

Hahmon 3D-mallinnuksen, fysiikan ja animaation ohjeistus Blender-työkätilälle

Riina Kauppinen
Opinnäytetyö
Toukokuu 2019
Liiketalouden ala
Tradenomi (AMK), Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Kauppinen, Riina	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2019
	Sivumäärä 51	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Hahmon 3D-mallinnuksen, fysiikan ja animaation ohjeistus Blender-työkalulle		
Tutkinto-ohjelma Tietojenkäsittelyn tradenomitutkinto		
Työn ohjaaja(t) Karhulahti Mika		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma		
Tiivistelmä <p>Jyväskylän ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma toimi toimeksiantajana tutkimuksessa, jossa selvitettiin, miten 3D-hahmon mallintaminen toteutetaan Blender-työkalulla.</p> <p>Tutkimus toteutettiin, koska ammattikorkeakoulun oppimateriaaleissa nähtiin tarve suomenkieliselle ohjeistukselle Blenderin 3D-hahmomallintamisesta ja hahmon animaatiosta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten 3D-hahmomallintaminen ja sen eri vaiheet toteutetaan kyseisellä työkalulla. Tutkimusten tuloksista luotiin toimeksiantajan toiveiden mukainen ohjeistus.</p> <p>Tutkimus suoritettiin case-tutkimuksena, sillä tutkimus oli tapauskohtainen ja tarkoituksena oli hankkia syvä ymmärrys aiheesta. Tutkimuksessa perehdyttiin 3D-mallinnuksen teoriaan, eli sen eri vaiheisiin 3D-grafiikkaa luodessa.</p> <p>Tutkimus toteutettiin Blenderin virallisen ohjekirjan ja eri alan ammattilaisten teoksia apuna käyttäen. Tutkija loi keräämänsä tiedon perusteella 3D-mallinnetun hahmon, hiuspartikkelit, armaturen ja kävi läpi 3D-hahmon animaatiota sekä työn renderöintiä.</p> <p>Tulokset kerättiin ohjeen muotoon ohjeistukseen Jyväskylän ammattikorkeakoulun käytettäväksi. Ohjeistusta luodessa painotettiin myös pedagogista näkökulmaa. Tutkimuksen haasteena oli saada englanninkielisen työkalun ohjeistus suomeksi niin, että ohjeistuksen käyttäjä pystyi navigoimaan työkalua käyttäessä ilman ongelmia. Tutkimuksen luotettavuutta horjutti tulevaisuudessa julkaistava Blenderin versio 2.80, jonka käyttöliittymä ja pikinäppäimet erosivat nykyisestä versiosta 2.79.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Blender, 3D-mallinnus, ohjeistus		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Kauppinen, Riina	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 51	Permission for web publication: x
Title of publication Instructions on 3D-character modeling, physics and animation for Blender		
Degree programme Business Information Systems		
Supervisor(s) Karhulahti Mika		
Assigned by Business Information Systems of JAMK University of Applied Sciences		
Abstract <p>The of JAMK University of Applied Sciences' degree program Business Information Systems acted as a client in a study that explored how 3D character modeling is implemented with the Blender tool.</p> <p>The study was carried out because the of the need for Finnish instructions for Blender's 3D-character modeling and character animation in the study materials of the University of Applied Sciences. The goal of the study was to unravel how 3D character modeling and its different phases are implemented with this tool. In accordance with the client's wishes, the instructions were made of the results of the study.</p> <p>The research was carried out as a case study because the study was a case-by-case situation and the purpose was to acquire a deep understanding of the subject. The study explored the theory of 3D modeling, i.e. its different phases when creating 3D graphics.</p> <p>The research was carried out using Blender's official manual and professionals' various works. Based on the gathered information, a 3D-modeled character was created with its hair particles, armature. The researcher also discussed the 3D character animation and rendering in detail.</p> <p>The results were collected in the form of instructions for use by JAMK University of Applied Sciences. When creating instructions, the pedagogical perspective was also emphasized. The challenge of the study was to get the instructions for the English tool in Finnish so that the user of the instructions could navigate with the tool without any problems. The reliability of the study was undermined by the future release of Blender version 2.80, whose interface and keyboard shortcuts differed from the current version 2.79.</p>		
Keywords/tags (subjects) Blender, 3D modeling, instructions		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	7
1.1	Opinnäytetyön tavoite	7
1.2	Opinnäytetyön toimeksiantaja	7
1.3	Opinnäytetyön tietoperusta	7
2	Tutkimusasetelma	8
2.1	Tutkimuksen rajaus	8
2.2	Tutkimusmenetelmä	9
2.3	Tutkimuskysymykset	9
3	Ohjeistuksen pedagoginen näkökulma	10
4	3D-mallintamisen vaiheet	12
4.1	Suunnittelu: hahmokonseptista tekijänoikeuksiin	12
4.2	3D-mallintaminen: mallinnuskeinoista rakenneosiin	14
4.3	3D-hahmon dynamiikka: armature ja fysiikan määrittely	18
4.4	Tekstuurit: hahmon elävöittäminen	20
4.5	Viimeistely: renderöinti ja animaatio	22
5	3D-mallinnus Blender-työkalulla	24
5.1	Blender työkaluna	24
5.2	3D-hahmon mallintaminen ja hiuspartikkelit.....	26
5.3	Armature ja fysiikka	30
5.4	UV-unwrapping.....	38
5.5	Animaatio	39
6	Tutkimustulokset ohjeistukseksi	41
6.1	Tulokset	41
6.2	Tekotapa.....	42

	2
6.3 Haasteet	42
6.4 Kieli.....	43
7 Pohdinta	43
7.1 Aihe	43
7.2 Luotettavuus.....	43
7.3 Aikataulu.....	44
7.4 Opinnäytetyön muutokset perehtymisen jälkeen.....	44
7.5 Jatkotutkimukset	45
Lähteet	46
Liitteet	48
Liite 1. 3D-hahmomallinnus Blenderillä – Ohjeistus. Riina Kauppinen, 2019.	

Kuvat

Kuva 1. Polygoni.....	16
Kuva 2. 3D-mallin poseerattu armature, toteutettu Blender-työkalulla.	18
Kuva 3. 3D-mallin Smart UV toteutettuna Blenderin työtilassa.	21
Kuva 4. Renderöinnin valmistelu objektitilassa. Järjestelyyn kuuluu mm. kameran sijoittaminen ja valojen asettaminen.	22
Kuva 5. Blenderillä renderöity kuva. Kameran näkymä määrittelee renderöitävän alueen.	23
Kuva 6. Blenderin virallinen logo. (Blender, 2009.)	24
Kuva 7. Hahmon torson luonti Blenderin wireframe-näkymässä.	26
Kuva 8. 3D-hahmon symmetrinen mallinnus Mirror-modifierin avulla.....	27
Kuva 9. Loopucuttien luominen 3D-meshiin.	28
Kuva 10. Hahmon raajojen yhdistäminen Blenderin muokkaustilassa.....	29
Kuva 11. Vertaus yhden ja useamman hiuspartikkelisysteemin välillä.	30
Kuva 12. Selkeyttävä kuva tutkijan armaturen luontiprosessista.	31
Kuva 13. Käytännön vertailu FK:sta ja IK:sta.	33
Kuva 14. Jalan kontrolleriluiden luonti Blenderissä.....	34
Kuva 15. Jalan IK:n ominaisuudet Blenderissä.	35
Kuva 16. Havainnoillistava kuva jalkojen vinoon taipumisesta.	36
Kuva 17. Havainnoillistava kuva jalkojen väärään suuntaan taitumisesta.	37
Kuva 18. Valitun kohteen tekstuuri UV-kartalla ja mallin päällä.	39
Kuva 19. Blenderin animaation eri työtiloja.	40
Kuva 20. Havainnoillistava kuva 3D-hahmon tietojen viemisestä.....	41

Käsitteet

Blender	Ilmaiseksi saatava 3D-mallinnustyökalu, jota käytetään opinnäytetyön toteutuksessa. (Introduction N.d)
3D-mallinnus	3D-mallintaminen on prosessi, missä luodaan kolmiulotteinen presentaatio tekijän haluamastaan objektista manipuloimalla polygoneja 3D-tilassa. (Slick Justin 2018)
Polygon	Polygon on suorasiivinen muoto, joka muodostuu kolmesta tai useammasta sivusta. Sen määrittelee kolmiulotteiset pisteet (vertices) ja suorat viivat, jotka yhdistävät ne (edges). Polygonin sisälle jäävää pintaa kutsutaan faceksi. 3D-meshin rakenneosa. (AutoDesk Help 2015)
Mesh	Objekti, joka koostuu verticeistä, edgeistä ja faceista, ”polygoneista”. (AutoDesk Help 2015)
Vertex/Vertices	Piste 3D-avaruudessa, joka sisältää sijainnin. Sillä voi olla myös määritelty väri. Ne ovat edgejen päätypisteitä. (AutoDesk Help 2015)
Face	Meshin elementti, joka määrittää osan sen pinnasta. Koostuu kolmesta tai suuremmasta edgeistä. (AutoDesk Help 2015)
Edges	Suora jana, joka yhdistää 2 verticeä ja voi olla osa facea. (AutoDesk Help 2015)
Konsepti	Alustava suunnitelma, voi olla kuvallinen tai kirjallinen (Lee Mitchell 2012, Luku 4)
Modeling sheet	Visuaalinen kuvaus hahmosta. Sisältää hahmon oleelliset ulkonäölliset piirteet ja muut tarkemmat yksityiskohdat. Kuvaa käytetään mallikuvana 3D-mallinnuksen aikana. (Totten Chris 2012, Luku 3)
Armature	Luista koostuva objekti, jota käytetään 3D-mallin fysiikan mahdollistamiseen. (Mullen Tony 2011, Luku 4)

Rig/Rigging	Toimepide, missä armature yhdistetään 3D-objektiin. (Rigging Introduction N.d)
Bone(s)	Luu - Armaturen rakennusosa, joka koostuu kolmesta osasta: Head, tail ja roll angle, joka määrittää luun kulman numeroina. (Bones Introduction N.d)
Render/rendering	Prosessi, missä 3D-geometriasta generoidaan laskennallisesti 2D-kuva. (Render Introduction N.d)
Topologia	Topology englanniksi. Termi vertexien, edgejen ja facejen asettelulle, joka määrittää meshin muodon. 3D-mallin ihanteellinen topologia muodostuu samanmuotoisista polygoneista, esimerkiksi neli- tai kolmikulmaisista. (Glossary N.d)
Retopology	Toimenpide, jolla 3D-mallille luodaan uutta geometriaa ja toimiva topologia. (Jonathan Williamson 2018)
UV mapping	Vaihe, jossa hahmon eri osat eritellään saumaamisen avulla, jotta tekstuurit saadaan hahmon päälle halutulla tavalla. (Brito Allan 2008)
UV unwrapping	Toimenpide, jossa 3D-mallin koko pinta avataan tasaiseksi 2D-pinnaksi. (UV Overview N.d)
UV-map	Määrittelee suhteen 3D-meshin pinnan ja 2D-tekstuurin välillä. Jokaisen meshin face-pinta kartoitetaan oikealle kohdalle tekstuurissa. (UV Mapping & Unwrapping N.d)
Texturing/teksturointi	Toimenpide, missä tekstuuri – yleensä tietty väri tai kuva – asetetaan 3D-mallin pinnan päälle. (3D-ace, Texturing N.d)
Orthographic view	2D-näkymä 3D-työtilasta (Orthographic views N.d)
Object Mode	Objektien muokkaamiseen tarkoitettu työskentelytila Blenderissä. Myös Blenderin oletustyötila. Mahdollistaa

objektin suurennuksen, pienennyksen ja kiertämisen. Tilassa voi myös muokata valaistusta, kameran kulmaa ja asentoa ja käyttää tekstuureja. (Object Modes N.d)

Edit Mode	Blenderin työskentelytila, jossa objektin ominaisuuksia voidaan muokata polygonitasolla. (Object Modes N.d)
Sculpt Mode	Työskentelytila Blenderissä, jossa käyttäjä voi hyödyntää 3D-veistotyökaluja hahmon mallintamisessa. (Object Modes N.d)
Pose mode	Armaturen asetteluun tarkoitettu työtila. (Object Modes N.d)
Frame rate	Määrittää, miten monta animaatoruutua yhteen sekuntiin on sisällytetty. Esimerkiksi 60fps (60 frames per second) (Cambridge Dictionary, Frame rate N.d)
Weight painting	Menetelmä, jossa 3D-mallin eri kehonosien paino luodaan siveltimellä päälle maalaamalla. Tämä määrittää hahmolle eri painot joka mm. näkyy hahmon liikehdinnässä. (Weight paint introduction N.d)
Extrude	Toimenpide, missä 3D-malliin lisätään lisää geometriaa/polygoneja. (Williamson Jonathan 2012, Luku 4)
Sculpting	Sculpting eli veistäminen, tapa 3D-mallintaa. 3D-materiaa manipuloidaan eri siveltimillä, jotka muotoilevat sitä siveltimen määritelmän mukaisesti. (Sculpting Introduction N.d)
NPC	Nonplayer character eli hahmo, jota pelaaja ei ohjaa mutta voi kommunikoida näiden kanssa. (Dictionary.com 2019)
Keyframe	3D-animaation termi, tarkoittaa animaation pääosallisia asentoja. (Totten Chris 2017, Luku 8)

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten peli- tai animaatiohahmon rakentaminen toteutetaan Blender-työkalulla ja tutkimuksen havainnot kirjataan ohjeistukseen. Tavoitteena on luoda tutkimus, joka hyödyntää tutkimuksen tekijää ja toimeksiantajaa. Tutkimuksen tuloksena syntyy käytettävä suomenkielinen 3D-hahmografian ohjeistus Blenderille. Suomenkielinen hahmomallintamiseen rajattu ohjeistus Blenderille tuo uutta alalle kielivalinnan vuoksi. 3D-mallintamisesta on paljon oppimateriaalia mutta 3D-hahmomallinnukseen rajattuja suomenkielisiä ohjeistuksia on Blenderille hyvin huonosti saatavilla.

1.2 Opinnäytetyön toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Jyväskylän ammattikorkeakoulun tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma. Toimeksiantajaa edustaa Mika Karhulahti, lehtori Jyväskylän ammattikorkeakoulussa.

Toimeksiantajan vaatimukseen kuului sisällyttää ohjeistukseen 3D-mallin luomisen eri vaiheet suunnittelusta animaatioon ja idle- ja kävelyanimaation ohjeet. Ohjeistuksen kuuluu olla selkeä ja tarpeeksi helppolukuinen aloittelijalle.

1.3 Opinnäytetyön tietoperusta

Opinnäytetyön tietoperusta perustuu alan asiantuntijoiden kirjallisuuteen, Blenderin virallisiin dokumentteihin ja ohjeistuksiin sekä yksittäisten tekijöiden tutoriaaleihin. Itse Blender toimii omalla tavallaan työkaluna, mutta tästä huolimatta ei ole yhtä ainoaa tapaa luoda 3D-hahmo. Tämä tarkoittaa 3D-graafikon omaa työtilaa ja työskentelytottumuksia. Jotkut näistä tekotavoista ovat kuitenkin yleistyneet useamman 3D-graafikon käyttöön, jonka vuoksi päämääränä on käyttää tietoperustana toimivia, yleisiä mutta aloittelijaystävällisiä tekniikoita ja oppimateriaalia.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tutkimuksen rajaus

Opinnäytetyö kuuluu grafiikan aihealueeseen, 3D-mallinnukseen. 3D-mallintaminen on prosessi, missä luodaan kolmiulotteinen tuotos tekijän haluamastaan objektista. Itse 3D-mallinnus toteutetaan manipuloimalla polygoneja ja niiden rakenneosia (vertex, edge ja face) 3D-tilassa. 3D-mallinnusta käytetään kaikkialla ympärillämme, elokuvissa, sisustussuunnittelussa ja jopa lääketieteessä (Slick Justin 2018). 3D-mallinnus on ilmiönä jo vanha ja laajasti tutkittu, mutta sen käyttö on kasvanut huomasti viime vuosina ohjelmien saatavuuden ja tekniikan kehityksen ansiosta. Kysyntä 3D-grafiikalle ja tekniikalle kasvaa kasvamistaan ja yhä useamman koulutuslinjan tulisi sisällyttää 3D-mallinnuksen opintoja valikoimassaan.

Opinnäytetyö tulee tarjoamaan ratkaisun kahteen ongelmaan – 3D-hahmomallintamisen oppimateriaalin puute ammattikorkeakoulun tarjonnassa sekä aiheen suomenkielisen ohjeistuksen tarjoaminen.

Tutkija näki tarjonnan puutteellisena, koska tietojenkäsittelyn puolella tarjotaan pelialalle valmistelevia opintoja ja pelialalla 3D-mallinnuksen osaaminen on haluttu taito työnantajien vaatimuksissa. 3D-hahmomallintaminen on aihe, mikä yhdistää paljon eri 3D-mallinnuksen yleisiä osa-alueita ja syventää tekijän osaamista. Pelkän staattisen mallin tekemisen lisäksi projektia työstävä yksilö pääsee käyttämään myös mallin liikkeen mahdollistavia työkaluja. Opinnäytetyön ohjeistusosio lisätään työhön liitteenä. Ohjeistuksen toteutuksen työkaluksi tekijä päätti valita ohjelmiston nimeltä Blender.

Ohjelmistolle on useita ohjeistuksia ja kirjallista tietoa muun muassa englannin kielellä. Blender on myös edullinen valinta opiskelijoille ja eri kouluille työkaluna tarjottavaksi. 3D-mallinnuksesta on reilusti oppimateriaalia ja ohjeistuksia internetissä, mutta ongelmana on usein se, että materiaalia ei löydy suomen kielellä muuten kuin yleisellä tasolla, joten tietyn ohjelmiston käyttäjänä on haastavaa löytää ohjeistuksia omalla äidinkielellään. Siksi tutkija koki tarpeelliseksi toteuttaa kyseisen ohjeistuksen suomenkielisenä, sillä tämä mahdollistaa myös suomalaisten opiskelijoiden 3D-mallintamisen harjoittelun omalla kielellään.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia 3D-hahmomallintamisen teoriaa ja luoda selkeä ja helppokäyttöinen suomenkielinen ohjeistus Blenderille. Ohjeistuksessa työn tekijä oppii luomaan liikuntakykyisen 3D-mallin hahmosta sekä käyttämään useita eri Blenderin toimintoja.

2.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö suoritetaan case-tutkimuksena. Case-tutkimus perustuu tämänhetkisen ilmiön tutkimiseen, eikä sitä voida tehdä menneestä ilmiöstä. 3D-mallinnus on ilmiönä jo tunnettu useamman vuoden saralta, mutta Jyväskylän ammattikorkeakoulun materiaalien suhteen kyseessä on ilmiö, joka ei vielä ole niin ajankohtainen. Teorettisessa viitekehyksessä voidaan kuitenkin käyttää menneistä ilmiöistä luotua materiaalia, esimerkiksi kirjoitettu kirjallisuus. Tutkimuksen kohteena on voi olla useampi tapaus kuin yksi, tässä tilanteessa tutkimuksen kohteena on 3D-mallinnus ja sen eri menetelmät. Tutkimuksen jälkeen toteutetaan helppokäyttöinen, suomenkielinen ohjeistus ammattikorkeakoulun käytettäväksi. Case-tutkimukseen kuuluu syvän ymmärryksen hakeminen tutkimuksen ilmiöstä, aihetta opiskellaan ja tutkija etsii paljon tietoa aiheesta. Kysymyssanoina toimivat mm. miten, kuinka ja miksi. Tutkimusaineisto koostuu kirjallisesta materiaalista, multimedialta sekä tutkijan omasta työkentelemisestä ja testaamisesta. Tutkimus suoritetaan kontekstissaan, eri oppikirjoja käyttäen ja menetelmiä tutkien. (Kananen 2013, 54.)

2.3 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyötä ohjaavat tutkimuskysymykset:

- 1. Mitä osa-alueita hahmon 3D-mallintamiseen kuuluu?** Tutkimuksen ensimmäisessä osiossa tutkitaan 3D-mallintamisen teoriaa ja mallintamisen eri vaiheita. Syvämpi tietämys kootaan teoriaa tutkiessa ja tekijä esittelee termistöt ja hahmon mallintamisen eri osa-alueet lukijalle. Ensimmäinen vaihe siis sisältää teoriapuolta mallintamisen, animaation ja suunnittelun vaiheilta.
- 2. Miten hahmon 3D-mallintaminen toteutetaan Blenderillä?** Kysymys kattaa tietoa Blenderin työkaluista ja niiden käytöstä 3D-hahmomallintamisen parissa. Yleisten

työkalujen esittely rakentaa hyödyllisiä valmiuksia ennen 3D-hahmon luomisen aloittamista. Kuten muut mallinnusohjelmistot, Blender toimii omalla tavallaan, joten sen ominaisuuksien esittely on tärkeää, mikäli sen parissa työskennellään. Osion ansiosta lukijan on myös helpompi ymmärtää, mitä mallinnuksen aikana tapahtuu. Esittely keskittyy ainoastaan käytettyihin ominaisuuksiin ja työkaluihin, jotka ovat oleellisia 3D-hahmomallintamisessa aiheajauksen vuoksi.

Tekijä luo 3D-hahmon käsitellyn teorian huomioiden, samalla ottaen esille, miten kyseiset vaiheet toimivat käytännössä Blender-mallinnusohjelmalla. Malli rakennetaan opitun teorian avulla ja rakentaessa tulevat huomiot otetaan esille, samalla pohtien mallinnusta. Kysymyksen vastaus konkretisoidaan- ”näin 3D-hahmo mallinnetaan Blenderillä”.

3. Kuinka laaditaan toimiva ja helppokäyttöinen 3D-hahmomallintamisen ohjeistus? Kysymys ohjaa tutkimaan itse ohjeistuksen tekoa, joka on käyttäjäystävällinen ja tieto helposti omaksuttavaa. Ohjeistus perustuu aiempiin tutkimuksiin ja sen tuloksiin. Se sisältää 3D-hahmon mallintamisen vaiheet ja esimerkit tekijää varten.

Ohjeistus sisältää hahmon 3D-mallintamisen teorian yleisellä tasolla, aloittelijaystävällisesti. Tutkija pystyy käyttämään omaa aloittelijan kokemusta hyödykseen suunnitellessaan ohjeistuksen haastavuuden tasoa. 3D-mallinnus on laaja aihealue, joka täytyy sovittaa tutkimukseen siten, että tutkittava aihe selviää mutta tutkimus ei kasva liian laajaksi.

3 Ohjeistuksen pedagoginen näkökulma

Ohjeistus julkaistaan verkossa, joten kyse on verkko-ohjauksesta, vaikka tutkija ei henkilökohtaisesti tule olemaan tukena ohjeistuksen noudattamisessa ja sen arvioinnissa. Verkko-ohjaus voidaan jaotella eri vaiheisiin. Ensimmäisenä kuvataan opetettava aihealue tai aine. Tämän jälkeen osaamisen tavoitteet tulee analysoida, jonka jälkeen oppimisen kohteet asetetaan. Ohjaustilanteessa prosessiin kuuluisi myös arviointikriteerit, aikataulutus ja toiminnan ohjaaminen, mutta tässä tapauksessa tutkija voi siirtyä suunnittelemaan ja rakentamaan oppimisprosessia. Myös

ohjauksen työvälineet ja muu havainnointimateriaali pitää valita. Suunnitteluprosessille ei juuri ole oikeaa toteutusjärjestystä, kyse on ohjaajan omasta tavasta suunnitella ja toteuttaa verkko-ohjaus. (Koli 2008, 25–27.)

Opetusmateriaalia suunnitellessa täytyy selvittää selkeä tavoite opinnoille. Tämä tarkoittaa taitoja, joita oppilaan täytyy osata aiheen opintojen jälkeen. Ohjeistuksen tavoitteena on opettaa oppilaalle 3D-hahmomallinnuksen perusteet, mikä on selkeästi ymmärrettävää mutta ohjeistusta tehdessä täytyy myös määritellä opittavat taidot ja huolehtia siitä että ohjeistus pystyy ohjaamaan oppilaan oppimaan nämä taidot. Lisäksi on selvitettävä, mitä taitoja oppilaan täytyy jo osata ennen ohjeistukseen tutustumista. (Salakari 2007, 179.)

Tämän lisäksi ohjaajan täytyy selvittää kohderyhmä ohjeistusta varten, jonka avulla voidaan tehdä oletus opetettavan taidoista, jotka tämä omaa jo. Myös verkko-ohjeistuksen toteutustapa täytyy päättää. On myös tärkeää pohtia oppisisällön realiteisuutta. Tämä tarkoittaa sitä, että miten hyvin opetettava henkilö oikeasti toteuttaa suunnitellun ohjauksen tavoitteet. Haastavissa kohdissa ohjaaja voi keskittää ohjausta niihin ja helpottaa opetettavan oppisisällön toteuttamista. (Koli 2008, 44–45.)

Opetuksen suunnittelussa täytyy valita ja jäsentää oppisisältöjä, muun muassa sen laajuuden ja yksityiskohtien perusteella. Kyseessä on taitojen opettamista, joka yleensä toteutetaan tekemisen kautta. Joten on erittäin tärkeää, että ohjeistus on riittävän selkeä ja yksityiskohtainen, jotta oppilaan oikea työskentely ja oppimisprosessi toteutuu. Demonstraatio on tärkeää, joten kuvamateriaali on pakollista ohjeistuksen kannalta, koska ohjeistuksen laatija ei ole läsnä omana itsenään, vaan ohjeistuksen muodossa. Epäselvyyksiä on vältettävä ja vaiheet on kuvailtava ymmärrettävän yksityiskohtaisesti. (Salakari 2007, 181.)

Oppimateriaalin luonnissa voi käyttää apuna eri pedagogisia malleja. Tutkimuksen ohjeistus voidaan toteuttaa oppipoikakoulutusmallilla, jossa opetettava laitetaan työskentelemään asiantuntijan työskentelytapojen mukaisesti. (Koli 2008, 48.)

Oppimisympäristöön täytyy valita aineistot, jotka ohjaavat opettavien yksilöiden ajattelua ja toimintaa oikeaan suuntaan. Näiden avulla he myös syventävät ajattelu-

aan ja oppivat kehittämään toimintaansa. Ohjeistuksen tavoitteena ei ole ohjata opettavaa hakemaan tietoa, joten olennainen tieto täytyy olla saatavissa. Tämä helpottaa myös oppimista ilman hämmennystä ja ajanhukkaa. Ohjeistuksen aineisto on ohjaajan luomaa teksti- ja kuva-aineistoa eri lähteistä. (Koli 2008, 105.)

Oppimateriaalin keskeinen osa on ohjeistaminen. Oikea ohjeistaminen on selkeää, tarpeeksi kattavaa ja ytimekästä, ohjatulle yksilölle ei saa jäädä epäselvyyksiä työvaiheista. Verkossa käytettävä kieli on selkeää, sisältää yksinkertaisia lauseita. Näissä kuuluu välttää adjektiiveja ja sivulauseita. (Koli 2008, 106.)

4 3D-mallintamisen vaiheet

Opinnäytetyön ensimmäinen osio käy läpi yleistä 3D-mallintamisen teoriaa ja sen käyttöä hahmon mallintamisessa.

4.1 Suunnittelu: hahmokonseptista tekijänoikeuksiin

Ennen hahmon 3D-mallintamista tämä täytyy suunnitella. Pelien, piirrettyjen ja muiden teoksien alkuvaiheisiin kuuluu itse konseptin suunnittelu ja luonnostelu. Konseptin on tarkoitus antaa konteksti siitä, millaisessa maailmassa hahmot elävät, mitä heidän elämässään tapahtuu ja esimerkiksi, millaisia arvoja heillä on. Kirjallisen konseptin haasteena on lukijan oma ymmärtäminen, joka on erilainen kaikilla heidän oman mielikuvituksensa mukaisesti. Tästä syystä suunnittelijan visio täytyy tuoda esille visuaalisesti, tässä tapauksessa konseptitaiteen muodossa. Konseptit ja niiden visuaaliset näytteet auttavat myös koko projektitiimiä käsittämään, minkä näköinen projekti on kyseessä. Tämä toimii myös ohjeistuksena projektin luonnin aikana. (Briar Lee 2012, Luku 4.)

Hahmosuunnittelun päämääränä on luoda hahmoja, jotka ovat miellyttäviä, uskottavia ja samaistuttavia. Hahmon ei tarvitse olla hyvännäköinen ollakseen miellyttävä, mutta sen täytyy olla tarkasti ja huolellisesti suunniteltu niin, että sen fyysiset piirteet ovat harmoniassa keskenään. Näitä ovat muun muassa ulkomuoto, animaatio, vaateetus, ääni sekä kasvojen animaatio. (Adams 2014, 181.)

Hahmon visuaalisen ulkomuodon voi toteuttaa taidetta tai tarinaa painottamalla. Taiteella painotettu hahmo ei yleensä muutu radikaalisti seikkailunsa aikana, siinä missä yleensä tarinaan luotu hahmo kokee myös fyysisiä muutoksia henkisen muutoksen lisäksi elämänsä aikana. Hahmon ulkonäön realismisuus riippuu yleensä hahmon ympäristöstä, vaikka poikkeuksiakin on riippuen tarinan ja hahmon maailman logiikasta. Tosimaailmaan perustuvat hahmot ovat yleensä realistisemman näköisiä. Piirroshahmoilla on yleensä liioiteltuja ja epärealistisia piirteitä. (Adams 2014, 186–187.)

Hahmojen asusteet, tyyliratkaisut ja varustevalinnat kertovat myös paljon hahmojen luonteesta ja kontekstista. Esimerkiksi elokuvissa ja peleissä ihmisillä on tietty assosiaatio siitä, miltä tietynlaiset hahmot näyttävät. Hahmojen tapa pukeutua auttaa katsojaa tai pelaajaa identifioimaan hahmon tarkoituksen nopeasti. Myös hahmon eri koristeissa, mm. kuvioissa ja koruissa voidaan käyttää symboliikkaa. Tämä ei ole kuitenkaan pakollista, tärkeintä on se, että asusteet auttavat katsojaa määrittelemään hahmon luonteen tai tarkoituksen. (Adams 2014, 191.)

Suunnittelussa voidaan käyttää tosielämän malleja tuomaan inspiraatiota, se tuo projektiin realismia ja tekee työstä uskottavamman ja samaistuttavamman. Simondsin mukaan eräänlaisen sotilashahmon inspiraationa voivat toimia kuvat eri sotilaista. Näin ulkonäkö vahvistaa myös kontekstia. Mallikuvien käyttö inspiraationa ja ”ohjeena” on sallittua alkuperäisen tekijän sallimalla tavalla. Suunnittelutyötä helpottaa myös referenssikuvat eri kulmista, kyseessä on kuitenkin 3D-mallinnusprojekti. On myös hyvä ottaa huomioon eri tekstuurien ja valojen käyttö tässä vaiheessa ja etsiä niistä referenssimateriaalia. (Simonds 2013.)

Hahmojen suunnitteluun kuuluu myös hahmon paletin päättäminen. Eri värit yhdistetään eri teemoihin, asenteisiin ja temperamentteihin. Väreillä voi myös päättää, miten paljon hahmo eroaa muusta maailmasta, vai sulautuuko tämä sinne täysin. On mahdollista suunnitella esimerkiksi päähahmon paletti niin, että se omaa tietyn värin mitä muilla hahmoilla ei ole. Tämä auttaa hahmon nopeassa identifioinnissa. (Ernest Adams, 2014, 194.)

Modeling sheetin eli mallinnusarkin ideana on toimia mallikuvana objektin mallintamisen aikana. Mallinnusarkki yleensä kuvaa objektin edestä, sivulta ja takaa. Tämä mahdollistaa työskentelyn mahdollisimman monesta eri kulmasta. Myös tarkempaa

mallia tarvittavat osat objektista sisällytetään arkille, esimerkiksi hahmojen mahdolliset lisävarusteet ja kallo. Joissain tapauksissa tekstuurit on väritetty ja piirretty malliksi samaan arkkiin, joskus esimerkiksi vaatteet saattavat olla omalla arkillaan, varsinkin jos vaatteet toimivat vaihdettavina varusteina. (Totten 2012, Luku 3.) Mallinnusarkin voi piirtää kuvanmuokkausohjelmalla tai tarvittaessa käyttää valokuvia mallinnettavasta kohteesta (Simonds 2013, Luku 3).

Kuvia voi käyttää referenssinä inspiraationa tai ohjeistuksena jonkun asian luomiselle, mutta jos aikoo käyttää toisen ihmisen luomaa kuvaa työssään, täytyy käyttää kuvaa tekijän hyväksymällä tavalla ja noudattaa heidän toiveitaan. Jos kuva on **tekijänoikeudella** suojattu, täytyy silloin pyytää kuvan omistajalta lupaa käyttää sitä. Jos työllä on Creative Commons -lisenssi, täytyy pitää huoli, että teosta käytetään lisenssin ohjeiden mukaisesti, eikä niitä saa väärinkäyttää. Hyvä neuvo on olettaa, että kaikki kuvat ovat tekijänoikeuden suojaamia eikä työtä saa suoraan käyttää projektissa ilman tekijän lupaa. Tekijänoikeudet pätevät samalla tavalla myös eri 3D-malleihin. Niitä voi käyttää henkilökohtaisessa tarkoituksessa, mutta julkaisumateriaali ei saa sisältää luvattomasti käytettyä materiaalia. On varmempaa käyttää jotain mallina ja mallintaa itse kyseinen malli haluamallaan tavalla. (Simonds 2013.)

4.2 3D-mallintaminen: mallinnuskeinoista rakenneosiin

Opinnäytetyön teoriaosio käsittelee 3D-mallinnuksen eri vaiheita yleisellä tasolla.

Mitä on 3D-mallinnus?

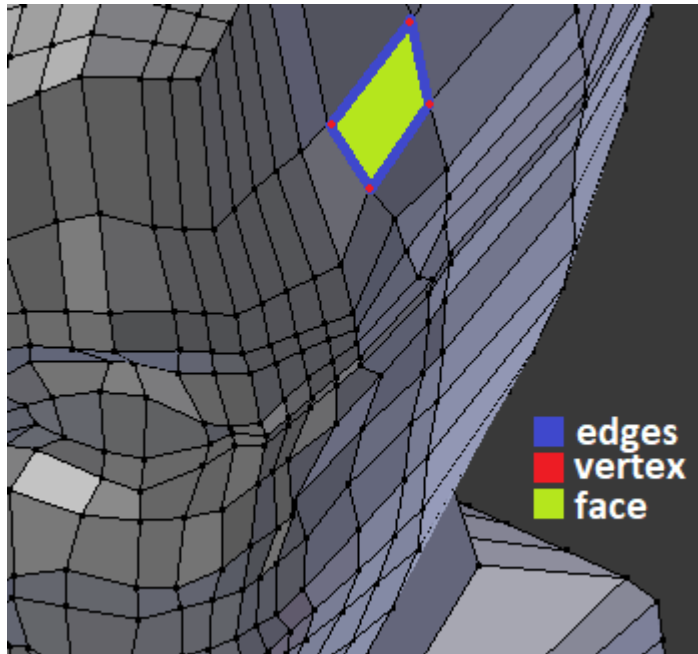
3D-mallintaminen on prosessi, missä luodaan kolmiulotteinen tuotos tekijän haluamastaan objektista. Itse 3D-mallinnus toteutetaan manipuloimalla polygoneja ja niiden rakenneosia (vertex, edge ja face) 3D-tilassa. 3D-mallinnusta käytetään kaikkialla ympärillämme, elokuvissa, sisustussuunnittelussa ja jopa lääketieteessä. (Slick 2018.)

3D-mallinnuksella tuotettua grafiikkaa kutsutaan 3D-grafiikaksi. 3D-grafiikka eroaa 2D-grafiikasta siten, että sitä voi käsitellä jokaisesta kulmasta. 3D-grafiikasta voidaan myös tuottaa 2D-kuvaa. 3D-grafiikkaa voi luoda omannäköisekseen, erittäin tyylliteltyyn tai luoda oikeaa elämää vastaavia objekteja, esimerkiksi autoja ja taloja. (VRender 2015.)

Miten 3D-hahmoja mallinnetaan? Yleisimmät mallintamisen keinot ovat manuaalinen hahmon geometrian manipulointi sekä veistäminen. Myös tutkimukseen käytettävässä Blenderissä molemmat tekotavat ovat toteutettavissa. Sculpting – Eli veistäminen Blenderissä toteutetaan sculpt modessa ja polygonien manuaalisen muokkaamisen sijaan käytetään eri muotoilusiveltimiä hahmon ulkonäön määrittämiseen. Esimerkiksi ensin tekijä luo pohjamallin hahmosta ja tämän jälkeen veistää tarkemmat muodot hahmoon. (Introduction N.d)

Opinnäytetyö ja siihen liitteenä oleva ohjeistus sisältää siis lukijalle yhden useista lähtötavoista 3D-hahmomallinnuksen aloittamiseen Blenderillä. Mallinnustavaksi valittu perinteinen polygonien muokkaaminen ja geometrian lisääminen tutustuttaa tekijän myös hyvin Blenderin yleisiin työkaluihin ja työskentelytiloihin. Tämän metodin avulla tekijä saa myös paremman käsityksen siitä, millainen topologia eli polygonien toimiva asettelutapa toimii parhaiten 3D-mallinnetussa hahmossa, sillä 3D-mallia veistäessä Blender luo hahmolle liikaa polygoneja animaatioon. Tässä tapauksessa veistetty malli, ellei tämän geometriaa luoda uudelleen retopologialla. Retopologia on toimenpide, jossa valmiille pinnalle luodaan toimivampi geometria. (Williamson 2018.)

Kaikki 3D-mallit muodostuvat eri määrästä **polygoneista**. Polygonilla tarkoitetaan suorasiivuisia muotoa, joka muodostuu kolmesta tai useammasta sivusta. Sen määrittelee kolmiulotteiset pisteet (vertices) ja suorat viivat, jotka yhdistävät ne (edges). Polygonin sisälle jäävää pintaa kutsutaan faceksi. Kun polygoneilla mallinnetaan, käytetään usein 3-sivuisia polygoneja, joita kutsutaan kolmioiksi (triangle) ja 4-kulmaisiksi neliöitä (quad/quadrilaterals). On suositeltavaa, että 3D-malli sisältäisi vain samantyyppisiä polygoneja ylläpitääkseen toimivan topologian. Polygoneja viereen asettelemalla saadaan aikaiseksi polygonien malli, jossa useat erilliset polygonit ovat yhdistyneet polygon meshiksi. (AutoDesk Help 2015.)



Kuva 1. Polygoni

Totten Chris esittelee omassa teoksessaan ohjenuoria, jonka avulla voi määrittää polygonien määrän eri 3D-malleissa:

Mallin tärkeys: Videopeleissä on hahmoja, jotka voidaan luokitella eri tärkeysluokkiin. Näistä hahmoista tärkeimpiä ovat pelin päähahmot, joiden kanssa pelaaja viettää eniten aikaa. Jotta pelaajan kokemus pelissä olisi mahdollisimman mieluinen, täytyy pelihahmon 3D-malliin myös käyttää paljon aikaa ja vaivaa. Kaupungin laitamilla seisovat, passiiviset NPC:t omaavat pienemmän määrän polygoneja, koska he eivät ole niin tärkeitä hahmoja narratiivin perusteella. Myös rajallisesti tai nopeasti näyttäytyvät mallit ovat kevyempiä rakenteeltaan. Yksi syy tärkeimpien hahmojen suureen polygonimäärään ovat myös cutscenet eli lyhyet narratiiviset animaatiot pelikokemuksen eri väleissä. (Totten 2012 Luku 2.)

Mallin etäisyys: Ei ole järkevää käyttää turhaan monia polygoneja objekteihin, jotka ovat sijoitettu niin kauaksi, ettei pelaaja erota niitä tarkasti. Yksi tehokas keino tuoda malliin moniulotteisuutta on erilaisten tekstuurien käyttö yksinkertaisen mallin pinnalla. Pelaajan lähellä oleviin objekteihin on syytä käyttää enemmän polygoneja, jotta pelikokemus olisi pelaajalle mieluinen myös visuaalisesti. (Totten 2012 Luku 2.)

Mallin interaktiivisuus: Mallin interaktiivisuus perustuu siihen, miten paljon käyttäjä on interaktiossa tämän kanssa. Jos objekti on pelille erittäin olennainen tai useaan

otteeseen käytettävä esine, siihen on hyvä nähdä enemmän vaivaa polygonien määrän suhteen. Esimerkiksi pelin taustaelementteinä tai somisteina toimivat esineet (esimerkiksi pullot, taulut, koristeet) ovat yleensä moniulotteisen näköisiä tekstuurien avulla polygonien suuren määrän sijaan. Muun muassa ensimmäisestä persoonasta kuvattujen taistelu-/sotapelien aseet ovat yksityiskohtaisempia, koska ne ovat pelaajan käytössä koko kokemuksen ajan. (Totten 2012, Luku 2.)

Pelimoottorit: Kaikki pelimoottorit eivät voi suorittaa saman verran polygoneja ruudulla yhtä aikaa ilman, että pelin toiminta kärsii. On hyvä selvittää etukäteen, kuinka monta polygonia eri pelimoottori ajavat kerrallaan, jotta peli toimii hyvin ja animaatiot ovat sulavia. Liian raskaat mallit voivat tehdä pelikokemuksesta erittäin takkuisen ja huonon. Ne voivat aiheuttaa mm. turhan pitkiä latausaikoja ja pienentää frameraatea, mikä saa pelin tapahtumat näyttämään hitaammalta kuin ne todellisuudessa ovat, hankaloittaen pelaajan pelaamista. (Totten 2012, Luku 2.)

Topology eli topologia tarkoittaa vertexien, edgejen ja facejen asettelua, miten eri polygonien reunat, kulmat ja päällä oleva materiaali kiinnittyvät toisiinsa. (Glossary N.d)

Topologia viittaa meshin seuraamaan rakenteeseen. Mallin topologia vaikuttaa paljon siihen, miten paljon malliin saattaa tulla vääristymiä esimerkiksi animoinnin aikana. Tulokset näkyvät myös renderöinnin aikana. Vääränlainen topologia voi myös vääristää mallin yleistä muotoa. Topologiaan on monia sääntöjä useamman kirjan edestä, jotka menevät tutkimuskysymyksen ohi, joten aiheen käsittely on tarvittavan tietämyksen tasoista, että hahmon topologia saadaan toimivaksi. (Williamson 2012, Luku 12.)

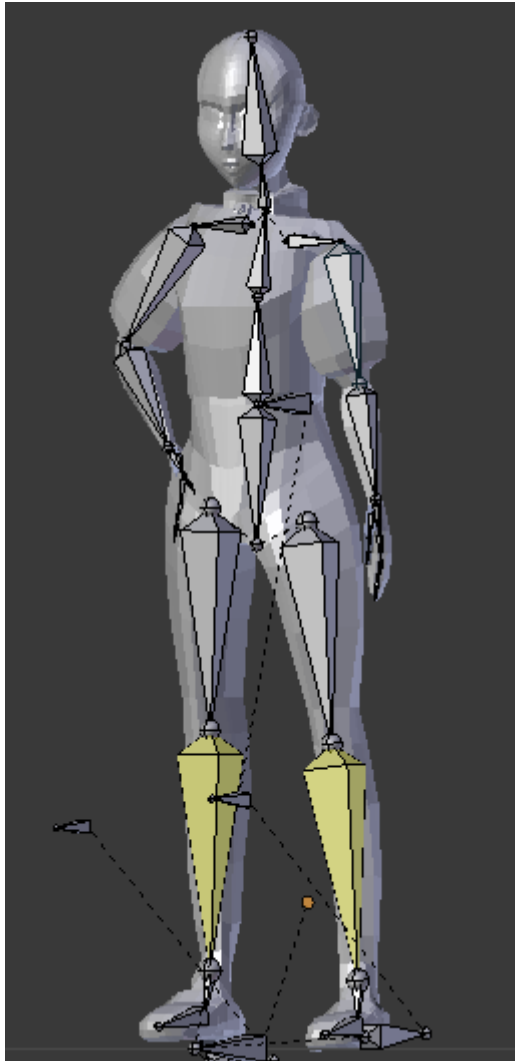
On kuitenkin muutamia ohjeita, jotka on hyvä ottaa huomioon 3D-mallin hyvän topologian suhteen:

1. Tähtää siihen, että malli koostuu 100-prosenttisesti neliöistä. Kolmiot ja muut kuviot tuottavat muodostumia, jotka vääristävät mallia ja poistaa edgelooppeja. Edgeloopit ovat 3D-meshin vierekkäisten polygonien muodostamia edge-ketjuja. Kuutiota ympäröivät yläreunat ovat horisontaalinen edgeloop. Edgeloopit mahdollistuvat, kun polygonit jakautuvat tasaisesti. (Blender, 2017)

2. Edgelooppien pitäisi seurata suurien lihaksien ja pintojen suuntaa.

3. Luo edgelooppeja, jotka ympäröivät kaikki pääyksityiskohdat ja muodot. Hahmon kasvojen 3D-mallintamisessa näitä kohtia ovat muun muassa hahmon silmät ja suu.
(Williamson 2012, Luku 12.)

4.3 3D-hahmon dynamiikka: armature ja fysiikan määrittäminen



Kuva 2. 3D-mallin poseerattu armature, toteutettu Blender-työkalulla.

Armature on niin sanottu luuranko, joka mahdollistaa objektien dynamiikan toiminnan. Se muodostuu monista rakenneosista, luista- niin kuin oikeassakin luurangossa. Vaikka armature ei varsinaisesti ole samanlainen elävän luurangon mekaniikkaan verrattuna, sen konsepti on silti hyvin samankaltainen. Niitä voidaan yhdistellä ja liikuttaa sen perusteella, miten luut on liitetty toisiinsa ja miten niiden liikkuvuus on määritetty. Armaturen avulla hahmon saa liikkumaan tekijän haluamalla tavalla. Riippuen

luiden määrästä ja niiden ominaisuuksista, liike voi olla erittäin rajoittunutta, tai jopa sisältää sivulle kääntyvää liikettä. Hyvä armature kykenee suorittamaan hahmolle kuuluvia uskottavan näköisiä liikkeitä. Yleensä armaturen moniulotteisuuden tarve määritellään halutun animaation mukaan. Jos tekijä yrittäisi tehdä samanlaisen luuden fysiikan kuin oikealla ihmisellä, se olisi monimutkaisempi prosessi kuin helpon armaturen rakentaminen, missä luissa ei ole liikkuvuusrajoitteita. (Mullen 2011, Luku 4.)

Armature koostuu eri luutyypeistä. Ensimmäisestä luutyypistä käytetään termiä Deforming Bones, joiden on tarkoitus transformoida 3D-mallia ja sen osasia liikkeen/toiminnan mukaisesti. Kun deform bonet kääntyvät, siihen yhdistetty mesh myös kääntyy. (Mullen 2011, Luku 4.) Toinen luutyyppi on Control Bones eli luut, jotka kontrolloivat sitä, miten osasten kuuluu transformoitua riggingin aikana. (Bones Introduction N.d)

Tony Mullen määrittää kirjassaan "Introducing character animation with Blender" vielä kolmannen luutermin, function bones eli funktioluut. Ne eivät ole täysin samanlaisia, kuin edellä mainitut luut, mutta ne ovat avainasemassa riggingin aikana ja auttavat sen toimimisen onnistumista. Tällaiset luut sisältävät rajoituskohteita (constraint targets) tai ratkaisijoita (solvers). Sama luo voi olla montaa eri luokkatyyppiä, jopa kaikkea näistä kolmesta. Kaikki luut kuuluvat vähintään yhteen näistä luokista. (Mullen 2011, Luku 4.) Bone constraintit ovat rajoitteita ja ohjaimia, jotka määrittelevät luun liikkumista. (Bone Constraints Introduction N.d)

Armaturen luo rakentuu kolmesta osasta, tip (pääty), body(keho) ja root (juuri), luun pääty ja juuri toimivat nivelten kaltaisina osasina, jotka määrittävät luun sen asennon mukaisesti. (Structure N.d)

Rigging on fysiikan määrittelyn työvaihe, joka tarkoittaa armaturen ja sen rajoitteiden asentamista 3D-malliin mallin animointia varten. (Rigging Introduction N.d) Skinning viittaa terminä toimenpiteeseen, missä 3D-mesh linkitetään armatureen niin, että armaturen liikuttaminen manipuloi mallin muotoa halutulla tavalla. Toisin sanoen luut ohjaavat 3D-hahmoa toimenpiteen jälkeen. (Skinning Introduction N.d)

Weight painting on myös yksi osa rigging-prosessia. Sen avulla 3D-mallin eri osien painoja on helppoa määrittää. Tämä vaikuttaa objektin liikehdintään. Sitä voidaan

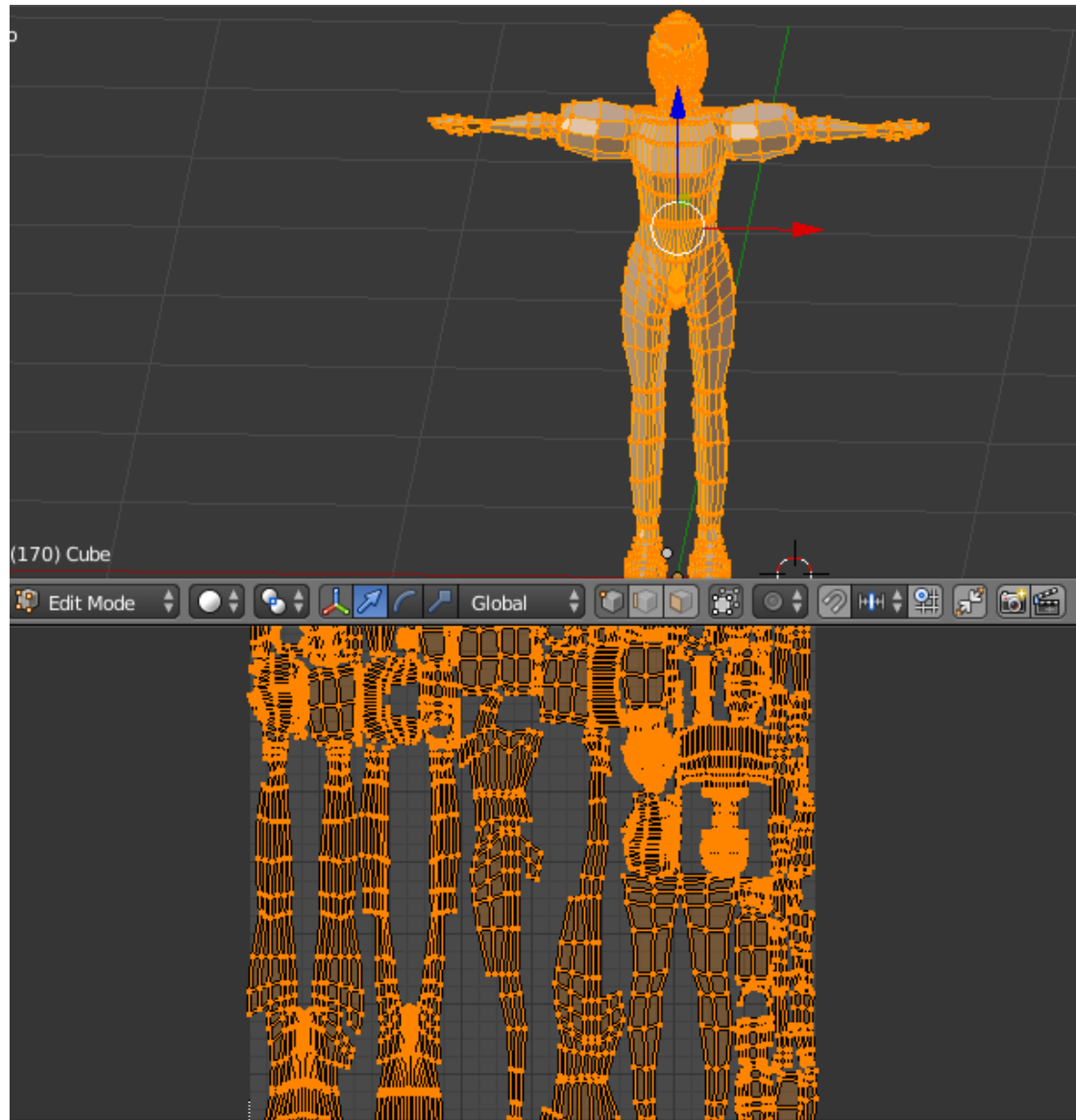
käyttää myös partikkeleiden ja hiusten määrittämiseen. Eri painot mitataan kylmän ja kuumen väritunnisteiden mukaan kuin lämpökamerassa. Painavin kohde on punainen (1.0) ja kevyin sininen (0.0). (Weight paint introduction N.d)

4.4 Tekstuurit: hahmon elävöittäminen

Tässä osiossa tutkija esittelee seuraavan työvaiheen, teksturoinnin. Se on toimenpide, missä tekstuuri – yleensä tietty väri tai kuva – asetetaan 3D-mallin pinnan päälle (3D-ace, Texturing).

Termin U ja V ovat määritelmiä kordinaateille, jotka asettavat tekstuurin 3D-pinnalle. UV-kartta on ohje tietokoneelle tekstuurien asettamiselle. UV-kartan avulla ohjelmisto tietää, mihin kohti face-pintaa artisti haluaa tietyt tekstuurit. UV-kartta (UV-map) määrittelee suhteen 3D-meshin pinnan ja 2D-tekstuurin välillä. Jokaisen meshin face-pinta kartoitetaan oikealle kohdalle tekstuurissa. UV-kartoitusprosessissa 3D-mallin merkitään rajat, samalla hajottaen sen eri osiin. Tässä hajottamisvaiheessa 3D-malli levitetään tasaiseksi pinnaksi. Rajaleikkausten täytyy sijaita mallin avainreunojen kohdalla jotta hahmon pinnan levittäminen onnistuu oikealla tavalla. Sen ulkomuoto muistuttaa suurimmalta osalta paperinuken osasia leikkaamattomalla paperilla. Tätä vaihetta kutsutaan termillä UV-unwrapping (UV Overview N.d). UV-kartoitus on tarkoitus tehdä valmiille mallille, jotta kartta toimii oikein 3D-hahmon päällä. Mikäli tekijä päättää muokata hahmon mallia vielä kartoituksen jälkeen, täytyy tämä aloittaa uudelleen, jotta onnistuneita tuloksia saadaan

aikaiseksi. (Brito 2008.)



Kuva 3. 3D-mallin Smart UV toteutettuna Blenderin työtilassa.

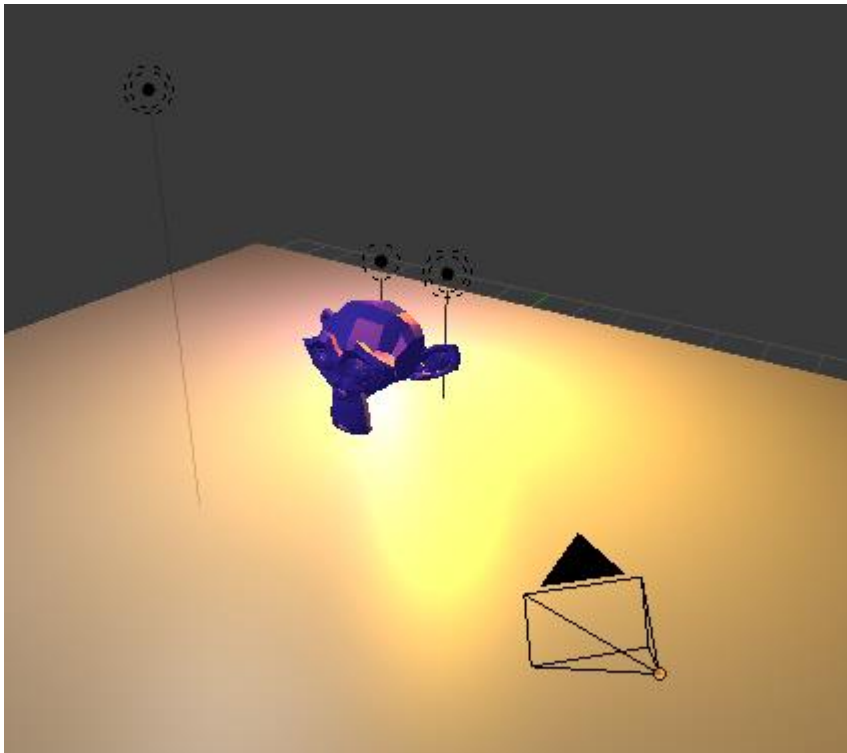
Saumojen merkitseminen on tärkeä vaihe hahmon tekstuuriin konfiguroinnissa. Hyvän saumoituksen avulla kartoitus on helpompaa ja toimii paremmin käytännössä. Yksi hyvä vinkki hyvän saumoituksen luomiseen on se, että sijoittaa saman tekstuurityypin omaavat facet samaan osioon, jolloin tekstuurien määrittäminen toimii helpommin. Allan Brito on käyttänyt teorian esimerkkinä 3D-mallia talosta. Rakennetun talon tapauksessa mm. seinät ja katto. (Brito 2008, Luku 9.)

Tekstuurikartoilla elävöitetään 3D-mallin pintaa. Normaali tekstuurikartta muokkaa valitun pinnan ulkonäköä niin, että se antaa vaikutelman siitä, että pinnalla olisi enemmän geometriaa kuin mallissa oikeasti on. Värikartat tuovat 3D-mallille suurimman osan ulkonäöllisistä piirteistä. Värikarttoja on erilaisia, ne voivat olla esimerkiksi

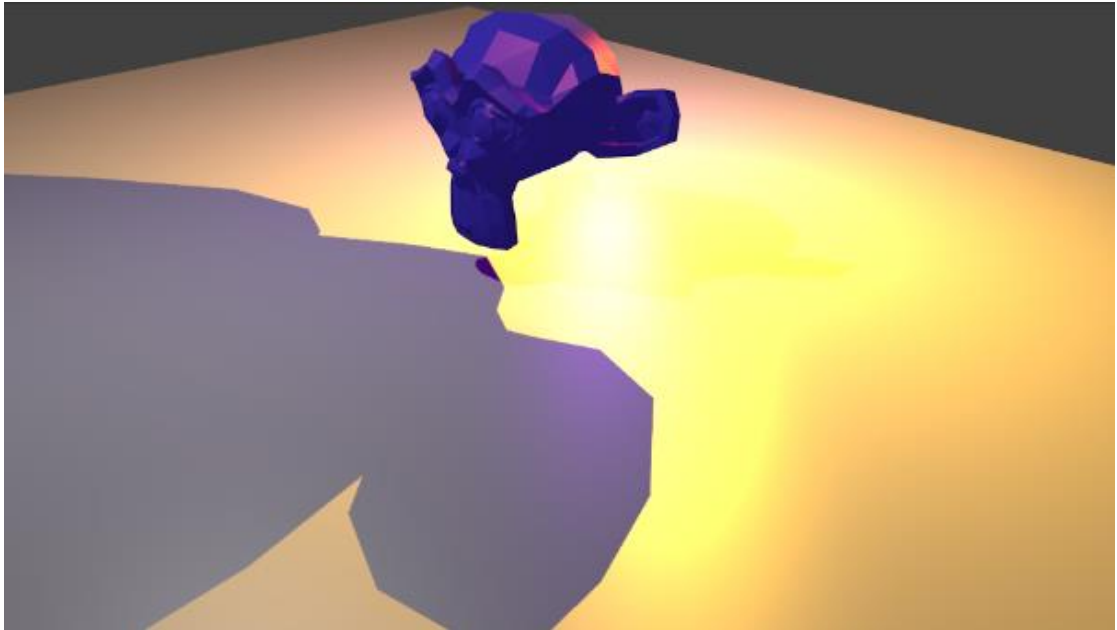
tekstuureja, jotka ovat kuvia metsästä, eri tiili-tai kivimuodostelmista, tapetista, laatoituksesta ja niin edelleen. Yleensä tekstuurit voidaan asettaa toistensa viereen toistavasti, mutta jotkut tekstuureista joudutaan mittaamaan paikalleen, muokkaamalla niitä sopimaan meshin polygoneihin. (Totten 2012, Luku 4.)

4.5 Viimeistely: renderöinti ja animaatio

Renderöinti on prosessi, jossa tuotetaan 2D-näkymää joko kuvana tai videosta tekijän 3D-teoksesta. Renderöinnin lopputulokseen vaikuttavat 3D-viewportissa olevan kameran sijainti, objektiin osuva valaistus, eri materiaalipinnat ja renderöintiin kuuluvat muut asetukset. Näitä ovat esimerkiksi kuvamateriaalin koko ja laatu. Renderöinnin kestoon vaikuttavat teoksen monimutkaisuus ja käyttäjän siihen käyttämä laitteisto. Renderöinnin aikana renderöintimoottori generoi 2D-kuvan 3D-työskentelytilassa sijaitsevan kameran osoittamasta kohteesta. (Render Introduction N.d)



Kuva 4. Renderöinnin valmistelu objektitilassa. Järjestelyyn kuuluu mm. kameran sijoittaminen ja valojen asettaminen.



Kuva 5. Blenderillä renderöity kuva. Kameran näkymä määrittelee renderöitävän alueen.

Blenderin mukana tulee kaksi renderöintimoottoria. Ne ovat ohjelmia, jotka muuttavat 3D-teoksen, materiaalit, valot ja asetelmat kuviksi. Näiden nimet ovat Blender Render ja Cycles. Blenderiin voi myös lisätä renderöintimoottoreita kolmansilta osapuolilta. (Render Introduction N.d)

3D-malli on myös mahdollista animoida. Perinteinen animaatio luodaan laittamalla useita, hieman toisistaan eroavia still-kuvia vierekkäin. Sitten ne toistetaan nopeissa erissä, luoden liikkeen illuusion. Sama teoria pätee animaation nykyäänkin, vaikka käytössä on modernit työkalut. Animaatio luodaan ruutu kerrallaan ja toistetaan katsojalle erissä. Animaation todenmukaisuuteen kannattaa käyttää aikaa ja vaivaa, sillä animaation teoriaan tutustumatonkin yksilö pystyy helposti erottamaan animaation, joka ei toimi oikein. Kun kyse on ihmishahmoista, niiden liikkuminen yleensä simulaatio oikeasta elävästä elämästä, joten liikkeiden tulisi luonnollisuudeltaan vastattavata tätä, jos hahmon fysiikasta on tarkoitus saada uskottavan näköinen. (Totten 2017, Luku 8.)

Opinnäytetyö käsittelee vain perusteet yksinkertaisen 3D-animaation tekemisestä, koska työ keskittyy pääosin mallintamiseen. Animaatio-osio lisättiin opinnäytetyöhön, jotta käyttäjä pääsisi alkuun hahmon varsinaisen käytön kanssa mallintamisen lisäksi. Näin myös 3D-mallinnetun hahmon sisälle rakennetun armaturen toiminta nähdään käytännössä. Hahmon animaation suunnittelu on osa hahmosuunnittelua,

sillä kuten jo aiemmin mainittiin – hahmon persoonallisuus ja ominaisuudet näkyvät halutessa myös tämän liikkeissä. Animaation perinteiset tekotavat ovat käytössä myös nykytekniikan rinnalla, muun muassa suunnittelun aikana. Tarvittavat keyframe- eli animaation pääosalliset asennot voidaan piirtää tai valokuvata malliksi. Animaatiota peliin tehdessä kannattaa selvittää, miten käytössä oleva pelimoottori suorittaa erilaiset animaatiot ja liikkeet. (Totten 2017, Luku 8.)

5 3D-mallinnus Blender-työkalulla

Opinnäytetyön tutkimusosiossa 3D-mallintamisen teoriaa sovelletaan Blenderiin ja eri aineistojen ohjeiden perusteella tutkija luo 3D-hahmon. Tutkija merkitsee myös olennaiset yksityiskohdat 3D-mallintamisesta Blenderiä hyödyntäen.

5.1 Blender työkaluna



Kuva 6. Blenderin virallinen logo. (Blender, 2009.)

Blender on ilmaiseksi saatavissa oleva open source-mallinnustyökalu, joka on monen harrastajan ja ammattilaisen työväline ja tunnettu maailmalla. Blenderin kaltaisten open source-ohjelmien ansiosta yhä useampi yksilö on saanut tilaisuuden tutustua 3D-grafiikan ohjelmistoihin ja työkaluihin budjetista, iästä ja koulutuksesta riippumatta. Blenderin avulla pystyy suorittamaan ammattilaatuisia ja korkealaatuista 3D-grafiikkaa. Vaikka se onkin loppujen lopuksi vain työkalu, sen mahdollisuudet ovat erittäin suuret ja sen käyttö on helppo omaksua muutaman tunnin harjoittelun avulla. Blenderin mestarikäyttäjäksi tullaan samalla tavalla kuin muidenkin taitojen kehittämisessä, harjoittelemalla. Blenderistä on ohjelmana iloa sekä aloittelijalle, harrastelijalle sekä vaativan tason ammattilaisille. (Introduction N.d)

Blender sisältää eri työskentelytiloja, joita täytyy vaihtaa hahmon mallintamisen aikana eri toimenpiteiden tekemiseen. Työskentelytiloja on kahdeksan kappaletta, tässä osassa käsitellään 3D-hahmomallintamisen kannalta oleellisia tiloja.

Object Mode – objektitila - on Blenderin oletustila, joka on saatavilla kaikille objektityypeille – Se on nimennyt luotu eri objektien datapalikkoiden muokkamiseen. Object modessa voi mm. muokata objektin kokoa ja asentoa. Myös eri objektien kääntäminen on mahdollista (Object Modes N.d). Object modessa on myös mahdollista vaihtaa objektin asetuksia, muokata kameran kulmaa, lisätä ja muokata valoja ja toimia materiaalien parissa. (Williamson 2012, Luku 4.)

Edit Mode eli muokkaustilaa voi käyttää objektien kanssa, jotka voidaan renderöidä. Tila on luotu objektien muodon muokkaamiseen. Edit modessa tekijä voi esimerkiksi tarkkailla ja käsitellä meshin verticejä, edgejä ja faceja, niin kuin myös eri pintojen ja käyrien kontrollipisteitä ”control points”. (Object Modes N.d)

Sculpt Mode – veistotila- on tila, joka keskittyy pelkästään meshin muokkaamiseen. Veistotila aktivoi Blenderin 3D-veistotyökalun, jonka avulla 3D-mallin pintaan voi luoda erilaista muodollista tekstuuria – esimerkiksi ryppyjä kankaaksi tarkoitetulle objektille. (Object Modes N.d)

Pose Modessa käyttäjä voi muokata armaturen asentoa. Tila on tarkoitettu vain armaturen käsittelyyn. 3D-hahmomallintamisessa tätä tilaa voidaan käyttää hahmon asentojen vaihtamiseen mahdollisia 2D-kuvien renderöintiä varten tai animaation tekemiseen. (Object Modes N.d)

Lisäksi käsitellään Blenderin yleisimpiä työkaluja, joista on hyötyä hahmon 3D-mallintamisessa. Ennen työskentelyn aloittamista on hyvä tietää työkalujen eri käyttötarpeista ja mahdollisuuksista. Extrude-työkalu on ehkä yleisin mallintamiseen käytetty työkalu Blenderissä. Extruden avulla voi manipuloida objektin muotoa venyttämällä sen verticejä, faceja ja edgejä. Työkalun saa helpoiten käyttöön painamalla ennäppäintä näppäimistöllä. (Williamson 2012, Luku 4.)

3D-hahmo mallinnetaan kuin muutkin objektit, mutta aluksi kannattaa aloittaa pienellä polymäärällä. Mallikuvan hahmosta voi asettaa Blenderissä taustalle toimin-

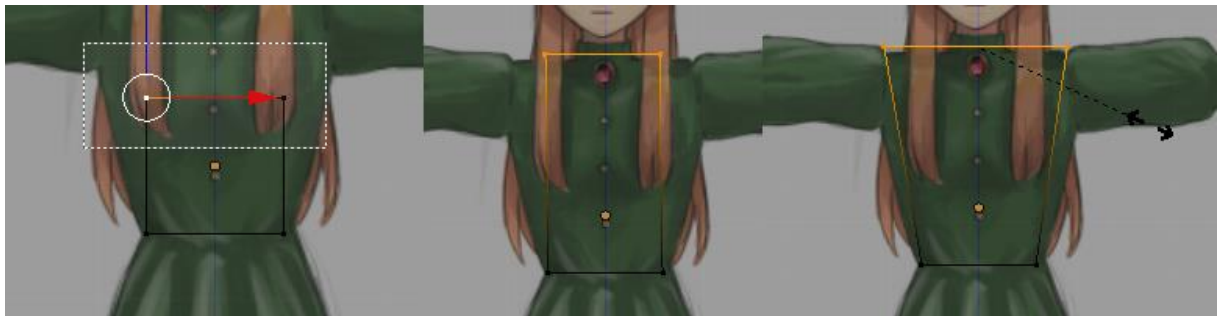
nolla "background image", joka sijaitsee n-näppäintä painamalla ilmestyvästä sivupalkista. Kuvan voi asettaa tiettyyn näkymään. Esimerkiksi käytännössä testattiin kuvan asettamista etu- ja sivunäkymään. Kohteeksi valittiin siis Front ja Right. Kuvat näkyvät ortho-näkymässä, johon siirrytään numpad-näppäimistöllä painamalla näppäintä 5. Numeronäppäimistön muut numerot ovat Blenderiin valmiiksi asetettuja näkymiä – tässä tapauksessa painamalla näppäintä 1 kuva siirtyy etunäkymään ja luku 3 siirtyy oikeanpuoleiseen sivunäkymään.

Orthograafista näkymää käytetään paljon hahmon mallintamisessa, sillä 2D-näkymässä 3D-mallin rakennetta voi käsitellä tarkemmin. Tässä näkymässä on myös helpompi luoda suoria leikkauksia malliin. Orthograafinen näkymä on kaksiulotteinen näkymä kolmiulotteisista objekteista (Orthographic views N.d).

3D-mallintamiseen ei ole yhtä oikeaa reittiä, mutta näillä asetuksilla on suositeltavaa aloittaa aloittelijan näkökulmasta. Orthograafinen näkymä auttaa käyttäjää hahmottamaan 3D-työtilassa olevien objektien etäisyyden toisistaan.

5.2 3D-hahmon mallintaminen ja hiuspartikkelit

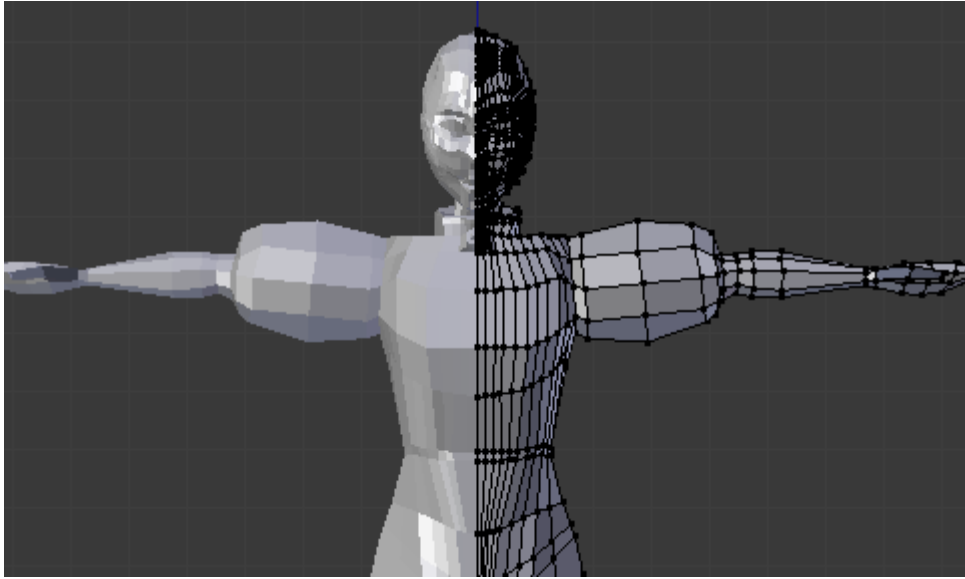
Kokeilussa mallintaminen aloitettiin oletusnäkymään sisältyvällä kuutio-objektilla.



Kuva 7. Hahmon torson luonti Blenderin wireframe-näkymässä.

Painamalla z-näppäintä tekijä siirtyy wireframe-näkymään, mitä on erittäin tärkeä muistaa käyttää, kun koko objektia halutaan muokata orthograafisessa näkymässä. B-näppäintä painamalla alueen rajaus ottaa myös huomioon takana olevat pisteet. Näin koko objektin halutut osat saadaan siirtymään molemmilta puolilta. Muita hyö-

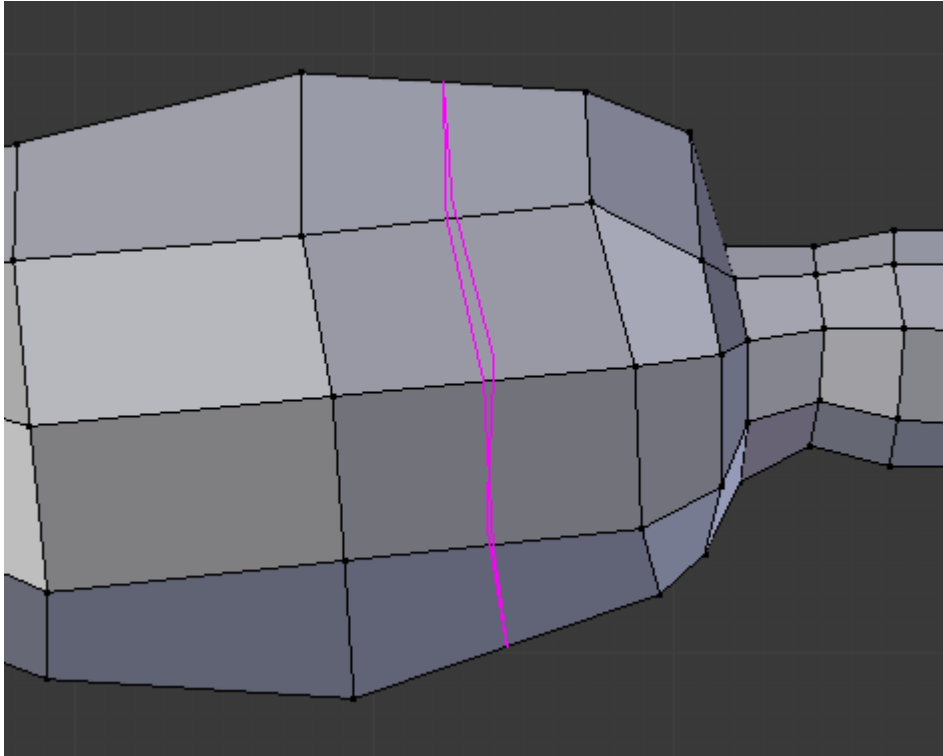
dyllisiä pikanäppäimiä ovat g (grab) ja s(scale), joiden avulla objektia voidaan liikutella ja skaalata valinnan mukaisesti.



Kuva 8. 3D-hahmon symmetrinen mallinnus Mirror-modifierin avulla.

Helpoin tapa rakentaa symmetrinen vartalo 3D-mallille on leikata alkuperäinen malli puoliksi ja ottaa käyttöön mirror modifier, joka nimensä mukaan peilaa valitun objektin. Tämä nopeuttaa myös mallintamista, kun samanlaisia osioita ei tarvitse rakentaa kokonaan uudelleen. Mirror modifierin tuoman symmetrian ansiosta malli on myös samanlainen toiselta puolelta, joka helpottaa työtä mallintamisen muissa vaiheissa huolitellun rakenteen ansiosta. Esimerkiksi hahmon dynaamiikan luonnin aikana voidaan olettaa, että mallinnetut kädet mukautuvat samalla tavalla luurankojen niitä muokatessa.

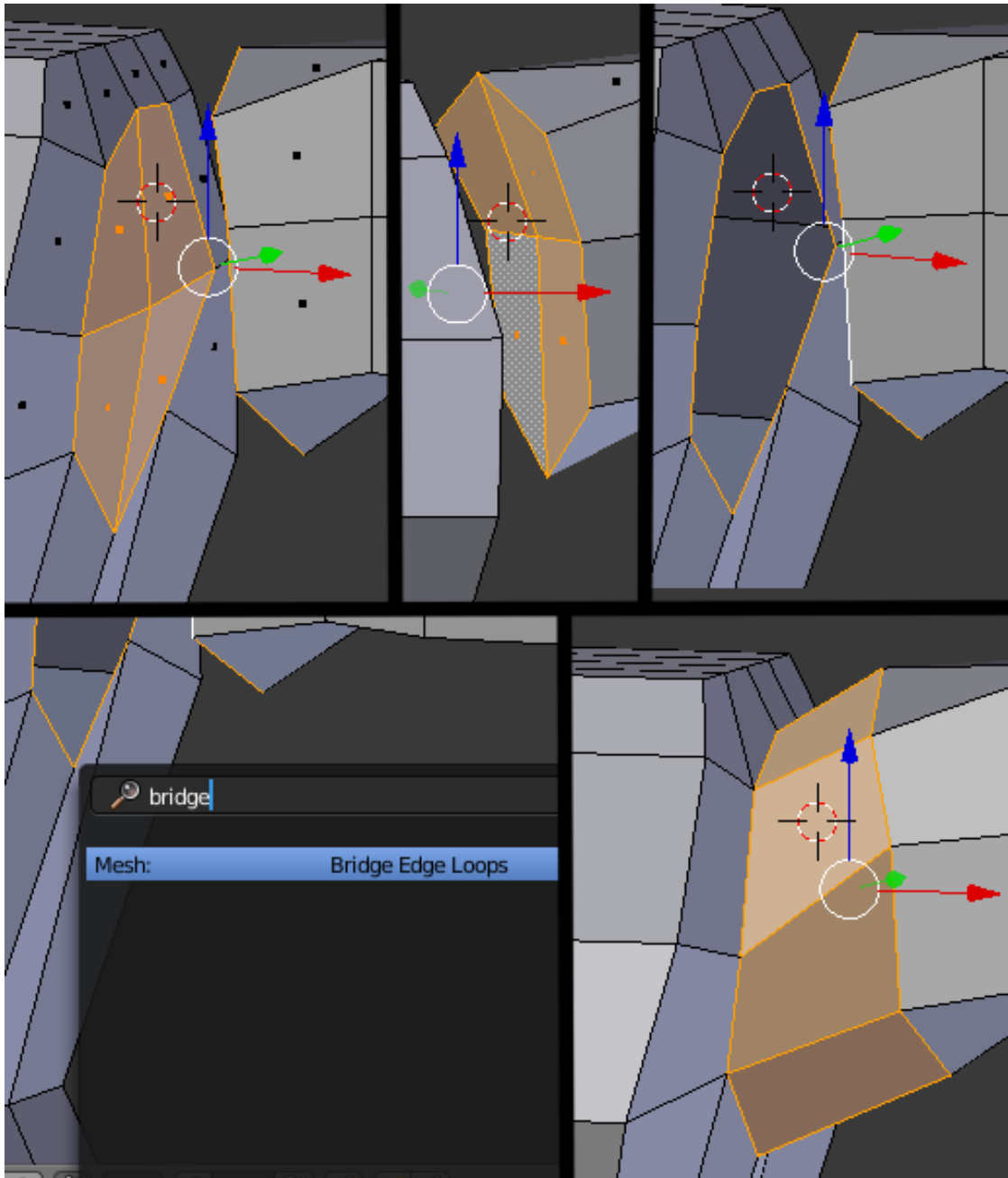
Muotoa hahmoon luodaan loopcuttien avulla, jotka tuovat hahmolle lisägeometriaa.



Kuva 9. Loopcuttien luominen 3D-meshiin.

Topologian suhteen kannattaa ottaa huomioon se, että muun muassa liikkuvien nivelten kohdalla olisi syytä olla useampia polygoneja, mikä mahdollistaa jäsenten toimivamman liikkumisen efektin. Haluamme luoda oikeiden raajojen tuoman liik-
kumiseffektin, emme taittuvan paperin liikerataa.

Seuraavaksi täytyi toteuttaa hahmon raajat. Osa raajoista yhdistettiin malliin bridge edge loops-toiminnolla. Tämä luo polygoneja kahden toisistaan erossa olevien objek-
tien väliin. Tämä kuitenkin edellytti sitä, että objektien liittokohdat sisältivät saman verran polygoneja yhdistämistä varten topologian ylläpitämiseksi. Jos objektilla olisi vähemmän tai enemmän polygoneja toiseen verrattuna, silta generoi hahmomallissa käytettyjen neliömuotojen sijasta kolmioita, joka vääristää hahmoa sen renderö-
innissä – Blender ei osaa käsitellä hyvin erimallisista polygoneista koostuvaa 3D-mal-
lia.

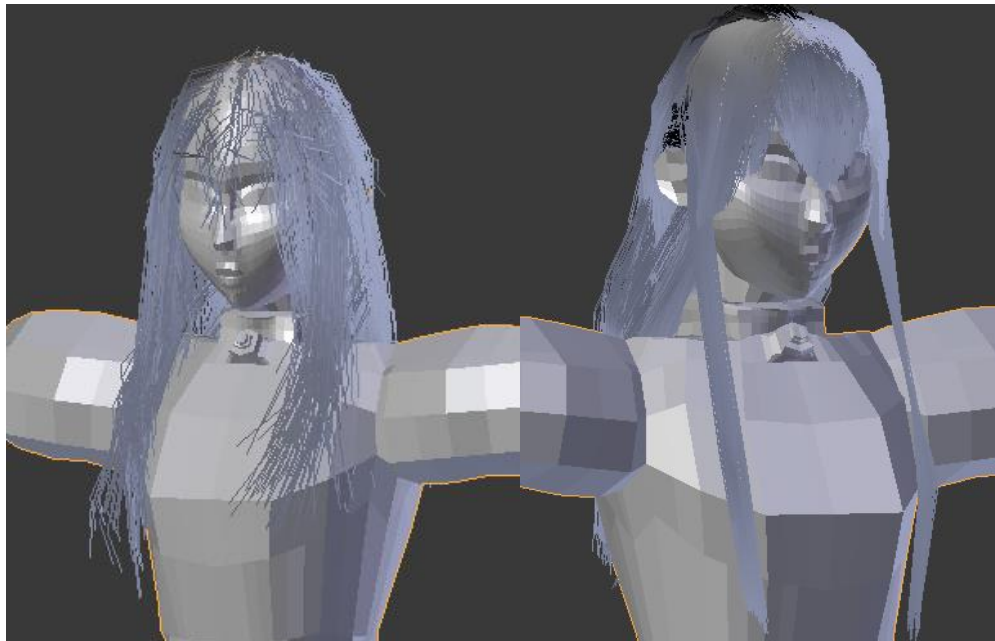


Kuva 10. Hahmon raajojen yhdistäminen Blenderin muokkaustilassa.

Pää lisättiin erillisenä objektina. Ensin luotiin ympyränmuotoinen mesh, jonka polygonit jaettiin SUBSURF-komennolla. Tämä on tehokas keino luoda pään pohja hahmolle, joka ei sisällä paljon polygoneja. Tämän jälkeen objekti liitettiin kehoon ja yhdistettiin bridgen avulla. Itse ohjeistukseen ei ollut tarvetta luoda yksityiskohtaisia kasvoja mutta tässä tilanteessa tutkija testasi oppimaansa ja jatkoi hahmonluontia mallin mukaan.

Seuraavaksi tutkimuksessa otettiin käsiteltäväksi Blenderin hiuspartikkelit. Ohjelma generoi hiuksenpätkiä hahmolle ja niitä muokataan Particle Mode-työtilan

tarjoamalla eri siveltimillä. Hiuksia voidaan muun muassa kihartaa, leikata, nostattaa, lisätä ja kammata. Heti tutkimuksen alkupuolella selvisi, että paras lähestymistapa hiusten luomiseen on tehdä hiukset alueittain ja luoda enemmän partikkelisysteemejä. Yhden partikkelisysteemin avulla luodut hiukset olivat haastavia muokata ja käsitellä. Useat partikkelisysteemit vievät koneen käyttötehoa jonkin verran ja hidastavat renderöintiprosessia, joten on hyvä käyttää partikkeleita säästään ja täydentää hiuksia children-lapsipartikkeleilla. Näillä on muun muassa helppoa tehdä hiuksista runsaammat ja muuttaa niiden paikkaa ja muotoa.

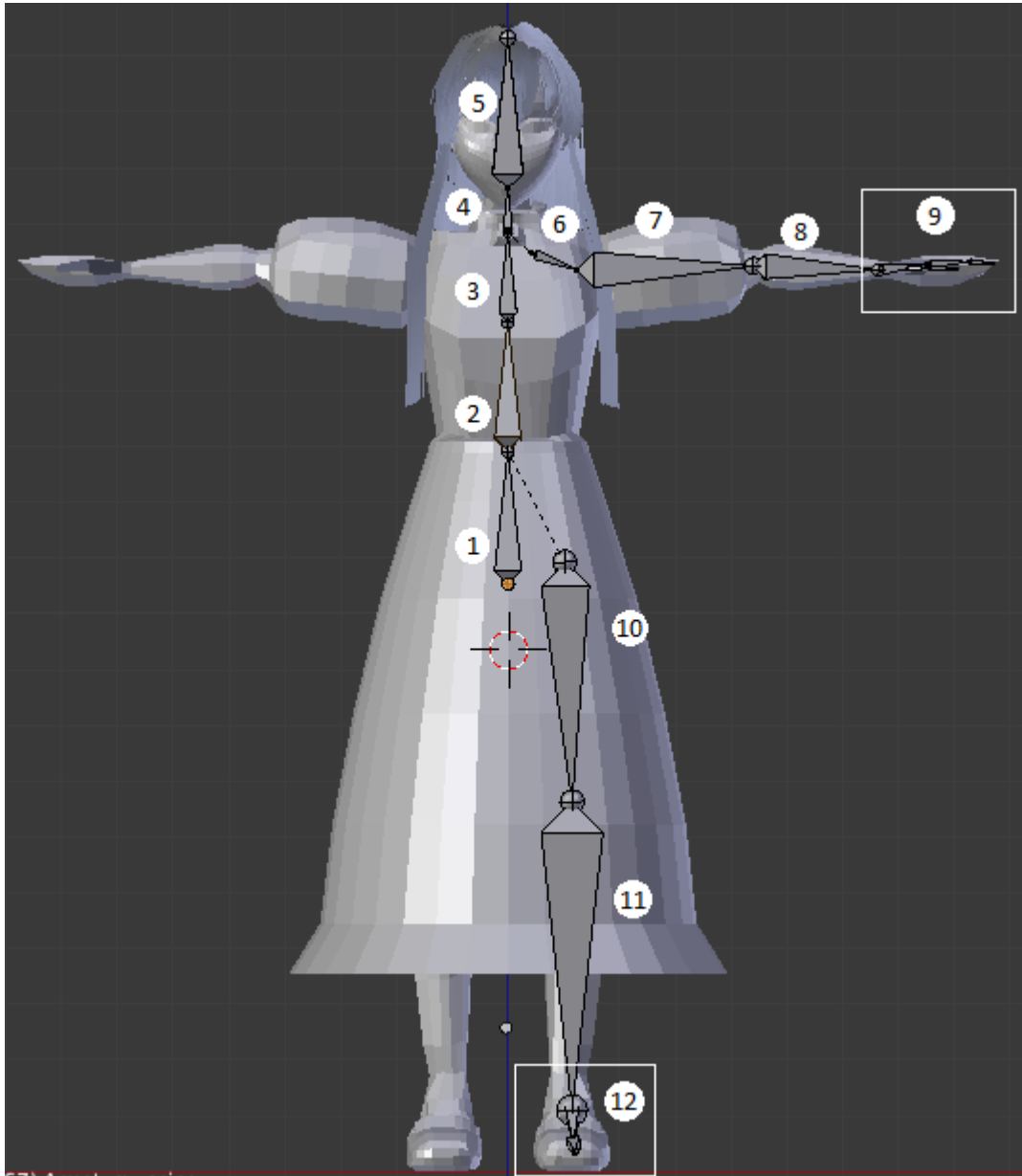


Kuva 11. Vertaus yhden ja useamman hiupartikkelisysteemin välillä.

5.3 Armature ja fysiikka

Seuraavaksi oli aika tutkia armaturea eli hahmon luurankoa ja sen kokoamista. Tutkija skaalasi hahmon pienemmäksi paremman toimivuuden vuoksi. Tämän jälkeen hahmolle määritettiin location ja scale, eli määriteltiin hahmon positio 3D-viewportissa. Armature lisättiin Object modessa samaan tapaan kuin mikä muu tahansa mesh. Se aseteltiin 3D-hahmon sisälle lantion kohdalle, toimien lantioluuna. Blenderin asetuksista on mahdollista saada luut näkymään hahmon sisällä X-Ray-

toiminnolla, joka helpottaa luurangon kokoamista ja sen vertaamista 3D-malliin.



Kuva 12. Selkeyttävä kuva tutkijan armaturen luontiprosessista.

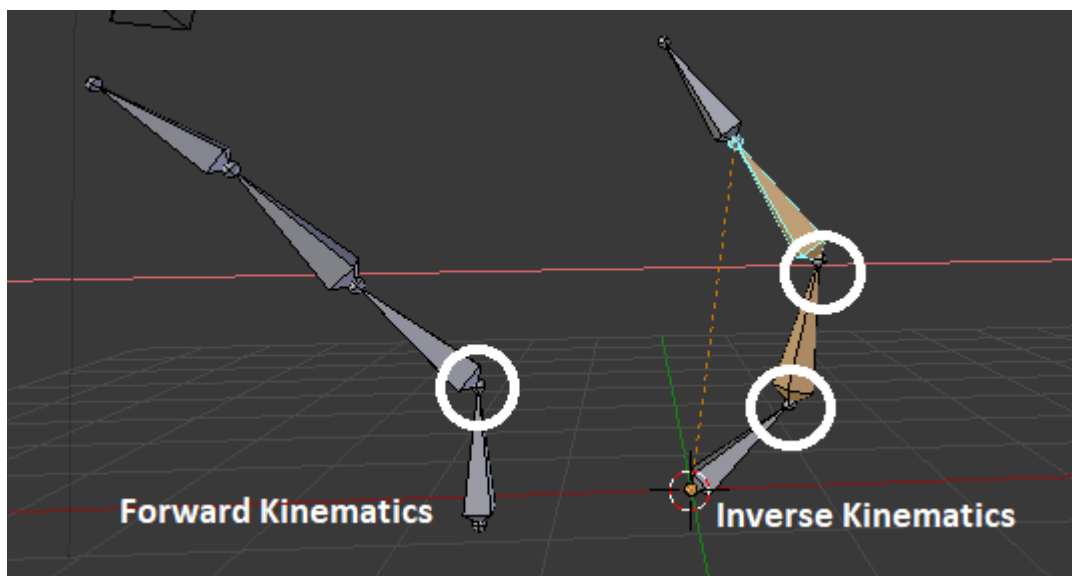
Armaturea lisättäessä 3D-viewporttiin ilmestyy yksi luu, jonka avulla kokoamme luurangon. Miten tämä kuitenkin tapahtuu käytännössä? Siirrymme edit-modeen. Luurankoon lisätään luita samalla tavalla kuin polygoneja meshiin, extrude-toimintoa käyttäen. Klikkaamalla Y-näppäintä tässä tilassa rajoittaa extruden suunnan, jolloin saamme suoran linjan luille. Luurangon kokonaisuus perustuu siihen, mistä haluamme hahmon taipuvan eri suuntiin. Käytetty luurankokokonaisuus pohjustaa yleiset kehon yksinkertaiset liikkeet, kuten käsien, jalkojen ja keskivartalon eri taivutuskohdat. Pää yhdistettiin raajana normaalisti extruden avulla, mutta kädet ja jalat linkitettiin kaulaan ja lantioluuhun. Tämä saatiin aikaiseksi duplikoimalla eli kopioimalla

linkitettävä luu ja asettamalla tämä kohdalleen. Näin syntyivät reisiluu ja solisluut. Raajoja jatkettiin uudelleen extruden avulla – jalat tehtiin loppuun asti tällä tekniikalla, mutta hahmon peukalo linkitettiin sormien ensimmäiseen luuhun, sillä se on erikseen liikkuva osa rakennetussa hahmomallissa. Jos hahmolla olisi 5 erillistä sormea, nekin linkitettäisiin samalla tavalla mahdollistaen niille toimivan liikkuvuuden.

Kuten voidaan olettaa, hahmolle toteutettiin vain toinen puoli “peilaamista” varten. Idea on sama, mutta tässä tapauksessa raajojen luut kopioidaan toiselle puolelle. Sitä varten vasemman puolen luut on hyvä merkitä jollain kirjaimella. Blender lukee hyvin L/R-lyhenteitä, siirron jälkeen Blender laskelmoi kopioidut vasemman puolen luut oikean puolen luiksi. On myös hyvä nimetä muut luut, sillä luiden suhteita ja rajoitteita määriteltäessä luita on hankala tunnistaa toisistaan oletusnimien avulla. Näin myös tietojen lukeminen on helpompaa työn tekijälle.

Toinen tapa on muun muassa Tony Mullenin esittelemä yksinkertainen luuston luonti kirjassa “Introducing Character Animation with Blender, Second Edition”. Peilatut luut Blenderillä luodaan painamalla t-näppäintä ja valitsemalla armature options -> x-axis mirror. Tämän jälkeen valitusta luusta voidaan lisätä luita peilattuna mm. raajoihin painamalla shift-näppäintä samalla kun extrude toteutetaan normaalisti e-näppäintä painaen. Kummatkin tavat toimivat luiden luomiseen.

Seuraavaksi siirryttiin rigging-prosessiin. Hahmoa voi poseerata etukinematikan tai käänteiskinematikan avulla.



Kuva 13. Käytännön vertailu FK:sta ja IK:sta.

IK

Käänteiskinematikassa käytetään IK-handlea manipuloimaan koko nivelketjua. IK-handlella tarkoitetaan objektia, jolla voidaan valita tietty nivel ja nivelet liikkuvat niille asetettujen ehtojen mukaisesti. IK on erittäin päämääräpainoitteinen tapa määrittää hahmon kinematiikka. IK-solver laskelmoi liikkeen mukana olevien nivelten kiertymistavan ja tekijän ei tarvitse käydä läpi joka niveltä haluamansa liikkeen määrittämiseksi. Kun hahmon armature on skinnattu, hahmoon ei voi lisätä tai poistaa niveliä ilman IK-handlen uudelleenmäärittämistä tai skinnaamista. IK:ta suositellaan käyttämään monimutkaisen armaturen määrittämisessä. (AutoDesk Help 2016, Inverse Kinematics.)

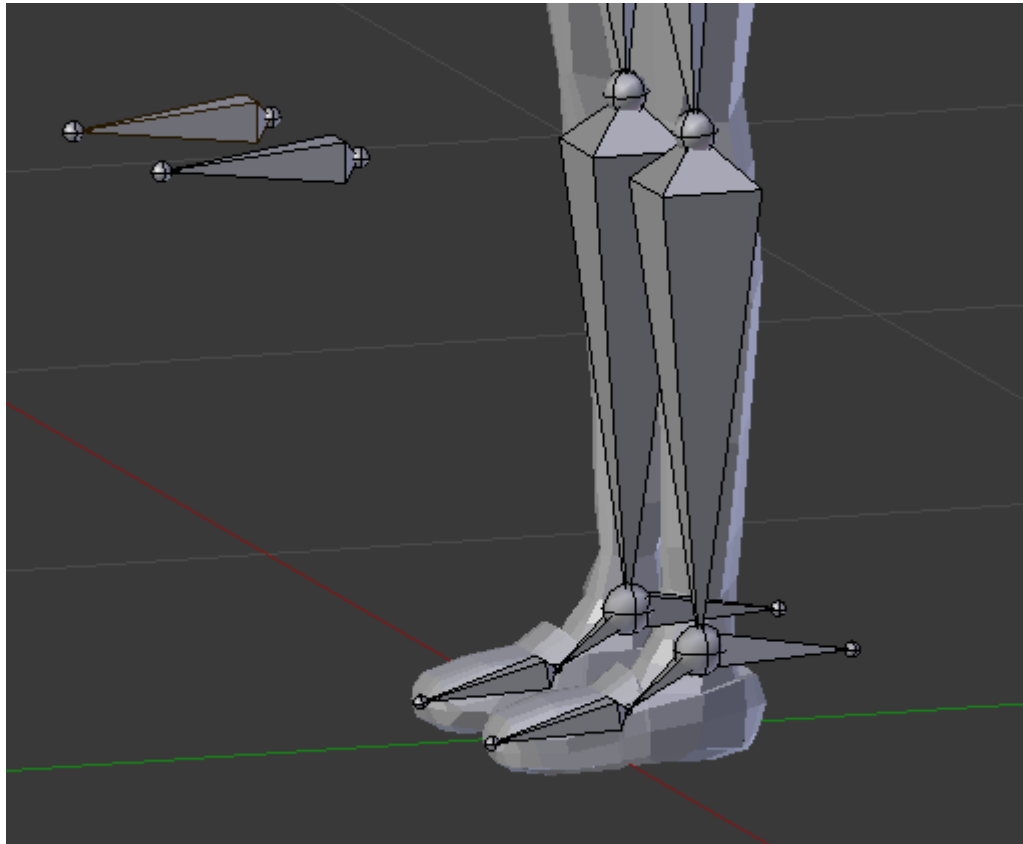
FK

Forward kinematics eli etukinetiikan avulla yksittäisiä niveliä voi käyttää ja kiertää oman tahtonsa mukaisesti. Ero inverse kinematicsiin on kuitenkin se, että yksittäistä niveltä liikuttaessa muut nivelet eivät taivu valitun nivelen mukaisesti, vaan pysyvät suorassa. Tämä tekee forward kinematicsin käytöstä vähemmän päämääräpainoista mutta samalla myös mahdollistaa luiden tarkemman hallinnan, sillä tekijä pystyy määrittelemään ja kiertämään luut oman tahtonsa mukaisesti. Forward kinematicsin käyttö vaatii enemmän hienosäätöä ja resursseja täydellisen asennon luomiseen, jonka takia FK:ta ei normaalisti suositella käyttämään moniulotteisten luurankorakennelmien parissa. (AutoDesk Help 2016, Pose joints with FK.)

IK luodaan 3D-hahmon pohjeluuhun. Eri tutoriaaleista oppimalla selvisi, että hahmon dynamiikan määrittelyyn on useita eri ratkaisuja tavoitteesta ja 3D-mallista riippuen. Sitä ennen IK:ta varten luodaan lisäluita ohjaamaan hahmon jalkaa. Nämä luut ovat aiemmin mainittuja kontrolliluita, jotka toimivat niin ikään kuin eri vipuina armaturelle. Toisin kuin deformatioivat eli 3D-meshiä manipuloivat luut, kontrolliluut eivät aiheuta 3D-mallinnettuun hahmoon muutoksia, ainoastaan luihin ja niiden rotaatioon. (Introduction N.d)

Yksi monesta metodista oli jatkaa luuta kantapäätä poispäin extrudella. Tämä toimi ns. vipuna IK:lle. Tämän jälkeen luotiin polviluu kopioidusta nilkkaluusta. Polviluu si-

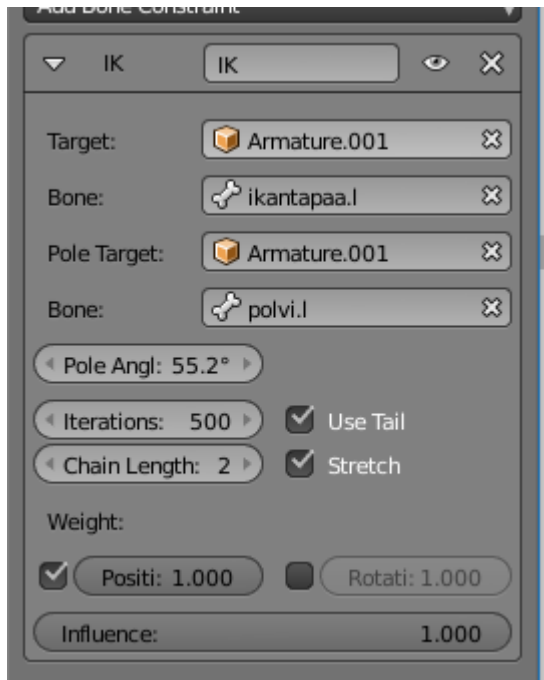
joitettiin polven korkeudelle ja kohdalle etunäkymästä katsottuna. Tämän jälkeen uusista luista poistettiin suhde toisiin luihin, myös deform-asetus otettiin käytöstä, sillä luiden ei ole tarkoitus manipuloida 3D-mallin muotoa.



Kuva 14. Jalan kontrolleriluiden luonti Blenderissä.

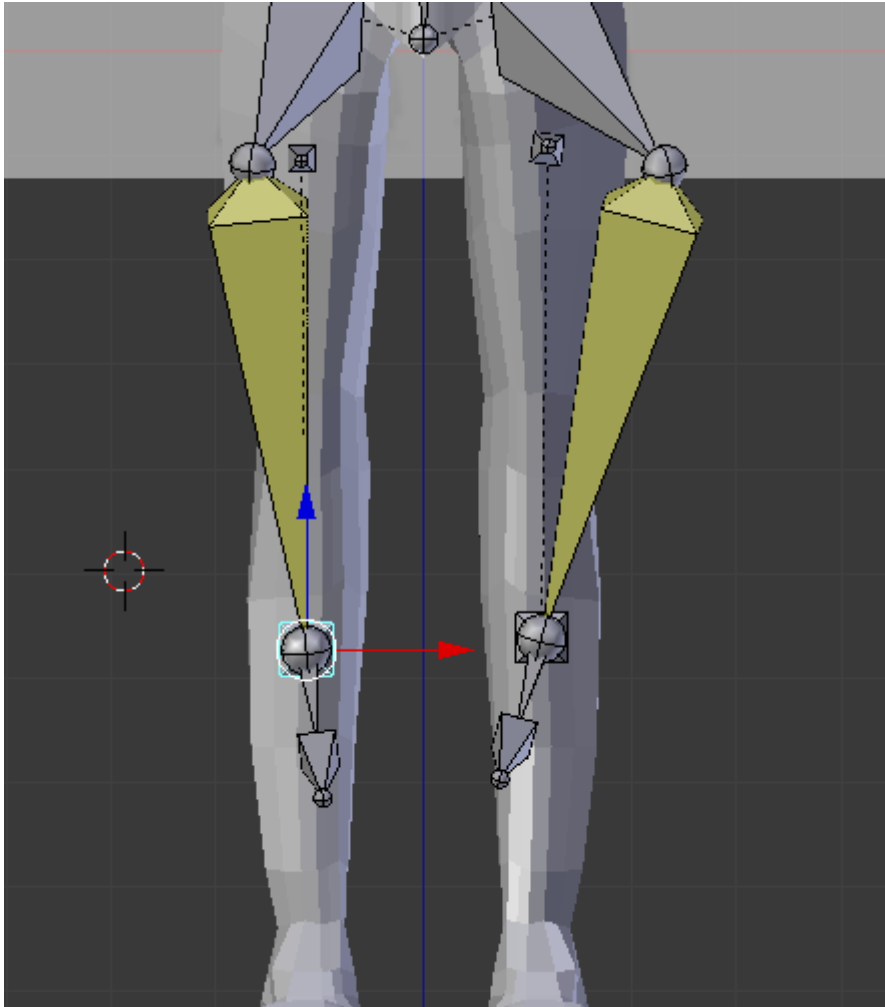
Polviluille luotiin suhde kantapäähän kontrolleriluille. Seuraavassa vaiheessa luotiin IK klikkaamalla pohjeluuta ja valitsemalla asetus "Inverse Kinematics" luun "constraints" eli rajoiteasetuksista. IK avaa oman ikkunansa välilehden alle, missä voidaan määrittää IK:n vaikutus armaturessa.

Asetus vääntää armaturen jalan vinoon, minkä rotaatio on tarvittaessa mahdollista korjata Pole Angle-liukurissa. Ketjun pituudeksi valittiin 2, koska kyseessä on kahden luun, reisi- ja pohjeluun, välinen IK. Asetusten määrittelyn jälkeen jalan tulisi taipua normaalisti.



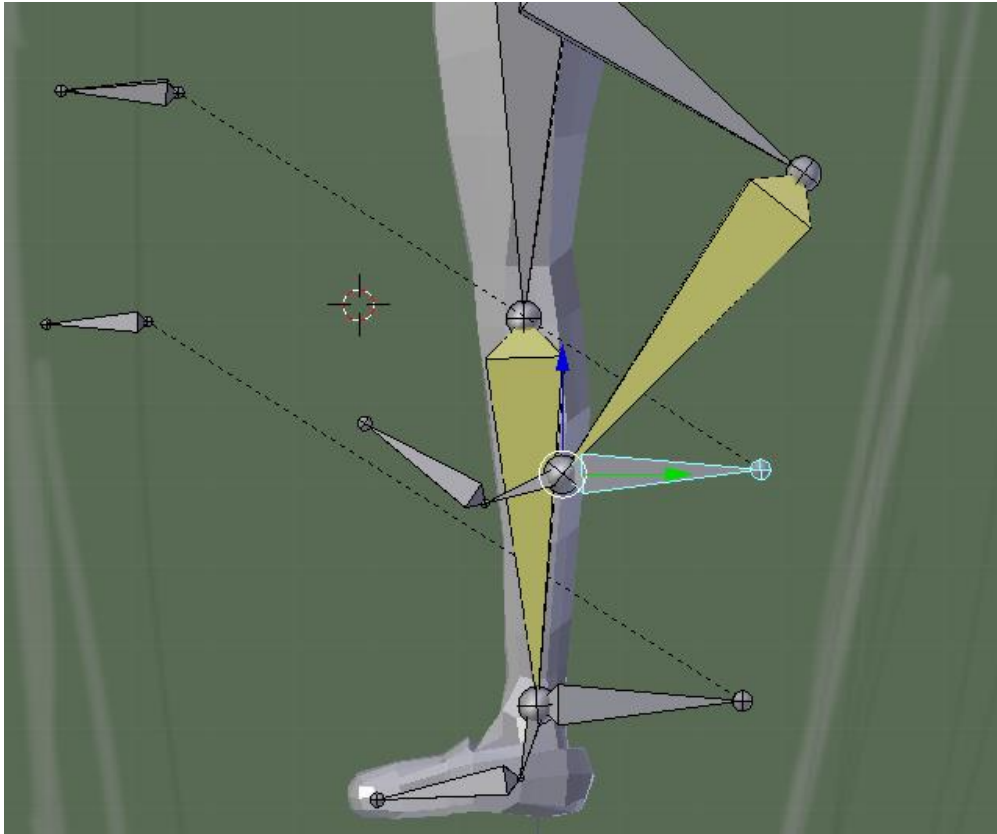
Kuva 15. Jalan IK:n ominaisuudet Blenderissä.

IK:ta tutkiessa ilmeni myös kaksi ongelmaa, jotka vaikeuttivat prosessia. Nämä olivat jalkojen liiallinen ulospäin kääntyminen ja jalan väärään suuntaan taipuminen. Nämä ongelmat olivat kuitenkin ratkaistavissa ja todettiin, että näiden ongelmien käsittely olisi hyvä tuoda esille myös ohjeistuksessa.



Kuva 16. Havainnoillistava kuva jalkojen vinoon taipumisesta.

Ulospäin kääntyneiden jalkojen liike korjattiin siirtämällä polven paikkaa pienin liikkein Edit Modessa samalla verraten tulosta Pose Modessa. Kun polvi oli oikealla paikalla, myös poseerattu polvi taipui suoraan edestä katsottuna. Väärinpäin eli taaksepäin koukistuva polvi oli vaikeammin korjattavissa ja ratkaisu löytyi eri toimintoja kokeilemalla, sillä etsinnöistä huolimatta eri käyttäjien menetelmiä kyseiseen ongelmaan oli vaikea löytää.



Kuva 17. Havainnollistava kuva jalkojen väärään suuntaan taitumisesta.

Menetelmä oli lopuksi yksinkertainen, väärin kääntyvät luut olivat pohje- ja reisiluu, joten muut luut piilotettiin sen ajaksi, että muokattavat luut saatiin peilattua toiseen suuntaan Blenderin armaturen Mirror eli peilaustyökalulla. Blenderin piilotustyökalun yksi monista hyödyistä on se, että näkyviin objekteihin ja niiden ominaisuuksiin tehdyt muutokset eivät vaikuta piilossa oleviin objekteihin. Tämän takia peilauksen jälkeen hahmon nilkka ja jalkaterä olivat samassa asennossa. Menetelmän jälkeen jalka taipui halutulla tavalla.

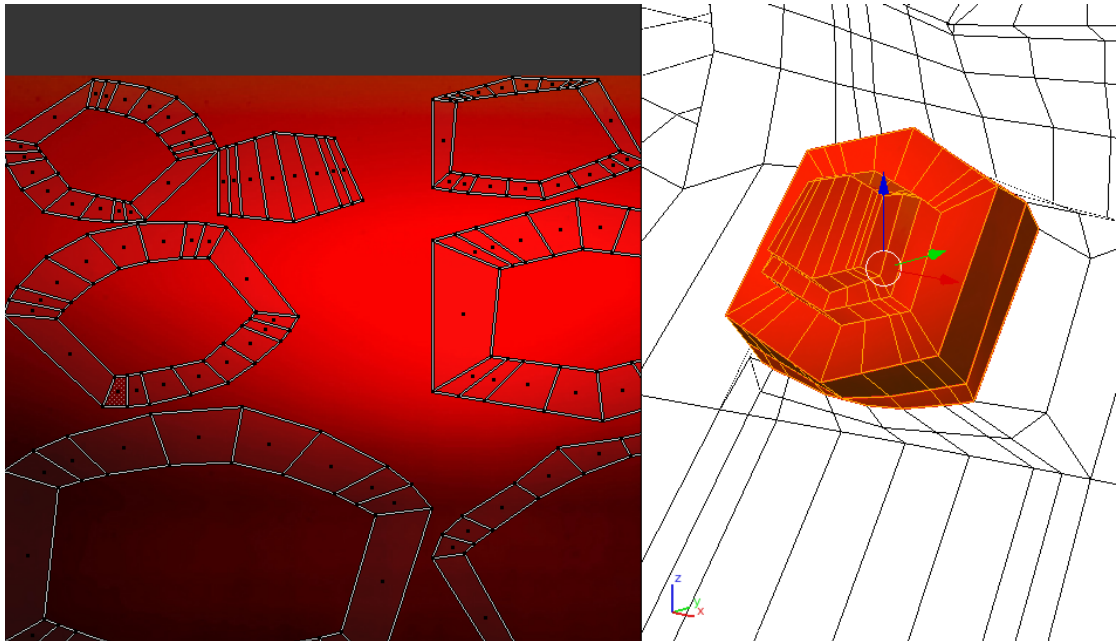
Hahmon käsiin ei tehdä muutoksia, eli ne toimivat FK:lla. Halutessaan ohjeistuksen seuraaja voi luoda samalla logiikalla hahmon käsille IK:n, mutta käden liikkeet animaatioissa eivät välttämättä sitä tarvitse. Kuten monessa eri Blenderin käyttötekniikassa, tämä ratkaisu tehdään tekijän oman mieltymyksen ja tarpeen mukaisesti. Tässä tapauksessa IK ei ollut ainut vaihtoehto, sillä vaaditut käden liikkeet olivat helposti aseteltavissa FK:ta käyttäen.

Seuraavassa vaiheessa armature täytyi kiinnittää 3D-malliin. Skinning eli 3D-mallin ja sen armaturen yhteenliittäminen on Blenderissä erittäin yksinkertainen prosessi, joka hoidetaan objektitilassa. Objektit valitaan yhdessä - ensin valitaan 3D-malli ja tämän

jälkeen armature. Shift+S painamalla yksinkertaisin tapa yhdistää objektit suoritetaan valitsemalla ”with automatic weights”. Tässä vaiheessa weight painting eli painon ”maalaukset” on tekniikka, mitä hahmon määrittämiseen voi käyttää. Automaattiset painot antavat hahmolle Blenderin laskelmoidut painot, mutta halutessaan tekijä voi weight paintingin avulla muokata 3D-mallin painoa eri kehon osissa. Tämä vaikuttaa hahmon liikkuvuuteen ja 3D-meshin ulkomuotoon, sillä paino painaa sitä alemmas, mutta hyvin tehtynä elävöittää hahmon liikkeitä luonnollisempaan suuntaan.

5.4 UV-unwrapping

UV-unwrapping prosessi toteutetaan Blenderissä monella eri tapaa edit modessa. Esimerkiksi Smart UV project on ominaisuus, jonka avulla Blender suorittaa toimenpiteen itse määritettyä kaavaa noudattaen. Sen avulla on helppo ja nopea saada raaka UV-unwrap teoksesta, mutta on suositeltavaa käydä rajaamassa saumat manuaalisesti eri osien hahmottamisen helpottamiseksi. Manuaalisesti tapa suoritetaan edge selection-valinnan avulla. Kuten monesssa muussa tapauksessa Blenderin suhteen, niin sanottua oikeaa keinoa saumata 3D-hahmoa ei ole, kunhan unwrap on tekijälle selkeä. Kun halutut polygonin reunat on valittu, sauma merkitään ja se näkyy käyttäjälle punaisena rajauksena 3D meshin päällä. Saumojen merkinnän jälkeen valitaan haluttu kohde tai koko hahmo ja valitaan toiminto ”unwrap”. Tämän jälkeen litteä kuva 3D-hahmon pinnasta näkyy UV/Image editorissa. (Blender 2017, UV Mapping & Unwrapping.)



Kuva 18. Valitun kohteen tekstuuri UV-kartalla ja mallin päällä.

Scopesta johtuen ohjeistukseen lisätään esimerkki hahmon yksityiskohdasta, mutta esitetään myös toinen esimerkki koko hahmon kartoittamisesta ja tekstuuriin asettamisesta UV-kartan päälle. Ylläolevassa esimerkissä kartalle avattiin uusi kuvasta tekstuurista.

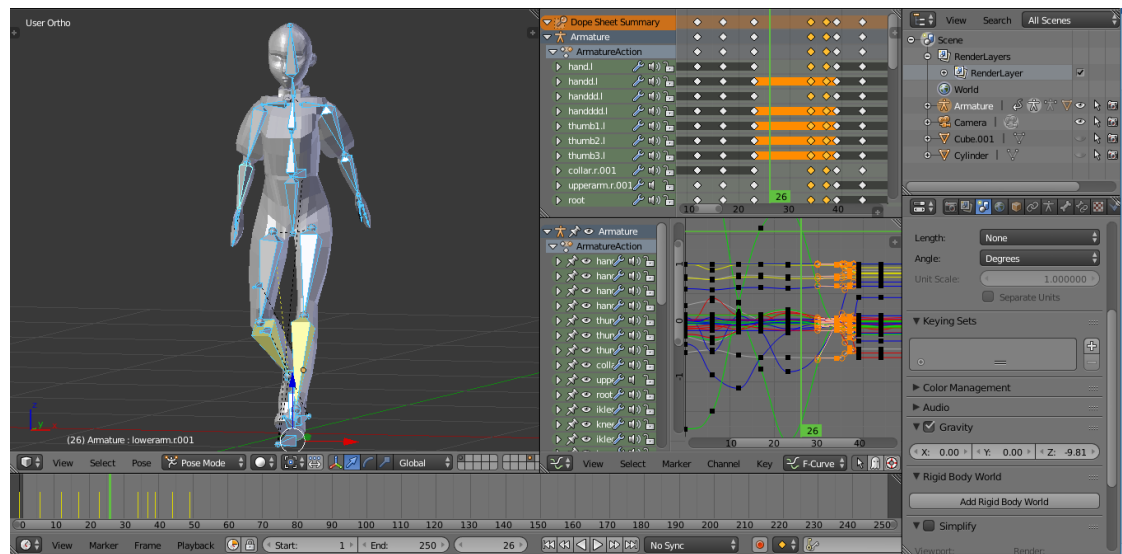
5.5 Animaatio

Blenderin animaatio perustuu keyframeihin ja niiden välillä olevan liikkeen generointiin. Keyframe tarkoittaa merkitsintä, joka pitää sisällään tietyn arvon valitusta ominaisuudesta. Animaation kulkua voi seurata timeline-ikkunalta, joka kuvaa animaation vaiheet alusta loppuun.

Jos käyttäjä asettaa objektin ensimmäisestä keyframesta esimerkiksi 10 senttiä kauemmaksi, Blender pystyy generoimaan liikkeen sijaintien välillä. Tämä generoi liikkeelle myös omanlaisen kurvin ja eri interpolointiasetuksilla liikkeen luontoa voi muuttaa (esimerkiksi lineaarinen, neliömäinen) Blenderin kuvaajaeditorissa, "graph editorissa". Tämä tarkoittaa sitä, että Blenderin animointi eroaa huomattavasti esimerkiksi käsin piirretyistä animaatiosta sillä, että tekijän ei itse tarvitse eritellä animaation jokaista ruutua. Tämä tuo helpotusta ja nopeutta paljon resursseja vaativaan työnkuvaan. (Mullen 2011, Luku 6.)

Blenderissä keyframet voidaan luokitella eri värien mukaan kuvaamaan niiden tyyppiä. Normaali keltainen keyframe kuvaa oletusta, mutta tämän lisäksi keyframeja on muita eri tyyppisiä animaation eri vaiheiden merkitsemistä varten.

Animaattorit käyttävät storyboard-nimistä ohjenuoraa näyttämään animaation keskeisimmät asiat. 3D-animaattori käyttää tätä niin sanotusti vastaavaa ”Dope sheet”-nimistä suunnittelualustaa. Dope sheetiltä on helppo löytää hahmon eri poseeraukset ja eri frameissa käytetyt luut. Luita voi myös mm. piilottaa näkyvistä.

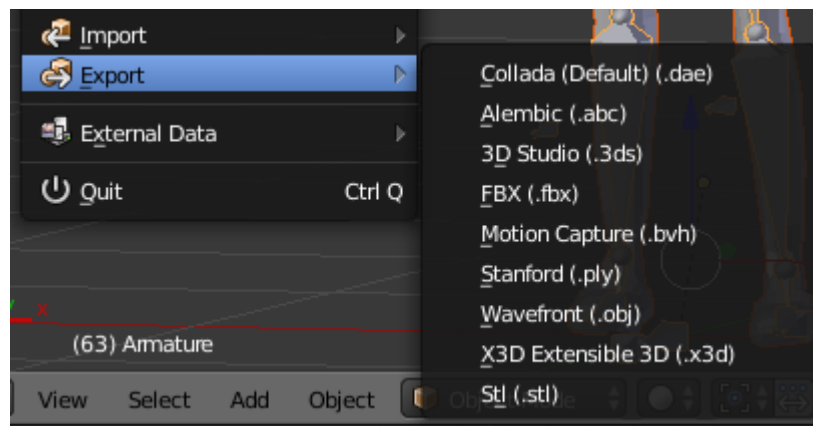


Kuva 19. Blenderin animaation eri työtiloja.

Käyttäjän 3D-animaation työskentelynäkymä riippuu tämän omista valinnoistaan animaation suhteen. Kuvassa oleva työskentelytila koostuu timelimestä, viewportista pose-modessa, dope sheetistä ja graph editorista. Timeline näyttää keltaisilla viivoilla keyframet animaatioissa omalla paikallaan. Graph editor ja dope sheet näyttävät saman näkymän mutta sisältävät tietoa myös animaatioon valituista luista ja niiden liikekurveista.

Animaatioprosessi toteutettiin yksinkertaisimmillaan näin: Valittiin timelinen alkupäästä keyframe, joka aloittaa animaation. Tämän jälkeen hahmolle muokattiin haluttu asento, joka kuvaisi liikettä kyseisessä keyframessa. A-näppäintä painamalla valittiin kaikki hahmon kehon luut ja I-näppäimen painamisen jälkeen valittiin animaatioon kaikki kehon luut. Tämä siirtää informaation hahmon luiden sijainnista ja asennosta dopesheetille ja graph editoriin, missä näitä ominaisuuksia voi muokata lisää. Tätä kaavaa toistetaan ruutu kerrallaan, kunnes animaation kaikki keyframet ovat

asetettu ja määritelty. Tämän jälkeen hahmon voi tallentaa haluttuun muotoonkohdasta File>Export. Tarvittaessa myös File>Import hahmon siirtämiseen. Objektin ja armaturen täytyy molempien olla valittuna tätä varten. All Actions-valinta tuo myös mm. tiedot hahmon animaatiosta.



Kuva 20. Havainnollistava kuva 3D-hahmon tietojen viemisestä.

Teorian käytännön testaamisen jälkeen kerätyn materiaalin ja käyttökokemuksen avulla luodaan suomenkielinen ohjeistus käyttäjälle.

6 Tutkimustulokset ohjeistukseksi

Tämä luku käsittelee tutkimustuloksia ja niiden kokoamista ohjeistukseksi.

6.1 Tulokset

Tutkija on saanut ymmärryksen 3D-hahmon mallintamisen eri vaiheista ja niiden toteuttamisesta Blender-työkalun avulla. Pelkästään Blenderin käyttöön opinnäytetyöprosessin aikana kului yli 130 tuntia. Aloittelijan kengissä mallintamisessa tuli vastaan useita eri haasteita ja ongelmia, mutta osa näistä ongelmista tarjosi hyvää materiaalia opinnäytetyöhön. Eri ammattilaisten menetot tarjosivat kaikki hyviä ja toimivia toimintamalleja sekä näistä helpoiten omaksuttavissa olevia tekniikoita hyödynnettiin 3D-hahmon mallinnuksen aikana. Kyseiset ongelmat olivat myös ratkaistavissa ja niistä saatiin hyvää tutkimusmateriaalia.

Tutkimustuloksista koottiin ohjeistus, jossa 3D-hahmon mallinnuksen eri vaiheet listattiin ja lukijaa ohjataan luomaan 3D-hahmo. Ohjeistuksessa otettiin huomioon teoriaosiossa läpikäytyä pedagogista näkökulmaa ja se toteutettiin toimeksiantajan toiveiden mukaisesti.

6.2 Tekotapa

Ohjeistus toteutetaan tekstitiedostona PDF-muodossa. Vaihtoehtona olisi myös ollut tuottaa opetusvideosarja hahmon mallintamisesta, mutta sen haasteena voi olla se, että videon selostusta ei voi kuunnella kaikkialla, mikä vaikeuttaa ohjeistuksen ymmärtämistä. Staattista ja kirjallista ohjetta on helpompi seurata, eikä videon jatkuva pysäyttäminen tai kelaaminen rasita lukijaa.

Ohjeistuksen teon alkuvaiheet eli kuvien ja muun oppimateriaalin keruu tapahtui pääosin jo opinnäytetyön aiemmissa vaiheissa. Kirjoittajan 3D-hahmomallintaminen kuvattiin ja vaiheet dokumentoitiin ylös myös sitä mukaa ohjeistukseen. Kuvaus on suoritettu ruutukaappauksilla eri työvaiheen kohteista. Ohjattavalle näytetään myös pieniä teoriaosioita orientoitumaan eri työvaiheisiin.

6.3 Haasteet

Haasteena ohjeistuksen teossa on se, että ohjaaja voi päätyä olettamaan liikaa tai liian vähän lukijasta. Tästä syystä on tärkeää havainnoida työn etenemistä runsain kuvin näyttämällä lukijalle selkeästi, missä missäkin vaiheessa on kyse, näppäinyhdistelmiä myöten. Ohjeistukseen määritellään myös sen tasovaatimus ja tavoitteet. Joitain 3D-mallinnuksen vaiheita on myös numeroitu ohjeistukseen selitysten kera ja ohjeistus tulee sisältämään selkeän sisällysluettelon, jonka kautta lukija voi navigoida tiedostossa.

Ohjeistukseen on myös lisätty joitain ongelmatapauksia ja näiden ratkaisuja käyttäjän työn helpottamiseksi.

6.4 Kieli

Mikä tärkeintä, ohjeistuksessa pitää huomioida suomenkielisyys. Termistö on ohjelmassa englannin kielellä, joten kahta kieltä täytyy käyttää yhteistyössä niin, että käyttäjä ymmärtää, mitä työkalu tekee mutta silti löytää sen Blenderistä ohjeistusta seurattessaan. Tämän vuoksi kaikkia termejä ei ole itse ohjeistuksessa suoraan suomennettu, koska englanninkielisten termien kokonaan korvaaminen suomalaisilla päätyy vaikeuttamaan tekijän työskentelyä.

7 Pohdinta

7.1 Aihe

Opinnäytetyön aiheeseen eli hahmon 3D-mallinnukseen olisi voinut paneutua vielä syvemmin, mutta siinä tapauksessa tutkimus olisi levinnyt liian laajaksi. Tästä syystä monia asioita käsiteltiin vain sen verran, kuin aloittelijalta vaaditaan. Opinnäytetyö toteutettiin aloittelijan näkökulmasta, kasvattaen tekijän kokemusta ja syvempää ymmärrystä 3D-mallinnukseen. Tekijälle ehdotettiin alkuvaiheessa myös aiheita, josta tällä olisi ollut enemmän kokemusta, mutta aihevalinta päättyi kouluttamaan tekijän 3D-mallinnuksen osaamista, joten aihevalinta tuntuu vielä loppumetreilläkin oikealta. Aihe itsessään ei ole uusi, vaikka ilmiönä 3D-mallintaminen alkaa vasta näkymään Jyväskylän ammattikorkeakoulun tarjonnassa.

7.2 Luotettavuus

Opinnäytetyön luotettavuus on riippuvainen Blenderin eri versioista ja teorian ymmärtämisestä tekstiä kääntäessä. Työ toteutettiin versioon 2.79, mutta Blender tuo pian 3D-mallintajille uuden version, 2.80. Tämä versio on vielä betavaiheessa, mutta siihen on jo mahdollista tutustua. Tässä versiossa käyttöjärjestelmä eroaa paikoitellen opinnäytetyön versiosta 2.79, mikä tarkoittaa sitä että esimerkiksi pikanäppäimet ja ruutukaappaukset eivät vanhene luotettavuuden kannalta kovin hyvin. (Blender 2.80 2019.) Lähteet ovat osin ammattilaisten ja asiantuntijoiden kirjoittamia, joten voi sanoa että ne ovat yleisluotettavia, mutta voivat tule-

vaisuudessa vanhentua. Moni 3D-mallinnuksen eri aihealueen teoria pysyy omalla tavallaan ajattomana, joten vanhemmankaan lähteen käyttäminen ei tee aiheen teoriaosiosta epäluotettavaa. Myös mahdollinen virheellinen käänös on yksi riskitekijöistä.

7.3 Aikataulu

Aikataulullisesti opinnäytetyö venyi henkilökohtaisista syistä ja työn määrän aliarvonnin takia. 3D-mallinnus vaatii paljon harjoittelua ja opiskelua, että sen eri osat alueet ymmärtää ja osaa laatia aiheesta ohjeistuksen. Tämä tarkoitti sitä, että välillä Blenderin oppimistyön eri vaiheet täytyi tehdä alusta alkaen monta kertaa, jotta nämä saatiin oikein ja toimimaan vaaditulla tavalla.

Aikataulussa pysymisen vuoksi jouduttiin karsimaan joitain työvaiheiden laajuutta ja niitä käsiteltiin pienemmässä mittakaavassa. Esimerkiksi koko hahmon teksturointi olisi vienyt turhan paljon aikaa, vaikka hahmo olisikin saatu näyttämään vaikuttavammalta ja valmiilta. Jos vaiheen pystyi esittelemään ja opettamaan yksinkertaisemmalla tavalla eikä ollut tarvetta näyttää koko prosessia loppuun asti, näin toimittiin. Tekijä on kuitenkin tyytyväinen opinnäytetyöhön ja on innokas syventämään taitojaan 3D-mallinnuksen parissa.

7.4 Opinnäytetyön muutokset perehtymisen jälkeen

Opinnäytetyön alkuvaiheessa teoriaa oli ilmaistu hankalasti ymmärrettävästi kokemuksen puutteen takia, joten moni osa opinnäytetyön teoriasta tuli kirjoitettua uudelleen paremmin ymmärrettävään muotoon. Myös englanninkielisillä lähteillä oli oma osansa oikean tulkinnan löytämisen haasteina.

Myös 3D-mallinnuksen toteutuksen tekometodit vaihtuivat sen mukaan, mikä metodi oli helpoiten ymmärrettävissä ja kätevä selittää ohjemuodossa. Tällä yritettiin välttää turhaa työtä siinä mielessä, että jos tiettyyn metodiin oli yksinkertaisempi tai helpompi lähestymistapa, se valittiin monimutkaisten ja monivaiheisten metodeiden sijasta.

7.5 Jatkotutkimukset

Opinnäytetyölle on mahdollista tuottaa syventäviä jatkotutkimuksia, esimerkiksi pelkästään 3D-hahmon suunnittelusta, animoinnista, teksturoinnista tai partikkeleista. On myös mahdollista tuottaa sama tutkimus eri metodeja ja työkaluja käyttäen.

Lähteet

3D-Ace, 2019. Texturing. Viitattu 27.3.2019. <https://3d-ace.com/expertise/technical-expertise/texturing>.

AutoDesk Help, 2015. Introduction to Polygons. Autodesk Knowledge Network. Viitattu 25.4.2018 <https://knowledge.autodesk.com/support/maya-1t/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MayaLT/files/Polygons-overview-Introduction-to-polygons-htm.html>.

AutoDesk Help, 2016. Inverse Kinematics. Autodesk Knowledge Network. Viitattu 24.10.2018 <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-07C3BA47-32BB-477B-B6C5-1090E5C9B81C-htm.html>.

AutoDesk Help, 2016. Pose joints with FK. Autodesk Knowledge Network. Viitattu 25.10.2018 <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-659738A6-1F53-467C-AD62-1ACCD93FC52A-htm.html>.

Blender 2.80 N.d. Blenderin 2.80-version virallinen nettisivu. Viitattu 8.4.2019. <https://www.blender.org/2-8/>.

Blender Logo, Blenderin virallinen nettisivu, 2009. Viitattu 27.2.2019. <https://www.blender.org/about/logo/>.

Blender, Loop-cut & Edge Loops - Blender Fundamentals, 2017. Viitattu 25.3.2019. <https://www.youtube.com/watch?v=T3-ORyXICFA>.

Blender, UV Mapping & Unwrapping - Blender fundamentals 2017. Viitattu 5.12.2018. <https://www.youtube.com/watch?v=V6OXSR5Ynyc>.

Bones Introduction N.d. Armaturen luiden teoriaa. Viitattu 20.4.2018. <https://docs.blender.org/manual/en/dev/rigging/armatures/bones/introduction.html>.

Bones Structure N.d. Luiden rakenne. Viitattu 20.4.2018. <https://docs.blender.org/manual/de/dev/rigging/armatures/bones/structure.html>.

Brito, Allan 2008. Blender 3D: Architecture, Buildings, and Scenery: Create Photorealistic 3D Architectural Visualizations of Buildings, Interiors, and Environmental Scenery. Luku 9. Packt Publishing © Citation.

By Admin, 2015. VRender – What is 3D-graphics? Viitattu 25.3.2019. <https://vrender.com/what-is-3d-graphics/>.

Cambridge dictionary, 2019. Frame rate. Viitattu 27.3.2019. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/frame-rate>.

Dictionary.com, 2019. Nonplayer character. Viitattu 27.3.2019. <https://www.dictionary.com/browse/npc>.

Ernest Adams, 2014. Fundamentals of Game Design, Third Edition. New Riders.

Introduction N.d. Blenderin esittely. Viitattu 12.4.2018.

https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/introduction.html

.

Kananen, Jorma 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Koli, Hanne 2008. Verkko-ohjauksen käsikirja. FINN LECTURA.

Mitchell, Briar Lee 2012. Luku 4 - Visual Design -Game Design: Essentials, developing concept art) Sybex.

Modes N.d. Informaatiota Blenderin eri käyttönäkymistä. Viitattu 16.4.2018.

<https://docs.blender.org/manual/en/dev/editors/3dview/modes.html>.

Mullen, Tony 2011. Luku 6 - Basics of Animation. Luku 4 - Armatures and Rigging - Introducing Character Animation with Blender, Second Edition. Sybex.

Orthographic views, N.d. Määritelmä Brookdalecc.edu:n nettisivuilla. Viitattu 30.4.2018. <http://ux.brookdalecc.edu/fac/tlt/cadd/ortho.php>.

Render Introduction N.d. Renderöinnin teoriaa. Viitattu 28.11.2018.

<https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/introduction.html>.

Rigging Introduction N.d. Riggingin teoriaa. Viitattu 20.4.2018

<https://docs.blender.org/manual/en/latest/rigging/introduction.html>.

Salakari, Hannu 2007. Taitojen opetus. Eduskills Consulting, Saarijärven Offset, Saarijärvi.

Simonds, Ben 2013. Luku 3: Preparation. Blender Master Class: A Hands-On Guide to Modeling, Sculpting, Materials and Rendering. No Starch Press / Citation.

Sculpting Introduction N.d. 3D-veistämisen teoriaa. Viitattu 2.11.2018

https://docs.blender.org/manual/en/dev/sculpt_paint/sculpting/introduction.html#overview.

Skinning Introduction N.d. Armaturen ja 3D-meshin yhdistäminen. Viitattu 20.9.2018.

<https://docs.blender.org/manual/en/latest/rigging/armatures/skinning/introduction.html>.

Slick Justin, 2018. What Is 3D Modeling? 3D modeling software produces three-dimensional digital effects. Viitattu 1.2.2019 <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>.

Topology, N.d. Termin "topologia" esittely. Viitattu 18.4.2018.

<https://docs.blender.org/manual/en/dev/glossary/index.html#term-topology>.

Totten, Chris 2012. Luku 8 - Animating the Zombie. Game Character Creation with Blender and Unity. Sybex.

Totten, Chris 2012. Luku 2: Blender Basics for Game Characters. Game Character Creation with Blender and Unity. Sybex.

Totten, Chris 2012. Luku 3: Modeling the Character. Game Character Creation with Blender and Unity. Sybex.

UV Overview N.d. UV:n teoriaa. Viitattu 15.5.2018

https://docs.blender.org/manual/en/latest/editors/uv_image/uv/overview.html.

Williamson J.N.d. 2012. Luku 4 - Using Mesh Objects -Character Development in Blender 2.6 by Cengage Learning. Viitattu 16.4.2018.

Williamson, Jonathan N.d. Introduction to retopology. Kurssiesittely CGCookien kurssipalvelussa ja määritelmä retopologiasta. Viitattu 10.10.2018

https://cgcookie.com/course/introduction-to-retopology/?utm_source=youtube&utm_medium=social&utm_campaign=teaser&utm_term=description&utm_content=intro-to-retopology.

Liitteet

Liite 1. Ohjeistus: 3D-hahmomallintaminen ja animaatio Blenderillä. Kauppinen Riina 2019.

Ohjeistus: 3D-hahmomallintaminen ja animaatio Blenderillä

Sisältö

1	Johdanto	52
2	Mitä on 3D-mallinnus?	53
	Luettelo eri työkalujen pikanäppäimistä	54
3	Polygonit	55
4	Hahmosuunnittelu – Character concept	57
4.1	Modeling sheet – Mallinnusarkki	58
4.2	Tekijänoikeuksista.....	59
4.3	Mallinnusarkin käyttö mallinnuksen aikana.....	60
	Hiiren käyttö Blenderin 3D-työtilassa	61
5	Aloittaminen	62
6	Vartalon mallinnus	64
6.1	Mirror modifier mallinnuksen työkaluna	67
7	Raajojen luonti	69
7.1	Käsivarren liitos.....	71
7.2	Merge	72
8	Jalkojen luonti	74
	Muista:	75
9	Pää	76
10	Hiukset	77
11	Children	81
12	Armature	82
13	Armaturen luonnin valmistelu	84
13.1	X-ray	85

	51
14 Rakentaminen	86
14.1 Yhteenveto:	90
15 Hahmon vastakkaiset raajat	91
16 Luiden fysiikan määrittäminen	94
17 Root	103
18 UV-unwrapping.....	108
19 Renderöinti.....	113
20 Hahmon animointi.....	117
20.1 Idle-animaatio.....	121
20.2 Kävelyanimaatio	124
21 Lähteet.....	126

1 Johdanto

Ohjeistuksen tavoitteena on oppia soveltamaan Blenderiä 3D-hahmomallintamisen työkaluna. Kyseessä on perusteita soveltava ohjeistus, joten ennen ohjeistukseen tutustumista on suositeltavaa hallita Blenderin perusteet ja tietää käyttöliittymän perustoiminnoista. Ohjeistus käy läpi 3D-hahmomallintamisen alkeiden eri vaiheet teoriassa ja käytännössä. Ohjeistuksen avulla opit:

- Miten 3D-mallinnuksen teoria soveltuu low-poly 3D-hahmomallintamiseen
- 3D-hahmon suunnittelu, referenssikuvien käyttö ja niiden mukaan mallintaminen
- Raajojen luonti ja niiden yhdistäminen 3D-hahmoon
- Mirror-modifierin käyttö 3D-hahmomallinnuksessa
- Hiuspartikkeleiden luonti ja käyttö
- Armaturen luonti, sen fysiikan määrittely ja liittäminen 3D-hahmoon
- 3D-hahmon animoinnin perusteet
- UV-unwrap ja tekstuurien hyödyntäminen
- Hahmon renderöinnin perusteet

Tämä ohjeistus kuvaa perusaskeleet lowpoly 3D-mallin luonnista Blenderissä. Ohjeistus toimii pohjana aloittelijoille ja sen avulla käyttäjä oppii perushahmon mallintamisen, osien kiinnittämisen ja hiusten luonnin. Mallintamisen lisäksi ohjeistus käsittelee hahmon dynamiikan luontia armaturen avulla, alustavaa tekstuurien käyttöä mallin elävöittämiseksi sekä animoinnin perusteita. Animoinnin ohjeistukseen kuuluu myös esimerkit hahmon idle- ja kävelyanimaatiosta.

Käyttäjän peruskäsitys Blenderin käytöstä helpottaa ohjeistuksen seuraamista mutta ohjeistus on myös erittäin aloittelijaystävällinen. Ohjeistus sisältää myös pikanäppäinluettelon työkalun käytön avuksi.

2 Mitä on 3D-mallinnus?

3D-mallintaminen on prosessi, missä luodaan kolmiulotteinen tuotos tekijän haluamastaan objektista. Itse 3D-mallinnus toteutetaan manipuloimalla polygoneja ja niiden rakenneosia (vertex, edge ja face) 3D-tilassa. 3D-mallinnusta käytetään kaikkialla ympärillämme, elokuvissa, sisustussuunnittelussa ja jopa lääketieteessä. (Slick Justin, 2018) 3D-mallinnus on ilmiönä jo vanha ja laajasti tutkittu, mutta sen käyttö on kasvanut huomasti viime vuosina ohjelmien saatavuuden ja tekniikan kehityksen ansiosta.

3D-mallinnus on haastava mutta kiehtova tekniikka, jonka harjoittelu vaatii aikaa ja kärsivällisyyttä. Jotta 3D-mallinnusta voi opetella, on myös opeteltava käyttämään 3D-mallinnukseen käytettäviä eri työkaluja. Yksi näistä työkaluista on ilmainen ja monen aloittelijan suosiossa oleva Blender.



Blender on ilmaiseksi saatavilla oleva open-source-mallinnustyökalu, joka on monen harrastajan ja ammattilaisen työväline ja tunnettu maailmalla. Blenderin kaltaisten open source-ohjelmien ansiosta yhä useampi yksilö on saanut tilaisuuden tutustua 3D-grafiikan ohjelmistoihin ja työkaluihin budjetista, iästä ja koulutuksesta riippumatta. Blenderin avulla pystyy suorittamaan ammattilaatuisia ja korkealaatuisia 3D-grafiikkaa. Blenderin käyttömahdollisuudet ovat erittäin suuret ja sen käyttö on helppo omaksua muutaman tunnin harjoittelun avulla.

Luettelo eri työkalujen pikanäppäimistä

TAB= vaihto object mode- ja edit mode-näkymän välillä

A= valitse kaikki, poista valinta

CTRL+R= loop cutin lisääminen

G= grab

B= select

Z= wireframe

E= Extrude

NUMPAD numeroluettelon pikanäppäimet:

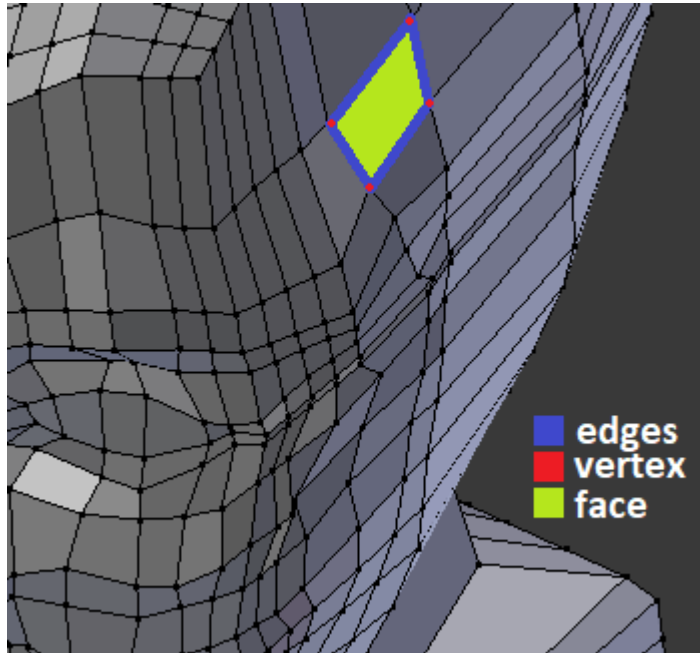
5= vaihto normaalin ja orthograafisen näkymän välillä

T ja N= valikot

U= unwrap

3 Polygonit

Kaikki 3D-mallit muodostuvat eri määrästä polygoneista. Polygoni on suorasiivinen muoto, joka muodostuu kolmesta tai useammasta sivusta. Sen määrittelee kolmi-



ulotteiset pisteet (vertices) ja suorat viivat, jotka yhdistävät ne (edges). Polygonin sisällä jäävää pintaa kutsutaan faceksi.

Kun polygoneilla mallinnetaan, käytetään usein 3-sivuisia polygoneja, joita kutsutaan kolmioiksi (triangle) ja 4-kulmaisiksi neliöitä (quad/quadrilaterals). On

suositeltavaa, että 3D-malli sisältäisi vain samantyyppisiä polygoneja ylläpitääkseen toimivan topologian.

Ohjeistuksen tavoitteena on luoda lowpoly-hahmo 3D-mallinnuksen avulla. Lowpoly on termi 3D-malleille, jotka sisältävät vähemmän polygoneja kuin tarkemmat ja monimutkaisemmat teokset. Polygoneja luodaan lisää malliin tekijän vaatimusten mukaisesti.

Seikat, joiden mukaan polygonien määrä 3D-mallissa voidaan määrittää:

Mallin tärkeys – Videopeleissä on hahmoja, jotka voidaan luokitella eri tärkeysluokkiin. Näistä hahmoista tärkeimpiä ovat pelin päähahmot, joiden kanssa pelaaja viettää eniten aikaa. Jotta pelaajan kokemus pelissä olisi mahdollisimman mieluinen, täytyy pelihahmon 3D-malliin myös käyttää paljon aikaa ja vaivaa. Kaupungin laitamilla seisovat, passiiviset NPC:t (non-playable character = hahmo, jota pelaaja ei ohjaa) omaavat pienemmän määrän polygoneja, koska he eivät ole niin tärkeitä hahmoja

narratiivin perusteella. Myös rajallisesti tai nopeasti näyttäytyvät mallit ovat kevyempiä rakenteeltaan. Yksi syy tärkeimpien hahmojen suureen polygonimäärään ovat myös cutscenet eli lyhyet narratiiviset animaatiot pelikokemuksen eri väleissä.

Mallin etäisyys - Ei ole järkevää käyttää turhaan monia polygoneja objekteihin, jotka ovat sijoitettu niin kauaksi, ettei pelaaja erota niitä tarkasti. Yksi kätevä keino tuoda malliin moniulotteisuutta on erilaisten tekstuurien käyttö yksinkertaisen mallin pinnalla. Pelaajan lähellä oleviin objekteihin on syytä käyttää enemmän polygoneja, jotta pelikokemus olisi pelaajalle mieluinen myös visuaalisesti.

Mallin interaktiivisuus - Miten paljon pelaaja on tekemisissä 3D-mallin kanssa? Jos objekti on pelille erittäin olennainen tai useaan otteeseen käytettävä esim. esine, siihen on hyvä nähdä enemmän vaivaa polygonien määrän suhteen. Esimerkiksi pelin taustaelementteinä tai somisteina toimivat esineet (esimerkiksi pullot, taulut, koristeet) ovat yleensä moniulotteisen näköisiä tekstuurien avulla polygonien suuren määrän sijaan. Muun muassa ensimmäisestä persoonasta kuvattujen taistelun-/sotapelien aseet ovat yksityiskohtaisempia polygonien tasolla, koska ne ovat pelaajan käytössä koko kokemuksen ajan.

Pelimoottorit - Kaikki pelimoottorit eivät voi suorittaa saman verran polygoneja ruudulla yhtä aikaa ilman, että pelin toiminta kärsii. Ensimmäisenä on suositeltavaa selvittää, kuinka monta polygonia eri pelimoottori ajaa kerrallaan, jotta peli toimii hyvin ja animaatiot ovat sulavia. Liian raskaat mallit voivat tehdä pelikokemuksesta erittäin takkuisen ja huonon. Ne voivat aiheuttaa mm. turhan pitkiä latausaikoja ja pienentää frameratea, mikä saa pelin tapahtumat näyttämään hitaammalta kuin ne todellisuudessa ovat, hankaloittaen pelaajan pelaamista. (Totten Chris, 2012 Chapter 2)

4 Hahmosuunnittelu – Character concept

Ennen hahmon 3D-mallintamista tämä täytyy suunnitella. Pelien, piirrettyjen ja muiden teoksien alkuvaiheisiin kuuluu itse konseptin suunnittelu ja luonnostelu. Konseptin on tarkoitus antaa konteksti siitä, millaisessa maailmassa hahmot elävät, mitä heidän elämässään tapahtuu ja esimerkiksi, millaisia arvoja heillä on. Kirjallisen konseptin haasteena on lukijan oma ymmärtäminen, joka eroaa kaikilla heidän oman mielikuvituksensa mukaisesti. Tästä syystä suunnittelijan visio täytyy tuoda esille visuaalisesti, tässä tapauksessa konseptitaiteen muodossa. Konseptit ja niiden visuaaliset näytteet auttavat myös koko pelitiimiä käsittämään, minkä näköinen projekti on kyseessä. Tämä toimii myös ohjeistuksena projektin luonnin aikana. (Briar Lee Mitchell 2012, Chapter 4)

Hahmosuunnittelun päämääränä on luoda hahmoja, jotka ovat miellyttäviä, uskottavia ja enemmän tai vähemmän samaistuttavia. Hahmon ei tarvitse olla hyvännäköinen ollakseen miellyttävä, mutta sen täytyy olla tarkasti ja huolellisesti suunniteltu niin, että sen fyysiset piirteet ovat harmoniassa keskenään. Näitä ovat muun muassa ulkomuoto, animaatio, vaatetus, ääni sekä kasvojen animaatio. (Ernest Adams, 2014. s.181)

Hahmon visuaalisen ulkomuodon voi toteuttaa taidetta tai tarinaa painottamalla. Taideteella painotettu hahmo ei yleensä muutu radikaalisti tämän seikkailunsa aikana, siinä missä yleensä tarinaan luotu hahmo kokee myös fyysisiä muutoksia henkisen muutoksen lisäksi elämänsä aikana. Hahmon ulkonäön realismi riippuu yleensä hahmon ympäristöstä, vaikka poikkeuksiakin on. Tosimaailmaan perustuvat hahmot ovat yleensä realistisempiä. Piirroshahmoilla on yleensä liioiteltuja ja epärealistisia piirteitä. (Ernest Adams, 2014. s.186-187)

Hahmojen asusteet, tyylliratkaisut ja varustevalinnat kertovat myös paljon hahmojen luonteesta ja kontekstista. Esimerkiksi elokuvissa ja peleissä ihmisillä on tietty assosiaatio siitä, miltä tietynlaiset hahmot näyttävät. Hahmojen tapa pukeutua auttaa katsojaa tai pelaajaa identifioimaan hahmon tarkoituksen nopeasti. Myös hahmon eri

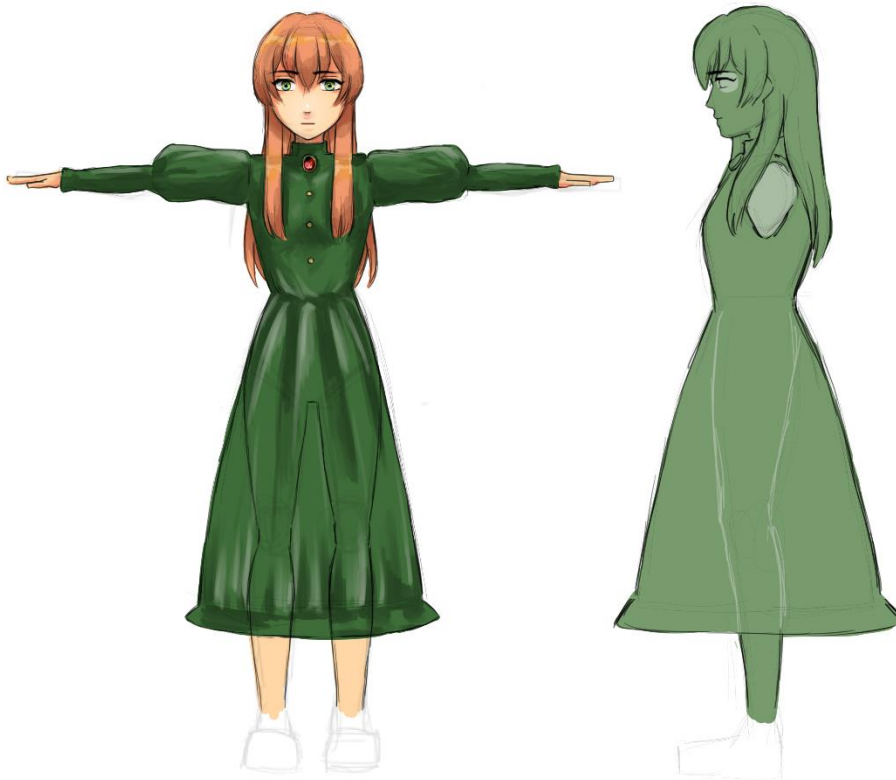
koristeissa, mm. kuvioissa ja koruissa voidaan käyttää symboliikkaa. Tämä ei ole kuitenkaan pakollista, tärkeintä on se, että asusteet auttavat katsojaa määrittelemään hahmon luonteen tai tarkoituksen. (Ernest Adams, 2014. s.191)

Suunnittelussa voidaan käyttää tosielämän malleja tuomaan inspiraatiota, se tuo projektiin realismia ja tekee työstä uskottavamman ja samaistuttavamman. Simondsin mukaan eräänlaisen sotilashahmon inspiraationa voivat toimia kuvat eri sotilaista. Näin ulkonäkö vahvistaa myös kontekstia. Mallikuvien käyttö inspiraationa ja ”ohjeena” on sallittua alkuperäisen tekijän sallimalla tavalla. Suunnittelutyötä helpottaa myös referenssikuvat eri kulmista, kyseessä on kuitenkin 3D-mallinnusprojekti. On myös hyvä ottaa huomioon eri tekstuurien ja valojen käyttö tässä vaiheessa ja etsiä niistä referenssimateriaalia. (Ben Simonds, 2013)

Hahmojen suunnitteluun kuuluu myös hahmon paletin päättäminen. Eri värit yhdistetään eri teemoihin, asenteisiin ja temperamentteihin. Väreillä voi myös päättää, miten paljon hahmo eroaa muusta maailmasta, vai sulautuuko tämä sinne täysin. On mahdollista suunnitella esimerkiksi päähahmon paletti niin, että se omaa tietyn värin mitä muilla hahmoilla ei ole. Tämä auttaa hahmon nopeassa identifioinnissa. (Ernest Adams, 2014. s.194)

4.1 Modeling sheet – Mallinnusarkki

Modeling sheetin eli mallinnusarkin ideana on toimia mallikuvana objektin mallintamisen aikana. Mallinnusarkki yleensä kuvaa objektin edestä, sivulta ja takaa. Tämä mahdollistaa työskentelyn mahdollisimman monesta eri kulmasta. Myös tarkempaa mallia tarvittavat osat objektista sisällytetään arkille, esimerkiksi hahmojen mahdolliset lisävarusteet ja kallo. Joissain tapauksissa tekstuurit on väritetty ja piirretty malliksi samaan arkkiin, joskus esimerkiksi vaatteet saattavat olla omalla arkillaan, varsinkin jos vaatteet toimivat vaihdettavina varusteina. (Totten Chris 2012, Chapter 3) Mallinnusarkin voi piirtää kuvanmuokkausohjelmalla tai tarvittaessa käyttää valokuvia mallinnettavasta kohteesta. (Simonds Ben, 2013, Chapter 3)



4.2 Tekijänoikeuksista

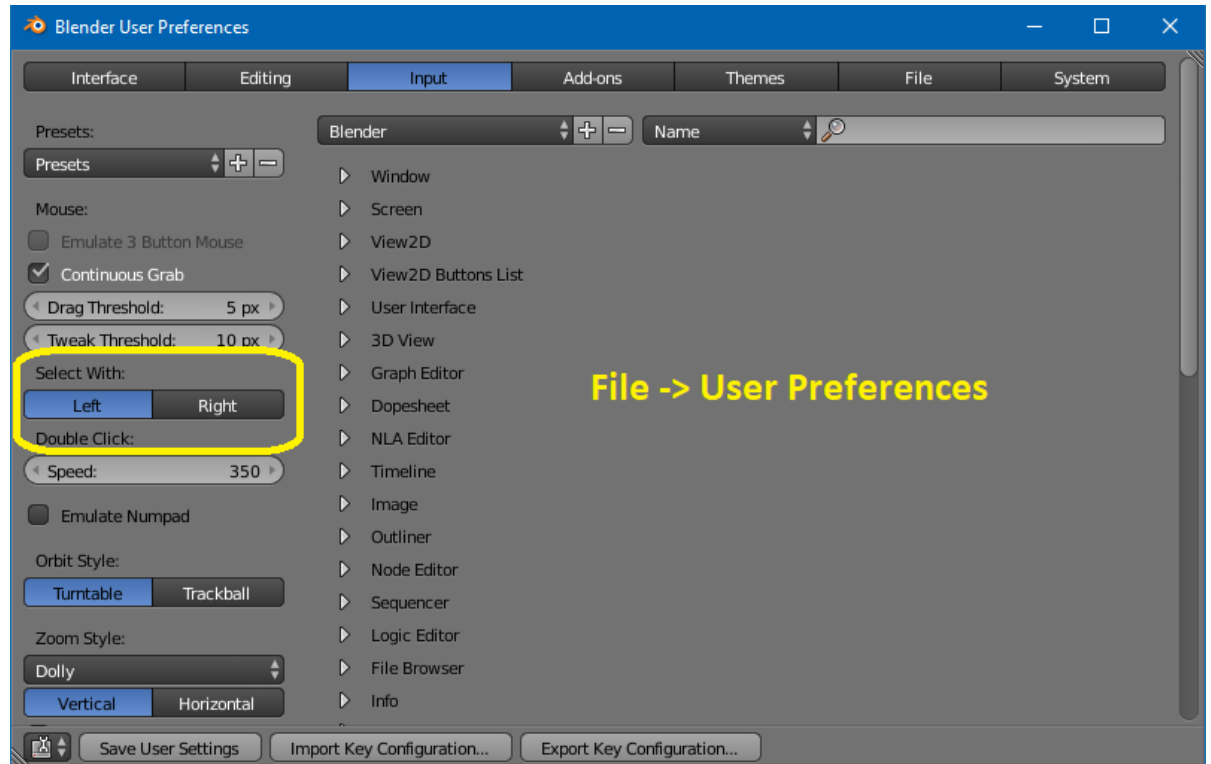
Kuvia voi käyttää referenssinä inspiraationa tai ohjeistuksena jonkun asian luomiseksi, mutta jos aiot käyttää toisen ihmisen luomaa kuvaa työssäsi, sinun pitää käyttää kuvaa artistin hyväksymällä tavalla ja noudattaa heidän toiveitaan. Jos kuva on tekijänoikeudella suojattu, täytyy silloin pyytää kuvan omistajalta lupaa käyttää sitä. Jos työllä on Creative Commons-lisenssi, täytyy pitää huoli, että teosta käytetään lisenssin ohjeiden mukaisesti, eikä niitä saa väärinkäyttää. Hyvä neuvo on olettaa, että kaikki kuvat ovat tekijänoikeuden suojaamia eikä työtä saa suoraan käyttää projektissa ilman tekijän lupaa. Tekijänoikeudet pätevät samalla tavalla myös eri 3D-malleihin. Niitä voi käyttää henkilökohtaisessa tarkoituksessa, mutta julkaisumateriaali ei saa sisältää luvattomasti käytettyä materiaalia. On varmempaa käyttää jotain mallina ja mallintaa itse kyseinen malli haluamallaan tavalla. (Ben Simonds, 2013)

4.3 Mallinnusarkin käyttö mallinnuksen aikana

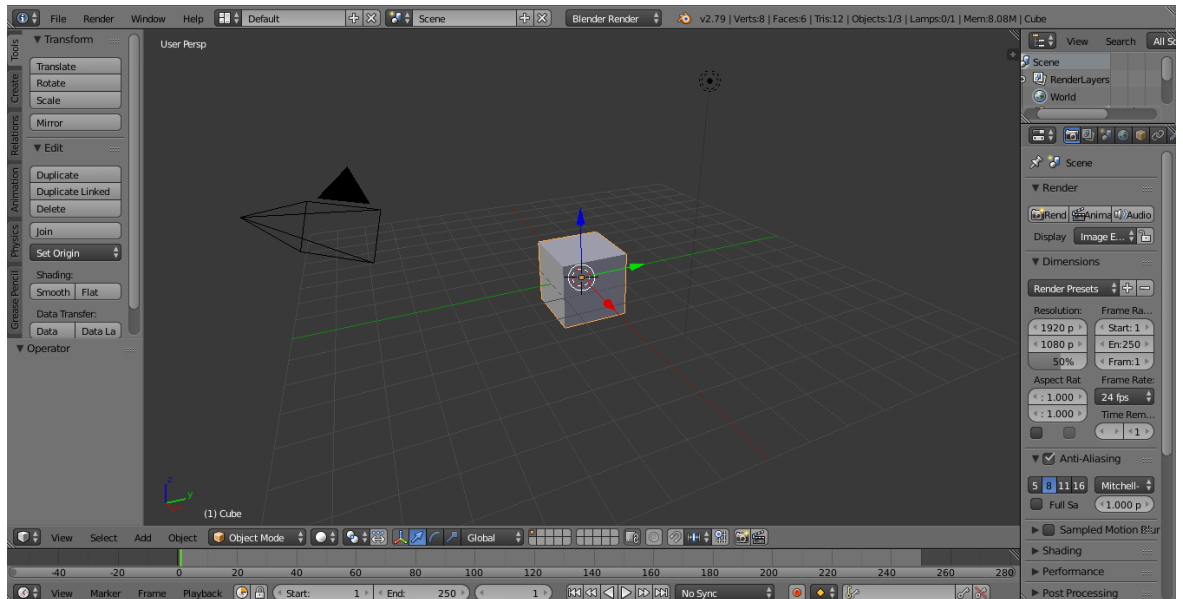
Mallinnusarkkia käytetään Blenderissä objektin taustalla mallina "background image"-toiminnon avulla. Kuva asetetaan tiedoston objektin taustalle asetukset-paneelista (properties), klikkaamalla background image -tekstin vieressä olevan checkboxin aktiiviseksi. Tämän jälkeen valitaan sen alapuolella oleva "add image"-toiminto kuvan valitsemiseksi ja lisäämiseksi. Axis-asetuksen avulla voi määrittellä, mihin näkymään kuvan haluaa näkyville. Esimerkiksi hahmon etuosaa työskennellessä kuva täytyy asettaa etunäkymään (front view) ja sivuosaa työskennellessä voi lisätä toisen kuvan ja laittaa sen näkyvyysasetukseksi "right view". Opacity-asetuksella voi säätää kuvan näkyvyyttä. Mallinnusarkkia voi käyttää kokonaisuudessaan mallina tai sen voi rajata osiin tarpeista riippuen. Yksi hyvä esimerkki tavasta työskennellä mallinnusarkin kanssa mallinnuksen aikana on rajata viewport kahteen osaan, jolloin työskenteleyn näkee etu- ja sivunäkymästä.

Hiiren käyttö Blenderin 3D-työtilassa

Blenderin oletusasetus hiiren valinnalle on hiiren oikea näppäin. Tämän voi muuttaa halutessaan Blenderin asetuksista omaan työskentelyyn sopivaksi.



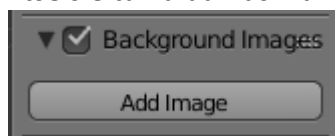
5 Aloittaminen

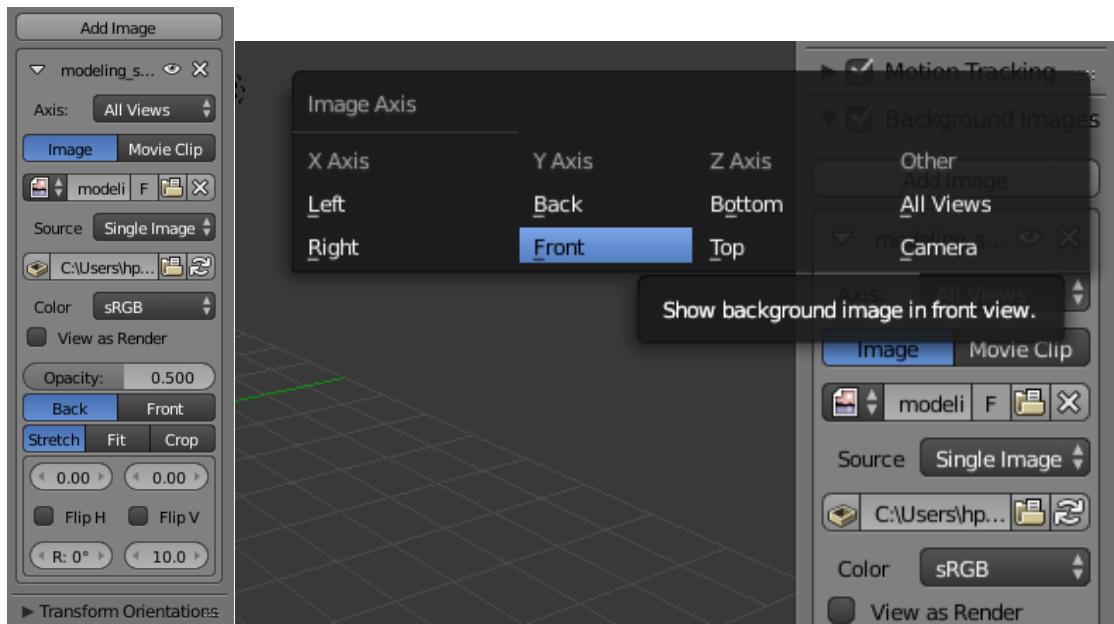


1. Avaa Blenderin oletustyötila. Hahmon mallintamiseen tarvitaan mallikuva, tunnetumalla englanninkielisellä termillä "modeling sheet". **Modeling sheet** on kuvitettu kuva tai valokuva kohteesta, jota halutaan 3D-mallintaa. Se sisältää yleensä kohteen eri kulmista ja tarjoaa myös lähikuvaa eri yksityiskohdista.

Blenderissä kuvia voi käyttää taustalla **Background images**-toiminnolla, jonka saa käyttööseen **n-nappia** painamalla ilmestyvästä valikosta.

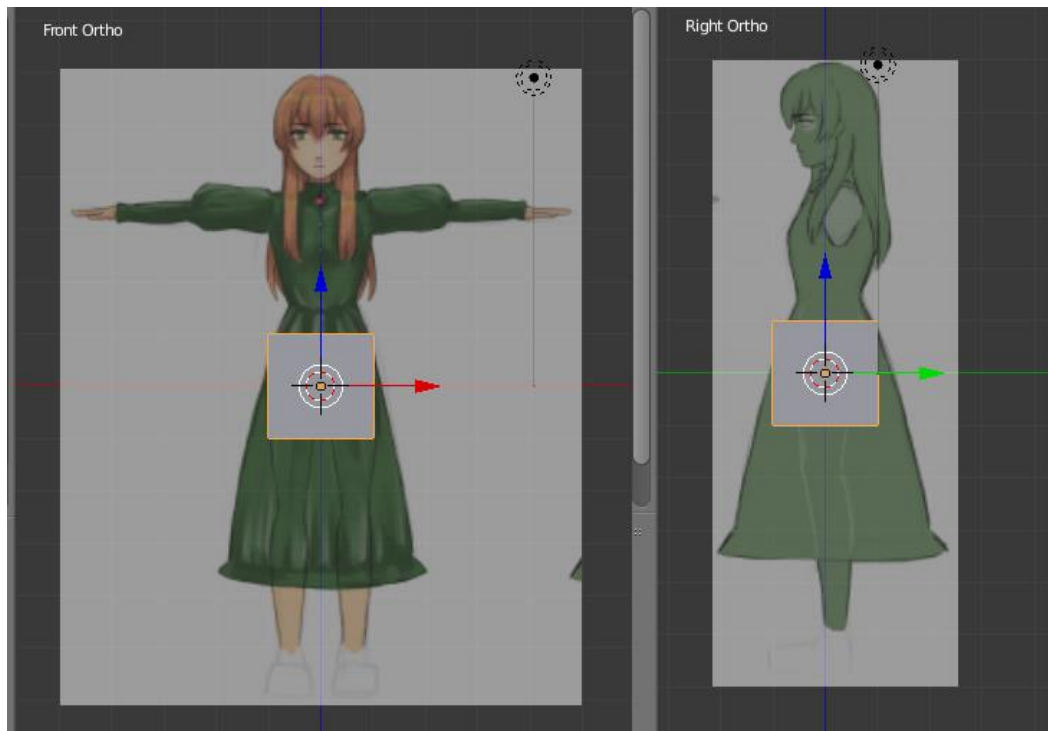
2. Aktivoi taustakuvat painamalla tyhjää laatikkoa toiminnon kohdalla. Kuvan voit lisätä klikkaamalla "**Add Image**", joka avaa tietokoneen tiedostojen haun. Valitse sieltä haluamasi kuva ja Blender avaa sen tiedostoon.





Kuva ei näy vielä tässä vaiheessa työtilassa, joten vaihdetaan työtila 2D-näkymään eli **orthograafiseen näkymään** painamalla numpad-numeronäppäimistöstä lukua 5. Axis-osiosta on mahdollista päättää, missä näkymässä kuva näkyy. Esimerkiksi, jos valitset "front" eli etunäkymän, kuva näkyy mallin taustalla, kun siirryt kyseiseen näkymään **painamalla numeroa 1**.

Kuvia voi lisätä tarpeen mukaan, esimerkiksi jos mallikuva kuvaa hahmoa myös sivusta, sivukuvan voi siirtää oikeanpuolimmaiseen sivunäkymään painamalla näkymää "right". Oikeanpuolimmaiseen sivuun pääsee **painamalla numeroa 3**. Alhaalla esimerkkikuva edellä mainittujen näkymien käytöstä.

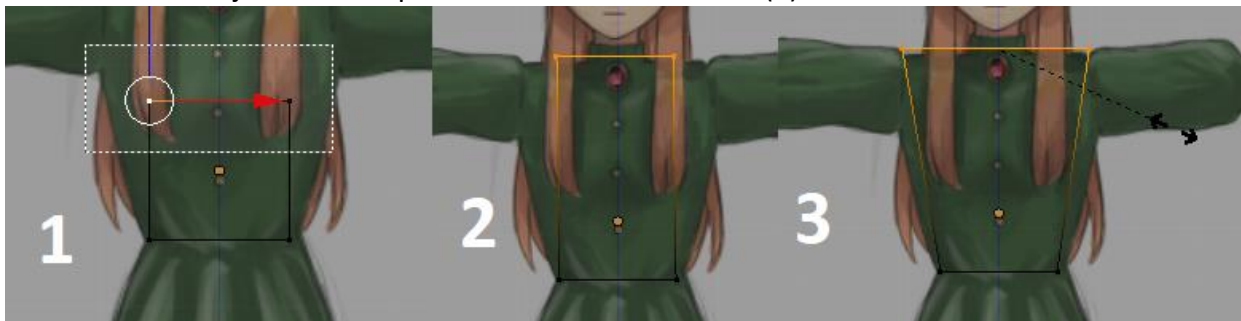


6 Vartalon mallinnus

1. Aseta oletusobjektina työtilassa oleva kuutio hahmon vyötärön kohdalle ja **skaalaa** kuutiota sopivan kokoiseksi painamalla **S** näppäintä.
2. Siirry sen jälkeen edit modeen alapalkin kautta tai TAB-näppäintä painamalla. Tässä tilassa aloitamme muokkaamaan kuutiosta hahmoa. Siirry tämän lisäksi **wireframe-tilaan** painamalla näppäimistöllä kirjainta **Z**. Wireframe-tilassa objektista tulee läpinäkyvä, mikä mahdollistaa sen, että valintaa tehdessä myös edestä valitun objektin takana olevat osat sisältyvät valintaan.

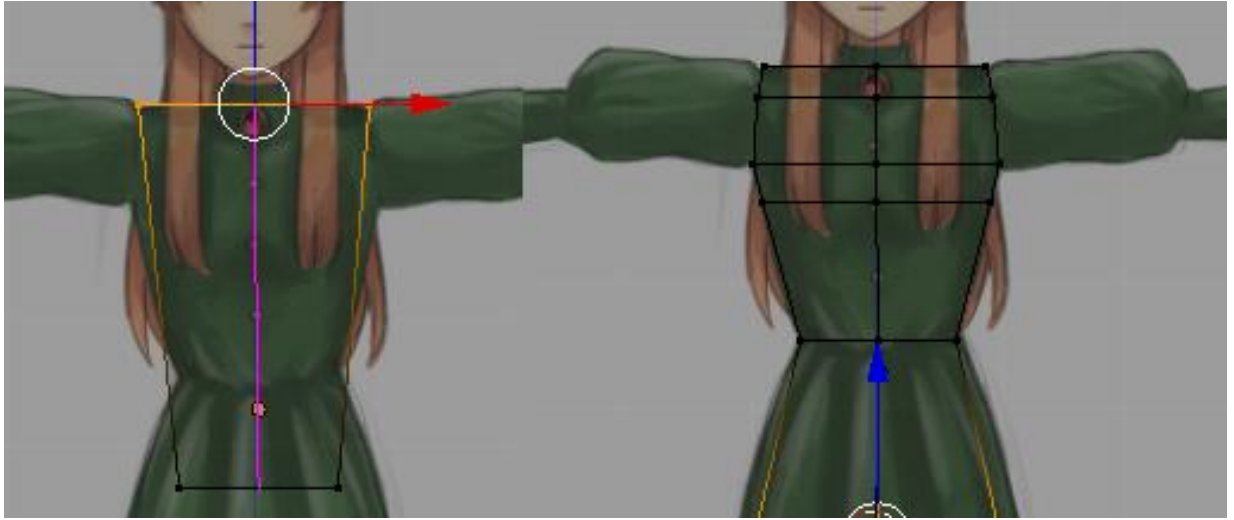


3. Valitse haluamasi pisteet painamalla B ja rajaamalla valinnan (1). Valintaa voi liikuttaa ja venyttää objektin nuolilla tai **painamalla G** näppäimistöllä ja vetämällä valinnan haluamaasi kohtaan (2). Klikkaa hyväksyäksesi toiminnon. Jos objekti ei vastaa kuvaa vielä tässä vaiheessa, voit skaalata myös valintaa painamalla S ja vetämällä pisteet haluamaasi kohtaan (3).

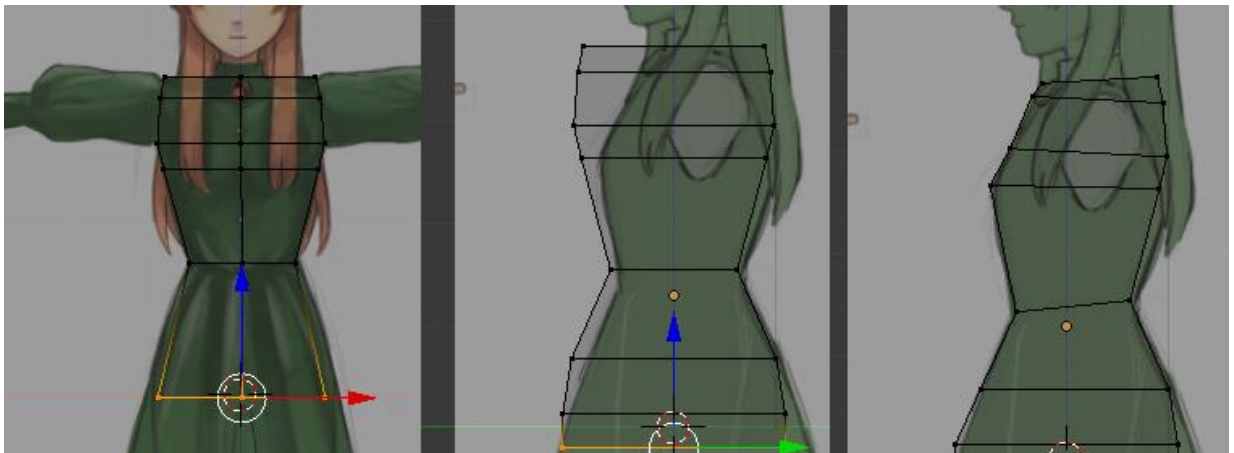


Hahmolle luodaan lisäsymmetriaa loopcuttien avulla, ne leikkaavat objektin useampiin osiin, jolloin hahmosta saadaan yksityiskohtaisempi.

4. Tee ensin loopcut keskelle painamalla ctrl+R ja liikuttamalla hiiren kuution päälle niin, että siihen ilmestyy punainen viiva. Klikkaa aktivoitaksesi leikkauksen. Koska tämän loopcutin täytyy olla keskellä symmetrian vuoksi, klikkaa hiiren oikeaa näppäintä keskittääksesi leikkauksen takaisin paikalleen.

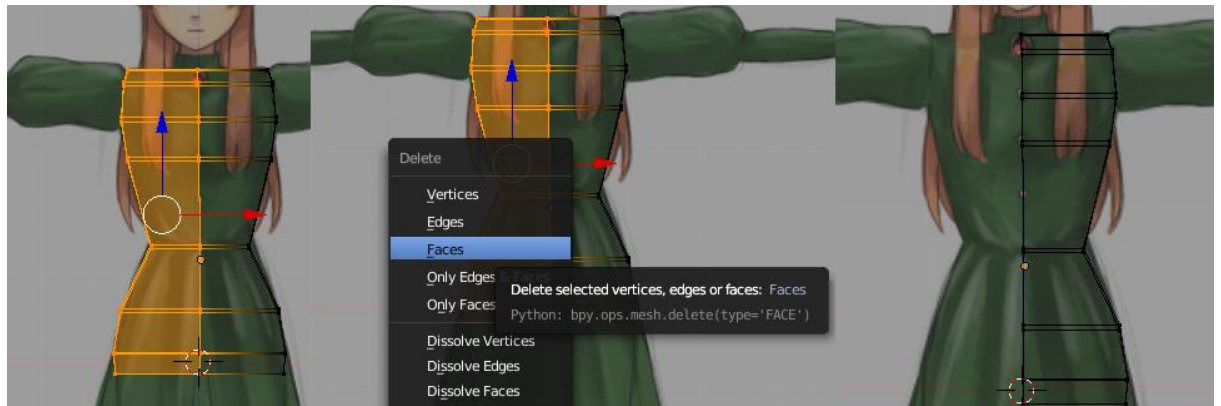


Leikkauksia saa kerralla myös enemmän hiirtä rullattaessa. Kuvassa näkyy sivusuuntaan tehtyjen loop-leikkausten tuoma geometria hahmolle. Hahmo näyttää muokkausten jälkeen edestä toimivalta, jonka jälkeen siirrytään sivunäkymään painamalla numeroa 3 numpad-näppäimistöllä. Siellä hahmon muodon muokkaaminen toteutetaan samalla tavalla.

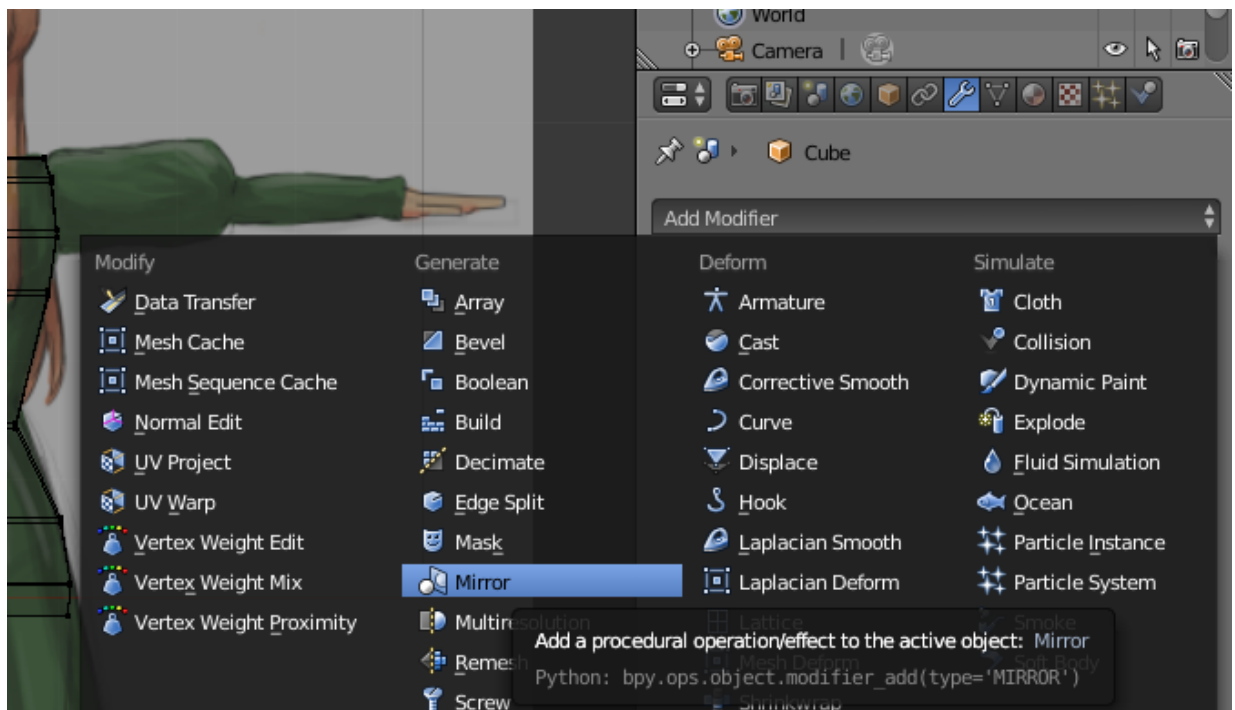


6.1 Mirror modifier mallinnuksen työkaluna

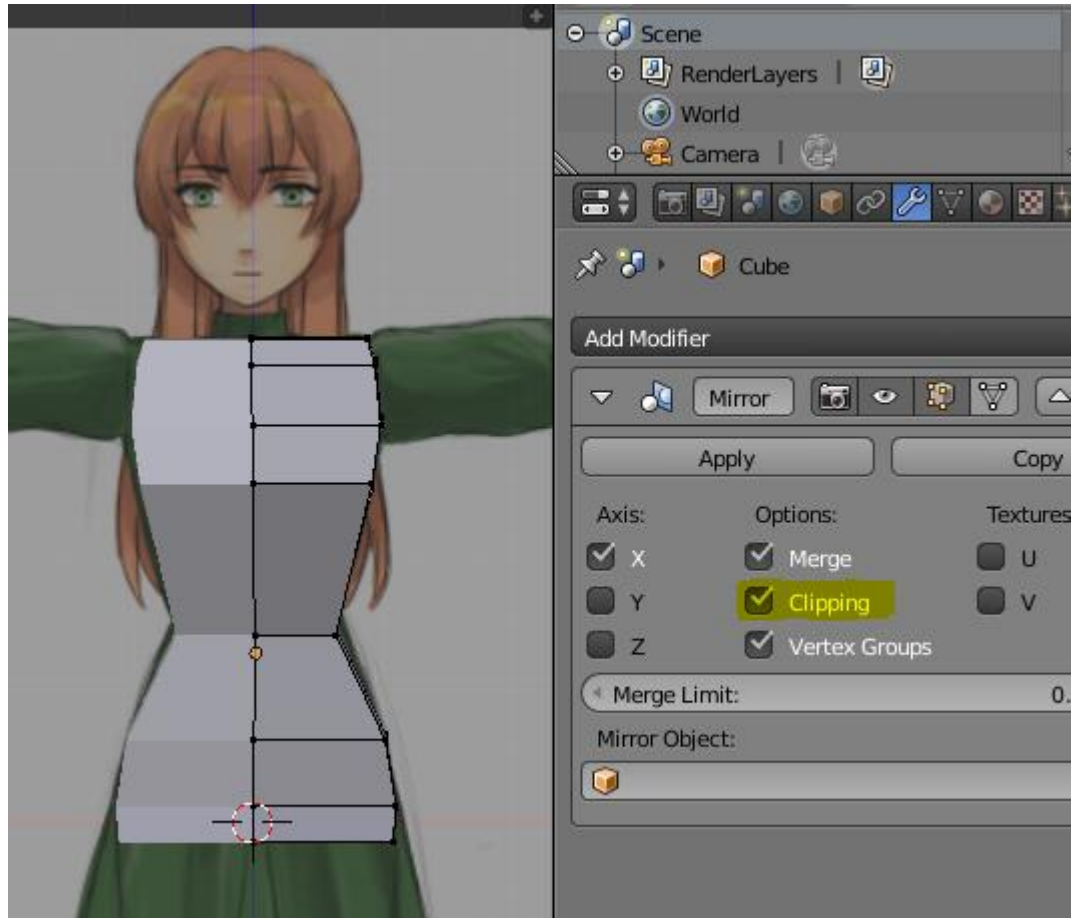
Kun hahmon torso on luotu, on aika siirtyä raajoihin. Työn helpottamiseksi käytetään mirror-työkalua. Se on Blenderissä yleinen ja paljon käytetty ominaisuus, joka peilaa mallin ja luo hahmosta symmetrisen. Näin mallinnettaessa kahta samanlaista objek- tia ei tarvitse tehdä kaksinkertaisella työmäärällä.



1. Valitse puolet hahmosta wireframe-tilassa (z) ja **paina x poistaaksesi toisen puolen**. Valitse "faces", tämä poistaa koko valinnan.
2. Siirry sen jälkeen oikeanpuolimmaisessa sivuvalikossa modifier-välilehteen ja valitse "**add modifier**" valikosta "mirror".

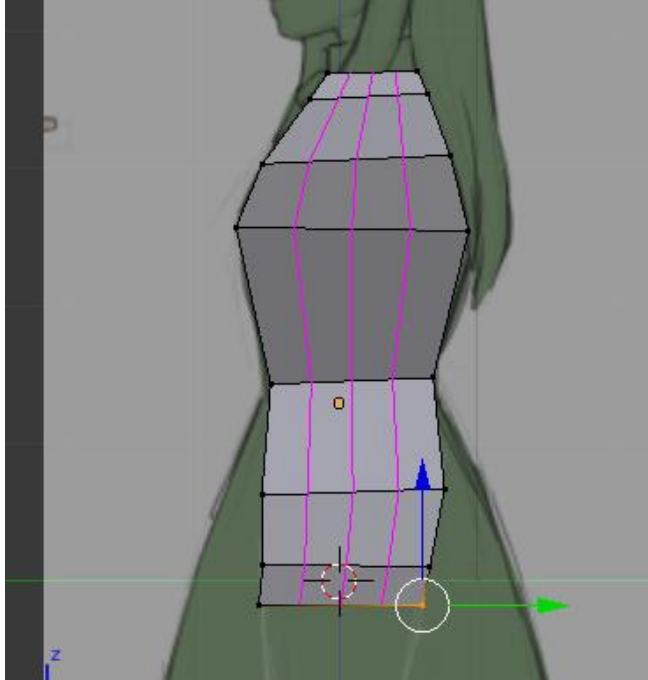


3. Aktivoi clipping. Tämä estää molemmilla puolilla olevien objektien yhteentörmäyksen. Allaolevassa kuvassa näkyy mirror modifier käytännössä.

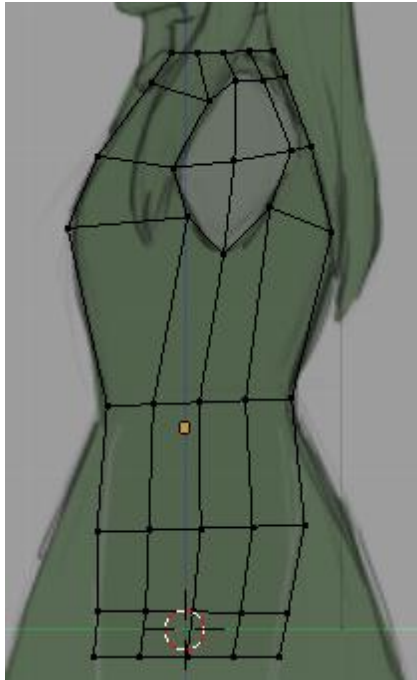


7 Raajojen luonti

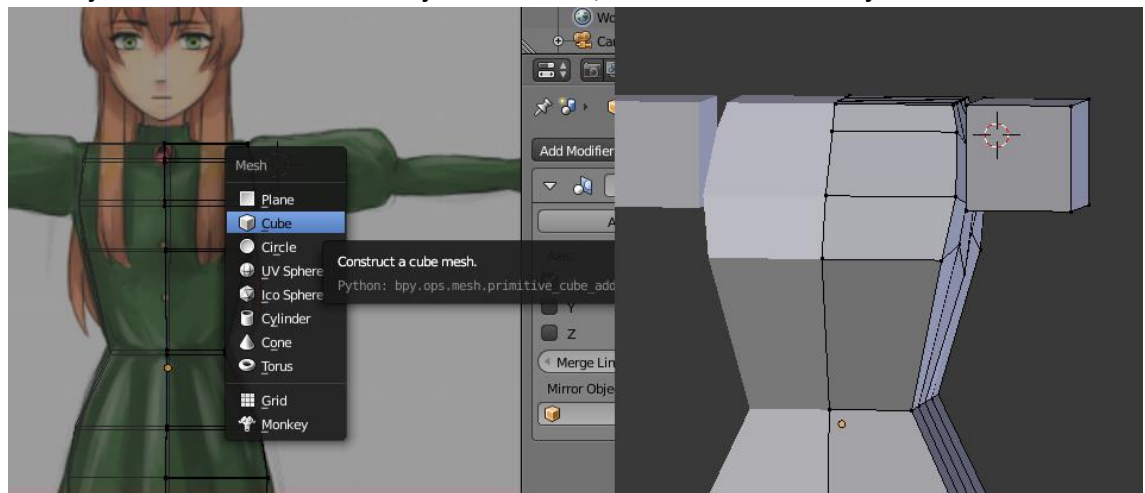
1. Mene sivunäkymään ja luo 3 loopcuttia (ctrl+r).



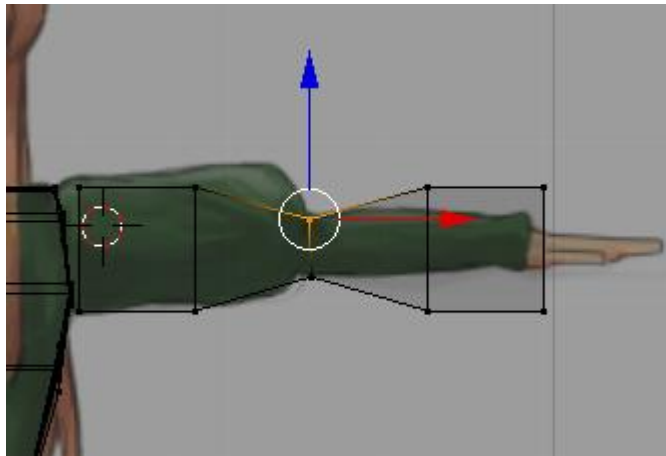
2. Uudelleenasettele pisteet niin, että 3D-mallin sivuun syntyy hyvä pohja käsillemme. Käytä valintatyökalua (B) ja grab (G) pisteiden siirtämiseen.



3. Paina alt+a ja luo uusi kuutio. Tämä vaihe on erittäin tärkeä tehdä juuri näin, koska jos luot uuden kuution object modessa, kädestä tulee eri objekti.

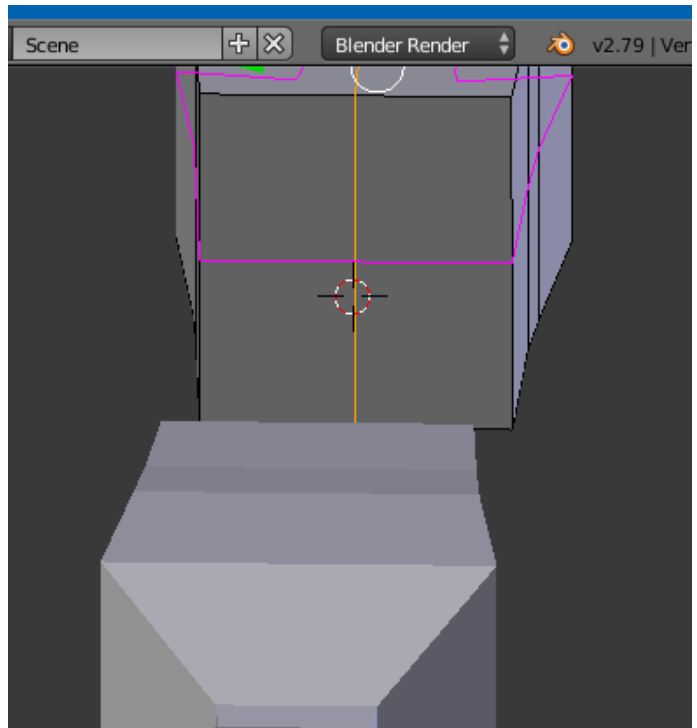
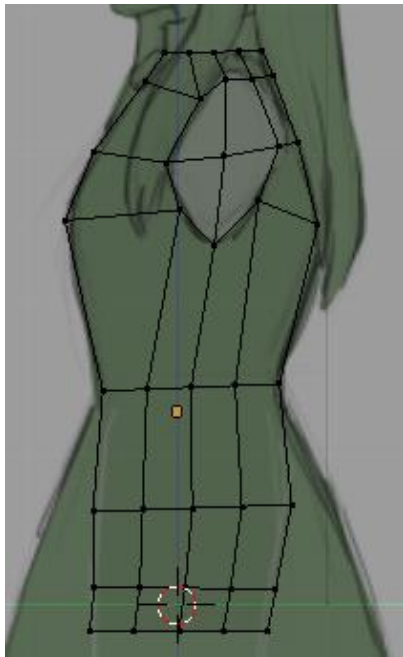


4. Venytä kuutio käden pituiseksi ja muotoile se sopivaksi mallin mukaan. Jätä vielä tässä vaiheessa käden loppuosa tekemättä.

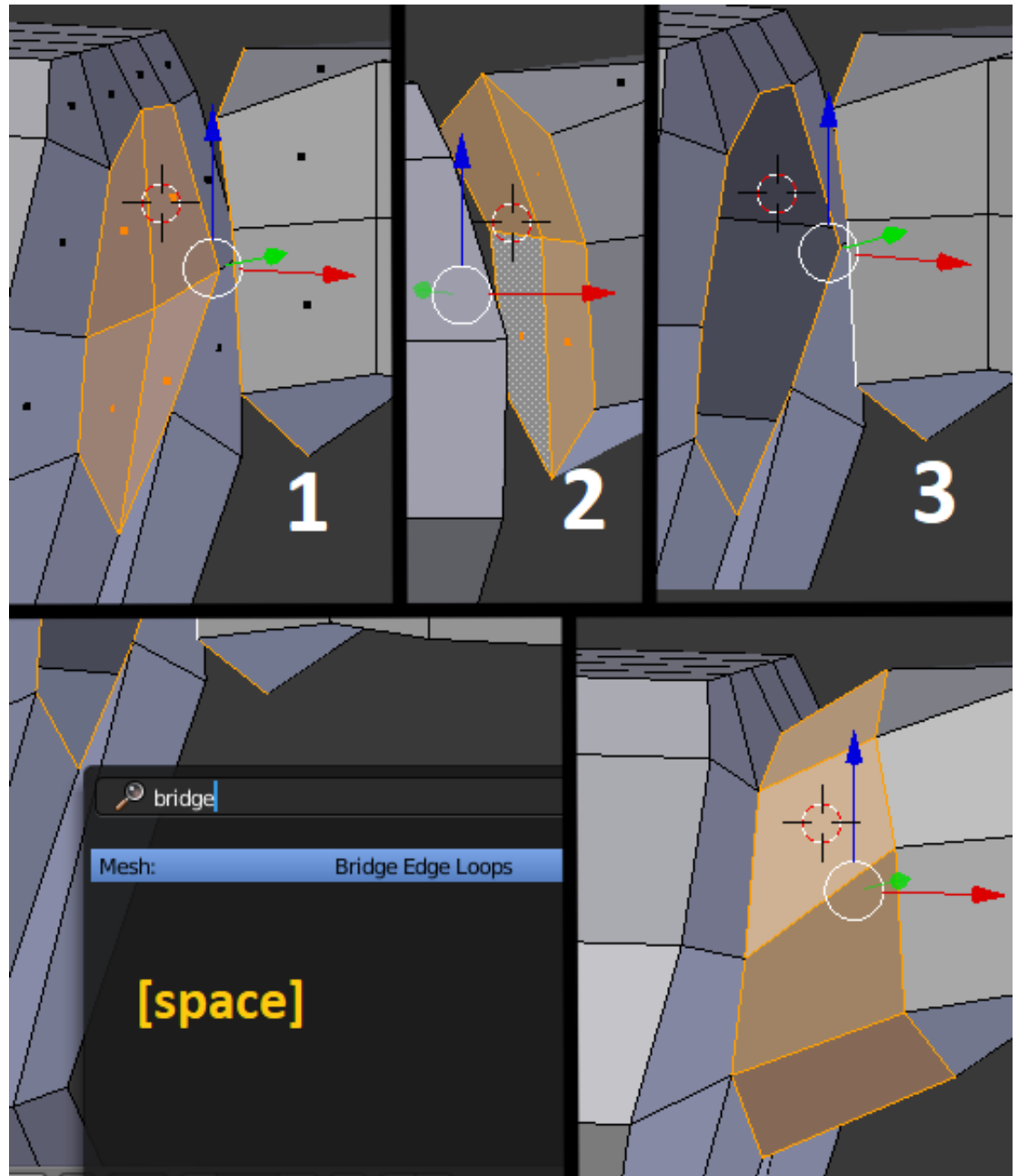


7.1 Käsivarren liitos

Käsi liitetään aiemmin valmisteltuun kohtaan. Esimerkimmallin mukaan se koostuu neljästä polygonista. Jotta liitos onnistuu oikeaoppisella tavalla, on myös käden päässä oltava neljä polygonia. Niiden lisääminen onnistuu loopcutin avulla.



1. Siirry Blenderin face modeen alapalkista ja valitse nyt molempien puolten pinnat (1,2) ja painamalla x, poista valittu pinta (3).
2. Siirry edge-valintaan ja painamalla alt-näppäintä pohjaan ja klikkaamalla reunoja, valitse molemmat osapuolet jälleen. Tämän jälkeen paina space-näppäintä ja kirjoita "Bridge edge loops". Tämä lisää "sillan" objektin kahden erillisen osan välille ja yhdistää käden ja vartalon toisiinsa.



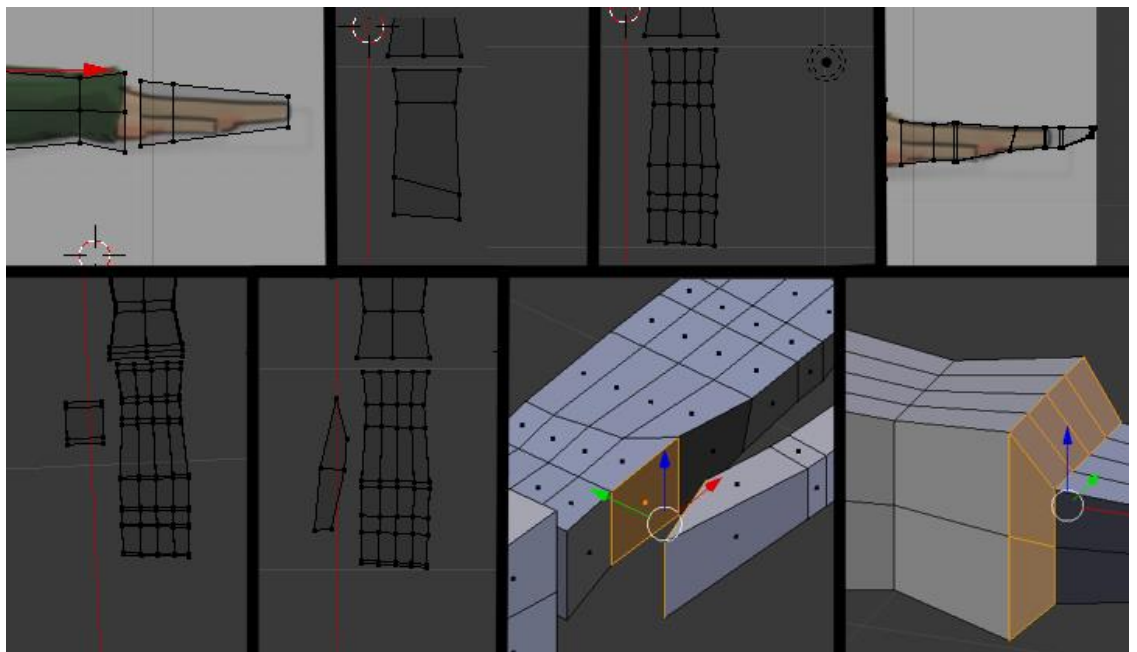
7.2 Merge

Vaihtoehtoinen tapa yhdistää raajat ovat facejen poiston jälkeen on pisteiden yhdistäminen.

1. Valitse kättä ja vartaloa vastaava piste, paina alt+M ja valitse merge (at center). Tämä yhdistää pisteet toisiinsa.
2. Yhdistä loput pisteet samaan malliin, kunnes raaja ja vartalo on yhdistetty.

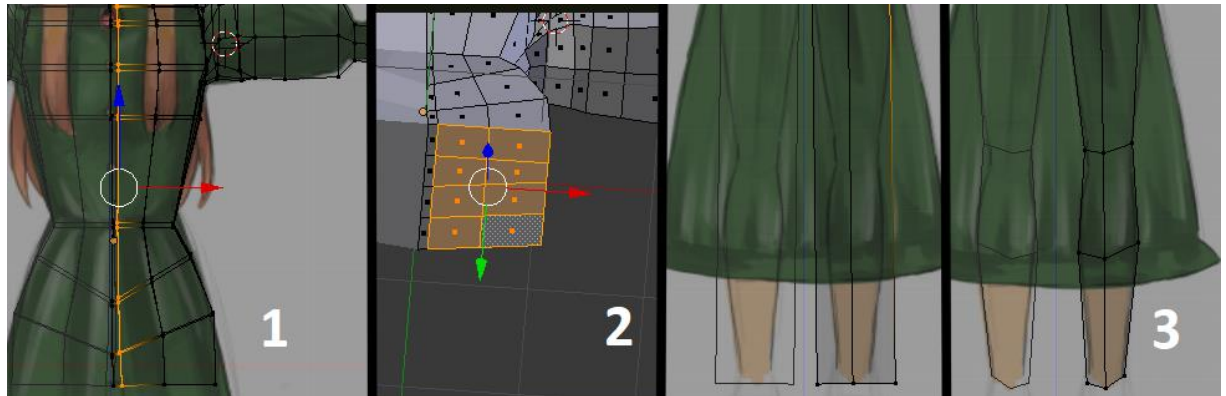
Käden tekeminen seuraa samaa kaavaa.

1. Luo shift+A näppäintä painamalla uusi kuutio, ja muotoile se käden muotoon.
2. Lisää edgelooppeja (ctrl+R) niveliä ja muotoja varten. Peukalo kannattaa tehdä erikseen ja liittää se käteen sillan avulla.
3. Käden ja käsivarren liitto suoritetaan samalla tavalla kuin aikaisemmin, Bridge edgen luonnilla osasten välille.



8 Jalkojen luonti

1. Muotoile lantion polygonit "housujen" malliseksi ja luo pieni loopcut keskelle erottamaan jalat toisistaan.
2. Valitse tämän jälkeen jaloiksi syntyvä pinta ja paina näppäintä E aktivoidaksesi Extruden.
3. Vedä mesh nilkkaan asti ja muotoile se mallikuvasi perusteella.



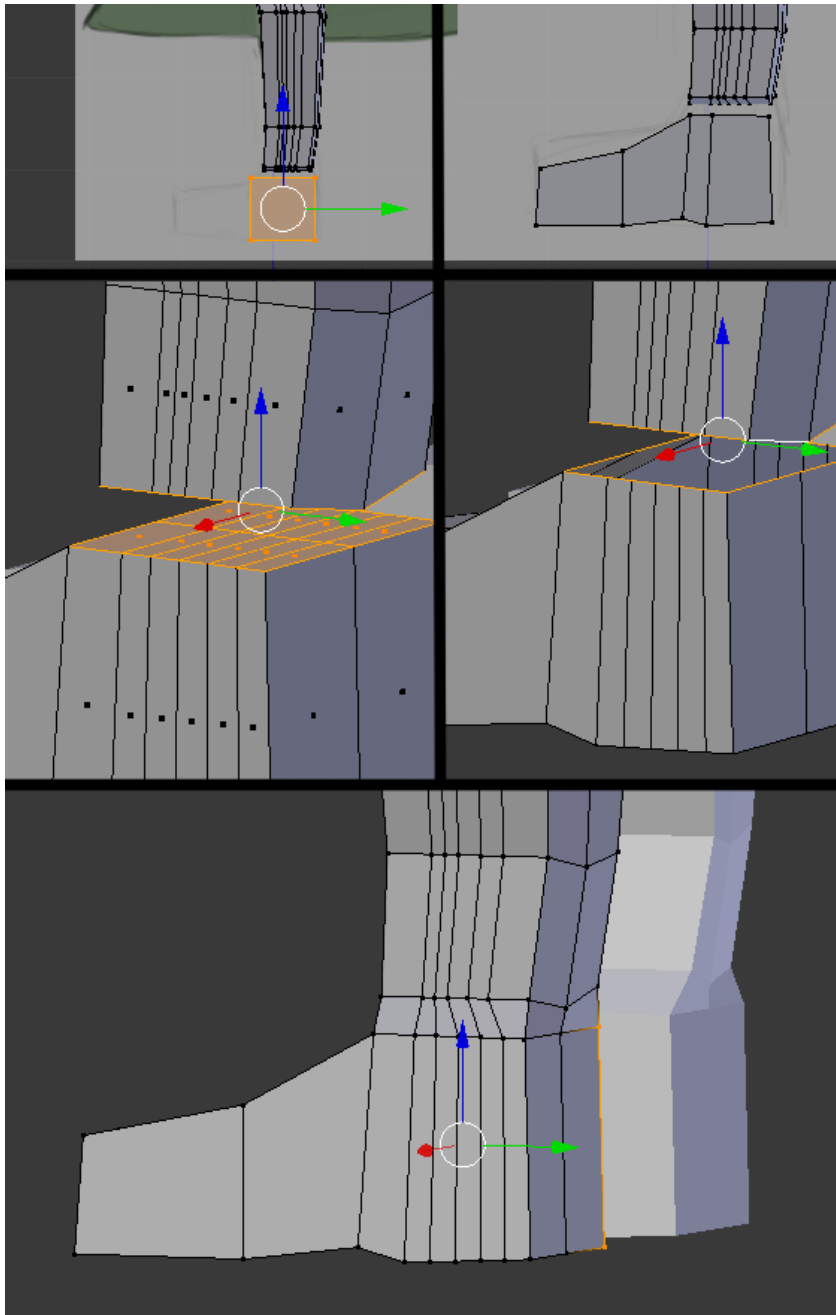
Muista muotoilla jalat myös sivulta. Jalkapöydän ja mahdollisten varpaiden luonti toteutetaan käsien tavoin. Lisää kuutio ja asettele se suunnilleen sinne, minne jalka liitetään.

4. Muotoile kuutio ja lisää siihen tarvittaessa lisägeometriaa loopcuttien avulla.
5. Yhdistä nilkka ja jalkapöytä toisiinsa Bridgen avulla.

Muista:

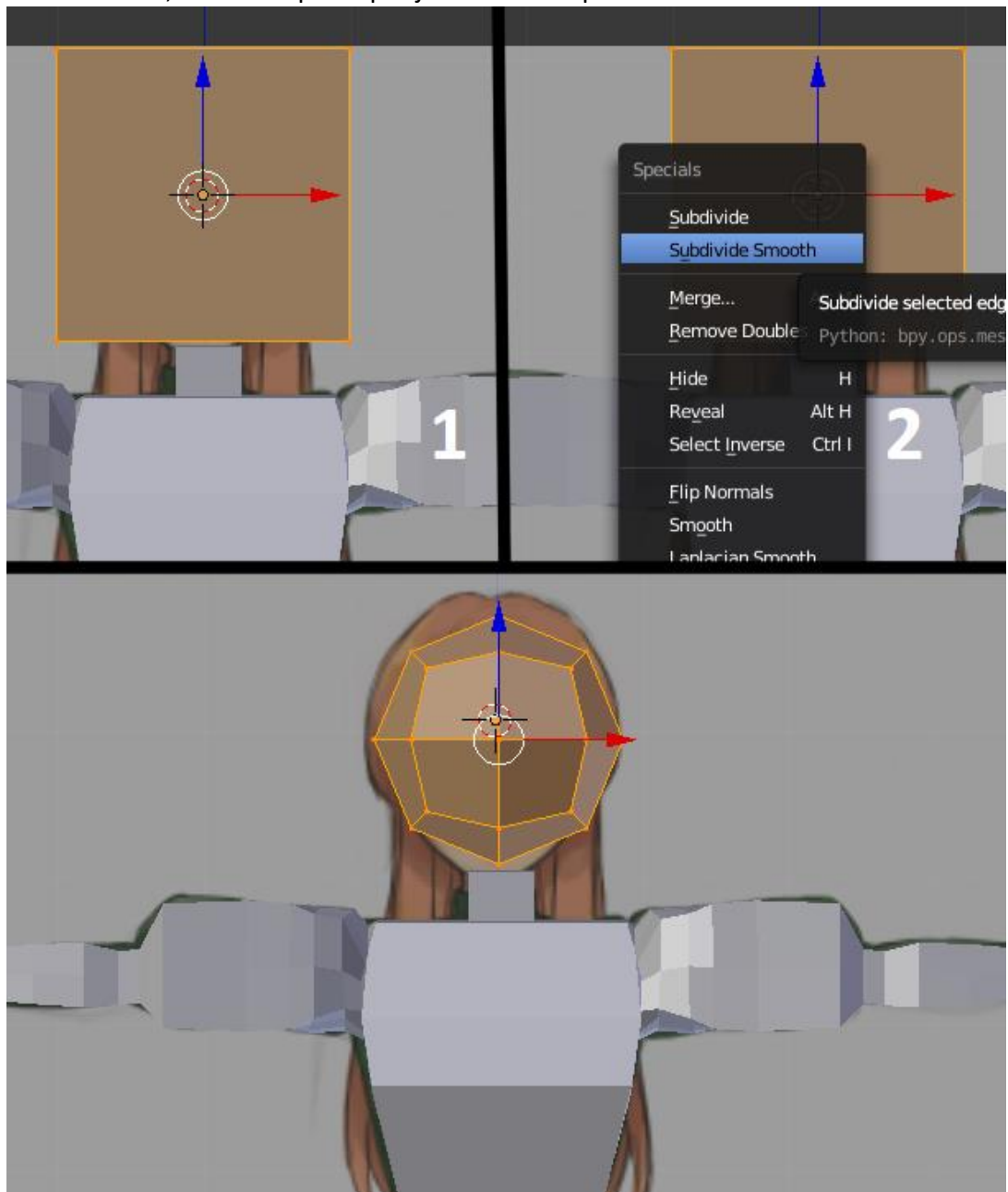
-Poista facet yhdistettävältä alueelta (face select + x)

-Molemmilla osilla on liitoskohdassa saman verran polygoneja.

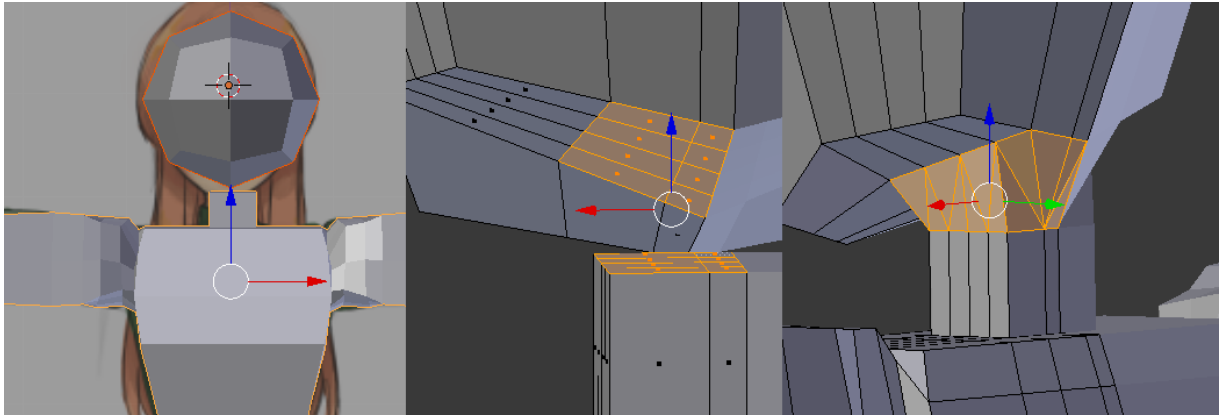


9 Pää

1. Siirry Object Modeen painamalla TAB-näppäintä ja lisää kuutio. Tässä tilanteessa kuutio on eri objekti kuin loppuosaa hahmon vartalosta. Tällä tavalla on mahdollista muokata päätä ilman, että muutokset näkyvät vartalossa. Toinen tapa tehdä tämä on piilottaa valittu kohde painamalla H-näppäintä. Piilotetut kohteet saadaan takaisin näkyviin painamalla alt+H.
2. Siirry edit modeen pääobjekti valittuna ja valitse w-näppäintä painamalla ilmestyvästä valikosta "Subdivide Smooth". Tämä jakaa kuution useampaan osaan, luoden sopivan pohjan 3D-mallin päälle.



3. Siirry takaisin Object modeen, ja valitse pää ja vartalo. Paina ctrl+j, tämä yhdistää objektit taas yhdeksi samaksi malliksi.
4. Liitos luodaan samalla tavalla kuin muiden raajojen kanssa, bridgen avulla.

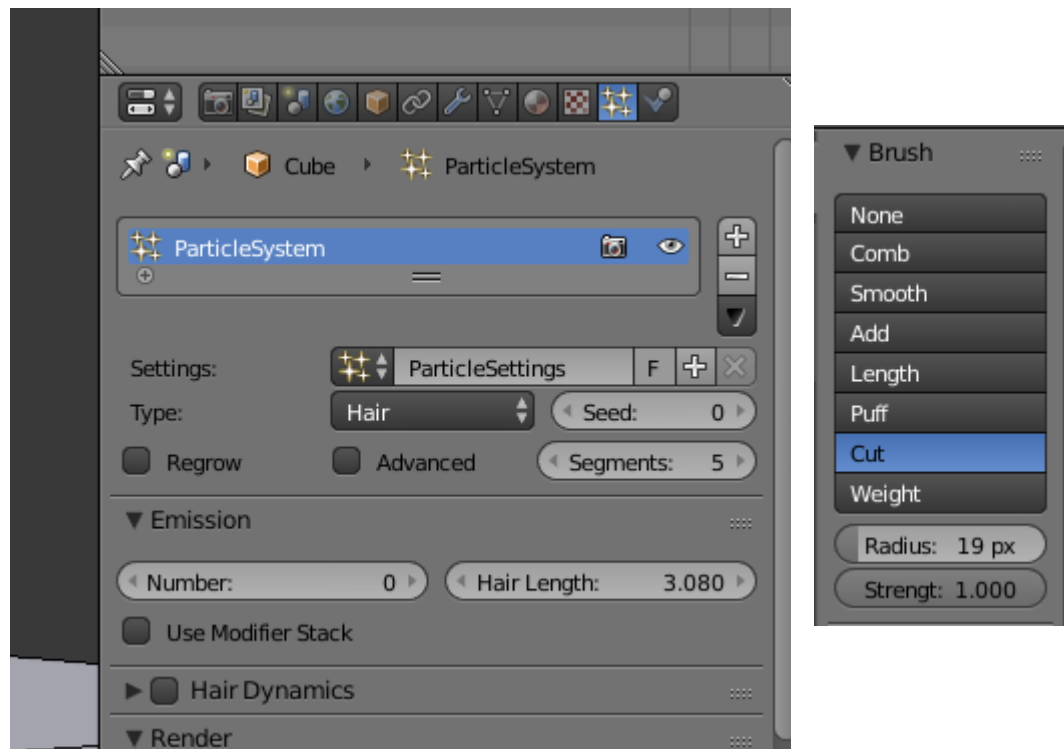


Näin tehdään yksinkertainen low-poly malli hahmosta. Tämä toimii myös hyvin pohjana high-poly mallien luomiseen, koska geometriaa lisäämällä malliin saa uusia yksityiskohtia ja tarkemmin määriteltyjä muotoja. Hahmolle voi luoda mm. myös korvat, luonti ja liitos voidaan toteuttaa raajojen tavalla.

10 Hiukset

Yksi tapa luoda hahmolle hiuksia on käyttää *hiuspartikkeleita*.

1. Avaa partikkelit valikosta ja lisää plus-näppäimestä uusi partikkeli.
2. Muuta sen tyyppi hiuksiksi (hair). Emission-valikosta hiusten määrä ja pituus on määriteltävissä. Hiusten määrä on suositeltavaa asettaa nollaan, jotta hiusten lisääminen ja asettelu toimii järjestelmällisemmin. Hiusten pituudella ei ole tässä vaiheessa juuri väliä, koska niitä voi kasvattaa ja leikata myöhemmin partikkelia muokatessa.



none= ei käytä mitään sivellintä

comb= hiusten "harjaaminen", pääosallinen muotoilu

smooth= hiusten tasoitus

add= hiusten lisääminen

length= hiusten lyhentäminen ja pidentäminen

puff= hiusten kohotus

cut= hiusten leikkaaminen

weight= hiusten painon määrittely

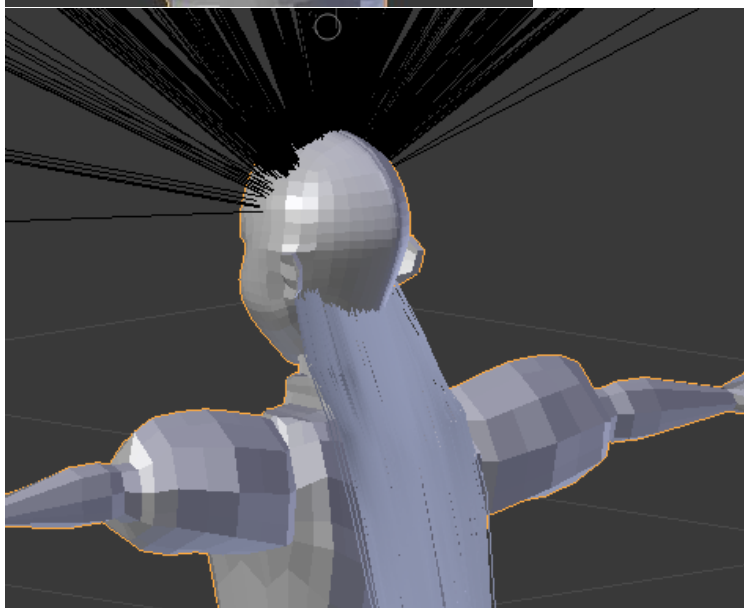
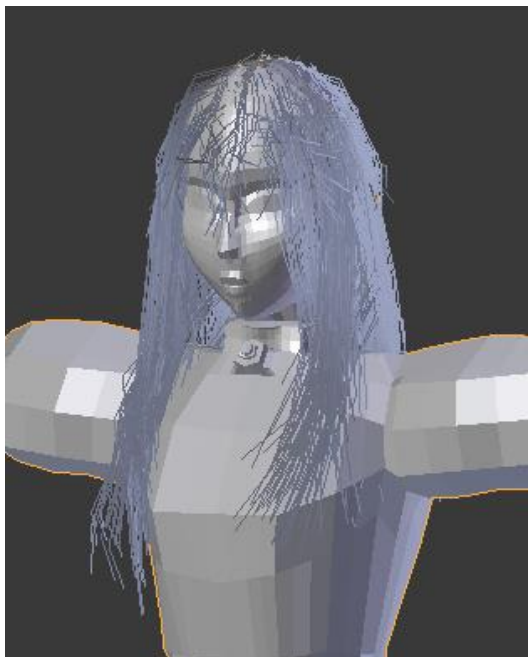
radius= siveltimen/valinnan alueen koko

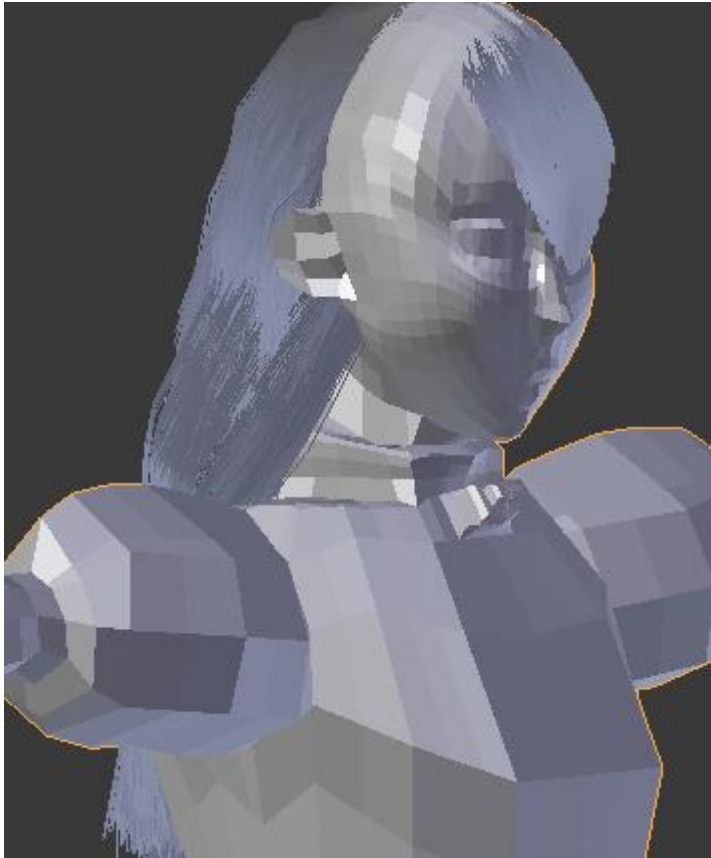
strength= siveltimen/valinta-alueen intensiivisyys

Yksinkertaisemmat hiustyylit voi olla helppoa muokata yhdellä hiupartikkelisysteemillä, mutta on suositeltavaa työskennellä kerroksittain ja antaa useamman systeemin hoitaa kokonaisuus. Näin myös yksityiskohtiin on helpompi keskittyä.

Klikkaamalla hiuksen juurta cut-työkalulla poistaa hiuksen hahmosta. Wireframe-moodin (z) avulla kaikkia hiuksia voi muokata viewportin kulmasta riippumatta.

Alhaalla kuva hahmon hiuksista yhdellä systeemillä ja monen systeemin yhteistyöllä saavutettu kampaus.





11 Children

Hiuspartikkelit ovat itsestään isäntäpartikkeleita, jotka toimivat systeemin ns. selkärangana. Lapsipartikkeleiden avulla hiuspartikkeleita voi lisätä ja muokata usealla eri tavalla. Lapsipartikkelit ovat niin sanottuja ”täytehiuksia”, joiden avulla hiuksista voidaan mm. saada runsaammat.



Oleellista sanastoa eri arvoista ja niiden säädöstä:

display= lapsipartikkeleiden määrä yhtä isäntäpartikkeliä kohti

size= lapsipartikkelin kokokerroin

render= lapsipartikkeleiden määrä renderöinnissä

random= satunnainen lapsipartikkeleiden koko/sijoitus

clump= lapsipartikkeleiden ryhmytymän koko/tiheys

shape= ryhmytymän muoto

length= lapsipartikkeleiden pituus

threshold= kynnys isäntäpartikkelin ja muiden partikkeleiden välillä

radius= määrittää, kuinka isolla säteellä isäntäpartikkelista muut partikkelit ilmaantuvat

roundness= partikkelin pyöreys

seed= muuttaa partikkeleiden paikkoja eri säteille toisistaan

uniform= muuttaa hiusten karkeutta

endpoint= hiusten latvojen karkeuden muutos

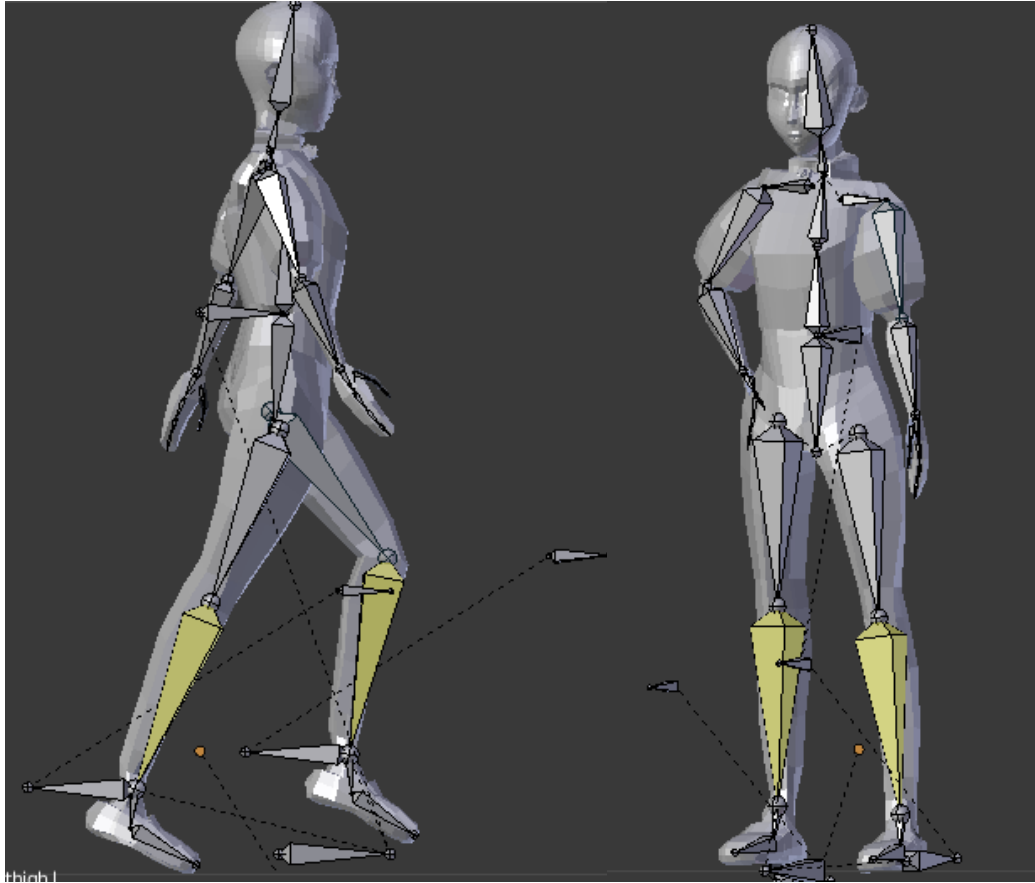
Kink= eri asetukset hiuspartikkeleille, esimerkiksi curl saa aikaan kiharaa hiusta ja wave aaltoilevaa

12 Armature

Blenderin armature on niin sanottu luuranko, joka mahdollistaa objektien liikkeen. Se muodostuu monista rakenneosista, luista- niin kuin oikeassakin luurangossa. Vaikka armature ei varsinaisesti ole samanlainen elävän luurangon toimintaan verrattuna, niiden konsepti on silti hyvin samanlainen. Niitä voidaan yhdistellä ja liikuttaa sen perusteella, miten luut on liitetty toisiinsa ja miten niiden liikkuvuus on määritelty.

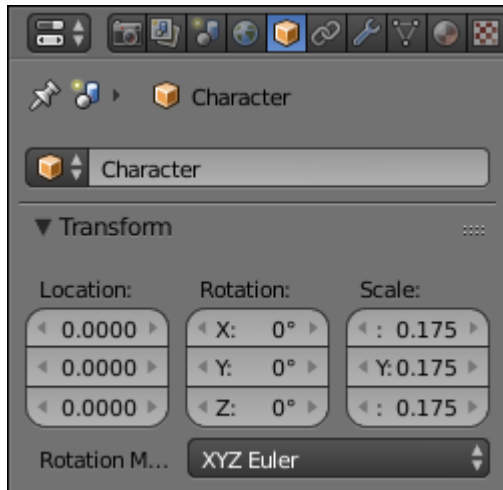
Armaturen avulla hahmon saa liikkumaan tekijän haluamalla tavalla. Riippuen luiden määristä ja niiden ominaisuuksista, liike voi olla erittäin rajoittunutta, tai jopa sisältää sivulle kääntyvää liikettä. Hyvä armature kykenee suorittamaan hahmolle kuuluvia uskottavan näköisiä liikkeitä. Yleensä armaturen moniulotteisuuden tarve määritellään halutun animaation mukaan.

Jos tekijä yrittäisi tehdä samanlaisen luiden fysiikan kuin oikealla ihmisellä, se olisi monimutkaisempi kuin helpon armaturen rakentaminen, missä luissa ei ole liikkuvuusrajoitteita.

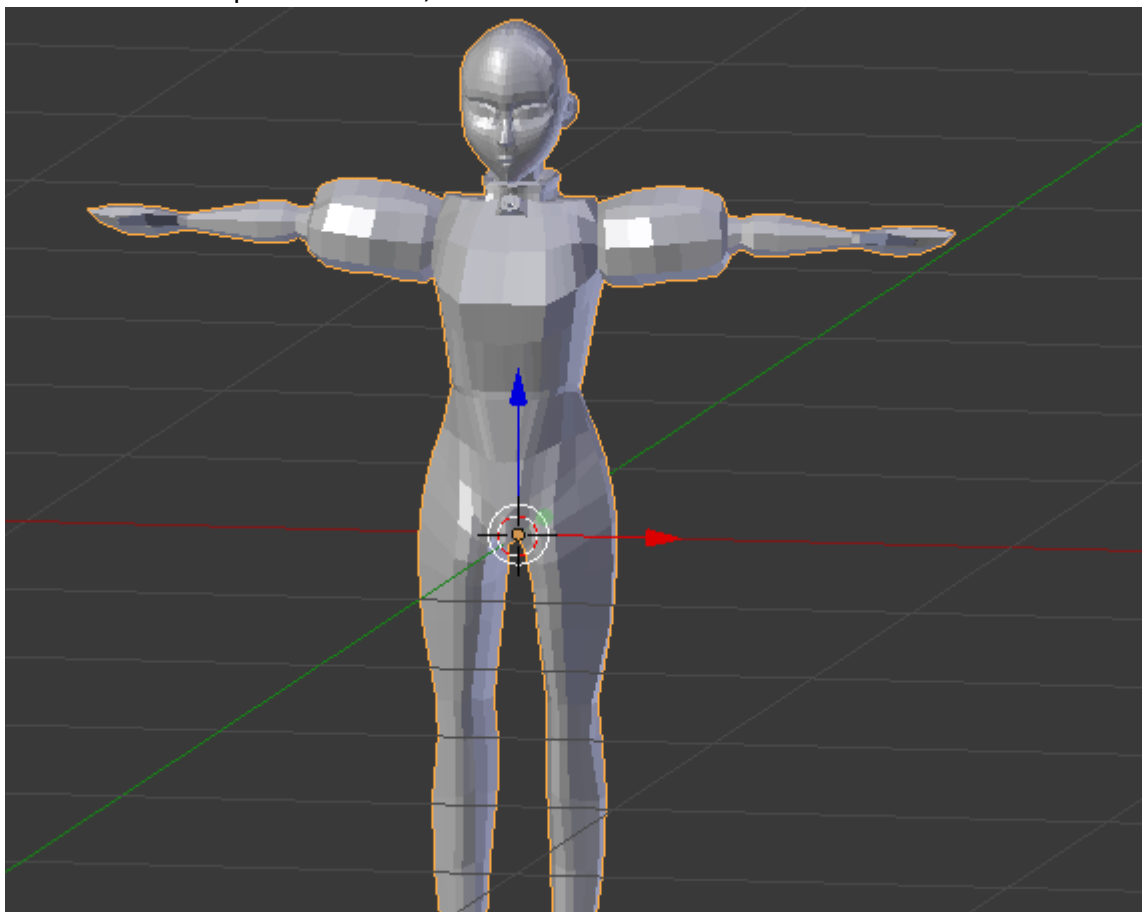


13 Armaturen luonnin valmistelu

1. Ennen armaturen lisäämistä, klikkaa mallinnettua hahmoa ja nollaa sen sijainti 3D-viewportissa. Asettamalla location (=sijainti) arvot nolliin, hahmo siirtyy 3D-viewportin keskelle.



2. Paina Shift+S ja valitse "cursor to center" tai "-selected". Tämä siirtää 3D-kursorin viewportin keskelle, hahmon keskiosaan.

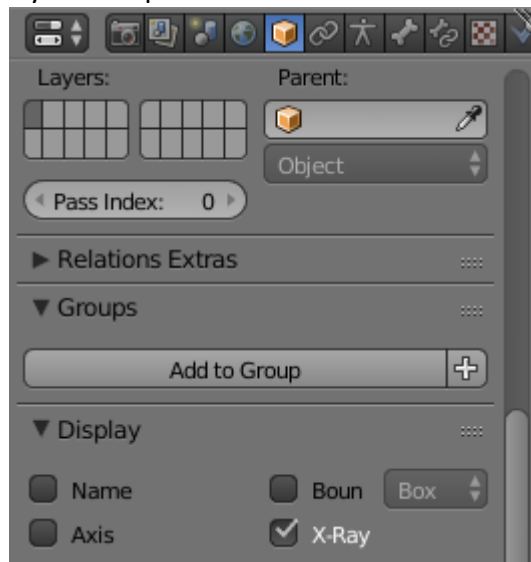


3. Valitse Add-armature valikosta tai pikanäppäimillä [shift+A]. Blender lisää yhden luun, josta luurangon rakentaminen aloitetaan. Siirrä luu ylhäällä osoitetun kuvan kohtaan, hahmon lantion kohdalle keskelle, tämän jalkojen väliin. (Numero 1)

13.1 X-ray

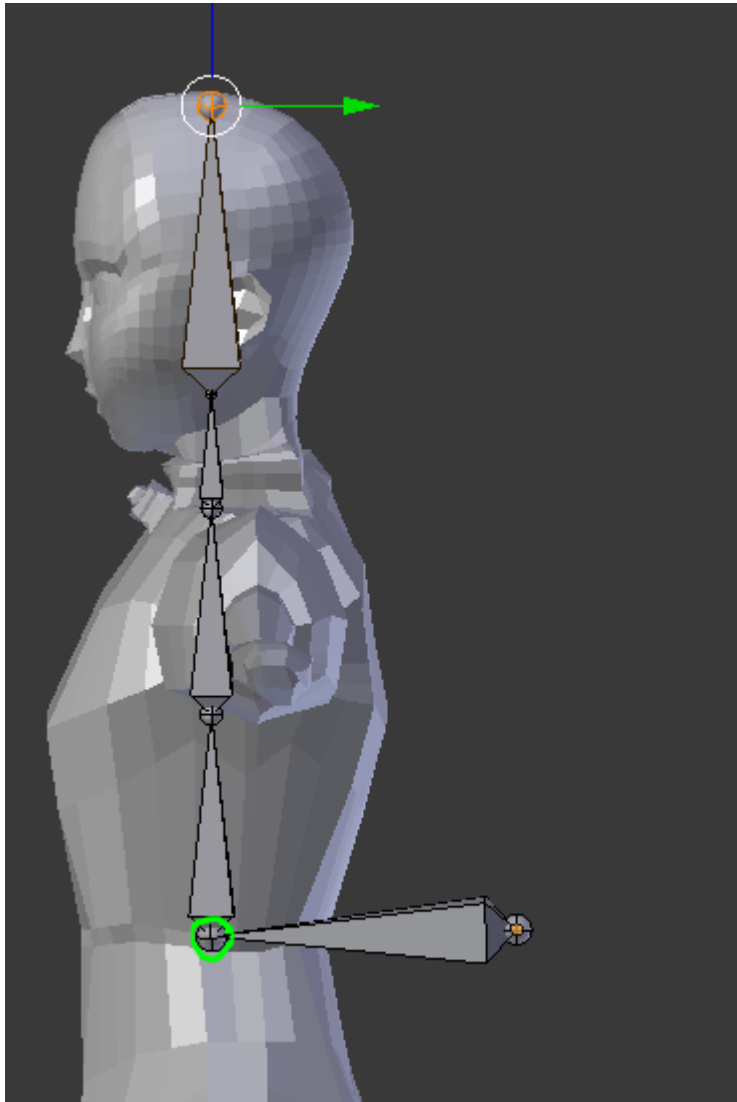
Wireframe-mode on yksi vaihtoehto näyttää luut 3D-hahmon sisällä, mutta kokonaisnäkyvyys vaikuttaa sekavalta.

4. Kun luuranko asetetaan hahmon sisälle, laita armaturen ominaisuuksista X-ray-asetus päälle.

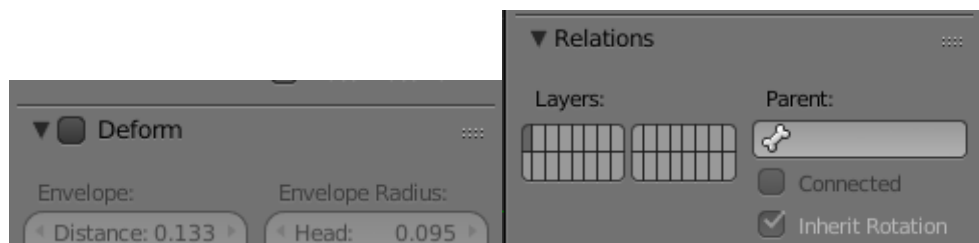


Tämä näyttää luut 3D-hahmon sisällä ja helpottaa työskentelyä ilman, että mitään tarvitsematonta ei korostu, esimerkiksi polygoneiden rajat wireframe-modessa.

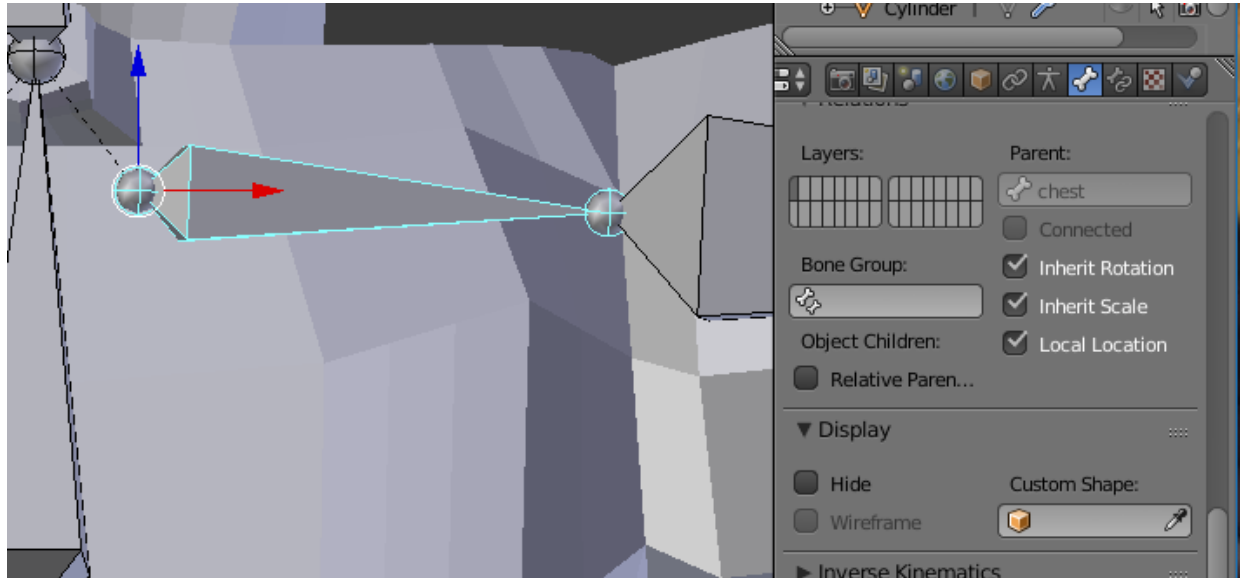
14 Rakentaminen



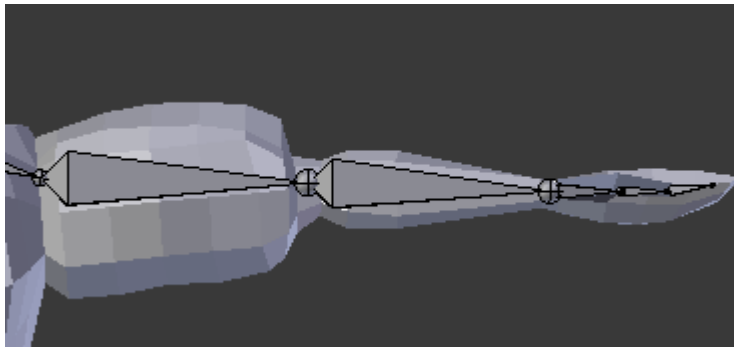
1. Luo uusi armature painamalla shift+A/Add/Armature/Single bone. Aseta ensimmäinen luu hahmon lantion kohdalle vaakatasossa, niin että sen terävä pääty osoittaa hahmon sisälle. Tästä tulee controller- eli ohjainluu armaturelle. Mene luun asetuksiin ja poista luusta "Deform". Tämä tarkoittaa, että kyseinen luu ei manipuloi 3D-mallia eri asennoissa. Poista luusta "parent". Pidä huoli, että vartalon luissa tämä asetus on päällä, jotta 3D-malli seuraa armaturea halutulla tavalla.



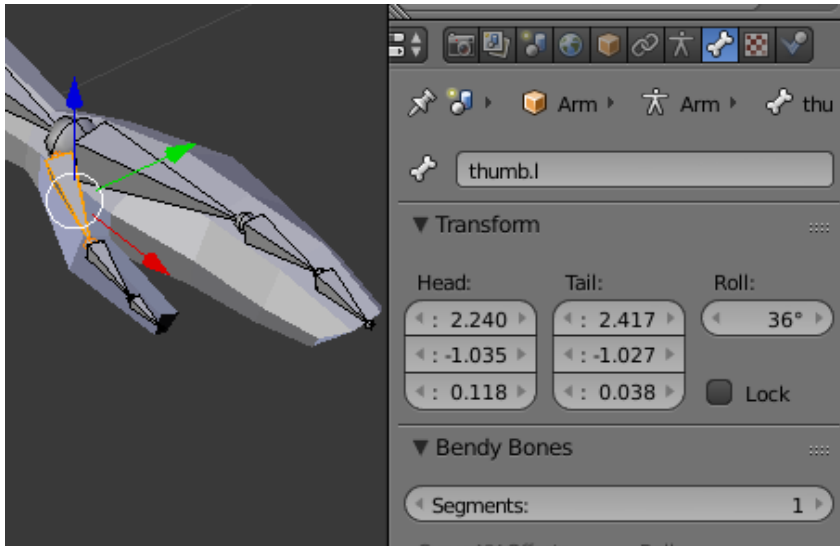
2. Klikkaa luuta ja aseta seuraava luu paikalleen extrude-toiminnolla. Tämä luu ylettää hahmon vyötäröstä rintakehään.
3. Luo seuraava luu rinnasta kaulan juureen.
4. Luo kaulaluu.
5. Luo seuraavaksi päätä vastaava luu, jonka pää ylettyy aivan hahmon pään kärkeen.
6. Klikkaa rintaluun yläpäätä ja kopioi luu olkapään luuksi.



7. Käytä extrude-toimintoa ja jatka luuta käteen, noin kyynärpäähän asti.



8. Tee samalla tavoin myös toinen luu ranteeseen asti.

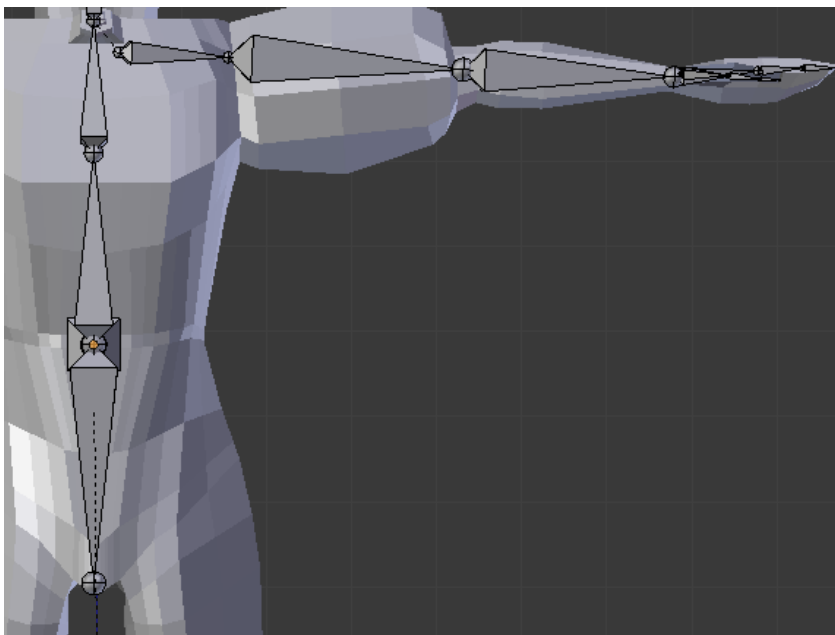


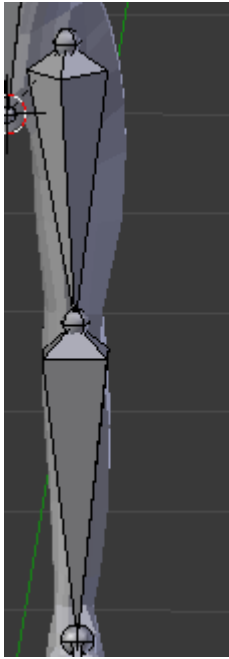
9. Sormiluiden luonti toteutetaan hieman eri tavalla. Riippuen siitä, miten monta erillistä sormea hahmolla on, on kaksi tapaa luoda sormiluut. Ylhäällä olevan kuvan esimerkkihahmon kädessä on vain yksi yksittäinen sormi, joten käden ”neljän sormen” muodostama alue voidaan jatkaa suoraan ranneluista.

Peukalo luodaan erillisenä luuna. Lisää uusi luu, ja jatka sitä niin, että peukalo saa tarvittavat nikamat. Valitse tämän jälkeen ensimmäinen peukaloluu, ja lisää parent-vallinnan kohdalle ranneluu.

Yksi vaihtoehto luoda muut sormet erillisinä on jatkaa ranneluuta kämmenselkään, ja luoda tämän jälkeen neljä erillistä sormiluuta, joille luodaan samanlainen suhde kuin peukalolla ja ranteella, mutta tässä tapauksessa sormien ensimmäisten luiden ja kämmenselän kanssa.

10. Luo lantioluu jatkamalla ensimmäistä kehon sisällä olevaa luuta alaspäin.

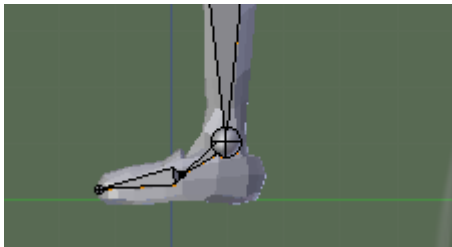




11. Kun käden luuranko on valmiina, siirrytään hahmon reisiluuun. Se luodaan samalla tavalla kuin hahmon olkapääluu: kopioimalla lantioluu, jolloin heidän välilleen tulee suhde. Kasvata luu hahmon polveen asti.

12. Kasvata seuraava luu extrudella hahmon nilkkaan asti.

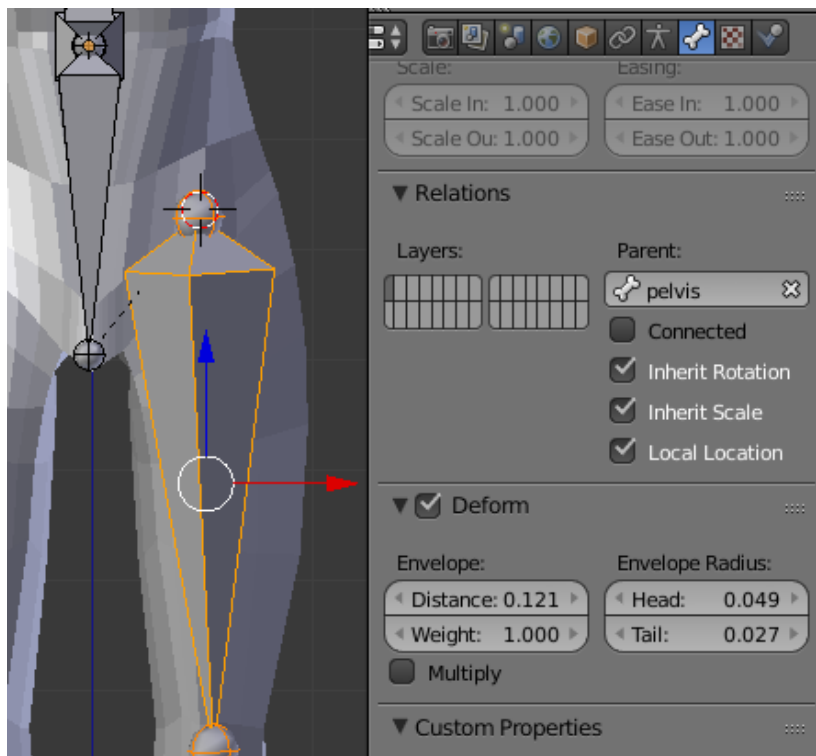
13. Lisää tämän jälkeen hahmolle nilkan ja jalkapöydän luut varpasiin asti. Mikäli hahmo tarvitsee varpaat, ne voi toteuttaa yksittäisten sormien tavoin. Tässä tapauksessa jätä tilaa myös varpaiden luille.



14.1 Yhteenveto:

Luurangon kokonaisuus perustuu siihen, mistä haluamme hahmon taipuvan eri suuntiin. Käytetty luurankokokonaisuus pohjustaa yleiset kehon yksinkertaiset liikkeet, kuten käsien, jalkojen ja keskivartalon eri taivutuskohdat. Pää yhdistettiin raajana normaalisti extruden avulla, mutta kädet ja jalat linkitettiin kaulaan ja lantioluuhun. Tämä saatiin aikaiseksi duplikoimalla eli kopiomalla linkitettävä luu ja asettamalla tämä kohdalleen. Näin syntyivät reisiluu ja solisluut. Raajoja jatkettiin uudelleen extruden avulla – jalat tehtiin loppuun asti tällä tekniikalla mutta hahmon peukalo linkitettiin sormien ensimmäiseen luuhun, sillä se on erikseen liikkuva osa rakennetussa hahmomallissa. Jos hahmolla olisi 5 erillistä sormea, nekin linkitettäisiin samalla tavalla mahdollistaen niille toimivan liikkuvuuden.

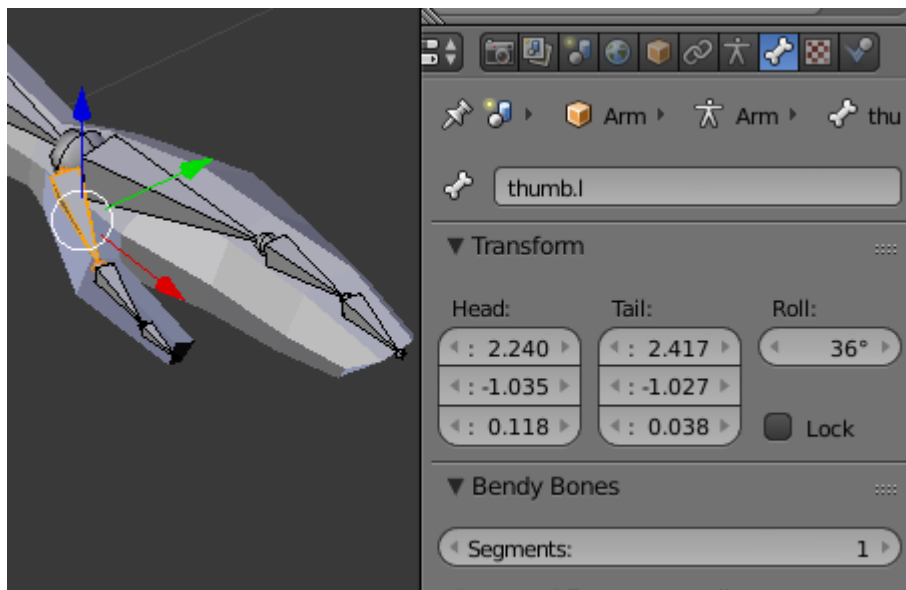
Toinen tapa määrittää parent- ja child-luu toimii ns. manuaalisesti. Tekijä luo haluamansa nivelketjun liittämättä isäntäluuta siihen vielä, vaan sen sijaan painaa Shift+A -> Add -> New bone. Tämän jälkeen tekijä valitsee haluamansa luun ja siirtyy sen asetukseen Blenderin sivupalkista. Parent-kohdasta voi valita luulle haluamansa isäntäluun. Esimerkkikuvassa reisiluu on liitetty hahmon lantioluuhun.

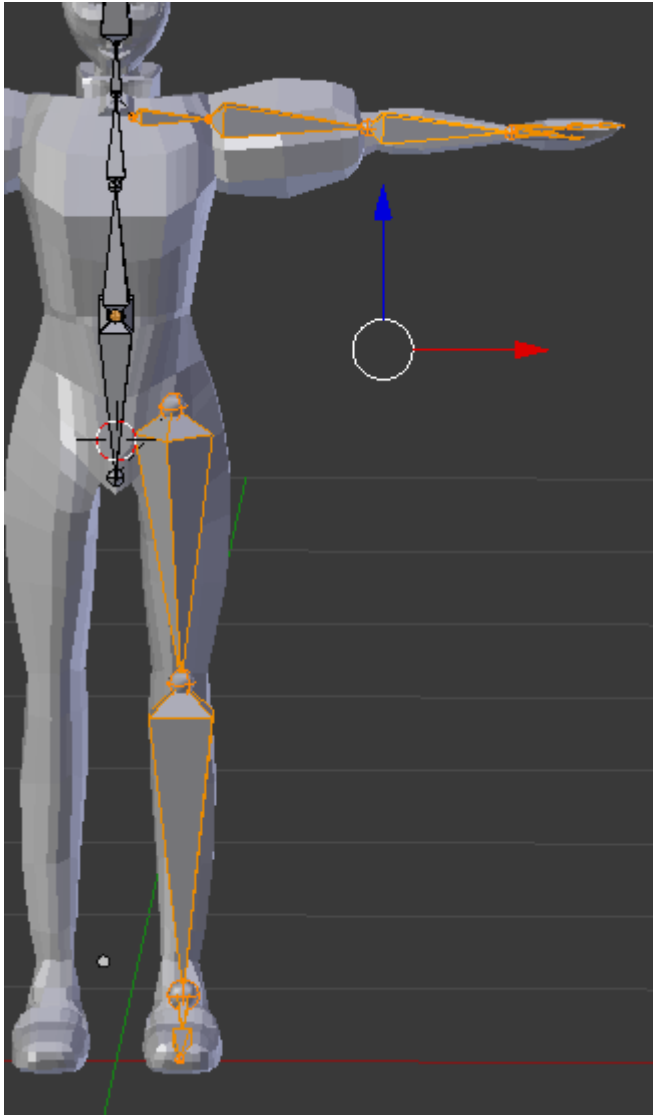


15 Hahmon vastakkaiset raajat

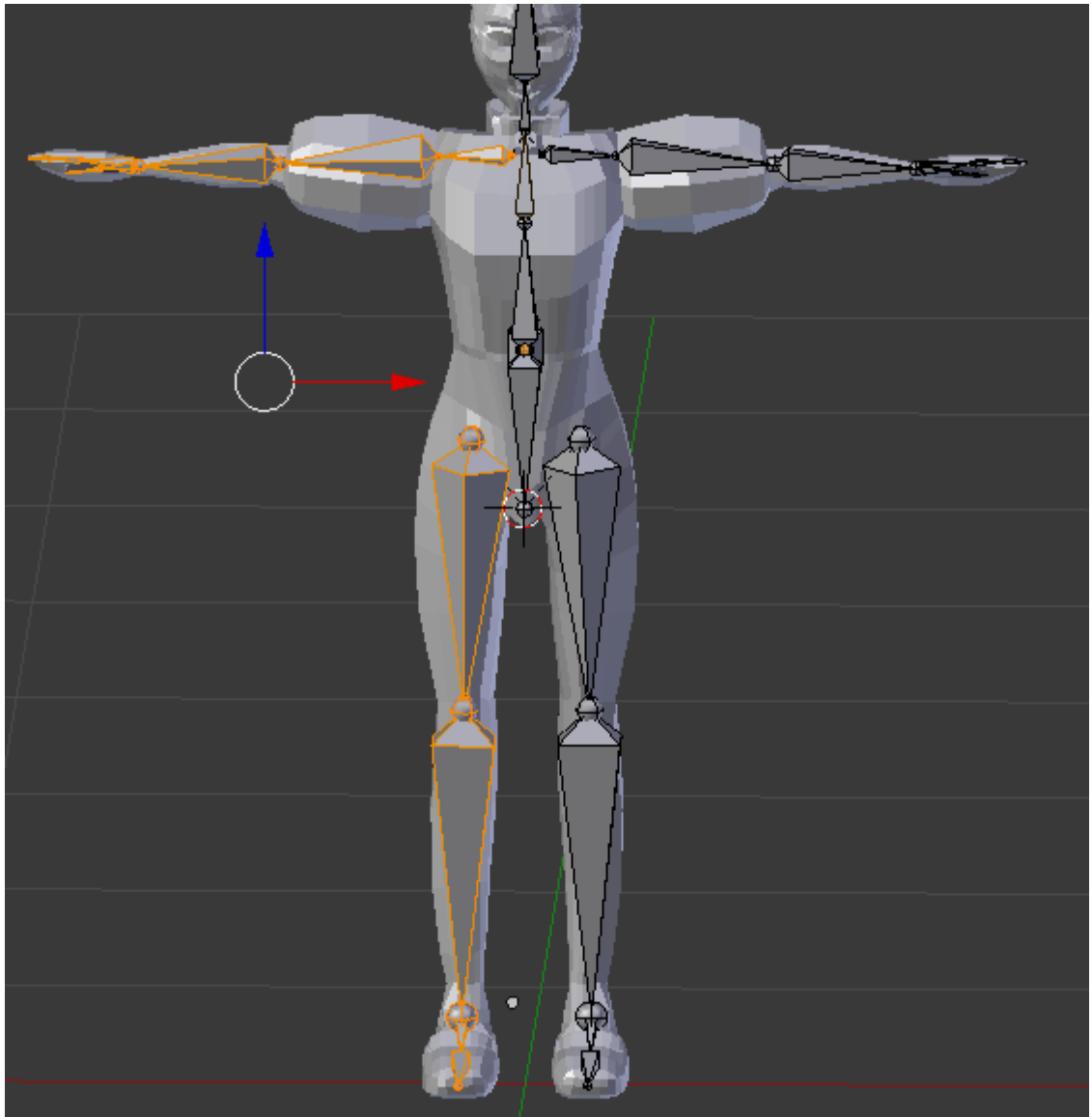
Hahmon luurangon toisen puoliskon jälkeen voimme luoda loput luut samalla tavalla, mutta luut eivät olisi identtisiä toisen puolen kanssa, joka saattaa tuottaa ongelmia hahmon kehon fysiikkaan. Siksi onkin kätevempää duplikoida ja peilata jo valmiiksi tehdyt jalkojen ja käsien luut. Se on tapana nopeampi keino tuottaa luita hahmolle ja selkeyttää myös hahmon rakennetta.

Tärkeää tässä vaiheessa on mennä luiden omaan välilehteen ja uudelleennimetä luut niin, että niiden nimessä on lyhenne R, joka tarkoittaa Right- oikeaa. Tämän merkinnän avulla Blender ymmärtää, minkä puolen luu on kyseessä ja voi täten myös generoida hahmolle vasemmanpuoleiset luut lisäämällä itse niihin kirjaimen L (left=vasen). Alhaalla esimerkkikuva luiden nimeämisestä. Muista, että keskikehoon liittyviä luita ei tarvitse merkitä näin.





1. Valitse siirrettävät luut.
2. Valitse tämän jälkeen Armature-> Duplicate tai Shift+D. Tämä tekee valituista luista kopion
3. Klikkaa ja jätä luut sivuun. Tämän jälkeen käänämme luut 3D-mallin toiselle puolelle valitsemalla Armature->Mirror->X Global. X Global-valinta peilaa valinnan X-akselilla.



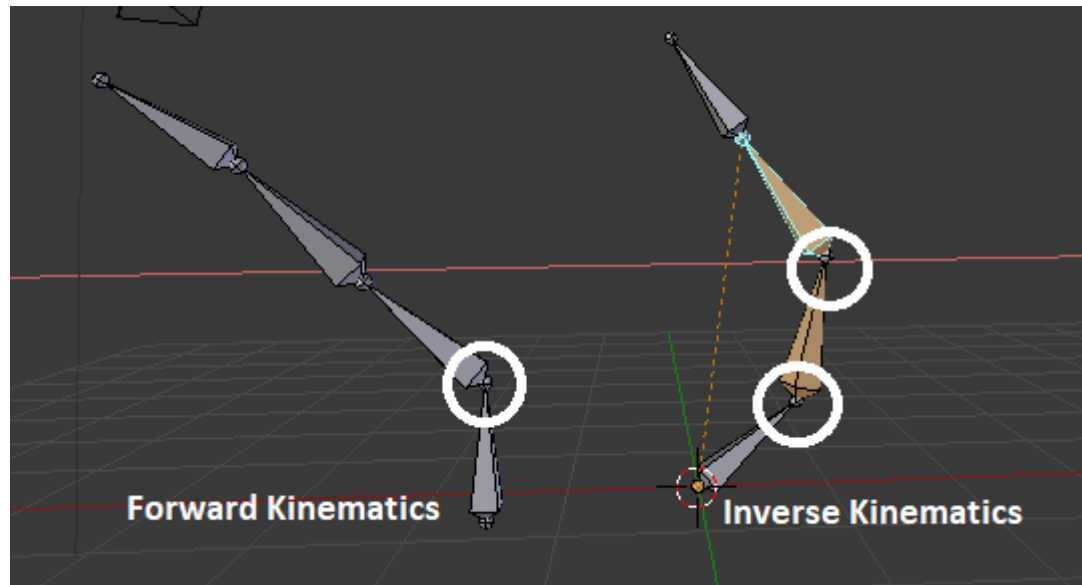
Luiden kopiointi luo myös uusille luille samat suhteet isäntäluiden välille, joten näitä ei ole tarvetta luoda uudelleen.

4. Kopioinnin jälkeen luiden nimet ovat vieläkin samat, joten muista uudelleennimetä luut valikosta Armature->Flip names. Tämä muuttaa aiemmin valituissa olevien luiden L-merkinnän R-merkinnäksi. Näin oikean puolen luut ovat luotu, aseteltu ja määritelty.

16 Luiden fysiikan määrittäminen

Hahmoa voi poseerata etukinematikan tai käänteiskinematikan avulla.

Etukinematikka (**Forward Kinematics**) eli **FK** on näistä tavoista yksinkertaisin.



IK

Käänteiskinematikassa käytetään IK-handlea manipuloimaan koko nivelketjua. IK-handlella tarkoitetaan objektia, jolla voidaan valita tietty nivel ja nivelet liikkuvat niille asetettujen ehtojen mukaisesti. Toisin sanoen, IK luottaa paljon matematiikkaan.

IK on erittäin päämääräpainotteinen tapa määrittää hahmon kinematikka. IK-solver laskelmoi liikkeen mukana olevien nivelten kiertymistavan ja tekijän ei tarvitse käydä läpi joka niveltä haluamansa liikkeen määrittämiseksi.

Kun hahmon armature on skinnattu, hahmoon ei voi lisätä tai poistaa niveliä ilman IK-handlen uudelleenmäärittämistä tai skinnaamista. IK:ta suositellaan käyttämään monimutkaisen armaturen määrittämisessä. (AutoDesk Help 2016, Inverse Kinematics.)

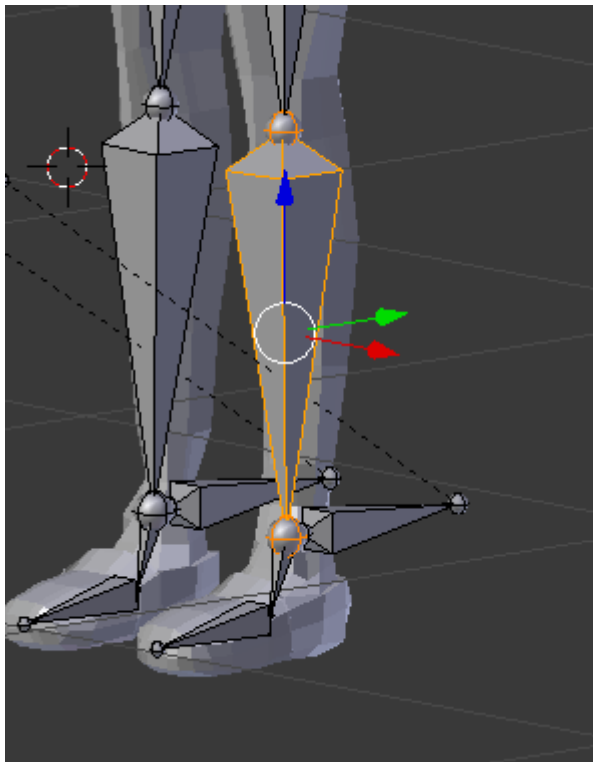
FK

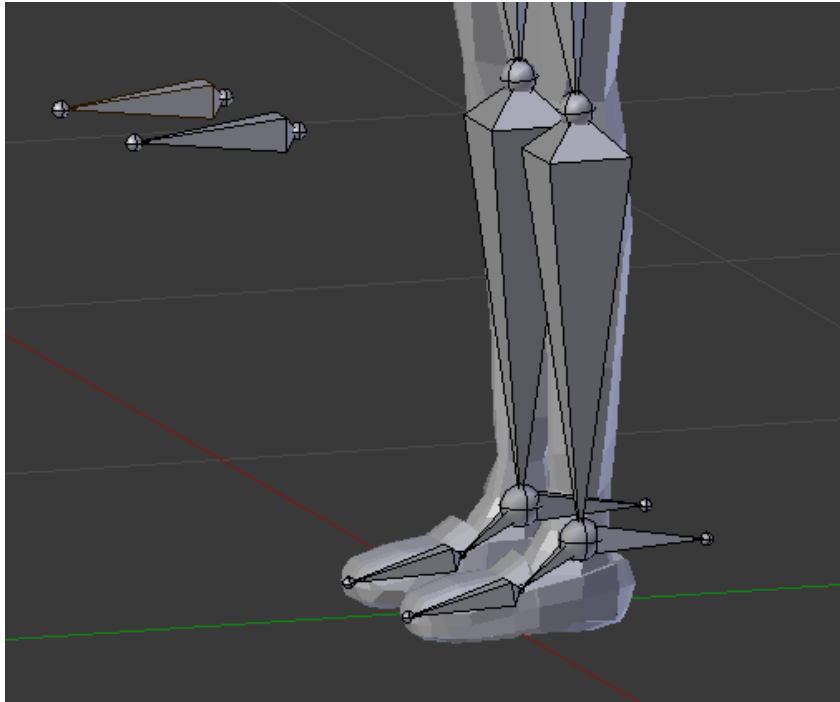
Forward kinetics eli etukinematikan avulla jokaista yksittäisiä niveliä voi käyttää ja kiertää oman tahtonsa mukaisesti. Ero inverse kinematicsiin on kuitenkin se, että yksittäistä niveltä liikuttaessa muut nivelet eivät taivu valitun nivelen mukaisesti, vaan pysyvät suorassa.

Tämä tekee forward kinematicsin käytöstä vähemmän päämääräpainoista mutta samalla myös mahdollistaa luiden tarkemman hallinnan, sillä tekijä pystyy määrittelemään ja kiertämään luut oman tahtonsa mukaisesti. Forward kinematicsin käyttö sisältää enemmän hienosäätöä ja resursseja täydellisen asennon luomiseen, jonka takia FK:ta ei normaalisti suositella käyttämään moniulotteisten luurankorakennelmien parissa. (AutoDesk Help 2016, Pose joints with FK.)

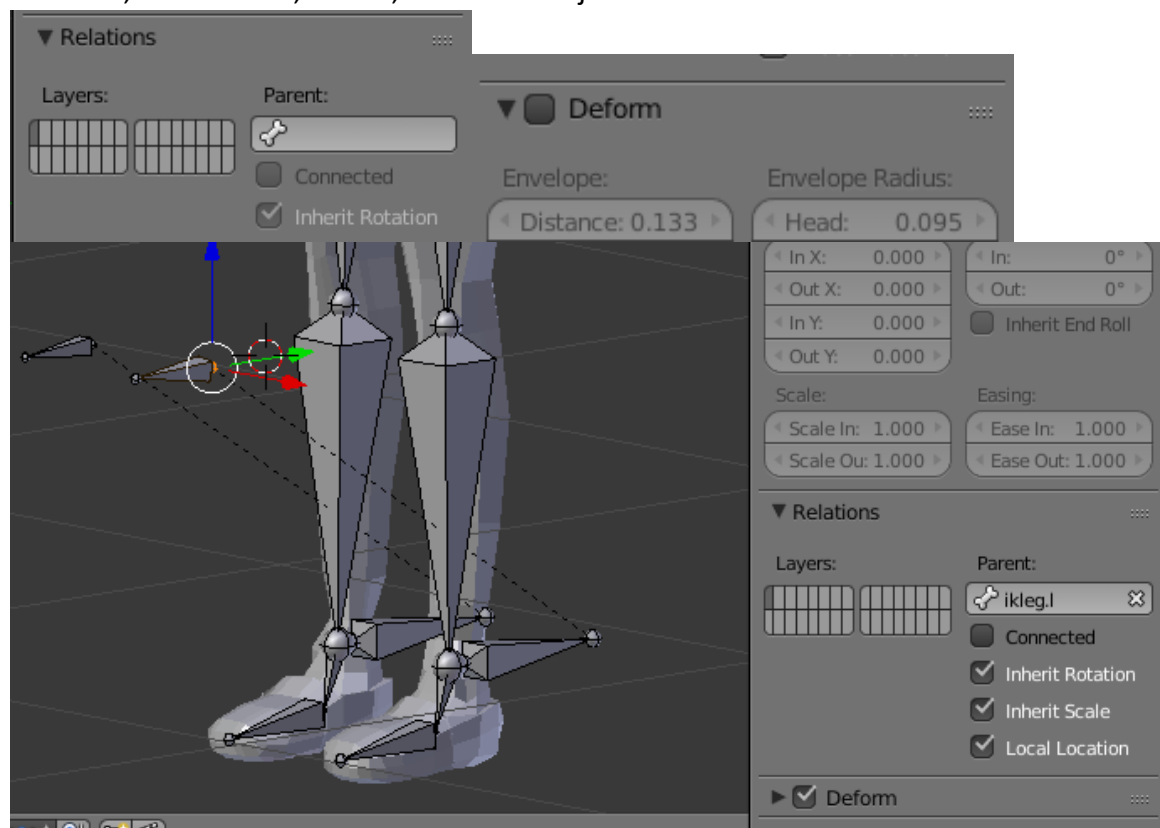
Hahmon kävelyanimaatio on intuitiivisempaa toteuttaa inverse kinematicsilla, kävelystä tulee luonnollisemman näköinen vaivattomammin. **Luiden määrittäminen tapahtuu edit- ja pose moden välillä.**

IK toteutetaan hahmon **pohjeluuhun**.



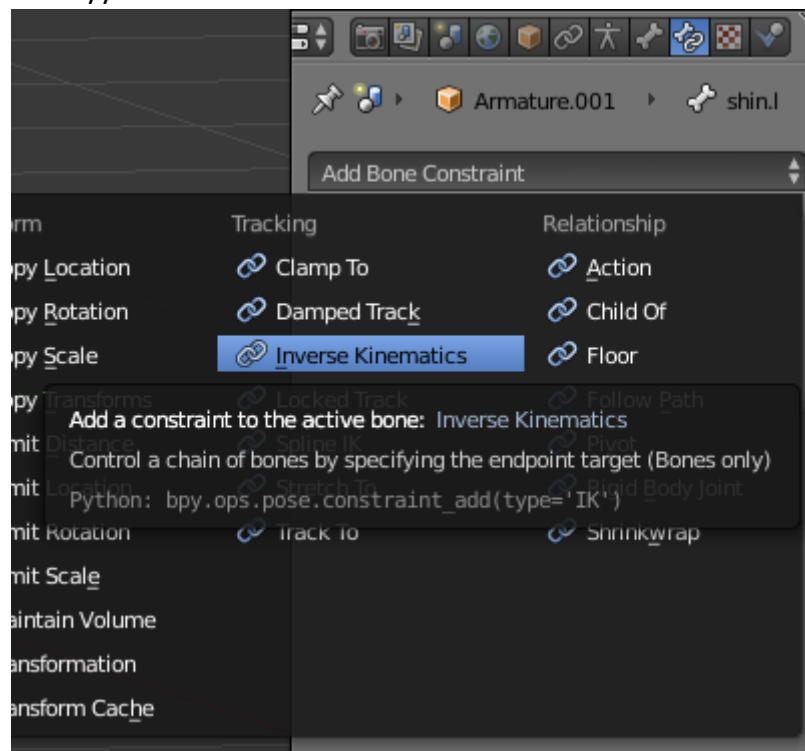


1. Siirry edit-modeen ja luo kuvassa olevat luut. Nilkan controller-luut syntyvät yksinkertaisesti extrudella ja polven controllerluut kopioimalla nämä luut. Aseta controllerit osoittamaan polvia ja nilkkoja kohti vaakatasossa.
2. Poista controller-luista isäntäluut ja poista myös deform-asetus, jolloin luut eivät vaikuta luiden tuottamiin meshin muutoksiin. Nimeä luut niin että tunnistat ne, esim. knee.l, knee.r, ikcontroller.l jne.

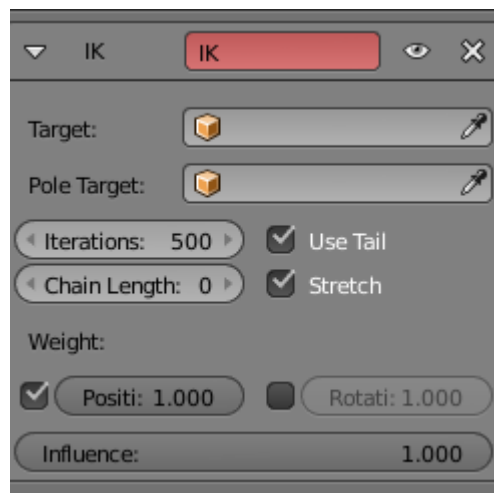


Luo myös parent-suhde polviluista ik controlleriin.

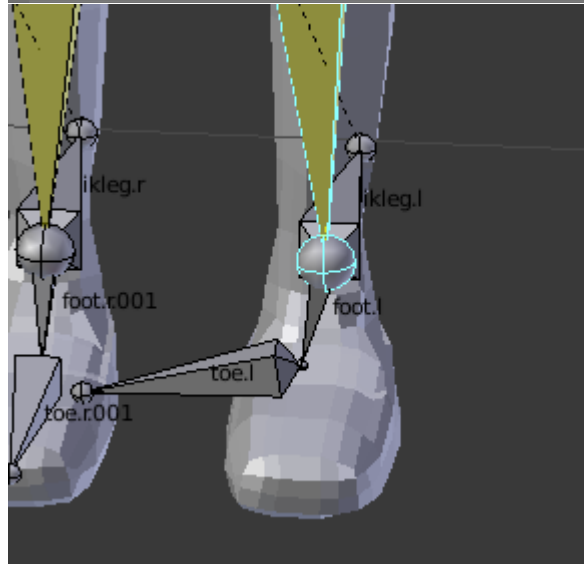
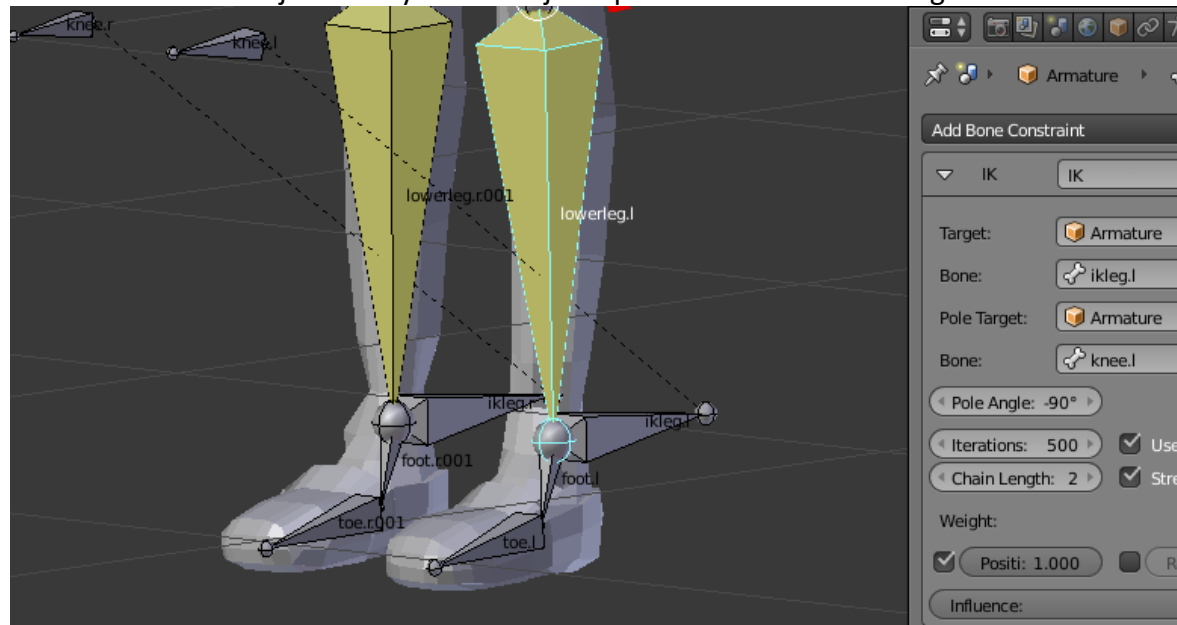
3. Siirry tämän jälkeen pose-modeen, ja valitse pohjeluu. Siirry tämän jälkeen sen Bone Constraints-asetuksiin ja paina "Add Inverse Kinematics". Alhaalle ilmestyy tämä valikko. Valitse Inverse Kinematics.



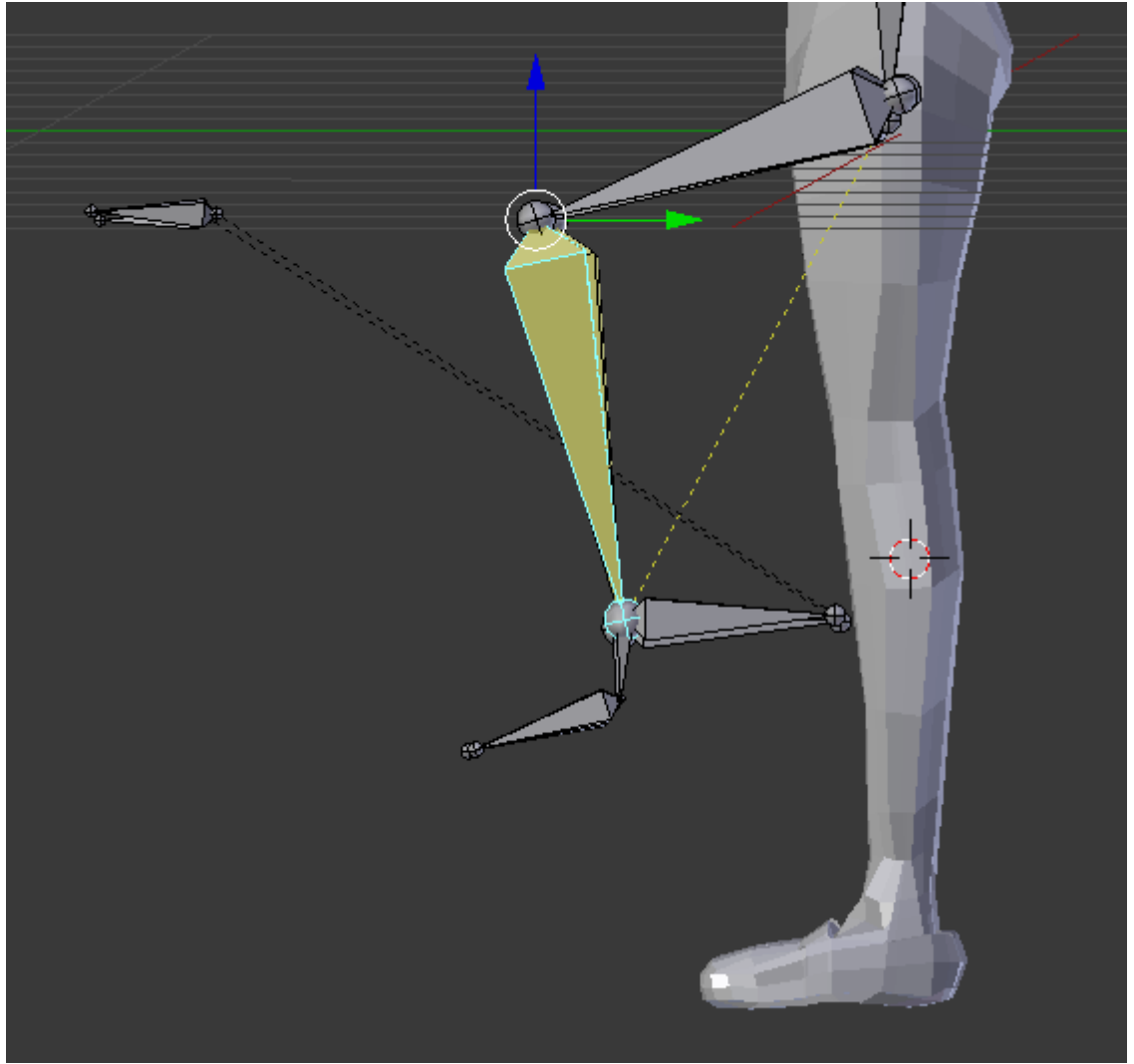
4. Inverse Kinematics-rajoite avaa oman ikkunan, joka näyttää tältä.



Merkitse armature kohteeksi ja luuksi nilkan controller. Merkitse armature uudelleen kohteeksi ja lisää myös saman jalan polviluu. Lisää Chain Length=2.

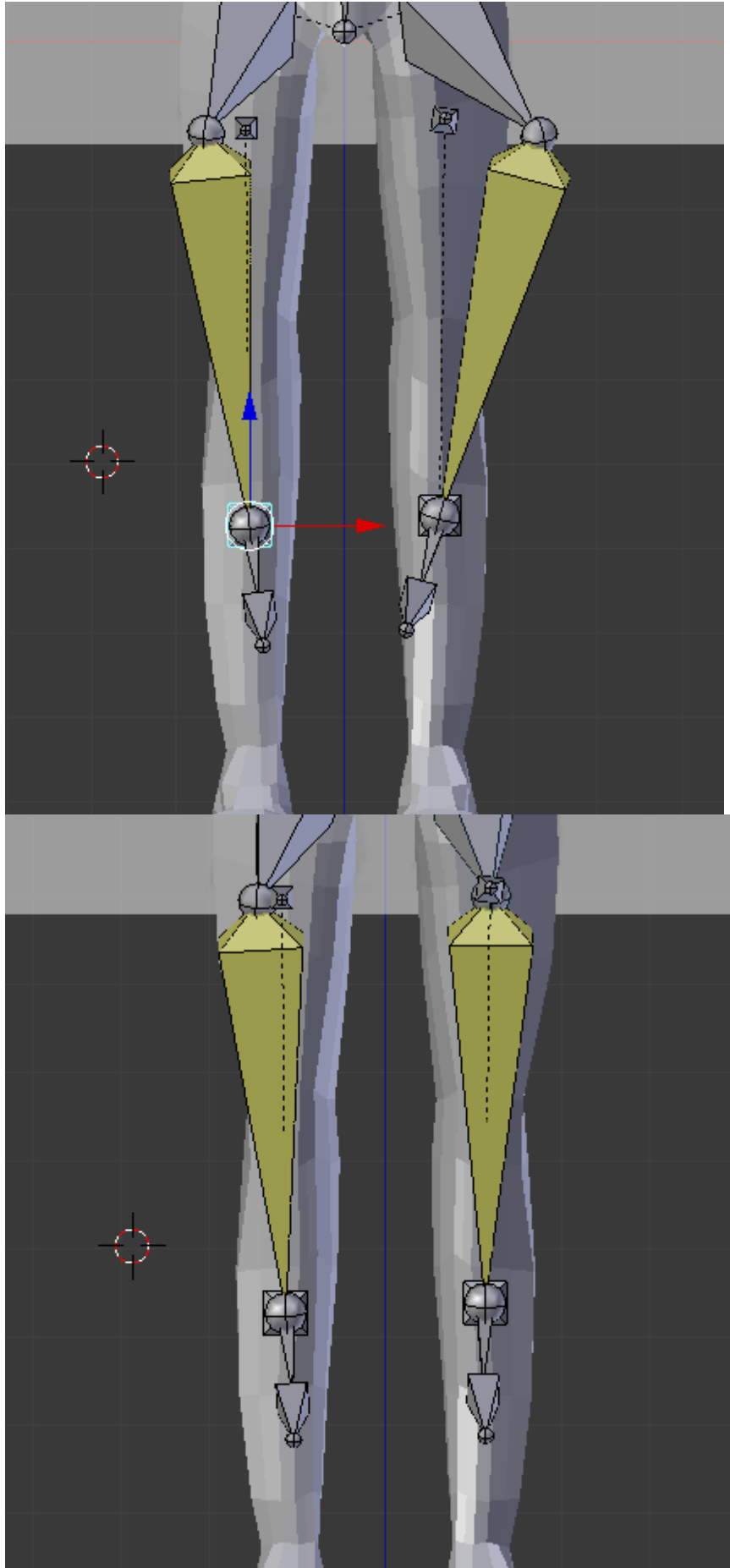


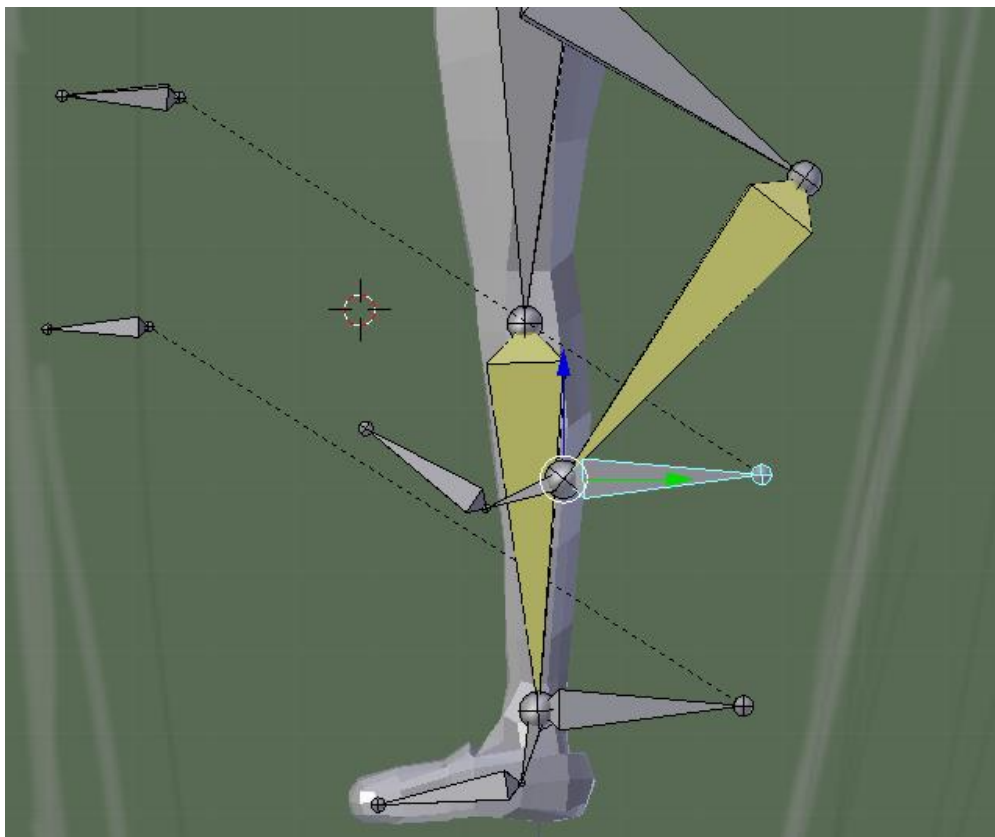
Jos jalka on jollain tasolla vinossa, pole anglen avulla kulman voi muuttaa niin, että jalka suoristuu takaisin paikalleen. Tämän jälkeen IK controlleria (G) liikuttamalla jalan pitäisi taipua näin. Kaksi yleisintä ongelmaa ja niiden ratkaisut on listattu alas.



Troubleshoot 1: Sivulle taipuvat nivelet

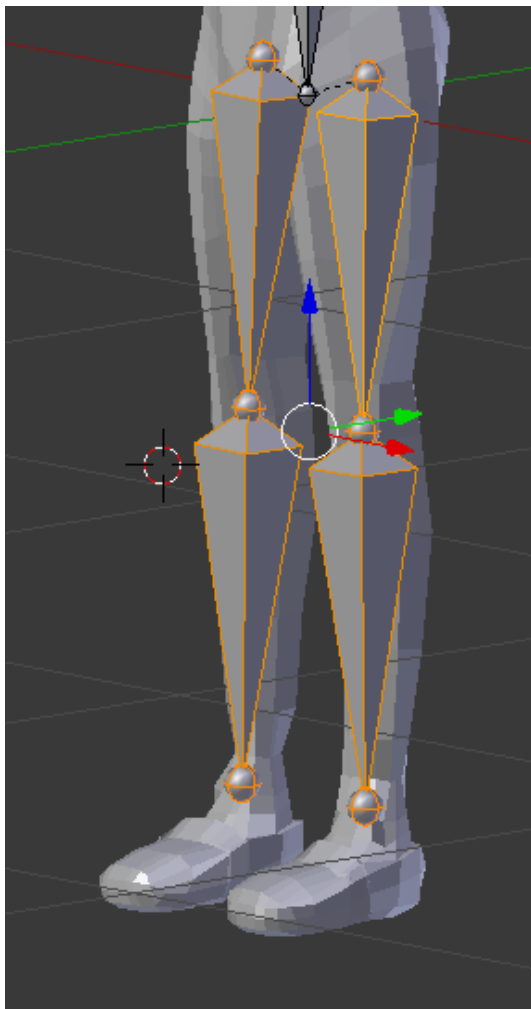
Sivulle taipuvat nivelet on helppo korjata niin, että jätät Pose-Modeen luut koukkuun. Siirry tämän jälkeen Edit-Modeen ja siirrä polvia vähän kerrallaan siihen suuntaan, mihin haluat luiden taipuvan. Alhaalla olevien kuvien tapauksessa polvet kääntyvät liikaa ulospäin. Polvia toisiaan lähemmäs siirtämällä liikeradan sai suuremmaksi. Korjaus voi olla monen toiston päässä, sillä Blender siirtää luut pienestäkin liikkeestä liikaa tiettyyn suuntaan, mutta pieniä liikkeitä toistamalla luut saadaan ennemmin tai myöhemmin paikalleen.



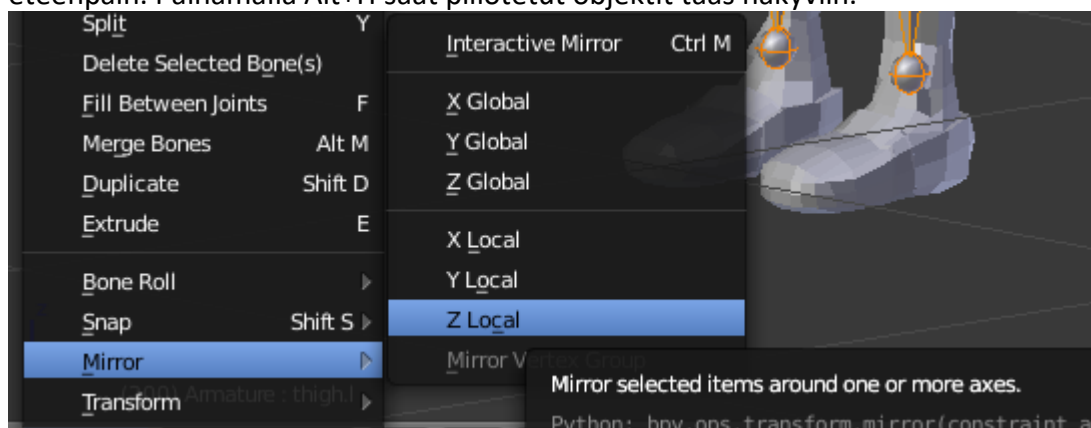
Troubleshoot 2, väärään suuntaan kääntyvät polvet:

Joskus IK toteutuu armaturessa "väärinpäin", eli jalka taipuukin normaalilla tavalla mutta selkään päin. Tässä tapauksessa avaa edit mode, piilota jalkojen muut luut ja käännä pohje- ja sääriluut ympäri.

Jotta armaturen osia voi muokata kuitenkin kääntämättä hahmon jalkateriä väärään suuntaan, ne täytyy piilottaa. Valitse piilotettavat luut ja paina H-näppäintä. Blenderissä piilotetut kohteet eivät muuta muotoaan, vaikka niihin liitettyjä osia muokataan – tämä on myös tarpeellinen työkalu 3D-mallinnuksessa. Luiden piilotuksen jälkeen siirry valitsemaan käännettävät luut.

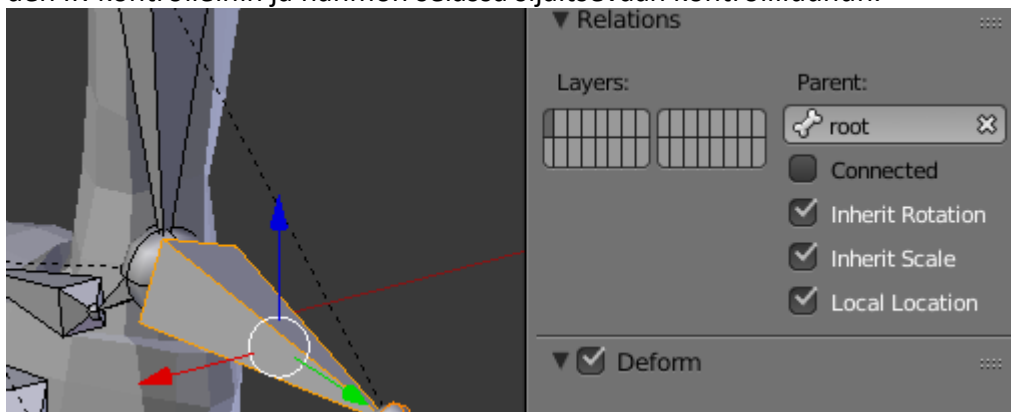


Valitse tämän jälkeen Armature/Mirror/Z Local. Tämä kääntää jalat toiseen suuntaan ja tämän jälkeen jalkojen täytyisi taipua hahmosta katsottuna eteenpäin. Painamalla Alt+H saat piilotetut objektit taas näkyviin.

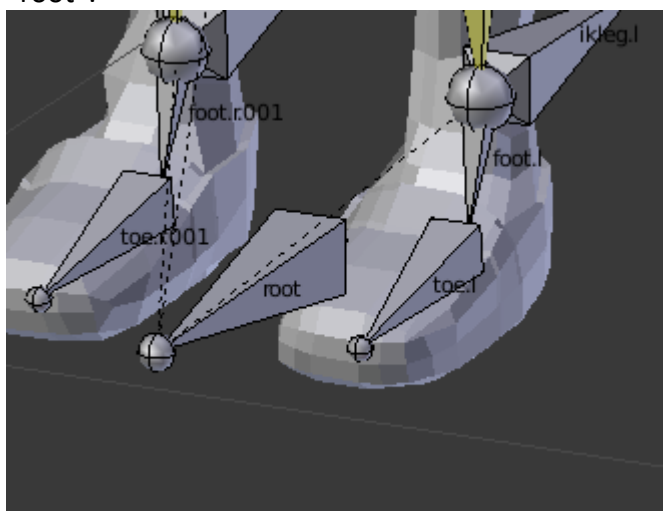


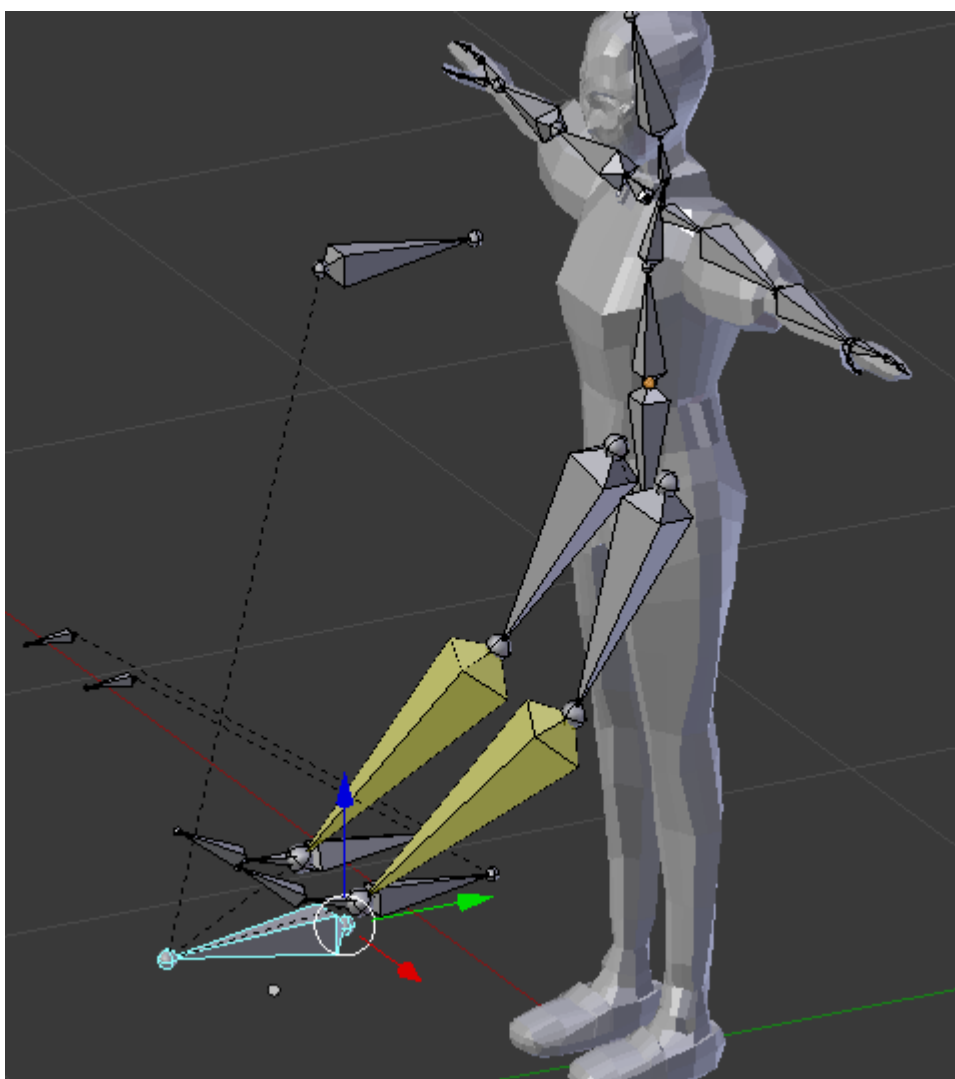
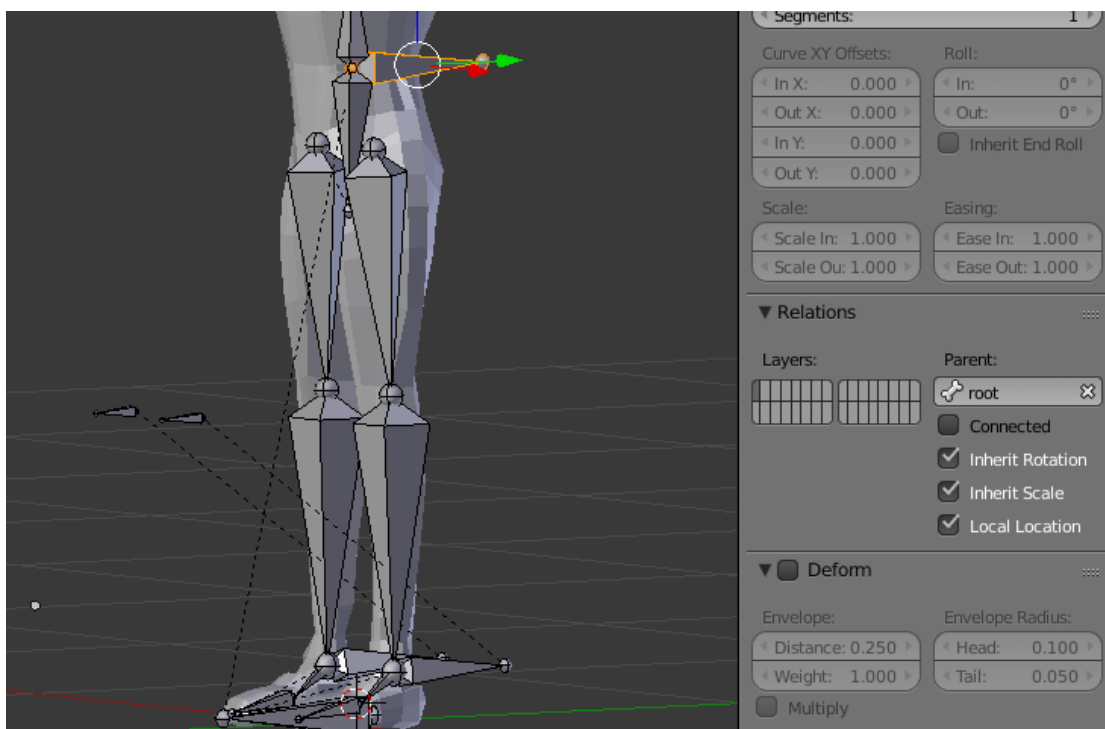
17 Root

Luodaan viimeinen kontrolliluu, root eli juuri. Sillä on isäntäsuhde kantapäiden IK-kontrolleihin ja hahmon selässä sijaitsevaan kontrolliluuhun.

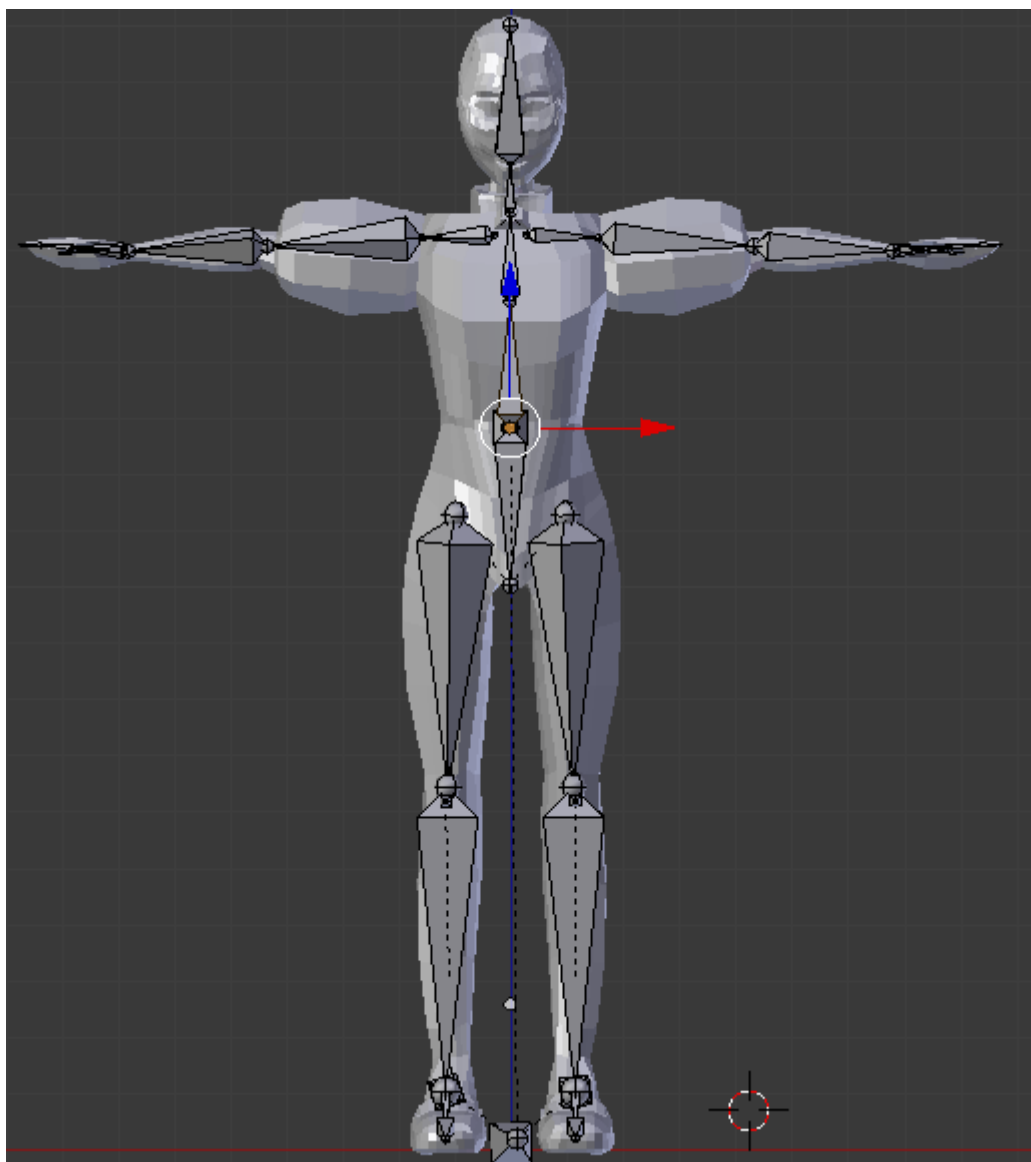


lisää kuvan esimerkin mukaan kantapäiden ja selän kontrolliluuun isännäksi "root".

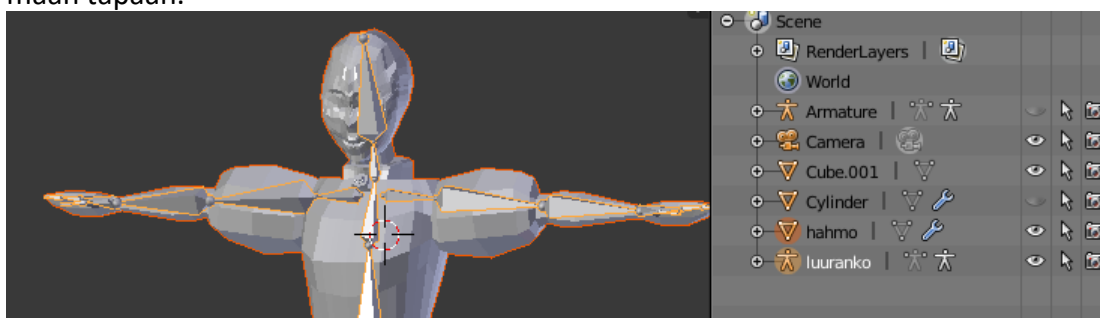




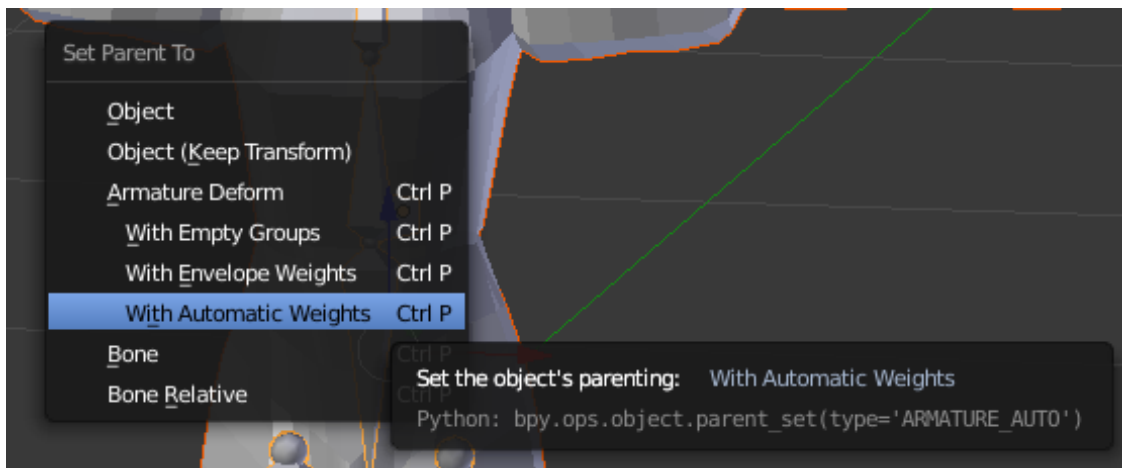
Root on hyödyllinen mallin poseeraamisessa. Kuten kuvassa, rootin liikuttamisen ansiosta molemmat jalkaluut myötäilevät sen liikettä.



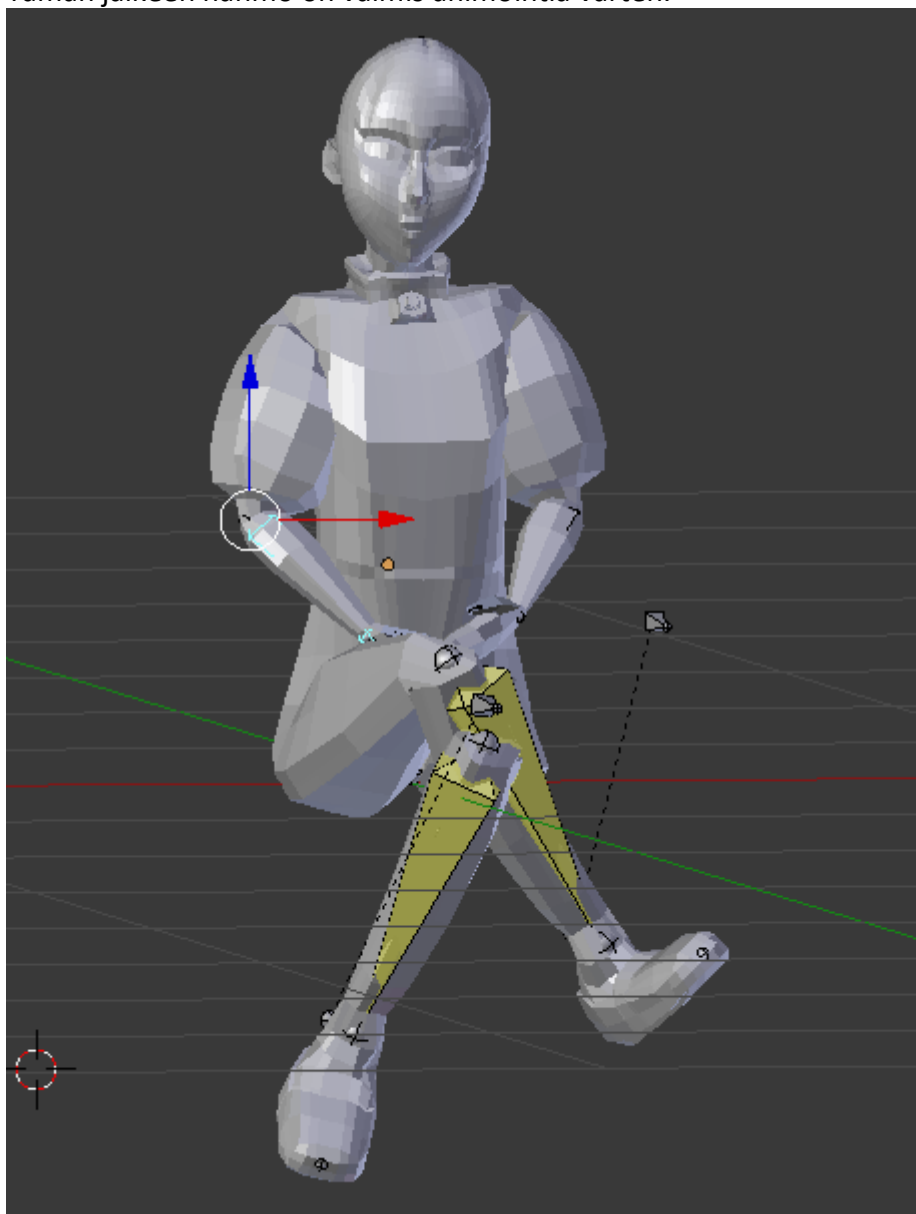
Kun hahmon armature on valmis, siirry object modeen, valitse molemmat objektit - ensin hahmon 3D-malli, sen jälkeen armature painamalla shiftiä. Kuvan mukaan voi myös vaihtoehtoisesti valita objektistasta tarvittavat objektit samaan tapaan.



Paina tämän jälkeen Ctrl+P ja valitse ”Set parent to With automatic weights”. Tämä tarkoittaa sitä, että Blender määrittelee 3D-mallille sen oman painon. Tämä vaikuttaa hahmon 3D-mallin muotoon luiden liikkeiden aikana. 3D-hahmon painoa ja sen sijaintia voi muokata valitsemalla 3D-mallin ja siirtymällä weight painting modeen.



Tämän jälkeen hahmo on valmis animointia varten.

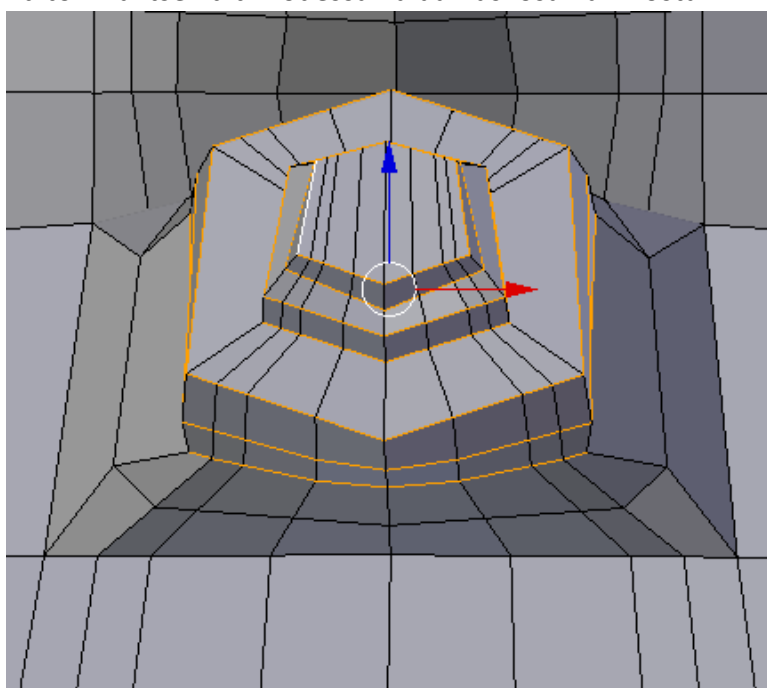


Vinkki: Voit muuttaa hahmon OBJ-muotoon File > Export > Wavefront (.obj). Tässä muodossa 3D-hahmoa voi käyttää eri projekteissa Blenderin ulkopuolella.

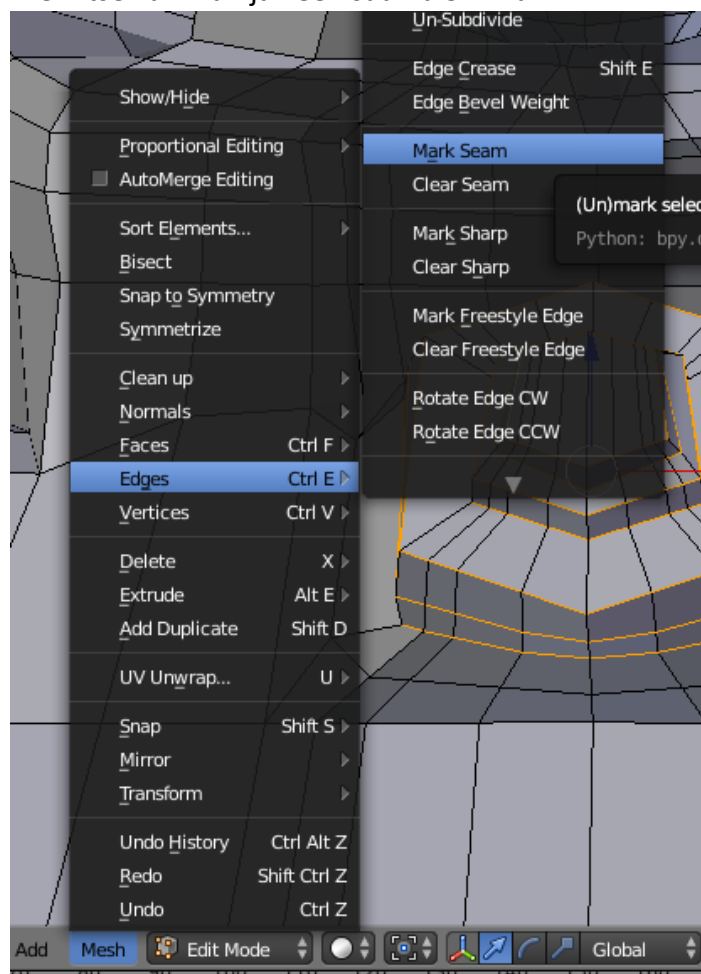
18 UV-unwrapping

UV-unwrapping on prosessi, jossa 3D-hahmon pinta ”kartoitetaan”. UV-unwrappausprosessi alkaa piirtämällä saumoja mallin geometriaan. Lopullinen tulos tulee näyttämään taiteltavan paperinukan pohjalta, joka kiedotaan hahmon ympärille. Kartoituksen ideana on määritellä eri tekstuurien käyttö hahmon eri pinta-alueilla. Hahmon voi saumata oman tarpeen mukaan, hahmon eri osiot voivat olla tekstuurikartalla paremmin erotettavissa yksityiskohtaisemmalla saumaustyöllä.

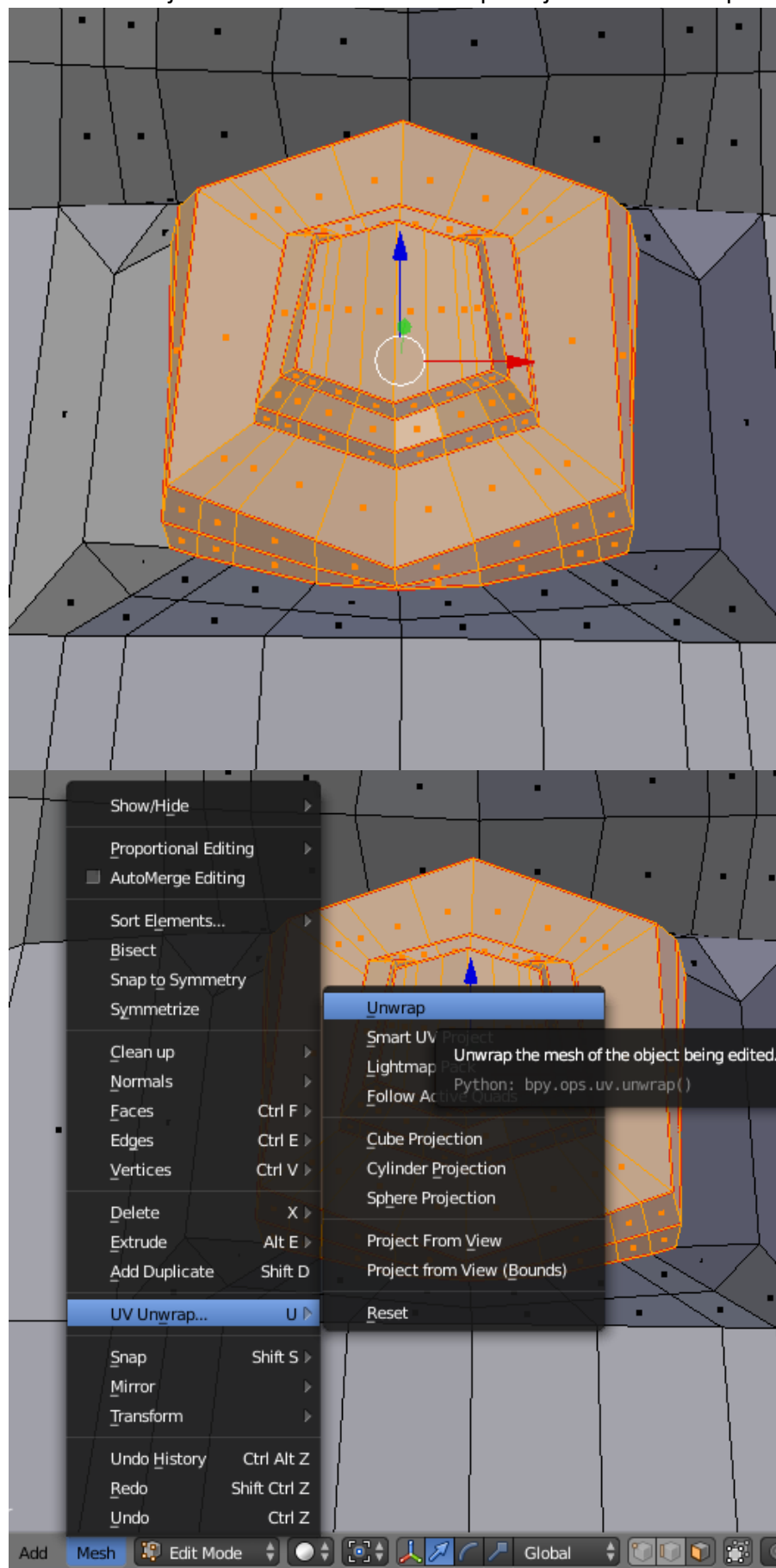
1. Lisää uusi työskentelyikkuna hahmon viereen ja valitse view>UV/Image Editor. Valitse Edit-modessa haluamasi osa hahmosta.



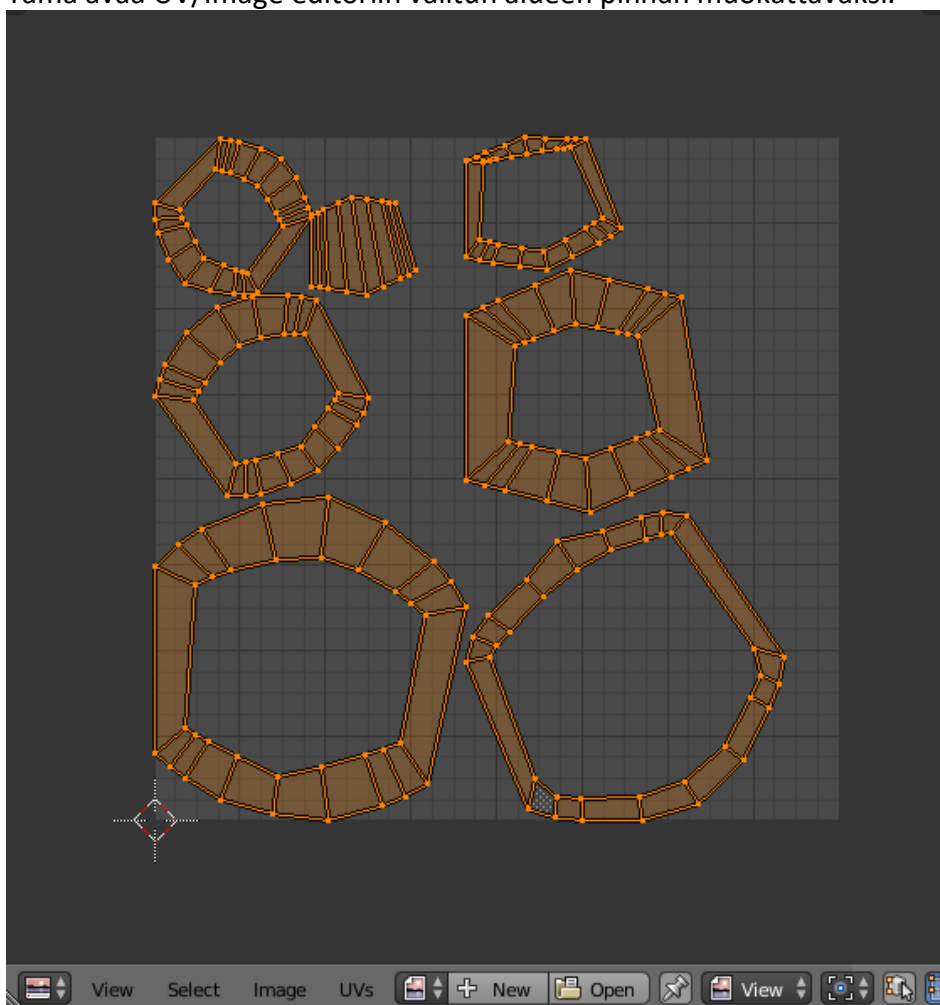
2. Merkitse valinnan jälkeen sauma 3D-malliin.



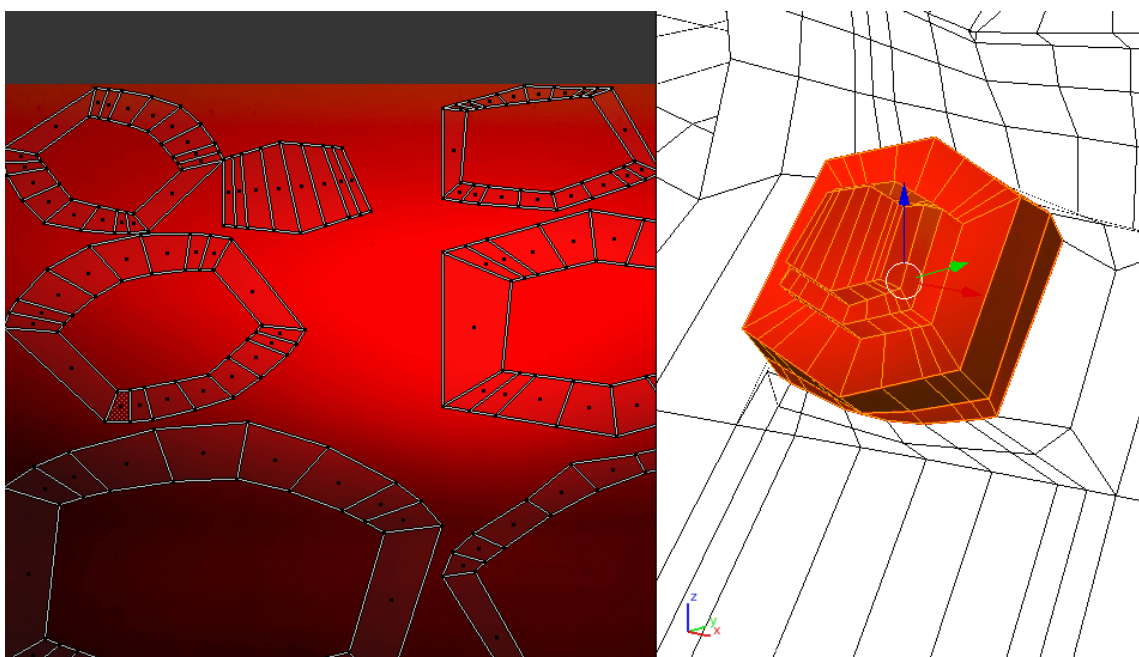
3. Valitse tämän jälkeen koko valitun alueen pinta ja suorita unwrap.



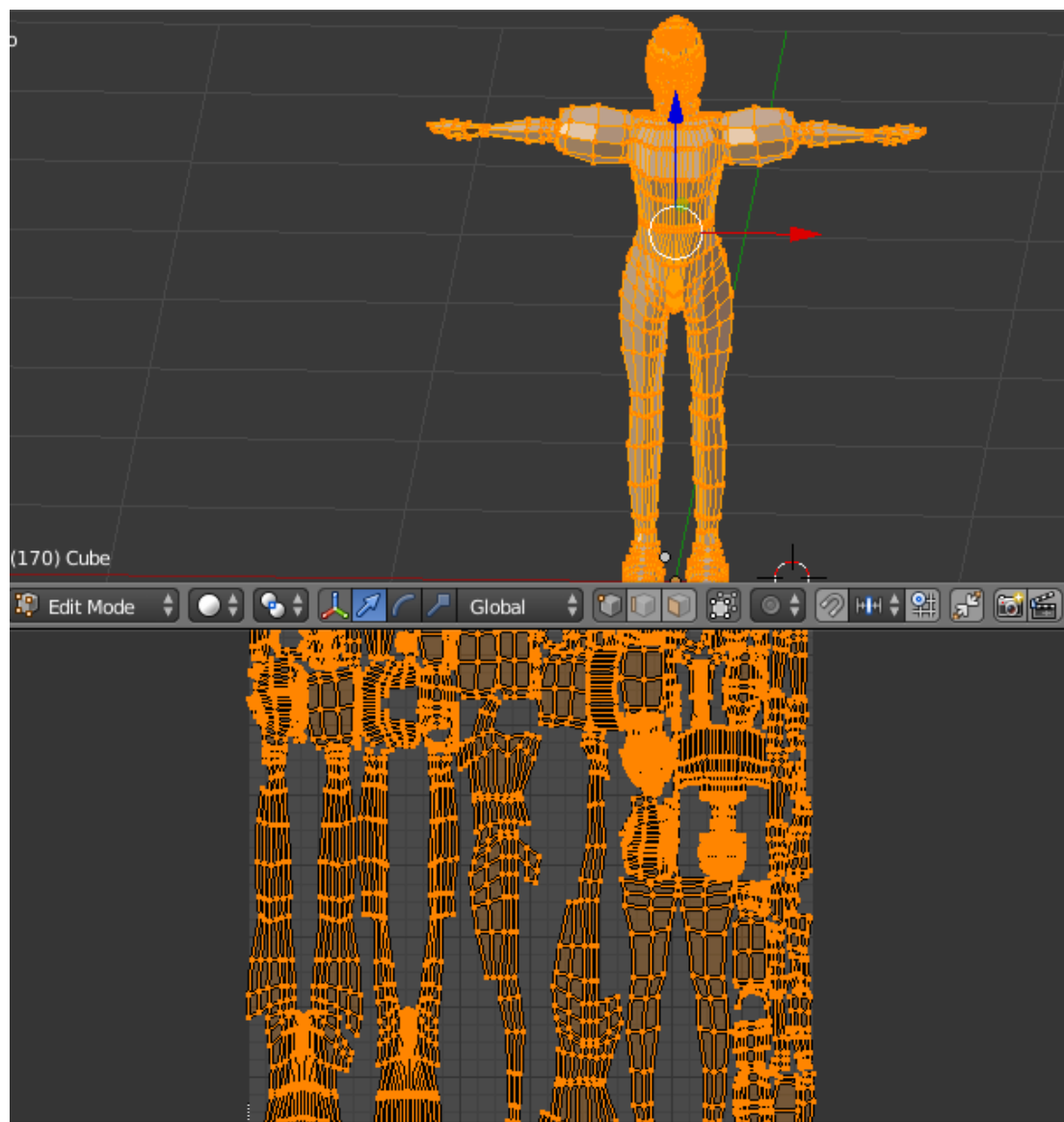
Tämä avaa UV/Image editoriin valitun alueen pinnan muokattavaksi.



Valitse Image>Open image valitaksesi haluamasi tekstuurin hahmolle.



Smart UV project on ominaisuus, jonka avulla Blender suorittaa toimenpiteen itse määritettyä kaavaa noudattaen. Sen avulla on helppo ja nopea saada raaka UV-unwrap teoksesta, mutta on suositeltavaa käydä rajaamassa saumat manuaalisesti eri osien hahmottamisen helpottamiseksi. Alla tulos tekijän hahmosta Smart UV:lla.



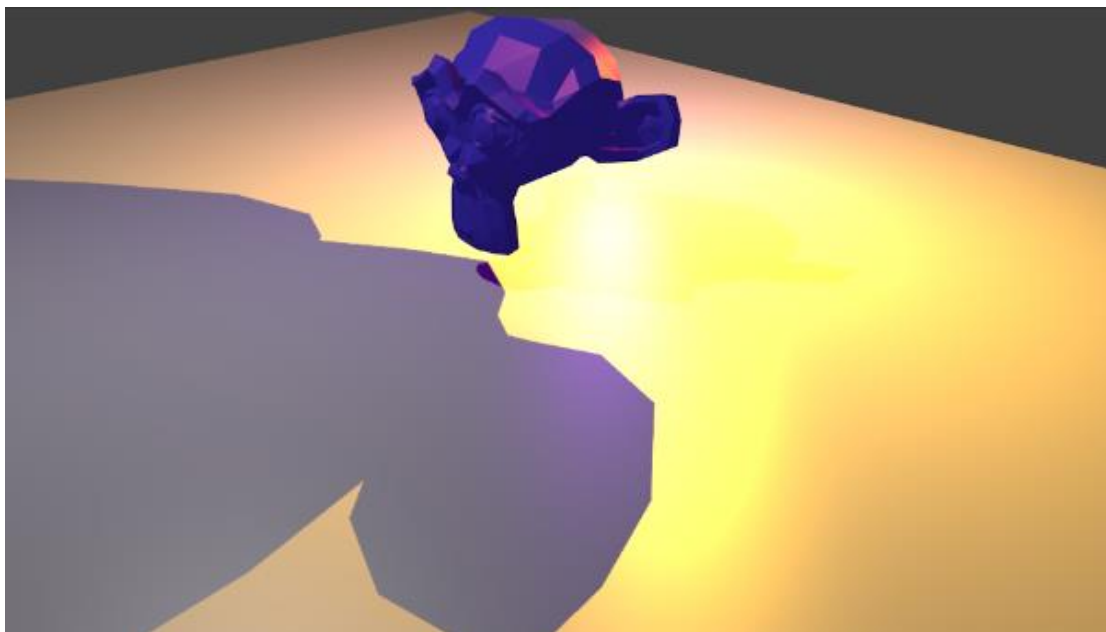
UV map muistuttaa hyvin paljon vaatteiden kaavaa tai tulostettua papercraft-pohjaa. Yksi tavallisimmista tavoista suorittaa koko hahmon UV mapping onkin järjestellä hahmon eri osat samalle pohjalle, ottaa tämä pohja ja tuoda tekstuurit haluamalle paikalle mm. kuvanmuokkausohjelmassa. Tämän jälkeen kuvan voi sijoittaa Blenderissä hahmon päälle. Vaihtoehtoinen tapa määrittää hahmolle tekstuurit ja värit on luoda yksi suuri kuva, joka sisältää tarpeellisen materiaalin, ja siirtää Blenderissä UV-kartat halutulle alueelle.

19 Renderöinti

Renderöinti on prosessi, jossa tuotetaan 2D-näkymää joko kuvana tai videosta tekijän 3D-teoksesta. Renderöinnin lopputulokseen vaikuttavat 3D-viewportissa olevan kameran sijainti, objektiin osuva valaistus, eri materiaalipinnat ja renderöintiin kuuluvat muut asetukset. Näitä ovat esimerkiksi kuvamateriaalin koko ja laatu. Renderöinnin keston vaikuttavat teoksen monimutkaisuus ja käyttäjän siihen käyttämä laitteisto. Renderöinnin aikana renderöintimoottori generoi 2D-kuvan 3D-työskentelytilassa sijaitsevan kameran osoittamasta kohteesta. (Blender 2.79 Manual, Render Introduction)



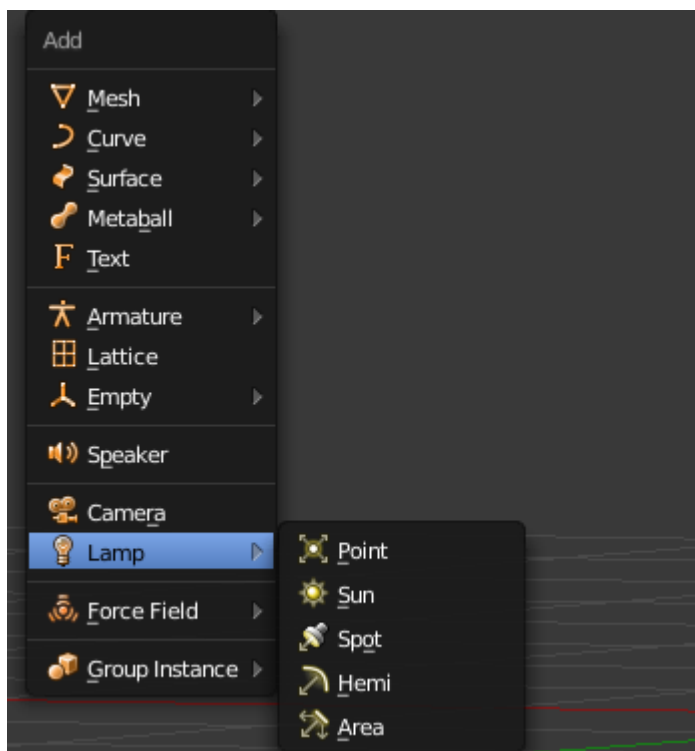
Kuva: Renderöinnin valmistelu objektitilassa. Järjestelyyn kuuluu mm. kameran sijoittaminen ja valojen asettaminen.



Kuva: Blenderillä renderöity kuva. Kameran näkymä määrittelee renderöitävän alueen.

Blenderin mukana tulee kaksi renderöintimoottoria. Ne ovat ohjelmia, jotka muuttavat 3D-teoksen, materiaalit, valot ja asetelmat kuviksi. Näiden nimet ovat Blender Render ja Cycles. Blenderiin voi myös lisätä renderöintimoottoreita kolmansilta osapuolilta. (Blender 2.79 Manual, Render Introduction)

Shift+A painaessa 3D-työtilaan voi lisätä kameroita ja valoja.



Lamppuja on monenlaisia.

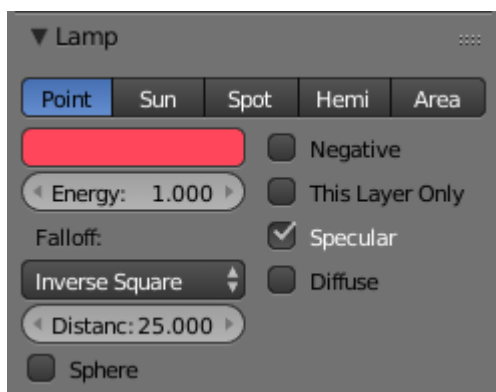
Point= Valopiste

Sun= Auringonvaloa muistuttava lamppu

Spot= spot-valo

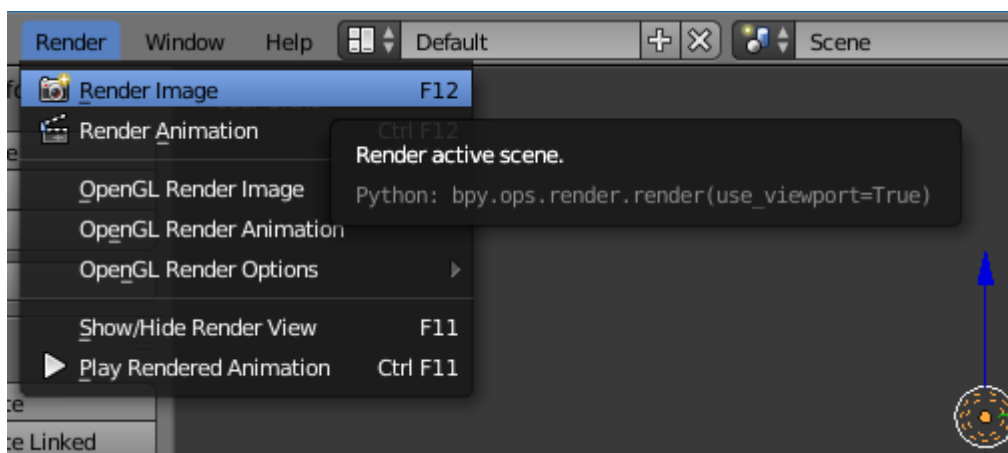
Hemi=180 asteen jatkuva valonlähde

Area= Tietystä suunnasta tuleva, koko alueen valaiseva valonlähde.



Lamppuja voi myös säätää, muun muassa niiden väriä, valovoimaa, etäisyyttä ja eri tapoja näkyä renderöidyssä kuvassa.

Itse renderöinnin voi suorittaa työkalun yläpalkista, painamalla "Render" ja valitsemalla haluamansa vaihtoehdon.



Halutessasi voit myös renderöidä animaation.

Renderöinti vie vaihtelevasti aikaa riippuen siitä, miten monimutkainen mallinnettu hahmo on.

20 Hahmon animointi

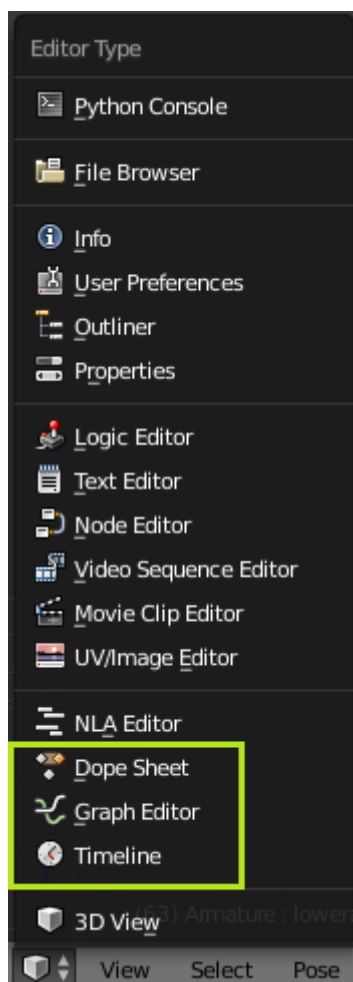
3D-hahmon animointi tuotetaan Blenderin pose-modessa. Pose-modessa on mahdollista muokata hahmon asentoa ja tämän avulla tuottaa frameja, joilla liikesarjat toteutetaan.

Perinteinen animaatio luodaan laittamalla useita, hieman toisistaan eroavia still-kuvia vierekkäin. Sitten ne toistetaan nopeissa erissä, luoden liikkeen illuusion. Sama teoria pätee animaation nykyäänkin, vaikka käytössä on modernit työkalut. Animaatio luodaan ruutu kerrallaan ja toistetaan katsojalle erissä.

Hahmon animaation suunnittelu on osa hahmosuunnittelua, sillä hahmon persoonallisuus ja ominaisuudet näkyvät halutessa myös tämän liikkeissä. Animaation perinteiset tekotavat ovat käytössä myös nykytekniikan rinnalla, muun muassa suunnittelun aikana. Tarvittavat avainkuvat (keyframet) jotka näyttävät animaation pääosalliset asennot voidaan piirtää tai valokuvata malliksi.

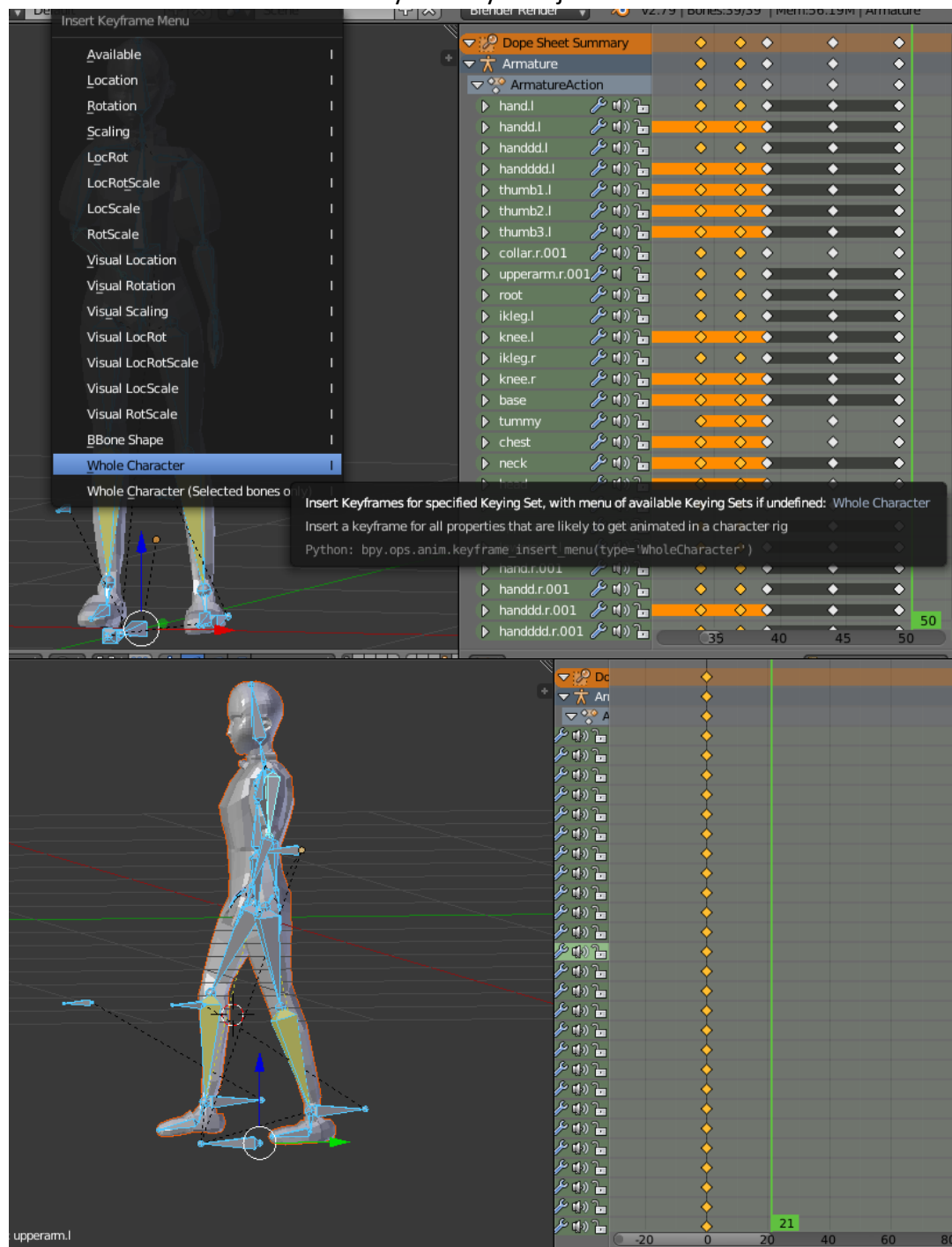
Animaatiota peliin tehdessä kannattaa selvittää, miten käytössä oleva pelimoottori suorittaa erilaiset animaatiot ja liikkeet.

1. Animaation aloittamiseksi lisää viewporttiin uusia ikkunoita vetämällä nykyisen ikkunan reunasta. Valitse tämän jälkeen view>timeline ja dope sheet. Timeline toimii animaation "karttana" ja näyttää, missä keyframeet sijaitsevat animaatioissa. Dope sheet on taas näkymä, jonne kootaan nämä keyframeet. On myös graph editor, jonka avulla liikkeen ilmenevistä voi muokata, 3D-mallin voi esimerkiksi saada värähtelemään.



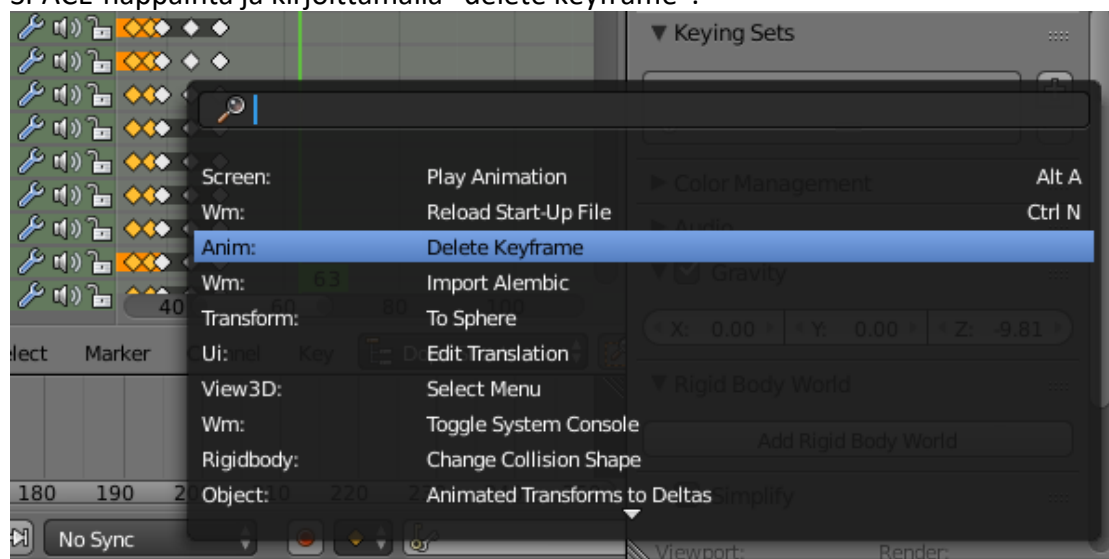
Blenderin animaatiotekniikka toimii kuin animaatio yleensä, ruutu kerrallaan. Blender kuitenkin laskelmoi liikkeiden vaihtumisen väliset tapahtumat, joten aivan kaikkia asentoja ei tarvitse määrittellä animaatioon.

2. Kun asento on valmis, paina A valitaksesi kaikki luut ja tämän jälkeen I-näppäintä. Blender luo hahmon asennosta keyframen valitsemallesi kohdalle timelinellä. Alhaalla näkymä lisäyksen jälkeen.



Saman poseerauksen kopiointi myöhempiin ruutuihin toimii kopioimalla halutun asennon painamalla ctrl+C ja liittämällä sen ctrl+V haluttuun ruutuun. Valitse tämän jälkeen kaikki luut A ja I:tä painamalla tee uusi animaatoruutu.

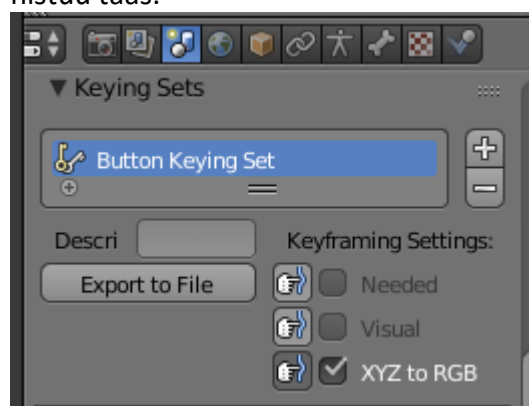
Keyframen poistaminen toimii valitsemalla poistettavan ruudun, painamalla SPACE-näppäintä ja kirjoittamalla "delete keyframe".



Animaatiota voi testata painamalla play-näppäintä timelinella.

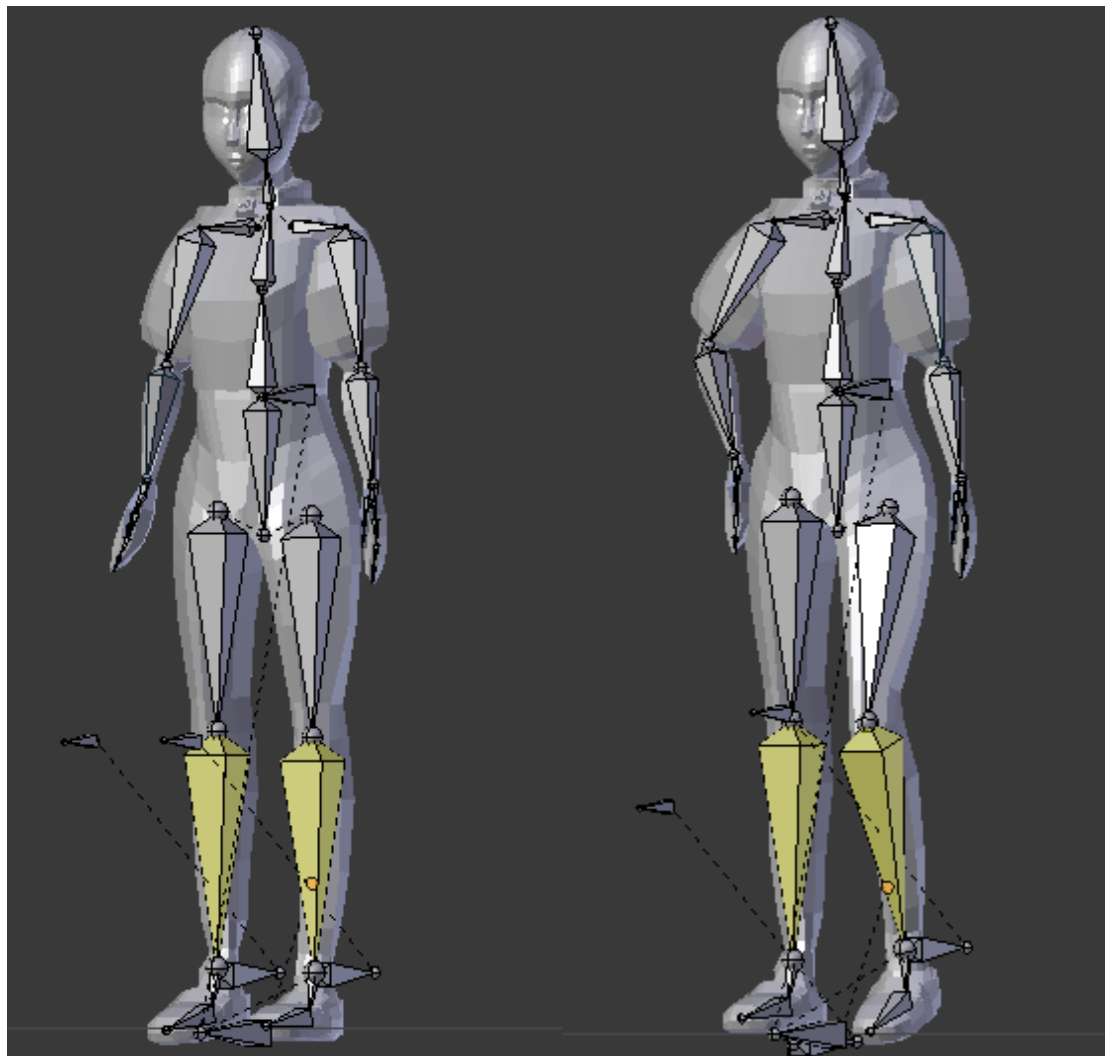
Ongelmanratkaisua:

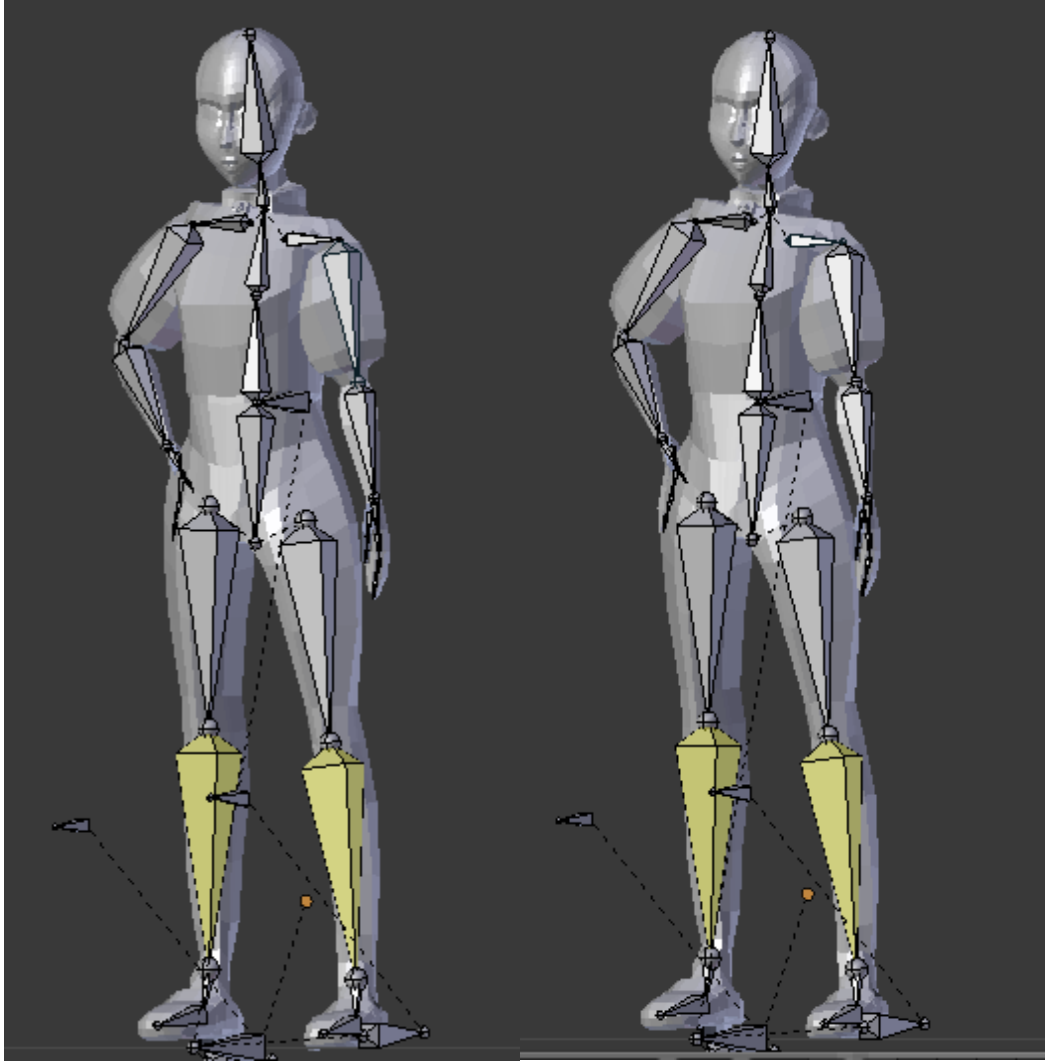
Jos I-näppäintä painaessa keyframen luonti ei onnistu ja Blender antaa viestin "keying set failed to insert any keyframes", siirry screenshotin mukaisesti tälle välilehdelle ja tyhjennä keying set-lista. Tämän jälkeen keyframejen luonti onnistuu taas.

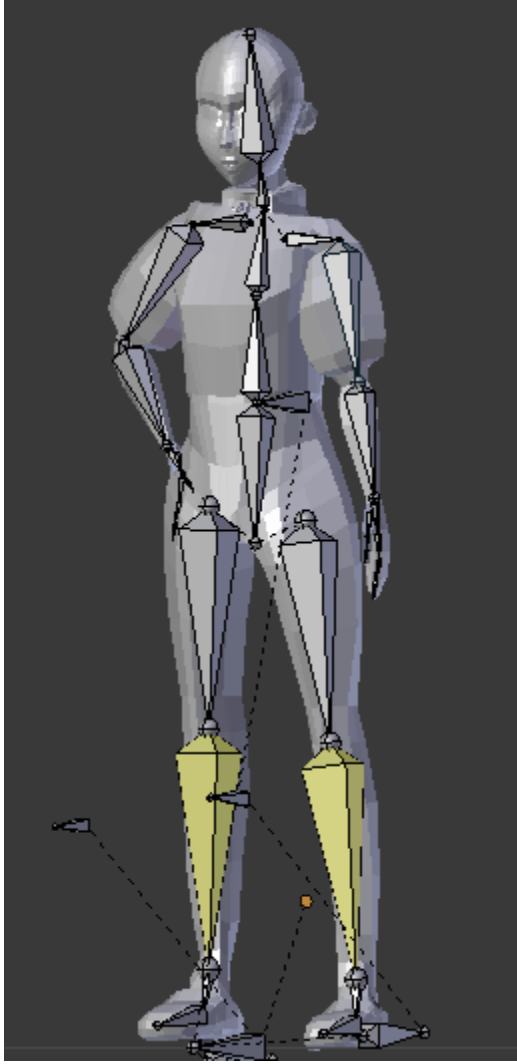


Alhaalla alkeelliset esimerkit hahmon seisomis- ja kävelyanimaatiosta. Mallia animaatioon voi ottaa tosielämästä (liikkeen videokuvaus, visuaalinen materiaali) ja muilta tekijöiltä harjoittelutarkoituksissa.

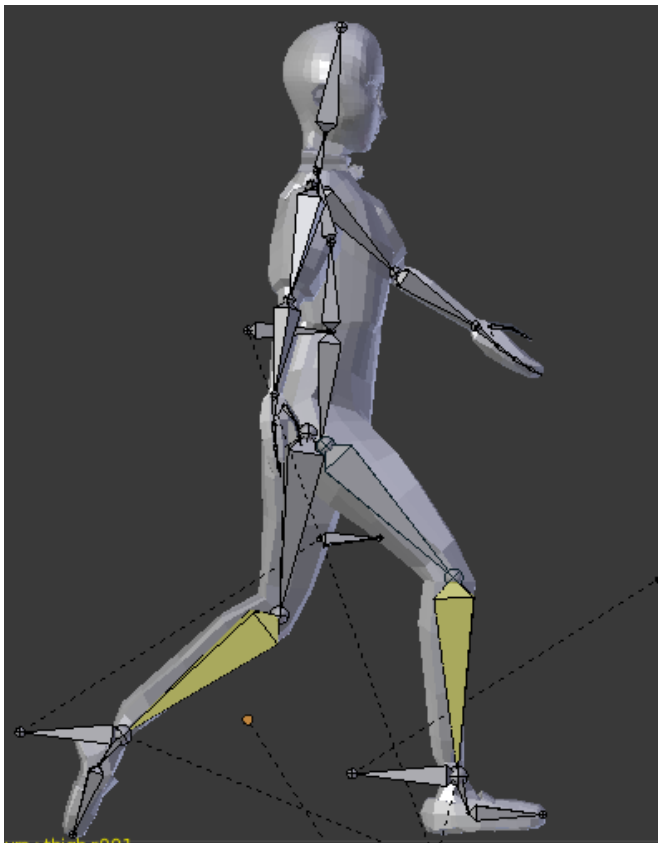
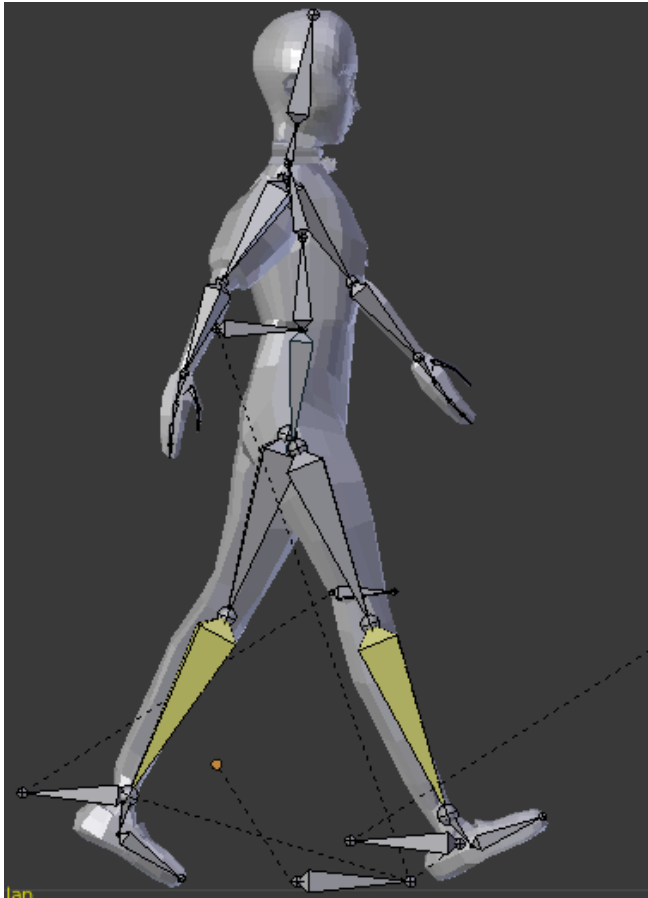
20.1 Idle-animaatio

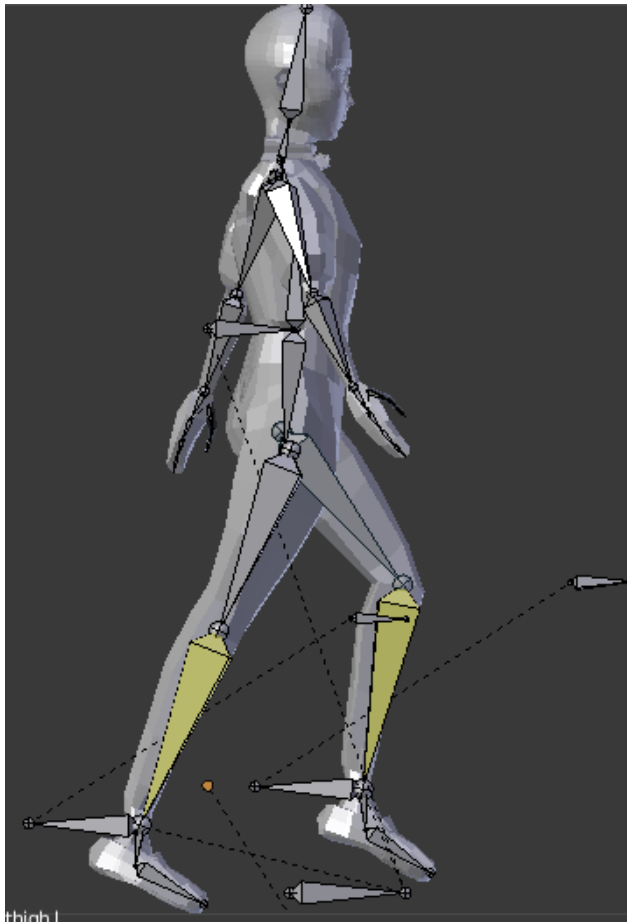
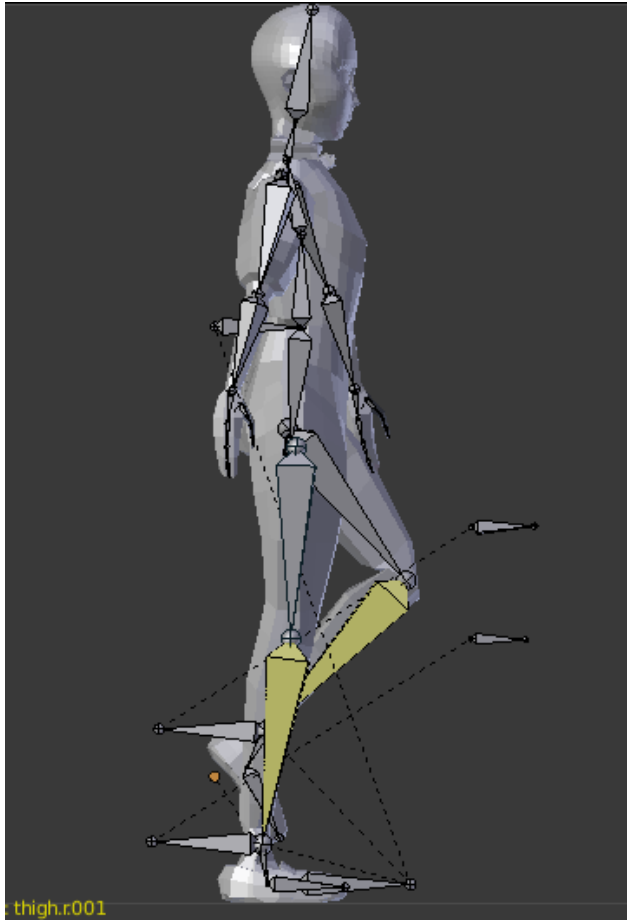


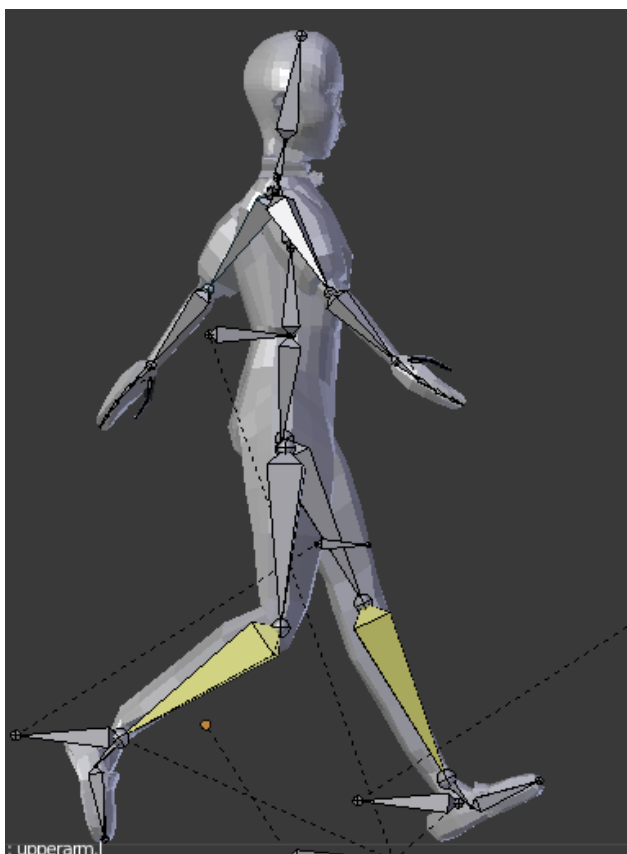




20.2 Kävelyanimaatio







21 Lähteet

Blender 2.79 Manual

Ernest Adams, 2014. Fundamentals of Game Design, Third Edition. New Riders.

Mitchell, Briar Lee 2012. Game Design: Essentials, developing concept art. Sybex. (books 24x7)

Simonds, Ben 2013. Blender Master Class: A Hands-On Guide to Modeling, Sculpting, Materials and Rendering.

Slick Justin, 2018. What Is 3D Modeling? 3D modeling software produces three-dimensional digital effects. Viitattu 1.2.2019 <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>

Totten, Chris 2012. Chapter 8 - Animating the Zombie. Game Character Creation with Blender and Unity. Sybex. (Viitattu 19.4.2018)

AutoDesk Help, 2016. Inverse Kinematics. Autodesk Knowledge Network. Viitattu 24.10.2018 <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-07C3BA47-32BB-477B-B6C5-1090E5C9B81C-htm.html>.

AutoDesk Help, 2016. Pose joints with FK. Autodesk Knowledge Network. Viitattu 25.10.2018 <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-659738A6-1F53-467C-AD62-1ACCD93FC52A-htm.html>.