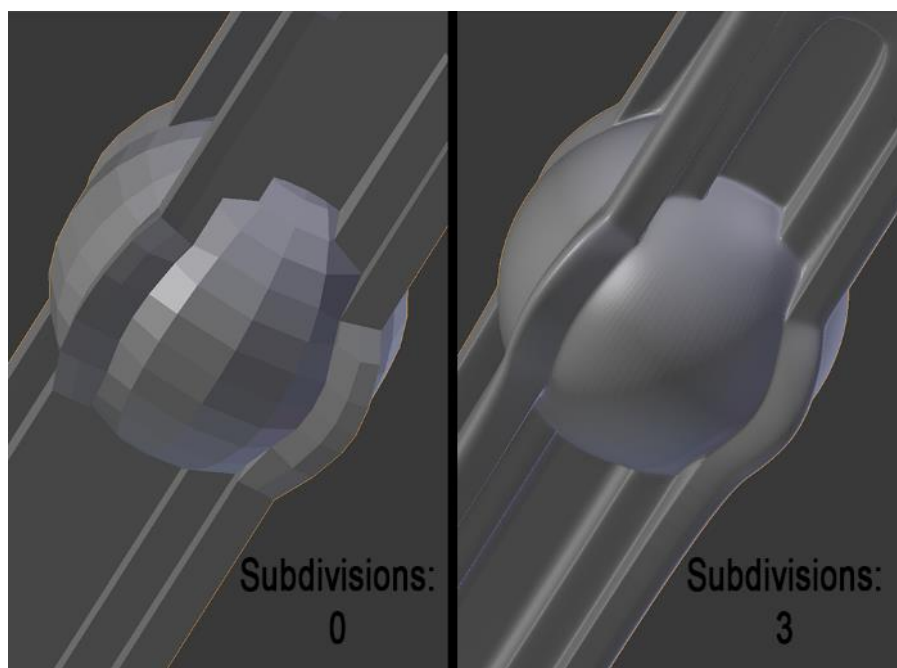
Seuraavaksi pidensin sauvan vartta, kunnes seuraava tupen kaltainen muoto tuli vastaan 2D-mallissa. Sauvan varressa olevat koristeet ja ulokkeet jätin myöhemmälle vaiheelle. Siirryin sauvan päätykohdan alapuolella olevan osan pariin. Tämä osa alkoi samalla lailla kuin tuppikin, eli varresta muutetaan yksinkertaisempi muoto. Tästä muodosta lähti suorakulman muotoinen varsi eteenpäin, josta sitten painoin osia alaspäin luoden syvennyksiä, johon myöhemmin lisätyt koristeet menevät. (Kuvio 9.)



**Kuvio 9.** Varren yläpuolella oleva koristeellinen osa.

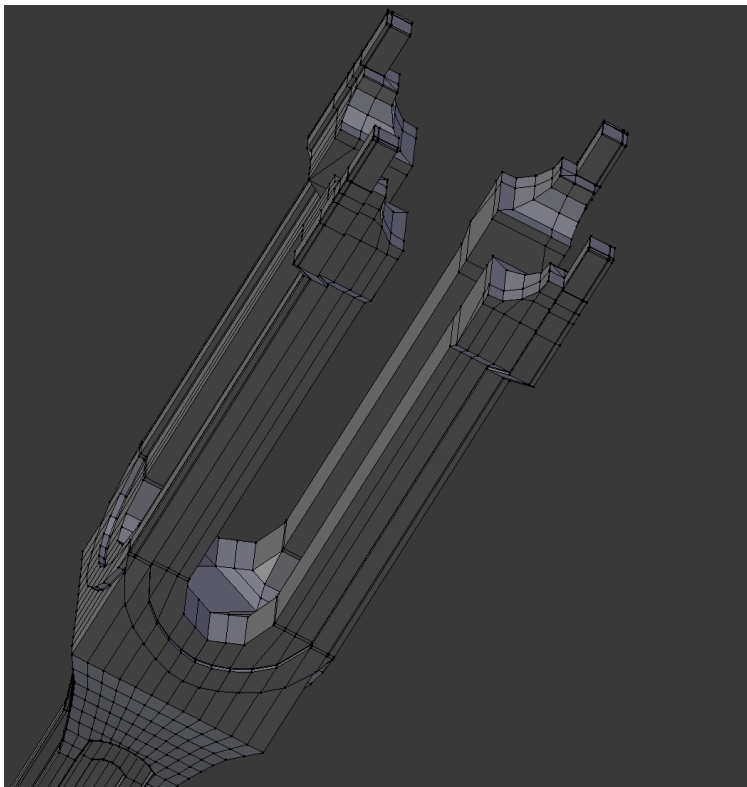
Koristeelliseen varsiosaan kuuluu pallo, joka aiheutti minulle paljon ongelmia. Jäljestäpäin katsottuna olisi ollut helpompaa tehdä pallosta oma palansa, eikä liittää sitä osaksi sauvaa. *Subdivision Surface*-muunnin lisää pienempiä polygoneja jo olemassa olevien polygonien sisään tehden mallista sileämmän ja tarkemman. Polygonien määrän lisääminen tulee maksamaan suuremman suorituskyvyn vaatimuksen. *Subdivision Surface*-muuntimen käyttö oli työssä yksi eniten hankaluuksia aiheuttava asia, ja tässä vaiheessa se oli todella vaikea asia ratkaista. Kos-

ka pallossa on monta kulmapistettä, on sen liittäminen melko yksinkertaiseen sauvan muotoon hankalaa. Pallon kulmapisteet ovat saatava liitettyä sauvan kulmapisteisiin. Tämä kulmapisteiden liittäminen on tärkeää, koska jos kulmapisteet eivät ole liitettynä, tai ovat huonosti liitettynä osaksi koko mallia, voi *Subdivision Surface*-muunnin muuttaa työn sileyttä huonosti. Tämä aiheuttaa kamalan näköisiä pintasotkuja. (Kuvio 10.)



**Kuvio 10.** *Subdivision Surface* muuntimen käyttö esimerkki.

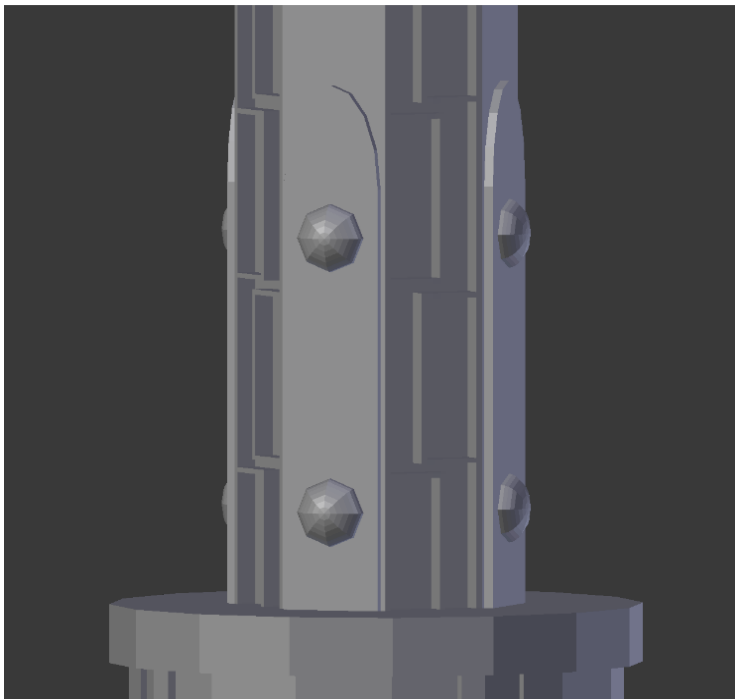
Koristeellisen varsiosan jälkeen siirryin sauvan kärjen tekoon. Sauvan kärjessä käytin paljon *Boolean*-muunninta kuvioiden leikkaamiseen. Kärki itsessään ei ollut kovin hankala mallintaa, mutta muotojen paljous aiheutti ongelmia hahmottaa miten kärkeä kannattaisi lähteä mallintamaan



**Kuvio 11.** Sunna'rahin kärki.

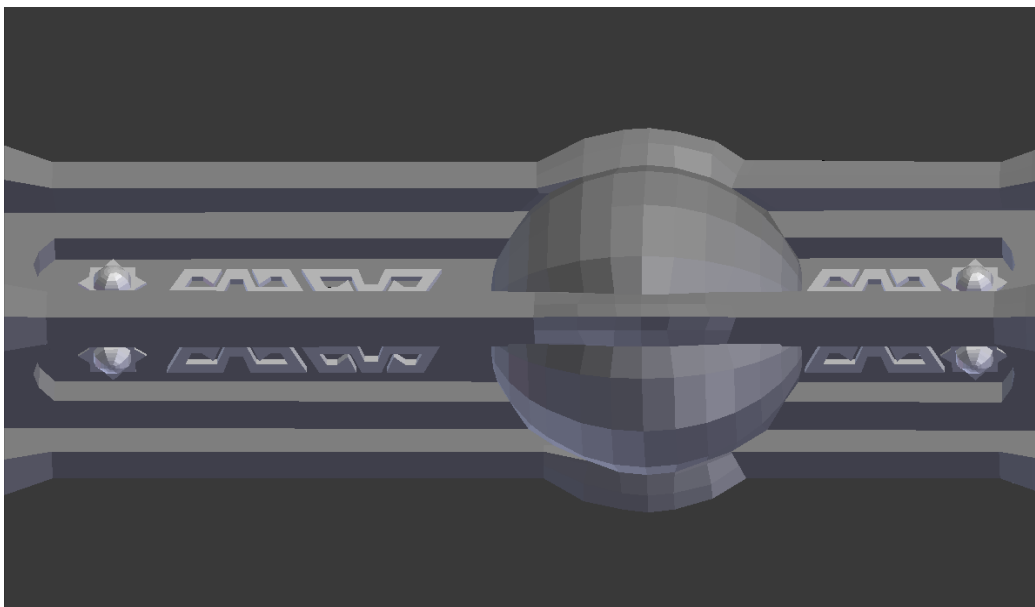
Kärjen jälkeen päätin lähteä tekemään kuviointia sauvan varteen. Sauvan varsi on täynnä toistuvaa kuviointia. Kuvioinnit muistuttavat minua vanhoista kreikkalaisien esineiden kuvioinnista. Kuviointi on syvennetty sauvan varteen. Kuviointia on varressa paljon ja se on melko pientä, joten niiden lisääminen normaalikartoitukseen on suositeltavaa. Olen melko tyytyväinen varren kuvioinnin lopputulokseen.





**Kuvio 12.** Sauvan varren kuviointi, sylinteri ja niitit.

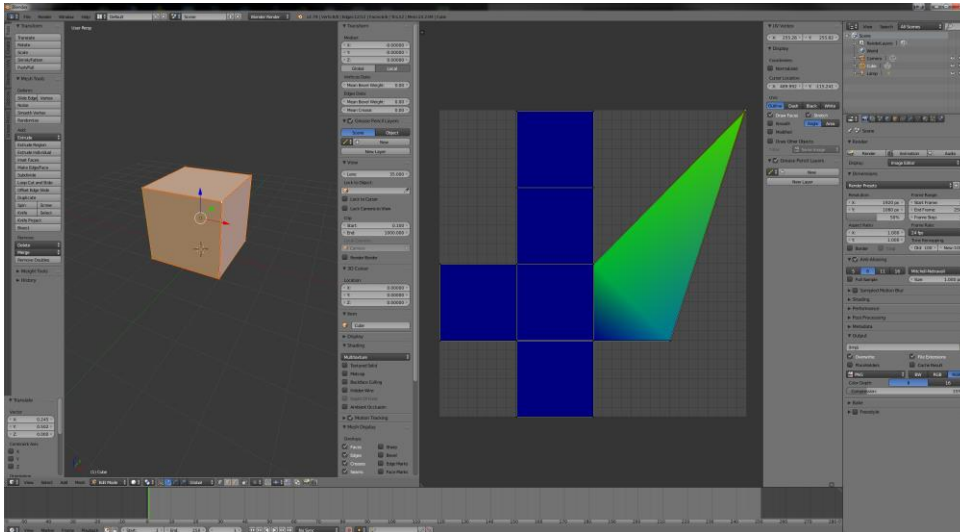
Varren kuvioinnin jälkeen tein sauvan varteen kolme sylinteripalaa, jotka lisäävät enemmän muotoja melko yksinkertaiseen sauvaan. Sylinterien päistä lähtee tasot sauvan vartta pitkin ylös ja alas, ja nämä tasot ovat niiteillä sauvassa kiinni. Niitit luovat varteen lisää yksityiskohtia. Seuraavaksi siirryin tekemään kuvioinnin sauvassa olevan pallon molemmille puolille. Sauvassa olevat kuviot näyttävät minun mielestäni tähdiltä ja tyylitellyltä 'M' kirjaimilta, joten tällaisina muotoina mallin sin ne sauvaan.



**Kuvio 13.** Kärjen alapuolella olevat kuvioinnit värjättyinä valkoisiksi kuvankaappausta varten.

Mallin valmistumisen jälkeen vuorossa oli mallin UV-kartoitus. UV-kartoitus tehdään merkitsemällä malliin saumakohdat. Kahden kulmapisteen välillä on sivu ja tästä sivusta voi merkitä saumakohdan painamalla pikanäppäimiä *CTRL + E*, joka avaa *Edges* valikon. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee kohdan *Mark Seam*, eli merkitse sauma. Saumakohtaan tulee valinnan jälkeen punainen viiva, joka merkitsee sauman paikkaa. Kun mallin saumakohdat ovat määritelty, käyttäjä valitsee koko mallin ja painaa sen jälkeen pikanäppäintä *U* avaten *UV-mapping*-valikon. Valikosta valitaan kohta *Unwrap*, joka purkaa 3D-mallin kaksiuolotteiselle pinnalle. Jotta voitaisiin tarkastella tätä uutta kaksiuolotteista UV-karttaa, on hyvä avata toinen ikkuna mallin vierelle. Ikkunan alunäkymä on toinen ikkuna 3D-mallista. Näkymän voi vaihtaa UV-kartoitukseen painamalla *Editor Type*-valikkoa ja sieltä valita *UV/Image Editor*, joka avaa mallin UV-kartoitus näkymän. Ongelmakoh- tien löytämisen helpottamiseen kannattaa valita *Stretch*, joka muuttaa UV-kartan siniseksi. Venyneet kohdat muuttuvat venymisen mukaan eri värille, esimerkiksi vaalean sininen on vähän venynyt kohta ja punainen tarkoittaa todella paljon ve-

nynnyttä kohtaa. Kuviossa 14 on UV-kartoitettu kuutio, jossa yhtä kulmaa on venytetty havainnollistamisen takia. (Kuvio 14.)



**Kuvio 14.** Näkymä kuution UV-kartoituksesta, jossa yhtä kulmaa on venytetty.

Mallin pystyy myös UV-kartoittamaan ilman saumojen merkitsemistä. Käyttäjä valitsee koko mallin *Edit Mode*:ssa ja sitten painaa pikanäppäintä *U*. Tämän jälkeen käyttäjä valitsee *Smart UV Project*. *Smart UV Project* UV-kartoittaa mallin automaattisesti, mutta automaattisen kartoituksen UV-kartta on yleensä melkoinen sekasotku monimutkaisempien mallien kanssa. Tämän UV-kartan editointi on huomattavasti hankalampaa.

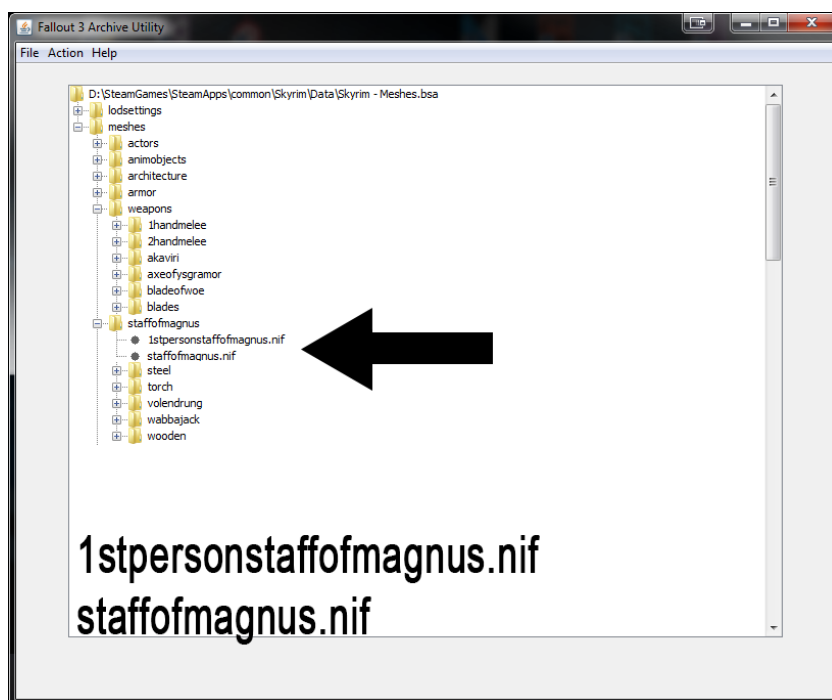
UV-kartoitus oli omaksi yllätykseni työn vaikean kohta enkä ehtinyt saamaan sitä toimimaan oikein. Jokin kartoituksessani on pielessä, ja monen tunnin korjailujen ja tutkimisen jälkeen, minun piti luovuttaa UV-kartoittaminen. Aika alkoi loppumaan ja vielä oli kartoituksen jälkeen muutamia vaiheita jäljellä, jotka minun piti saada tehtyä työhön. *Smart UV Projectin*-kartoituksessa oli sama ongelma. UV-kartoituksen puutteen takia, en pysynyt käyttämään *Substance Painter* 3D-maalausohjelmaa. UV-kartoituksen puute myös vaikutti normaalien tekoon ja kartoituksen puutteen takia en pystynyt luomaan mallille normaalejakaan. En kuiten-

kaan luovuta kartoituksen kanssa ja yritän saada sen korjattua omalla ajalla loppu-työn jälkeen.

Blenderissä polygoneissa on neljä kulmapistettä, mutta Skyrim-peliä varten pitää kulmapisteiden määrä vähentää kolmeen. Tämä tapahtuu valitsemalla koko mallin ja sen jälkeen painamalla pikanäppäimiä *CTRL + T*, joka muuttaa neliöt kolmioiksi. Tämän jälkeen malli tallennetaan OBJ-tiedostolle.

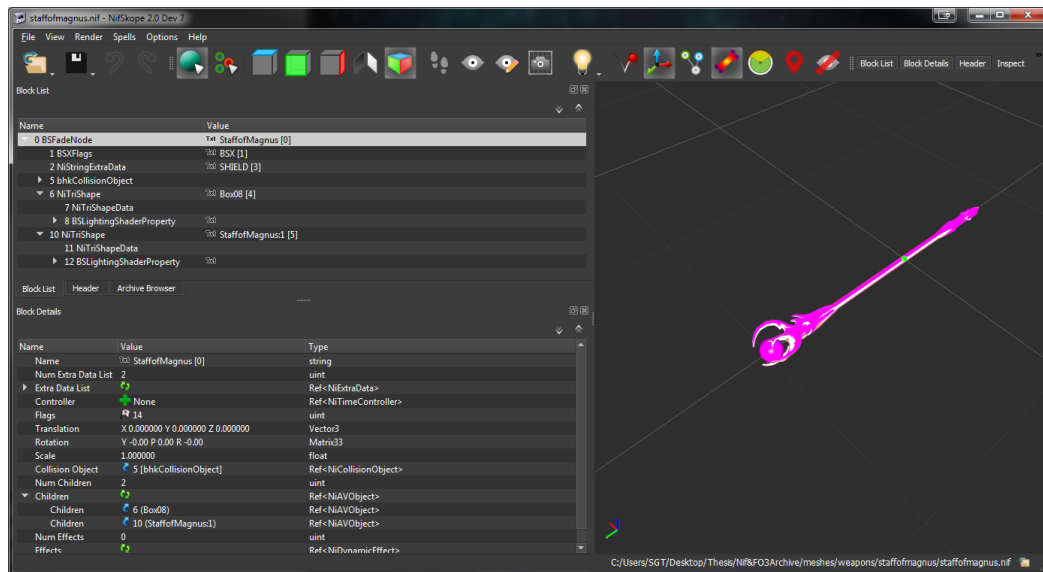
#### 4.4 Mallin liittäminen pelimaailmaan

Mallin valmistuttua oli aika aloittaa sen siirtäminen The Elder Scrolls V: Skyrim-peliin. Ensimmäisenä vaiheena oli käyttää FO3 Archive Utilityä, ja sen avulla poimia esimerkkimallit pelin BSA-tiedostoista. Haluamani BSA-tiedosto oli nimeltään *Skyrim – Meshes.bsa*. BSA-tiedoston sisällä on erilaisten 3D-mallien NIF-tiedostoja. Haluamani tiedostot sijaitsivat *meshes/weapons/staffofmagnus* tiedostopolun alla. Muokkasin kuvio 16:sta tiedostopuuta Adobe Photoshop CC:llä, jotta se mahtuisi kuvankaappaukseen paremmin. (Kuvio 15.)



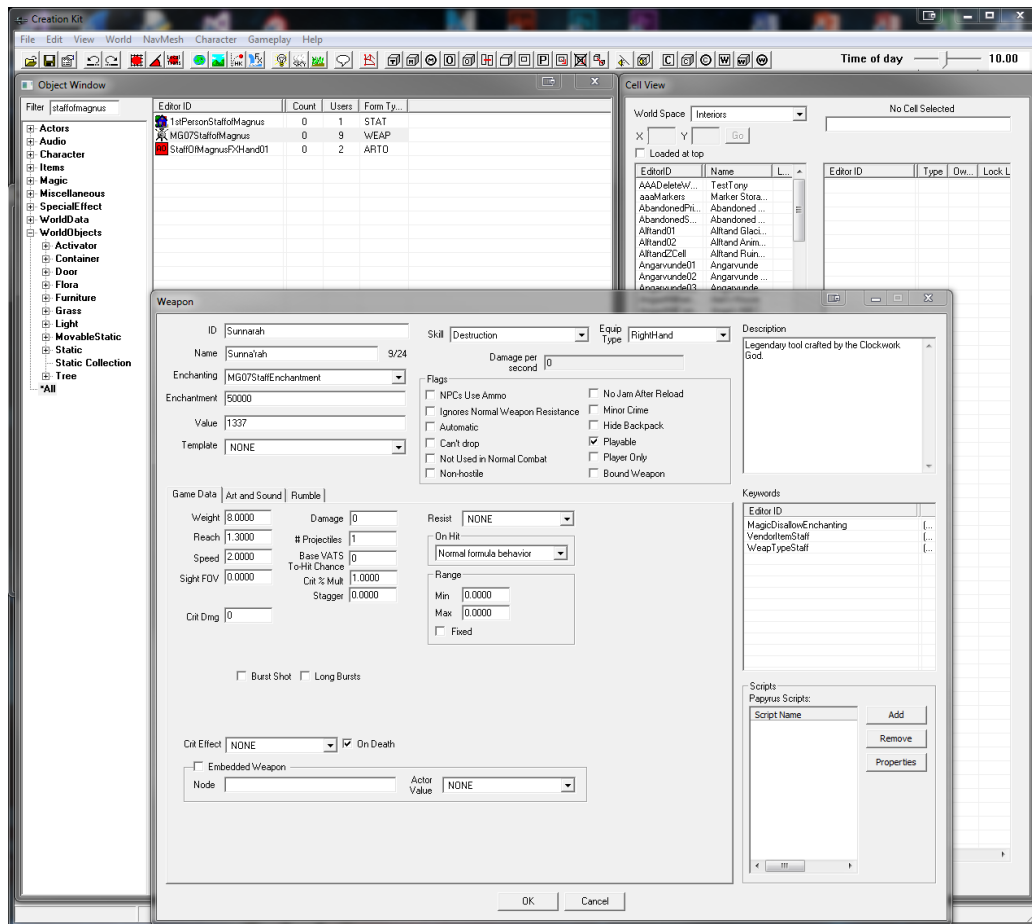
**Kuvio 15.** FO3 Archive Utility ja Staff of Magnus NIF tiedostot.

Seuraavana vaiheena on avata *staffofmagnus.nif* tiedosto NifSkope-ohjelmalla. Avatusta tiedostosta valitaan kohta, jossa lukee *10 NiTriShape* ja se sisältää Staff of Magnus taikasauvan mallin. Sen jälkeen valitaan *File, Export, Export .obj* ja tallennetaan OBJ-tiedosto nimellä *Sunnarah*. Avataan uusi OBJ-tiedosto Blenderillä ja avataan myös tekemäni 3D-malli. Suurennan mallini vastaamaan Staff of Magnuksen kokoa siirtäen sen samoihin koordinaatteihin kuin Staff of Magnus. Tämän jälkeen poistetaan Staff of Magnuksen-malli, ja talletaan tiedosto vanhan *Sunnarah*-tiedoston päälle. Seuraavaksi avataan jälleen kerran NifSkopen, jolla avataan *staffofmagnus.nif*-tiedosto. Tällä kertaa poistetaan NIF-tiedostossa oleva Staff of Magnuksen-malli ja lisätään oma *Sunnarah*-malli sen tilalle. Tämän jälkeen pitää avata *The Elder Scrolls V: Skyrim*-pelitiedostot. *Data*-kansion sisälle pitää luoda tiedosto nimeltä *meshes*. *Meshes*-kansion sisälle luodaan *weapons*-kansio ja sen sisälle *Sunnarah*-kansio. Samalla lailla pitää luoda tekstuurikansio *Data*-kansion sisälle, mutta koska *Sunna'rah* mallillani ei ole tekstuureja, ei tekstuurikansiota tarvita. Sitten lisätään uuteen *Sunnarah*-kansioon *staffofmagnus.nif* ja *1stpersonstaffofmagnus.nif*-tiedostot. NifSkopen sisällä muokataan muutamia arvoja ja polkuja, jotta uusi *Sunna'rah*-malli toimisi pelin sisällä. Kun muutokset ovat tehtynä *staffofmagnus.nif*-tiedostoon, korvataan *Skyrim* pelitiedostoissa oleva tiedosto sillä. Sama prosessi toistetaan *1stpersonstaffofmagnus.nif*-tiedoston kanssa.



**Kuvio 16.** NifSkopen käyttöliittymä ja avattu staffofmagnus.nif-tiedosto.

Seuraavana vaiheena on avata Creation Kit-ohjelma. Creation Kit-ohjelmalla avataan Skyrim.esm-tiedosto etsien Staff of Magnukseen liittyvät tiedot. Ensimmäisenä avataan 1stPersonStaffofMagnuksen tiedot. Vaihdetaan sen ID-nimeksi 1stPersonSunnarah ja valitaan malliksi luomani Sunna'rah-mallin NIF-tiedosto. Tämän jälkeen valitaan kohde nimeltä MG07StaffofMagnus. Tämä avaa ikkunan, jossa pystyy säätämään ase- ja ääniasetusten arvoja, ääniä ja muita malliin liittyviä asioita. Tärkeimmät arvot ovat objektin nimi, ID, 3D-malli ja ääni. Kun tarvittavat säädöt ovat tehty, on aika tallentaa uudet tiedostot. Tämän jälkeen mallit ovat liitettynä pelimaailmaan.



**Kuvio 17.** Creation Kitin käyttöliittymä ja muokatut Sunna'rahin arvot.

Sunna'rahin löytää pelin sisällä käyttämällä pelinsisäistä konsolia, joka aukeaa suomalaisella näppäimistöllä näppäimestä §. Konsolin avulla voi etsiä sauvaa kirjoittamalla konsoliin *Help "Sunna'rah"*, jonka jälkeen konsoliin ilmestyy Sunna'rahin tiedot. Peli antoi Sunna'rah-taikasauvalle numero ID:n, *08000D63*. Kun sauvan numerollinen ID on tiedossa, voi sen lisätä hahmon reppuun kirjoittamalla konsoliin *Player.additem 08000D63 1*.

## 5 YHTEENVETO

Työ alkoi ajatuksesta lähteä itseopiskelemaan 3D-mallinnusta ja tehdä siitä loppu-työ. Työ opetti minulle paljon 3D-mallinnuksen perusteita ja opin myös vähän perusteita hankalimpia asioita. Andrew Pricen tekemät Blenderin opasvideosarjat olivat todella hyödyllisiä, ja hän opetti videoissa hyvin Blenderin alkeet. Työn alussa minulla ei ollut melkein mitään tietoa siitä, kuinka lähteä luomaan 3D-mallia. Nyt työn jälkeen pystyn sanomaan, että osaan luoda 3D-malleja.

Työssä käytin aikaa Blenderin käytössä paljon enemmän kuin aluksi luulin, että tulisin käyttämään. Alkuarvioinani oli, että Blenderiä tulisin käyttämään noin 50 tuntia, mutta Valven Steam-palvelun mukaan käytin Blenderiä yli 100 tuntia. Teorian oppimiseen käytin huomattavasti enemmän aikaa ja silloinkin kun tein 3D-malliani, oli taustalla usein jokin tutoriaalivideo päällä toisella näytöllä.

Työssä käytin monia erilaisia ohjelmia, osa oli tuttuja, osa uusia. Pääsin myös pikaisesti tutustumaan peliohjelmoinnin alkeisiin. Substance Painter-ohjelman käyttö jäi valitettavan vähäiseksi. Katsoin kuitenkin useamman tunnin pituisen opastevideosarjan ja harjoittelin ohjelman käyttöliittymän käyttöä, jotta Substance Painter ei jäisi täysin käyttämättömäksi ohjelmaksi. (Substance 2017.) Monen tunnin Blenderin käytön jälkeen, oli Substance Painteriin vaihto melko ongelmallista. Substance Painterin kameranohjauspikanäppäimet ovat eri näppäimissä kuin Blenderissä, joten ensimmäiseksi minun piti vaihtaa pikanäppäinten paikkoja tottumuksen takia. Pikanäppäimien muutoksien jälkeen Substance Painterin käyttö alkoi sujua melko sulavasti.

UV-kartoitus ja normaalien teko jäi valitettavasti kesken ongelmien ja ajan loppumisen takia. UV-kartoittaminen on asia, jossa tarvitsen vielä harjoitusta ja harkitsen avun kysymistä henkilöltä, joka hallitsee 3D-mallinnuksen paremmin. Harmillisesti edes *Smart UV Project* ei toiminut, jotta olisin voinut edes jotenkin luoda tekstuurit malliin. Ongelmana eivät olleet näkyvät saumakohtat tai tekstuurit, jotka venyvät joissakin kohdissa. Kun lisäsin Substance Painterissa naarmu-



tekstuurin mallin päälle, olivat naarmut todella sumeita. 4K-resoluutiossakin (Ultra HD) naarmut olivat sumeita, mutta alkoivat jo näyttää naarmuilta. Yritin löytää vastauksia ongelmaan internetistä ja termiin, johon usein törmäsin, oli vokseliteheys. En kuitenkaan onnistunut ratkaisemaan ongelmaa lopputyön aikana.

Mallin liittäminen peliin onnistui melko hyvin, ja sen kanssa ei tullut vastaan mitään ongelmia. Creation Kit-ohjelman käyttö oli melko mielenkiintoista, ja ajattelin tutustua ohjelmaan tarkemmin lopputyön jälkeen. Objektille erilaisten arvojen ja toimintojen luominen oli hauskaa, ja se avaa mahdollisuuden monille mielenkiintoisille pelimodifikaatiolle.

Lopputyön jälkeen jatkan Sunna'rah-modifikaation luomista tekemällä sille uniikin hyökkäysefektin, äänitehosteet ja visuaaliset-tehosteet. Lopuksi kun saan Sunna'rahin valmiiksi, lataan sen Nexus Mods-sivustolle, josta pelaajat voivat ladata sen ilmaiseksi.

## LÄHTEET

- Allegorithmic 2018a. Substance Painter, a 3D painting Software. Viitattu 6.11.2018. <https://www.allegorithmic.com/products/substance-painter>
- Allegorithmic 2018b. Substance Painter Documentation. Viitattu 6.11.2018. <https://support.allegorithmic.com/documentation/spdoc/substance-painter-20316164.html>
- Allegorithmic 2018c. LinkedIn. Viitattu 6.11.2018. <https://www.linkedin.com/company/allegorithmic/>
- Autodesk Inc. 2018. 3D modeling basics. Viitattu 5.11.2018. <https://www.instructables.com/id/Intro-to-3D-Modeling/>
- Bethesda Softworks 2018a. Creation Kit. Viitattu 6.11.2018. <https://www.creationkit.com/>
- Bethesda Softworks 2018b. The Elder Scrolls V: Skyrim. Viitattu 6.11.2018. <https://elderscrolls.bethesda.net/en/skyrim>
- Blender Foundation 2018a. Blender. Viitattu 6.11.2018. <https://www.blender.org>
- Blender Foundation 2018b. Blender Reference Manual. Viitattu 6.11.2018. <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>
- Blender Guru 2016. Blender Beginner Tutorial Series. Viitattu 8.11.2018. <https://www.youtube.com/watch?v=VT5oZndzj68&list=PLjEaoINr3zgHs8uzT3yqe4iHGfkCmMJOP>
- Blender Guru 2017. Intermediate Blender Tutorial Series. Viitattu 8.11.2018. [https://www.youtube.com/watch?v=yi87Dap\\_WOc&list=PLjEaoINr3zgHJVJF3T3CFUAZ6z11jKg6a](https://www.youtube.com/watch?v=yi87Dap_WOc&list=PLjEaoINr3zgHJVJF3T3CFUAZ6z11jKg6a)
- Blender Guru 2018. Blender Guru. Viitattu 8.11.2018. <https://www.blenderguru.com/>
- Diallo, A. 2013. Adobe's Subscription-Only CC Release Carries Obvious Upside but Big Risk. Viitattu 6.11.2018. <https://www.forbes.com/sites/amadoudiallo/2013/06/17/adobe-cc-subscription-release-big-upside-and-risk/#1d91142d19c6>
- Cal Poly 2018. Nurbs sphere and polygon sphere with same number of points. Viitattu 5.11.2018. [https://web.calpoly.edu/~elovagli/HTML/primitives\\_01.htm](https://web.calpoly.edu/~elovagli/HTML/primitives_01.htm)
- Chocofur 2018. Introduction to UV-mapping. Viitattu 6.11.2018 <http://www.chocofur.com/uv-mapping-tutorial-in-blender.html>

Fisher, T. 2018. What Is a BSA File? Viitattu 6.11.2018.  
<https://www.lifewire.com/bsa-file-2619981>

Legends Decks 2018. False Incarnate. Viitattu 9.11.2018. <https://www.legends-decks.com/card/893/falseincarnate>

Learn OpenGL 2018. Normal Mapping. Viitattu 6.11.2018.  
<https://learnopengl.com/Advanced-Lighting/Normal-Mapping>

NifTools 2018a. NifTools Project. Viitattu 6.11.2018. <http://www.niftools.org/>

NifTools 2018b. NifSkope 2.0.dev7. Viitattu 6.11.2018  
<https://github.com/niftools/nifskope>

Paananen, P. 2012. Photoshop CS6 kuvankäsittely. Viitattu 6.11.2018.

ScripterRon 2008. FO3 Archive Utility. Viitattu 6.11.2018.  
<https://www.nexusmods.com/fallout3/mods/34?>

Slick, J. 2018a. 3D Model Components - Vertices, Edges, Polygons & More. Viitattu 5.11.2018. <https://www.lifewire.com/3d-model-components-1952>

Slick, J. 2018b. Mesh vs. NURBS: Which 3D Model Is Best for 3D Printing? Viitattu 5.11.2018. <https://www.lifewire.com/mesh-vs-nurbs-for-3d-printing-2238>

Slick, J. 2018c. Surfacing 101: Creating a UV Layout. Viitattu 6.11.2018.  
<https://www.lifewire.com/creating-a-uv-layout-1955>

Slick, J. 2018d. Surfacing 101: The Basics of Texture Mapping. Viitattu 6.11.2018. <https://www.lifewire.com/texture-mapping-1956>

Substance 2017. Substance Painter: Texturing an asset from start to finish (legacy). Viitattu. 10.11.2018. [https://www.youtube.com/watch?v=Qk\\_YRkDsJrQ](https://www.youtube.com/watch?v=Qk_YRkDsJrQ)

