

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikka, Lappeenranta  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Viestintätekniiikan suuntautumisvaihtoehto

Tomi Ahola

## **3D-MALLINNUS JA ANIMAATIOT**

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

Tomi Ahola

3D-mallinnus ja animaatiot, 101 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Viestintätekniikan suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö, 2011

Ohjaajat: lehtori Martti Ylä-Jussila, Saimaan ammattikorkeakoulu Oy,  
toimitusjohtaja Markus Heikkinen, Innotek Oy

Opinnäytetyön asiakas on lieksalainen LVI-alan tuoteinnovaatioyrittäjä Innotek Oy, joka tarjoaa kiinteistöjen LVI-järjestelmien kuntokartoituspalveluja sekä suunnittelee ja valmistuttaa kestäviä, taloudellisia ja ympäristöystävällisiä LVI-tuotteita.

Opinnäytetyön tavoitteena on opiskella Autodeskin 3ds Max Design 2010 –ohjelmiston käyttö ja tuottaa Innotek Oy:n Energo-ohjelman tuotteista mallinnuksia ja animaatioita. Tuotteiden mallinnuksia ja niistä tehtyjä animaatioita on tarkoitus käyttää informaatioita sisältävissä mainoskokonaisuuksissa, joko verkkosivuilla tai esittelytilaisuuksissa.

Työn tuloksena on mallinnettu Energo-tuotteista suihkukahva sekä säästöhanasuutin. Näistä on tuotettu kaksi animaatiokohtausta, joista toinen on renderöity. Lisäksi on tuotettu mallinnus ja animaatio Energo-logosta.

Asiasanat: Innotek Oy, 3D-mallinnus, 3ds Max Design 2010, Energo, animaatiot

## ABSTRACT

Tomi Ahola

3D modeling and animations. 101 pages

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Technology, Degree Programme in Information Technology

Software Engineering

Bachelor's Thesis, 2011

Instructors: Lecturer Martti Ylä-Jussila, Saimaa University of Applied Sciences,  
CEO Markus Heikkinen, Innotek Oy

The customer of the thesis is a company called Innotek Ltd, which is located in Lieksa, Finland and focuses on product innovations for HVAC industry. They provide inspection services for real estates to map their property condition. They also design HVAC products that are durable, economic and Eco-Friendly and have them manufactured.

The objective of this thesis was to study the use of Autodesk's 3ds Max Design 2010 modeling environment in order to be able to produce models and animations of Innotek Ltd's products that are part of the Energo program. The models and animations made of those products are meant to be used for marketing and commercials either on their website and or at presentations.

As a result of the work models of an economic faucet nozzle and a shower handle were made of products from the Energo program and two animations of them were produced. Additionally, a model and an animation were made of the Energo logo.

Keywords: Innotek Oy, 3D modeling, 3ds Max Design 2010, Energo, animations

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	ASIAKKAAN ESITTELY.....	9
2.1	Energo-ohjelma .....	9
3	AUTODESK 3DS MAX DESIGN 2010.....	10
3.1	Ominaisuudet.....	10
3.2	3D-mallinnus.....	10
3.3	Materiaali .....	11
3.4	Animointi .....	12
3.5	Dynamiikka, erikoistehosteet ja simulaatiot .....	12
3.6	Renderöinti .....	13
4	3DS MAX DESIGN 2010 TYÖYMPÄRISTÖ .....	15
4.1	Menupalkki.....	15
4.2	Työkalupalkki .....	16
4.3	Komentopaneeli.....	17
4.4	Viewport.....	18
4.5	Alempi käyttöliittymäpalkki .....	21
5	GEOMETRIA .....	23
5.1	Perusmalli .....	23
5.1.1	Objektin lisäys avaruuteen .....	24
5.1.2	Objektin hallinta- ja mallinnustyökalut .....	26
5.2	Modifierit .....	47
6	TEKSTUURI .....	49
6.1	Materiaali .....	49
6.2	Omat tekstuurit .....	52
7	ANIMOINTI .....	54
7.1	Animointi .....	54
7.2	Kamerat .....	56
8	VALAISTUS .....	59
8.1	Oletusvalaistus .....	59
8.2	Valon lähteet.....	59
8.2.1	Fotometriset valot.....	60
8.2.2	Standardit valot .....	61
8.2.3	Aurinko- ja päivänvalojärjestelmät.....	62
8.2.4	Valo-objektit .....	62
9	RENDERÖINTI .....	64
9.1	Renderöintiasetukset .....	64
9.1.1	Yleiset asetukset .....	64
9.1.2	Renderöintimoottorin asetukset.....	66
9.1.3	Valon säädöt .....	68
9.1.4	Prosessointi.....	70
10	PARTIKKELIJÄRJESTELMÄT.....	71
10.1	Partikkelijärjestelmän luominen .....	71
10.2	Particle Flow .....	72
10.3	Particle View .....	72
10.4	Depot paneeli.....	74
10.5	Voimat.....	74

10.6	Partikkelit näkymässä .....	74
10.7	Partikkelien ulkonäkö .....	76
11	HANASUUTIN-ANIMAATIO .....	77
11.1	Objektit .....	77
11.1.1	Hanasuutin .....	78
11.1.2	Vesihana .....	83
11.1.3	Vedenkuristin .....	85
11.1.4	Veden virtausta kuvaava objekti .....	87
11.1.5	Taustavesi .....	88
11.1.6	Taustavalaisua varten luotu objekti .....	89
11.2	Materiaalit .....	89
11.3	Animaation teko .....	93
12	YHTEENVETO .....	96
	KUVAT .....	97
	LÄHTEET .....	101

## TERMIT JA LYHENTEET

Bezier	Algoritmi, jolla lasketaan kontrollipisteiden ja verteksin suhdetta sulavan käyrän luomiseksi.
CV	Kontrolliverteksi
Emitter	Lähde, josta partikkelit oletuksena syntyvät partikkelisysteemissä.
Event-tapahtuma	View käyttöliittymässä olevat ryhmät, joista partikkelit saavat tilanteesta riippuen erilaiset ominaisuutensa.
Geometria	Objektin tiedoista koostuva näkyvä muoto.
Kohtaus	Scene. Viesinnän alan viittaus animaatioon tai sen osiin kokonaisuutena.
Materiaali	Määrittää miten objekti tai sen valitut pinnat heijastavat ja läpäisevät valoa.
MaxScript	3ds Maxin ohjelmointikieli
Mesh	Kolmiulotteisen geometrisen mallin tyyppi, jonka objekti koostuu kolmion muotoisista pinnan puoliskoista.
Metaballs	Nestemäinen pallon muotoinen objektityyppi.
NURBS	Non-uniform rational B-spline. Tämä on matemaattinen malli, jota käytetään pintojen ja käyrien ilmaisuun 3D-mallinnuksessa.
Näkymä	3ds Maxin Viewport.
Objekti	Työympäristössä mallinnettava esine.
Particle Flow	3ds Maxin tapahtumien kautta ohjattava partikkelisysteemi.
Particle System	Ryhmä, jossa partikkeleita käsitellään yhtenä kokonaisuutena.
Particle View	Particle Flow partikkelisysteemin käyttöliittymäikkuna, jolla ohjataan partikkeleita.
Poly	Kolmiulotteisen geometrisen mallin tyyppi, joka an-

taa laajemmat työkalut Polygoneista koostuvien objektien geometrian käsittelyyn.

Polygoni	Koostuu kolmesta tai useammasta reunuksesta ja muodostaa poly-tyyppisille objekteille renderöitävän pinnan.
Radiosity	Tekniikka, joka mahdollistaa todentuntuisen valon vuorovaikutuksen ympäristössä.
Renderöinti	Tekee 2D-kuvan tai animaation 3D-kohtauksesta.
Subdivision	Viitataan objektin pintojen jakamiseen pienempiin osiin tekemällä objektin geometriasta sulavamman.
Tekstuuri	Materiaalin pintakuvio, kuva tai väri.
Viewport	3ds Maxin graafinen objektien hallinta-alue.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Innotek Oy:lle heidän tuotteistaan 3d-malleja ja luoda niistä animaatioita sekä tutkia veden mallintamista ja sen lisäämistä animaatioon. Malleista on tarkoitus luoda animaatioita ja renderöidä videoleikkeitä, joita asiakas voi käyttää tuotteiden markkinoinnissa.

Työn rajoja ei voitu määrittää sitä aloittaessa koska kyseessä on tutkimalla oppimisesta, tämän vuoksi työn rajaus tapahtuu tiedon karttuessa. Oma tavoitteeni on oppia mallintamaan ja tekemään animaatioita 3ds Max Design 2010:n avulla.

Opinnäytetyö käsittelee 3ds Max Design 2010 -työympäristön hallintaa asiakastyötä varten. Tätä ohjelmistoa käytetään laajasti viihdeteollisuudessa esimerkiksi erikoistehosteiden ja efektien luomiseen liikkuvaan kuvaan. Tämän raportin tavoitteena on kertoa käyttämästäni 3ds Maxin ominaisuuksista ja työkaluista käymällä läpi mallinnuksen, teksturoinnin, animoinnin, renderöinnin sekä jonkin verran partikkelien käyttöä suihkuavan veden animointiin. Samalla raportissa käydään läpi asiakastyön vaiheet.



## 2 ASIAKKAAN ESITTELY

Opinnäytetyön asiakas on LVI-alan tuoteinnovaatioyrittäjä Innotek Oy, joka suunnittelee ja valmistuttaa kestäviä, taloudellisia ja ympäristöystävällisiä tuotteita. Innotek Oy:n päätoimipiste sijaitsee Lieksassa ja muut toimipisteet Helsingissä ja Kempeleellä sekä tuotevarastot sijaitsevat Lieksassa, Keravalla ja Kempeleellä. Innotek Oy työllistää 10 henkilöä ja sen vuosittainen liikevaihto on suunnilleen 1,2 miljoonaa euroa.

### 2.1 Energo-ohjelma

Innotek Oy aloitti vuonna 2000 Energo-säästöohjelman, jonka tarkoitus on minimoida veden ja energian kulutus kiinteistöissä. Vedenkulutuksen vähentämiseen tarvitaan myös asukkaiden omatoimisuutta. Tätä varten Innotek Oy tarjoaa asiakkailleen uusia teknisiä ratkaisuja ja tuotteita. Energo-säästöohjelmaan kuuluu palveluita sekä asennettavia tuotteita. Kiinteistöihin tehtävistä Energo-kartoituksista tehdään isännöitsijälle kuntoraportti, josta selviää tiloissa ja kalusteissa mahdollisesti havaitut viat. Energo-kuntoraportissa esille tulevat asiat:

- vesikalusteiden rikkonaisuus
- havaitut vuodot
- kosteiden tulojen pintojen rikkonaisuus
- asukkaiden esille tuomat viat
- selkeät haju- ja siisteyspoikkeamat.

Energo-ohjelman vaiheet ovat:

1. Kiinteistön edustaja tai isännöitsijä tekee Energo-tilauksen.
2. Energo-asentajat suorittavat kiinteistössä kalustokartoituksen, virtausmittaukset ja tekevät huoltosuositukset.
3. Energo-tilauksen laajuus tarkennetaan kartoituksen tulosten perusteella.
4. Sovitaan asennusaika ja tiedotetaan kiinteistöyhtiössä.
5. Energo-asentajat suorittavat asennustyön ja kuntoraportoinnin.
6. Asennus- ja kuntoraportit toimitetaan laskun mukana isännöitsijälle.
7. Isännöitsijä tarkastaa kuntoraportit ja tilaa tarvittaessa lisäkorjaustyöt.
8. Suoritetaan mahdolliset lisäkorjaustyöt.[1]

## **3 AUTODESK 3DS MAX DESIGN 2010**

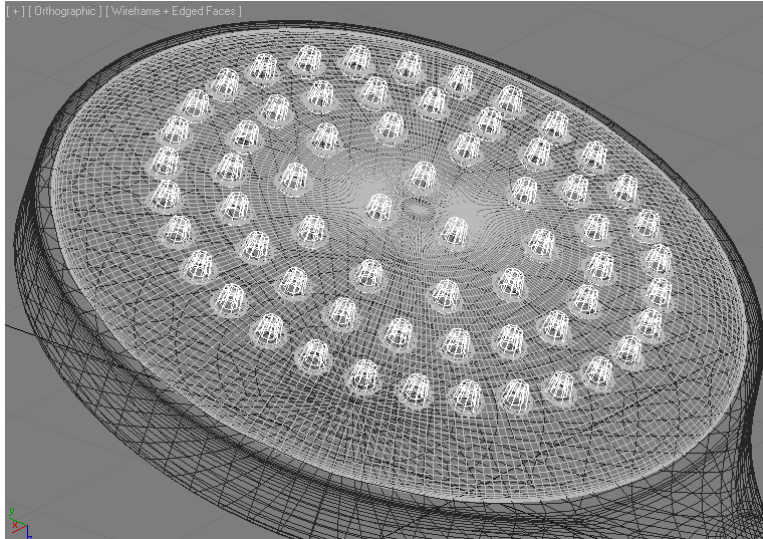
Autodesk 3ds Max Design on 3ds Max -ohjelmiston versio, joka on tarkoitettu arkkitehdeille, suunnittelijoille, insinööreille ja muille visuaalisen alan työntekijöille työkaluksi tuottaa 3D-mallinnuksia ja sitä kautta animaatioita heidän käyttötarkoituksiinsa. Tässä luvussa käydään läpi 3ds Maxin olennaisimmat ominaisuudet ja työkalut, joista kerrotaan tarkemmin luvuissa 4—9.

### **3.1 Ominaisuudet**

Autodesk 3ds Max Design eroaa 3ds Max -ohjelmistosta siten, että se sisältää työkaluja tarkkojen ja realististen valaistuksien tekemiseen sekä mahdollistamalla muiden Autodeskin ohjelmistojen tuotoksien tuonnin 3ds Maxiin yksinkertaistettuina. Yksinkertaistettu yhteensopivuus sallii Smart Data -työnkulun, jossa voidaan tuoda AutoCAD-, AutoCAD Civil 3D-, Autodesk Revit Architecture- ja Autodesk Inventor -ohjelmistoista suunnittelu- ja visualisointitöitä varten yksinkertaistettuja malleja. Autodesk 3ds Max sisältää työkalut ohjelmiston kehittämiseen ja rajattuun muokkaamiseen. [2]

### **3.2 3D-mallinnus**

Autodesk 3ds Max Design sisältämät 3D-mallinnuksen työkalut antavat mahdollisuuden luoda objekteja (kuva 3.1) ja käsitellä niiden geometriaa parametrien ja graafisten työkalujen avulla viidellä eri hallintatasolla: Vertice, Edge, Border, Polygon ja Element.



Kuva 3.1 Wireframe-näkymä mallinnuksesta

Vertice-hallintatasolla hallitaan objektia sen verteksin avulla. Edge-tasolla käsitellään objektin reunuksia eli kahden verteksin välistä tietoa. Border-tasolla tulee käyttöön objektin jatkuvien reunojen päädyt eli esimerkiksi putken pääty. Polygon-hallintatasolla päästään muokkaamaan objektin geometriaa sen pinnan avulla. Element-hallintatasolla hallitaan koko objektia kokonaisuudessaan. Jokaisella hallintatasolla on omat asetuksensa sekä työkalut, joista kerrotaan luvussa 5.

### 3.3 Materiaali

Materiaali on tietoa, joka sijoitetaan objektin pintaan niin, että objekti näkyy määritetyllä tavalla renderöitäessä (kuva 3.2). Materiaalit vaikuttavat objektien väreihin, kiiltoon, näkyvyyteen ja valon käsittelyyn.



Kuva 3.2 Renderöity versio kuvasta 3.1

Perusmateriaalit koostuvat ympäristötiedosta, hajautuksesta ja peilimäisyydestä. Näihin komponentteihin voidaan sijoittaa esimerkiksi värikarttoja tai kuvia tuomaan lisää eloa, kuten kuvassa 3.2 kromin ympäristökartaksi on laitettu kylpyhuone ja peilimäisyyttä on muokattu siten, että ympäristö näkyy melkein tarkkana.

### **3.4 Animointi**

3ds Max Designilla voidaan luoda 3D-tietokoneanimaatioita erilaisia käyttötarkoituksia varten. Animointia voidaan tehdä tietokonepelejä, erikoistehosteita, elokuvia, sarjoja tai muuta julkaisua varten. Animointia hallitaan muiden videonkäsittelyohjelmien tapaan aikajanan ja avainkuvien avulla, mutta 3ds Max Designissa on useampiakin animoinnin hallintaan erikoistuvia työkaluja ja siihen voidaan valjastaa vaikka fysiikkaa simuloivia moottoreita tarvittaessa.

### **3.5 Dynamiikka, erikoistehosteet ja simulaatiot**

3ds Maxissa on tarjolla valmiiksi työkaluja esimerkiksi fyysikan simuloimiseen, tekstiilien tekoon, dynamiikan hyödyntämiseen, objektien välisiin reaktioihin ja vaikka karvoituksen tekemiseen [2]. Yksi tehokkaimmista työkaluista animaatioiden, erikoistehosteiden ja simulaatioiden tekoon on partikkelijärjestelmä, jolla voidaan luoda pisteitä, joilla on nopeus, suunta ja sijaintitiedot. Näitä pisteitä

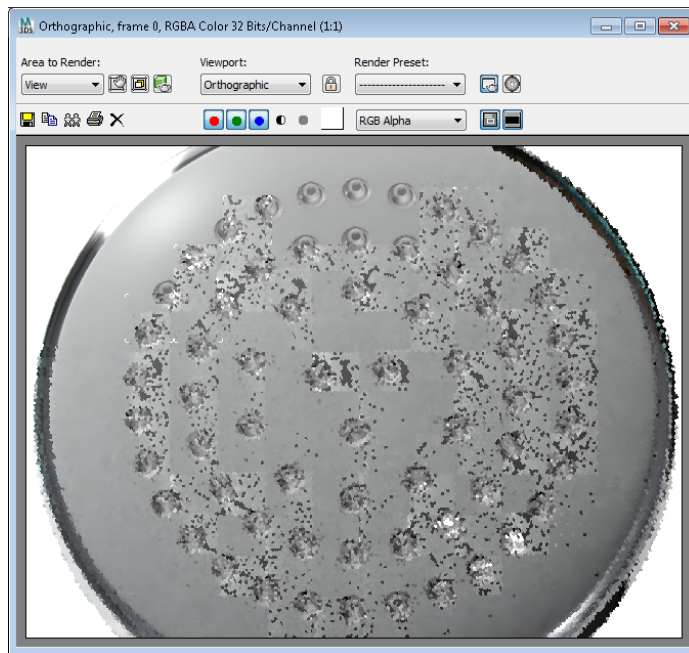
voidaan sitten korvata objekteilla ja niihin voidaan vaikuttaa vaikkapa fysiikkatyökaluilla tai lisäämällä omia vaikuttajia pflow-työkalulla, kuten esineiden pyörimisnopeudet ja suunnat.

### 3.6 Renderöinti

Renderöinti luo 2D-kuvan tai animaation perustuen kohtaukseen, jonka käyttäjä on luonut. Renderöinti sävyttää kohtauksen geometrian käyttäen asetettua valaistusta, materiaaleja sekä ympäristön asetuksia kuten taustakuva tai ilmasto.[3]

3ds Maxissa käytetään oletuksena Scanline-renderöintimoottoria. Tämä piirtää kuvan nimensä mukaisesti horisontaalisesti viivoittain. Scanline-renderöinti on algoritmi näkyvän pinnan määrittämiseksi. Kaikki renderöitävät polygonit järjestellään piirrettävien listaan niiden kameraan suhteessa olevan sijainnin mukaan, jonka jälkeen jokainen kuvan viiva käsitellään pikseli kerrallaan käyttäen pyyhkäisyn ja piirrettävien listan kärjessä olevien polygonien leikkausta. Samalla listasta poistetaan polygonit, joita ei näy sitä mukaan, kun renderöinti etenee viiva kerrallaan kuvaa alaspäin. Tämän tavan etu syntyy siitä, kun käsitellään tason normaalin mukaan verteksejä, niin verteksien välisten reunusten vertailu vähenee, jolloin vähennetään huomattavasti laskemisen määrää. Toinen etu on, että ei ole välttämättä tarpeen välittää kaikkien verteksien koordinaatteja keskusmuistista välimuistiin. Ainoastaan reunoja määrittelevät verteksit, jotka leikkaavat sen hetkisen pyyhkäisyn kanssa, täytyy välittää välimuistiin. [4]

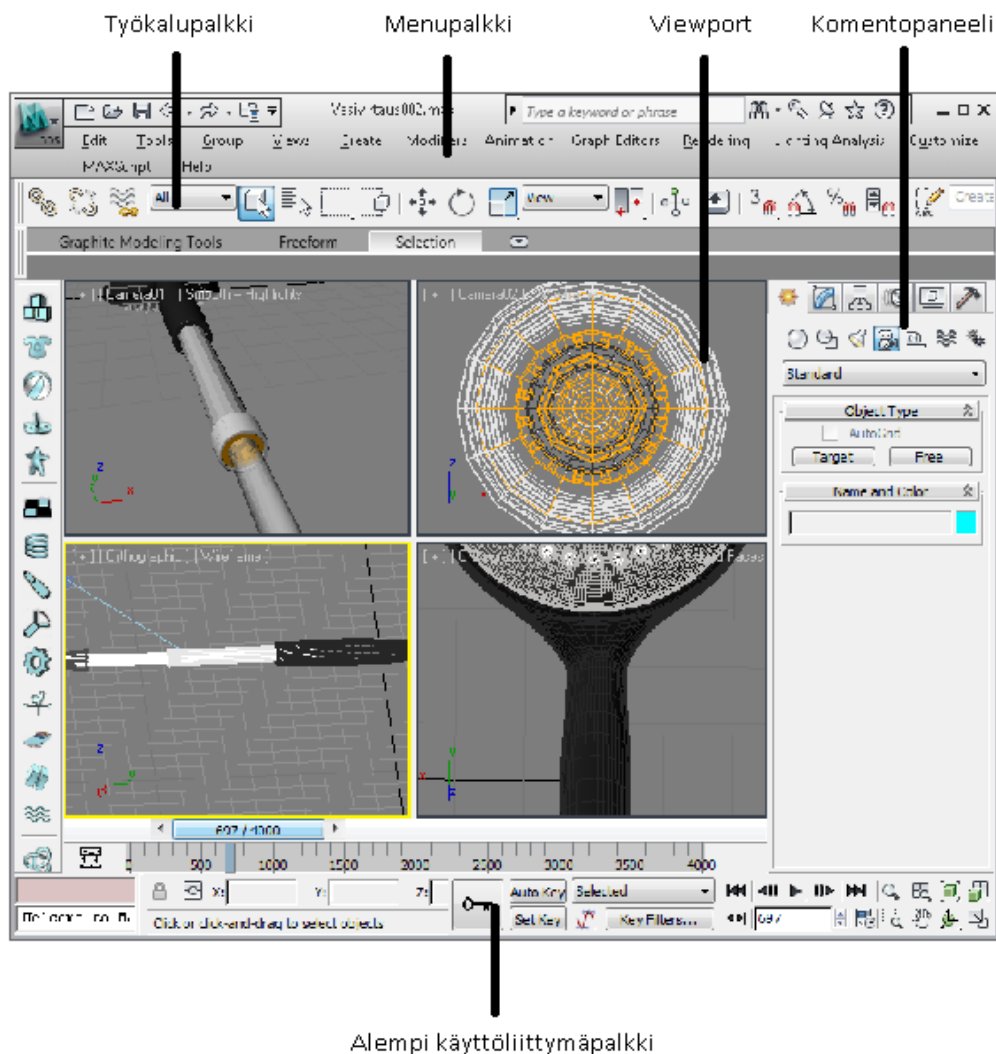
Vaihtoehtoiseksi renderöintityökaluksi 3ds Max sisältää kolmannen osapuolen mental ray -renderöintimoottorin. Mental ray (kuva 3.3) on renderöintiohjelma, jolla pyritään yhdistämään fyysisesti oikein simuloitun valon käyttäytyminen täydelliseen visuaalisten erikoistehosteiden ohjelmoitavuuteen. Mental ray sopii enemmän 3ds Maxin tapaisten sovellusten työskentelijöille, koska se sisältää valaistukseen liittyviä perusasetuksia, jotka säästävät työn kohdalla aikaa, mutta nostaa perusasetuksilla renderöintiaikaa suhteutettuna scanlineen. Scanlinella voidaan kuitenkin suuremmalla työllä saavuttaa samat tulokset kuin mental raylla.



Kuva 3.3 Renderöinti tapahtumassa mental raylla

## 4 3DS MAX DESIGN 2010 -TYÖYMPÄRISTÖ

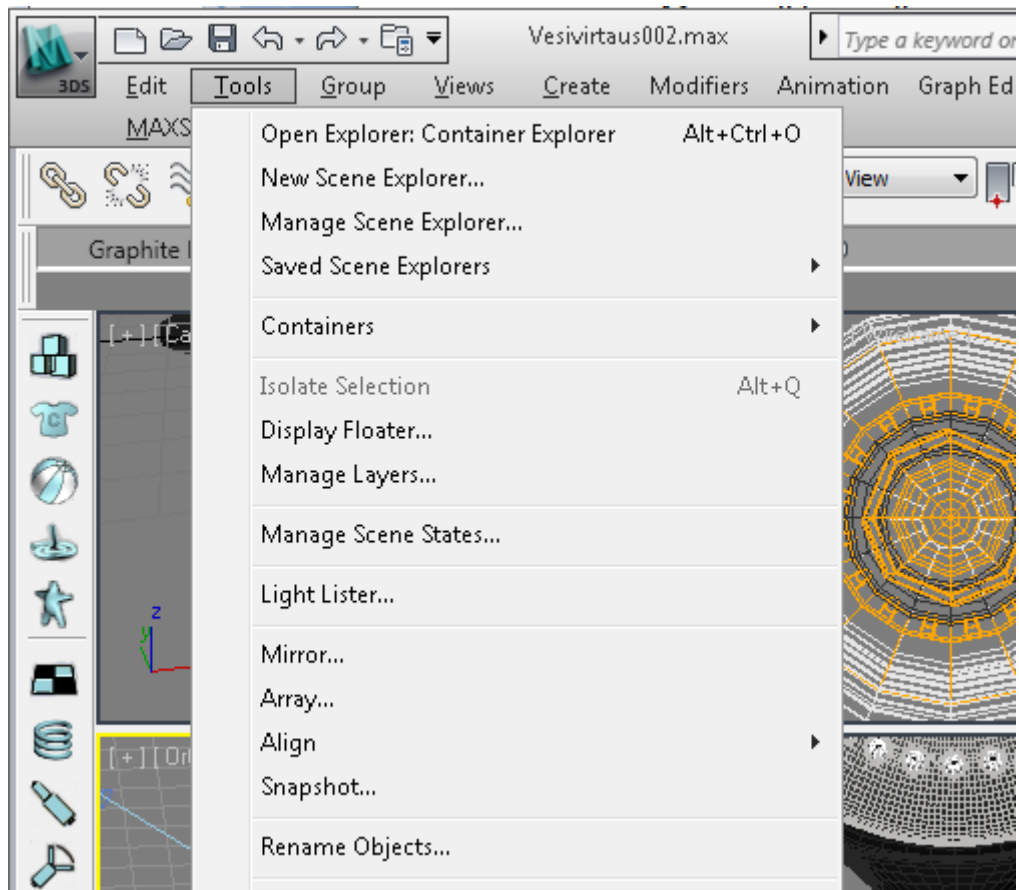
Tässä luvussa käydään läpi 3ds Max Designin työympäristön käyttöliittymä, tärkeimpien työkalujen sijainnit ja niiden käyttö. 3ds Maxin käyttöliittymä voidaan jakaa viiteen elementtiin kuvan 4.1 mukaisesti.



Kuva 4.1 3ds Maxin käyttöliittymä

### 4.1 Menupalkki

Menupalkki (kuva 4.2) sisältää suurimman osan 3ds Maxin komennoista ja joi-takin niistä voidaan hallita näppäinyhdistelmillä, jotka näkyvät komentojen oike-alla puolella.



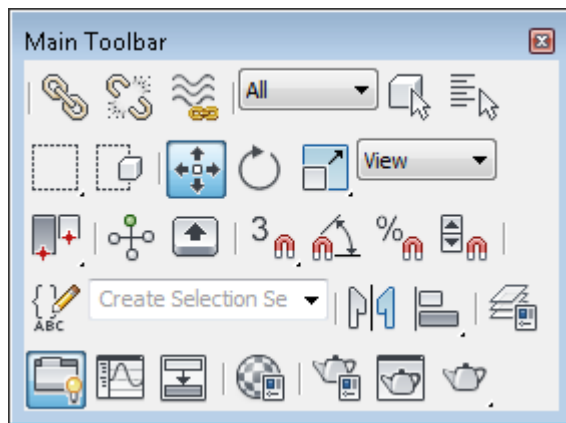
Kuva 4.2 Menupalkki

Jotkin komennot on jo sijoitettu työkalupalkkiin niiden käytön yleisyyden takia.

## 4.2 Työkalupalkki

Päätyökalupalkki (kuva 4.3) on aseteltu perusasetuksena menupalkin alapuolelle, mutta se ja muutkin työkalupalkit voidaan irrottaa ohjelmiston käyttöliittymästä leijuviksi työkaluikkunoiksi vetämällä hiiren avulla työkalupalkin vasemmassa laidassa olevien kahden pystysuuntaisen viivan kohdalta.



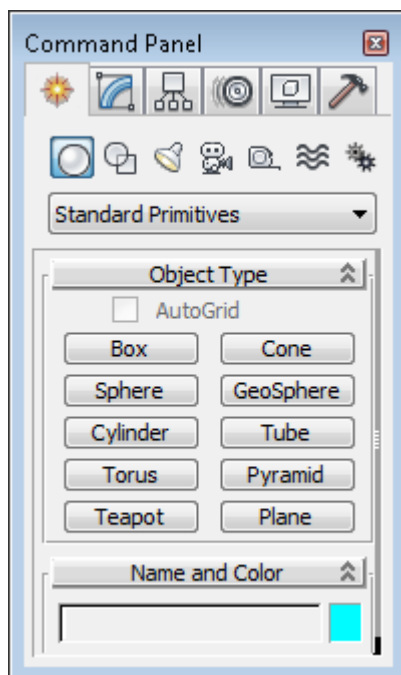


Kuva 4.3 Työkalupalkki

Työkaluja voidaan vaihtaa ja sen oletustyökaluihin kuuluvat linkitys-, valinta-, liikutus-, peilikuva-, pyöritys- ja skaalaustyökalut sekä linkit renderöintiin, materiaalieditoriin, kaavionäkymään ja kerrostenhallintaan.

### 4.3 Komentopaneeli

Komentopaneeli on 3ds Maxin olennaisin osa objektien hallinnassa ja muokkaamisessa (kuva 4.4).



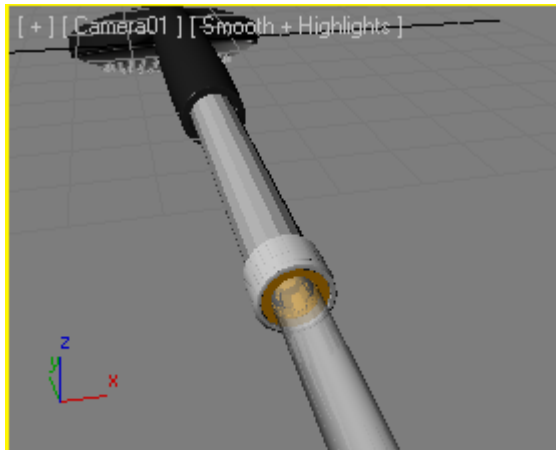
Kuva 4.4 Komentopaneeli

Komentopaneeli sisältää seuraavat valinnat:

- alkukantaiset perusmallit objekteille, jotta työn voi aloittaa helpommin eikä tarvitse laatikosta työstää putkea
- työkalut, joilla voidaan piirtää muotoja nopeuttamaan työtä, johon alkukantaiset perusmallit eivät riitä
- valaistusobjektit
- kameraobjektit
- avustuskehys ja mittaustyökaluja muotoilua ja oikeassa mittakaavassa pysymistä varten
- fysiikkatyökalut, joilla voidaan esimerkiksi simuloida painovoimaa linkittämällä objektiin painovoimaa kuvaava voimaobjekti
- reaktor, joka on kolmannen osapuolen kehittämä fysiikkatyökalukokoelma, jolla voidaan vaikkapa muodostaa toisiinsa realistisesti reagoivia objektiryhmiä, kuten pinossa oleva laatikkoryhmä, joka kaatuessaan aiheuttaa laatikoiden dynaamisen kimpoilun ja törmäilyn toisiinsa
- järjestelmäobjektit, joihin kuuluvat ympäristövalo-, partikkeli-, luusto-, ihmisrunko- ja aaltorinkijärjestelmät
- hierarkiatyökalut, joiden yleisimpiä käyttötarkoituksia on monimutkaisten liikkeiden kontrollointi, niveliin perustuvien rakennelmien hallinta, perustan luominen käännteiskinematikalle ja asetetaan pyörimis- ja liukumisparametrit luutyökalulle
- työskentelynäkymässä olevien objektien näkyvyyden ja esiintymisen hallintatyökalut
- objektien valinta ja muutostyökalut, joista kerrotaan enemmän luvussa 5.

#### **4.4 Viewport**

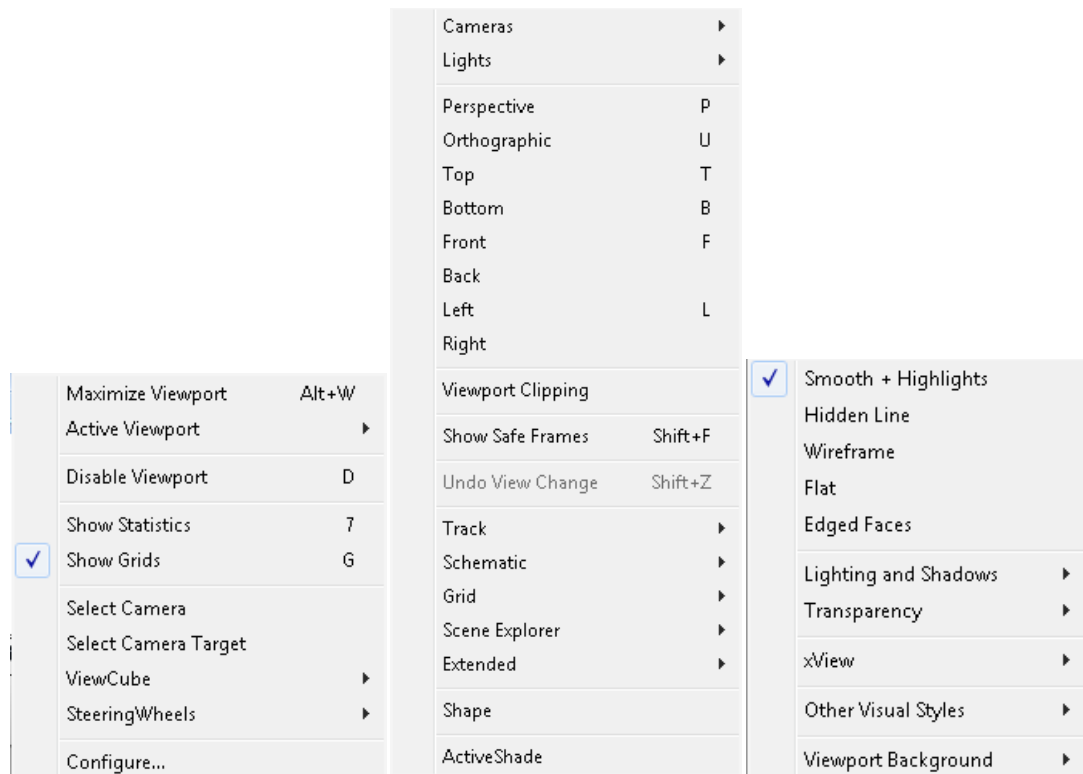
Viewport viittaa paneeliin, josta näkyy graafisessa muodossa 3ds Maxin kohtauksen sisältö (kuva 4.5).



Kuva 4.5 Viewport

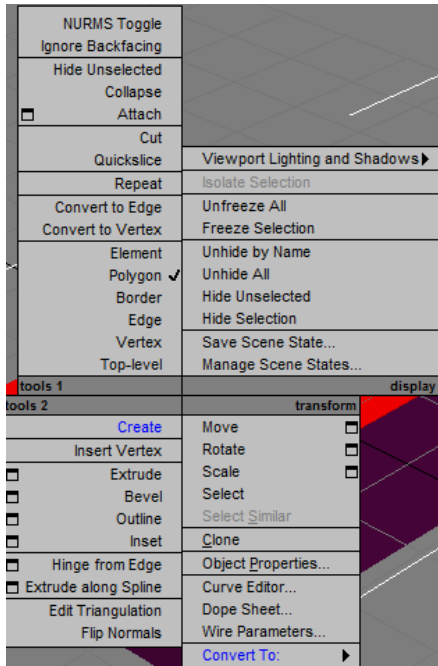
Kuvan 4.5 näkymässä nähdään raakaversio asetelluista objekteista, valoista ja materiaaleista. Niiden tarkkuutta työskentelyvaiheessa voidaan muuttaa enemmän renderöintiä vastaavaksi, mutta se saattaa vaatia työn tiedon määrästä ja valaistuksen tarkkuudesta riippuen paljon näytönohjaimelta, joten yleensä työskennellään aivan yksinkertaisessa näkymässä ja renderöidään testikuvia oikean tilanteen seuraamiseksi.

Viewportin asetuksia voidaan muuttaa suurimmaksi osaksi kuvan 4.6 näyttämällä valikolla. [+] -valikosta voidaan muuttaa näkymän rakennetta näyttämällä vaikkapa näyttämällä yksi näkymä koko ruudun laajuisena tai niin, että neljä näkymää jakaa ruudun tasaisesti tai epätasaisesti työskentelijän tarpeen mukaan. Samassa valikossa on linkki tarkempiin näkymien säätöihin, jossa esimerkiksi pystytään säätämään näkymän valaistuksen tarkkuutta. [View]-valikosta voidaan valita kameran näkökulma tai ottaa valinnaksi valoja. Tärkeimpänä on kuitenkin kuvakulman valinta näkymiin, jotta objektia käsitellessä pystytään hahmottamaan muokkauksen vaikutukset tarkemmin sillä yhdestä suunnasta katsoessa ei välttämättä huomaa, kuinka syvällä valinta on ruudussa ellei näe samaa kuvaa sivusta. [Object Visibility]-valikosta voidaan nopeasti valita muutamista perusasetuksista miten objektien geometria näkyy ruudulla. Sieltä voidaan myös säätää läpinäkyvyyksiä ja valaistusta sekä xViewistä määrittää, miten objektin osat näkyvät käsiteltäessä.



Kuva 4.6 Viewportin vasemman yläkulman valikot järjestyksessä [+], [View] ja [Object Visibility]

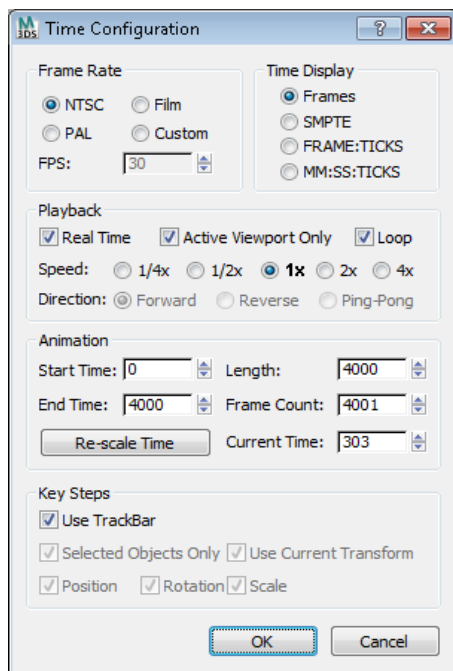
Quadmenu (kuva 4.7) avautuu painamalla oikeaa hiiren näppäintä näkymän kohdalla ja sen näkyvät menut mukautuvat valitun objektin mukaan. Se on tarkoitettu työskentelyä nopeuttavaksi elementiksi ja siihen on sisällytetty yleisimpiä työkaluja ja asetusten muutoslinkkejä. Tärkein työkalu tässä valikossa on Convert To: -menu, josta muutetaan objektin geometrian tyyppi joko mesh, poly tai patch -tyyppiseksi. Toinen tärkeä asia tässä menussa on Object Properties.. - linkki, josta päästään muuttamaan asetuksia objektipohjaisiksi, jotta se ei enää käytä kaikkia globaaleja muutoksia. Esimerkiksi voidaan tehdä objektipohjainen liikkeensumennus (Motion Blur), jolloin tätä ei tarvitse tehdä kameraan, josta se vaikuttaisi jokaiseen objektiin, joka näkyy kamerassa.



Kuva 4.7 Quadmenu

## 4.5 Alempi käyttöliittymäpalkki

Alempi käyttöliittymä (kuva 4.8) sisältää ajanhallinnan työkalut ja näkymän avaruuden navigointityökalut, joita harvemmin käytetään, sillä niistä tarvitsee vain muutamaa ja niiden näppäimet opitaan nopeasti.



Kuva 4.8 Ajan hallinta ja skaalaus

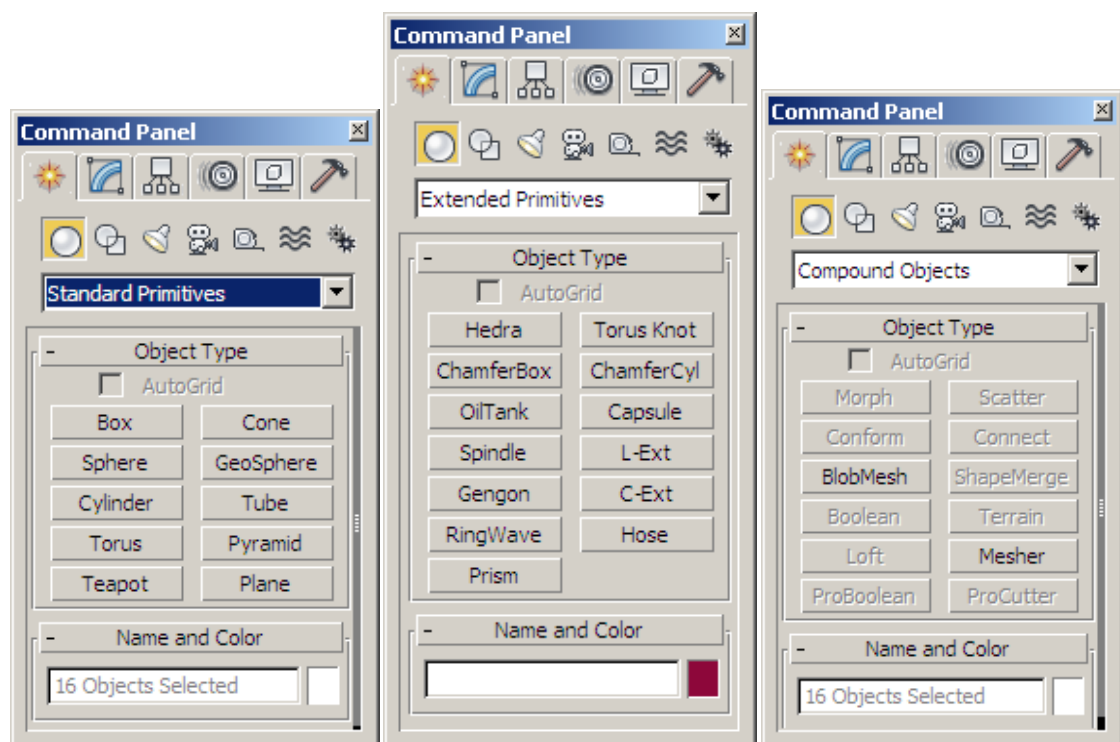
Ajanhallinnan avulla luodaan animoinnit käyttämällä avainkuvia, joissa esimerkiksi objekti on tallennettu tiettyyn sijaintiin ja edellinen avainkuva on tallennettu toiseen sijaintiin. Tässä tilanteessa 3ds Max skaalaa objektin nopeuden ja liikumisen näiden sijaintien välillä avainkuvien välisen ajan mukaan. Mitä tarkemmin halutaan hallita objektin liikettä itse, sitä enemmän täytyy muokata avainkuvia aikajanaan, sillä ohjelman tekemät loogiset ratkaisut objektien liikeradoille eivät välttämättä vasta haluttua lopputulosta.

## 5 GEOMETRIA

Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi objektien geometrian hallinta- ja muokaus sekä niitä koskevat työkalut.

### 5.1 Perusmalli

Perusmallit (kuva 5.1) ovat keino vauhdittaa mallinnusta luomalla alkeellisia objekteja pohjaksi työlle.

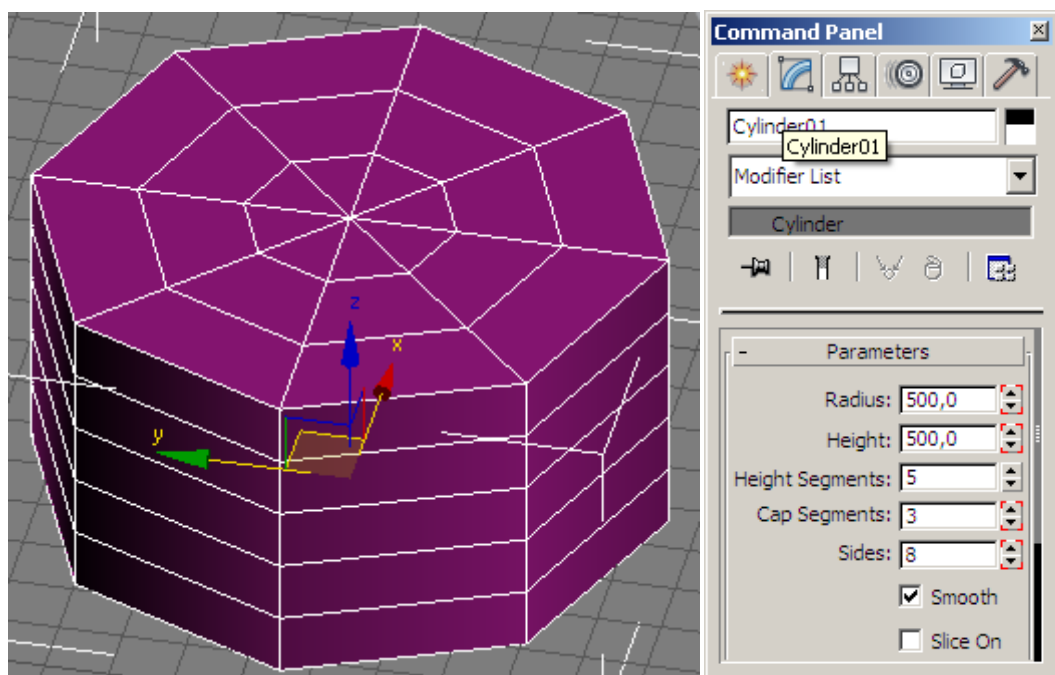


Kuva 5.1 Objektien perusmallit

Perusmalleja ovat kuvassa 5.1 näkyvät objektityypit. Malleihin voidaan lisätä boolean -operaatioita, kuten leikkauksia, vähennyksiä ja yhdistyksiä. Esimerkiksi voidaan tehdä kaksi palloa, joihin lisätään blobmesh-tyyppinen boolean-operaatio, jolloin niistä tulee niin sanottuja metapalloja ja yhdistyessään ne summaavat oman massan ja tilan.

### 5.1.1 Objektiin lisäys avaruuteen

Objekti lisätään avaruuteen valitsemalla objektityyppi, jonka mukaan hiiren vedot alustavat kyseisen objektin parametrit ruudulle. Näitä voidaan kuitenkin heti muuttaa syöttämällä itse parametrit, kuten kuvasta 5.2 näkyy. Kuvassa on luotu sylinterimalli näkymään hiiren avulla, jonka jälkeen on siirrytty objektin muokausosioon komentopaneelissa, josta on muutettu säde, korkeus sekä sivujen että segmenttien määrät.



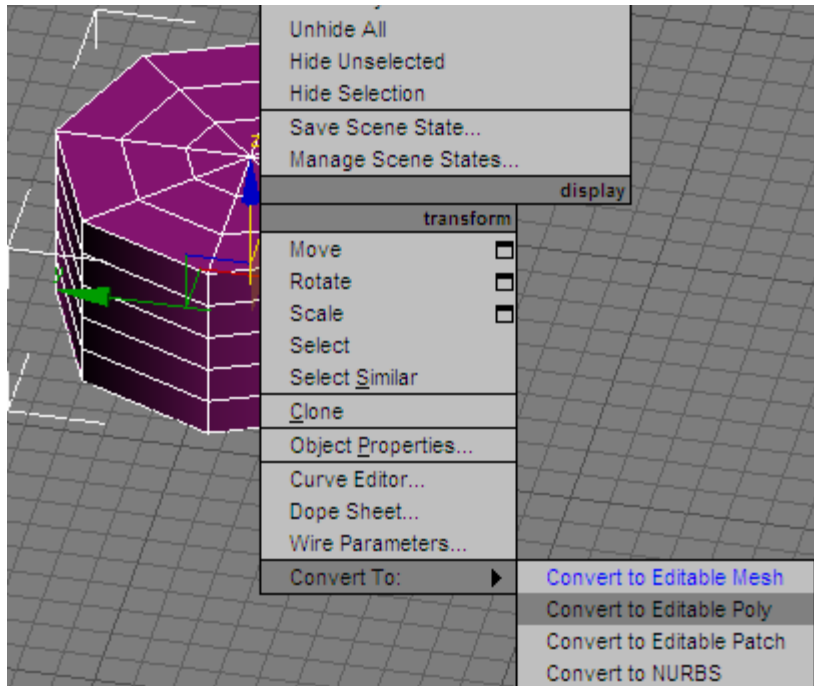
Kuva 5.2 Sylinterimallin parametrit

#### 5.1.1.1 Objektiin muokkaukseen siirtyminen

Jotta objektia voitaisiin muokata ohjelmiston työkaluilla, niin perusobjekti täytyy muuttaa joksikin kuvassa 5.3 näkyvistä neljästä vaihtoehdosta. Valinta perustuu suoraan siihen miten halutaan objektin geometriaa käsitellä. Yleisin käytettävä muoto on Editable Poly, joka antaa laajimmat valmiit perustyökalut 3D-geometrian käsittelyyn. Meshiä käytetään harvoin, mutta yksi sen käyttötarkoituksista on pinnan tarkka käsittely käsin, kuten reiän piirtäminen tai pinnan tiedon lisääminen, jotta generoidut tekstuurit pysyvät tarpeeksi tarkkoina. Editable Patch on periaatteeltaan sama kuin Patch Modifier, jossa geometria kartoite-

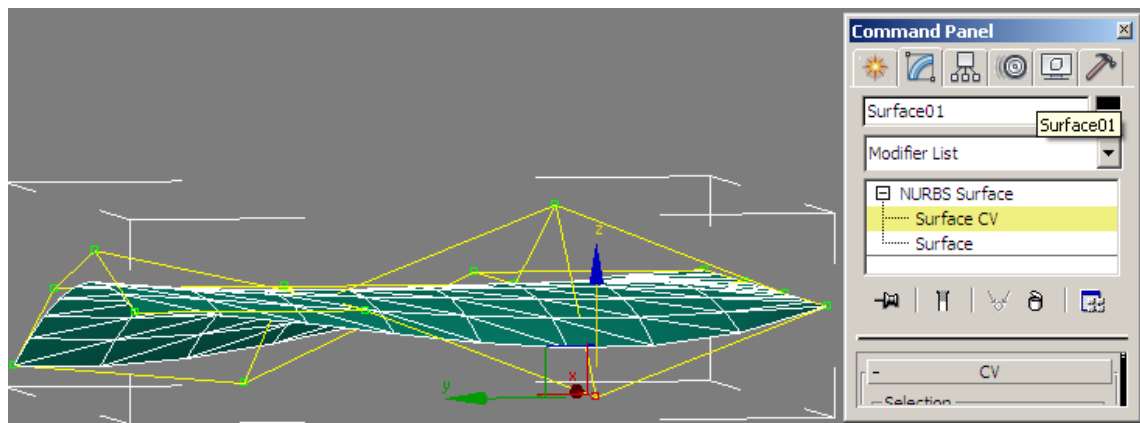


taan Bezierin käyrätekniikan käytettäväksi, jolloin geometrian muotoja voidaan hallita siirtelemällä kontrollipisteitä, joiden sijainnista käyrätekniikka laskee verteksien sijainnit ja pinnanmuodon. On suositeltavampaa muistin kulutuksen kannalta muuttaa itse objekti patch-tyyppiseksi kuin käyttää modifieria.



Kuva 5.3 Objektin käsittelymuodon muuttaminen quadmenun kautta

NURBS-tyyppisiä objekteja (kuva 5.4) hallitaan verteksien avulla, jotka eivät ole sidottuja itse geometriaan vaan antavat painotuksia pinnan sisältämille käyrille, joiden avulla ohjelma laskee pinnan muodon. Tämä on todella tehokas työkalu sulavien asymmetristen pintojen tekoon ja toimii myös joidenkin symmetristen pintojen työkaluna, kun ensin tehdään toinen puoli ja käytetään peilikuvakopiointia luomaan toinen puolisko vaikkapa luodessa auton etupeltiä.



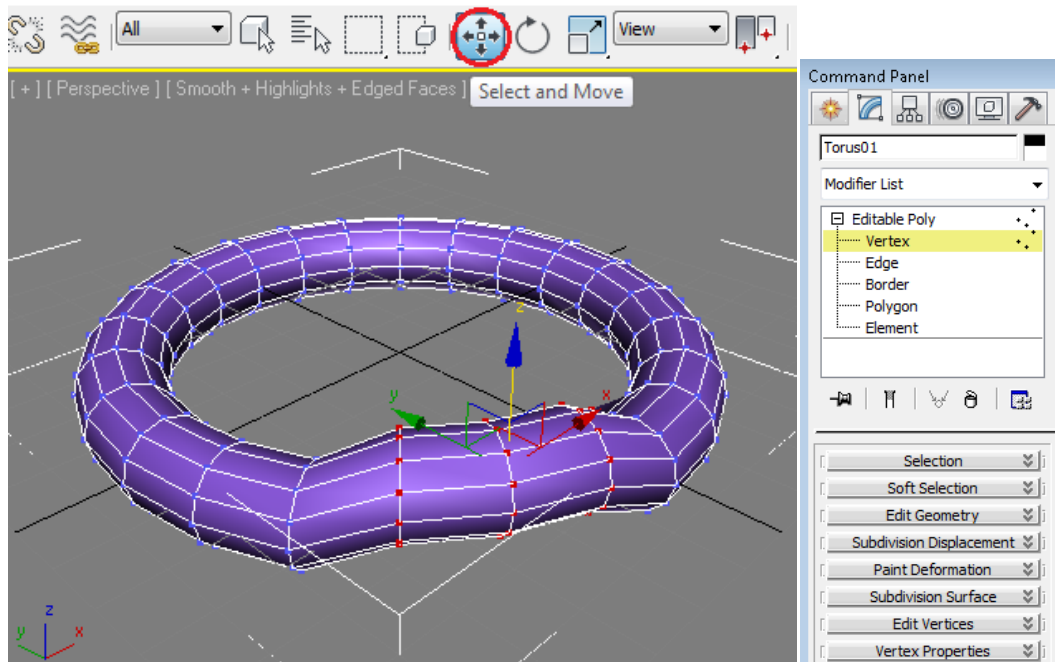
Kuva 5.4 NURBS-tyyppinen objekti

### 5.1.2 Objektin hallinta- ja mallinnustyökalut

Objekteja hallitaan eri muodoissa monella eri tasolla, joiden kirjaimellinen käännös olisi aliobjektitaso (sub-object level), mutta tässä luvussa niihin viitataan hallintatasolla, joista jokaisella on muista eriäviä työkaluja. Useimmissa tapauksissa mallin tekemiseen ei tarvita kuin yhtä muotoa ja käyntiä muutamassa eri tasossa. Työkaluja on runsaasti, joten tässä luvussa käydään läpi ainoastaan Poly-objektityypin olennaisimmat työkalut. Mesh-objektityypin hallinta on kuitenkin hyvin samankaltainen.

#### 5.1.2.1 Vertex-hallintataso

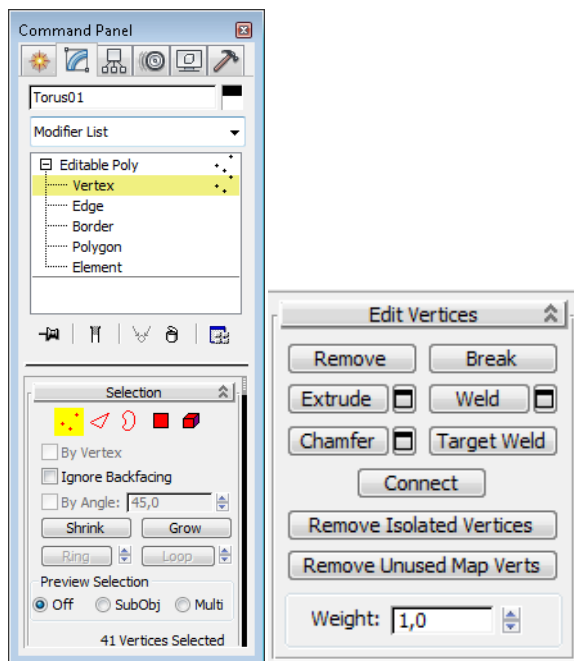
Tällä tasolla hallinnoidaan objektin geometriaa verteksipohjaisesti, jonka vaikutus näkymään näkyy kuvassa 5.5.



Kuva 5.5 Verteksin valinta

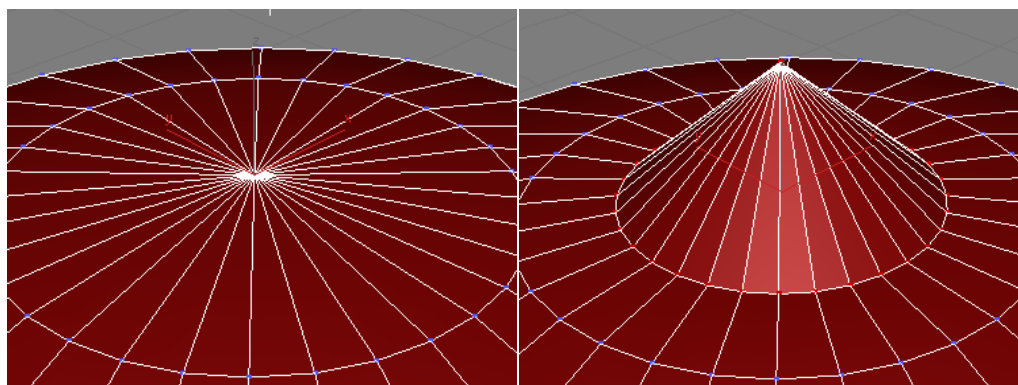
Jokainen verteksi on sidottu geometrian pintaan ja sitä siirtämällä sen viereiset polygonit muuttuvat siirtoa vastaavasti. Yksinkertaisin työskentelytapa on vain valita verteksejä ja liikuttaa niitä avaruudessa hiiren avulla ja seuraamalla eri näkymistä sen vaikutuksia. Tätä tasoa kuitenkin tarvitaan useimmiten vain ylimääräisten verteksin poistamiseen muistin säästämiseksi ja muiden tasojen työkalujen käyttämisen helpottamiseksi. Ylimääräisiä verteksejä ovat kaikki sellaiset, joiden poistaminen ei muuta objektin näkyvää geometriaa. Toisaalta työskennellessä joudutan lisäämään verteksejä, jotta jotain työkalua voidaan käyttää niin että geometrian sulavuus ei rikkoudu kuten esimerkiksi reikiä luodessa. Siloittamistyökalujenkin kannalta, joskus voidaan joutua lisäämään käsin verteksejä, mutta se yleensä hoituu Edge-hallintatasolla.

Komentopaneelissa näkyy tason omien työkalujen lisäksi yleistyökaluja, jotka toimivat suhteellisen samalla tavalla jokaisella tasolla. Niitä ei käsitellä tässä raportissa vaan keskitytään ainoastaan tärkeimpiin työkaluihin. Vertex - hallintatason valintatyökalut (kuva 5.6) ovat suoraviivaiset, sillä suurin osa valitaan vain maalaamalla hiirellä, mutta joissakin tilanteissa voi olla mukavampaa laajentaa käsiteltäviä valituista vertekseistä viereisiin vertekseihin Grow-komennolla ja vähentää uloimmat valinnat käsiteltävistä Shrink-komennolla.



Kuva 5.6 Vertex-hallintatason komentopaneelin työkalut

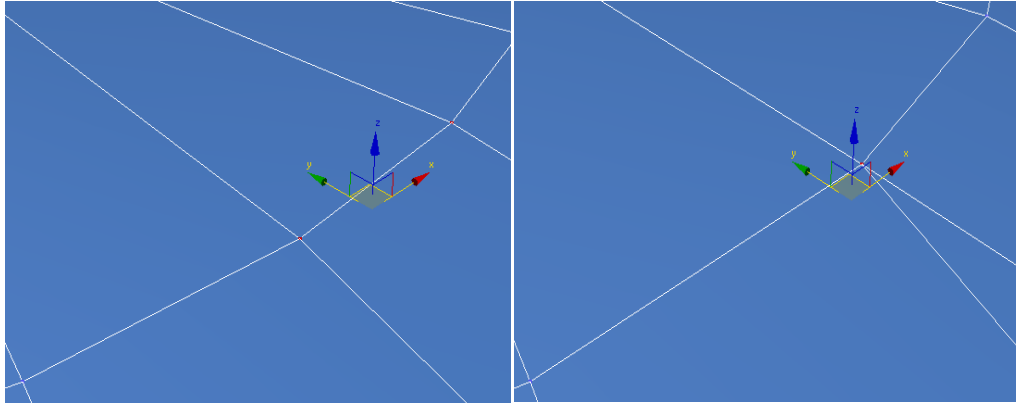
Extrude-työkalulla (kuva 5.7) jokaiselle verteksille ja siihen liittyvien verteksin väliseen reunaan syntyvät uudet verteksit tasaisesti. Tällä työkalulla luodaan uutta tilaa lisättävälle muodolla, johon ei haluta tai tarvitse käyttää uutta objektia. Näin pidetään ulokkeen ja perusmallin liitos siistinä.



Kuva 5.7 Extrude-työkalun vaikutus

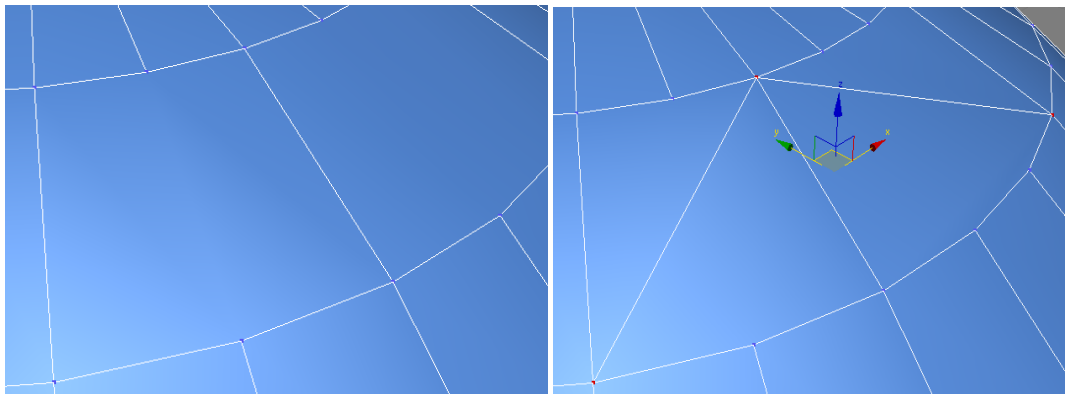
Weld-työkalulla (kuva 5.8) yhdistetään verteksit joko toistensa sijaintiin tai niiden mediaaniin. Tämä on tärkeä työkalu siistiessä mallia ylimääräisistä vertekseistä sillä sen avulla saadaan päällekkäiset verteksit muutettua yksittäisiksi.

Riippuen seuraavista työvaiheista sitä ei ehkä kannata tehdä ennen kuin koko malli on valmis, sillä tällä työkalulla saadaan herkästi kadotettua tärkeää muotojen tietoa ja se saattaa luoda repeymiä tai ylimääräisiä piikkejä silotustyökaluja käyttäessä.



Kuva 5.8 Weld–työkalun vaikutus

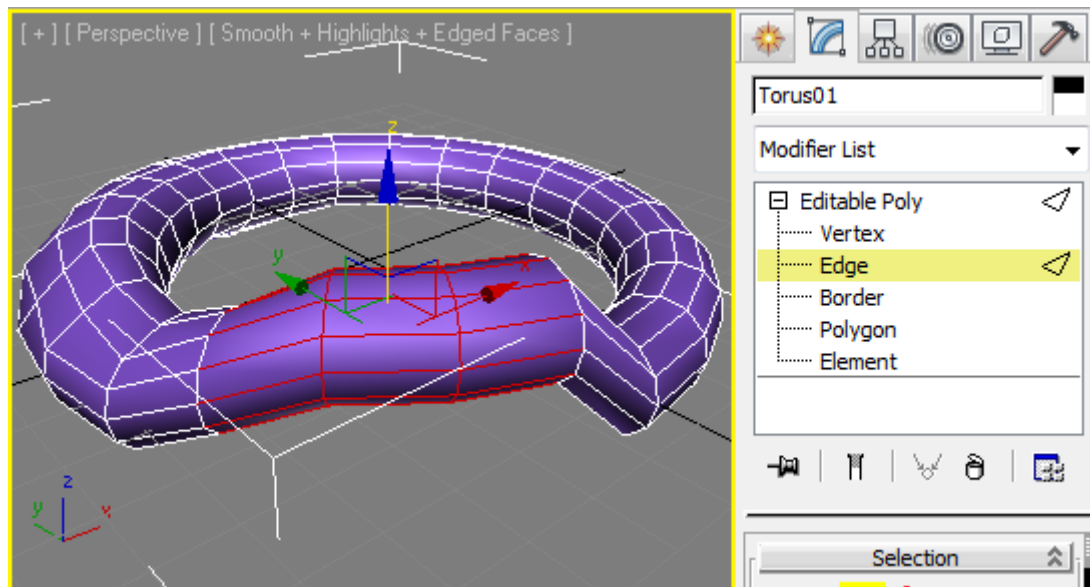
Connect–työkalulla (kuva 5.9) yleensä korjataan mallin muutostöiden aiheuttamia verteksin yhteyksien rikkoutumisia luomalla uuden yhteyden valittujen verteksin välille. Käytön kuitenkin tulee olla tarkkaa, sillä kuvan 5.6 tapaan vinoon luodut verteksin yhdistykset tekevät särön pallo-objekin pintaan nostamalla polygonin keskustan kohdalta pallon pintaa ulommas kuin on tarkoitus.



Kuva 5.9 Connect–työkalun vaikutus

### 5.1.2.2 Edge-hallintataso

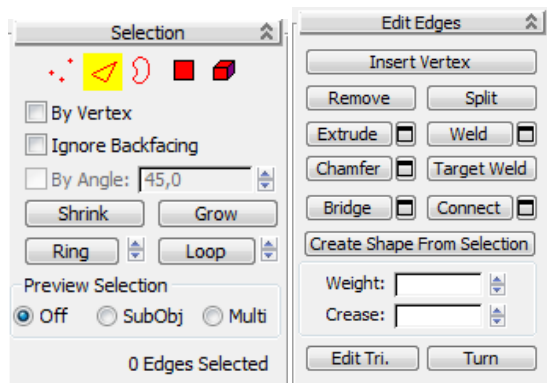
Tässä osiossa kerrotaan Edge-hallintatason (kuva 5.10) valinta ja muokkaustyökalujen toiminnasta ja niiden käyttötarkoituksista.



Kuva 5.10 Reunojen valinta

Kuvassa 5.10 näkyvällä Edge-hallintatasolla objektin geometriaa hallitaan verteksin välisten reunojen avulla. Valittujen reunojen verteksit muokkautuvat reunoille tehtävien muutosten mukaan ja vertekseihin sidottujen reunojen tilanne lasketaan niiden mukaan. Tämä on selvästi yleisin mallin muotoiluun liittyvä hallintataso, sillä tällä tasolla voidaan myös luotua helpoiten tarkentavaa tietoa chamfer-työkalulla silotusta varten. Kun objekti silotetaan renderöintiä varten niin äärimmäiset muodot tuppautuvat sulautumaan tekijän haluamatta. Tällöin täytyy lisätä muotojen kulmien tietoa yhdestä verteksistä tai reunasta vähintään kahteen, jotta saadaan terävät muodot säilytettyä silotuksen jälkeenkin.

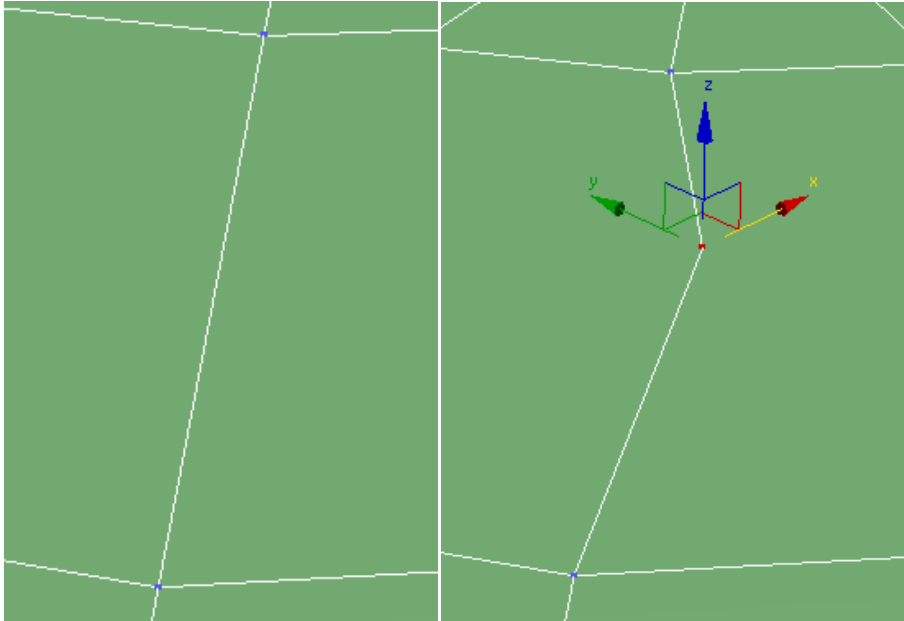
Kuvassa 5.11 näkyy vasemmassa palkissa tämän tason. Edge-hallintatason Shrink- ja Grow-toiminnot ovat samanlaiset Vertex-hallintatasollakin.



Kuva 5.11 Edge–hallintatason komentopaneelin työkalut

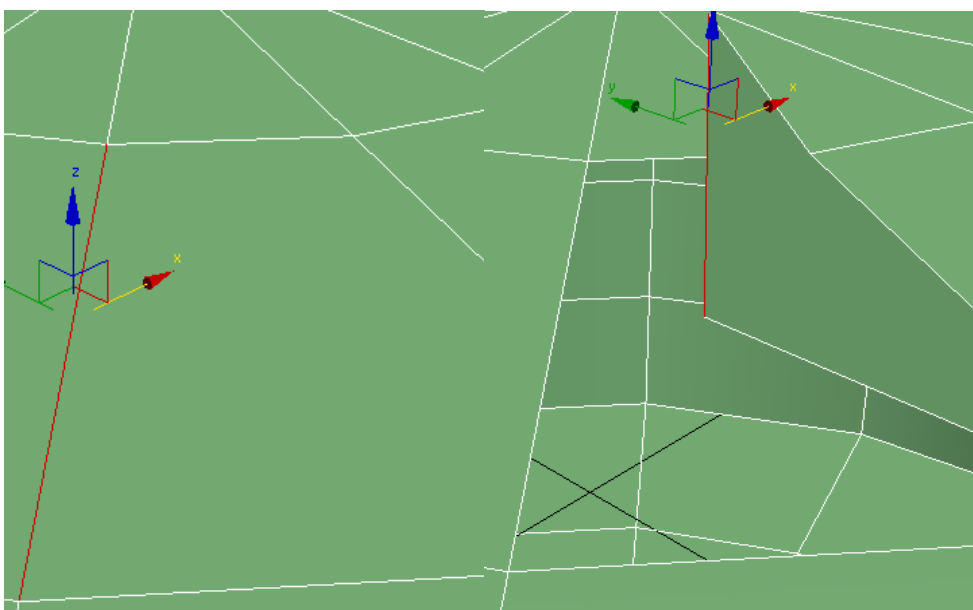
Edgelle ominaiset valintatyökalut ovat Ring sekä Loop. Ring-komento laajentaa valinnan valituista reunoista kaikkiin niiden rinnalla oleviin reunoihin ja riippuen reunojen symmetriasta valinta voi kiertää koko objektin. Loop-komennolla saadaan valittua käsiteltävien reunojen kanssa linjassa olevat muut reunat. Tässäkin valinnassa symmetrian mukaan valinta saattaa kiertää koko objektin. Nämä edgen omat valintatyökalut osoittautuvat tehokkaiksi, kun käsitellään suljettuja kehiä muodostavia symmetrisiä objekteja kuten pallo, sylinteri ja laatikko.

Edge-hallintatason Insert Vertex –komento (kuva 5.12) antaa mahdollisuuden lisätä reunukselle uuden verteksin. Tätä työkalua ei usein käytetä ja sen hyöty ilmenee yleensä korjaustoimissa, mutta siitä saattaa olla esimerkiksi apua, kun täytyy saada objektin symmetria toimimaan valintatyökaluja varten.



Kuva 5.12 Insert Vertex –komennon toiminta

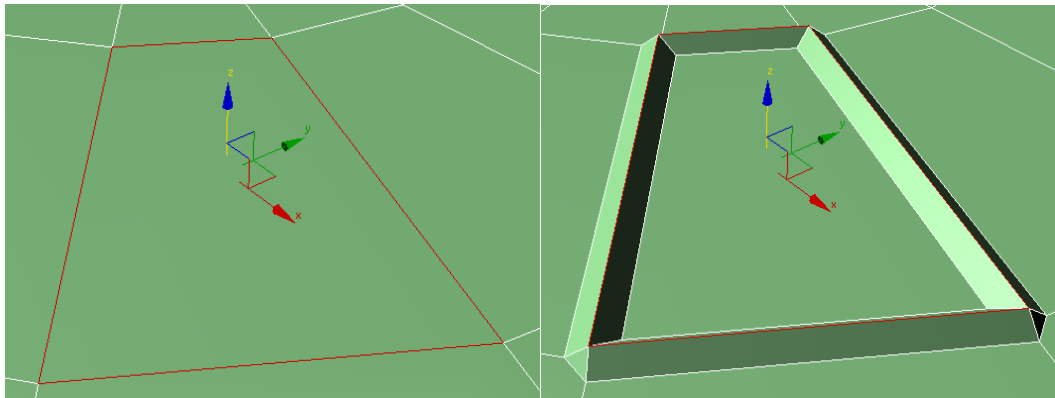
Split-komennolla (kuva 5.13) voidaan halkaista reuna niin että pystytään irrottamaan polygoni pinnasta rikkomatta geometriaa muuten. Tätä työkalua ei tule käytettyä muuten kuin sitä vaativiin geometrian muutoksiin, joilla tehdään mallin perusmuotoa. Muut työkalut toteuttavat suurimman osan split-komennon mahdollistamista toiminnoista nopeammin ja helpommin, sillä harvemmin on tarvetta irrottaa geometriasta polygoneja sen sijaan, kuin että poistaa ne tai laajentaa geometriaa esimerkiksi Extrude-komennolla Polygon-hallintatasolla.



Kuva 5.13 Split-komennon toiminta

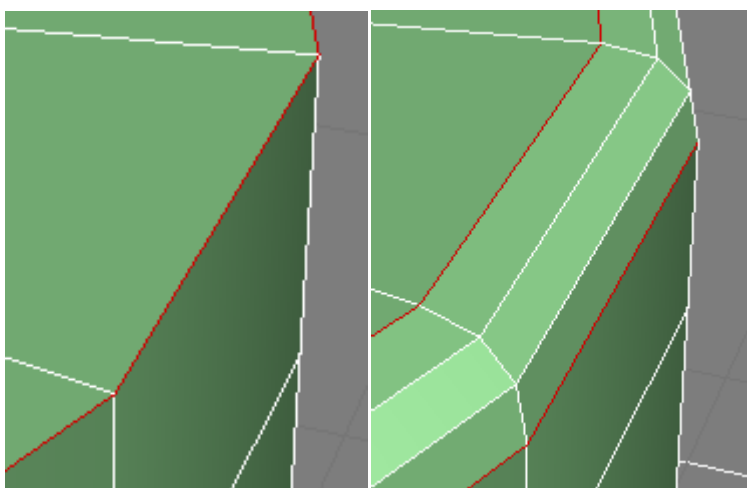


Extrude-työkalulla (kuva 5.14) valitut reunat laajentuvat niin, että niiden ympärille luodaan määritetylle etäisyydelle uudet reunat luoden uutta geometriaa käsiteltäväksi. Tämä voi helposti rikkoa objektin eheyden, mutta oikein käytettynä objektiin voidaan tehokkaasti luoda perusmuodot pinoille ja reunoille. Yhdistettynä Edgen valintatyökaluihin tämä nopeuttaa mallintamista huomattavasti.



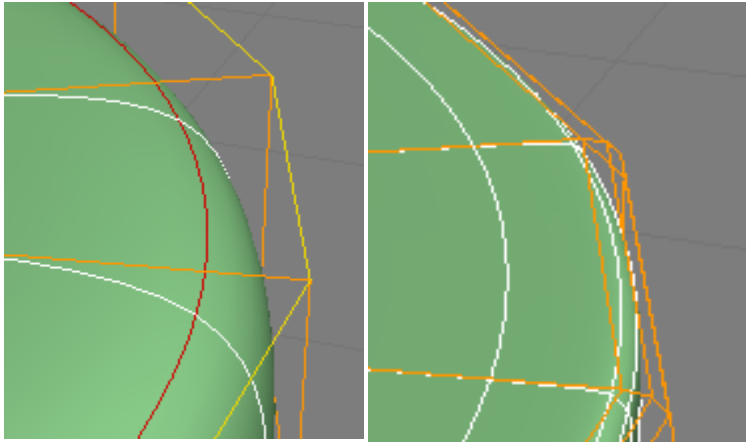
Kuva 5.14 Extrude-työkalun vaikutus

Yksi tärkeimmistä työkaluista, kun halutaan tehdä sulavia ja tarkkoja objekteja on Chamfer-työkalu. Tällä työkalulla monistetaan valittu reuna halutulla määrällä ja etäisyydellä jotta saadaan luotua lisää tietoa objektin muotoihin. Kuvassa 5.15 on lisätty reunojen määrää sylinteriin, jotta kulma ei pehmenettäessä muutu liian laajasti pyöreäksi.



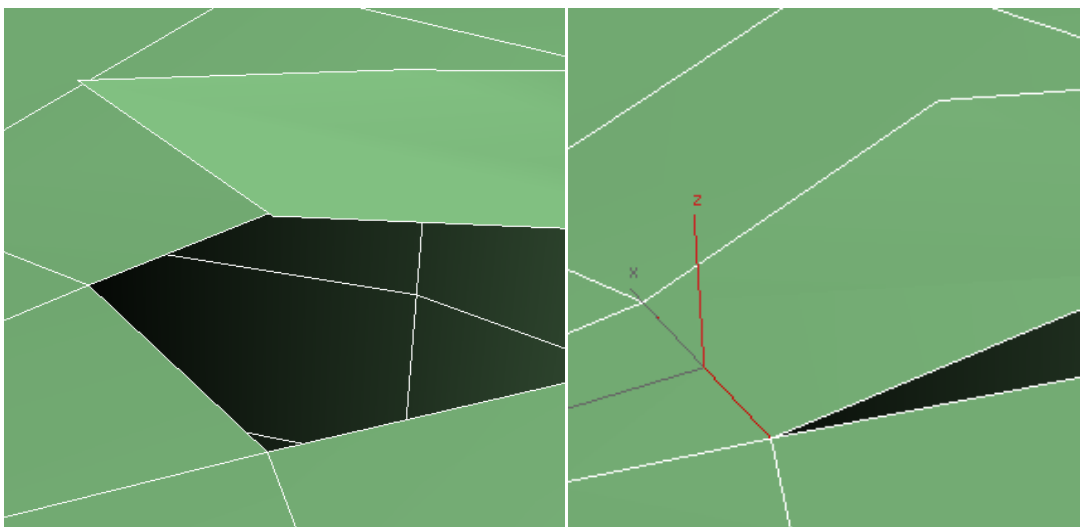
Kuva 5.15 Chamfer-työkalun vaikutus

Kuvassa 5.16 näkyy pehmennyksen vaikutus tarkentamattomaan kulmaan ja Chamfer-työkalulla tarkennettuun kulmaan. Tämä on yksi tärkeimmistä asioista mallin runkoa luodessa, sillä vaikka Chamfer on tehokas työkalu muotojen säilyttämiseen pehmennyksen aikana, niin sillä saadaan syntymään repeytymiä ja vääristymiä helposti valintojen reunoille, kun objekti ei ole täysin symmetrinen.



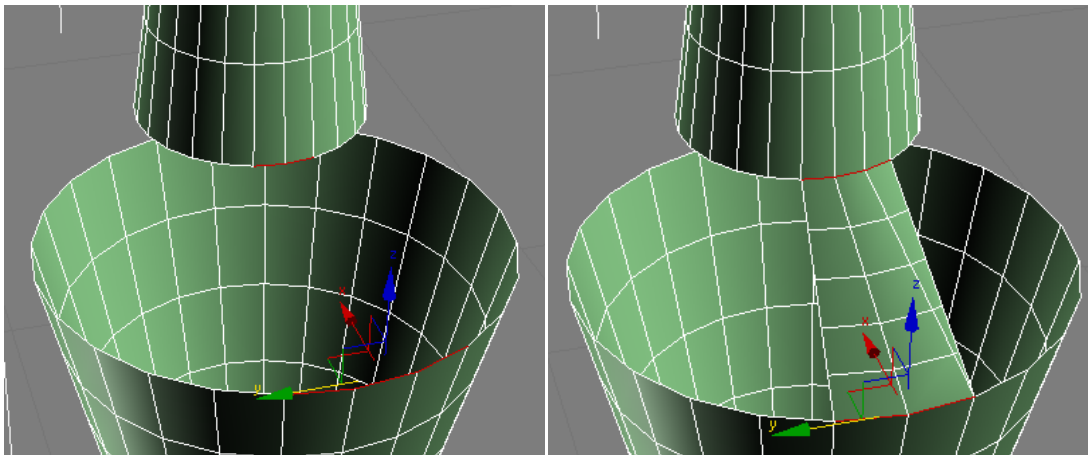
Kuva 5.16 Chamfer-työkalun tarkennuksen vaikutus NURBS-pehmennykseen

Weld-työkalua (kuva 5.17) ei tarvitse usein käyttää Edge-hallintatasolla sillä bridge-toiminto suorittaa vastaavat toimenpiteet useimmissa tapauksissa tehokkaammin ja siistimmin, kunhan reunojen määrät täsmäävät kahden liitettävän geometrian välillä. Tätä työkalua tarvitaan enimmäkseen poikkeustapauksissa tai ylimääräisten reunojen poistamisessa.



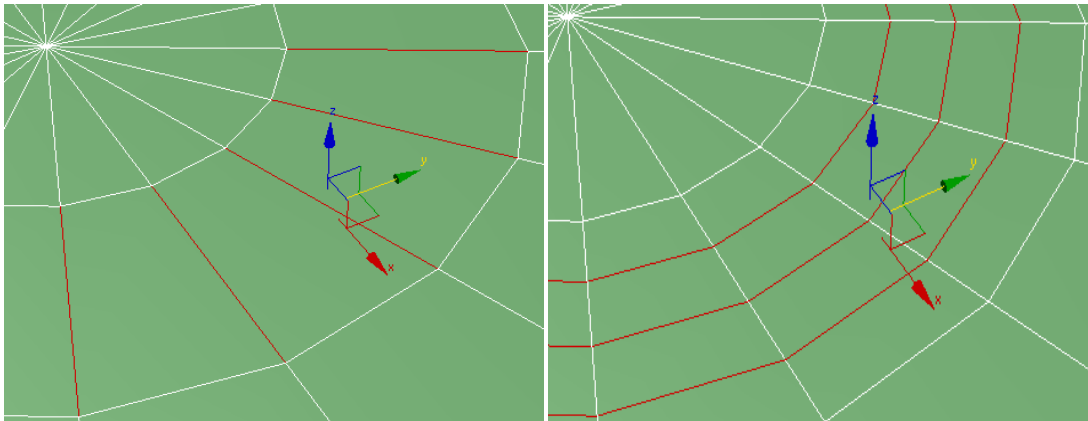
Kuva 5.17 Weld-työkalun toiminta

Bridge-työkalua (kuva 5.18) käytetään yleisimmin kahden eri objektin liittämiseen yhteen uudella geometrialla kuten vaikkapa harjan kahvan geometrian liittäminen harjanpäähän, jos materiaali on sama. Tarkalleen ottaen Bridge-työkalu luo geometrian valittujen reunojen välille. Näiden reunojen lukumäärän ei tarvitse täsmätä, mutta yleensä se on suotavaa helpon jälkikäsittelyn takia. Käyttäjä voi määrittellä kuinka moneen osaan uusi geometria jaetaan työkalun parametreista.



Kuva 5.18 Bridge-työkalu

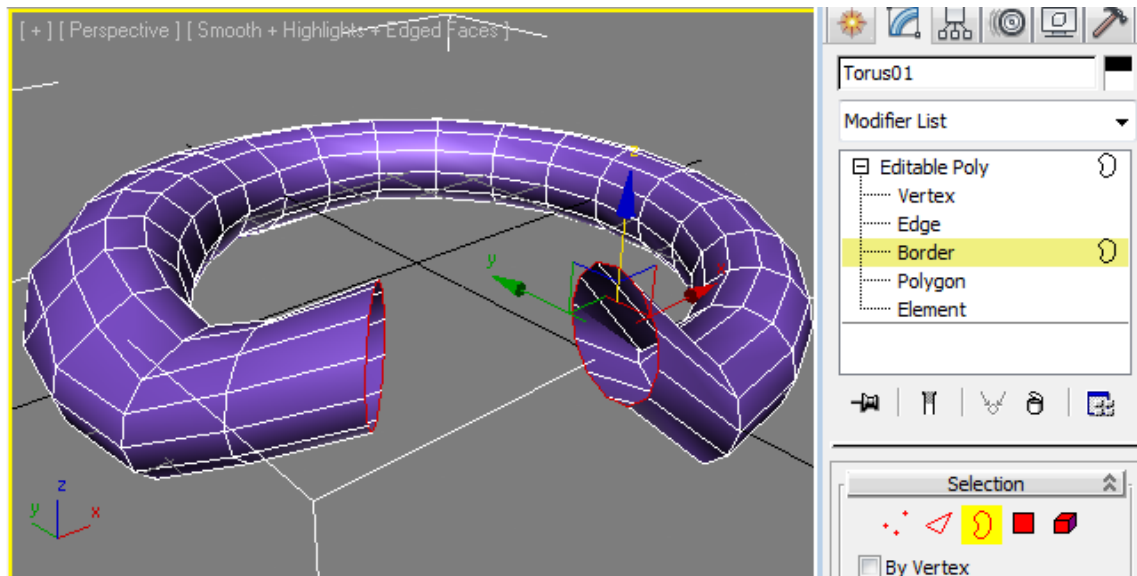
Kuvassa 5.19 on valittu reunoja, jotka ovat rinnakkain, jonka jälkeen on käytetty Connect-toimintoa. Tämä luo uudet reunat kohtisuoraan vanhojen reunojen kanssa. Käyttäjä voi määrittellä reunojen määrän, välien pituudet ja sijainnin toiminnon parametrien avulla. Tätä toimintoa käytetään useimmiten luomaan uutta geometriaa objektiin Extrude-työkalun tavoin.



Kuva 5.19 Connect-toiminto

### 5.1.2.3 Border-hallintataso

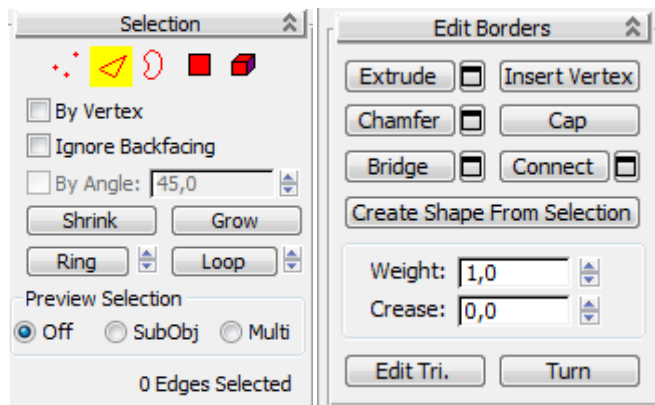
Tässä osiossa kerrotaan Border-hallintatason (kuva 5.20) valinta- ja muokkaus-työkalujen toiminnasta ja niiden käyttötarkoituksista.



Kuva 5.20 Rajojen valinta

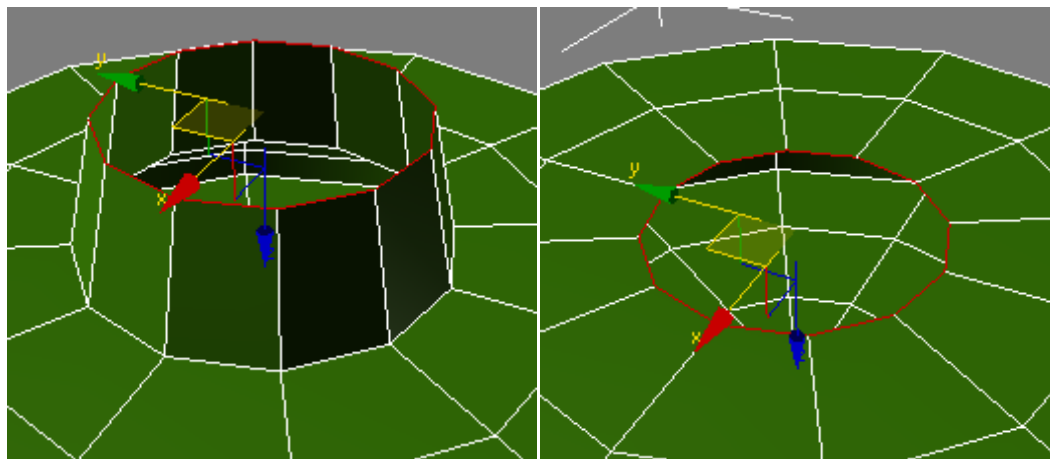
Tätä tasoa harvemmin käytetään, sillä läheskään jokaisesta objektista ei löydy vastaavanlaisia aukkoja. Jos aukkoja löytyy, niin tämä hallintataso antaa muutamia hyödyllisiä työkaluja, joilla voidaan nopeuttaa työskentelyä.

Border-hallintatason (kuva 5.21) valintatyökalut ovat aivan samankaltaiset kuin Edge-hallintatasolla, tosin kun valinta ei enää käsittele ainoastaan rajoja niin 3ds Max käsittelee tätä Edge-hallintatasona ja voi olla, että jotkin työkalut tai toiminnot eivät tee mitään vastaavan valinnan aikana. Border-hallintatason ominaisin työkalu on Cap. Sillä voidaan paikata geometriassa olevia reikiä, jotka ovat syntyneet repeyminä, omasta tahdosta tai kuuluvat perusobjektiin.



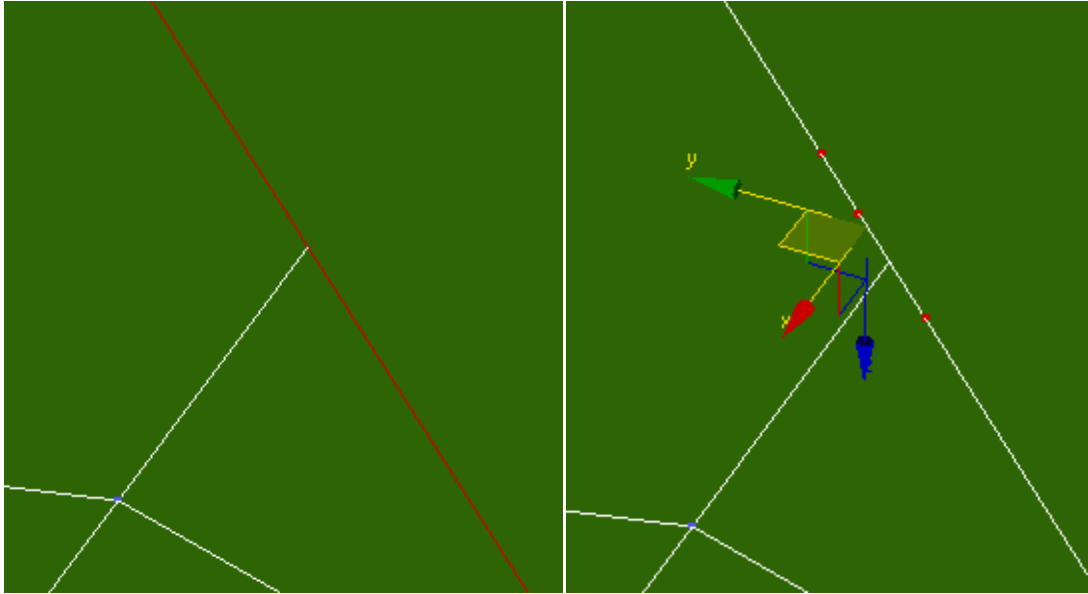
Kuva 5.21 Border-hallintatason komentopaneelin työkalut

Extrude-työkalu (kuva 5.22) toimii Border-hallintatasolla samalla tavalla kuin Edge-hallintatasolla sillä erolla, että se saattaa vaikuttaa geometriaa laajentaessa viereisten polygonien kokoon omalla logiikallaan. Tätä voidaan kuitenkin säätää työkalun parametreista.



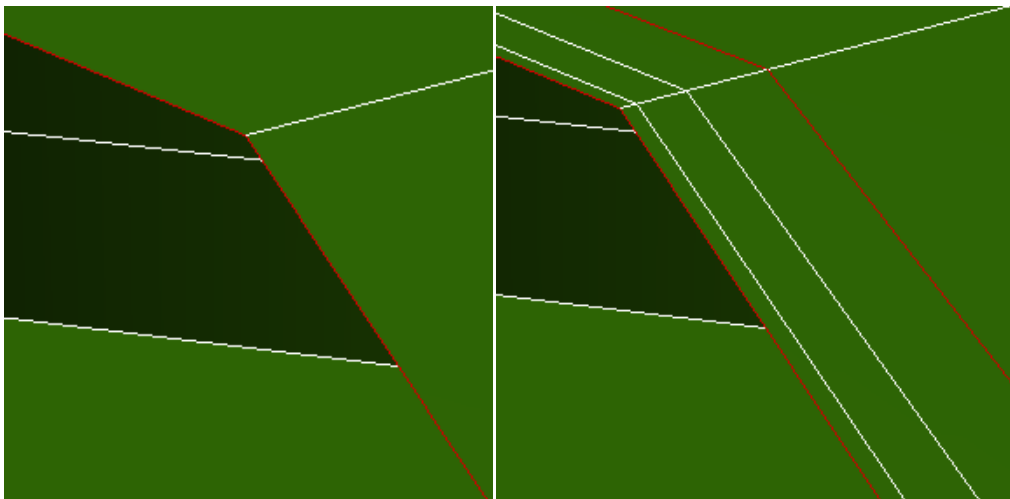
Kuva 5.22 Extrude-työkalun toiminta

Insert Vertex-työkalu (kuva 5.23) toimii aivan samalla tavalla kuin Edge-hallintatasolla.



Kuva 5.23 Insert Vertex -työkalun toiminta

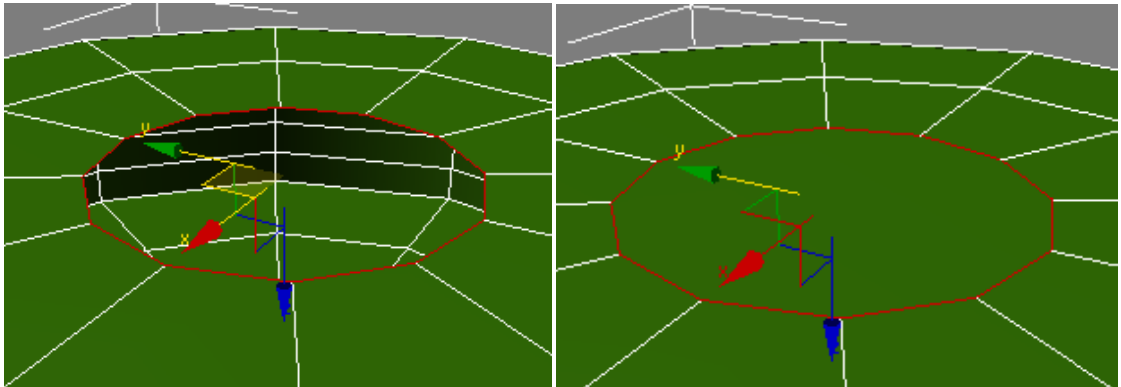
Chamfer-työkalu (kuva 5.24) toimii pitkälti samalla tavalla kuin Edge-hallintatasolla. Chamfer-työkaluun tulee lisää logiikkaa siihen, miten se käsittelee reunojen tiedon lisäystä, kun käytetään valintatyökaluja tällä hallintatasolla. Erityisimmin tämä näkyy siistimpänä tuloksena mutkikkaissa muodoissa.



Kuva 5.24 Chamfer-työkalun toiminta

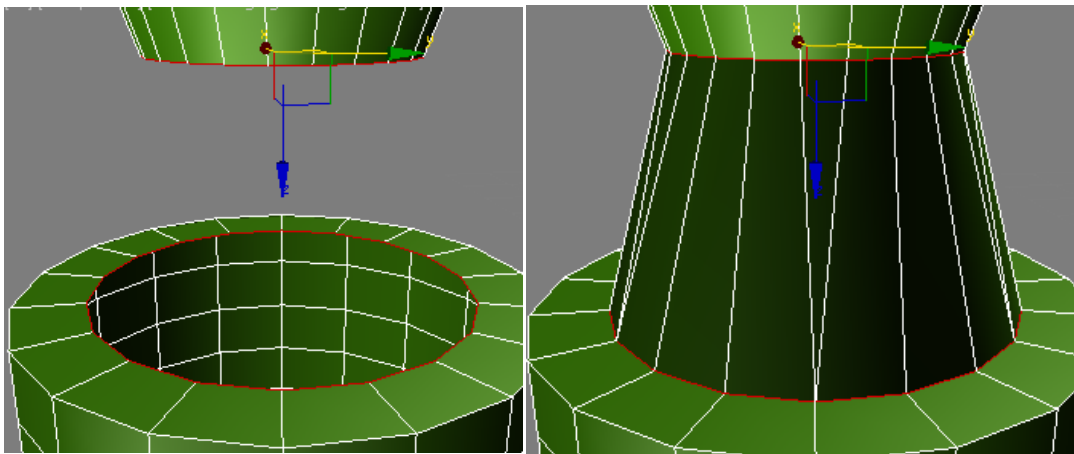
Cap-työkalu (kuva 5.25) on Border-hallintatason oma työkalu, joka löytyy myös Modifier-listasta. Tällä pystytään peittämään geometriaan syntyneitä reikiä. Tämä työkalu kuitenkin vain luo polygonin puuttuvaan tilaan, jota käsiteltäessä

täytyy esimerkiksi hyödyntää Connect- tai Insert Vertex-työkaluja, jotta saadaan lisää tietoa muodon hallitsemista varten.



Kuva 5.25 Cap-työkalun toiminta

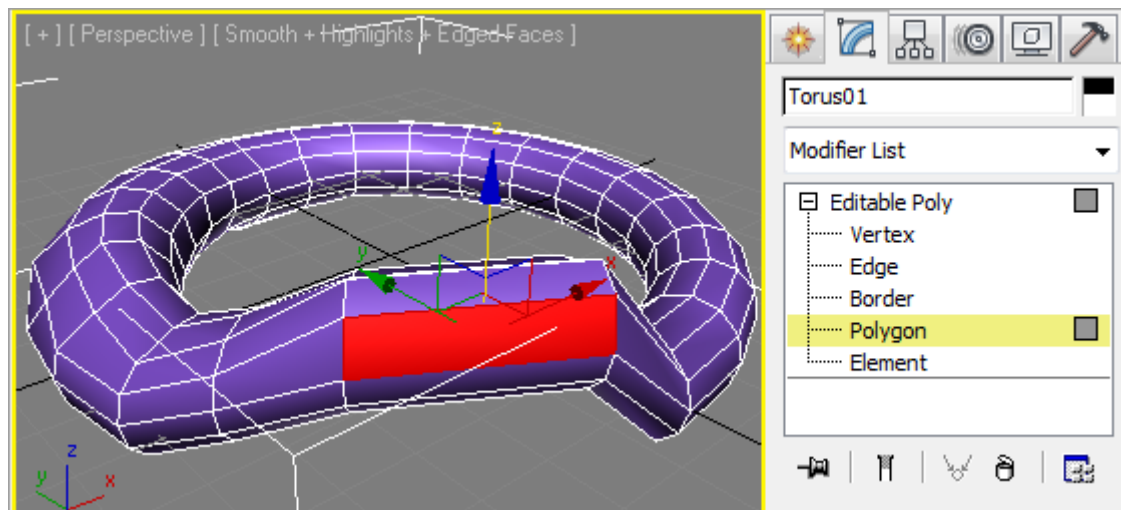
Bridge-työkalu (kuva 5.26) toimii vastaavanlaisesti kuin Edge-hallintatasolla. Ainoana erona on parempi valintanopeus ja ehkä siisteys riippuen geometrian mutkikkuudesta.



Kuva 5.26 Bridge-työkalun toiminta

#### 5.1.2.4 Polygon-hallintataso

Tässä osiossa kerrotaan Polygon-hallintatason (kuva 5.27) valinta- ja muok-  
kaustyökalujen toiminnasta ja käyttötarkoituksista.

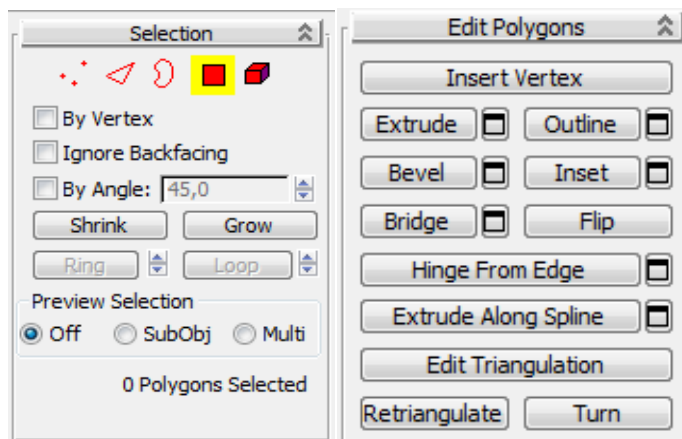


Kuva 5.27 Polygon-hallintataso

Edge-hallintatason kanssa yleisin hallintataso on Polygon, sillä tässä hallintatasossa käsitellään suurimmat käsin tehtävät geometrian muutokset. Polygon-hallintatason yleisimpiä käyttötarkoituksia on Extrude-työkalun avulla tehtävät muutokset geometriaan helpomman, nopeamman ja laajemman hallittavuuden takia. Toinen Polygon-hallintatason yleisimmistä käyttötarkoituksista on modifierit, jotka hyödyntävät tämän kerroksen valintoja ja luovat omia hallintavaruuksia polygoneille laajempien muotojen hallitsemiseen. Ne esimerkiksi muuttavat vierekkäisiä polygoniryhmiä sen mukaan miten avaruudessa olevien kontrollipisteiden avulla muutetaan muodon painotuksia, samalla tavalla kuin NURBS-objekteissa, antaen vahvan abstraktin muotoilutyökalun.

Kuvassa 5.28 näkyy vasemmassa palkissa Polygon-hallintatason valintatyökalut ja oikealla muutostyökalut. Valintatyökalut rajoittuvat Shrink- ja Grow-työkaluihin, joilla vastaavasti kutistetaan ja kasvatetaan valintaa valituista polygoneista viereisiin tai poistamalla uloimmat polygonit valinnasta.

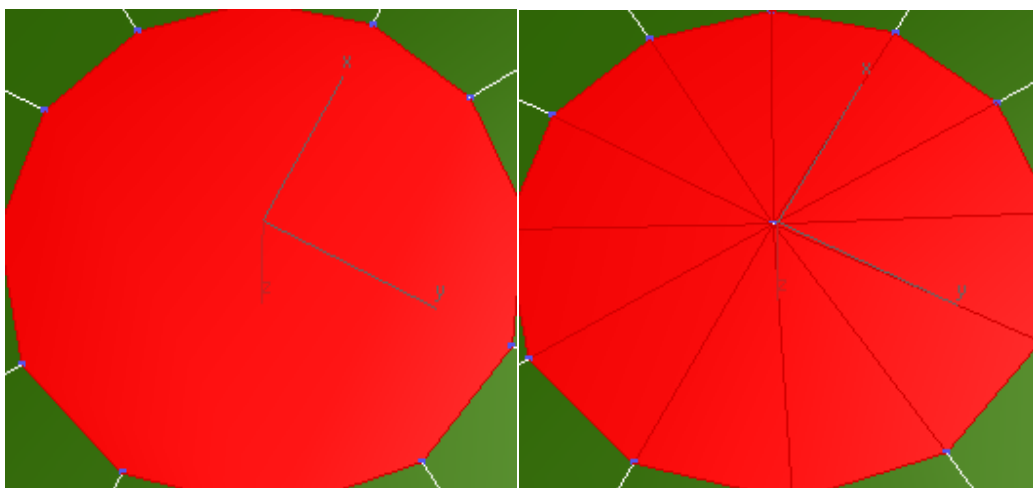




Kuva 5.28 Polygon-hallintatason komentopaneeli

Muutostyökaluista tärkeimmät ja yleisimmin käytetyt tällä hallintatasolla ovat Extrude- sekä Bevel-työkalut, joilla molemmilla laajennetaan olemassa olevan objektin geometriaa valinnasta. Näillä työkaluilla on muutamia toiminnallisia eroja, jotka selvitetään myöhemmin tässä luvussa.

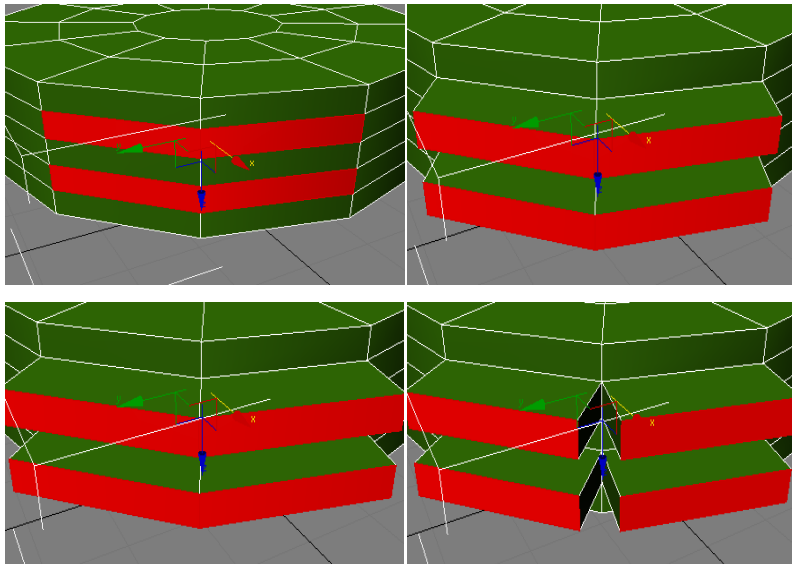
Insert Vertex –työkalulla (kuva 5.29) lisätään pintaan uusi verteksi, joka lisättäessä muodostaa yhteydet muihin polygonin reunoilla oleviin vertekseihin. Tämä on erityisen vahva työkalu, kun tarkoituksena on luoda pohja uuden geometrian lisäämiselle.



Kuva 5.29 Insert Vertex –työkalu

Jos tarkoituksena olisi saada ringin muotoisia syvennyksiä polygonin pintaan, niin voitaisiin luoda kuvan 5.29 vasemman puoliskon tapaisesti uusi verteksi ja

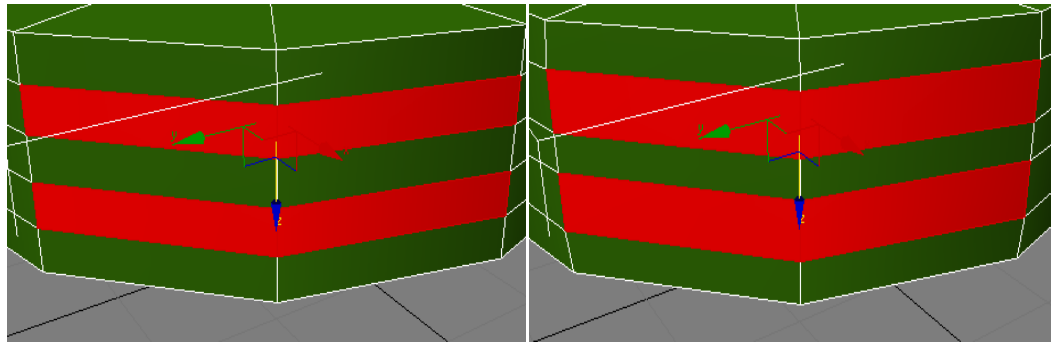
muodostaa siihen liittyvien reunojen avulla Connect-työkalulla uusia lohkoja kuvan 5.19 tapaan. Tämän jälkeen käytettäisiin Bevel-, Chamfer- tai Extrude-työkaluja luomaan uutta geometriaa, joilla syvennyksen voisi toteuttaa. Extruden kohdalla tämä tapahtuisi kuvan 5.30 päinvastaisilla arvoilla, jolloin geometria vetäytyisi sisäänpäin.



Kuva 5.30 Extrude-työkalun toiminta

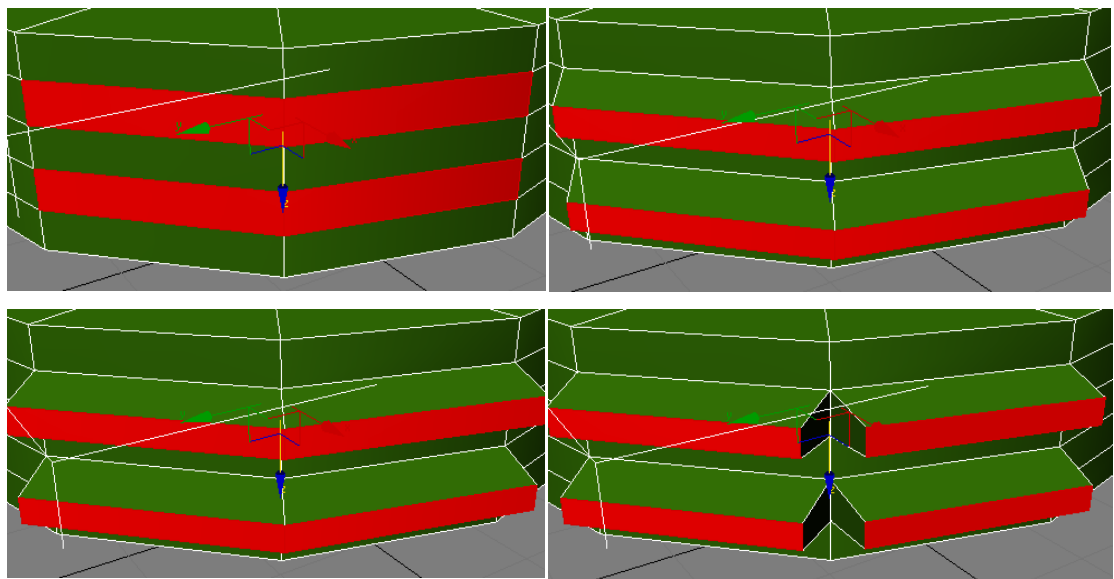
Kuvassa 5.30 esitetään vasemmassa yläkulmassa alkutilanne, josta muut ovat eri ryhmittelyasetuksilla tapahtuvia Extrude-työkalun käyttötapauksia. Extrude ei vaikuta vierekkäisiin polygoneihin, ja sen ainoa muutettava parametri on kuinka korkea tai syvä työkalun tekemä muutos on.

Outline-työkalu (kuva 5.31) toimii skaalaustyökalun tapaisesti, mutta ei riko geometrian muotoa vaan ainoastaan vaikuttaa pintaan muuttamalla polygonin kokoa. Tämän työkalun käyttötarkoitus on oletettavasti pohjustaa pinnan polygonien muodot omia materiaalikarttoja varten, jolloin voi olla tarve polygonien koon muuttamiselle, jotta pintatekstuuri ei vääristy, kun se sijoitetaan tekstuurin kartoitustoiminnolla, jota tässä raportissa ei käydä läpi.



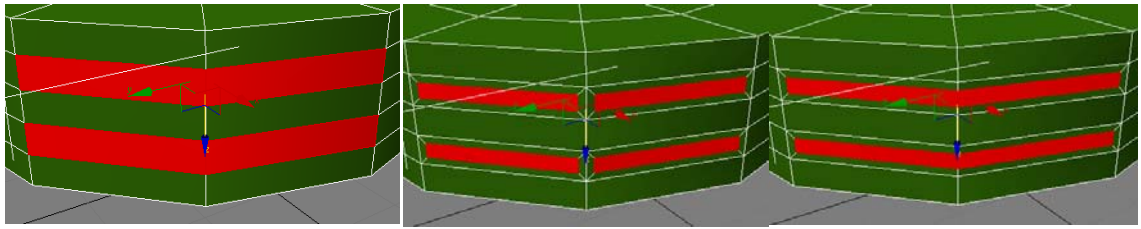
Kuva 5.31 Outline-työkalun toiminta

Bevel-työkalu (kuva 5.32) toimii samalla tavalla kuin Extrude, sillä poikkeuksella, että sen pohjapolygonien ja laajennettujen polygonien kokoa voidaan muokata työkalun parametreilla. Tämä myös vaikuttaa ympärillä oleviin polygoneihin pakottaen ottamaan ne huomioon tätä työkalua käytettäessä.



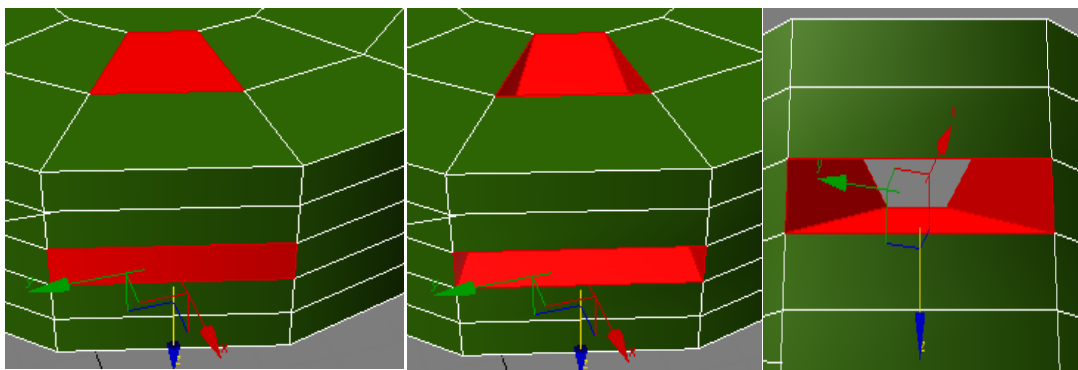
Kuva 5.32 Bevel-työkalun toiminta

Inset-työkalu (kuva 5.33) luo uuden polygonin valittujen polygonien sisään ja liittää niiden kulmien verteksit vanhan polygonin kulmien vertekseihin luoden samalla lisää polygoneja reunoille. Tällä on myös ryhmittelyvaihtoehtoja kuten Extrude- ja Bevel -työkaluilla, jotka vaikuttavat vierekkäisten polygonien jatkuvuuteen.



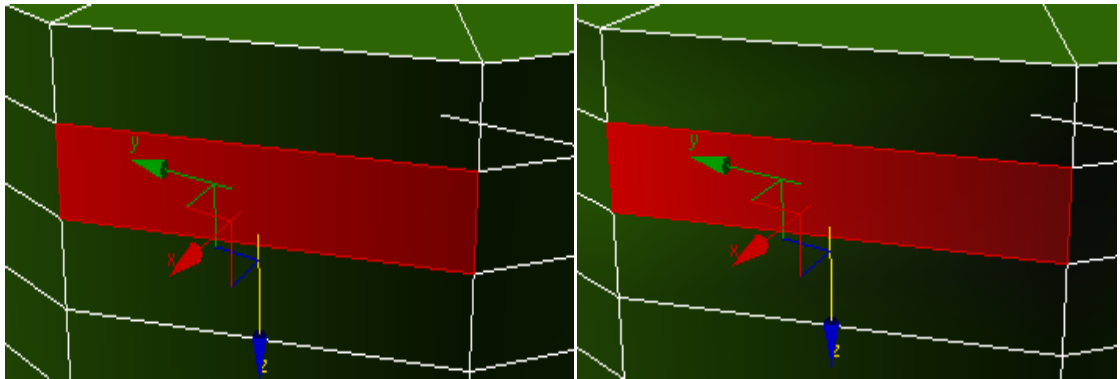
Kuva 5.33 Inset-työkalun toiminta

Bridge-työkalu (kuva 5.34) on samanlainen kuin Edge-hallintatasolla käyttäen polygoneja vastaavasti. Kuvassa vain näytetään sen toisenlainenkin käyttötapa, sillä tätä työkalua voidaan hyödyntää myös muutoin, kuin liittämällä objektien geometriaa yhteen. Saman voisi toteuttaa Edge-hallintatasolla valitsemalla polygonin reunat ja käyttämällä tätä työkalua.



Kuva 5.34 Bridge-työkalun toiminta

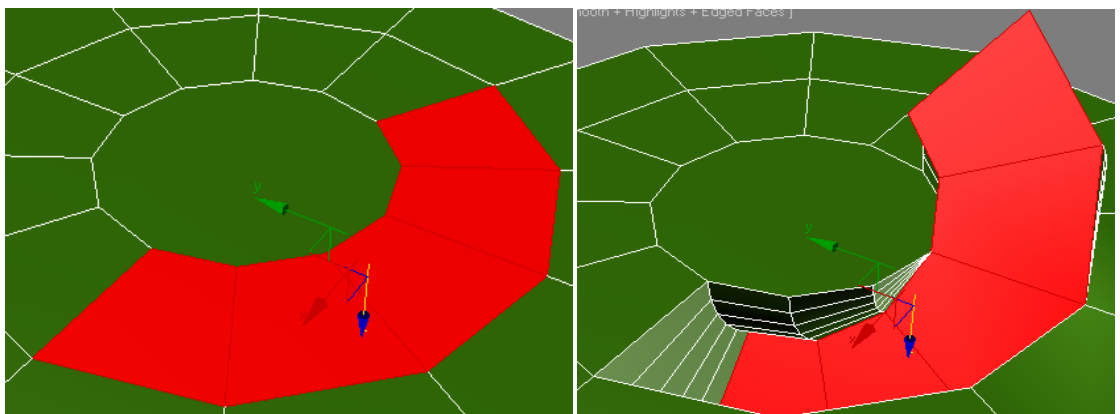
Flip-työkalu (5.35) kääntää pintojen normaalit vastakkaiseen suuntaan. Pinnan normaali määrittää mikä puoli polygonista vaikuttaa ja ottaa vaikutuksen valosta. Kuvassa tämä ei näy selkeästi, mutta vasemmalla näkyy perusasetuksillaan oleva polygoni objektin varjoisella puolella. Kääntämällä polygonin normaalin sen heijastava pinta kääntyy sisäänpäin, jolloin ohjelman perusväri näkyy valaistun värin sijaan ja renderöitäessä pinnan heijastamaton puoli ei edes näy, ellei renderöintiasetuksista toisin määritetä, sillä polygonit ovat perusasetuksiltaan yksipuolisia. Tässä tapauksessa sen sijaan, että polygoniin syntyisi hieman varjoa, tulee esiin geometrian oma määritetty väri, joka heijastetaan kameraan päin, jolloin geometria näkyy varjostamattomana mallinnettaessa. Tämä myös vaikuttaa siihen, miten polygonia voidaan käsitellä, sillä jotkut työkalut ottavat normaalin huomioon.



Kuva 5.35 Flip-työkalun toiminta

Yksipuolisten pintojen käyttö säästää koneen resursseja työskennellessä ja renderöitäessä, sillä jos pinnan toisellakin puolella olisi materiaali niin valon heijastus, läpikulku ja hajaantuminen jouduttaisiin laskemaan kahteen kertaan. Tämä työkalu on tarkoitettu tilanteisiin, joissa esimerkiksi kaksi objekti liitetään yhteen ja toisella on sisäänpäin suuntautuvat ja toisella ulospäin suuntautuvat normaalit, jolloin renderöitäessä toinen objekti näkyy, mutta toinen ei.

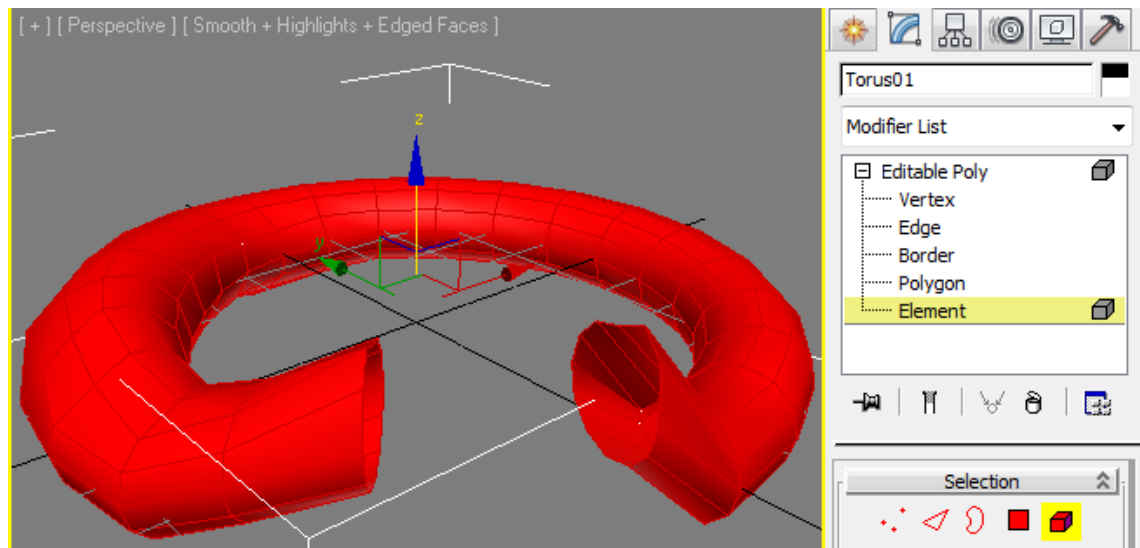
Hinge From Edge –työkalu (kuva 5.36) on edistynyt työkalu, mutta sen yleinen käyttö on tuonut sen komentopaneelin kautta käytettäväksi. Työkalua käytettäessä valitaan valittujen polygonien sisältä akselina toimiva reuna, jonka ympäri pinta alkaa kääntymään ja ohjelma luo akselin ympäri kääntyvän muodon ja vanhan muodon välille materiaalia kaaren muotoisena.



Kuva 5.36 Hinge from edge –työkalu

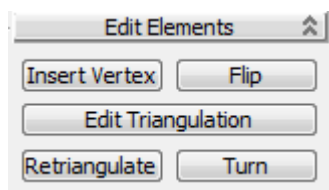
### 5.1.2.5 Element-hallintataso

Element-hallintataso (kuva 5.37) on tarkoitettu suurimmaksi osaksi nopeaan koko objektin geometrian polygonien valintaan, jotta objektiin voidaan lisätä Modifier-toimintoja.



Kuva 5.37 Element-hallintataso

Element-hallintatasolla on käytössä vain muutama Polygon-hallintatason työkalu (kuva 5.38) ja ne toimivat aivan samalla tavalla kuin Polygon-hallintatasolla.



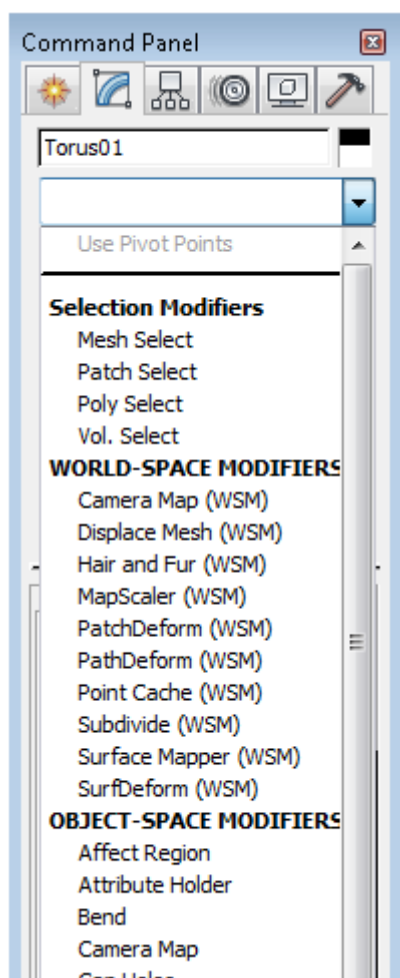
Kuva 5.38 Element-hallintatason omat työkalut

Element-hallintatasoa käytetään harvoin, mutta kun sille löytyy käyttötarkoitus, niin se nopeuttaa työskentelyä todella paljon. Esimerkiksi, jos halutaan luoda pallo, jossa on piikkejä, niin luodaan pallo ja kartio perusmalleista. Tämän jälkeen valitaan pallo Element-hallintatasolla ja lisätään Modifier, joka sijoittelee valittujen tai satunnaisten verteksin kohdille kartioobjektin kopiot pinnan normaalin mukaan. Kyseistä tekniikkaa voisi esimerkiksi käyttää metsien luomi-

seen sijoittamalla satunnaisesti suuret määrät puuobjekteja jollekin pintaobjektille.

## 5.2 Modifierit

Modifierit (kuva 5.39) ovat työkaluja, joiden tarkoitus on antaa uudenlaisia tapoja mallien käsittelyyn muuttamalla niiden rakennetta tai luomalla kontrollipisteitä olemassa olevan geometrian perusteella.



Kuva 5.39 Modifier-valikko

Oletuksena tarjottavat modifierit on jaoteltu kolmeen osioon. Selection Modifier-osio antaa mahdollisuuden käyttää erilaisia valintatyökaluja ristiin eri hallintatasojen ja objektityyppien kanssa. World-Space Modifier -osio listaa modifierit, jotka käyttäytyvät kuin avaruusvaikutukset (Space Warps), joilla yleisimmin si-

muloidaan fysiikan vaikutuksia objekteihin, mutta modifierit tekevät omakohtaisia muutoksia objekteihin. Niitä ei kuitenkaan avaruusvaikutuksien tavalla tarvitse sitoa erilliseen vaikutusten kokoelmaan vaan ne toimivat modifierien tapaan objektikohtaisesti antaen sopivan työkalun muuttaa yksittäisiä objekteja tai valintoja. Nämä modifierit menevät prioriteettilistassa päällimmäiseksi vaikuttaen niiden alla oleviin modifiereihin. Object-Space Modifier -osio kattaa yksittäisen objektin geometriaan tai paikalliseen avaruuteen vaikuttavat modifierit. Nämä modifierit kasautuvat prioriteettilistassa aivan kuten käyttäjä haluaa.

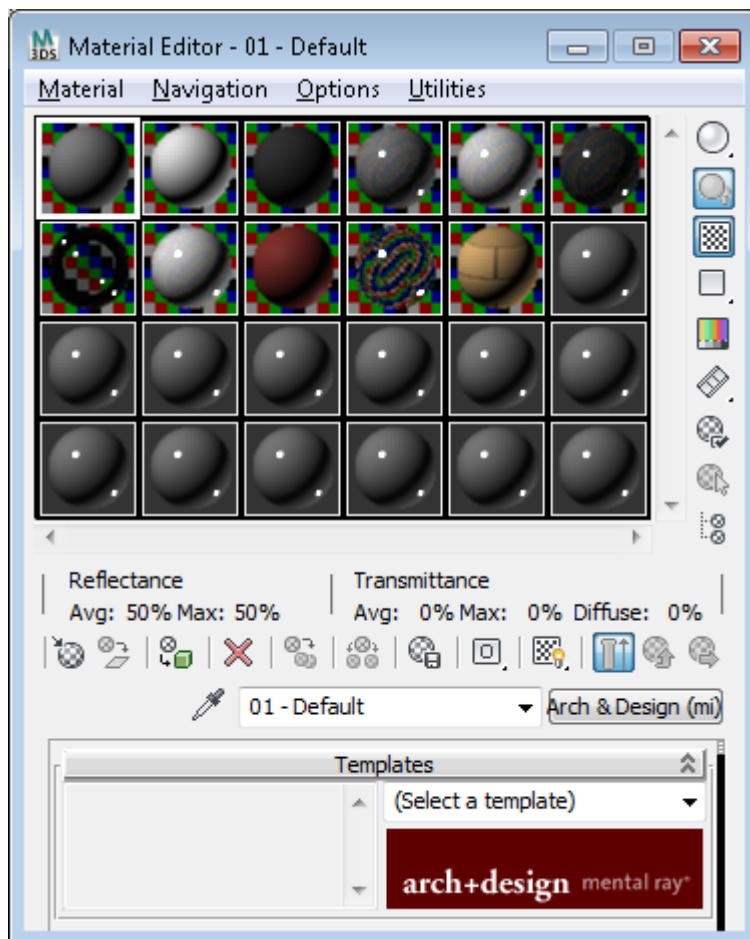


## 6 TEKSTUURI

Tässä luvussa kerrotaan objektien geometrian pintaan sijoitettavista tekstuurista sekä niiden luontiin tarkoitetuista työkaluista, joiden avulla niitä luodaan Material Editor -dialogissa.

### 6.1 Materiaali

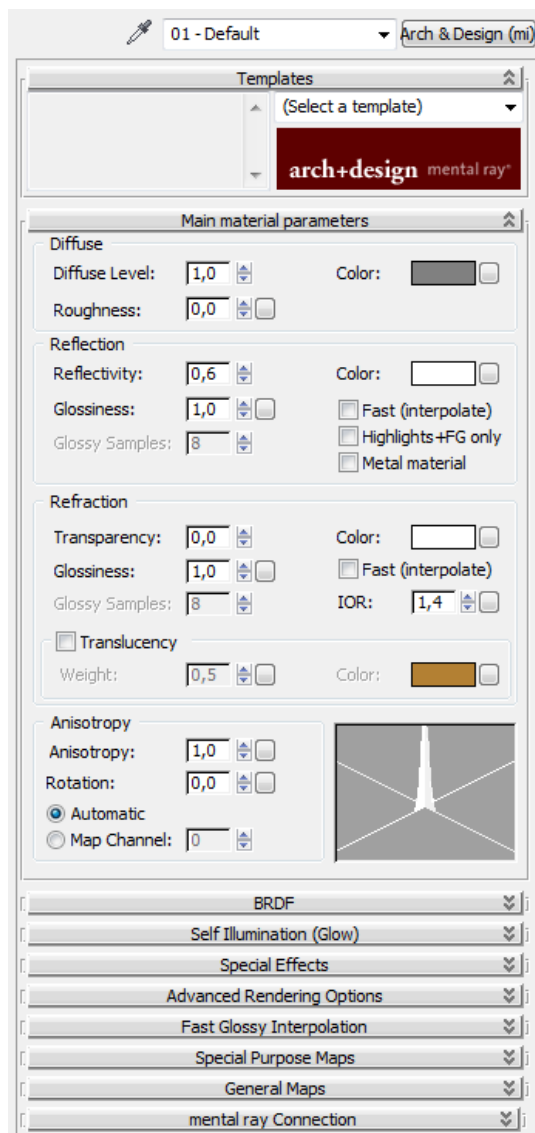
Material Editor -dialogissa (kuva 6.1) on annettu työkalut, joilla voi luoda omia materiaaleja. Materiaaleihin voi tehdä tekstureja kuvankäsittelyn avulla aivan itse tai käyttää 3ds Maxin tarjoamia materiaalinluontimoottoreita.



Kuva 6.1 Materiaali-editori

Material Editor -dialogissa oletuksena näkyy käytössä olevan materiaalikirjaston materiaalit palloina. Palloja voidaan suurentaa, jotta pinnan ominaisuudet ja muutokset näkyvät paremmin. Menupalkissa on muutamia hallinnointiin liittyviä

komentoja, mutta suurimmaksi osaksi ne ovat saatavilla pallovalikkoa ympäröivistä palkeista. Oikealla puolella vertikaalisessa listassa on materiaalien esinäkökymien käsittelyyn liittyviä työkaluja ja säätöjä. Alla horisontaalisessa linjassa olevat painikkeet ovat materiaalien järjestelyyn, tallentamiseen ja hakemista varten.



Kuva 6.2 Mental rayn arch+design -materiaaligeneraattori

Esimerkkinä materiaalin luontiin on kuvan 6.2 mental rayn tarjoama architecture+design -materiaaligeneraattori. Se tarjoaa materiaalimalleja, joiden avulla kokemattominkin mallintaja voi pienellä hienosäädöllä saada siedettävän realistisia materiaaleja aikaan. Työkalu on kuitenkin niin vahva, että hyvällä alakarttojen (submap) käytöllä materiaaleista saa aivan todellisen näköisiä.

Materiaalien mallit laittavat perussäädöt paikalleen, mutta eivät tarjoa tekstuuria tai heijastettavaa kuvaa, jotta pinta näkyisi hyvin, joten ympäristö on itse laitettava karttana tai yksinkertaisesti laittaa pintaan oma tekstuuri. Pääominaisuudet materiaalien parametrien muutoksille ovat:

1) Diffuse (Hajautuminen)

- Diffuse Level (Valon hajautuminen pinnalle)
- Roughness (Pinnan karheus)
- Color (Diffuse-tason sävy)

2) Reflection (Heijastus)

- Reflectivity (Pinnan heijastavuuden taso)
- Glossiness (Pinnan kiiltävyys)
- Glossy Samples (Pinnan kiiltävyyden näytteiden määrä eli tarkkuus)
- Color (Reflection-tason sävy)

3) Refraction (Valon taittuminen)

- Transparency (Läpinäkyvyys)
- Glossiness (Valon taittumisesta aiheutuva kiilto)
- Väri (Refraction-tason sävy)
- IOR (Muuttuja Fresnelin yhtälöön, joka käsittelee pinnasta heijastuvan tai taittuvan valon keskittymistä tiettyyn pisteeseen kuten suurennuslasia käyttämällä)

Pääominaisuuksien lisäksi materiaalin valon käsittelyyn voidaan puuttua poikkeustapauksissa myös muissa parametrien alaosioissa, mutta suurimmassa osassa materiaaleista tarvitsee vain lisätä yhdestä kolmeen kuvakarttaa materiaaliin tekstuurin luomiseksi ja sitten säätää pääominaisuudet.

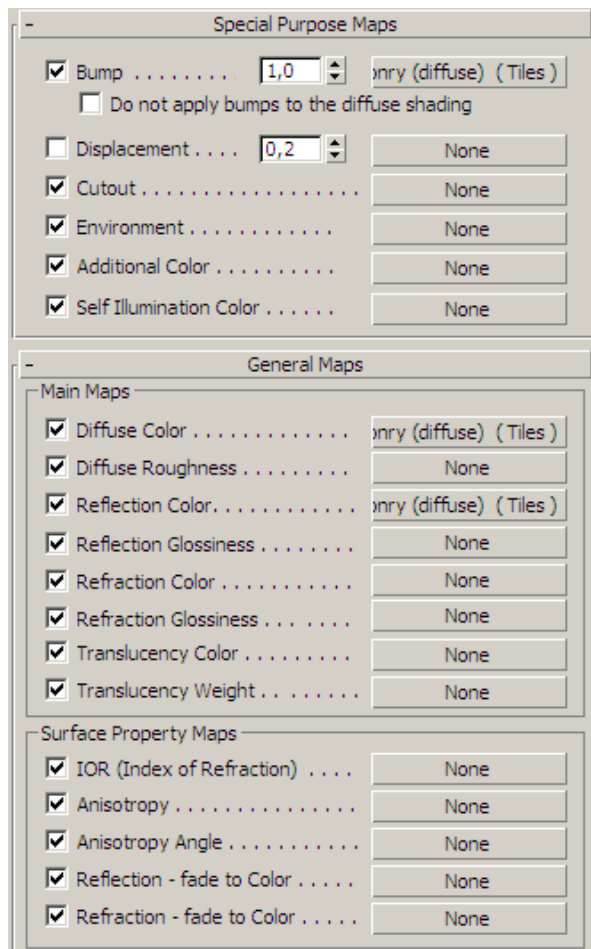
- {Appearance & Attributes}
- . Matte Finish
- . Pearl Finish
- . Glossy Finish
- {Finishes}
- . Satin Varnished Wood
- . Glossy Varnished Wood
- . Rough Concrete
- . Polished Concrete
- . Glazed Ceramic
- . Glazed Ceramic Tiles
- . Glossy Plastic
- . Matte Plastic
- . Masonry
- . Rubber
- . Leather
- {Transparent Materials}
- . Glass (Thin Geometry)
- . Glass (Solid Geometry)
- . Glass (Physical)
- . Frosted Glass (Physical)
- . Translucent Plastic Film, Lig
- . Translucent Plastic Film, Op
- . Water, Reflective surface
- {Metals}
- . Chrome
- . Brushed Metal
- . Satined Metal
- . Copper
- . Patterned Copper

Kuva 6.3 Perusmateriaalien mallit

Arch+design -materiaaligeneraattori tarjoaa pääominaisuuksien mallit kuvan 6.3 mukaisiin materiaaleihin, joihin tarvitsee vain lisätä tekstuuri alakarttojen avulla.

## 6.2 Omat tekstuurit

Omien tekstuurien luonti tapahtuu lisäämällä alakarttoja kuvan 6.4 alivalikoissa. Kuvassa on lisättyä tiilikuvioitu kuva alakartaksi Bump-, Diffuse Color- ja Reflection Color -alakarttoihin, joiden avulla pinta, jolla on jo valon käsittelyyn tarvittavat pääominaisuudet, saa värin, heijastuksen sekä pinnan epätasaisuuden. Kun epätasaisuuteen (Bump) lisätään alakartta, pinta saa kolmiulotteisuuden vaikutteen värien sävyn vaihteluun perustuvasta algoritmista.



Kuva 6.4 Alakarttojen lisäys

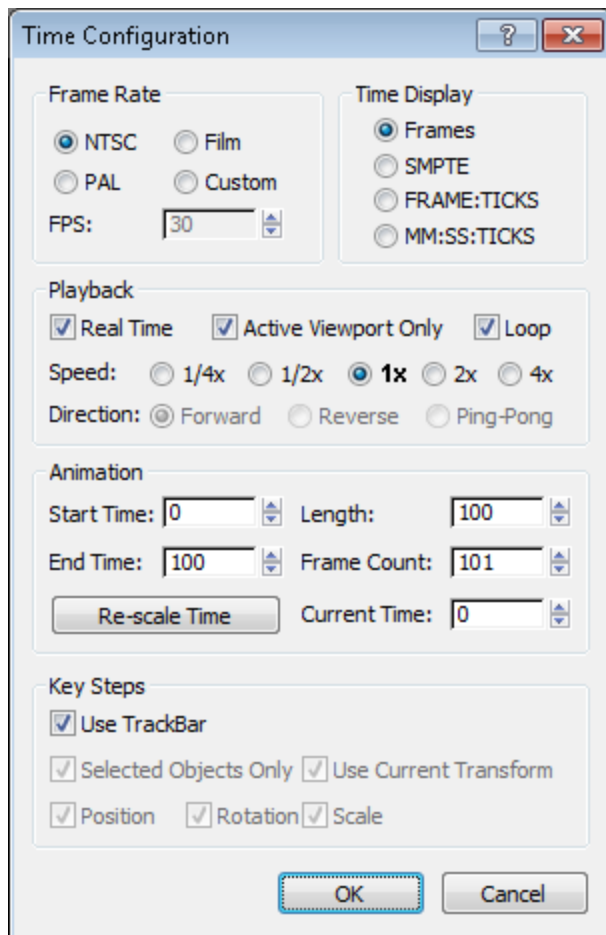
Omia tekstuureja tehdessä todentuntuisuuteen voidaan päästä vaivattomimmin valokuvauksen avulla. Makrokuvauksella saadaan tarkkoja kuvia pinnoista, mutta kuvia on syytä käsitellä sillä liian tarkat tekstuurit ovat "resurssisyyppöjä", joten kuvat pitäisi käsitellä alhaisemmalle tarkkuudelle ja tai tehdä niistä jatkuvia kuvia niin, että vierekkäin tai päällekkäin laitettavissa kuvissa ei näy saumoja. Yksityiskohdatkin voidaan luoda tekstuurien avulla sen sijaan, että ne mallinnettaisiin äärimmäisen tarkasti. Tämä säästää aikaa ja katseluetäisyyden ollessa riittävä todentuntuisuuskaan ei kärsi. Bump-alakarttaa hyödyntämällä saadaan kevyttä kolmiulotteisuuden vaikutusta pintaan, mutta vain tiettyyn katselukulmaan saakka. Tätä hyödynnetään suurimmaksi osaksi esimerkiksi peleissä tai, kun katselukulma on tarpeeksi kaukana, voidaan esimerkiksi kokonaisen talon seinä esittää yksinkertaisella geometrialla, ja kaikki yksityiskohdat ovat sitten kuvana pinnassa.

## **7 ANIMOINTI**

Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi 3ds Maxin tarjoamat päällimmäiset animointityökalut sekä niiden asetukset.

### **7.1 Animointi**

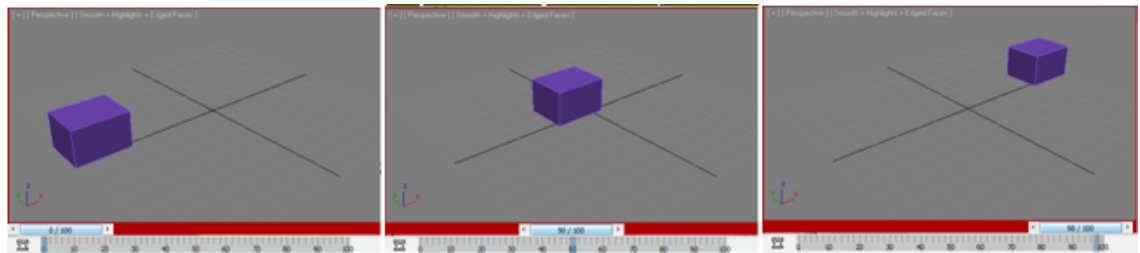
3ds Maxilla animointi on hyvin samankaltaista kuin videonkäsittelyohjelmistoilla. Animoinnissa käytetään avainkuvaruutuja tietyissä kohdissa aikajanaa (aikajan asetukset kuvassa 7.1), ja ohjelmisto pyrkii täyttämään niiden väliset kuvaruudut itse, jolloin syntyy liikettä. 3ds Maxissa pystytään hyödyntämään objektien ominaisuuksien muutoksia avainkuvaruuduissa. Esimerkiksi objektin läpinäkyvyyden parametriin voidaan laittaa aluksi 0-avainruutuun 0 % ja lopuksi 100-avainruutuun 100 %. Tällöin animaation edetessä avainruudusta 0 avainruutuun 100 objekti muuttuu sulavasti näkymättömäksi. Tätä voidaan hyödyntää hienovaraisemmissakin asioissa kuten materiaalin valon käsittelyn muuttumisena videon edetessä. 3ds Maxista löytyy myös runsaasti animointia varten kehitettyjä työkaluja, ja monet fysiikkatyökalut ovat olemassa juuri tätä varten.



Kuva 7.1 Aikajanan asetukset

Aikajanan asetuksista (Time Configuration) määritetään käsiteltävän ajan kuvamäärä ja kelausnopeus. Kuvien tiheyttä voidaan määrittää Frame Rate-kohdasta, josta voidaan valita kolmen perusasetuksen ohella aivan oma FPS (Frames Per Second). Time Display -kohdasta valitaan ajan esityksen muoto, joka on pitkälti vain kosmeettinen, jos animointi tapahtuu ainoastaan 3ds Maxissa. Sen vaihtaminen tulee oleelliseksi vasta, kun on tarkoitus yhdistää 3ds Maxissa tuotettu animaatio toiseen tuotantoon.

Playback-kohdasta voidaan määrittää eri näkymien kelausnopeus sekä tietyissä tapauksissa kelausnopeuden suunta. Animation-kohdassa määritetään aikajanan alku, loppu ja kuvamäärä. Samasta kohdasta voidaan myös skaalata animaation pituutta ja nopeutta skaalaamalla aikajanan asetuksia. Key Steps-kohdasta määritetään missä muutoksissa automaattisen avainruudun luonti tapahtuu.



Kuva 7.2 Liikkeen animointi

Kuvassa 7.2 esitetään esimerkkinä avainruutujen käyttö ja yksinkertainen laatikon liikkeen animointi. Ensimmäisessä kuvassa avainruudussa 0 on luotu laatikko-objekti. Kolmannessa kuvassa on luotu uusi avainruutu laatikko-objektille ja siirretty sen sijainti kuvassa näkyvään kohtaan. Keskimäinen kuva näyttää ohjelman laatikolle avainruutujen avulla laskeman sijainnin ruudussa 50.

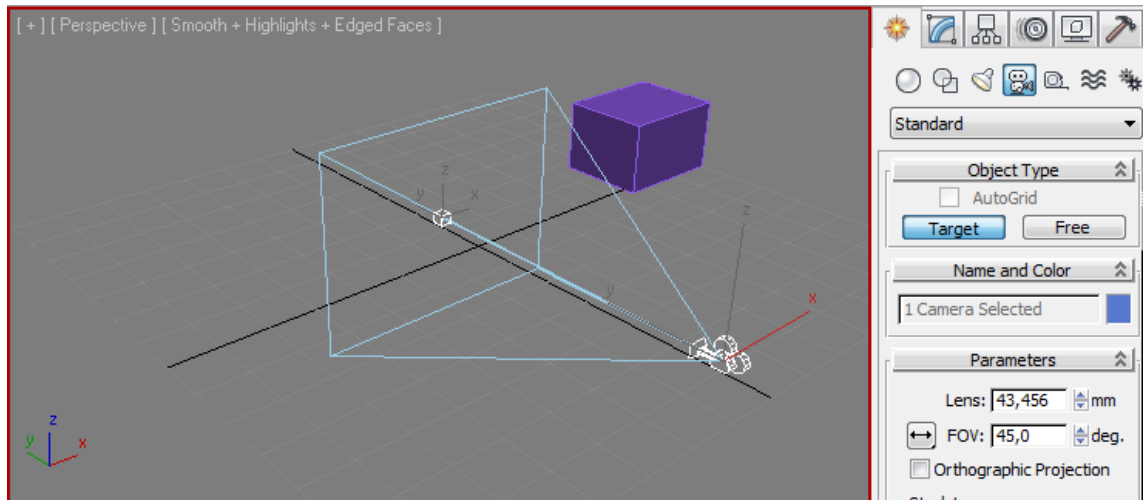
## 7.2 Kamerat

3ds Maxiin on luotu kameratyökalut, joilla simuloidaan todellisia kameroita, jotta voitaisiin hallita animaatioiden kuvakulmia ja näköalueiden rajauksia paremmin. Työskentelijän kameratoiminnan paremman hahmottamisen kannalta kameratyökalut käyttävät todellisuutta vastaavia arvoja, kun hallinnoidaan niiden linssin ja kuvaukseen liittyviä ominaisuuksia. Ei ole kuitenkaan mitään tarvetta hakea realismia kuvauksessa, ellei sitä nimenomaan tahdo. Kuvauksesta voi luoda aivan sellaisen kuin haluaa, kuten esimerkiksi käyttämällä mahdottomia kamera-ajoja ja voimistettuja efektejä kuten kameran linssin heijastuksia (Lens-Flare) sekä liikkeen sumennusta (Motion Blur). Nämä voi myös jättää ihan kokonaan pois, jos haluaa.

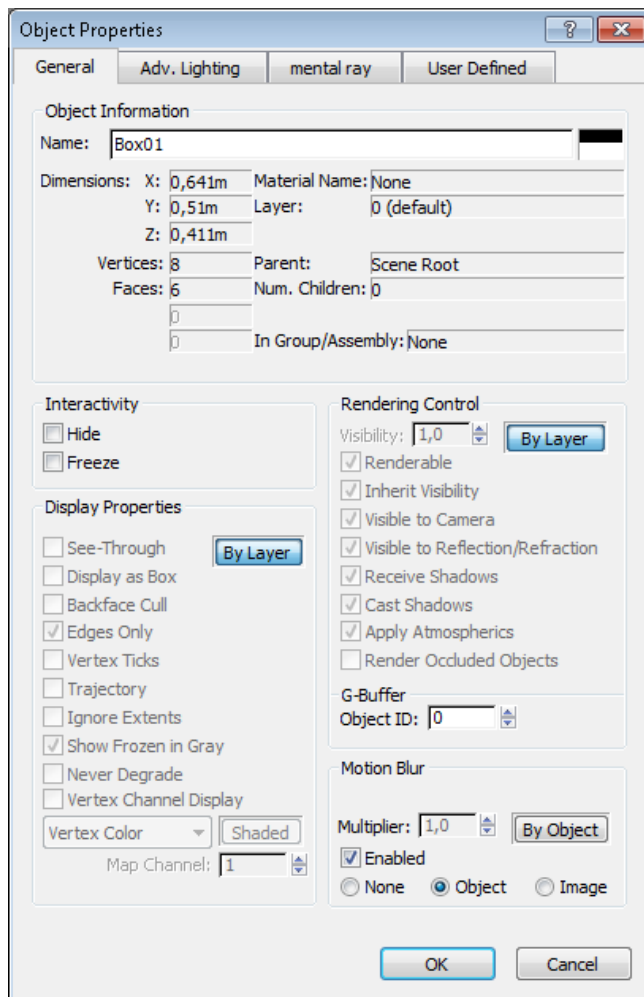
Kuvassa 7.3 esitellään Target-tyyppinen kameraobjekti. Tämän tyyppisen kameran tärkein ominaisuus on mahdollisuus sitoa sen kohdeobjekti toiseen objektiin, jolloin kamera on kohdistettuna aina siihen objektiin riippumatta siitä, miten kohtauksessa olevat kamerat tai kuvattavat objektit liikkuvat. Kameraan liittyviä tehosteita voidaan myös rajata kuvassa 7.4 näkyvästä Object Properties-ikkunasta. Sieltä voidaan rajata vaikkapa liikkeensumennus ainoastaan tietty-



hin objekteihin ja tai säätää eri objekteille eri voimakkuuksiset liikkeen sumennukset.



Kuva 7.3 Kameraobjekti



Kuva 7.4 Objektin ominaisuudet

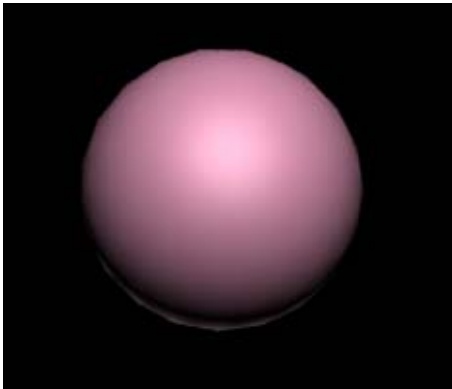
Objektin ominaisuuksista voidaan myös säätää muitakin tapahtumia objektipohjaisiksi, joka riippuen työstä helpottaa objekteihin kohdistuvien ulkoisten tapahtumien hallintaa. Esimerkiksi objekti voidaan saada jättämään huomiotta toisen objektin varjo renderöitäessä, jos sattuu niin, että valo ei pääse suoraan kyseiseen objektiin ja uuden valo-objektin luonti vaikuttaisi liian moneen asiaan, jolloin se kuluttaisi liikaa resursseja. Voitaisiin myös tehdä objekteista väliaikaisesti näkymättömiä, jotta kameran kuvakulman saisi vapaasti valita kuvattavaan nähden.

## 8 VALAISTUS

Valaistus on yksinkertaisesti mallintamisen tärkein asia. Ilman valaistusta ei objektista saisi renderöitävää kuvaa. Valaistus ei välttämättä tarkoita mallintamisessa todellisen maailman valoa vaan kyseessä voi olla vain näkyvyyttä vastaavia arvoja. Mental Ray -renderöintimoottori pyrkii antamaan työkalut todentuntuisen valaistuksen tekemiseen. Valaistusta ei välttämättä edes erikseen tarvitse tehdä kunhan on muokannut materiaalien tai objektien näkyvyyttä ja määritellyt niille jotain heijastettavaa. Todentuntuiset valaistukset ovat pitkälti niitä suunnittelijoita ja arkkitehtejä varten, joille on tärkeää saada suunnitelmissa tilan todellinen valaistus esille.

### 8.1 Oletusvalaistus

3ds Maxissa oletusvalaistuksena (kuva 8.1) toimii ympäristövalo tai kahden valonlähteen tuottama valo. Näillä valoilla ei ole muuta tarkoitusta kuin tuoda objekti näkyviin käyttäjälle muokkaamista varten, joten on suositeltavaa luoda omat valonlähteet tai käyttää materiaalien ominaisuuksia.



Kuva 8.1 Oletusvalaistuksen alaisena renderöity objekti

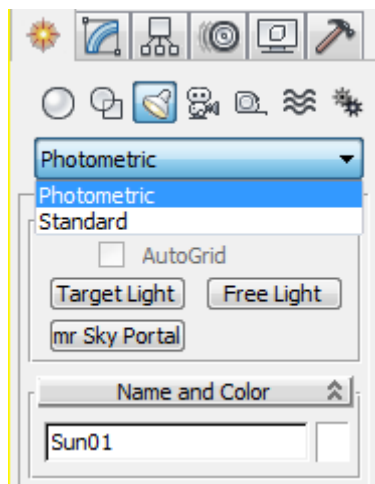
### 8.2 Valonlähteet

3ds Maxissa valonlähteitä on kahta eri tyyppiä, joista sitten on luotu valmiita valo-objektien malleja käyttäjiä varten. Tyypit ovat fotometriset ja standardit valot. Mallit ovat kohdevalot, suunnatut valot ja valojärjestelmät. Kohdevaloilla ja

suunnatuilla valoilla on olemassa myös kohdistettavat objektiversiot, joiden avulla voidaan valon kohdistus sitoa vaikka objektiin.

### 8.2.1 Fotometriset valot

Fotometriset valot (kuva 8.2) käyttävät valon energia-arvoja laskiessaan valon jakautumista, keskittymistä, värin lämpöarvoa sekä muita arvoja, jotka perustuvat todellisen maailman valojen ominaisuuksiin. Käyttäjä pystyy hallitsemaan valon lähteiden valon mallinnusta näiden arvojen avulla syöttämällä ne valo-objektin parametreihin. Fotometriset valot ovat suunniteltu mental ray -renderöintimoottorin kanssa yhteiskäyttöön. [5]

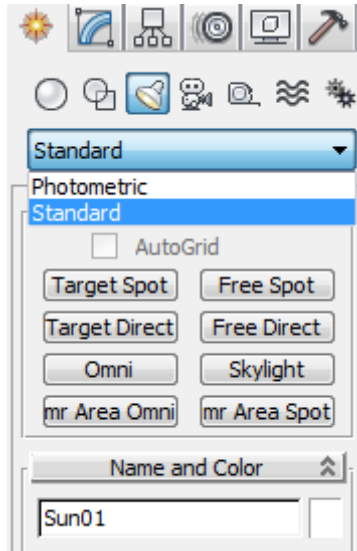


Kuva 8.2 Fotometriset valonlähteet

Kuvassa 8.2 näkyy fotometrinen valo-objektien valikko. Oletuksena fotometriin valoihin sisältyy kohdevalo (Target Light), joka voidaan sitoa kohdistamaan valonsa tiettyyn kontrollipisteeseen, joka voidaan pitää vapaana tai liittää toiseen objektiin. Toinen valo-objekti on vapaa valo (Free Light), joka on aluevalo. Aluevalo valaisee ympäristönsä parametreissa määritetyllä värillä, voimakkuudella ja matkalla. Kolmantena on mental ray -renderöintimoottorin oma valojärjestelmä (mr Sky Portal). Tämä simuloi taivasta, horisonttia ja sen luomaa valoa.

## 8.2.2 Standardit valot

Standardit valot (kuva 8.3) ovat tarkoitettut enemmän tunnelman kuin todentuntuisuuden luontiin, joten ne eivät tarjoa todellisia arvoja omissa asetuksissaan vaan ne ovat yksinkertaisesti ohjelmoituja valonlähteitä.

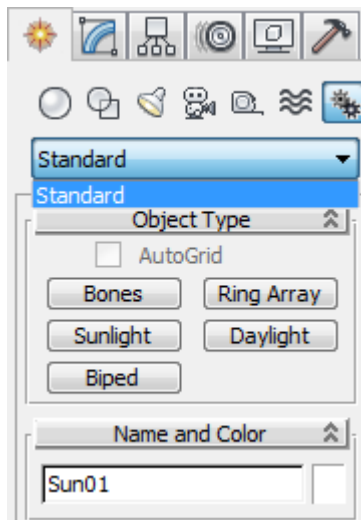


Kuva 8.3 Standardit valonlähteet

Kuvassa 8.3 on standardien valonlähteiden valikko. Target Spot on kameran tapaan kohdistettava pyöreä valo, jonka kohdistus voidaan sitoa objektiin. Target Direct on samalla tavalla kohdistettava, mutta se jakaa valon neliön muodossa ja suoraan. Spot-tyyppisissä valoissa valo lähtee yhdestä pisteestä ja jakautumaan suuremmalle alueelle. Direct-tyyppisissä valon alku on jo jakautunut, jolloin valonlähteestä samalla etäisyydellä olevat objektit tai objektien osat ovat samalla voimakkuudella tasaisesti valaistut, kun Spot-tyyppisissä kohdistettuun kohtaan tulee voimakkaampi valo. Free Spot ja Free Direct ovat edellämämainittujen tapaisia sillä poikkeuksella, että niiden sijainnin ja suunnan hallinta tapahtuu ainoastaan valonlähteestä. Omni ja mr Area Omni ovat aluevaloja samaan tapaan kuin fotometrinen Free Light. Mr Area Omni on optimoitu mental ray -renderöintimoottoria varten. Skylight valaisee koko kohtauksen käyttämällä ympäristön värejä tai erikseen valitun alakartan määrittelemällä tavalla. Mr Area Spot on mental ray -renderöintimoottorin oma Target Spot -valo-objektin kaltainen valonlähde, jossa on ylimääräisiä asetuksia mental ray -renderöintimoottoria käyttäessä.

### 8.2.3 Aurinko- ja päivänvalojärjestelmät

Nämä järjestelmät (kuva 8.4) simuloivat maantieteellisesti todentuntuksia valoja perustuen maantieteelliseen sijaintiin, kulmaan sekä auringon ja maan väliseen liikkeeseen. Tämä järjestelmä sopii parhaiten varjojen tutkimiseen ehdotettuihin arkkitehtuurisiin suunnitelmiin, joissa voidaan tarvita tietoa vaikkapa rakennuksen varjon peittoalueesta. Käyttäjä voi muuttaa valon maantieteellistä sijaintia syöttämällä objektin parametreihin päivämäärän ja kellonajan.

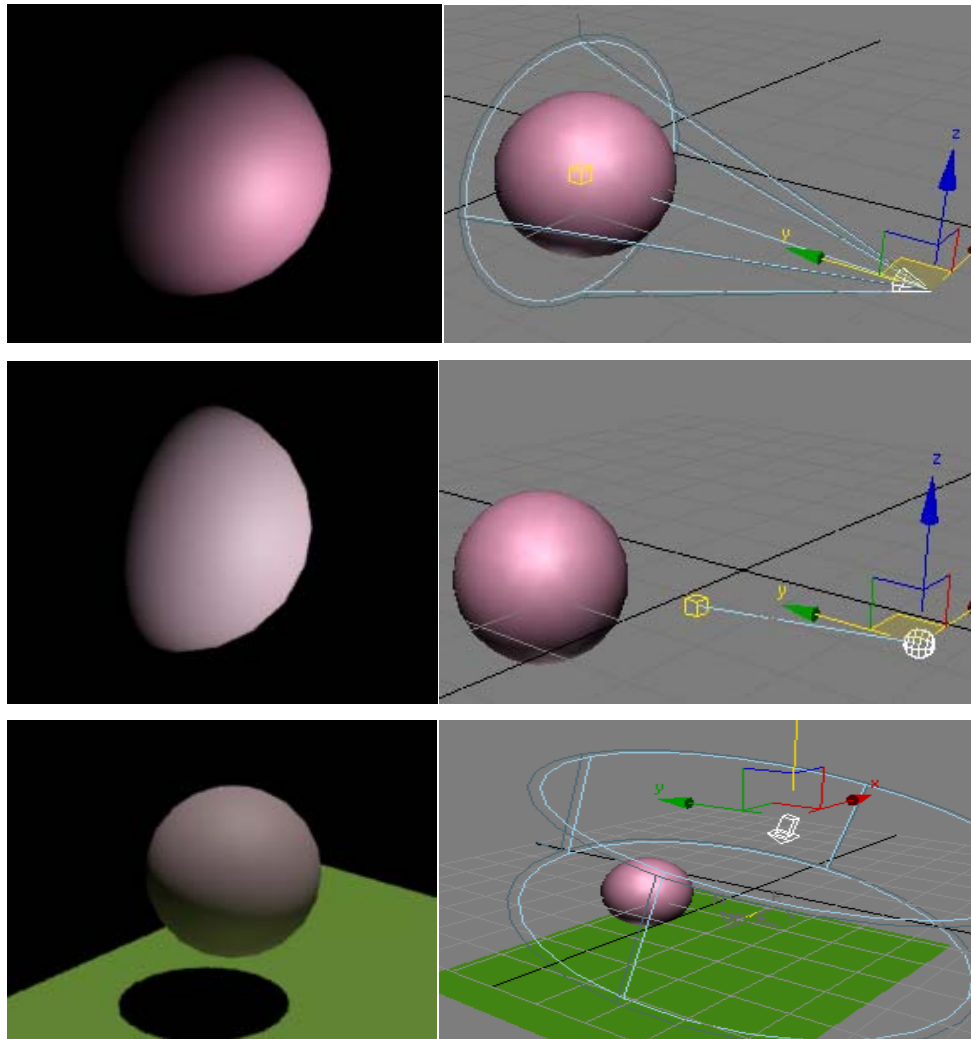


Kuva 8.4 Valikko josta löytyy Sunlight- ja Daylight-valojärjestelmät

Kuvassa 8.4 on järjestelmien valikko, jossa on 2 valojärjestelmää, Sunlight ja Daylight. Sunlight-valojärjestelmä (kuva 8.7) on samankaltainen Direct-valo-objektien kanssa eikä sen hallinta eroa suuresti niistä. Daylight on täysimittainen järjestelmä, joka luo ympäristöön samalla muunneltavan horisontin. Tätä hallitaan tämän luvun alussa kuvaillulla tavalla.

### 8.2.4 Valo-objektit

Kuvassa 8.5 näytetään eri valaistustyyppien vaikutus mattapintaiseen objektiin.



Kuva 8.5 Eri valaistustyyppien vaikutus

Kuvassa 8.5 vasemmassa yläkulmassa on Target Spot -tyyppinen valo-objektin vaikutus renderöitynä sen oikealla puolella näkyvästä tilanteesta. Kyseinen valo on standardityyppinen, joten valon jakautuminen pinnassa lasketaan melkein olemattomana ja objektin valaistus syntyy yksinkertaisesti etäisyyksistä laskien. Vasemmalla keskellä olevassa kuvassa on kyseessä mental ray -renderöintimoottorin Target Light -tyyppisen valo-objektin vaikutus sen oikealla puolella näkyvästä tilanteesta. Fotometrisenä valonlähteenä se ottaa huomioon objektin pinnassa tapahtuvan valon hajautumisen sekä valon sävyn luoden tassisemman ja kalseamman värin objektin pintaan. Alimmassa parissa on kyse auringon valoa simuloivasta järjestelmävalosta. Kyseessä on myös fotometrinen valo, jolloin kyseinen valo voi värjäytyä ja jakautua materiaalin pinnassa. Tässä tapauksessa vihreästä pinnasta heijastuva valo värjää ja valaisee pallon alapuolta hieman.

## 9 RENDERÖINTI

Luvussa 3.6 käytiin läpi mitä renderöinti ensisijaisesti on ja esiteltiin oletuksena käytössä olevat renderointimoottorit. Tässä luvussa käydään läpi työhön tarvittu mental ray -renderointimoottorin ominaisuudet, asetukset sekä muistin käyttö.

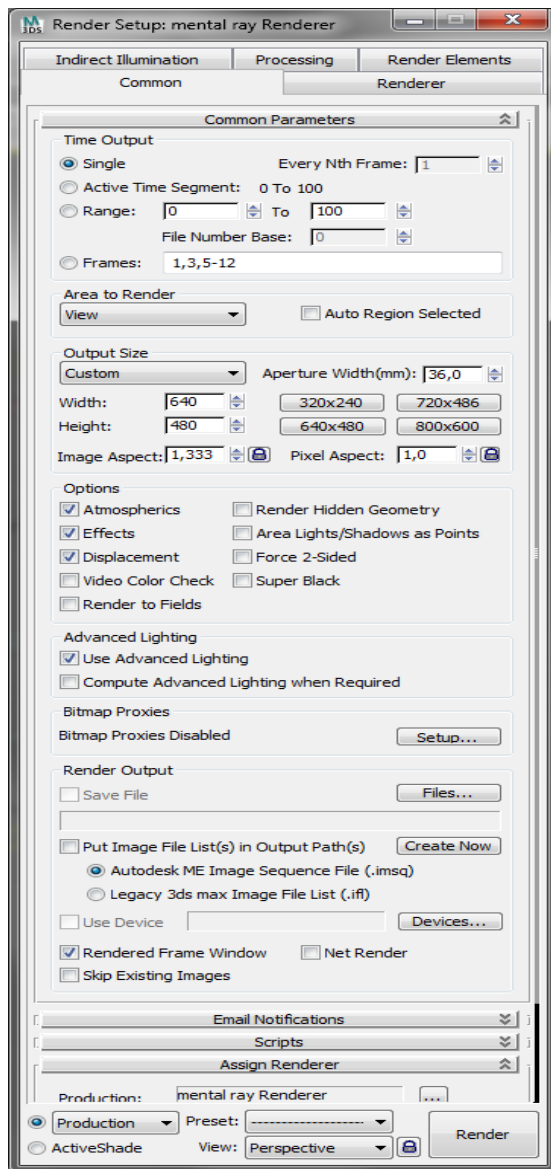
### 9.1 Renderointiasetukset

Renderointiasetukset sisältävät useita paneeleita. Niiden määrä ja nimet voivat vaihdella käytössä olevan renderointimoottorin mukaan. Common- ja Renderer- paneelit ovat aina näkyvissä ja käytettävissä. Mental rayn käyttö lisää Render Elements-, Processing- ja Indirect Illumination -paneelit.

#### 9.1.1 Yleiset asetukset

Yleiset asetukset (Common panel kuva 9.1) sisältävät hallintatyökalut, jotka vaikuttavat kaikkiin renderöinteihin riippumatta mikä renderointimoottorin on käytössä. Samasta ikkunasta valitaan renderointimoottori.





Kuva 9.1 Common-paneeli

Time Output -osiosta määritetään renderöitävät kuvat. Oletuksena renderöidään nykyinen näkymässä oleva kuva. Käyttäjä saa vapaasti valita, mitkä kuvat renderöidään.

Output Size -osiossa määritetään renderöitävien kuvien resoluutio ja kuvasuhde. Käyttäjä voi käyttää oletuksena tarjottavia resoluutioita tai määrittellä oman.

Options-osiossa valitaan renderöinnille käyttäjän haluamat erityisasetukset. Näiden muuttamista tarvitaan yleensä vain hyvin erityisissä tilanteissa kuten esimerkiksi kohtauksen ongelmien kartoittamiseksi.

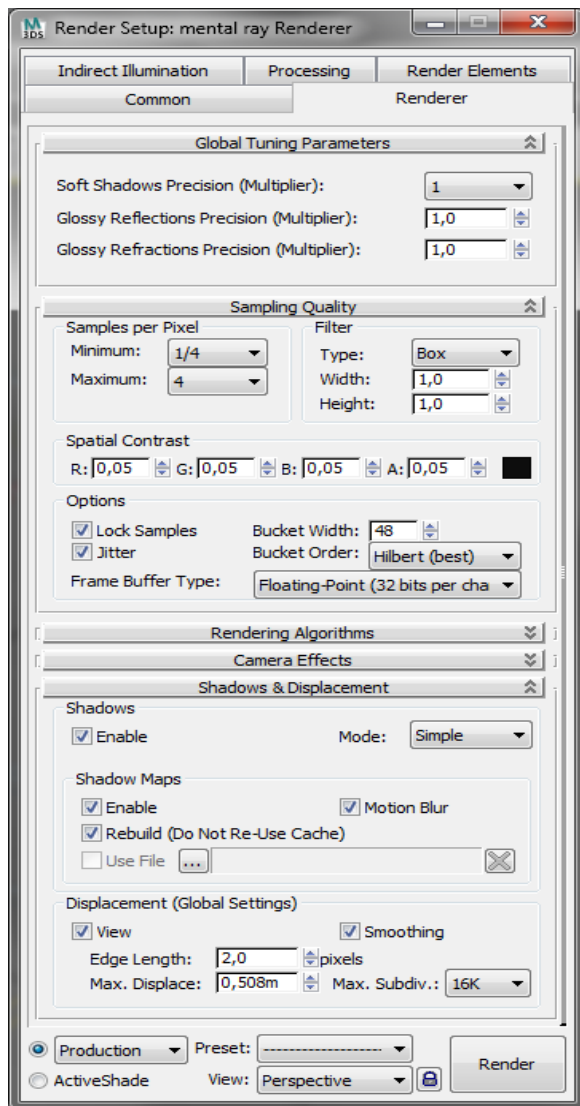
Advanced Lighting -osiossa valitaan, halutaanko käyttää edistynyttä valaistusta tai määritellä sen laskenta vain niihin tilanteisiin, kun valaistuksen tietoa tarvitaan.

Bitmap Proxies -osiossa voidaan halutessa luoda tekstuurikartoista alhaisemman resoluution kuvia vaikka näkymän selausta varten, kun on tarve nähdä työskennellessään, miten pintamateriaalit toimivat.

Render Output -osiossa määritetään, miten renderöidyt kuvat tallennetaan. Oletuksena 3ds Max luo renderöityjä kuvia varten väliaikaistiedoston, joka katoaa, kun renderöi uuden kuvan. Kun käyttäjä haluaa tallentaa kuvat erikseen, niin tulee määrittää tallennuspolku ja laittaa ruksi Save File -kohtaan. Samalla määritetään, missä muodossa renderöidyt kuvat tallennetaan. Vaihtoehtoja on monia normaalista bittikartasta videotiedostoihin. Animaatiota renderöidessä on kannattavaa tallentaa jokainen kuva erikseen kuvatiedostona ja käyttää kuvasarja-asetuksia, jotta videonkäsittelyohjelmat pystyvät käsittelemään kuvasarjat videoiksi. Use Device -asetuksesta voidaan määrittää renderöity kuva tallentumaan ulkoisiin laitteisiin, kuten videonauhurille tai kameraan. Net Render -asetuksesta määritellään mahdollisen renderöintifarmin käyttö, jossa käytetään useita koneita renderöimään yksi määritelty työ tai kohta.

### **9.1.2 Renderöintimoottorin asetukset**

Renderer-paneeli sisältää asetuksia renderöinnin tarkkuudelle. Suurimmassa osassa asetuksista määritellään heijastusten, valon taittumisen ja varjojen näytteenottoja. Mitä pienempiin näytteenottoihin mennään, sitä tarkemmin edellämainitut asiat renderöityvät. Varsinkin suurimmissa resoluutioissa on syytä pienentää näytteenottoja, jotta ei tapahtu pikselöitymistä eli kuvasta erottuisi selvästi neliönmuotoisia kohtia valonkäsittelyssä. Useimmiten tämä esiintyy eräänlaisena kuvan rakeutumisena.



Kuva 9.2 Renderer-paneeli

Global Tuning Parameters -osio antaa mahdollisuuden muuttaa globaalisti kertoimia kohtauksen valon käsittelyn tarkkuuteen. Tämä auttaa varsinkin kun materiaaleihin on määritetty staattiset tiettyyn resoluutioon sopivat näytteenotokoot, sillä resoluutio vaihtaessa ei tarvitse kuin muuttaa näitä lukuja.

Sampling Quality -osiossa taas määritellään yleinen kuvan tarkkuuteen liittyvän pehmennyksen näyttöönottokoot. Jotta kohtauksen sävytys syntyisi sulavan näköisenä eikä jokaisen pikselin väri olisi täysin sen kohdalla olevan geometrian materiaalin värinen, niin näytteitä otetaan pikselien kohdalta useampia ja myös pikseliryhmistä kokonaisuudessaan. Näin renderöintimoottori saa mahdollisuuden käsitellä pikselien värit niin, että ihmisen silmään ne näyttävät todentuntui-

sen sulavilta. Jos näytteenotto ei ole tarpeeksi tarkka, syntyy mahdollisuus rykelmälle samanvärisiä pikseleitä, ja tämä näkyy rumana rakeutena lopputuloksessa.

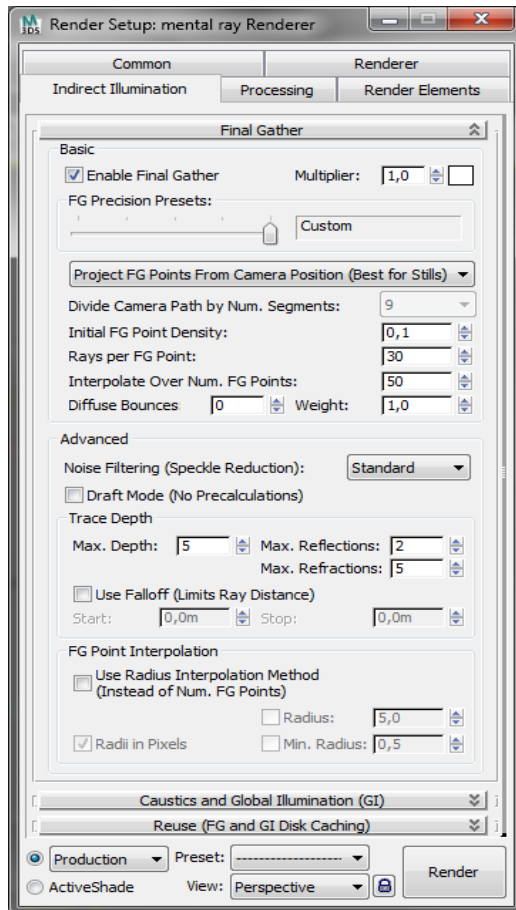
Rendering Algorithms -osiossa määritellään mitä valonkäsittelyyn käytettäviä algoritmeja mental ray voi käyttää ja niiden algoritmien omia asetuksia.

Camera Effects -osiossa on mahdollisuus lisätä kameraan tehosteita kuten liikkeen sumennus tai valon häikäisy.

Shadows & Displacement -osiossa määritetään varjojen asetuksia ja tarkkuuksia sekä pintamateriaalien teksturointiin liittyviä Displacement-asetuksia.

### **9.1.3 Valon säädöt**

Indirect Illumination -paneeli (kuva 9.3) sisältää asetuksia, joilla voi muokata valon käyttäytymistä, kun se kimpoilee ympäristössä. Samalla määritellään kaustiikka, fotonien käyttäytyminen sekä mental rayn final gathering -laskennan asetukset. Normaalisti valaistuksessa lasketaan jokainen valonsäde ja arvioidaan niiden voimakkuuden luoma fotonien tiheys, josta syntyy materiaalien pintaan valaistus. Final Gather on tekniikka, jolla arvioidaan globaalin valaistuksen vaikutus alueeseen, josta ottamalla näytteitä alueen ympäriltä eri suunnista puolipallon muotoisena. Tälläistä näytteiden ryhmää kutsutaan viimeiseksi kerääntymispisteeksi (final gather point). Tämä paneeli sisältää säätöjä tämän tekniikan laskentaan.



Kuva 9.3 Indirect Illumination -paneeli

Final Gather -osiossa voidaan säätää kyseisen tekniikan tarkkuutta, sen näytepisteiden tiheyttä sekä kuinka monta kertaa valon kimpoaminen otetaan huomioon. Samalla voidaan ottaa käyttöön monenlaisia metodeja, joko valaistuksen testaamiseen tai laskennan nopeuttamiseen jättämällä valon käyttäytymisestä erilaisia asioita huomioimatta.

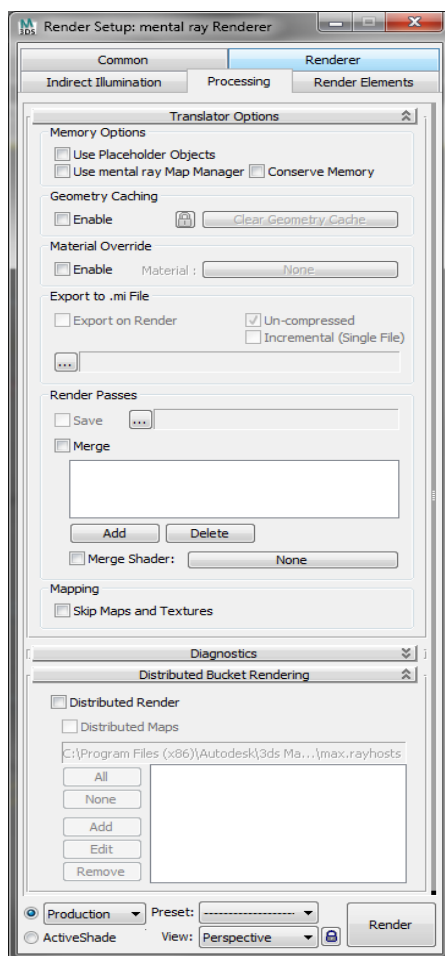
Caustics and Global Illumination -osiossa määritetään globaalin valaistuksen sekä kaustiikan asetukset. Kaustiikka ei ole päällä normaalisti vaan tämä täytyy määrittää erikseen objekteille. Täältä voidaan sitten globaalisti muuttaa sen asetuksia.

Reuse-osiossa määritetään väliaikaistiedostojen tallennuksien asetukset mikäli halutaan renderöintien käyttävän uudelleen jo ennestään laskettuja asioita. Esimerkiksi kohtauksessa ainoastaan yksi esine monesta liikkuu. Tässä tapauksessa renderöintimoottori ottaisi muille esineille ja kameralla jo lasketut va-

laistukset, mutta laskisi ainoastaan liikkuvaa objektia koskevat valaistuksen muutokset uudelleen.

### 9.1.4 Prosessointi

Processing-paneelissa (kuva 9.4) päästään määrittelemään renderöintimoottorin tapaa hyödyntää koneen muistia. Kuten Indirect Illumination -paneelin Re-use-siossa käytetään uudelleen levyllä tallennettuja laskentoja valaistukseen, voidaan tästä osiosta tehdä sama objektien materiaaleille ja geometrialle.



Kuva 9.4 Processing-paneeli

Distributed Bucket Rendering -osiossa voidaan luoda samantapainen useiden koneiden resurssien keskittäminen kuin renderöintifarmissa. Poikkeuksena on, että tämä on tarkoitettu useiden koneiden käyttämiseen yksittäisten kuvien jaettuun renderöintiin, kun taas renderöintifarmi on enemmän kuvasarjoja varten.

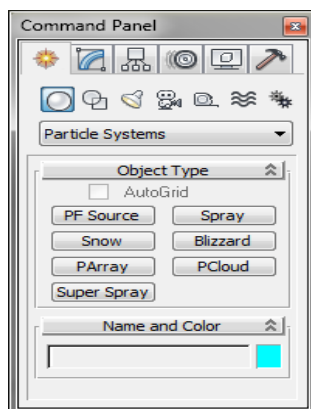
## 10 PARTIKKELIJÄRJESTELMÄT

Partikkeli on pisteobjekti, jota käytetään suurissa rykelmissä erikoistehosteiden kuten pölyn, lumen ja tulen luomiseen. 3ds Maxissa partikkeleita käsitellään partikkelijärjestelmissä, jolle on annettu oma tapahtumien käsittelyyn tarkoitettu ympäristö. Sieltä konrolloidaan partikkeleiden käyttäytymistä, syntymistä, haihtumista, ulkonäköä ja kohtaukseen laitettujen voimien vaikuttamista niihin.

Particle Flow Source -järjestelmä (PF Source kuvassa 10.1) on tapahtumien hallintaan keskittyvä partikkelijärjestelmä. Muut perustuvat tähän järjestelmään, mutta ovat perusasetuksiltaan yleisten partikkelien käyttötarkoitusten mukaisesti luotu nopeuttamaan työskentelyä. Niiden hallintaan ei tarvita tapahtumien käsittelyä vaan näitä hallinnoidaan parametrien avulla. Tässä luvussa keskitytään enimmäkseen Particle Flow Source -järjestelmään.

### 10.1 Partikkelijärjestelmän luominen

Partikkelijärjestelmää luodessa näkymään ilmestyy partikkelien lähteen ikoni (Emitter Icon). Tämä ikoni toimii partikkelien lähteenä ja myös samalla partikkelien lumeobjektina.



Kuva 10.1 Komentopaneelissa olevien partikkelijärjestelmien valikko

Partikkelit eivät ole näkymässä näkyvissä kaikissa ruuduissa kaiken aikaa, jolloin tarvitaan jokin, jonka kautta voidaan päästä hallitsemaan partikkeleita ja niiden lähdettä. Ikonit ovat erilaisia eri järjestelmillä lukuunottamatta yhtä poik-

keusta. Jokaisesta lähtee nuoli siihen suuntaan, jonne partikkelit oletuksena suuntaavat syntyessään.

## 10.2 Particle Flow

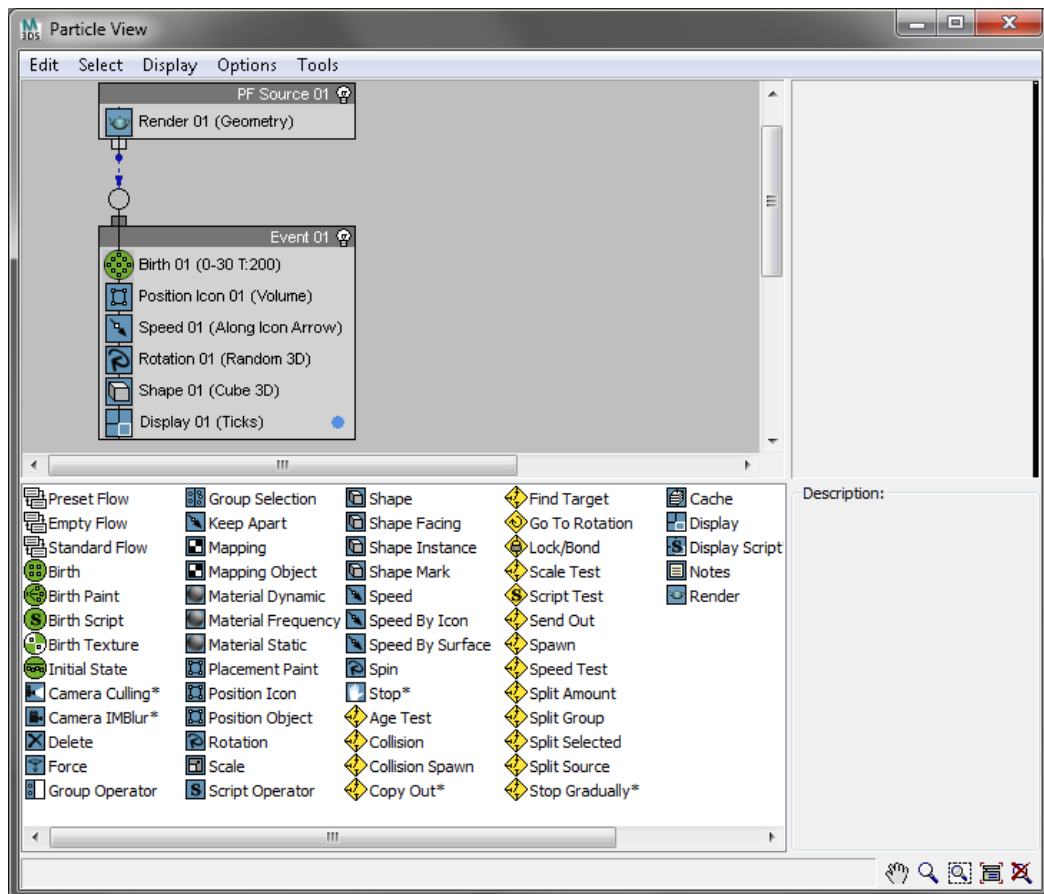
Particle Flow on Oleg Baybrodin kehittämä tapahtumien avulla ohjattava partikkelijärjestelmä. Se oli aluksi vain 3ds Maxin laajennus, mutta jo versiossa 6 se sisällytettiin ohjelmaan. Particle Flow'n tapahtumia hallinnoidaan erillisessä ikkunassa nimeltä Particle View. Siellä voidaan lisätä tapahtumia (Event) ja operaattoreita eli testejä, jotka määrittävät partikkelin ominaisuudet sekä tilanteet, joissa ne kulkeutuvat uusiin tapahtumiin. [6]

## 10.3 Particle View

Particle Flow -järjestelmän tapahtumia hallitaan kuvassa 10.2 näkyvässä Particle View -ikkunassa. Se toimii käyttöliittymänä, josta graafisesti voidaan hallita tapahtumia ja operaattoreita. Samasta ikkunasta hallitaan samalla muitakin partikkelilähteitä, jos niitä kohtauksessa on. Kuvassa 10.2 näkyy Standard Flow eli Particle Flow -järjestelmän oletusrakenne PF Source -objekteille. Jokainen lähteiköni luo globaalin tapahtuman (kuvassa 10.2 PF Source 01), joka vaikuttaa koko partikkelijärjestelmään. Tämä tapahtuma vastaa näkymässä olevaa lähteikönä.

Globaalissa tapahtumassa on oletuksena Render-operaattori, joka määrittää järjestelmän partikkelien renderöintiasetukset. Globaaliin tapahtumaan voidaan lisätä muitakin operaattoreita, mutta on varottava käyttämästä samoja operaattoreita muissa tapahtumissa, jotka ovat kyseisen globaalin tapahtuman vaikutuksessa, sillä se voi aiheuttaa ristiriitaisuuksia partikkelijärjestelmän sisällä. [6]





Kuva 10.2 Particle View -ikkuna

Seuraavan tapahtuman tulee sisältää Birth-operaattori, jolla synnytetään kohtausten partikkelit. Tämän lisäksi oletuksena kyseisessä tapahtumassa on syntymispisteiden määrittystä varten Position Icon -operaattori. Tällä pystytään määrittämään, kuinka monesta pisteestä partikkelit syntyvät ja miten ne pisteet jakautuvat lähdeobjektin pinnalle. Speed-operaattorilla määritetään partikkelien lähtönopeus, lähtönopeuden varianssi, suunta sekä suunnan varianssi. Rotation-operaattorilla määritetään, miten partikkelit pyörivät sekä mitä avaruuden määritelmää ne seuraavat. Shape-operaattori antaa partikkeleille perusgeometrian kuten kuution, pallon tai tetraedrin. Display-operaattori näyttää näkymässä partikkelien sijainnit määritellyn näköisinä. Tässä tapauksessa ne ovat sinisiä plus-merkkejä.

Testit erotetaan keltaisesta ikonista. Testien avulla käsitellään partikkelien liikkumista tapahtumasta toiseen partikkelijärjestelmän sisällä. Yleisin esimerkki on partikkelien poisto, kun ne ovat poistuneet näköpiiristä liikkumisen vuoksi. Tällä

säästetään muistia ja näytönohjaimen resursseja, kun työtä käsitellään näkymissä. Käytetään partikkelin Age-operaattoria tarkistamaan partikkelin olemassaolon aika. Jos aika on tarpeeksi suuri, niin lähetetään partikkeli tapahtumaan, joka sisältää poisto-operaattorin Delete.

#### **10.4 Depot paneeli**

Depot-paneeli näyttää 3ds Maxin sisältämät operaattorit ja testit, jotka voidaan lisätä partikkelijärjestelmän tapahtumiin. Operaattorit ovat sinisillä ikoneilla varustettuja lukuunottamatta syntymäoperaattoreja, joiden ikonit ovat vihreitä. Tapahtumiin voidaan lisätä operaattoreita ja testejä vetämällä niitä hiirellä haluttuun tapahtuman kohtaan. Jos operaattorin tai testin laittaa tyhjiin tilaan, ohjelma luo uuden tapahtuman.

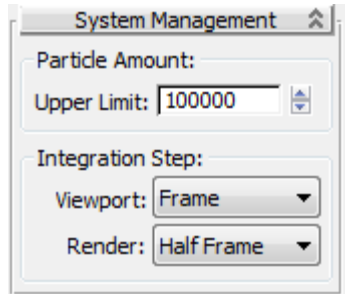
#### **10.5 Voimat**

Jotta partikkelien käyttäytymisestä voitaisiin tehdä todentuntuisempia tai luontevampia, niin voidaan lisätä kohtaukseen voimia, joilla voidaan vaikuttaa partikkelien liikkeisiin. Kohtaukseen voidaan lisätä esimerkiksi painovoima ja tuuli. Painovoima aiheuttaa kiihtyvyyttä siihen suuntaan, jonne painovoiman lähde on sijoitettu. Tuuli taas aiheuttaa määritellyn satunnaisesti partikkelien kiihtyvyyteen ja suuntaan. Nämä voimat pitää liittää Space Warp -toiminnolla partikkelijärjestelmään, jotta ne voidaan sijoittaa tapahtumiin Forces-operaattorilla. Forces-operaattorista voidaan vielä muuttaa erikseen voimien vaikuttavuuksia prosentuaalisesti. Voimat voidaan moninkertaistaa tai hävittää käyttäjän haluamalla tavalla.

#### **10.6 Partikkelit näkymässä**

Partikkelien käyttäytymisen kohtauksessa näkee näkymästä selaamalla aikajanaa. Aina, kun kuva vaihtuu näkymässä, joutuu kone laskemaan partikkelien uuden sijainnin. Tässä tapauksessa, jos kohtauksessa on suuri määrä partikkeleita tai partikkeleille määritelty geometria on niin mutkikas, että kone joutuu laskemaan suuria määriä monimutkaisia laskutoimituksia, voi kone hidastua

prosessorin tehottomuuden takia tai ohjelma voi kaatua muistin loppuessa. Tämän voi osaksi välttää käyttämällä lähdeikonin System Management-osion parametreja (kuva 10.3).



Kuva 10.3 Lähdeikonin komentopaneelistä löytyvä System Management

System Management -osiosta voidaan määrittää järjestelmän maksimiraja partikkelien määrälle. Samalla voidaan määrittää kuinka usein partikkelien tilanne päivittyy verrattuna renderöitävään tulokseen. Tätä joudutaan käyttämään siinä vaiheessa, kun partikkelit liikkuvat niin nopeasti, että ne läpäisevät laskujen välissä objektin, johon niiden oli tarkoitus reagoida törmäämällä, kimpoamalla tai muuten vastaavalla tavalla. Nostamalla laskennan tiheyttä voidaan nostaa todennäköisyyttä, että partikkeli käyttäytyy halutulla tavalla. [6]

Toinen tapa vaikuttaa näkymässä olevien partikkelien selaukseen on vähentää näkymässä näkyvien partikkelien määrää prosentuaalisesti tapahtumien Display-operaattorista. Partikkelien liikkeitä voidaan myös tallentaa tapahtumissa Cache-operaattorilla. Cache-operaattori tallentaa partikkelien tilanteen keskusmuistiin, jotta niiden tilanteet olisivat nopeammin saatavilla selausta varten. Tämä nopeuttaakin suuresti näkymän toistonopeutta, mutta aiheuttaa myös ohjelman kaatumisia nopeasti kun operaattorin käytettävissä muistimäärä ylittyy. Suurin muistin määrä, mitä tämä operaattori voi hyödyntää on 4096 MB, mutta käytännössä se on vähemmän, kun muut ohjelmat varaavat tilaa samasta muistista.

## 10.7 Partikkelien ulkonäkö

Partikkelit ovat olennaisesti tilannetietoa. Niille täytyy antaa geometriaa, jotta ne näkyisivät kohtausta renderöitäessä. Aikaisemmin mainittu Shape-operaattori antaa ainoastaan perusmuotoja partikkelien ulkomuodoksi. Tämä ei läheskään aina riitä. Shape Instance -operaattorilla voidaan liittää partikkelien ulkonäöksi käyttäjän omia luomuksia tai vaihtoehtoisesti voidaan linkittää partikkelit yhdistelmäobjekteihin kuten Blob Mesh -tyyppiseen Metaball-objektiin. Metaball-sanalla tarkoitetaan tietokonegrafiikassa nestemäisesti käyttäytyviä pallomaisia muotoja, jotka tarpeeksi lähellä toisiaan sulautuvat yhteen.

Objektin geometria, joka liitetään Shape Instance -operaattorin avulla partikkelin ulkonäöksi, voi olla myös valmiiksi animoitu. Objektin geometria voisi olla vaikkapa mallinnettu muovailuvahan palanen. Näin voidaan esimerkiksi animoida esineen rikkoutumista, kun se osuu johonkin pintaan. Osuessaan pintaan toinen tapahtuma hävittää vanhan muodon ja kutsuu animoidun geometrian sen tilalle. Animoitu geometria voisi vaikkapa muuttaa hieman muotoa Morpher -modifierin avulla sellaiseksi muovailuvahan palaksi, joka on heitetty jotain esinettä päin. Samaa tekniikkaa voidaan hyödyntää vaikka vesisadetta tehdessä.

## 11 HANASUUTIN-ANIMAATIO

Tässä luvussa kerrotaan asiakkaalle tehdystä animaatiosta, jossa näytetään Energon hanasuuttimien toiminta verrattuna normaaleihin hanasuuttimiin. Animaatiossa kamera lähestyy vesihanaa, joka kääntyy auki ja siitä alkaa valumaan vettä. Hanan suutin putoaa näkyville hanan päädystä. Kyseessä on vanha tumman sinisellä päädyllä varustettu hanasuutin, jonka virtaus on jopa 28 litraa minuutissa.

Suutin vaihdetaan uudempaan Energon vihreään suuttimeen, jonka virtaus on 7.5 litrasta 9 litraan minuutissa. Uusi suutin hajoitetaan veden virtauksen sisällä useampaan osaan toiminnan selventämistä varten. Kamera tuodaan keltaisen kuristusosan kohdalle, joka yksinkertaisesti peittää suuren alan veden virtauksesta kuristaen sen murto-osaan edellisestä. Kyseisessä osassa on pieni kumiringas, joka paineen kasvaessa peittää nykyisestä pienestäkin alasta suuren osan. Mitä voimakkaampi virtaus, sitä pienemmällä pinta-alalla vettä päästetään lävitse. Tämä esitetään animaatiossa vaihtuvalla vedenmäärällä kuristuskohdan yläpuolella kun alapuolella oleva vesimäärä pysyy samana.

Toinen vaihe animaatiossa on, kun laskeudutaan suuttimen rungon kohdalle. Runko toimii ilman veteen sekoittajana. Animaatiossa esitetään tämä ilman sekoittuminen rungon kautta veteen ja veden virtauksen pinta-alan kasvaminen. Näin pieni veden virtaus saadaan samankokoiseksi kuin suurella vedenvirtauksella. Animaatio päättyy siten, kun hanan pääty vedetään takaisin kiinni ja se ottaa uuden suuttimen mukanaan ja lopuksi esitetään, että ulkopuolisesti virtaavalla vedellä ei ole paljon eroa, mutta kulutuksessa on suuri ero.

### 11.1 Objektit

Tässä osiossa käydään läpi tätä animaatiota varten mallinnetut objektit. Hanasuutin on asiakkaan tuotteesta mallinnettu objekti. Se koostuu kolmesta osasta: kannesta ja ilmastimesta sekä niiden välissä olevasta veden kuristimesta.

Vesihana koostuu viidestä objektista: kahvasta, hanasta, joka koostuu rungosta sekä sen päässä olevasta suuttimesta. Hanan pohja koostuu sen pienestä kahvasta ja pohjan rungosta.

Virtaava vesi on yhtenäinen objekti, mutta siitä on täytynyt tehdä 6 eri versiota animaatiota varten. Pääobjekti muuttuu Morpher-modifierin avulla halutessa animaatiossa sulavasti eri muotoihin veden virtauksen muuttumisen havainnollistamiseksi.

Ympäristöobjekteiksi on luotu taustavesi sekä valon lähteenä toimiva soikea puoliympyrä.

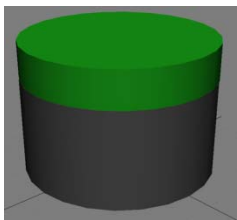
### 11.1.1 Hanasuutin

Hanasuuttimen (kuva 11.1) mallintaminen alkoi suunnittelemalla, miten sen muodot saisi mallinnettua mahdollisimman siistiin muotoon.



Kuva 11.1 Vihreä ilmastimella varustettu säästösuutin

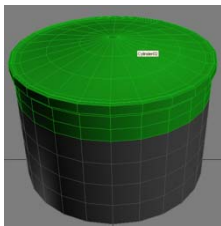
Hanasuuttimen mallintamista helpotti sen symmetrinen muoto. Alkukantaisten objektien segmenttien määrän pystyi määrittelemään kuudella jaolliseksi. Päätin käyttää 24-sivuista sylinteriä molempiin objekteihin, ja sijoittelin ne kuvassa 11.2 näkyvään tapaan.



Kuva 11.2 Hanasuuttimen alkukantaiset objektin osat

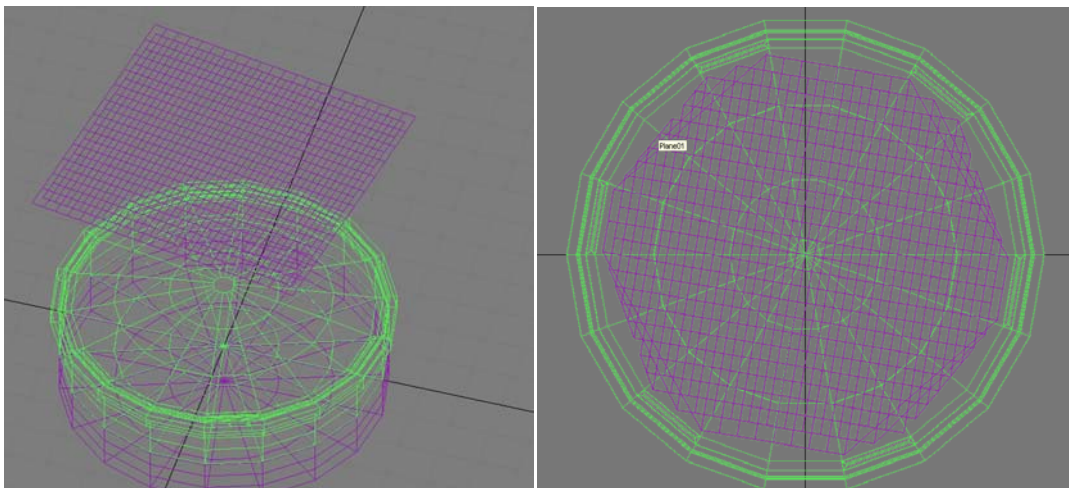
Kuvassa 11.2 näkyy raaka asetelma, josta yksityiskohtia aloitettiin tekemään. Paremmen hahmottamisen vuoksi värjäsin objektit hanasuuttimen osia vastaaviksi.

Hanasuuttimen muotoilu (kuva 11.3) aloitettiin kannen yläosan muotoilulla. Luotiin reunat ja nostettiin kannen keskusta oikeaa vastaavaksi. Jälkeenpäin lisättiin hanasuuttimen kannen reunoilla olevat aukot.



Kuva 11.3 Hanasuuttimen kannen muotoilu

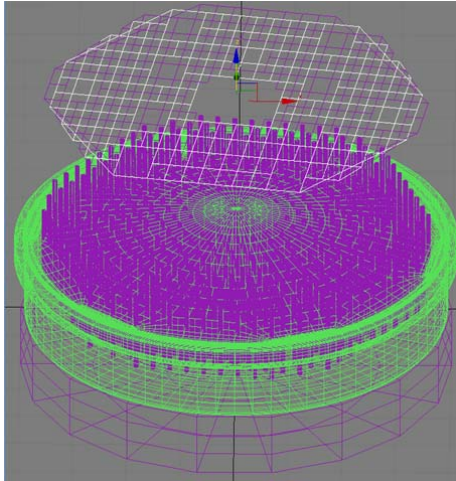
Kuvassa 11.4 näkyy luotu apuobjekti. Verkko luotiin sitä varten, että suuttimen kannessa olevat reiät saataisiin tasan samalla symmetrialla kuin oikeassa objektissa on. Kun kaksi neliönmuotoista jaoteltua taso-objektia oli sijoitettu sopivasti limittäin, oli helppoa vain poistaa verteksit niistä kohdista, joihin reikää ei tule.



Kuva 11.4 Hanasuuttimen reikien luontiin tarkoitettu aseteluverkko

Kuvassa 11.5, näkyy mihin kyseinen verkko oli tarkoitettu. Käyttämällä toisen käyttäjän luomaa pientä MaxScript-ohjelmaa, joka loi objekteja verteksin koh-

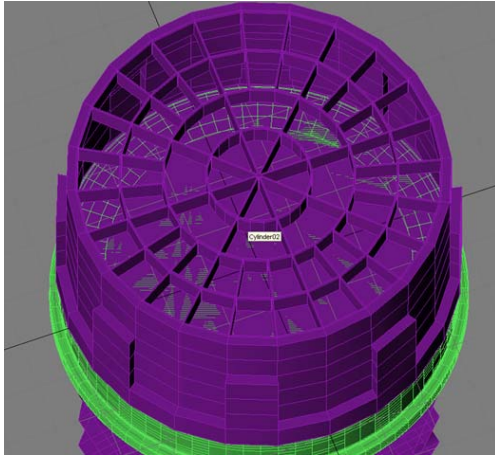
dalle. Kyseisen objektin lähteen sai tehdä itse. Tästä johtuen luotiin pieni putki, joka sitten tällä ohjelmalla sijoiteltiin jokaisen oletetun reiän kohdalle. Tämän jälkeen tarvitsi vain valita kansi ja muuttaa se ProBoolean-tyyppiseksi yhdistelmäobjektiksi. Tämä mahdollisti älykkään objektien geometrian sulauttamisen tai erottamisen. Tässä tapauksessa käytettiin putkia erottamaan kannen geometriaa. Näin syntyi samankokoiset reiät täydellisen tasaisin välein.



Kuva 11.5 Hanasuuttimen reikien luonti

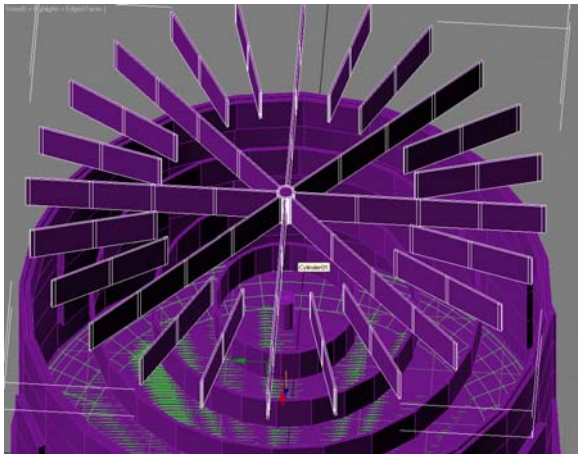
Kannen valmistuttua oli syytä siirtyä alemman osan työstämiseen. Kuvassa 11.6 näkyy epäonnistunut ratkaisu, sillä pohjan verkkomainen geometria on täysin yhtenäinen. Toteutuksen aikana ei tullut mieleen, että pehmennyksen kohdalla niin sanotun verkon suorat osat tekevät ympyränmuotoisille osille muutoksia, sillä bezierin pistekäyttäytymisen takia ne loivat painotuksia jokaiseen väliin ympyrän muotoisille osille. Tämä aiheutti sen, että kehistä ei koskaan saanut pehmentäessä ympyrän muotoisia.





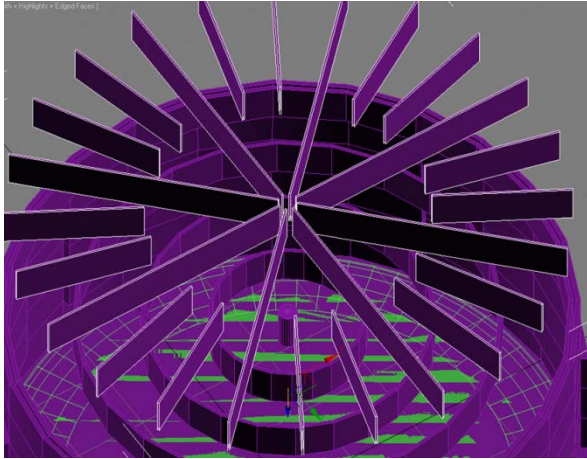
Kuva 11.6 Hanasuuttimen ilmastimen mallintaminen

Jotta verkon suorat osat eivät vaikuttaisi kehien pehmennykseen, niin ne täytyi tehdä erillisenä objektina, kuten kuvasta 11.7 näkyy. Tämä myös osoittautui huomattavasti nopeammaksi tavaksi, sillä pehmenystä varten ei tarvinnut lisätä tietoa ylimääräisiin nurkkiin. Tarvitsi vain lisätä ja poistaa geometriaa kehien luonnissa ja luoda suorat osat toisesta sylinterin muotoisesta objektista, jolla on sama segmenttien määrä ja mitat.



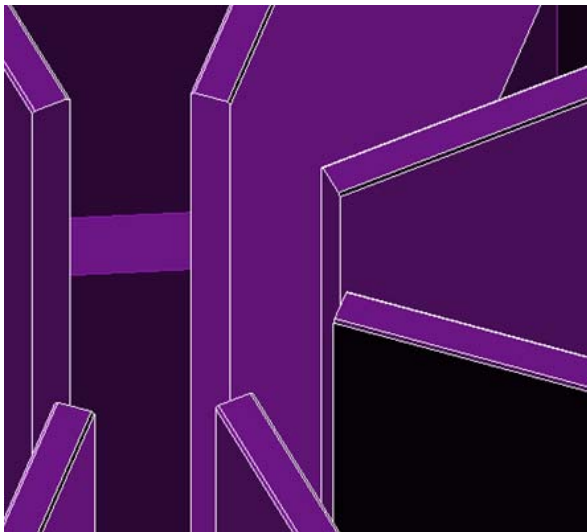
Kuva 11.7 Hanasuuttimen ilmastimen mallintamisen oikea ratkaisu

Kuvassa 11.8 on ylimääräisistä reunoista ja vertekseistä siistitty versio verkosta. Tämä tehtiin ihan sen vuoksi, että voitaisiin lisätä reunoihin tietoa pehmennyksiä varten ilman lukuisia valitsemisoperaatioita.



Kuva 11.8 Siistitty verkko

Kuvassa 11.9 näkyy verkon suoriin osiin tehty tiedon lisäys Chamfer-työkalulla. Tämä mahdollistaa pehmenettäessä sen, että kyseiset muodot eivät muutu kokonaan soikeaksi. Näin säilytetään suhteellisen terävät kulmat.



Kuva 11.9 Tiedon lisäys verkon suoriin osiin

Kuvassa 11.10 näkyy valmis hanasuutin yksinkertaisessa valaistuksessa.

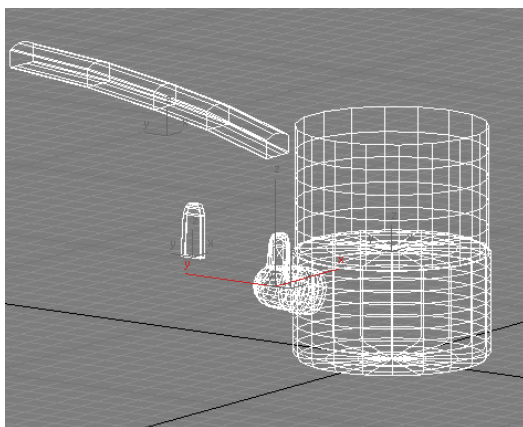


Kuva 11.10 Valmis hanasuutin

### 11.1.2 Vesihana

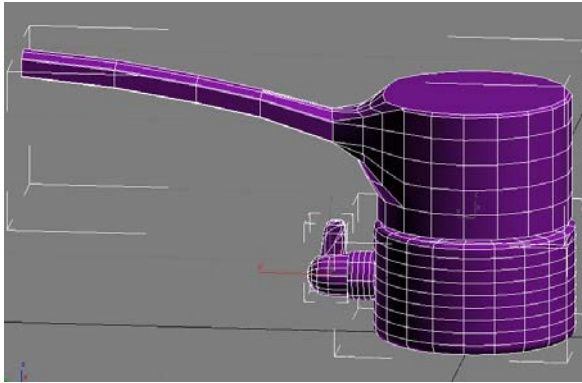
Vesihanan ulkomuodon tarkkuus ei ollut olennaista, joten sen luominen oli paljon nopeampaa kuin hanasuuttimen. Suunnittelua oli vaivatonta tehdä, koska netistä löydetty vesihanan kuva riitti malliksi.

Kuvassa 11.11 nähdään melkein valmis pohjaosa sekä sen kahva ja hanan rungon luontiin tehdyt alkukantaiset palat. Hanan kaula tehtiin jatkamalla hie-man Chamfer-työkalulla pehmenettyä laatikkoa, jota myös muutettiin verteksi pohjaisesti vastaamaan netistä löytyneen kuvan hanan kaulaa suurinpiirtein.



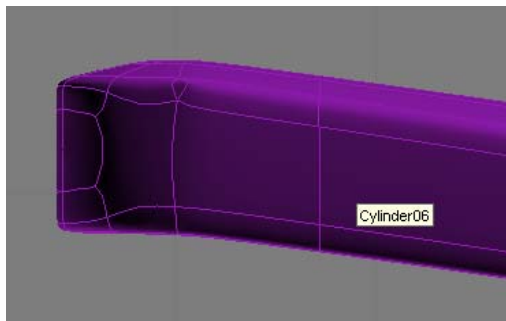
Kuva 11.11 Keskenräinen vesihana wireframe-näkymässä

Hanan kaula liitettiin runkoon (kuva 11.12) käyttämällä Border-hallintatason Bridge-työkalua. Sen käyttäminen vaati kaulan verteksien määrien muuttamista, jotta liitos saatiin siistin näköiseksi sillä liitoskohtia täytyy olla saman kertoimen verran. Esimerkiksi kuuden sivun reuna on vielä siisti liittää 12-sivuiseen toiseen osaan.



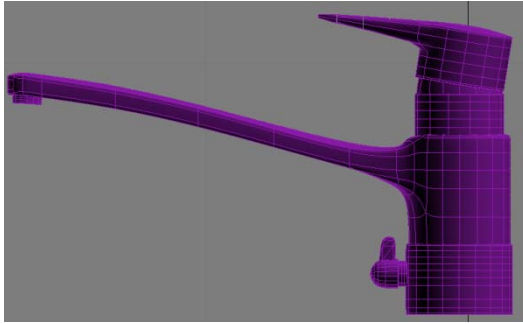
Kuva 11.12 Hanan kaulan liittäminen sen runkoon

Hanan kaulan pääty (kuva 11.13) luotiin lisäämällä sylinterin puolikas sen pätyyn weld-työkalulla, kunhan ensin sylinterin reunat oli tehty kaulaa vastaaviksi.



Kuva 11.13 Hanan kaulan pääty

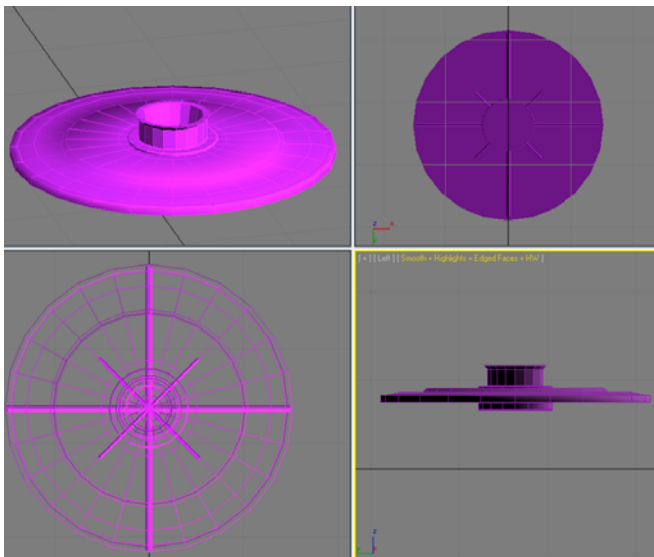
Vesihanau viimeistelyyn (kuva 11.14) ei tarvittu kuin muutama sylinterin ja pallon puolikkaan muotoisten alkukantaisten objektien lisäys. Kahva syntyi yksinkertaisesti vetämällä sylinteristä 8 polygonia ulos ja kutistamalla päädyn polygonit.



Kuva 11.14 Kokonainen vesihana

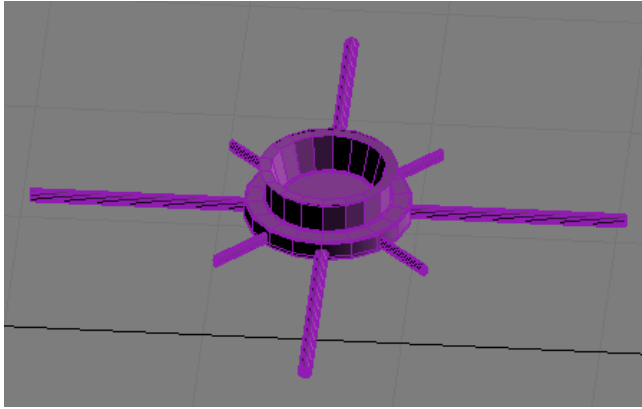
### 11.1.3 Vedenkuristin

Vedenkuristin (kuva 11.15) on hanasuuttimeen tuleva osa. Tähän osaan koko animaatio myös perustuu. Tätä ei ollut vielä tarve mallintaa hanasuuttimeen, joten se tapahtui animaation luonnin aikana.



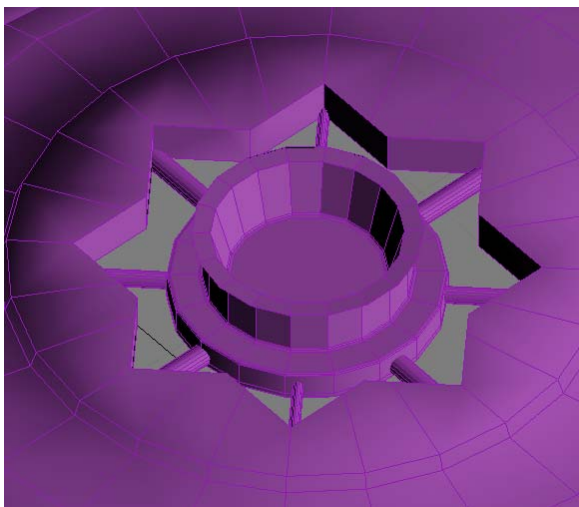
Kuva 11.15 Veden virtauksen kuristin

Veden kuristimen (kuva 11.15) luonti oli suoraviivaista sillä kyseessä ei ollut kuin 2 sylinteriä. Kuristimen pinnan muodot sai helposti tehtyä katsomalla sivuprofiilia. Pohjassa olevat muoviputket sai tehtyä putken muotoisesta alkukantaisesta objektista, joten suurin työ oli näiden objektien sijoittelu (kuva 11.16) ja kokojen suhteuttaminen. Keskimmäiseen osan meni hieman enemmän aikaa sulavan syvennyksen tekemiseen.



Kuva 11.16 Veden kuristimen keskiosa ja muoviputket

Kuvassa 11.17 näkyy alkujaan muotoiltu veden virtauksen kuristamisen mahdollistava aukko. Tässä kuvassa näkyy epäonnistunut versio, sillä taas pehmennyksen kanssa syntyi ongelmia, kun tähden muotoiseen kuvioon tulee enemmän reunoja kuin tarvitaan. Tämä hävitti pehmennyksessä sen reunojen sulavuuden ja loi säröjä kohtiin, joissa pintapuolelta yhdistyi reunoja tähden sivujen keskelle.



Kuva 11.17 Veden kuristimen veden virtausaukko

Parempi versio saatiin syntymään, kun kannen segmenttien määrä laitettiin keskellä olevan tähden muodon kulmien mukaiseksi. Näin pinnalla olevat reunat osuivat ainoastaan kulmiin ja pehmennyksen luonti helpottui.

Kuvassa 11.18 nähdään onnistuneesta geometriasta tehty pehmennys. Objektin suhteet eivät tässä vaiheessa olleet vielä kunnossa.



Kuva 11.18 Pehmennetty onnistunut veden kuristimen versio

Viimeisenä lisättiin objekti kuvaamaan kuristimen kumilenkkiä (kuva 11.19), joka litistyy peittämään veden virtauksen pinta-alaa paineen mukaan.



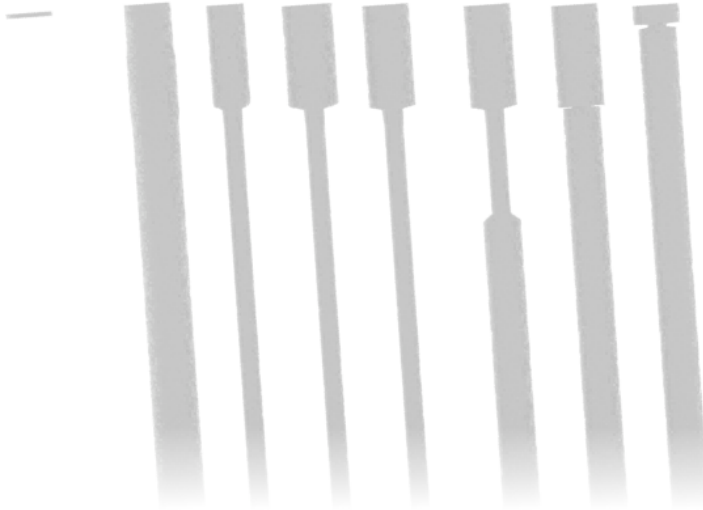
Kuva 11.19 Viimeistelty kuristin

#### **11.1.4 Veden virtausta kuvaava objekti**

Kun kerran halutaan kuvata veden virtauksen muuttumista eri objektien kohdalla, kuten kuristimen tai ilmastimen, tulee käyttää Morpher-modifieria. Morpher-modifier mahdollistaa objektien muuntamisen kunhan verteksien ja segmenttien määrät täsmäävät alkuperäisen ja kohdeobjektin välillä.

Kuvassa 11.20 näkyy animaation kronologisessa järjestyksessä veden käyttäytyminen. Ensimmäisenä vesi on piilossa hanan sisällä litteänä. Tämän jälkeen se muuntuu alkuperäiseen muotoonsa, joka näkyy toisena objektina kuvassa.

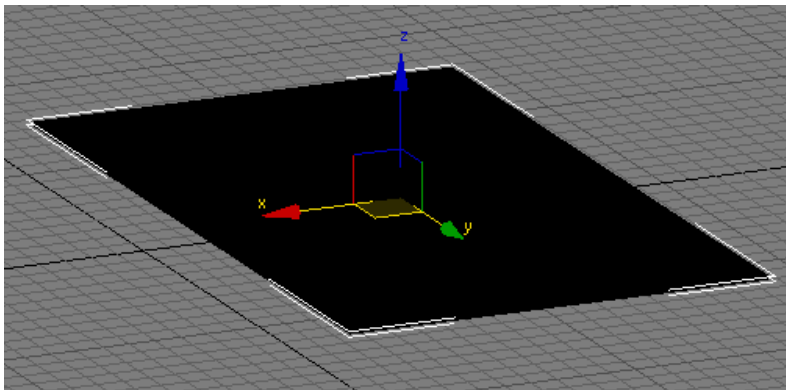
Kolme seuraavaa objektia kuvaavat paineen muuttumista. Kuudetta käytetään veden paksuuntumiseen ilman lisäämisen avulla. Kaksi viimeistä on palojen vetäytymiseen takaisin hanaan, jotta veden tila näkyisi pysyvän samana.



Kuva 11.20 Veden virtausta kuvaava objekti ja sen muuttumiseen tarvittavat kappaleet

### 11.1.5 Taustavesi

Taustavesi (kuva 11.21) luodaan materiaalien avulla, joten geometrian ei tarvitse olla mutkikasta.



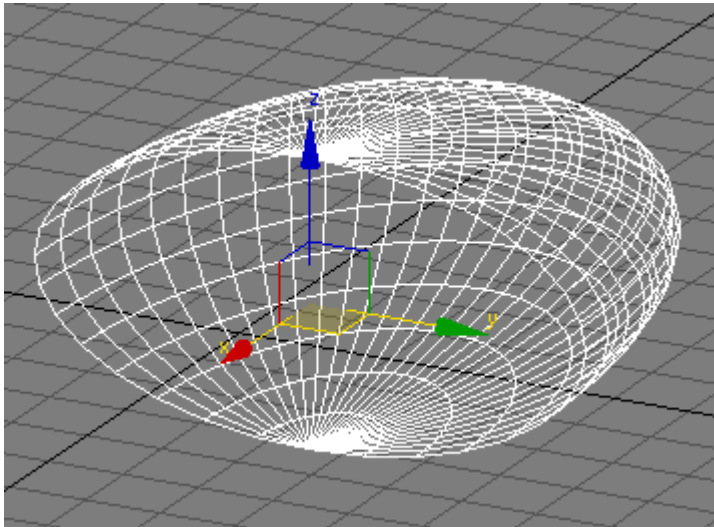
Kuva 11.21 Taustaveden objekti



Kuten kuvassa 11.21 näkyy, tähän on vaadittu vain littana laatikon muotoinen alkukantainen objekti.

### 11.1.6 Taustavalaisua varten luotu objekti

Kuten taustavettä varten ei taustavalaisuakaan varten tarvitse mutkikasta geometriaa (kuva 11.22). Tätä työtä varten valittiin soikea pallon puolikas toimimaan kohtauksen valaisimena.



Kuva 11.22 Taustavalaisin

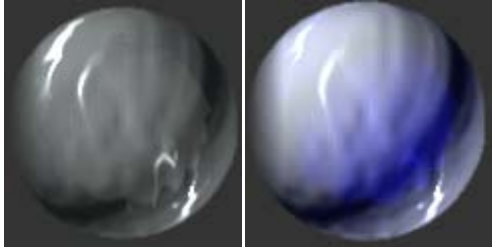
Taustavalaisimen valo tuotetaan materiaalin ominaisuudella nimeltä Self-Illumination. Tämä antaa säätää objektin valovoimaisuuden sekä valon värin ja lämpöasteen. Valaisimen geometria olisi voinut olla muunlainenkin. Vaatimus kuitenkin on, että se on sulava eikä muodosta mistään kuvakulmasta kohtaukseen päällekkäistä valaistusta.

## 11.2 Materiaalit

Tässä osiossa käydään läpi kohtaukseen kuuluvat materiaalit.

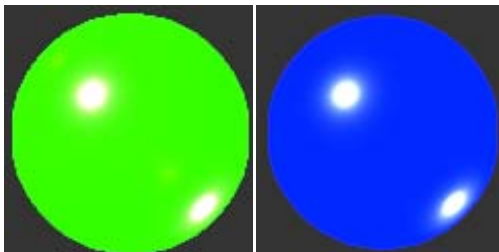
Taustaveden materiaali (kuva 11.23) vaihtaa väritystään miellyttävämmäksi, kun suuttimen väri vaihtuu Energon tuotteita edustavaksi. Tämä materiaali on tehty Ocean (lume) -alakartan avulla. Se on sijoitettu Bump-alakartaksi, jolloin se antaa hieman 3d:n tuntua vesimateriaaliin vaikka kyseessä on periaatteessa pelk-

kä kuva pinnassa. Ocean (lume) on animoidun vesimateriaalin luontiin tarkoitettu kartta. Sillä pystytään määrittelemään aaltojen koot, määrät, suunnan, jyrkkyyden sekä sen, onko vedessä tasaisia osioita.



Kuva 11.23 Taustaveden materiaali

Hanasuuttimen kannen materiaali (kuva 11.24) on samaan tapaan animoitu vaihtamaan väriä kuin taustavesi. Kannen materiaali vaihtuu sinisestä vihreään, suuttimen vaihtumisen ilmaisemiseksi. Tähän materiaalin on lisätty Self-Illumination Glow -tehoste, jotta materiaali näkyisi paremmin veden lävitse hohkamalla valoa itsestään. Se ei kuitenkaan tuota valaistusta ympärilleen eikä aiheuta heijastumia.



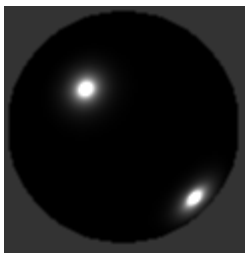
Kuva 11.24 Hanasuuttimen kannen materiaali

Vesihanauksen kromi (kuva 11.25) on luotu käyttämällä kuvaa kylpyhuoneesta ympäristökarttana, joka on simuloitu pallona objektin ympärille. Materiaali on melkein täydellisen heijastava. Pinnan ominaisuuksiksi on laitettu tasainen kiiltävä pinta, johon valo hajaantuu vain hieman, tuottaen tiiviitä valon heijastumia pinnastaan luodakseen kiiltoa.



Kuva 11.25 Vesihanavan materiaali

Ilmastimen materiaali (kuva 11.26) on luonteeltaan matta musta pienellä kiillolla ja valon hajautumisella pintaan.



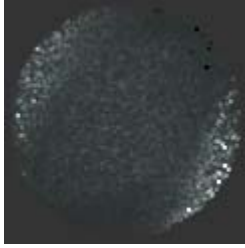
Kuva 11.26 Ilmastimen materiaali

Kuminen materiaali (kuva 11.27) on luotu kiiltämään vahvasti, mutta valo ei hajaudu sen pinnassa melkein ollenkaan olemattoman karheuden takia.



Kuva 11.27 Kuristimen kumilenkin materiaali

Veden virtaus (kuva 11.28) on samaan tapaan tehty kuin taustavesi, mutta sen animointi on suunnattu valumaan alaspäin z-akselia. Vahva läpinäkyvyys ja kiiltävyys ovat ominaisia vesimateriaaleille. Heijastumia ja valonjakautumia on hieman värjätty sinisen sävyihin.



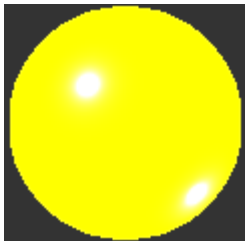
Kuva 11.28 Veden virtauksen materiaali

Ilmakuilien materiaalina (kuva 11.29) on käytetty hieman oikotietä ja tehty periaatteessa lasipalloja. Vahvasti läpinäkyvä ja kiiltävä materiaali ottaa värin sitä ympäröivästä materiaalista, jolloin saadaan pienien ilmakuilien illuusio.



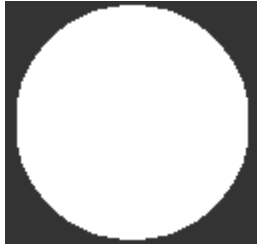
Kuva 11.29 Ilmakuilien materiaali

Kuristimen materiaali (kuva 11.30) on aivan samaan tapaan tehty kuin kannen materiaali. Se hohkaa valoa näkyäkseen paremmin vedestä ja on yksinkertaisesti värjätty materiaali.



Kuva 11.30 Kuristimen materiaali

Taustavalaisimen materiaali (kuva 11.31) on kaikilta ominaisuuksiltaan valkoinen ja hohkaa valkoista valoa, joka myös valaisee ympäristönsä ja näkyy heijastuksissa toisin kuin kuristimen ja hanasuuttimen kannen materiaalit.



Kuva 11.31 Taustaväläisimen materiaali

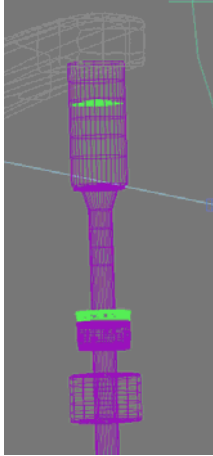
### 11.3 Animaation teko

Kun objektit on mallinnettu ja niille on annettu materiaalit sekä kohtaus on valaistu on aika luoda animaatio. Kuten on aiemmin kerrottu 3ds Maxissa animointi on hyvin samankaltaista, kuin videonkäsittelyohjelmissa ja hyödyntää avainkuvia ajan mukaan tapahtuvien liikkeiden laskennassa.

Kolmiulotteisuus antaa yhden vahvan työkalun muuhun animointiin. Kameran hallinta on täysin vapaata ja sillä voi tehdä suurimman osan työstä. Ei välttämättä tarvitse luoda liikettä objektille vaan tekee sen kameralla, jota on paljon helpompi hallita kuin objektia.

Kameran hallinnalla tehtävä animointi rajoittuu tosin vain yksittäisiin objekteihin. Jos jonkin objektin on liikuttava suhteessa toiseen objektiin samassa kohtauksessa, niin se täytyy animoida. Yksinkertainen animoinnin taso on objektien skaalaaminen, liikuttaminen ja pyörittäminen avainkuvien välillä. Vaativampi animointi on objektin geometrian animointi tai hahmon luuston simuloinnin luominen ja hyödyntäminen. Tässä animaatioissa ei tarvinnut käyttää suurimmaksi osaksi kuin yksinkertaisen animoinnin tason metodeja. Hieman vaativampia tekniikoita on ilmakuplien luonti partikkelijärjestelmällä ja veden virtauksen muodon muutos.

Animaatio alkaa, kun vesihanaukahva kääntyy hieman ylös avatakseen veden kulun. Kahva kääntyy aikajanalla kuvasta 0 akselinsa ympäri y-suunnassa parikymmentä astetta ylöspäin kuvaan 50 mennessä. Toisin sanoen, tämä tapahtuu noin kahdessa sekunnissa. Tämän aikana veden virtausta esittävä objekti on alkanut jo muuntumaan piiloversiostaan normaaliin kokoonsa illustroidakseen veden laskemista hanasta. Kamera siirtyy vähitellen veden virtauksen lähelle.



Kuva 11.32 Suutinosion aukeaminen Wireframe-näkymässä

Vesihanauksen suutinosio aukeaa (kuva 11.32) ja laskeutuu kameran tasolle. Aikajonossa kuvan 600 kohdalla alkaa hanasuuttimen kannen ja taustaveden väri muuttua kuvaan 700 mennessä. Hanasuutin hajoaa kolmeen osaan, kun värit ovat vaihtuneet. Ainoastaan kuristin jää kameran kohdalle. Vesi muuttuu Morpher-modifierin avulla kuvan 11.20 kaltaiseksi esittääkseen kuristimen vaikutusta. Kuvan 1300 kohdalla kamera on edennyt jo ilmastimen kohdalle, joka syöttää ilmaa köyhään veden virtaukseen tehdäkseen siitä paksumpaa.



Kuva 11.33 Ilmastimen toiminta

Tässä vaiheessa alkaa partikkelijärjestelmä syöttää veden sisään ilmakuplia ilmastimen sisältä (kuva 11.33). Partikkeleissa ei ole sen kummempaa fysiikkaa kuin liike nopeus ja suunta, jotka täsmäävät veden virtauksen animoinnin kanssa. Lopuksi seurataan ilmastimen nousua kuristimen kohdalla, jossa kaikki osat kokoontuvat taas yhdeksi partikkelijärjestelmän lähteen seurattessa ilmastinta. Kamera loitonee tilanteesta animoinnin päätteeksi.

Ennen opinnäytetyön aloittamista en tiennyt mallintamisesta juuri mitään lukuun ottamatta joitakin tutoriaaleja, joita olin ehtinyt verkosta käydä läpi aikaisempina vuosina. Olen aina halunnut opetella vahvemmin 3d-mallinnusta ja ammattikorkeakoulun kautta sain mahdollisuuden käyttää uusinta 3ds Max Designia ilman rajoituksia, joten kiinnostusta ja motivaatiota tätä opinnäytetyön aihetta kohtaan löytyi.

Opinnäytetyön tavoite oli opetella käyttämään Autodeskin 3ds Max Design 2010 -mallinnusohjelmistoa ja tuottaa sillä malleja ja animaatioita Innotek Oy:lle heidän tuotteistaan. Tavoitteeseen päästin osittain, sillä työtä tuotteiden mallintamiseen ja animointiin olisi todella suuret määrät. Tämän opinnäytetyön aikana saatiin mallinnettua 2 tuotetta ja tehtyä 2 animaatiota sekä Energo-logon mallinnus ja animointi. Ainakin toista animaatiota voidaan käyttää jo sellaisenaan, mutta toinen vaatii niin suuret koneiden resurssit, että renderöinnin toteuttaminen vaatii suunnittelua.

Alussa tapahtunut tutkimustyö veden mallintamisen ja animoimisen mahdollisuuksista oli haastavaa, sillä siinä sukkellettiin melkein heti mallinnuksen vaikeimpiin asioihin. Mallintaminen oli antoisaa ja mielenkiintoista pois lukien tilanteet, joissa pehmentämisen onnistumiseen tuli käytettyä liikaa aikaa ja vaivaa, kun parempi vaihtoehto olisi ollut vain rakentaa malli uudestaan. Ne vaikeudet kyllä opettivat eniten mallintamisen eheyden ja siisteyden merkityksestä jälkikäsitteilyjä varten. Yhteistyö asiakkaan ja opinnäytetyönvalvojan kanssa sujui hyvin. Asiakkaan kanssa oli helppo pitää yhteyttä ja hän oli aktiivisesti mukana ideoimassa animaatioita.

Oma työskentely ei noudattanut täsmällisen projektityöskentelyn tapoja varsinkin aikataulujen murenemisen kohdalta. Mallintamisen ja animoinnin jatko on auki, mutta todennäköisesti tulen jatkamaan tätä työtä muutoinkin.



## KUVAT

Kuva 3.1 Wireframe -näkyvä mallinnuksesta, s. 12

Kuva 3.2 Renderöity versio kuvasta 3.1, s.13

Kuva 3.3 Renderöinti tapahtumassa Mental Raylla, s. 15

Kuva 4.1 3ds Maxin käyttöliittymä, s. 16

Kuva 4.2 Menupalkki, s. 17

Kuva 4.3 Työkalupalkki, s. 18

Kuva 4.4 Komentopaneeli, s. 18

Kuva 4.5 Viewport, s. 20

Kuva 4.6 Viewportin vasemman yläkulman valikot järjestyksessä [+],[kuvakulma]

ja [objektien näkyvyys] , s. 21

Kuva 4.7 Quadmenu, s. 22

Kuva 4.8 Ajan hallinta ja skaalaus, s. 22

Kuva 5.1 Objektien perusmallit, s. 24

Kuva 5.2 Sylinterimallin parametrit, s. 25

Kuva 5.3 Objektin käsittelymuodon muuttaminen quadmenun kautta, s. 26

Kuva 5.4 NURBS- tyyppinen objekti, s. 27

Kuva 5.5 Verteksien valinta, s. 28

Kuva 5.6 Vertex –hallintatason komentopaneelin työkalut, s. 29

Kuva 5.7 Extrude –työkalun vaikutus, s. 29

Kuva 5.8 Weld –työkalun vaikutus, s. 30

Kuva 5.9 Connect –työkalun vaikutus, s. 30

Kuva 5.10 Reunojen valinta, s. 31

Kuva 5.11 Edge –hallintatason komentopaneelin työkalut, s. 32

Kuva 5.12 Insert vertex –komennon toiminta, s. 33

Kuva 5.13 Split-komennon toiminta, s. 33

Kuva 5.14 Extrude-työkalun vaikutus, s. 34

Kuva 5.15 Chamfer-työkalun vaikutus, s. 34

Kuva 5.16 Chamfer-työkalun tarkennuksen vaikutus NURBS-pehmennykseen, s.

35

Kuva 5.17 Weld-työkalun toiminta, s. 35

Kuva 5.18 Bridge-työkalu, s. 36

Kuva 5.19 Connect-toiminto, s. 36

Kuva 5.20 Rajojen valinta, s. 37

Kuva 5.21 Border-hallintatason komentopaneelin työkalut, s. 38

Kuva 5.22 Extrude-työkalun toiminta, s. 38

Kuva 5.23 Insert Vertex-työkalun toiminta, s. 39

Kuva 5.24 Chamfer-työkalun toiminta, s. 39

Kuva 5.25 Cap-työkalun toiminta, s. 40

Kuva 5.26 Bridge-työkalun toiminta, s. 40

Kuva 5.27 Polygon-hallintataso, s. 41

Kuva 5.28 Polygon-hallintatason komentopaneeli, s. 42

Kuva 5.29 Insert Vertex –työkalu, s. 42

Kuva 5.30 Extrude-työkalun toiminta, s. 43

Kuva 5.31 Outline-työkalun toiminta, s. 44

Kuva 5.32 Bevel-työkalun toiminta, s. 44

Kuva 5.33 Inset-työkalun toiminta, s. 45

Kuva 5.34 Bridge-työkalun toiminta, s. 45

Kuva 5.35 Flip-työkalun toiminta, s. 46

Kuva 5.36 Hinge from edge –työkalu, s. 46

Kuva 5.37 Element-hallintataso, s. 47

Kuva 5.38 Element-hallintatason omat työkalut, s. 47

Kuva 5.39 Modifier-valikko, s. 48

Kuva 6.1 Materiaali-editori, s. 50

Kuva 6.2 Mental rayn arch+design-materiaaligeneraattori, s. 51

Kuva 6.3 Perusmateriaalien mallit, s. 53

Kuva 6.4 Alakarttojen lisäys, s. 54

Kuva 7.1 Aikajanan asetukset, s. 56

Kuva 7.2 Liikkeen animointi, s. 57

Kuva 7.3 Kameraobjekti, s. 58

Kuva 7.4 Objektin ominaisuudet, s. 58

Kuva 8.1 Oletusvalaistuksen alaisena renderöity objekti, s. 60

Kuva 8.2 Fotometriset valon lähteet, s. 61

Kuva 8.3 Standardit valon lähteet, s. 62

Kuva 8.4 Valikko josta löytyy Sunlight ja Daylight valojärjestelmät, s. 63

Kuva 8.5 Eri valaistustyyppien vaikutus, s. 64

Kuva 9.1 Common-paneeli, s. 66

Kuva 9.2 Renderer-paneeli, s. 68

Kuva 9.3 Indirect Illumination -paneeli, s. 70

Kuva 9.4 Processing-paneeli, s. 71

Kuva 10.1 Komentopaneelissa olevien partikkelijärjestelmien valikko, s. 73

Kuva 10.2 Particle View -ikkuna, s. 75

Kuva 10.3 Lähdeikonin komentopaneelista löytyvä System Management, s. 77

Kuva 11.1 Vihreä ilmastimella varustettu säästösuutin, s. 80

Kuva 11.2 Hanasuuttimen alkukantaiset objektin osat, s. 81

Kuva 11.3 Hanasuuttimen kannen muotoilu, s. 81

Kuva 11.4 Hanasuuttimen reikien luontiin tarkoitettu asetteluverkko, s. 82

Kuva 11.5 Hanasuuttimen reikien luonti, s. 82

Kuva 11.6 Hanasuuttimen ilmastimen mallintaminen, s. 83

Kuva 11.7 Hanasuuttimen ilmastimen mallintamisen oikea ratkaisu, s. 83

Kuva 11.8 Siistitty verkko, s. 84

Kuva 11.9 Tiedon lisäys verkon suoriin osiin, s. 84

Kuva 11.10 Valmis hanasuutin, s. 85

Kuva 11.11 Keskeneneräinen vesihana wireframe-näkymässä, s. 85

Kuva 11.12 Hanan kaulan liittäminen sen runkoon, s. 86

Kuva 11.13 Hanan kaulan pääty, s. 86

Kuva 11.14 Kokonainen vesihana, s. 87

Kuva 11.15 Veden virtauksen kuristin, s. 87

Kuva 11.16 Veden kuristimen keskiosa ja muoviputket, s. 88

Kuva 11.17 Veden kuristimen veden virtausaukko, s. 88

Kuva 11.18 Pehmennetty onnistunut veden kuristimen versio, s. 89

Kuva 11.19 Viimeistely kuristin, s. 89

Kuva 11.20 Veden virtausta kuvaava objekti ja sen muuttumiseen tarvittavat kappaleet, s. 90

Kuva 11.21 Taustaveden objekti, s. 90

Kuva 11.22 Taustavalaisin, s. 91

Kuva 11.23 Taustaveden materiaali, s. 92

Kuva 11.24 Hanasuuttimen kannen materiaali, s. 92

Kuva 11.25 Vesihanan materiaali, s. 93

Kuva 11.26 Ilmastimen materiaali, s. 93

Kuva 11.27 Kuristimen kumilenkin materiaali, s. 93

Kuva 11.28 Veden virtauksen materiaali, s. 94

Kuva 11.29 Ilmakuplien materiaali, s. 94

Kuva 11.30 Kuristimen materiaali, s. 94

Kuva 11.31 Taustavalaisimen materiaali, s. 95

Kuva 11.32 Suutinosion aukeaminen wireframe-näkymässä, s. 96

Kuva 11.33 Ilmastimen toiminta, s. 96

## LÄHTEET

- [1] Innotek Oy 2000. "Energo-säästöohjelman esityskalvot"  
<http://www.innotek.fi/datapankki/esityskalvot1428kt.pdf> (27.4.2011)
  
- [2] Autodesk."Autodesk's 3ds Max product features"  
<http://usa.autodesk.com/3ds-max/features/> (18.02.11)
  
- [3] Autodesk 3ds Max Design Help, "Hakusana: Rendering "  
<http://download.autodesk.com/us/3dsmax/2012help/index.html>  
(28.02.11)
  
- [4] Wikipedia: "Scanline Rendering"  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Scanline\\_rendering](http://en.wikipedia.org/wiki/Scanline_rendering) (18.02.11)
  
- [5] Autodesk 3ds Max Design Help, "Hakusana: photometric"  
<http://download.autodesk.com/us/3dsmax/2012help/index.html>(22.0420  
11)
  
- [6] Sollo T. "Realistisen vaikutelman luominen partikkeleilla 3ds Max -  
ohjelmassa"  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12352/Sollo\\_Toni.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/12352/Sollo_Toni.pdf?sequence=1) (25.02.11)