

Ville Arvola

Pahishahmon suunnittelu ja 3D- mallinnus

Tradenomi

Tietojenkäsittely

Kevät 2018



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tiivistelmä

Tekijä: Arvola Ville

Työn nimi: Pahishahmon suunnittelu ja 3D-mallinnus

Tutkintonimike: Tradenomi (AMK), tietojenkäsittely

Avainsanat: 3D, hahmo, mallintaminen, hahmosuunnittelu

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli oppia hyvän hahmosuunnittelun menetelmiä ja periaatteita. Toisena tavoitteena oli oppia mallintamista digitaalisen kuvanveiston avulla ja Mudbox -ohjelman käyttöä. Lisäksi tavoitteena oli kehittää 3D-mallintamisen taitoja. Opinnäytetyöllä ei ollut erillistä tilaajaa, vaan se tehtiin tekijän oman oppimisen tukemiseksi.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan hahmosuunnittelun teoriaa käyden läpi sen eri osa-alueita ja asioita, joita hyvässä hahmosuunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Osuudessa käsitellään muun muassa tarinan tärkeyttä hahmosuunnittelussa, erilaisten muotojen ja värien merkityksiä, sekä genren ja kohdeyleisön merkitystä hahmosuunnittelussa. Lisäksi teoriaosuudessa käydään läpi yleisimpiä 3D-mallinnustekniikoita ja niiden ominaispiirteitä ja eroavaisuuksia.

Opinnäytetyön käytännön osassa toteutettiin hahmon suunnittelu ja 3D-mallinnus käyttäen teoriaosuudessa käsiteltyjä menetelmiä. Mallinnuksessa toteutettiin aluksi low poly -malli, joka sitten valmisteltiin digitaalista kuvanveistoa varten, jossa siitä tehtiin yksityiskohtainen high poly -malli. High poly -mallin pohjalta luotiin normaalikartta, jonka avulla low poly -malli saatiin näyttämään yksityiskohtaisemmalta. Lopuksi hahmolle tehtiin tekstuurikartta. Tavallinen mallinnus toteutettiin käyttämällä 3D Studio Max 2017 -ohjelmaa. Digitaalinen kuvanveisto tehtiin käyttäen Mudbox -ohjelmaa. Tekstuurikarttojen teossa käytettiin Adobe Photoshop -ohjelmaa.

Abstract

Author: Arvola Ville

Title of the Publication: Designing and 3D-modeling a Villain Character

Degree Title: Bachelor of Business Administration (UAS), Business Information Technology

Keywords: 3D, character, modeling, character design

The objective of this thesis was to learn the methods and principles of good character design. Another objective was to learn modeling using digital sculpting and to learn to use the Mudbox software. Additionally, the aim was to develop 3D modeling skills. The thesis was made to support the author's own learning and know-how.

The theoretical part of the thesis examines the theory of character design through its various aspects and things that should be considered in good character design. This section focuses on the importance of the story in character design, the meanings of different shapes and color, and the significance of genre and target audience in character design. In addition, the theory section examines the most common 3D modeling techniques and their characteristics and differences.

In the practical part of the thesis, character design and 3D modeling were done using the methods presented in the theoretical part. The modeling initially involved making of a low poly model, which was then prepared for digital sculpting, where a detailed high poly model was made. The high poly model was used to render a normal map, which made the low poly model look more detailed. Finally, a texture map was created for the character. The usual modeling was done using the 3D Studio Max 2017 program. Digital sculpting was done using the Mudbox program. Adobe Photoshop program was used to create textures.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoriaa hahmosuunnittelusta	2
2.1	Arkkityypit.....	2
2.2	Hahmon tarina.....	4
2.3	Muodot ja siluetit	4
2.3.1	Perusmuodot	5
2.3.2	Siluetti.....	6
2.4	Referenssi.....	7
2.5	Kohdeyleisö ja genre.....	8
2.6	Väri	9
2.7	Konseptitaide	10
2.8	Model sheet	10
3	3D-mallinnustekniikoita	12
3.1	Polygoni-mallinnus	12
3.1.1	Extrude	12
3.1.2	Laatikkomallinnus	13
3.1.3	Reunaviivamallinnus.....	13
3.1.4	Alijakomallinnus	14
3.1.5	Tasainen alijako.....	14
3.1.6	Reunaviivaluupit	15
3.1.7	Chamfer.....	16
3.1.8	Hiominen ja parantelu.....	17
3.2	NURBS-mallinnus	17
3.3	Digitaalinen kuvanveisto.....	18
3.4	Proseduraalinen mallinnus	18
3.5	Kuviin perustuva mallinnus.....	19
3.6	3D-skannaus.....	19
4	Suunnittelu.....	21
4.1	Hahmon tarina.....	21
4.2	Referenssimateriaali	21

4.3	Siluetti ja luonnostelua	23
4.4	Konseptitaide	24
4.5	Model sheet	25
5	Mallinnus.....	26
5.1	Low poly -malli	26
5.1.1	Vartalo	27
5.1.2	Huppu	30
5.1.3	Pää	31
5.1.4	UVW Unwrap.....	34
5.2	High poly -malli.....	35
6	Teksturointi	38
7	Yhteenveto ja pohdinta	40
	Lähteet.....	41

LIITTEET

Symboliluettelo

High poly	3D-objekti, jossa on runsaasti polygoneja.
Low poly	3D-objekti, jossa on vain vähän polygoneja.
Mesh	3D-mallin pinta, joka on polygoneista muodostuva verkkomainen rakenne.
Muokkain	Engl. Modifier. Muokkaimet ovat 3D-mallinnusohjelmissa olevia työkaluja, joilla voi mm. muokata 3D-mallien geometriaa.
N-Gon	Polygoni, jossa on viisi tai useampi verteksi.
Normaali	Vektori, joka on kohtisuorassa tasoon nähden.
Normaalikartta	Engl. Normal map Kaksiulotteinen kuva jossa punainen, vihreä ja sininen väri kuvastavat koordinaatteja kolmiulotteisessa tilassa. Tähän kuvaan voidaan tallentaa 3D-mallin syvyysarvoja. Käytetään yksityiskohtaisen geometrian jäljittelyyn alhaisen resoluution 3D-malleissa.
N-Pole	Verteksi, josta lähtee viisi tai useampi reunaviiva.
Pole	Verteksi, josta lähtee kolme reunaviivaa.
Polygoni	Engl. Polygon. Monikulmio, jonka jokainen kulma yhdistyy verteksiin.
Resoluutio	3D-mallissa tarkoittaa polygonien tiheyttä.
Reunaviiva	Engl. Edge. Kahden verteksin välissä oleva suora jana.
Reunaviivaluuppi	Engl. Edge loop.

Jatkuva rivi reunaviivoja 3D-mallin pinnalla.

Taso

Engl. Face.

Verteksien ja reunaviivojen välille syntyvä pinta, joka yhdistää nämä toisiinsa.

UV-kartta

Engl. UV map.

Kaksiulotteinen kuvaus 3D-mallin tekstuurikoordinaateista. Käytetään tekstuurin tekemisessä.

Verteksi

Engl. Vertex.

Kolmiulotteisessa avaruudessa sijaitseva data- tai kulmapiste, joka toimii reunaviivojen risteyksenä ja yhtenä polygonin kulmista.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä kolmiulotteisen hahmon toteutusprosessiin. Tarkoituksena on käydä läpi hahmosuunnittelun kannalta tärkeitä asioita, sekä hahmosuunnittelun prosessia ideasta valmiiseen konseptiin. Lisäksi tarkastellaan hahmon 3D-mallinnusprosessia hahmosuunnitelmasta valmiiksi 3D-malliksi.

Opinnäytetyön teoriaosuuden ensimmäisessä osiossa tarkastellaan hahmosuunnittelun teoriaa käyden läpi sen eri osa-alueita ja asioita, joita hyvässä hahmosuunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Osiossa käsitellään muun muassa tarinan tärkeyttä hahmosuunnittelussa, erilaisten muotojen ja värien merkityksiä, sekä genren ja kohdeyleisön merkitystä hahmosuunnittelussa. Teoriaosuuden toisessa osassa käsitellään yleisimpiä 3D-mallinnustekniikoita ja niiden ominaispiirteitä ja eroavaisuuksia.

Opinnäytetyön käytännön osassa toteutetaan hahmon suunnittelu lyhyestä taustatarinasta luonnosteluvaiheen kautta konseptitaiteen tekoon ja valmiiksi model sheetiksi. Mallinnus osuudessa toteutetaan aluksi low poly -malli, joka sitten valmistellaan digitaalista kuvanveistoa varten, jossa siitä tehdään yksityiskohtainen high poly -malli. High poly -mallin pohjalta luodaan normaalikartta, jonka avulla low poly -malli saadaan näyttämään yksityiskohtaisemmalta. Lopuksi hahmolle tehdään tekstuurikartta.

2 Teoriaa hahmosuunnittelusta

2.1 Arkkityypit

Arkkityypit ovat hyvän hahmosuunnittelun ensimmäinen osa. Arkkityypit edustavat hahmon luonnetta ja piirteitä, joihin ihmiset samaistuvat. On olemassa useita erilaisia arkkityyppejä, mutta muutamat niistä esiintyvät toistuvasti erilaisissa tarinoissa. Niitä tarvitaan tarinan eteenpäin kuljettamiseen. (Tillman 2012, 4.) Yleisiä arkkityyppejä ovat sankari, varjo, narri, anima/animus, mentori ja kujeilija. Hahmoa suunniteltaessa on muistettava, että hahmo on olemassa tarinan seurauksena. (Tillman 2012, 12.) Lisäksi on olemassa seuraavat yleiset arkkityypit: kynnyksenvartija, viestintuoja ja muodonmuuttaja. (Arkkityypit n.d.).

Sankari on se, joka liikuttaa tarinaa ja on yleensä päähenkilö. Sankari voi olla mies, nainen tai jokin olio. Sankari on se hahmo, johon katsoja samaistuu. Sankari voi myös olla epämiellyttävä, mutta hänellä on piirteitä, joihin voi samaistua. Yleensä sankari on se hahmo, joka toimii eli hänen halunsa ja tarpeensa vievät tarinaa eteenpäin. On olemassa monenlaisia sankareita. Sankari voi olla esimerkiksi päättäväinen, haluton, yksinäinen, joukkosielu, antisankari tai traaginen. Yhteistä erilaisille sankareille on se, että he symboloivat matkaa, jonka jokainen ihminen elämässään kulkee. (Arkkityypit n.d.)

Varjoja voivat olla asiat, joista sankari ei itsessään pidä. Varjon negatiiviset piirteet ovat yleensä tarinan antagonistissa eli pahiksessa. Antagonisti pyrkii yleensä tuhoamaan sankarin ja tämän tehtävän. Varjon rooli tarinassa on haastaa sankari ja pakottaa tämä toimimaan. Myös muut hahmot voivat väliaikaisesti esiintyä varjoina. Myös sankarilla voi olla varjoisa puoli. Varjo voi muuttua muodonmuuttajaksi johdatellakseen sankarin varaan. Matkallaan sankarin on kukistettava sisäiset, sekä ulkoiset varjot. (Arkkityypit n.d.)

Muodonmuuttajat ovat hahmoja, jotka muuttuvat jatkuvasti päähenkilön silmissä. Muodonmuuttaja on yleensä vastakkaista sukupuolta kuin sankari. Muodonmuuttaja esiintyy yleensä epäluotettavana. Muodonmuuttajan rooli tarinassa on istuttaa epäilyksiä ja tuoda jännitystä. Tyypillisin tätä arkkityyppiä edustava hahmo on femme fatale eli kohtalokas nainen. (Arkkityypit n.d.)

Kynnyksenvartija on sankarin matkallaan kohtaama este. Kynnyksenvartija ei yleensä ole tarinan ”pahis”, vaan jokin pienempi paha tai neutraali hahmo. Kynnyksenvartija voi myös olla jokin luonnonvoima, epäonni tai muuten vain vihamielinen hahmo. Myös sisäinen este voi olla kynnyksenvartija. (Arkkityypit n.d.)

Viestintuoja ilmestyy yleensä tarinan alussa tuodakseen sankarille haasteen, kutsun matkalle. Tarinan alussa sankarin elämä etenee totutulla tavalla, kunnes joku henkilö, uutinen tai tapahtuma rikkoo tasapainon. Viestintuoja voi olla positiivinen, negatiivinen tai neutraali. Se voi myös olla naamio, jonka joku hahmo, esimerkiksi mentori, hetkeksi pukee ylleen. Viestintuojan rooli on tuoda sankarille motivaatio toimintaan. (Arkkityypit n.d)

Narrin arkkityyppi on hahmo, joka etenee tarinassa hämmentyneessä tilassa ja saattaa väistämättä muut epämieluisiin tilanteisiin. Narrin rooli tarinassa on testata päähenkilöä. Päähenkilön reaktio narrin tekoihin kertoo paljon hänen luonteestaan. (Tillman 2012, 12—14.)

Anima ja animus edustavat seksuaalisia haluja sidottuna yhteen hahmoon. Anima on naishahmo, joka on usein tarinan rakkausintressi, ja animus on saman hahmon miespuolinen vastine. (Tillman 2012, 17.)

Mentorilla on avainrooli päähenkilön täyden potentiaalin saavuttamisessa. Mentori kuvataan yleensä vanhana miehenä tai naisena, koska useimmissa kulttuureissa ikä liitetään yhteen viisauden kanssa. Mentorilla on monia vanhemman piirteitä. (Tillman 2012, 17—19.)

Kujeilija voi olla joko hyvän tai pahan puolella. Kujeilija pyrkii kuljettamaan tarinaa omaa hyötyään ajatellen. Kujeilija saa päähenkilön epäröimään, mikä saa tämän muuttamaan tapaa, jolla hän aikoi hoitaa jonkin tilanteen. Yleensä kujeilijan toimet tekevät päähenkilöstä sellaisen kuin hän tarinan lopussa on. Kujeilija on tärkeä hahmo tarinalle, koska hän on yleensä vaikein henkinen testi päähenkilölle, ennen kuin tämä on valmis kohtaamaan vastustajansa. (Tillman 2012, 19, 20.)

Nämä arkkityypit eivät aina sovi stereotyyppisiin rooleihinsa. Esimerkiksi sankari ei ole aina päähenkilö, vaan nykyään yhä useammin tarina keskittyy varjoon/pahikseen. Tämän vuoksi tarina keskittyy päähenkilöön, jolla on antagonisti, joka vastustaa häntä. (Tillman 2012, 20.)

Yhdistelemällä eri arkkityyppejä voidaan luoda monimutkaisempia ja mielenkiintoisempia hahmoja, mutta se voi hämmentää yleisöä ja tehdä juonesta vaikeasti seurattavan. Yleensä hahmosuunnittelija haluaa varmistaa, että arkkityypit säilyvät selkeinä ja yksittäisinä. (Tillman 2012, 22)

2.2 Hahmon tarina

Tarina on hyvän hahmosuunnittelun toinen osa. Jos hahmon taustatarinan ja persoonallisuuden piirteiden suunnitteluun käytetään aikaa, saadaan aikaiseksi vahvempi ja monipuolisempi hahmosuunnitelma. Suunnittelijan tulee muistaa, että hahmot suunnitellaan tarinaa varten. (Tillman 2012, 5.)

Tillmanin (2012) mukaan hahmon tarinan perustiedoissa pitäisi pystyä vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- **Kuka:** Kuka kyseinen hahmo on?
- **Mitä:** Mitä hahmo tekee tarinassa?
- **Milloin:** Mihin aikaan tarina sijoittuu?
- **Missä:** Mihin paikkaan tarina sijoittuu?
- **Miksi:** Mikä motivoi hahmoa toimimaan tarinassa niin, kuin hän toimii?
- **Miten:** Miten hahmo toimii niin kuin toimii?

2.3 Muodot ja siluetit

Persoonallisuuden ilmaiseminen kehonkielen ja siluetin välityksellä on paljon voimakkaampaa kuin kasvojen ilmeiden avulla. Tämän vuoksi hahmon suunnittelussa keskitytään aluksi päähän ja ruumiin perusmuotoihin ennen yksityiskohtiin menemistä. (Bilyana 2017.)

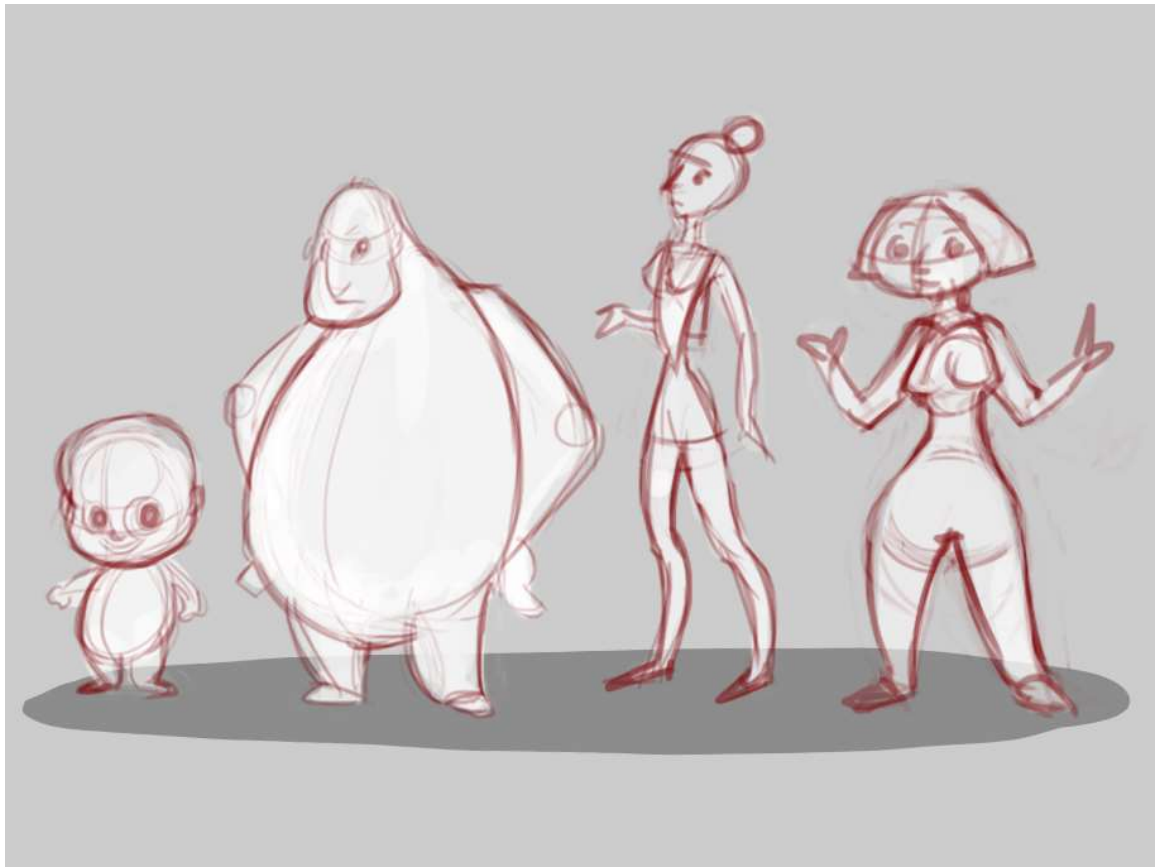
2.3.1 Perusmuodot

Hahmosuunnittelussa käytetyt perusmuodot ovat neliö, ympyrä ja kolmio. Neliöstä ihmisille tulee yleisimmin mieleen seuraavat ominaisuudet: vakaus, luottamus, rehellisyys, järjestys, yhdenmukaisuus, turvallisuus, tasa-arvo ja maskuliinisuus. Yleisesti ottaen kolmio ilmaisee seuraavia ominaisuuksia: toiminta, aggressio, energia, salakähmäisyys, konflikti ja jännitys. Ympyrä ilmaisee useimmiten seuraavia ominaisuuksia: täydellisyys, viehättävyys, leikkisyys, lohduttava, yhtenäisyys, suojelu ja lapsenomaisuus. (Tillman 2012, 68 —72.) Kuvassa 1 havainnollistetaan perusmuotojen käyttöä.



Kuva 1. Perusmuotojen käyttöä kasvoissa. (Bilyana 2017)

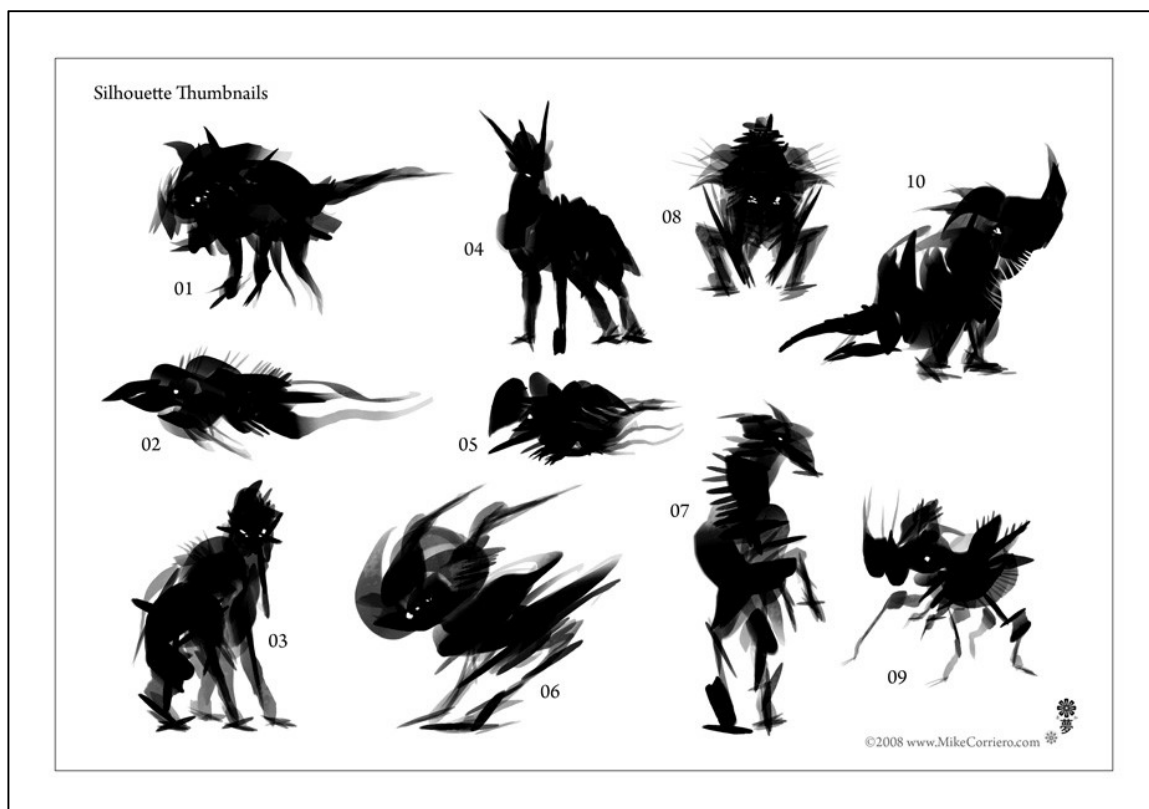
Usein suunnittelijat jakavat hahmon kolmeen osaan: pää, vartalo ja jalat. Sitten he leikkivät osien erilaisilla mittasuhteilla. Tällöin saadaan luotua kontrastia, joka tekee hahmosta mielenkiintoisemman. Lisäksi voidaan käyttää useampaa eri perusmuotoa, jolloin ilmaistaan monimutkaisempaa persoonallisuutta. (Bilyana 2017.) Kuvassa 2 havainnollistetaan vaihtelua hahmon mittasuhteissa.



Kuva 2. Vaihtelua hahmojen mittasuhteissa. (Bilyana 2017)

2.3.2 Siluetti

Siluetti on hahmon ääriiviiva, joka on täytetty mustalla. Se muistuttaa varjoa. Siluetti on tärkeä hahmon tunnistettavuuden kannalta. Siluetin avulla voidaan tehdä nopeasti useita suunnitelmia, koska siinä ei tarvitse keskittyä pieniin yksityiskohtiin. Haluttaessa siluettiin voidaan lisätä yksityiskohtia käyttäen valkoisia viivoja. Ei kuitenkaan kannata panna liikaa yksityiskohtiin, sillä tarkoituksena on keskittyä muotoihin, joita aiotaan käyttää. (Tillman 2012, 75—78.) Kuvassa 3 on esimerkkejä silueteista.



Kuva 3. Esimerkki siluettiluonnoksista. (Corriero 2011)

2.4 Referenssi

Kaikki hahmosuunnittelun ammattilaiset käyttävät referenssiä. Referenssiä käytetään apuna, jotta suunniteltava asia kuvataan oikein. Esimerkiksi jos piirretään ilves, voidaan käyttää referenssikuvia, joiden avulla ilves saadaan näyttämään oikeanlaiselta. Hahmosuunnittelussa referenssi on tärkeää, koska suunnittelija haluaa varmistaa, että hahmossa kaikki on oikein. (Tillman 2012, 85—87.)

Ihmisten piirtämisen harjoittelu on hyvää referenssiä, sillä valtaosassa hahmosuunnittelua käsitellään ihmisvartaloa jossain muodossa. Paras referenssi tähän on elävästä mallista piirtäminen. Jos ei ole mahdollisuutta osallistua piirustuskursseille, voi piirtämistä harjoitella ympärillä olevista ihmisistä. Esimerkiksi bussissa istuessa voi piirtää siellä olevia ihmisiä. Lisäksi piirtämistä voi harjoitella käyttäen itseä mallina. Tähän hyvänä apuvälineenä toimii peili. Lisäksi referenssinä voidaan käyttää valokuvia sekä internetistä löytyviä kuvia. (Tillman 2012, 87—92.)

Tutkimus on toinen referenssin tyyppi. Tällä tarkoitetaan tietynlaista hahmoa varten tehtävää tutkimusta. Esimerkiksi voidaan etsiä referenssiä tietyn aikakauden muodista, autoista ja rakennuksista. Lisäksi voidaan etsiä referenssiä hahmon erityiskyvyistä ja taidoista. Esimerkiksi jos hahmo on parkourspecialisti, voidaan aiheesta etsiä kuvia ja videoita. (Tillman 2012, 99—100.)

Kolmas referenssin tyyppi on inspiraatio. Inspiroivaa materiaalia voi olla esimerkiksi muiden taiteilijoiden piirustukset ja maalaukset. Ei kuitenkaan kannata luottaa siihen, että muut ovat tehneet tarvittavat taustatutkimukset. Riskinä on, että inspiraationa käytetyissä kuvissa on virheitä. Tämän vuoksi on tärkeä tehdä itse tarvittava tutkimus. (Tillman 2012, 100—101.)

2.5 Kohdeyleisö ja genre

Ensimmäinen huomioon otettava asia hahmon ulkonäköä mietittäessä on kohdeyleisö. Jos hahmo luodaan vain itseä varten, tarvitsee ottaa huomioon vain omat mieltymykset. Mutta jos pyritään tavoittamaan muita ihmisiä, on otettava huomioon niiden ihmisten mieltymykset, jotka tulevat näkemään hahmon. Suunnittelijan on pystyttävä vastaamaan seuraaviin kahteen kysymykseen: 1. Mikä on kohdeyleisön ikäryhmä? 2. Missä genresä hahmo esiintyy? (Tillman 2012, 102.)

Tillman (2012) on jakanut kohdeyleisön seuraaviin ikäryhmiin:

- **Iät 0—4:** Hahmoilla on suuret päät ja silmät, lyhyet vartalot, kirkkaat värit ja yksinkertaiset muodot.
- **Iät 5—8:** Hahmoilla on yhä suuret päät, mutta ei niin suuret kuin 0-4 ikäryhmässä. Silmät ovat pienemmät, värit ovat hieman vaimeammat ja muodot ovat mutkikkaammat.
- **Iät 9—13:** Hahmot ovat yksityiskohtaisempia ja niillä on uskottavammat mittasuhteet. Värit ovat realistisemmat.
- **Iät 14—18+:** Hahmot ovat realistisen näköisiä. Värit ovat monimutkaisempia ja yksityiskohtia on eniten.

Kohdeyleisön ikä vaikuttaa suoraan hahmon suunnitteluun. Ihmisten varttuessa heidän aivonsa kykenevät käsittelemään enemmän tietoa. Siksi ei tule antaa katsojille enempää tietoa, kuin he kykenevät käsittelemään. Tämän vuoksi 14-vuotiaiden katsomat tv-ohjelmat ovat monimutkaisempia kuin 4-vuotiaiden katsomat ohjelmat. Kohdeyleisön tunteminen on myös tärkeää, jotta hahmoa voidaan markkinoida oikealle yleisölle. Esimerkiksi pikkulapsille ei voi markkinoida raakaa väkivaltaa tai muuta sopimatonta materiaalia. (Tillman 2012,104.)

Jokaisella genrellä on tiettyjä piirteitä, joita sen genren fanit tahtovat nähdä joka kerta. Jos tarina on genreltään fantasia, on hahmolla oltava jonkinlaisia mystisiä ominaisuuksia. Jos tarina on lätkkäri, on hahmon oltava halukas ratsastamaan hevosella ja pitämään cowboyhattua. Aina on olemassa poikkeuksia, mutta genret perustuvat yleistyksiin. (Tillman 2012, 110.)

2.6 Väri

Värit ovat yksi estetiikan tärkeimmistä osista. Väri kertoo paljon hahmosta ja sen tarinasta. Eri värit herättävät ihmisissä erilaisia tuntemuksia. Siksi on tärkeää tietää käytettävien värien merkitykset. (Tillman 2012, 110.)

Tillman (2012) on antanut väreille seuraavanlaisia merkityksiä:

- **Punainen:** toiminta, itseluottamus, rohkeus, elinvoimaisuus, energia, sota, vaara, voima, valta, päättäväisyys, intohimo, halu, viha, ja rakkaus.
- **Keltainen:** viisautta, ilo, onnellisuus, älykkyys, varovaisuus, rapeutuminen, sairaus, kateellisuus, pelkuruus, mukavuus, vilkkaus, ja optimisismi.
- **Sininen:** luottamus, uskollisuus, viisautta, itseluottamus, älykkyys, usko, totuus, terveys, parantaminen, tyyneys, ymmärrys, pehmeys, tieto, valta, eheys, vakavuus, kunnia, kylmyys, ja surullisuus.
- **Violetti:** valta, aatelisuus, tyylikkyys, hienostuneisuus, keinotekoinen ylellisyys, mysteeri, kuninkaallisuus, magia, kunnianhimo, vauraus, tuhlaus, viisautta, arvokkuus, itsenäisyys, ja luovuus.

- **Vihreä:** luonto, kasvu, harmonia, tuoreus, hedelmällisyys, turvallisuus, raha, kestävyys, ylellisyys, optimismi, hyvinvointi, rentoutuminen, rehellisyys, kateus, nuoruus, ja sairaus.
- **Oranssi:** iloisuus, innostuneisuus, luovuus, viehätys, onnellisuus, päättäväisyys, vetovoima, menestys, rohkaisu, arvovalta, valaistus, ja viisaus.
- **Musta:** Valta, tyylikkyys, muodollisuus, kuolema, pahuus, mysteeri, pelko, hienostuneisuus, voima, masennus, ja suru.
- **Valkoinen:** siisteys, puhtaus, uutuus, neitsyys, rauha, yksinkertaisuus, steriiliys, valo, hyvyys, ja täydellisyys.

2.7 Konseptitaide

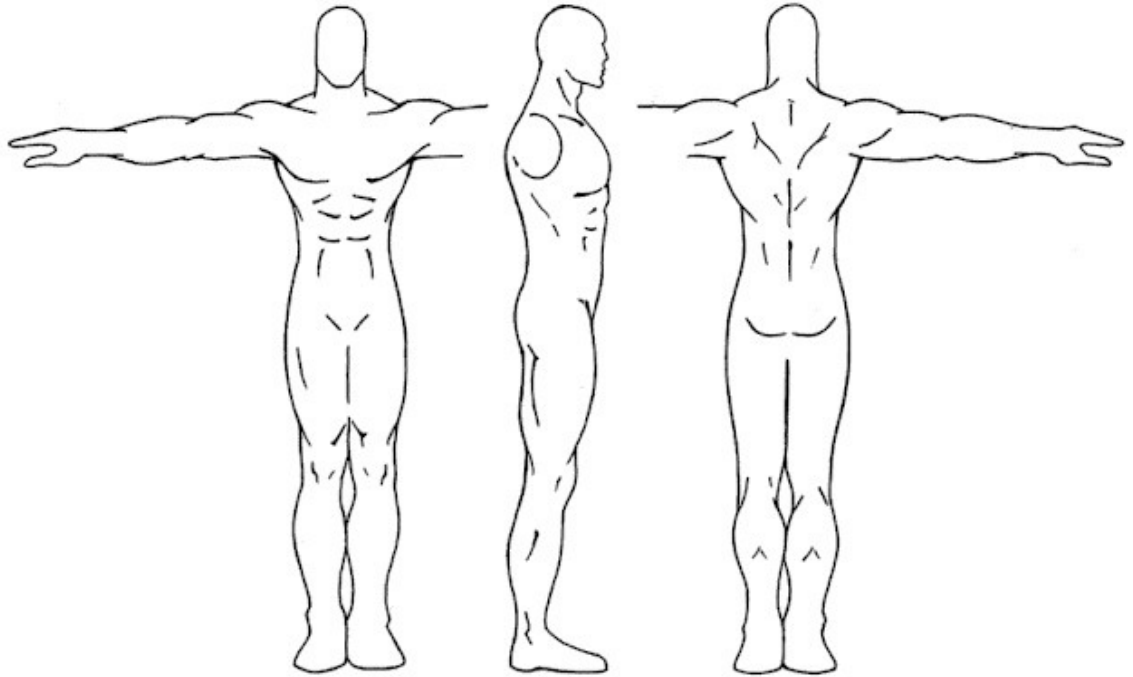
Kun hahmo on kuvailtu kirjallisesti, sen ulkonäkö kuvataan sarjalla perspektiivi- tai toimintakuvia. Päähenkilö vaatii eniten kuvitusta. Muut hahmot tarvitsevat vaihtelevissa määrin kuvituksia. Konseptitaide antaa suunnittelijalle paremman kuvan siitä, mitä tehdään. Se myös määrittää pelin visuaalisen tyylin, ennen kuin grafiikat tehdään. (Totten 2012, 4.)

Digitaalinen maalaus on konseptitaiteen teossa avainmenetelmä. Digitaalisessa maalaamisessa käytetään kuvankäsittelyohjelmassa olevia työkaluja konseptikuvien tekoon. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi Adobe Photoshop, GIMP, Corel Painter, ja Art Rage Studio Pro. (Totten 2012, 4—5.)

2.8 Model sheet

3D-mallinnusohjelmissa 3D-malli voidaan näyttää läpinäkyvänä, jolloin model sheetin avulla voidaan mallintaa helposti jäljentämällä. Model sheetissa on hahmosta kuvat ainakin edestä ja sivusta. Haluttaessa voidaan piirtää kuvat muistakin kuvakulmista. Jalokojen tulee olla erillään toisistaan ja kämmenet eivät saa olla kiinni vartalossa. (Totten 2012, 7.)

Videopeleissä käytetään model sheetissa yleensä niin kutsuttua kolmen pisteen "T" -täyskäännöstä. Siinä hahmosta on kuvat edestä, sivulta ja takaa. Kädet ovat ojennettu- na sivuille vaakasuorana. (Tillman 2012, 136.) Tätä havainnollistetaan kuvassa 4.



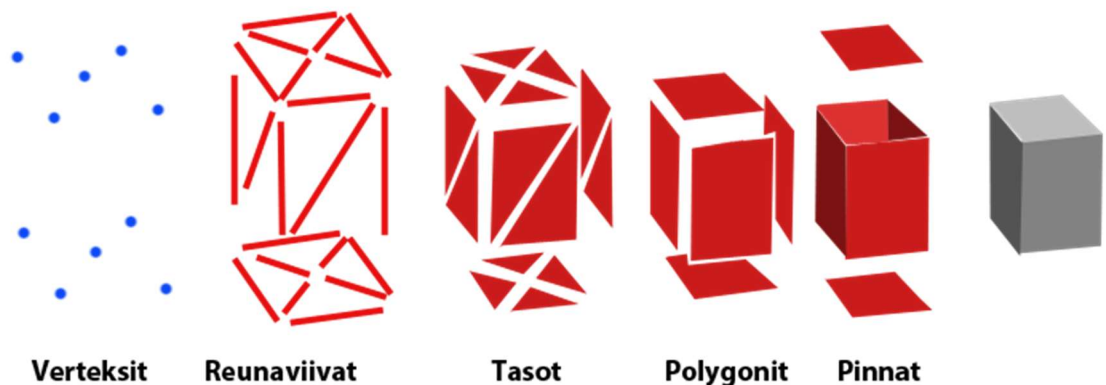
Kuva 4. Kolmen pisteen "T" -täyskäännös. (Tillman 2012)

3 3D-mallinnustekniikoita

3D-mallintamiseen on olemassa useita eri tekniikoita. Seuraavaksi käydään läpi niistä yleisimpiä.

3.1 Polygoni-mallinnus

Polygoni-mallinnuksessa mallintaja luo digitaalisen 3D-objektin geometrisestä meshistä eli polygonien muodostamasta verkkomaisesta pinnasta. Mesh muodostuu tasoista, reunaviivoista ja vertekseistä. Tätä havainnollistetaan kuvassa 5. Tasot ovat useimmiten muodoltaan nelikulmioita tai kolmioita. Tasot muodostava 3D-objektin pinnan. (Slick 2016.)



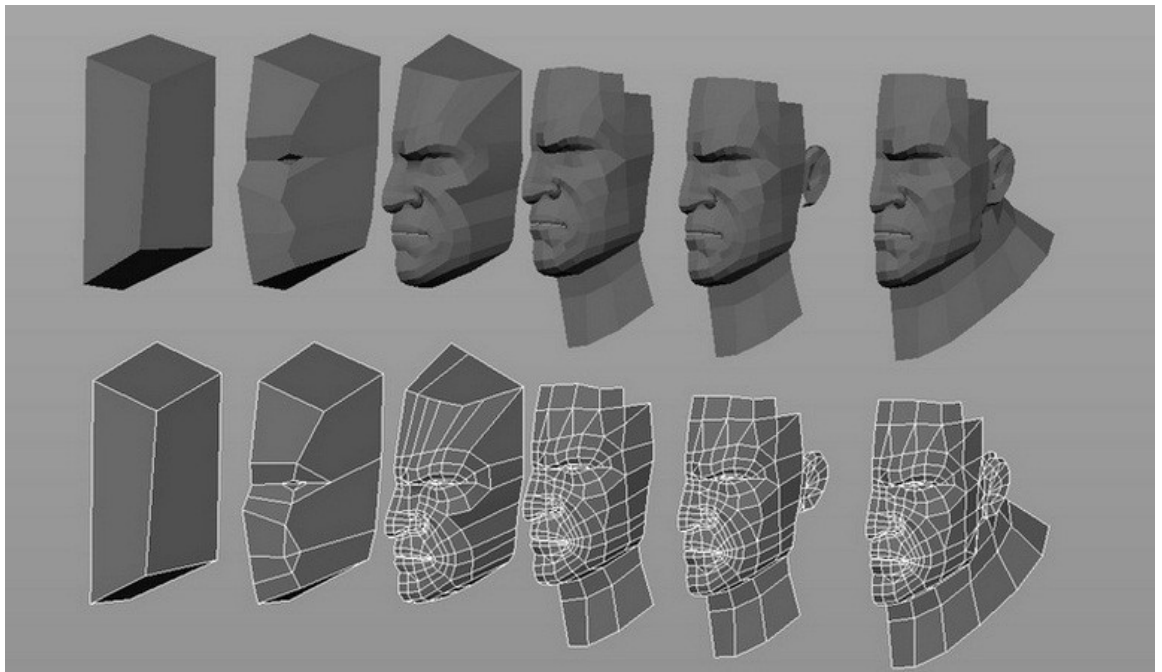
Kuva 5. Mesh rakentuu vertekseistä, reunaviivoista, tasoista ja polygoneista.

3.1.1 Extrude

Extrude on 3D-ohjelmissa oleva toiminto. Sillä voidaan lisätä geometriaa meshiin. Extrude on yksi tärkeimmistä työkaluista, jota mallintajat käyttävät 3D-mallin muokkaamiseen. Käyttäen extrudea mallintaja voi painaa tasoja alas luoden sisennyksen, tai työntää tasoja ulos sen pinnan normaalia pitkin. Normal on tason pintaan nähden kohtisuorassa oleva vektori. (Slick 2016.)

3.1.2 Laatikkomallinnus

Laatikkomallinnus on polygonimallintamisen tekniikka, jossa mallinnus aloitetaan jostain geometrisesta primitiivistä, kuten esimerkiksi kuutiosta tai pallosta. Primitiivistä muokataan halutun muotoinen käyttämällä erilaisia työkaluja 3D-mallinnusohjelmassa. Laatikkomallinnus on todennäköisesti yleisin polygonimallinnuksen muoto. (Slick 2017.) Laatikkomallinnusta havainnollistetaan kuvassa 6.



Kuva 6. Esimerkki laatikkomallinnuksesta. (Modeling techniques n.d.)

3.1.3 Reunaviivamallinnus

Reunaviivamallinnus on toinen polygonimallintamisen tekniikka. Se eroaa kuitenkin olennaisesti laatikkomallintamisesta. 3D-malli rakennetaan pala palalta laittamalla polygonitasoja peräkkäin halutun muodon mukaisesti. Sitten mallintaja paikkaa polygonien väliin jääneet aukot. (Slick 2017.)

3.1.4 Alijakomallinnus

Alijakaminen on tekniikka, jossa 3D-malliin lisätään resoluutiota joko tasaisesti tai valikoivasti. Koska polygonimalli perustuu usein johonkin yksinkertaiseen primitiiviin, on lähes mahdotonta luoda valmis 3D-malli ilman jonkin tasoista alijakamista. (Slick 2016.)

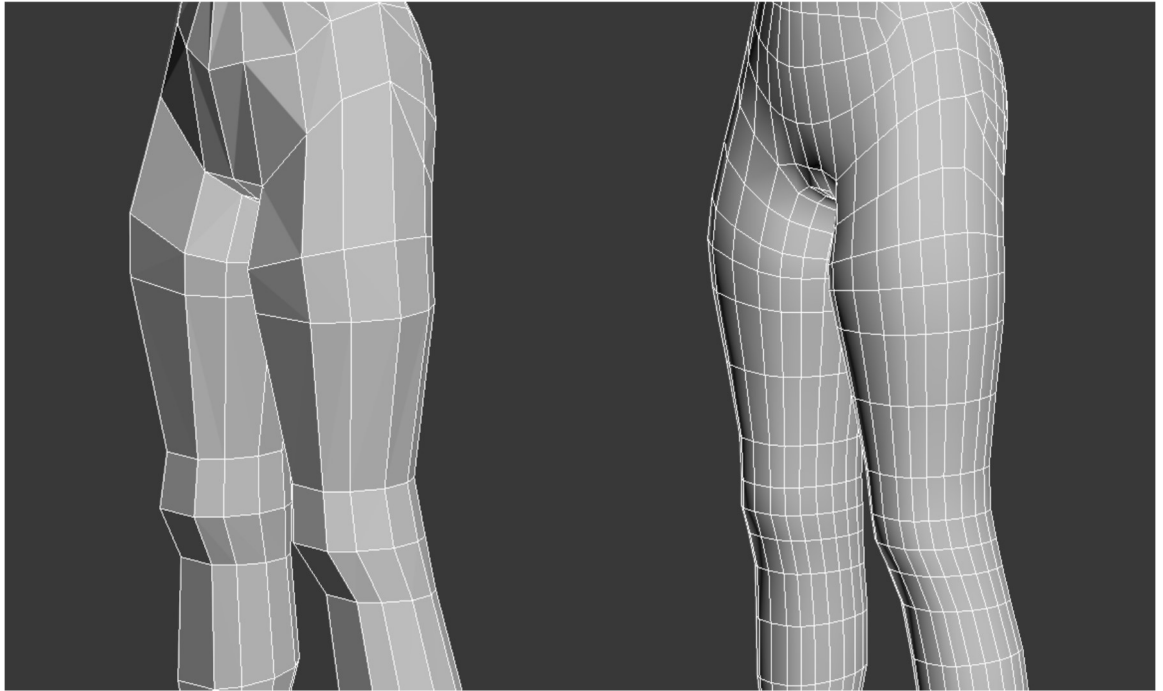
Alijakamista käytetään 3D-mallien siistimiseen, jotta ne näyttäisivät hyviltä renderöitäessä. Sitä käytetään melkein kaikissa digitaalisen grafiikan töissä. (Holden. 2011.)

3.1.5 Tasainen alijako

Tasaisessa alijaossa koko 3D-mallin pinta alijaetaan tasaisesti. Nelikulmio jaetaan neljäksi nelikulmioksi, jotka seuraavat silti mallin muotoa. Kuva 7 havainnollistaa tätä. Tämän tekniikan avulla voidaan luoda kohtuullisella polygonien määrällä mesh, jota voidaan silottaa jälkikäteen paremman näköiseksi. (Holden 2011.)

Jos alkuperäisessä meshissä on virheitä verteksien normaleissa, ne säilyvät alijakamisen jälkeenkin. Alijakamisessa kolmiosta tulee pole ja N-Gonista tulee N-pole. Tämän vuoksi nelikulmion muotoiset polygonit toimivat parhaiten. Täten on tärkeää, että polygonit ovat nelikulmioita mallin tärkeimmissä osissa. (Holden 2011.)

Alijakamisessa tavallisesti keskitytään meshin muotoon ja rakenteeseen ennen polygonien lisäämistä yksityiskohtia varten. Tämä muistuttaa tavallista maalaamista, jossa käytetään isoja siveltimenvetoja ennen yksityiskohtien maalaamista. Tällä tavalla pystytään paremmin pitämään meshin muoto hallinnassa. (Holden 2011.)

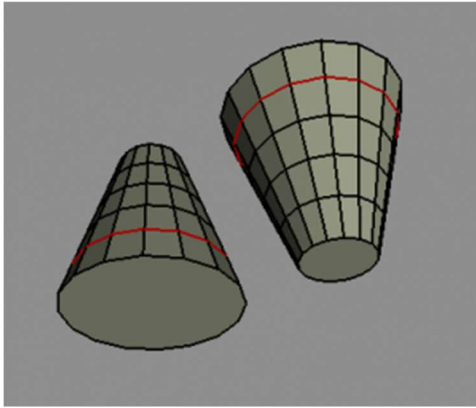


Kuva 7. Tasainen alijako

3.1.6 Reunaviivaluupit

Reunaviivaluuppi on sarja toisiinsa liitettyjä reunoja objektin pinnalla, joka kulkee kokonaan kohteen ympäri ja päättyy alkupisteeseen. (Edge loops n.d.). Tätä havainnollistetaan kuvassa 8 .3D-malliin voidaan lisätä resoluutiota lisäämällä valikoivasti ylimääräisiä reunaviivaluuppeja. Reunaviivaluuppeja voidaan lisätä vierekkäisten polygonien ylitse. Tällä tavalla voidaan alijakaa valitut tasot lisäämättä tarpeettomasti resoluutiota muualle meshiin. Reunaviivaluuppeja käytetään yleensä resoluution lisäämiseen paikkoihin, jotka vaativat yksityiskohtaisuutta, joka on epäsuhteessa ympäröivään geometriaan. Hyviä esimerkkejä ovat polvet ja kyynärpäät. (Slick 2016.)

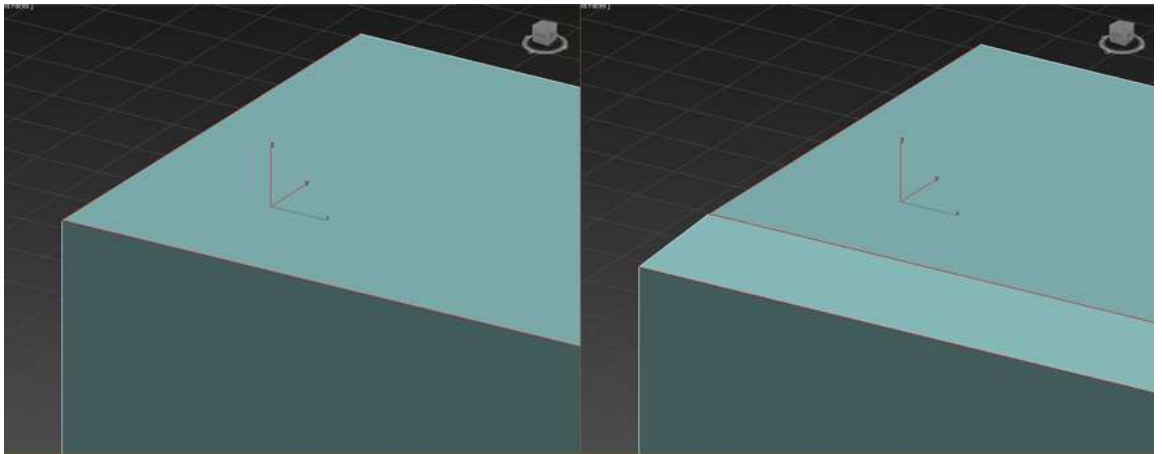
Reunaviivaluupeilla voidaan valmistella meshiä tasaista alijakamista varten. Tasaaisessa alijakamisessa terävät kulmat pyöristetään. Jos jotkin terävistä kulmista halutaan säilyttää, voidaan kulman jommallekummalle puolelle laittaa reunaviivaluuppi. (Slick 2016.)



Kuva 8. Reunaviivaluoppi. (Edge loops n.d.)

3.1.7 Chamfer

Chamfer toiminnolla voidaan vähentää reunojen terävyyttä 3D-mallissa. Esimerkiksi kuutiossa kaikki tahkot ovat 90 asteen kulmassa toisiinsa. Tällöin muodostuu terävä reuna. Chamfer tekee kapean, 45 asteen kulmassa olevan tason niiden väliin. Tämä tekee reunasta pehmeämmän näköisen. (Slick 2016.) Tätä havainnollistetaan kuvassa 9.



Kuva 9. Chamfer

3.1.8 Hiominen ja parantelu

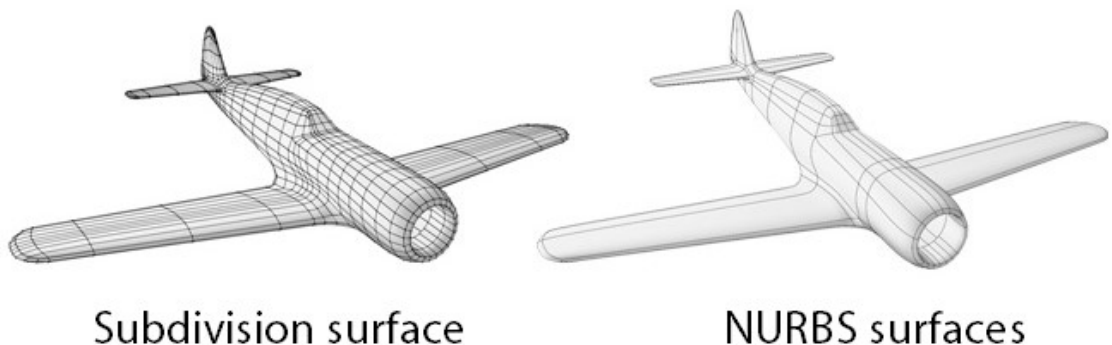
Tässä vaiheessa hiotaan meshiä paremmaksi liikuttelemalla yksittäisiä verteksejä. Verteksien liikuttaminen tapahtuu x-, y- tai z-akselin mukaan. Tähän kuuluu usein iso osa mallintamiseen käytettävästä ajasta. Hiomisen tarkoituksena on tehdä keskeneräisestä mallista lopullinen hiottu malli. (Slick 2016.)

Tätä vaihetta voidaan verrata kuvanveistoon. Kuvanveistossa taiteilija veistää ensin patsaan perusmuodon ja keskittyy muovaamaan sitä yleisellä tasolla. Viimeiseksi hän läpikäy kaikki alueet ja tekee pienemmät yksityiskohdat. (Slick 2016.)

3.2 NURBS-mallinnus

NURBS on mallinnustekniikka, jota käytetään eniten autojen mallintamiseen sekä mallintamiseen teollisuudessa. NURBS meshissä ei ole tasoja, reunaviivoja tai verteksejä. NURBS-mallintamisessa käytetään bezier-käyriä. Yhdistämällä kaksi tai useampi käyrä voidaan luoda NURBS-pinta. (Slick 2017.) Kuvassa 10 on esimerkki NURBS-pinnasta.

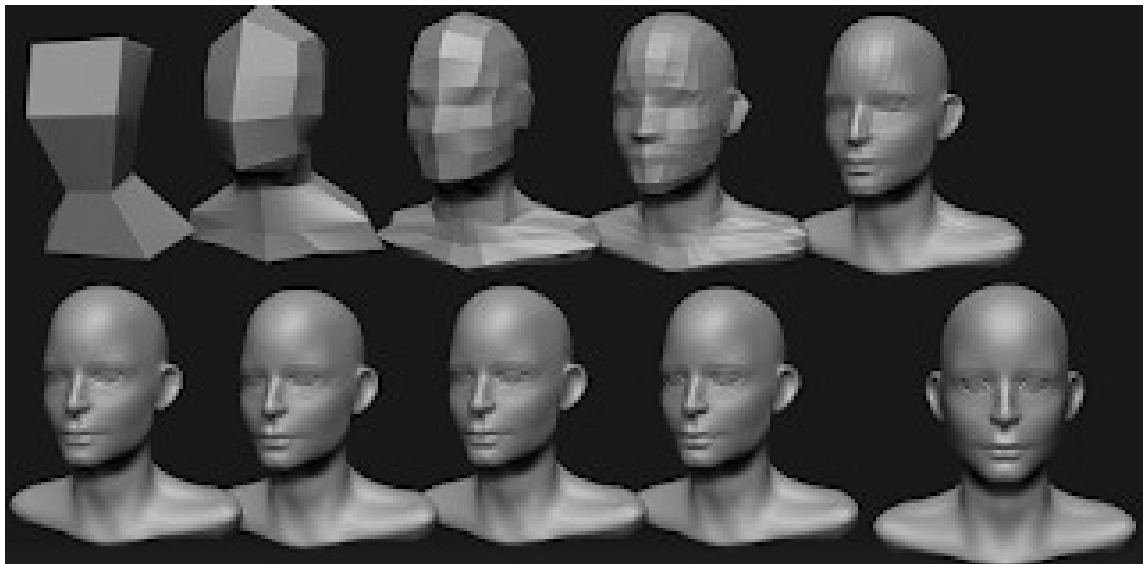
NURBS-mallinnus perustuu matematiikkaan, joka on monimutkaisempaa kuin polygo-neissa käytetty matematiikka. NURBS-mallinnusta käytetään tyypillisesti sovelluksissa, joissa renderöinti suoritetaan etukäteen, kuten tehtäessä animaatiota elokuvaan tai televi-sioon. NURBS-mallinnus on hyvä kaarevien muotojen luonnissa. Sitä käytetään usein orgaanisten muotojen, kuten ihmisten ja eläinten mallintamiseen sekä hyvin tarkkojen autojen mallien tekemiseen. (Derakhshani 2004.)



Kuva 10. Alijaettu pinta ja NURBS-pinta. (andrews92 2012)

3.3 Digitaalinen kuvanveisto

Digitaalinen kuvanveisto on tekniikka, jossa mesh luodaan muovaamalla 3D-mallin muotoa kuvanveistoa muistuttavilla tavoilla. Mallintaja käyttää tähän yleensä piirtopöytää. Digitaalinen kuvanveisto on mahdollistanut hahmon mallinnuksen siirtymisen uudelle tasolle. Hahmon mallinnuksesta on tullut nopeampaa ja tehokkaampaa. Mallintaja voi työstää malleja, joissa on miljoonia polygoneja. Veistetyt meshit ovat mahdollistaneet ennen näkemättömän määrän yksityiskohtaisuutta. (Slick 2017.) Kuvassa 11 havainnollistetaan digitaalista kuvanveistoa.



Kuva 11. Digitaalinen kuvanveisto. (McNeill 2015)

3.4 Proseduraalinen mallinnus

Proseduraalisella mallinnuksella tarkoitetaan tietokonegrafiikan tekniikkoja, joissa luodaan 3D-malleja ja tekstuureita tiettyjen sääntöjen pohjalta. L-järjestelmät, fraktaalit ja generatiivinen mallinnus luovat grafiikkaa algoritmien perusteella. Säännöt voivat esimerkiksi perustua algoritmiin tai muokattaviin parametreihin. (Procedural Modeling.)

Proseduraalista mallinnusta käytetään usein puiden, ruohon ja muiden orgaanisten rakenteiden tekoon. Koska näissä on äärettömästi vaihtelua, olisi lähes mahdotonta tehdä niitä tavallisilla mallinnusmenetelmillä. Monissa ympäristön mallinnusohjelmissa voidaan

luoda kokonaisia maisemia proseduraalisesti. Näissä ohjelmissa voidaan muokata ympäristöjä parametreja säätämällä, esimerkiksi kasvillisuuden tiheyttä. (Slick 2017.)

3.5 Kuviin perustuva mallinnus

Kuviin perustuva mallinnus on tekniikka, jossa luodaan 3D-malli algoritmien avulla kaksiulotteisista kuvista. Tätä tekniikkaa käytetään usein, kun ei ole riittävästi aikaa tehdä 3D-malleja manuaalisesti. (Slick 2017.)

Kuviin perustuvaa mallinnusta käytetään harvoin peleissä. Tämä johtuu siitä, että sen avulla luodut mallit ovat yleensä todella korkearesoluutioisia. Fotogrammetria on hyvä keino tehdä 3D-malleja elokuvaan ja erikoistehosteisiin. (Wiesen 2014.)

Kuviin perustuvan mallinnuksen avulla voidaan luoda kätevästi fotorealistisia paikkoja. Jos halutaan mallintaa jokin olemassa oleva paikka, voidaan mennä paikan päälle ottamaan valokuvia. Valokuvasta ei kuitenkaan pysytä näkemään eri suuntiin. Tämä voidaan ratkaista ottamalla valokuvia eri kuvakulmista ja paikoista. Kuvat kasataan sitten panoraamaksi. Kuvia voidaan vaihdella sen mukaan, missä käyttäjä liikkuu. (Debevec 1999.)

Tarvittavien kuvien määrää voidaan karsia käyttämällä erinäisiä tekniikoita, esimerkiksi interaktiivista fotogrammetriaa tai aktiivista tunnistusta. Sitten kolmiulotteinen geometria renderöidään halutusta kuvakulmasta ja siihen lisätään värit valokuvista. (Debevec 1999.)

Enhä tunnetuin esimerkki kuviin perustuvasta mallintamisesta löytyy elokuvasta *The Matrix*. Elokuvassa kuvattiin toimintakohtauksia kamerarivistöillä, jotka oli aseteltu 360 asteen ringiksi. He käyttivät tulkitsevaa algoritmia, jonka avulla saatiin virtuaalinen 3D-kamera liikkumaan oikeissa lavasteissa. (Slick 2017.)

3.6 3D-skannaus

3D-skannauksella voidaan skannata esineitä digitaalisiksi 3D-malleiksi. Tätä käytetään, kun halutaan erittäin fotorealistista jälkeä. Esine tai vaikka näyttelijä skannataan ja ana-

lysoidaan. Saatujen tietojen perusteella tuotetaan tarkka polygoni- tai NURBS-mesh. Skannausta käytetään usein, kun halutaan luoda digitaalinen versio näyttelijästä. (Slick 2017.)

3D-skannerit eivät korvaa perinteistä mallintamista. Monet viihdeteollisuudessa käytettävät 3D-mallit ovat sellaisia, ettei niille ole vastinetta oikeassa maailmassa. Näitä ovat esimerkiksi avaruusaluukset, piirroshahmot, hirviöt jne. (Slick 2017.)

4 Suunnittelu

Suunnittelussa pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon teoriaosuudessa läpikäytyjä asioita. Kohdeyleisöksi valittiin 9—13-vuotiaat. Genreksi valittiin fantasia. Hahmo suunniteltiin siten, että sitä voisi käyttää videopeleissä.

Hahmon suunnittelu aloitettiin valitsemalla hahmon arkkityyppi ja kirjoittamalla hahmolle lyhyt taustatarina. Sen jälkeen etsittiin referenssimateriaalia internetistä. Suunnitteluun etsittiin inspiraatioreferenssiä sekä tutkimusreferenssiä. Tämän jälkeen alettiin luonnostelemaan hahmon siluettia teoriaosuudessa esiteltyjen perusmuotojen pohjalta.

4.1 Hahmon tarina

Hahmosuunnittelun alussa ajateltiin hahmon olevan tarinan sankari. Inspiraatiomateriaalia etsittäessä kuitenkin pahishahmo alkoi vaikuttamaan mielenkiintoisemmalta suunniteltavaksi. Täten hahmon arkkityypiksi valittiin varjo, minkä pohjalta hahmon muita ominaisuuksia lähdettiin kehittämään.

Hahmoksi valittiin ilkeä epäkuollut velho, joka pyrkii valtaamaan päähenkilön kotimaan. Hahmolla olisi alaisuudessaan lukuisia kätyreitä, joita hän lähettää päähenkilön kimppeun. Hahmolla olisi mahtavia maagisia kykyjä, kuten luurankojen manaaminen ja erilaisten päähenkilöä vahingoittavien loitsujen heittelemine. Hahmon motivaationa olisi vallanhimo, jonka vuoksi hän pyrkisi alistamaan kaikki maat valtansa alle.

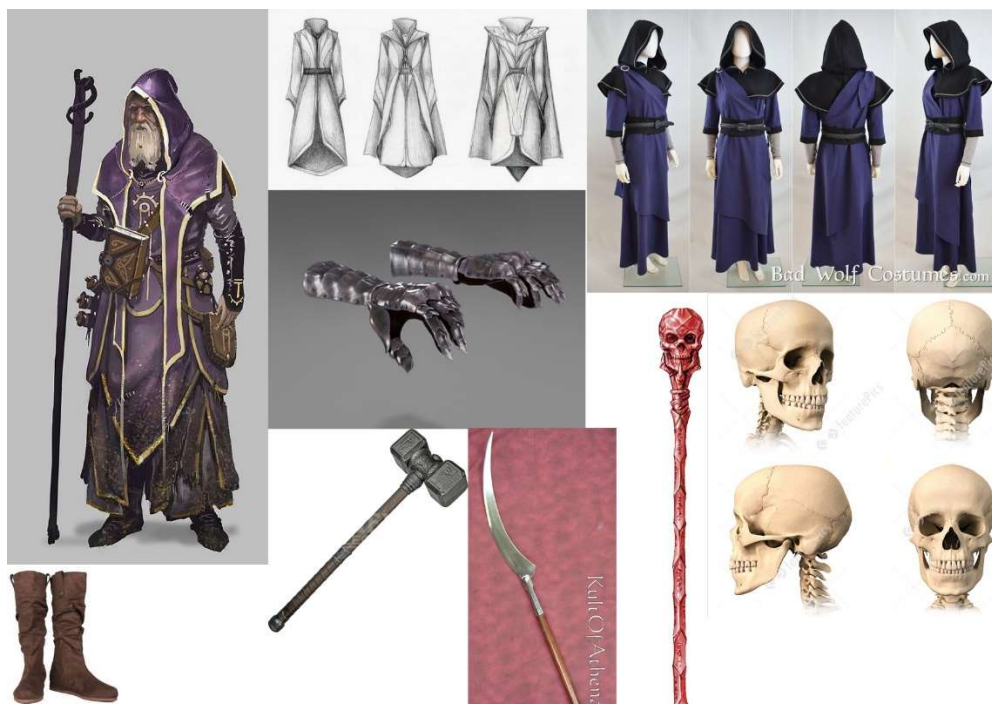
4.2 Referenssimateriaali

Aluksi pyrittiin löytämään inspiroivaa materiaalia, josta saisi ideoita siihen, millainen hahmo olisi. Referenssimateriaalina etsittiin Googlen kuvahaun avulla sekä Pinterest-verkkosivulta. Inspiraationa käytettiin myös tunnettuja pahiksia, kuten esimerkiksi Skeletor He-man -sarjasta. Koottua inspiraatioreferenssiä esitellään kuvassa 12.



Kuva 12. Inspiraatioreferenssiä.

Seuraavaksi koottiin referenssimateriaalia erilaisista vaatteista ja aseista. Tähänkin referenssin hakuun käytettiin Googlen kuvahakua ja Pinterest-verkkosivustoa. Lisäksi etsittiin referenssiä ihmisen pääkalloista, jotta hahmon pään anatomia olisi oikein. Koottua tutkimusreferenssiä esitellään kuvassa 13.



Kuva 13. Tutkimusreferenssiä.

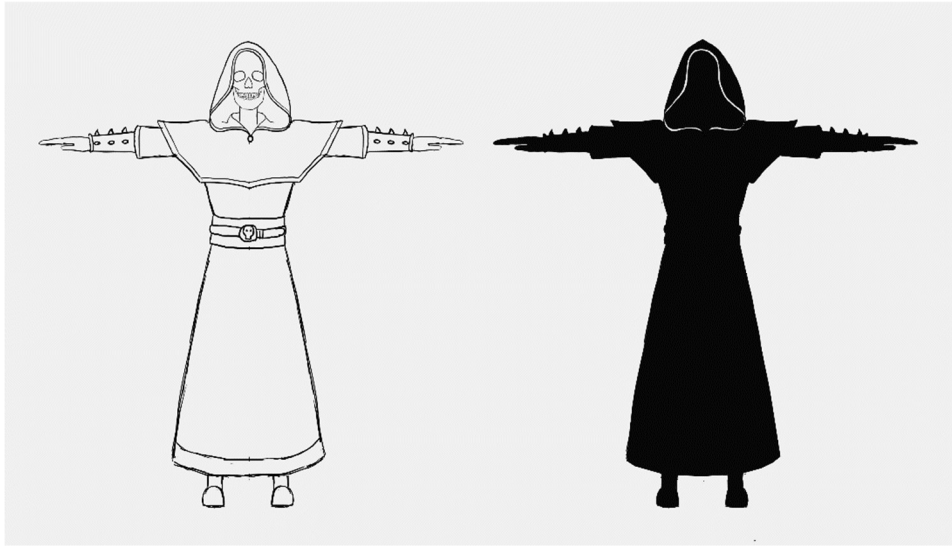
4.3 Siluetti ja luonnostelua

Hahmon siluettia ryhdyttiin suunnittelemaan perusmuotojen pohjalta. Käytettäviksi muodoiksi valittiin kolmio ja neliö. Kolmion muoto sopii pahis hahmolle, koska se ilmaisee aggressiota, salakähmäisyyttä ja konfliktia. Neliön muoto ilmaisee maskuliinisuutta. Ympyrän muotoa ei juurikaan käytetty, koska sillä ei ole pahikselle sopivia ominaisuuksia. Lisäksi muotoon haettiin vaikutteita referenssimateriaaleista. Osaan silueteista lisättiin mahdollinen ase, jota hahmo käyttäisi. Koska hahmo on epäkuollut, lisättiin siluetteihin pääkallomaiset kasvot. Lisäksi siluetteihin lisättiin hieman yksityiskohtia käyttäen valkoista väriä. Siluettiluonnoksia on nähtävissä kuvassa 14.



Kuva 14. Siluettiluonnoksia.

Siluettiluonnosten pohjalta alettiin luonnostelemaan lopullista hahmoa. Kuvassa 15 esitellään valmista luonnosta ja siluettia. Pienimpien yksityiskohtien suunnittelu ja värien määrittäminen jätettiin konseptitaidevaihetta varten.



Kuva 15. Luonnos valmiista hahmosta ja sen siluetti.

4.4 Konseptitaide

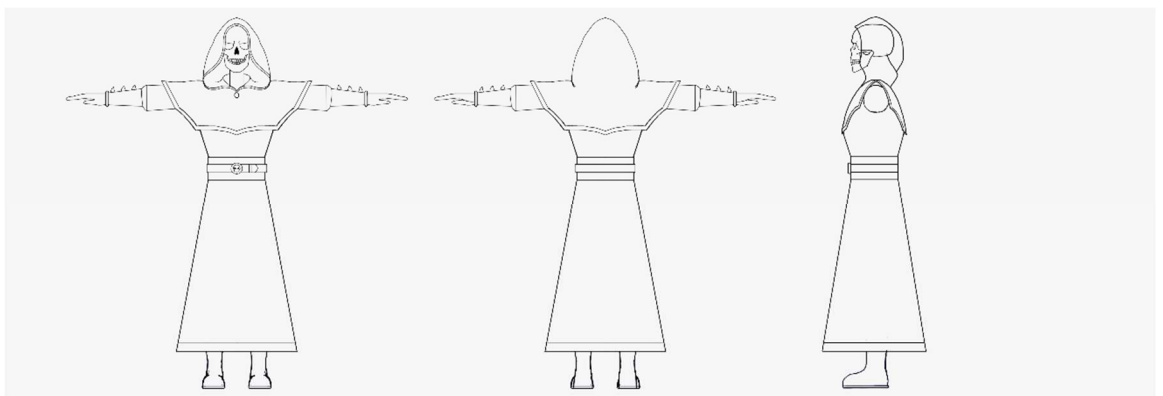
Hahmosta piirrettiin kuvat edestä ja takaa. Lisäksi piirrettiin konseptikuva, jossa hahmo seisoo valmiina loitsimaan. Hahmon pääväreiksi valittiin musta ja punainen. Lisäksi hahmon käsissä on violettia. Punainen väri symbolisoi vihaa, valtaa, voimaa ja vaaraa. Musta symbolisoi pahuutta ja kuolemaa. Violetti symbolisoi magiaa. Muut värit valittiin vaatteiden materiaalin mukaan. Nahasta tehdyt osat ovat ruskeita ja metalliset harmaita. Kuvassa 16 esitellään konseptitaidetta.



Kuva 16. Konseptitaidetta

4.5 Model sheet

Konseptikuvituksien ja aikaisemmin tehdyn luonnoksen perusteella piirrettiin hahmon model sheet 3D-mallintamista varten. Model sheetissa on hahmosta piirretty kolmen pisteen "T" -täyskäännös. Valmis model sheet on nähtävissä kuvassa 17.



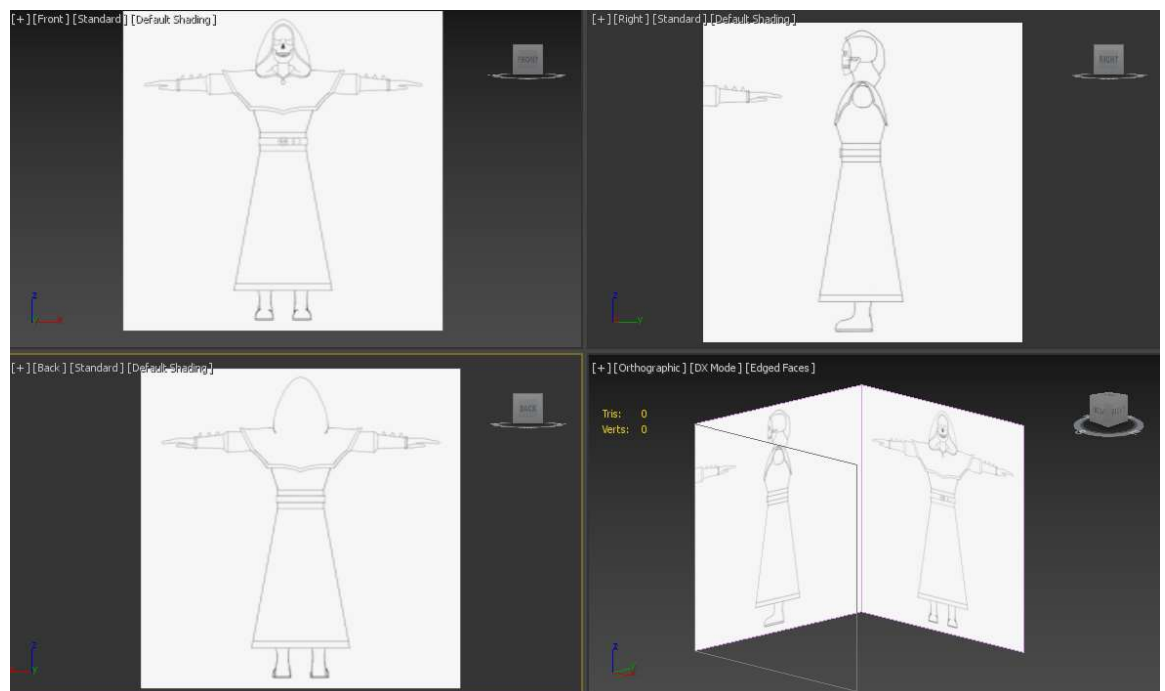
Kuva 17. Model Sheet.

5 Mallinnus

Ensimmäiseksi mallinnettiin low poly -malli käyttäen 3D Studio Max 2017 -ohjelmaa. Valmis malli vietiin Mudbox 2017 -ohjelmaan, jossa siitä tehtiin high poly versio käyttäen digitaalista kuvanveistoa. Valmiista high poly -mallista renderöitiin normaalikartta.

5.1 Low poly -malli

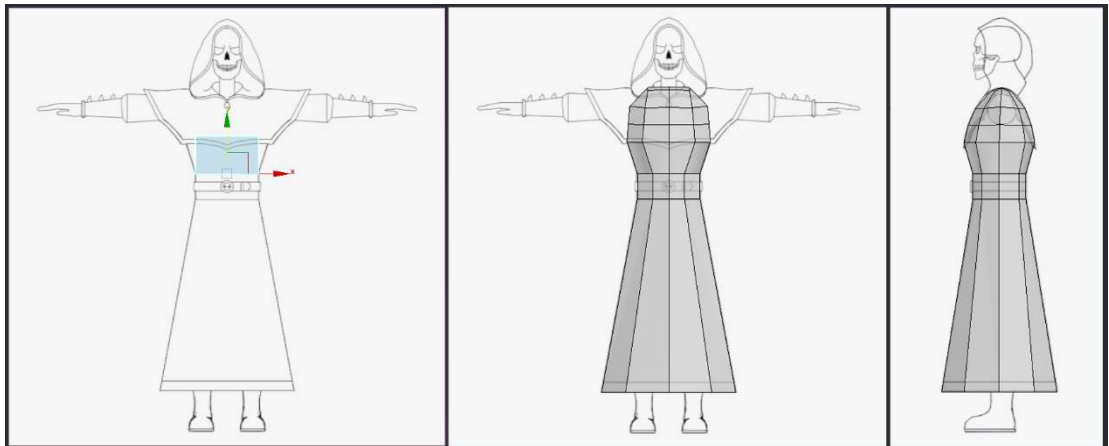
Aluksi luotiin kolme erillistä nelikulmaista pinta -objektia, joihin laitettiin tekstuuriksi aikaisemmin piirretty model sheet. Sitten objekteihin lisättiin UVW Map -muokkain. Tätä muokkainta käyttämällä liikuteltiin tekstuuria objektien pinnalla niin, että jokaisessa objektissa näkyi eri kuvat. Tällöin pinta -objekteissa oli kuvat hahmosta edestä, sivusta ja takaa. Kuvassa 18 havainnollistetaan tätä. Näitä kuvia käytettiin apuna mallintamisessa.



Kuva 18. Model sheetin kuvat tekstureina pinta -objekteissa.

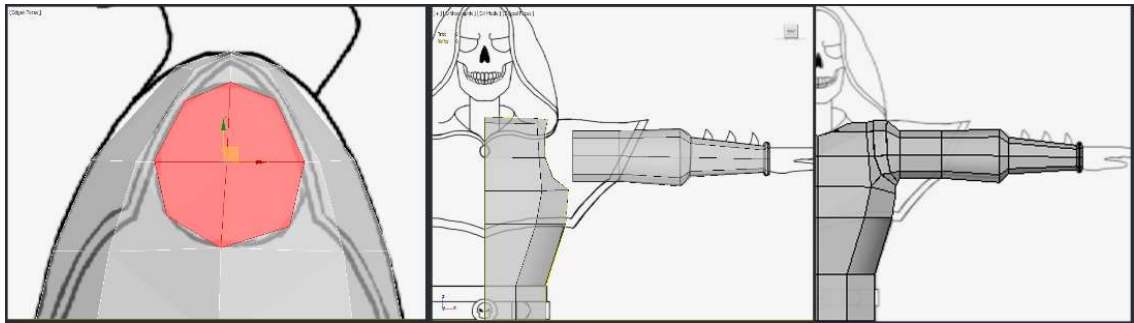
5.1.1 Vartalo

Vartalon mallintaminen aloitettiin luomalla laatikko -objekti, joka aseteltiin apukuvien mukaan hahmon keskelle. Sitten laatikosta ryhdyttiin muokkaamaan halutun laista muotoa käyttäen laatikkomallintamista. Tarpeen mukaan käytettiin myös alijakamista, sekä reunaviivamallintamista. Mallintamisessa käytettiin apuna symmetry -muokkainta, joka tekee peilikuvamaisen kopion mallista. Tämä muokkain laitettiin peilaamaan kopio mallin keskeltä, jolloin vartalon vasenta puoliskoa ei tarvinnut erikseen mallintaa, vaan se kopioitui symmetrisesti oikean puoliskon mukaisesti. Kuvassa 19 havainnollistetaan vartalon mallintamista.



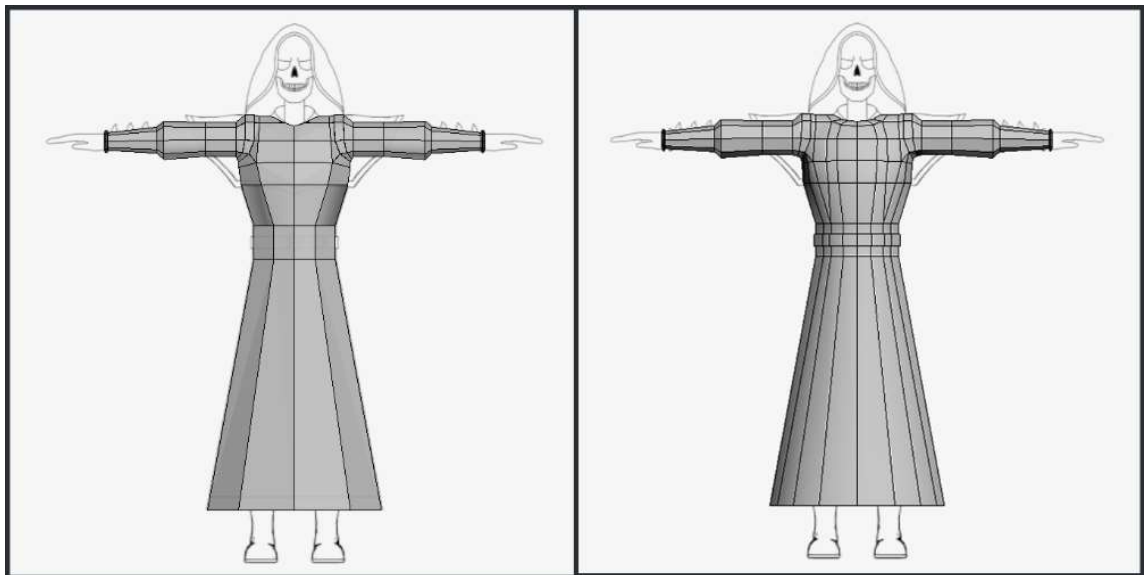
Kuva 19. Vartalon mallintamista.

Kun vartalon perusmuoto oli saatu mallinnettua, ryhdyttiin mallintamaan käsivartta. Ensiksi vartaloon leikattiin aukko kohtaan, johon käsivarsi kiinnittyy. Sitten käsivarren mallintaminen aloitettiin luomalla sylinteri -objekti ja muokkaamalla sitä laatikkomallintamisen menetelmin. Vartaloon tehdyn aukon reunoista vedettiin uusia tasoja käyttäen extrude -työkalua, joista muokattiin hahmon olkapää. Sitten käsivarsi ja vartalo yhdistettiin yhdeksi meshiksi, jonka jälkeen käsivarsi kiinnitettiin olkapäähän. Tätä havainnollistetaan kuvassa 20.



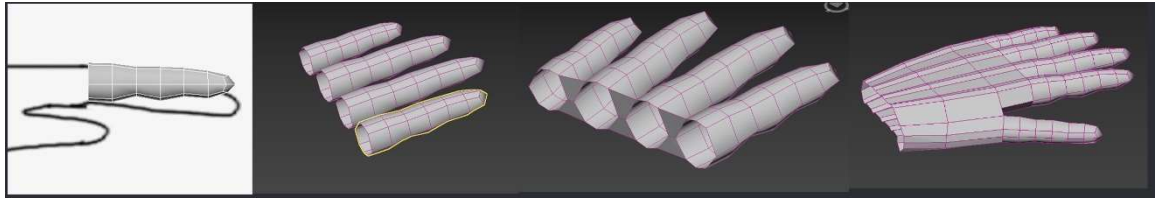
Kuva 20. Käsivarren mallinnus.

Seuraavaksi vartalon meshiin lisättiin resoluutiota käyttäen alijakamista, jotta malli olisi lähempänä haluttua muotoa. Kuvassa 21 on alkuperäinen malli vasemmalla ja paranneltu versio oikealla.



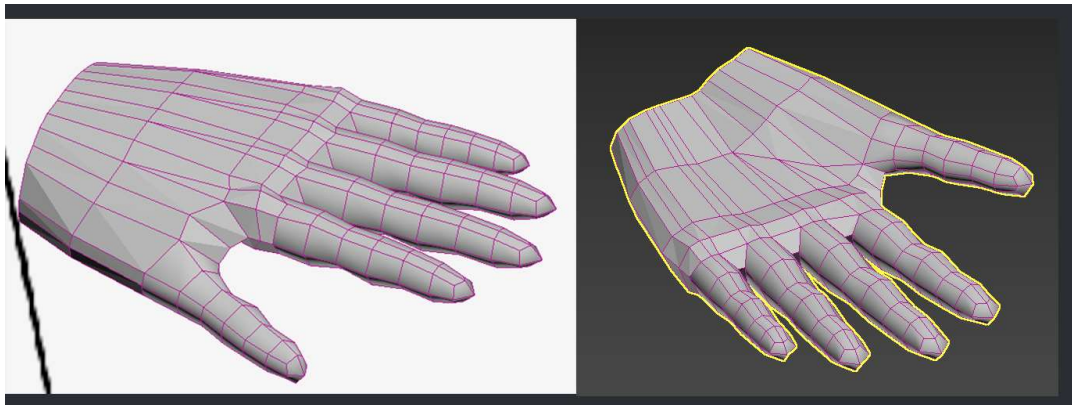
Kuva 21. Vartalon malli ennen ja jälkeen alijakamisen.

Käden mallintaminen aloitettiin tekemällä ensin yksi sormi. Sormi luotiin sylinteri - objektista käyttäen laatikkomallintamista. Muut sormet tehtiin kopiaimalla valmiista sormesta. Sormien kokoon tehtiin vaihtelua käyttäen skaalaus -työkalua. Sormet aseteltiin vierekkäin ja ne liitettiin toisiinsa luomalla niiden välille uusia tasoja. Sormien takapään reunoista vedettiin uusia tasoja, joista muodostui kämmenen muoto. Peukalo tehtiin kopiaimalla yksi sormi, pyörittämällä sitä haluttuun kulmaan, ja kiinnittämällä se käteen. Käden mallinnusta havainnollistetaan kuvassa 22.



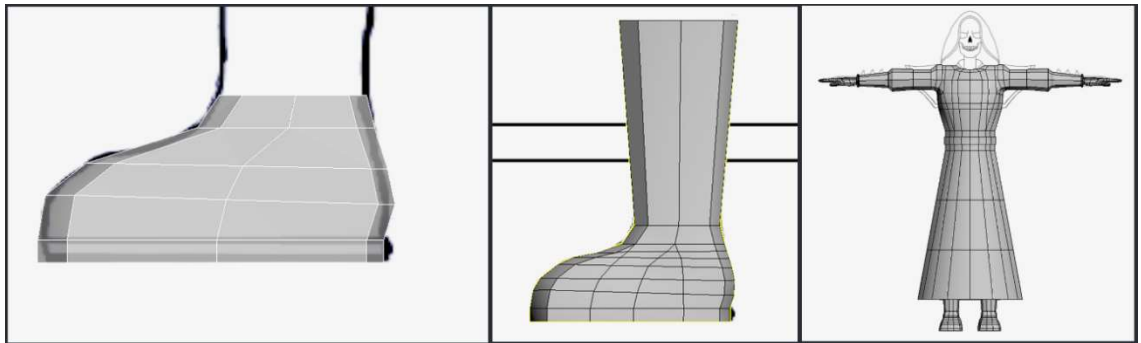
Kuva 22. Käden mallinnus.

Käden muotoa paranneltiin siirtelemällä reunaviivoja ja verteksejä. Tarvittaessa lisättiin reunaviivaluuppeja. Tätä prosessia jatkettiin, kunnes kädestä saatiin halutun muotoinen. Tätä havainnollistetaan kuvassa 23. Lopuksi käsi kiinnitettiin käsivarteen oikealle paikalleen.



Kuva 23. Käden muodon parantelua.

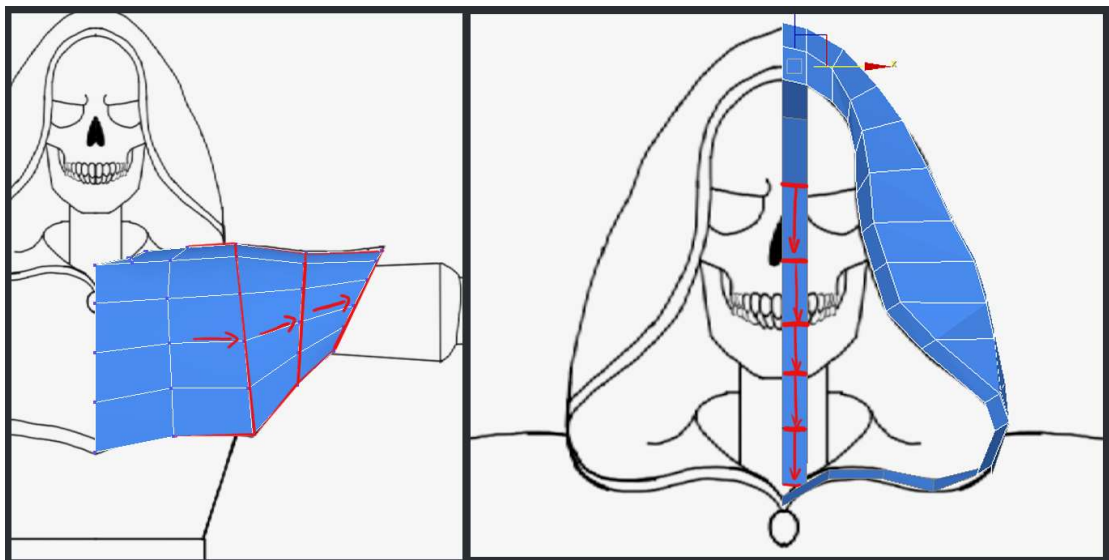
Seuraavaksi mallinnettiin hahmon jalat. Koska hahmon kaapu peittää suurimman osan jaloista, päätettiin jaloista mallintaa vain kengät. Kengät tehtiin laatikko -objektista käyttäen laatikkomallintamista. Mallia alijaettiin tarpeen mukaan lisäämällä reunaviivaluuppeja. Toinen kenkä tehtiin kopioimalla ja kääntämällä se käyttäen mirror -työkalua. Kengän mallinnusta havainnollistetaan kuvassa 24.



Kuva 24. Kengän mallinnus.

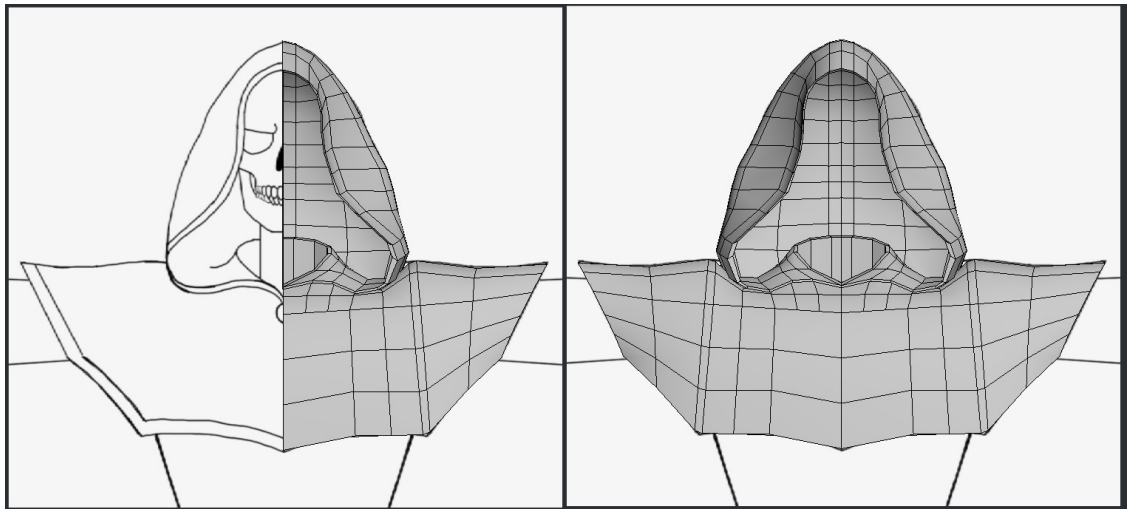
5.1.2 Huppu

Huppu mallinnettiin kahdessa osassa. Molemmat osat aloitettiin luomalla yksi taso ja vetämällä siitä uusia tasoja käyttäen extrude -työkalua. Kuvassa 25 havainnollistetaan tätä. Muotoa paranneltiin lisäämällä reunaviivaluuppeja tarpeen mukaan. Hupun sisus tehtiin kopioimalla sen ulkopuolen polygoneista. Polygonien joukkoa skaalattiin hieman pienemmäksi, jotta ne sopisivat hupun sisään.



Kuva 25. Hupun mallinnusta.

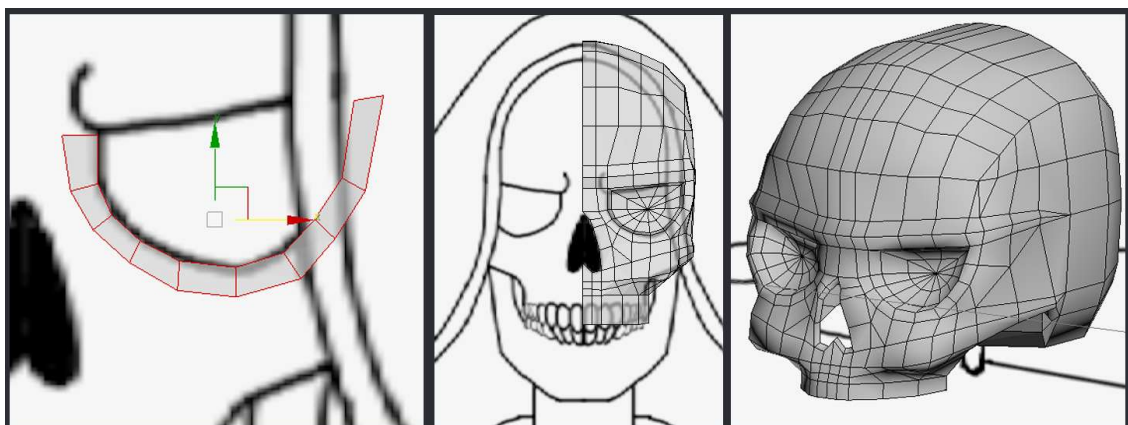
Hupusta mallinnettiin vain oikea puolisko, koska vasen puoli tehtiin käyttäen symmetry -muokkainta samalla tavalla kuin vartaloa tehtäessä. Kuvassa 26 havainnollistetaan tätä.



Kuva 26. Ennen ja jälkeen symmetry -muokkaimen käyttöä.

5.1.3 Pää

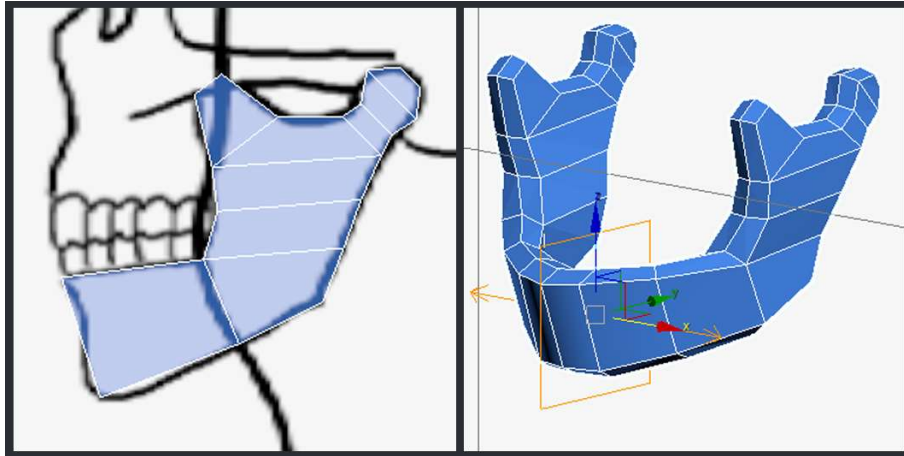
Kallon mallintaminen aloitettiin luomalla tasoja hahmon silmän reunan mukaisesti. Sitten kalloa ryhdyttiin työstämään käyttämällä reunaviivamallintamisen menetelmiä. Luodut tasot aseteltiin myötäilemään model sheetin kuvia. Tarvittaessa meshiin lisättiin reunaviivaluuppeja. Apuna käytettiin myös valokuvia ihmisen pääkalloista. Kallosta mallinnettiin vain oikea puolisko, koska vasen puolisko tehtiin symmetry -muokkaimen avulla. Kuvassa 27 havainnollistetaan kallon mallinnusta.



Kuva 27. Kallon mallinnus.

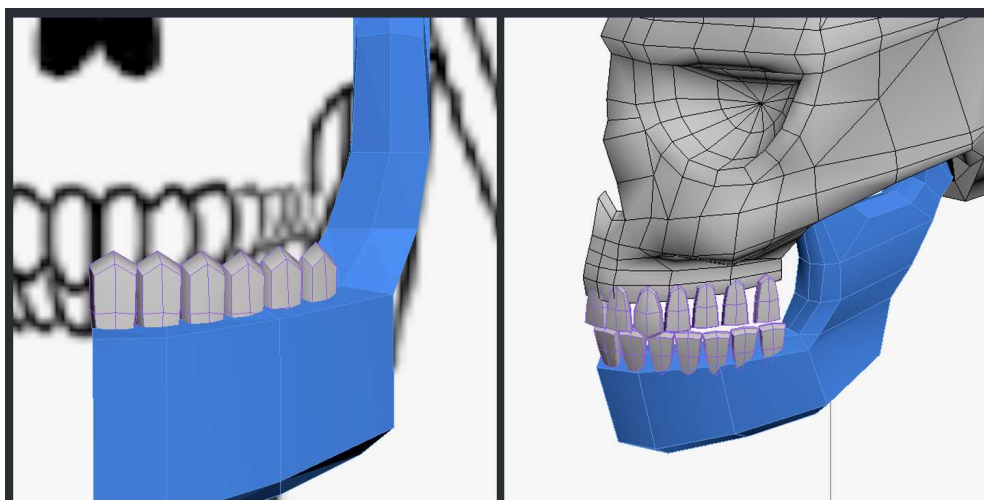
Leuka mallinnettiin laatikkomallinnusta käyttämällä mallikuvien mukaisesti. Toinen puoli luotiin symmetry -muokkaimen avulla samalla tavalla kuin aikaisemmissakin vaiheissa.

Leuan muotoa muokattiin extrude -työkalun avulla, sekä alijakamalla. Kuvassa 28. havainnollistetaan leuan mallinnusta.



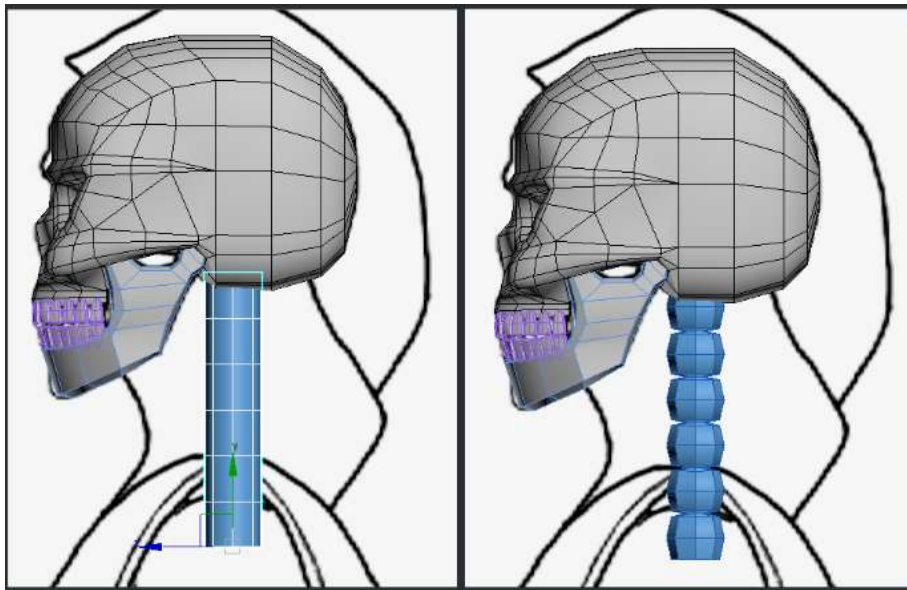
Kuva 28. Leuan mallinnus.

Hampaita mallinnettiin kaksi erilaista kappaletta, joista kopioitiin loput hampaat. Mallinnetut hampaat ovat yksi tavallinen hammas ja yksi kulmahammas. Hampaat kopioitiin instance -tyyppisinä mikä tarkoittaa, että yhteen hampaaseen tehdyt muutokset kopioituvat automaattisesti kaikkiin sen kopioihin. Sitten hampaat aseteltiin paikalleen leukoihin. Tässä vaiheessa niitä ei vielä liitetty leuan ja kallon meshiin, koska ensin haluttiin suorittaa niiden UVW unwrap. Tällöin sitä ei tarvitse tehdä jokaiselle hampaalle erikseen. Kuvassa 29 näkyvät mallinnetut hampaat.



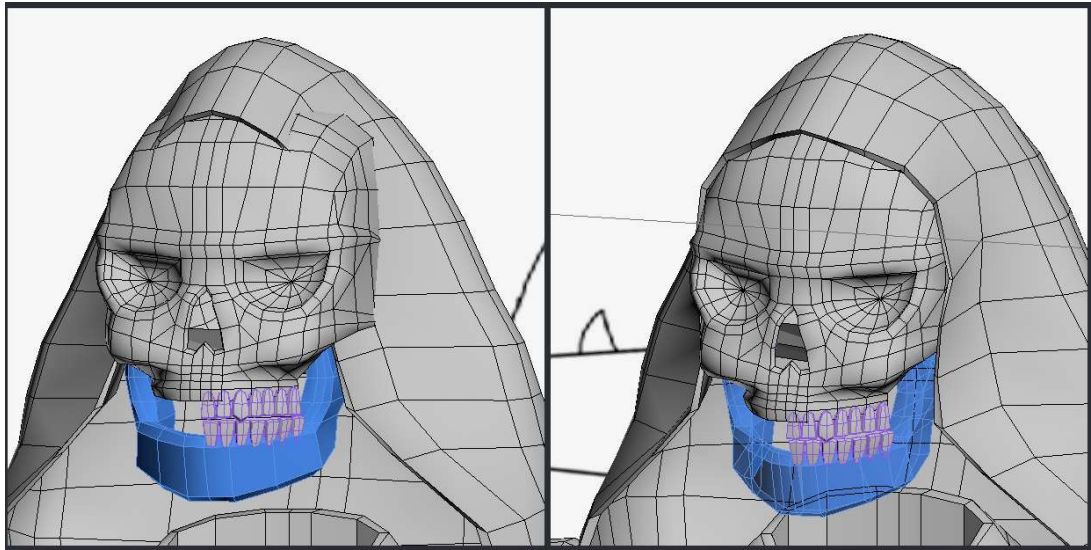
Kuva 29. Hampaat.

Kaulan luut mallinnettiin luomalla aluksi sylinteri -objekti ja asettelemalla se paikalleen. Sylinterissä oli reunaviivaluupit nikamien reunojen kohdalla. Näiden reunaviivaluoppien molemmille puolille lisättiin uudet reunaviivaluupit, jolloin jokaisen nikaman reunan kohdalla oli kolme vierekkäistä reunaviivaluoppia. Sitten keskimmäisiä luuppeja skaalattiin pienemmäksi, jolloin saatiin luotua rako nikamien välille. Kaulan mallinnusta havainnollistetaan kuvassa 30.



Kuva 30. Kaulan mallinnus.

Pään kaikkien osien valmistuttua huomattiin, että kallo ei sovi kokonaan hupun sisään. Osa kallosta lävisti hupun meshin. Tämä vika jouduttiin korjaamaan tässä vaiheessa. Hupun muotoa muokattiin siirtelemällä verteksejä, kunnes kallo sopi hupun sisään. Tältä ongelmalta olisi välttytty, jos kallo olisi mallinnettu ennen huppua. Vika ei kuitenkaan ollut suuri, joten sen korjaaminen onnistui helposti. Tätä vikaa havainnollistetaan kuvassa 31.

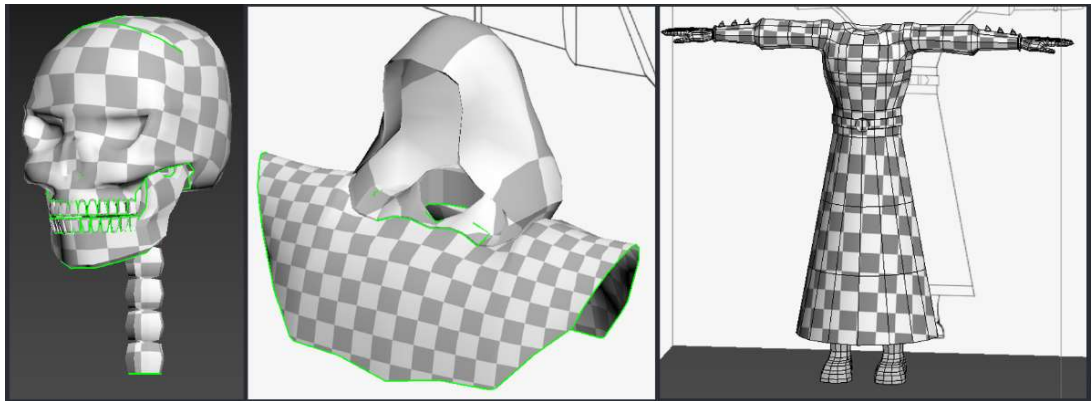


Kuva 31. Vika hupussa.

5.1.4 UVW Unwrap

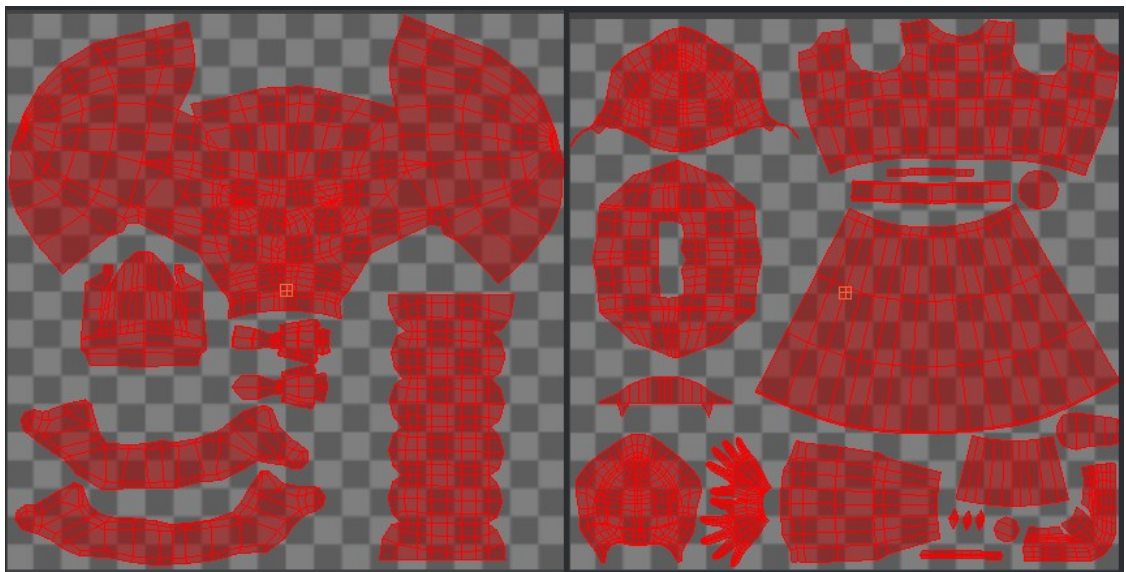
Unwrap UVW -muokkaimen avulla voidaan määrittää tekstuurin koordinaatit objekteihin ja muokata niitä koordinaatteja käsin tai erilaisten työkalujen avulla. Käyttämällä tätä muokkainta objektin tekstuurin koordinaatit hajotetaan yleensä pienemmiksi ryhmiksi. (Autodesk Help 2017.)

Hahmon eri osat unwrapattiin erikseen. Prosessi aloitettiin laittamalla objektiin unwrap UVW -muokkain. Muokkaimessa olevilla työkaluilla määritettiin saumat, joiden mukaan UV:t eli tekstuurikoordinaatit jaettiin pienempiin ryhmiin. Apuna käytettiin shakkiruutu-tekstuuria, jonka avulla nähtiin, että onko koordinaattien määrittäminen onnistunut kunnolla. Jos ruudut näkyivät neliöinä, oli UV:t määritetty oikein. Mahdollisista vääristymistä tekstuurissa nähtiin paikat, joita piti korjata. Tätä havainnollistetaan kuvassa 32.



Kuva 32. Saumat näkyvät kuvassa vihreänä.

Kallon, leuan ja kaulan UV-ryhmät koottiin samaan UV-karttaan ja kaikki muut osat toiseen UV-karttaan. Tällöin hahmolle tuli erilliset tekstuurikartat pään ja vartalon osille. Tällöin eri osille saatiin riittävän tarkat tekstuurit. Kuvassa 33 on nähtävissä valmiit UV-kartat.



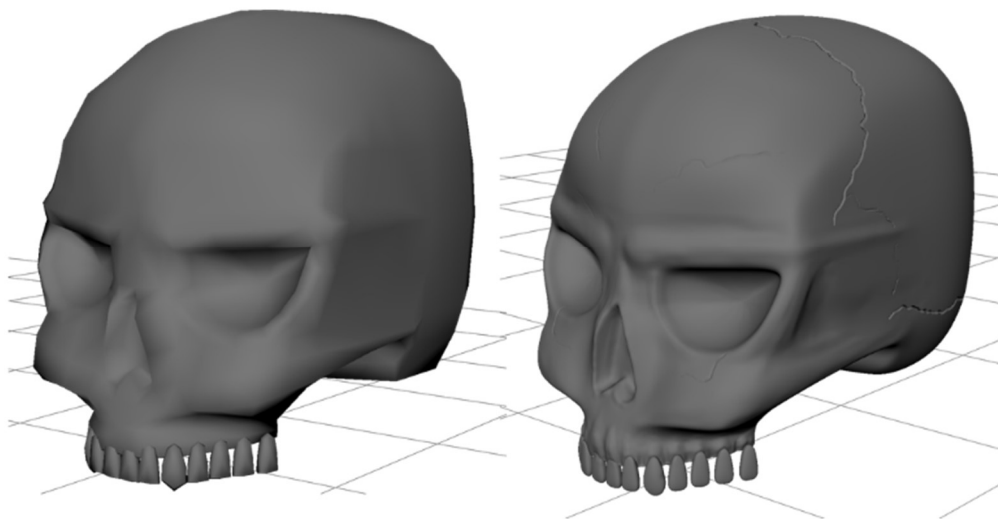
Kuva 33. Valmiit UV-kartat.

5.2 High poly -malli

High poly -mallin teossa käytettiin digitaalista kuvanveistoa. Hahmon eri osat veistettiin erikseen, jolloin prosessi vaati vähemmän tehoa tietokoneelta. Koko hahmon veistämi-

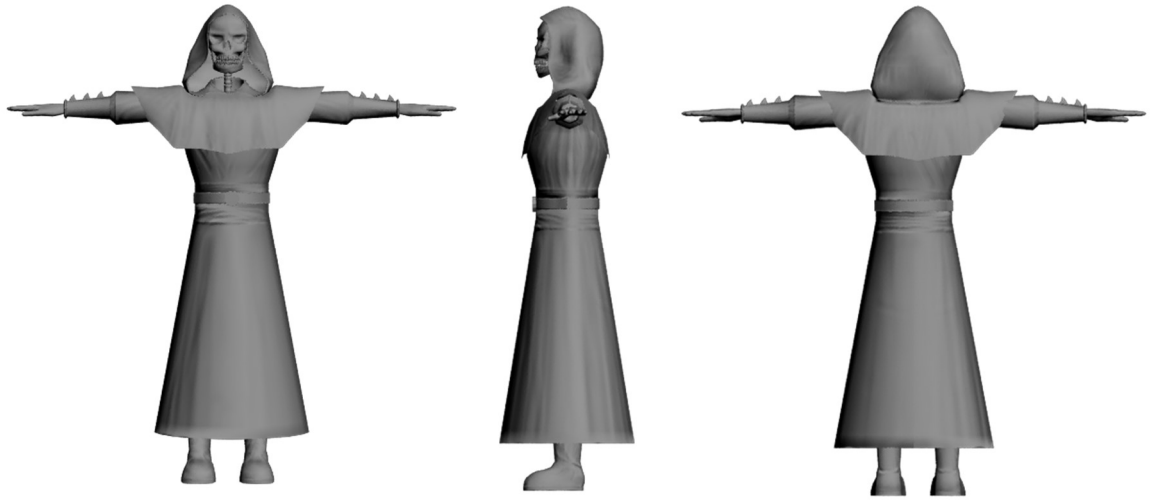
nen kerralla olisi todennäköisesti ollut liian raskasta mallintamisessa käytetylle tietokoneelle.

Veistäminen aloitettiin kallosta. Kallon low poly -malli vietiin Mudbox -ohjelmaan. Sitten malliin lisättiin resoluutiota, kunnes sitä voitiin veistää riittävän yksityiskohtaisesti. Mudbox käyttää resoluution lisäämiseen tasaista alijakoa. Mudboxissa on useita eri työkaluja, joita käytettiin veistämisessä. Kuvassa 34 on nähtävissä kallon low poly ja high poly -mallit



Kuva 34. Kallon low poly ja high poly -mallit.

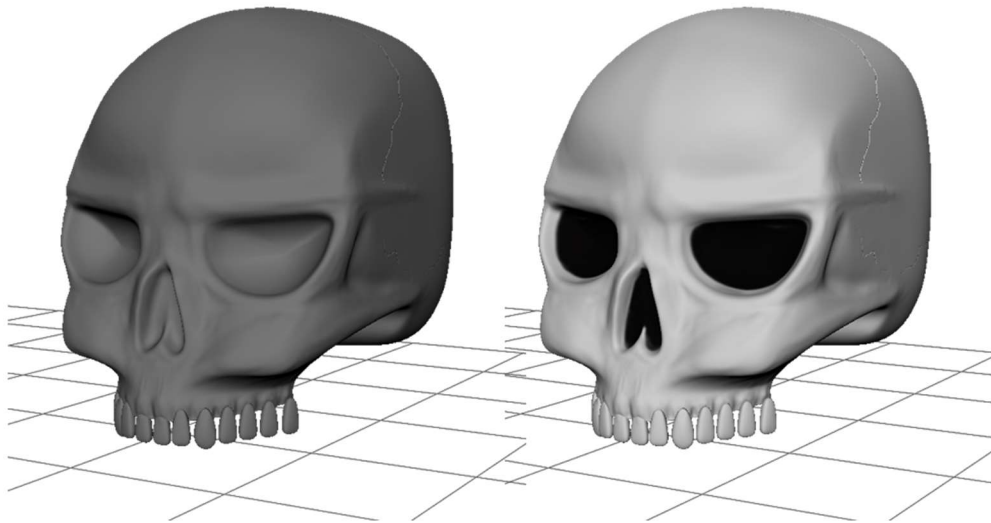
Kun veistäminen oli saatu valmiiksi, renderöitiin mallista normaalikartta. Normaalikarttaa testattiin 3DS Maxissa low poly -malliin. Tämä prosessi toistettiin kaikille hahmon osille. Lopuksi osien normaalikartat koottiin Photoshopissa kahdeksi eri normaalikartaksi UV-karttojen mukaisesti. Valmiit normaalikartat lisättiin hahmon low poly -malliin. Valmiiseen low poly -malliin tuli käytettyä noin 8800 kolmikulmaista polygonia. Kuvassa 35 on hahmon low poly -malli, johon on lisätty normaalikartta.



Kuva 35. Normaalikartta low poly -mallissa.

6 Teksturointi

Teksturointi aloitettiin maalaamalla tekstuurin pohjavärit suoraan 3D-mallin pintaan käyttäen Mudboxissa olevia maalaustyökaluja. Tällöin UV-kartan saumat sai helpommin piilotettua kuin Photoshopissa piirtämällä. Kuvassa 36 esitellään maalattua kalloa.



Kuva 36. Kallo on maalattu Mudbox -ohjelmassa.

Seuraavaksi valmiit maalatut pohjavärit tallennettiin kuvatiedostoiksi. Tämän jälkeen hahmon eri osista luotiin bumpmap -kartat ja ambiend occlusion -kartat. Bumpmap -kartta on harmaasävyinen kuva, jonka tummuusarvot määrittävät yksityiskohtien syvyyttä. Tässä mallissa syvyysarvoja määrittää normaalikartta, jolloin bumpmap -karttaa käytettiin vain tekstuurikartassa lisänä. Ambien occlusion -kartassa on määritetty 3D-mallin eri osien valoisuutta ja varjoisuutta. Kohdat joihin ei pääse taustavaloa näkyvät tummina ja valoisat kohdat vaaleina. Näitä karttoja esitellään kuvassa 37.



Kuva 37. Pohjaväri, bumpmap- ja ambient occlusion kartat.

Sitten pohjaväriin kuvaa tuotiin Photoshop -ohjelmaan, jossa niihin yhdistettiin renderöidyt bumpmap- ja ambient occlusion kartat. Näin saatiin luotua teksturi karttaan lisää yksityiskohtia ja varjostuksia. Photoshopissa koottiin hahmon kaikkien osien tekstuurit kahdeksi eri tekstuurikartaksi. Kuvassa 38 esitellään teksturoitua hahmoa.



Kuva 38. Teksturoitu hahmo.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Usein hahmoa suunniteltaessa on taipumus aloittaa heti hahmon ulkonäön suunnittelu. Hahmosuunnittelu käsittää kuitenkin paljon muitakin seikkoja, jotka tulisi suunnitella huolella ensimmäisenä. Hahmon tarinalla, kohdeyleisöllä ja genrellä on suuri vaikutus siihen, että millaiselta hahmon tulisi näyttää.

Hahmon suunnittelu aloitettiin valitsemalla sille arkkityyppi. Aluksi mietittiin sankarin arkkityypin käyttöä, mutta lopulta päädyttiin tekemään varjo eli pahishahmo. Sitten hahmolle keksittiin lyhyt taustatarina, jossa pyrittiin vastaamaan teoriaosuudessa läpikäytyihin kysymyksiin. Kun hahmon tarina oli valmis, ryhdyttiin kokoamaan referenssimateriaalia. Referenssiä apuna käyttäen ryhdyttiin luonnostelevaan hahmon siluettia ja ulkonäköä hyödyntäen teoriaosuudessa esiteltyjä perusmuotoja. Seuraavaksi piirrettiin hieman konseptitaidetta, jossa määriteltiin hahmon värit. Konseptitaidteen pohjalta luotiin lopullinen model sheet.

3D-mallinnus aloitettiin mallintamalla hahmon eri osat käyttäen apuna model sheetin kuvia. Hahmosta mallinnettiin aluksi yksinkertaisempi malli käyttäen tavallisimpia 3D-mallintamisen tekniikoita. Sitten hahmosta työstettiin yksityiskohtaisempi malli käyttäen digitaalista kuvanveistoa. Samalla opeteltiin Mudbox -ohjelman käyttöä. Veistetyistä mallista luotiin normaalikartta, jolla sen yksityiskohtia saatiin näkymään yksinkertaisemman mallin pinnalla. Tällöin hahmoa voisi käyttää peleissä, sillä veistetyssä mallissa olisi liikaa polygoneja.

Hahmon suunnittelu ja mallinnus onnistui tyydyttävästi. Parantamista olisi kuitenkin etenkin hahmon suunnittelussa. Hahmo olisi voinut olla paljon omaperäisempikin. Lisäksi hahmossa olisi voinut olla paljon enemmän yksityiskohtaisuutta, sillä lopullisessa mallissa on vain noin 8800 polygonia. Suunnittelu jouduttiin toteuttamaan nopeasti huonon aikataulutuksen ja opinnäytetyöprosessin alussa tapahtuneen tekijän viivyttelyn vuoksi. Digitaalinen kuvanveisto oli odotettua helpompaa. Etenkin Mudbox -ohjelman käyttöliittymä oli erittäin helppo oppia.

Lähteet

andrewevs92. (2012). Nurbs. Saatavilla:

<https://andrewevs92.wordpress.com/2012/11/19/127/> (luettu: 24.5.2018)

Arkkityypit. N.d. Saatavilla: <http://elokuvapolku.kavi.fi/fi/sivupolku/arkkityypit> (luettu: 18.5.2018)

Autodesk Help. (2017). Unwrap UVW modifier. Saatavilla: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-EA10E59F-DE7F-497E-B399-6CF213A02C8D-htm.html> (luettu: 23.5.2018)

Bilyana. (2017). How to convey character's personality through shape, variance and size. Saatavilla: <https://graphicmama.com/blog/conveying-characters-personality/> (luettu: 27.4.2018)

Corriero, M. (2011). The use of silhouettes in concept design Saatavilla: <http://characterdesignnotes.blogspot.fi/2011/03/use-of-silhouettes-in-concept-design.html> (luettu: 27.4.2018)

Debevec, P. (1999). What is image-based modeling and rendering? and what is image-based lighting? Saatavilla: <http://www.pauldebevec.com/IBMR99/10notes.pdf> (luettu: 10.4.2018)

Derakhshani, D. (2004). *Introducing maya 6: 3D for beginners*. Alameda: Wiley. Saatavilla: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/kajaani-ebooks/detail.action?docID=272197> (luettu: 10.4.2018)

Edge loops. N.d. Saatavilla: http://www.wings3d.com/?page_id=766 (Luettu 24.5.2018)

Holden, D. (2011). Subdivision modelling. Saatavilla: <http://www.theorangeduck.com/page/subdivision-modelling> (luettu: 10.4.2018)

McNeill, G. (2015). Digital sculpting. Saatavilla <http://hpms-animation.blogspot.fi/2015/12/3d3-digital-sculpting.html> (luettu: 24.5.2018)

Modeling techniques. N.d. Saatavilla:

<https://fmimodeling.wordpress.com/lessons/modeling-techniques/> (luettu: 10.4.2018)

Procedural modeling. N.d. Saatavilla: <http://cg.cs.uni-bonn.de/en/projects/procedural-modeling/> (luettu: 10.4.2018)

Seegmiller, D. (2002). *Character design and digital painting*. Hingham: Charles River Media. Saatavilla: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/kajaani-ebooks/detail.action?docID=3135720> (luettu: 14.4.2018)

Slick, J. (2016). Polygonal 3D modeling - common box and edge modeling workflows. Saatavilla: <https://www.lifewire.com/polygonal-3d-modeling-2139> (luettu: 10.4.2018)

Slick, J. (2017). 7 common modeling techniques for film and games. Saatavilla: <https://www.lifewire.com/common-modeling-techniques-for-film-1953> (luettu: 10.4.2018)

Tillman, B. (2012). *Creative character design*. CRC Press. (luettu: 19.4.2018)

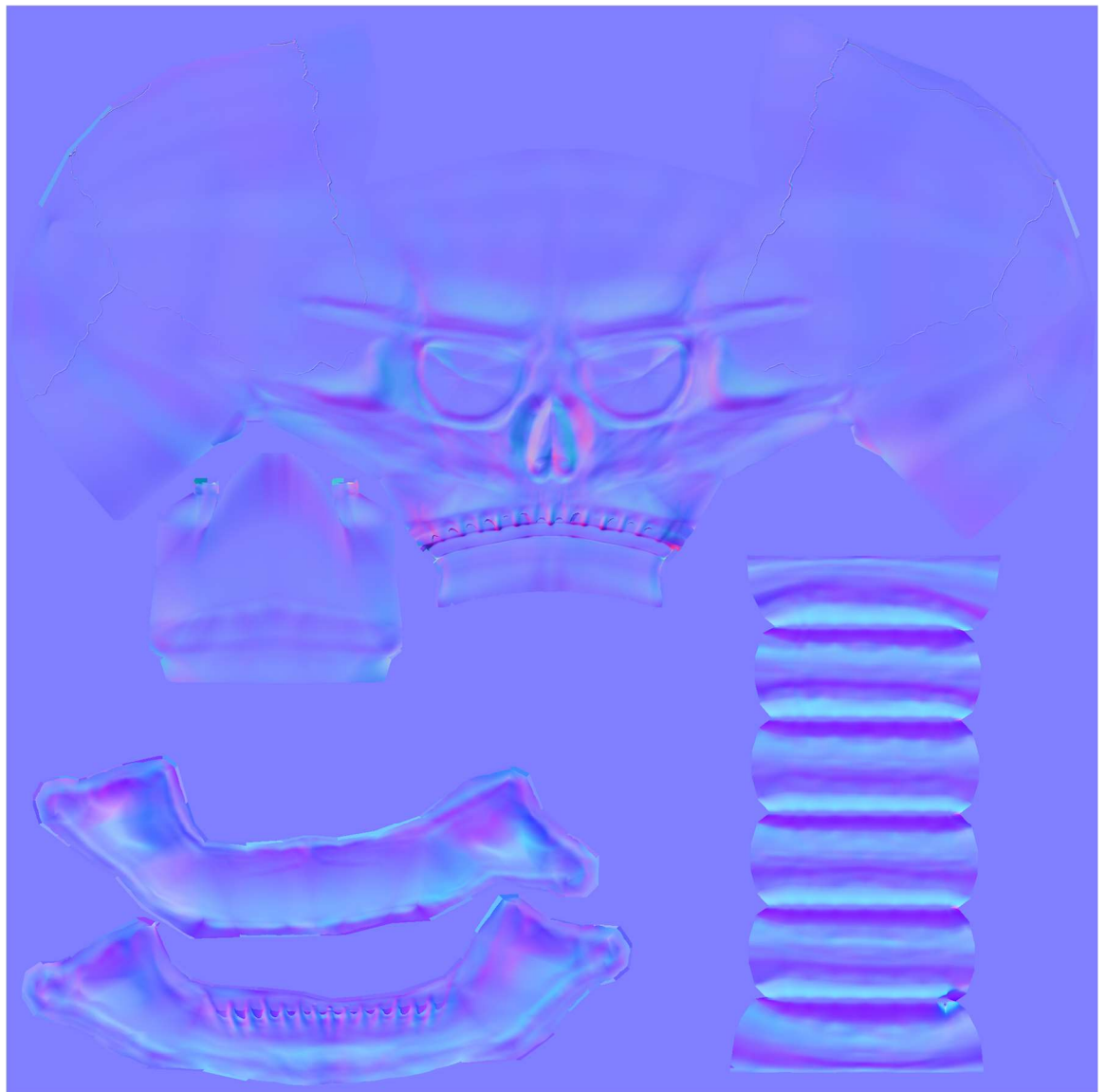
Totten, C. (2012). *Game character creation with blender and unity*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Incorporated. Saatavilla: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/kajaani-ebooks/detail.action?docID=836578> (luettu: 14.4.2018)

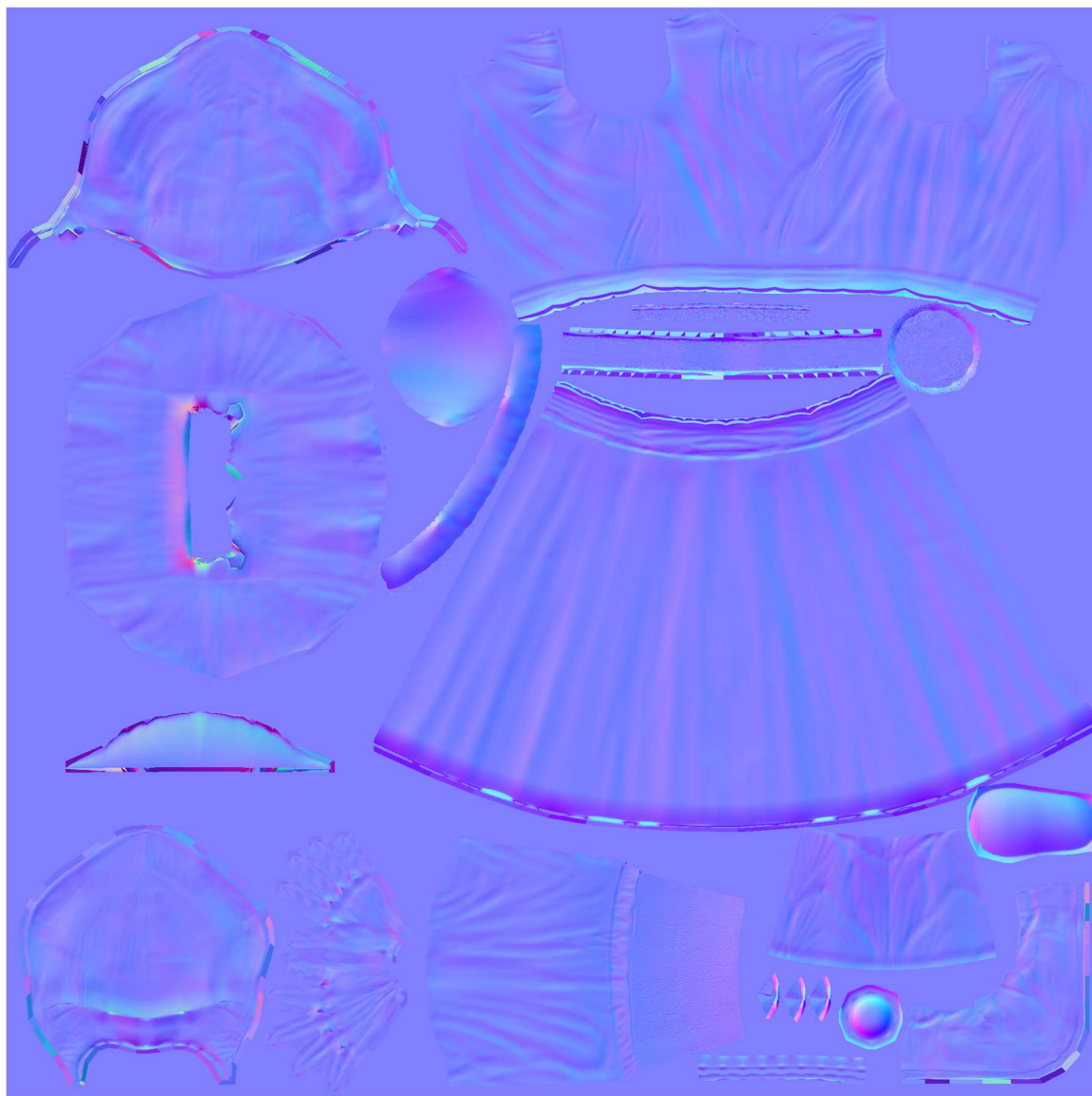
Wiesen, G. (2018). What is 3D photogrammetry? Saatavilla:

<http://www.wisageek.com/what-is-3d-photogrammetry.htm> (luettu: 10.4.2018)

LIITTEET

Liite 1. Normaalikartat





Liite 2. Valmiit tekstuurikartat





Liite 3. Valmis hahmo

