

Tea Tiilikainen

Realistisen maaston 3D-mallinnus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Mediatekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

19.4.2013

Tekijät Otsikko	Tea Tiilikainen Realistisen maaston 3D-mallinnus
Sivumäärä Aika	40 sivua 19.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	mediatekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	digitaalinen media
Ohjaajat	yliopettaja Erkki Rämö opettaja Antti Laiho
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena selvittää, mitä kaikkea täytyy ottaa huomioon realistista maastoa 3D-mallinnettaessa. Lisäksi tutkittiin 3D:n sopivuutta, haasteita ja työvaiheita realistisen maaston mallinnuksessa ja visualisointikäytössä. Insinööriyö tehtiin hankkeelle, jossa oli tarkoituksena parantaa kahden uusimaalaisen järven kuntoa. Asiakkaalle tuli tuottaa realistinen 3D-malli vedenpinnan nousun vaikutuksista yhdelle alueen kriittisimmistä tonteista, ennalta saatujen materiaalien, laskelmien ja tulosten pohjalta. Tuotettu 3D-malli tuli muutoksen visualisointikäyttöön.</p> <p>Insinööriyönä tutkitut ja selvitetty teoreettiset asiat raportoitiin järvien 3D-mallinnuksen pohjalta, ja sitä käytettiin esimerkkitapauksena maaston mallinnuksesta. Insinööriyöraportin tarkoitus oli myös antaa perustiedot maaston mallintamisesta niin, että 3D-mallinnuksesta hieman kokemusta ennestään omaava henkilö kykenisi toteuttamaan vaativankin visualisoinnin realistisesta maastosta tai luonnosta. Raportissa perehdyttiin myös maastosta saataviin mallinnuksen ja maastomallien lähtömateriaaleihin ja muutamaan erilaiseen maastonpiirtotekniikkaan. Varsinainen 3D-malli toteutettiin 3D-mallinnukseen tarkoitetulla ohjelmalla.</p> <p>Tehtyjen selvitysten ja varsinaisen mallinnustyön perusteella kokemukset osoittivat, että mallinnuksen tarpeellisuus ja hyödyllisyys kannattaa punnita tarkasti ja pohtia, antaako 3D-malli tärkeää lisäarvoa tai onko se tarpeen visualisoinnin apuvälineenä. 3D-mallinnuksen sopivuus maaston tai luonnon visualisointikäyttöön osoittautui odotetusti tapauskohtaiseksi mutta yleisesti selkeäksi tavaksi visualisoida esimerkiksi tulevaa muutosta, jota on vaikea hahmottaa etukäteen. Tässä insinööriyöprojektissa 3D-mallinnuksen tarjoama visuaalinen informaatio oli melko suuri ja näin ollen osoitti mallinnuksen tarpeelliseksi osaksi projektin visualisointia.</p>	
Avainsanat	3D, 3D-mallinnus, maaston mallinnus, maastomalli, visualisointi, 3ds Max

Authors Title	Tea Tiilikainen 3D modeling realistic terrain
Number of Pages Date	40 pages 19 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Media Technology
Specialisation option	Digital Media
Instructors	Erkki Rämö, Principal Lecturer Antti Laiho, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to research what has to be taken into consideration when 3D modeling realistic terrain. Another purpose was to examine 3D's compatibility, challenges and work stages when 3D modeling realistic terrain. This study was part of a project the purpose of which was to improve the condition of two lakes in the county of Southern Finland. For the client the aim was to produce a realistic 3D model of the rise of the water surface and its impacts to one of the most critical property of the area with the help of in advance received materials, calculation and results. The produced 3D model is used for the visualization purpose.</p> <p>The theoretical facts researched and resolved in this study were reported from the aspect of 3D modeling the lakes and it was used as an example of terrain modeling. The purpose of thesis was also to introduce the basics of terrain modeling to enable a person who has some experience or knowledge of 3D modeling to create a demanding visualization of a terrain or environment. This study also explored premises of terrain modeling and models that are received from terrain and a few various terrain sketch techniques. The actual 3D model was created with software designed for 3D modeling.</p> <p>As a result of researches and actual modeling work, it became obvious that modeling should be taken carefully into account whether the 3D model presents important added value or is necessary for visualization. The visual information that was received from the 3D modeling in this study was relatively big and proved that modeling is a necessary part of visualization.</p>	
Keywords	3D, 3D modeling, terrain modeling, terrain model, visualization, 3ds Max

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tarkeelanjärven ja Niemilammen parannusprojekti	1
3	3D-mallinnus	4
3.1	Taustatietoa ja mallinnuksen vaiheet	4
3.2	Sovellusalueet	6
3.3	3D-mallin muodostavat komponentit	10
3.4	Tärkeimmät työkalut	19
3.5	Animointi	21
4	Maaston 3D-mallinnuksen lähtömateriaali	23
4.1	Tarkkuustaso, maastomallit ja korkeuskartta	23
4.2	Monikulmioverkon yksinkertaistaminen	25
4.3	Adaptiiviset maastonpiirtotekniikat	25
5	Maaston 3D-mallinnuksessa huomioon otettavaa	28
5.1	Maaston luominen	28
5.2	Valokuvien ja valmiiden objektien käyttäminen mallinnuksessa	29
5.3	Maaston 3D-mallin renderöinti	32
5.4	Maaston mallintamisen haasteet	32
6	Tarkeelanjärvi ja Niemilampi projektin lopputulokset	33
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	39

1 Johdanto

Insinööriyössä tutkitaan ja toteutetaan maaston mallintamista ja sen asettamia haasteita. Tavoitteena on selvittää, mitä kaikkea täytyy ottaa huomioon mallinnettaessa realistista maastoa 3D:n avulla, mitkä sen mahdollisuudet luonnon visualisointikäytössä tässä tapauksessa ovat sekä kuinka 3D-malli käytännössä tehdään vaihe vaiheelta.

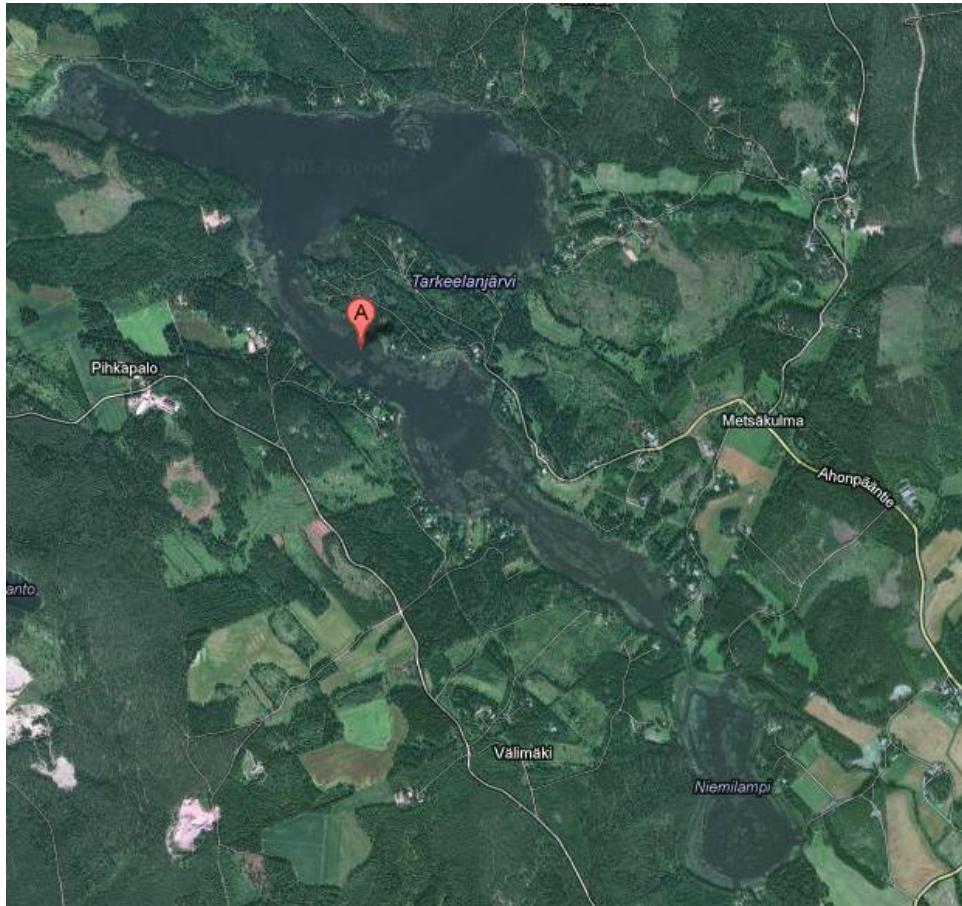
Työn tarkoitus on pohjustaa ja antaa valmiudet ja perustiedot maaston mallinnuksesta niin, että 3D-mallinnukseen jo ennestään hieman tutustunut henkilö pystyisi toteuttamaan vaativankin visualisoinnin realistisesta luonnosta. Vastaavasti jo hieman kokenempi mallintaja voisi löytää insinööriyöstä jotain uutta ja päivittynyttä tietoa tai ideoita erilaisille toteutustavoille ja vanhoista rutiineista irtipääsemiselle sekä hyödynnettävää tulevilla projekteilla.

Insinööriyön tavoitteena on toteuttaa realistinen 3D-malli Tarkeelanjärven vedenpinnan nousun vaihtelusta ja näin auttaa tontinomistajia ja muita asiaan liittyviä käytännössä ymmärtämään, miten vedenpinnan nousu vaikuttaisi tontteihin. Insinööriyö tehdään osana suurempaa projektia, johon osallistuu myös paljon muita tahoja. Työ on tarpeellinen, koska 3D-mallin avulla voidaan visuaalisesti havainnollistaa tapahtuva muutos kaikille ymmärrettävällä tavalla ja vakuuttaa ihmiset muutoksen myönteisistä vaikutuksista ja näin tuloksena saada hyväksyntä muutokselle. 3D-malli ja kuvat ovat siis tärkeä visualisoinnin väline Tarkeelanjärven vedenpinnan noston projektissa. Työn tuloksena saavutettavat hyödyt ovat suuret niin luonnolle kuin myös ihmisille ja näin edesauttavat järven vapaa-ajan hyötykäyttöä ja järven tilaa.

2 Tarkeelanjärven ja Niemilammen parannusprojekti

Opinnäytetyöni kohteen (kuva 1), Nummi-Pusulassa sijaitsevan Tarkeelanjärven ja Niemilammen projektin päämääränä on pääasiassa parantaa vesistön tilaa ja samalla sen virkistyskäyttöä. Projektin aloitusajankohta (2009) oli siinä melessä tärkeä, että vielä oli mahdollista vaikuttaa ja parantaa jatkuvasti pahenevaa vesistön tilaa. [1.] Projektin toteuttamista varten muodostettiin yhdeksän hengen työryhmä viemään projektia eteenpäin. Työryhmän ohella hanketta kannattivat tonttien omistajat, osakaskunnat ja myös viranomaistahot. Taustaselvitysten perusteella on odotettavissa, että projektiin

sijoitetut varat saadaan jatkossa takaisin moninkertaisesti. Projektin odotetaan valmistuvan vuosien 2014 ja 2015 välisenä aikana, ja projektin mahdollistavat kerätyt varat sekä lahjoitukset. Kiinteistöjen omistajat ovat keskeisessä asemassa projektin rahoittamisessa muiden ulkopuolelta tulevien lahjoitusten ja rahoitusten rinnalla. Itse varat kuluvat niin padon rakennukseen kuin myös lupa-asioihin. [2.]



Kuva 1. Tarkeelanjärven ja Niemilammen satelliittikuva [3].

Nummi-Pusulassa sijaitsevan Tarkeelanjärven parannusprojekti aloitettiin jo vuonna 2009 esiselvityksin. Projektiin liittyy monia eri tahoja, kuten hankkeen työryhmä, tonttien omistajat ja Metropolia Ammattikorkeakoulun maanmittaustekniikan opiskelijat, ja nyt viimeisenä mukaan projektiin liityin myös minä opinnäytetyön tekijänä. Eri tahot osallistuvat tai ovat osallistuneet projektiin eri vaiheissa. Projektin taustatyö ja tarpeellisuuden kartoitus alkoivat jo vuonna 2009 ja ovat jatkuneet siitä asti tähän päivään. Tarkeelanjärven projekti perustuu järven pohjapadon korotukseen, jonka mahdollistaa tehokas työryhmä avustajajoukkoineen. Pohjapadon paikka on esitetty kuvassa 2. Projektin slogan kuuluu seuraavasti: ”Pohjapadon korotus - Mission possible” [4].



Kuva 2. Tarkeelanjärven ja Niemilammen keskiveden nousua ohjaava pohjapato [5].

Projektin käyntiin saamisen edellytyksenä oli löytää riittävät resurssit ja kokeneet yhteistyökumppanit projektin tavoitteiden saavuttamiseksi. Projekti on hyvä esimerkki monien tahojen yhteistyöstä, joka koskee itse maanomistajia, varsinaista työryhmää, opiskelijoita ja myös monia muita apua tarjoavia osapuolia. Varsinaisen maanmittauksen sekä hyöty- ja haitta-arvioinnin ovat hoitaneet Metropolia Ammattikorkeakoulun maanmittauspuolen opiskelijat ohjaavine opettajineen noin 60 oppilaan ja 10 opettajan voimin. [4.]

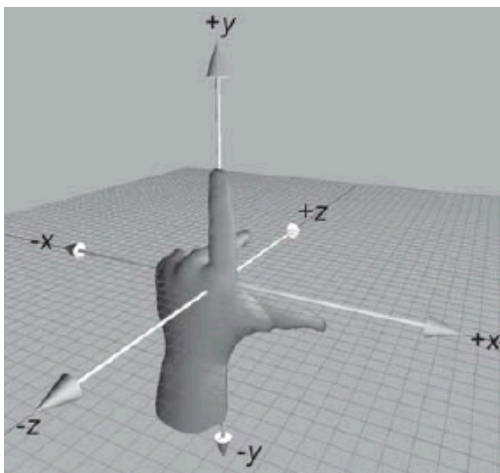
Maastomittaukset ja -kuvaukset on hoidettu useassa osassa. Satelliittimittaukset on suoritettu vuoden 2012 huhtikuun puolenvälin paikkeilla, maastomittaukset suunnilleen toukokuun alussa ja varsinaiset kuvaukset kesäkuussa lennokkia hyväksikäyttäen. Maastosta kerätty aineisto on mahdollistanut varsinaisten suunnitelmien ja laskelmien toteutuksen ja lupahakemuksen toteutuksen, ja se antaa nyt myös mahdollisuuden toteuttaa 3D-mallin tulevista muutoksista ja näin helpottaa alueen tulevien muutosten visualisointia ja ymmärrettävyyttä kaikille osapuolille. Lisäksi toteutettava 3D-malli on tarkoitus liittää lupahakemukseen ja esittää tonttien omistajille. Varsinainen maastosta saatu ja projektissa käytettävä materiaali on ollut muun muassa rajamerkkien ja maaston korkeuksien mittaustuloksia rannasta, patoalueen mittaustuloksia, kiintopisteiden mittaustuloksia, sokkeleiden korkeuksia sekä tietysti myös lennokilla ja kameralla saatuja valokuvia. [4.]

3 3D-mallinnus

3.1 Taustatietoa ja mallinnuksen vaiheet

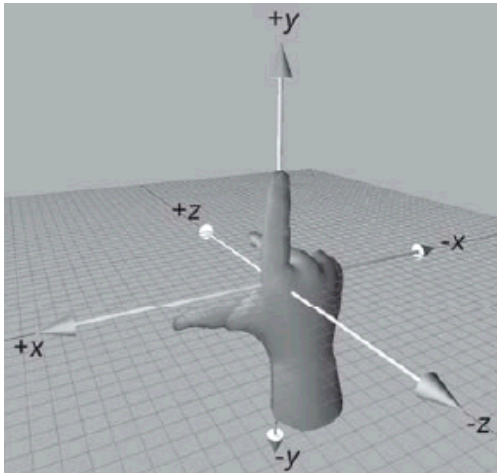
3D-mallinnus on nykypäivänä melko hyvin tunnettu visualisointikeino, ja se on levinnyt jo monelle alalle [6, s. 16]. Sen käyttökohteita ovat muuan muassa tuotesuunnittelu, tietokonepelit, elokuvat, simulaatiot ja 3D-kuvat [7, s. 175].

Itse 3D-mallintaminen tehdään hyvin samantapaisesti, oli kyseessä mikä tahansa ala, mutta suuria eroja mallinnukseen käytettävien termien ja menetelmien osalta on paljon [6, s. 16]. 3D-mallinnus tehdään nimensä mukaisesti kolmiulotteisessa avaruudessa. Tämä useimmin 3D-mallinnusohjelmissä käytössä oleva avaruus on niin sanottu oikeakätinen suorakulmainen koordinaatisto, joka käy selville kuvista 3 ja 4. [6, s. 17.]



Kuva 3. Koordinaatisto vasemman käden mukaan [8].

Koordinaatisto muodostuu kuvien 3 ja 4 esittämällä tavalla vasemman tai oikean käden sormien mukaisesti, eli peukalo on x-koordinaattiakseli, etusormi y-koordinaattiakseli ja keskisormi z-koordinaattiakseli [6, s. 17].



Kuva 4. Koordinaatisto oikean käden mukaan [8].

Tämän kolmiulotteisen avaruuden sisäistäminen on hyvin tärkeää mallintajalle, jotta mallia pyöriteltäessä pysyy mukana myös koordinaattiakselien vastaavista muutoksista [6, s. 18].

Mallinnus on monivaiheinen ja vaativa prosessi, joten se vaatii etukäteissuunnittelua, jotta saavutetaan asetetut päämäärät. Lopputulokseen vaikuttavat asetetut tavoitteet, käytössä oleva budjetti, aikataulu, käytössä olevat resurssit ja muut tuotantoon liittyvät asiat. [9, s. 59–60.] Prosessi alkaa monesti lähtötietojen keruusta tai kartoittamisesta, jolloin suunnittelijalla on jonkinlainen idea tai jo valmis suunnitelma [6, s. 19]. Itselläni tässä vaiheessa mukaan tuli Metropolian maanmittauspuolen henkilöitä, joilla oli jo valmiina tietoa ja materiaalia halutusta lopputuloksesta. Esituotanto sisältää yleensä esimerkiksi yleisilmeen suunnittelun ja kuvakäsikirjoituksen tekemisen. Sitä seuraa varsinainen tuotantovaihe, johon kuuluvat yleensä mallinnus, animointi ja renderöinti. Viimeisenä vaiheena on jälkikäsitely, johon kuuluu kompositointi eli kokoaminen digitaaliseen muotoon. Tässä vaiheessa pitää olla jo tiedossa haluttu lopullinen digitaalinen formaatti eli tiedostomuoto. [9, s. 59–60.]

Jos mallintamisen aloittamiseen on olemassa valmista 2D-materiaalia, on mahdollista käyttää sitä luonnosten pohjana. Tällainen piirustus täytyy olla kuitenkin muutettuna aluksi CAD-piirtoformaattiin. Jotta voitaisiin taata tulevaisuudessakin kuvan muokattavuus, on se vielä kerran muokattava tai käännettävä joko dxf- tai dwg-kuvaksi. Pdf:n rakentamisella varmistetaan puolestaan, että kukaan muu ei kykene muokkaamaan kuvaa enää jatkossa. Näiden dxf- tai dwg-kuvien täytyy sisältää riittävä määrä tietoa

halutusta mallinnuksesta. [6, s. 31.] Kaikki mallinnusohjelmat sisältävät dwg-formaattiin muokkaavan kääntäjän [6, s. 130].

3.2 Sovellusalueet

3D-grafiikka on erityisen tärkeä visualisoinnin väline, sillä se antaa mallintajalle mahdollisuuden tarkastella jo suunnitteluvaiheessa kohteen toimivuutta ja sen luomaa vaikutelmaa. Se myös mahdollistaa kohteen tarkemman ja yksityiskohtaisemman tarkastelun niin sisä- kuin myös ulkopuolelta, ja näin voidaan välttää joitakin virheitä ja rahan tai ajan tuhlausta. [10, s. 24.]

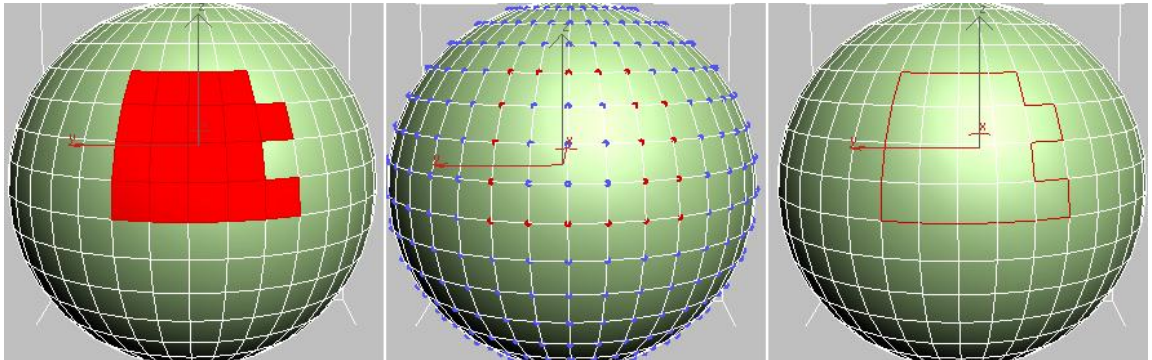
3D-mallinnus on käytössä teollisuudessa, rakennusten suunnittelussa, lääketieteessä ja monella muullakin alalla. Se tarjoaa mahdollisuuden hyvin suureen tietomäärään, joka on myös mahdollista havainnollistaa kaikille ymmärrettävällä ja visuaalisella tavalla. Näin saadaan simuloitua ja harjoiteltua asioita, joita voisi olla muuten mahdotonta, liian kallista tai vaarallista harjoitella, mahdollisimman turvallisoin keinoin muun muassa isojen koneiden toimintaa. [10, s. 24.]

3D on tullut osaksi pelejä ja virtuaalitodellisuutta, ja ihan viime aikoina se on tullut myös osaksi lisättyä todellisuutta (augmented reality). Myös elokuvat ja mainokset hyödyntävät yhä useammin 3D-grafiikkaa, ja siitä on tullut vaikuttava ja huomiota herättävä osa markkinointia. [10, s. 24.]

Näyttötilan valitseminen

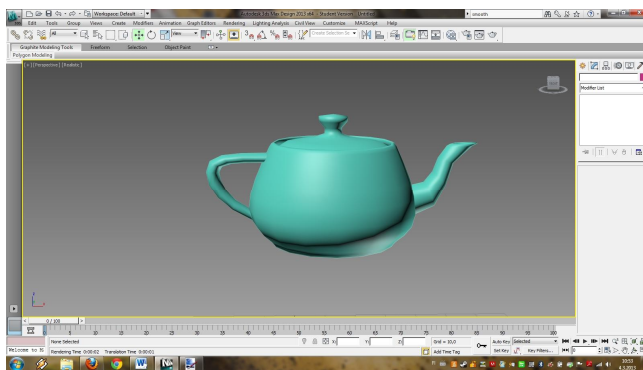
3D-objekti tai malli on mahdollista visualisoida usealla eri tavalla. Visualisointi voidaan tehdä polygonien eli monikulmioiden muodostamalla verkolla, joka on toiselta nimeltään mesh-verkko. Näillä polygoneilla, joita havainnollistetaan kuvassa 5, on jokaisella oma pinta (face), jotka muodostuvat eri komponenteista, kärkipisteistä (vertices) ja näiden pisteiden välisistä sivuista (edges). [11, s. 33–34.] Kärkipisteet kertovat 3D-avaruudessa sijaitsevien pisteiden paikat, sivut ovat viivoja, jotka yhdistävät edellä mainittuja kärkipisteitä, ja pinnat muodostuvat näistä kärkipisteiden ja viivojen väliin jäävistä alueista. Kolmipisteisissä pinnoissa on luonnollisesti kolme kärkipistettä ja kolme sivua. Nelipisteisissä on puolestaan neljä kumpaakin. Lisäksi jokaisella pinnalla

on omat pinnan normaalit. Ne ovat vektoreita, jotka asettuvat kohtisuoraan pintaa vastaan. Ne helpottavat hahmottamaan, mihin suuntaan mikäkin pinta osoittaa. [12, s. 37.]

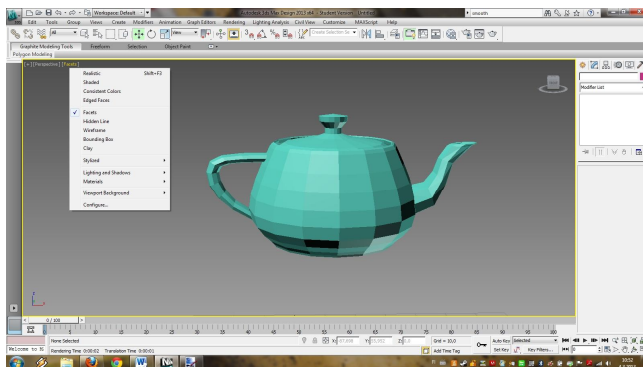


Kuva 5. Ensimmäisessä kuvassa esitetään pallon valittuja polygoneja eli pintoja punaisella värillä, toisessa kärkipisteitä ja viimeisessä pisteiden välisiä sivuja [13].

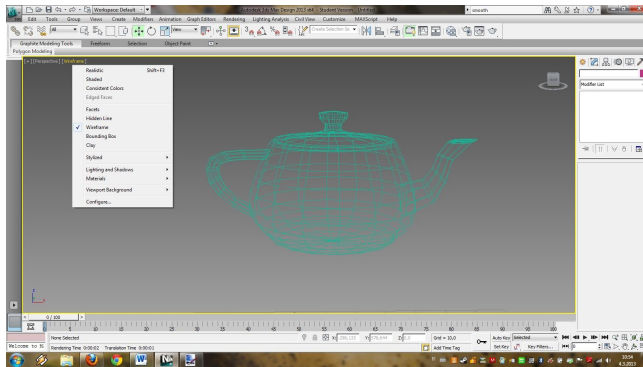
Lisäksi objekti on mahdollista esittää eri näyttötiloissa, joita ovat pehmeät näyttötilat (smooth), viistenäyttötilat (facets), lankamallinäyttötilat (wireframes), rajatut viistenäyttötilat (edged-faces) tai rajaava laatikko (bounding box) [11, s. 33–34]. Kuvat 6, 7, 8, 9 ja 10 selventävät näiden näyttötilojen eroja.



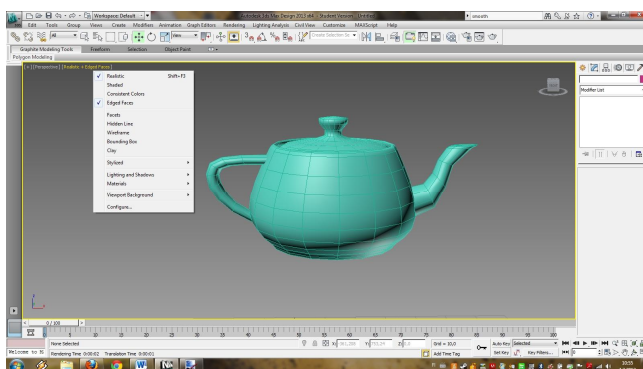
Kuva 6. Kuvan panna pehmeässä näyttötilassa.



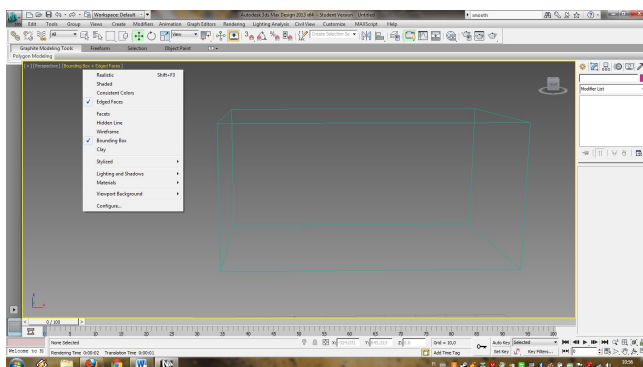
Kuva 7. Kuvan panna viistenäyttötilassa.



Kuva 8. Kuvan panna lankamallinäyttöttilassa.



Kuva 9. Kuvan panna rajatussa viistenäyttöttilassa.



Kuva 10. Kuvan panna rajaava laatikko -näyttöttilassa.

3D-objekti

Nykypäivän tekniikoiden ja 3D-ohjelmien avulla on mahdollista visualisoida jokainen todellisen maailman objekti tai asia. Se tehdään käyttäen hyväksi erilaisia geometrisia muotoja eli objekteja, joita on kerätty kuvaan 11. Monimutkaisten ja hyvinkin yksityiskohtaisten objektien mallintamisen perustana ovat yksinkertaiset geometriset muodot, kuten pallo, neliö tai kartio, joita lähdetään muokkaamaan perusteellisesti kohti haluttua

todentuntuista lopputulosta. Tavallisten geometrinen muotojen tai objektien lisäksi tarvitaan myös erilaisia komponentteja, kuten kaaria, muotoja ja tekstejä. [11, s. 55.]



Kuva 11. Valmiita geometrisia muotoja eli objekteja.

3D-ohjelmien sisältämiä valmiita perinteisiä geometrisia muotoja tai objekteja nimitetään 3D-maailmassa alkeisobjekteiksi eli primitiiveiksi. Niitä ovat muun muassa jo edellä mainitut pallo, neliö ja kartio, ja ohjelmat sisältävät useita muita valmiita objekteja. [11, s. 56.] Lisäksi 3D-ohjelmat sisältävät näiden alkeisobjektien laajennuksia (extended primitives), joita ovat esimerkiksi spliinit, käyrät, yhdistelmäobjektit, ja paljon muita valmiita komponentteja. [11, s. 57.]

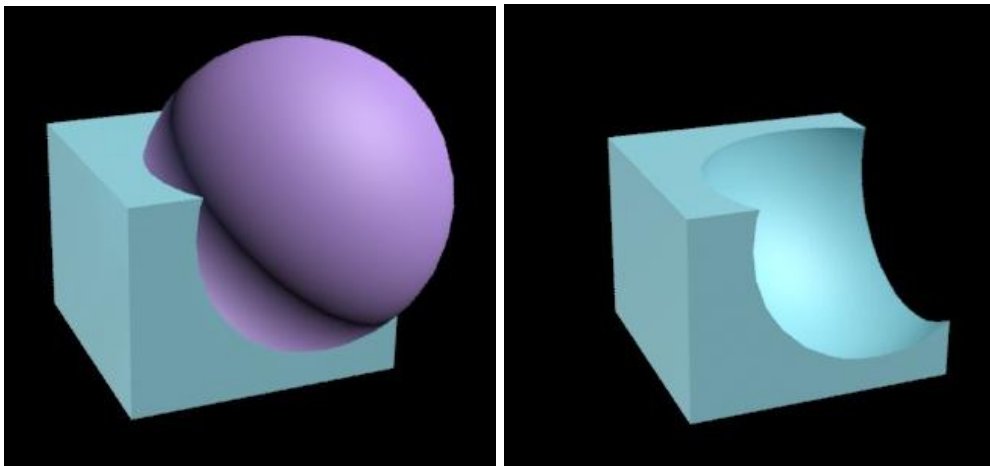
Objekteja on myös mahdollista muodostaa itse. Se voidaan tehdä esimerkiksi partikkelien avulla, joista koostetaan haluttu muoto. Tällä tavalla voi tehdä esimerkiksi ruohikkoa luomalla aluksi yhden ruohon ja sen jälkeen monistamalla halutulle alueelle halutun määrän partikkeliobjekteja. Kokeilin tätä keinoa ruohikon luontiin mutta päädyin hylkäämään tavan, kun tiedosto kasvoi liian suureksi. Ongelmaksi suurella määrällä partikkeliobjekteja on todettu tiedoston kasvaminen todella suureksi ja koneen hidastuminen mallinnettaessa.

3.3 3D-mallin muodostavat komponentit

Objektit

Mesh-objekti koostuu mesh-verkosta, joka puolestaan koostuu polygoneista eli monikulmioista, jotka ovat kolmion muotoisia. Mesh-objekteja, kuten pallo ja kartio, on suuria määriä valmiina ohjelmissa. Näistä alkeisobjekteista hieman vaativampia tai laajennettuja muotoja ovat muun muassa hedra ja torus solmu. Myös nämä muodot löytyvät valmiina työkalupalkin objekteista. [11, s. 58.]

Yhdistelmäobjektit koostuvat nimensä mukaisesti useammasta objektista ja ovat suuri apu mallinnuksessa. Ne mahdollistavat tavallisten objektien leikkaamista, yhdistelyä ja kaiverrusta. [11, s. 233.] Boolean-objektit ovat yksi vaihtoehto näiden toimintojen toteuttamiseen. Boolean-operaatioiden avulla on mahdollista vähentää tai lisätä objektin massaa yhdistelemällä erilaisia objekteja, niin kuin kuvasta 12 käy ilmi. Yleisin käyttökohte ovat mesh-verkot. Niissä valitaan kaksi objektia tai kappaletta, jotka määritellään A:ksi ja B:ksi ja näin saadaan tehtyä helposti vaikka kuution sisälle tyhjä pallon tila. [11, s. 234.]



Kuva 12. Esimerkki Boolean-operaatiosta, lähtötilanne ja lopputulos.

Yhdistelmäobjektit voi luoda myös yhdisteobjektien avulla. Näin halutut objektit voi yhdistää yhdeksi objektiksi. [11, s. 240.] Shape Merge -toiminto on yksi mahdollisuus, jolla saa niin sanotusti upotettua halutun muodon valittuun objektiin [11, s. 242].

Spliinit ja käyrät

Spliinit eivät ole aiemmin mainittuja objekteja muistuttavia kokonaisia geometrisia kappaleita, vaan ne ovat kaartuvia viivoja. Spliinit voivat olla muodoltaan suorita tai kaartuvia osia tai muodostua niistä, ja ne voivat olla suljettuja tai päinvastoin avoimia muotoja. Spliini sisältää aina kärkipisteet, joiden välillä varsinainen viivasegmentti sijaitsee. [11, s. 73.] Spliinit voivat olla esimerkiksi muotoja tai tekstejä, joita havainnollistetaan kuvassa 13.



Kuva 13. Esimerkkejä erilaisista suorista ja kaarista.

Bezier-käyrä on varmasti tunnetuin käyrä mallintamisessa [11, s. 61]. Se on tunnetuin ja käytetyin käyrä sen monikäyttöisyyden ja muovautuvuuden takia. Se toimii niin, että ensin luodaan haluttu kuvio tai viiva ja sen jälkeen viivan yksittäisiä pisteitä on mahdollista liikutella pisteiden kahvojen avulla ja luoda joko hyvin pehmeitä tai jyrkkiä linjoja. [12, s. 64–65.]

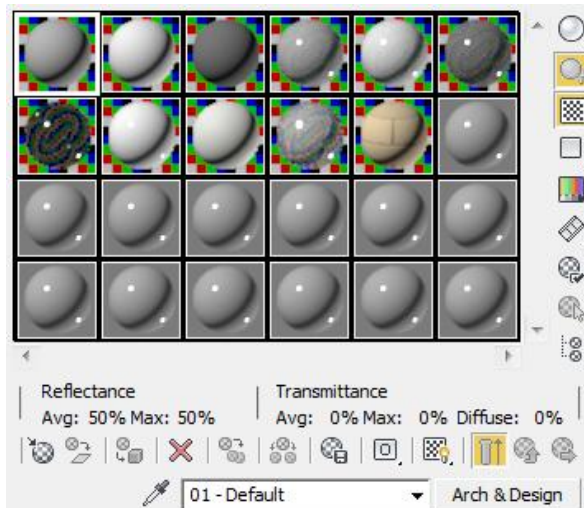
Pinnat ja niiden muuttaminen

Maisemat ja luonto sisältävät erilaisia pinnanmuotoja, sekä epäsäännöllisiä että säännöllisiä kuvioita. Sen takia pintojen muuttaminen on tarpeellista todellisen luonnon saavuttamiseksi. Pintojen muuttamiseen voi käyttää esimerkiksi kohinaa, aaltoja tai väreilyä. Todellisuudessa nämä toiminnot muuttavat objektin pinnalla kärkipisteiden paikkaa ja näin syntyvät pinnan muutokset. [11, s. 186.]

Kalliot, kivet ja vuoret on siis mahdollista tuottaa kohinan avulla, ja siihen on valmis työkalu. Aluksi valitaan haluttu objekti, minkä jälkeen siihen lisätään noise- eli koha- ominaisuus ja annetaan skaalausarvo. Tärkeää olisi, että objekti tai pinta sisältäisi tiheän verkon, jotta pinta näkyisi selkeästi. Vedenpinnan väreilyyn oikea valinta olisi luonnollisesti ripple eli väreiden lisääminen. Myös tämä pinnan muodonmuutos vaatii tiheän verkon objektilta. [11, s. 186.]

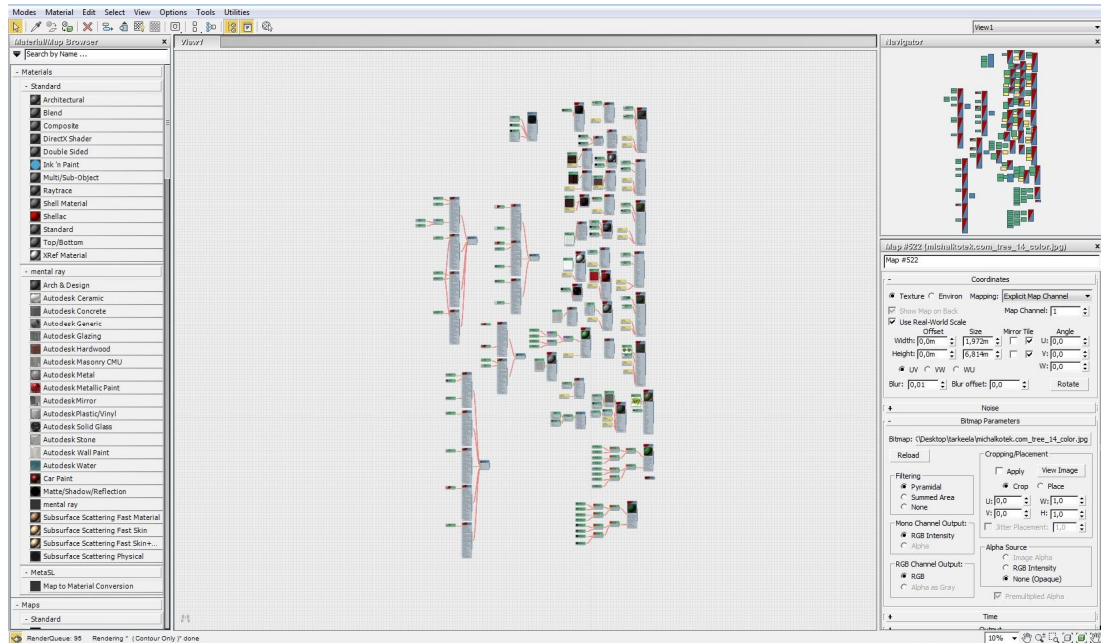
Materiaalit ja teksturointi

Materiaaleja on mahdollista rakentaa itse bittikarttakuvien avulla [11, s. 304]. 3Ds Max - ohjelmassa, jota käytin myös itse 3D-mallin tekemiseen, on kaksi erilaista materiaa- lieditoria. Vanhempi vaihtoehto on materiaalieditorin näytelokerot. Tällöin luotu materi- aali näkyy niin sanotussa näytelokerossa, josta esimerkkinä kuva 14. Näytelokeron koko on mahdollista määrittellä, ja se voi olla vähintään kuusi lokeroa, joka on oletus. Seuraava mahdollisuus on 15 lokeroa, ja viimeinen mahdollinen on täydet 24 lokeroa. Lokeroiden tarkoitus on näyttää materiaalit sellaisina, kuin ne lopputuloksena tulevat olemaan, eli ne visualisoidaan näytelokeroissa paremmalla resoluutiolla kuin mallin- nuksessa. [11, s. 305.] Oletusmuoto, jonka päälle materiaali asetetaan näytelokerossa, on pallo, mutta sekin on mahdollista vaihtaa enemmän omaa lopputulosta vastaavaan muotoon, jolloin yritetään visualisoida materiaalia lopputuloksen päällä [11, s. 306].



Kuva 14. Materiaalieditorin näytelokerot.

Toinen ja samalla myös 3Ds Max -ohjelman uudempi vaihtoehto materiaalieditorille on kuvassa 15. Tässä materiaalieditorin näkymässä ovat näkyvissä kaikki mallinnuksessa käytetyt materiaalit samanaikaisesti. Jokaista käytettyä materiaalia on mahdollista klikata ja näin saada tarkemmat tiedot kyseisestä materiaalista materiaalieditorin oikeaan sivuun. Nämä käytetyt materiaalit näkyvät materiaalieditorin keskellä. Oikeaan yläkulmaan on kerätty vielä kaikki omassa mallinnuksessa käytetyt materiaalit. Vasemmalla sivussa ovat listattuna materiaalit, joita ohjelmassa on ja joita on mahdollista käyttää.



Kuva 15. 3Ds Max -ohjelman uudempi materiaalieditori.

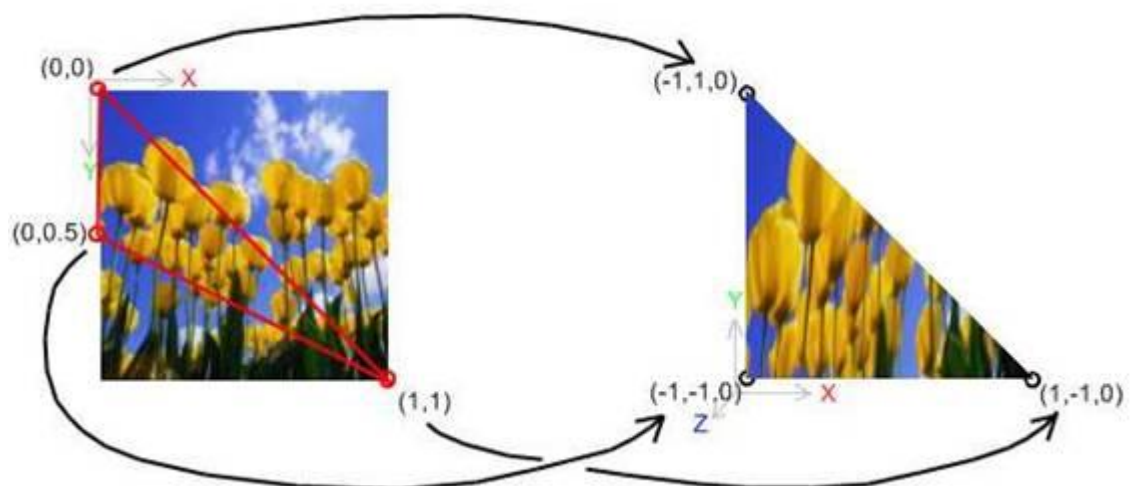
Materiaalikirjastot ovat myös yksi vaihtoehto ja helpompi tapa luoda materiaali objektille. Ne sisältävät suuren määrän valmiita materiaaleja, jotka on mahdollista vetää suoraan kirjastosta objektin päälle. [11, s. 307.] Materiaaliin vaikuttavia komponentteja ovat väriarvo, opasiteetti, itsevalaisevuus, kirkkain kohta, kiiltävyys ja varjostintyyppit [11, s. 313]. Lisäksi on vielä mahdollista lisätä materiaaliin pinnoite, joka puolestaan tuo aitoja yksityiskohtia. Pinnoitteet jaetaan tyypillisesti kuuteen eri kategoriaan: 2D-pinnoitteet, 3D-pinnoitteet, yhdistelmäpinnoitteet, värimäärittelyt, muut pinnoitteet ja kaikki pinnoitteet. [11, s. 320.]

Teksturointi on tarpeen, kun halutaan elävöittää jo luotuja pintoja tai kappaleita ja tuoda todellisuudentuntua niihin. Teksturointi koostuu erilaisesta kuvioinnista, ja sen ulkomuoto voi matkia esimerkiksi parkettia, tiiliseinää tai vaikkapa hiekkaa. [10, s. 206.] Valmiita tekstuureita on paljon, mutta niitä on myös mahdollista tehdä itse, jos sopivaa

vaihtoehtoa ei tunnu löytyvän. Teknisemmin määriteltynä teksturointi on tapa luoda jollekin halutulle pinnalle niin sanottu kaksiulotteinen kuva. Nimitys teksturointi on hie- man väärä, sillä todellisuudessa kyseessä on vain täysin kaksiulotteinen kuva. [10, s. 206.]

Teksturointi eli kuvan asettaminen halutulle pinnalle voidaan tehdä monella eri tavalla. Siihen vaikuttaa se, minkä mallinen se pinta on, jonka päälle kuva levitetään. Pinta voi olla esimerkiksi taso, pallo tai kartio. Suurimmassa osassa tapauksista kyseessä on kuitenkin tavallinen lineaarinen pinta. Tällaisen tekstuurin pikseleitä nimitetään tekse- leiksi. [10, s.206–207.]

Jokaisen monikulmion eli polygonin jokaiseen kulmapisteeseen on annettu omat yhdet koordinaatit jokaista tekstuuria kohden [10, s. 207]. Näitä tekstuurikoordinaatteja on visualisoitu kuvassa 16.



Kuva 16. Tekstuurikoordinaatit [14].

Joskus törmätään kuitenkin tilanteeseen, jossa halutaan käyttää useampaa kuin yhtä tekstuuria yhtä pintaa kohden samanaikaisesti. Tällaisessa tilanteessa loogisesti jokai- nen teksturi tarvitsee omat koordinaatit samoille käytössä oleville kulmapisteille. [10, s. 214.]

Valaistus

Jotta luotu malli olisi mahdollisimman todellisen näköinen, siihen on liitettävä vielä valaistus simuloimalla. Vaikka mallin ei tarvitsisi olla aidon tuntuinen, tuo valo silti esiin mallinnettujen pintojen muotoja. Valolla saadaan myös luotua hieman pehmeää ja lämpimämpää tunnelmaa, sillä mallinnukset koostuvat kulmikkaista objekteista, jotka puolestaan koostuvat monikulmioista. [10, s. 231.]

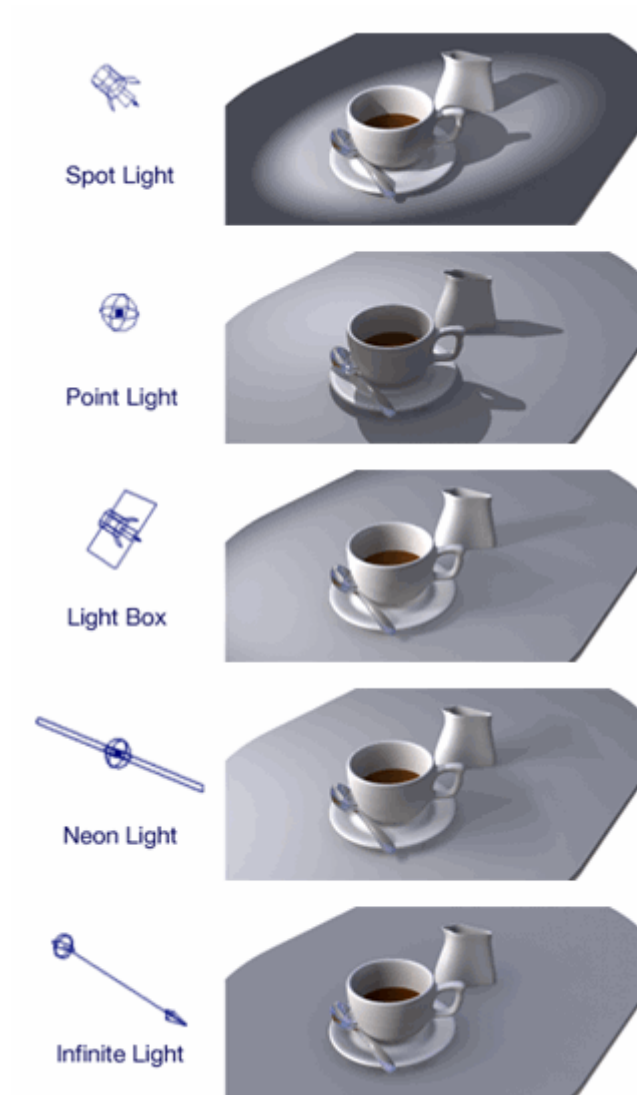
Valaistuksia on olemassa erilaisia riippuen halutusta lopputuloksesta. Erilaisia valoja on viittä peruskategoriaa, joita ovat pistevalot, oletusvalot, spottivalot, suuntavalot ja auringonvalojärjestelmä. [11, s. 280–281.] Yksinkertaisimmillaan valaistuksen voi toteuttaa ambienttivalolla, johon pätee uskomus, että maailman jokaiseen kolkkaan osuu aina yhtä voimakas valo. Valon intensiteetti eli voimakkuus ei siis muutu vaan on aina vakio. Tällaisella valolla ei pelkästään ole mahdollista saada aikaan aitoa maiseman tai luonnon tuntua, sillä se ei luo minkäänlaisia varjoja vaan ainoastaan tasaisia pintoja. Sen takia on yleensä tarpeen käyttää yhtäaikaisesti myös muita valoja tai valonlähteitä. [10, s. 233.]

Ambienttivalo on kuitenkin tärkeässä asemassa luotaessa todellisen maailman valaistusta eli globaalia valoa, sillä se ottaa huomioon muilta valoilta täysin pimeiksi ja varjoon jääneet kappaleiden osat, joita todellisessa maailmassa ei yleensä esiinny [10, s. 233].

Hieman edistyneemmässä valaistuksessa valonlähteet mielletään valoa säteileviksi pisteiksi. Luontoa mallinnettaessa muun muassa aurinko on todellisuudessa niin kaukana, että kaikille sen lähettämille säteille kuvitellaan sama suunta. [10, s. 233.] Mietittäessä todellisen maailman valonlähdeä, kuten aurinkoa, on muistettava, että valovoima hiipuu eli vaimenee sitä enemmän mitä kauempana valonlähde sijaitsee valaistusta kohteesta. Valon vaimeneminen pistemäisestä valonlähteestä voidaan kuvata heikkenemisen suhteenä etäisyyden neliöön. Tämä tapahtuu, kun etäisyys kasvaa, ja näin valonlähteestä saapuvat säteet jakautuvat pallon pinnalle. Näin ollen pallon ala lisääntyy etäisyyden neliössä. [10, s. 236.] Mallinnukseen käyttämäni ohjelman 3ds Maxin tarjoama daylight system eli päivänvalojärjestelmä matkii luonnossa syntyvää valoa eli aurinkoa. Itse valonlähteen mukana tulee kompassi, jonka avulla voi määritellä, mistä suunnasta valo tulee, missäpäin maailmaa ollaan ja paljonko kello on. Se on-

kin todella kätevä maastonmallinnuksessa, ja totesin sen parhaaksi myös omassa projektissani.

Todellisessa maailmassa esiintyvät mattamaiset pinnat vaativat omanlaisen valaistuksen. Yleisesti kuitenkin mielletään, että monet pinnat heijastavat valoa. Tällaisissa tilanteissa kun katsoja muuttaa omaa katseluasemaansa, myös heijastusten tulisi muuttua paikkaansa. Näin käy esimerkiksi lasille, jonka heijastuksen voidaan huomata luovan muun muassa epätarkkoja kuvia valonsäteitä lähettävästä lähteestä. Nämä heijastumat eli spekulaariset heijastukset voidaan yhtä hyvin mieltää hieman vääristäviksi peilipinnoiksi ja näin mallintaa kolmiulotteiseen avaruuteen. [10, s. 237.] Näitä erialisia valaistuksia havainnollistaa kuva 17.



Kuva 17. Esimerkkejä erilaisista valonlähteistä [15].

Varjot, läpikuultavuus ja heijastukset

Edellä käsitelly valot synnyttävät mallinnukseen yleensä varjoja, sillä globaalissa valaistuksessa kaikki valonsäteet eivät saavuta ikinä pintoja. Varjo syntyy siis, kun jokin toinen kappale on valonsäteiden edessä, ja näin myös takana olevat objektit jäävät varjoon. [10, s. 293.]

Yksinkertaisimmissa tilanteissa kappaleiden ajatellaan olevan läpinäkymättömiä, eli valonsäteet eivät läpäise näitä kappaleita. Joskus voi kuitenkin törmätä tilanteeseen, jossa objektien halutaan päästävän valoa läpi ja näin myös näyttävän takana olevia kohteita. Se, kuinka läpinäkyviä kappaleiden halutaan olevan, on mallintajan päätettävissä. Tämäkään ei vielä riitä todellisen maailman luontiin, vaan objektien on mahdollista heijastua myös toisesta objektista. [19, s. 293.]

Varjot siis luovat syvyyden tunnetta mallinnukseen. Käytännössä varjojen paikat määräytyvät sen mukaan, mitkä objektit näkyvät valonlähteestä katseltaessa. Pistemäinen valonlähde luo yleensä hyvin selkeärajaisia varjoja, jotka ovat hieman luonnottomia todelliseen maailmaan ja varsinkin luontoon asetettuna. Siksi oikea valinta olisinkin hyvin usein valonlähde, joka on hieman laaja-alaisempi. Näin turvataan pehmeärajaisemmat ja luonnollisemmat varjot, jotka sopivat luontoon ja luonnonvaloon. Syntyvä varjo riippuu siis hyvin paljon käytetystä valonlähteestä. Varjon osat voivat olla muun muassa umbra eli täysvarjo tai penumbra eli puolivarjo. Täysvarjo on nimensä mukaisesti pimennossa aivan kokonaan, ja puolivarjoon osuu vain määrätty osa valonlähteestä. Kumpikin on mahdollista luoda laaja-alaisilla valonlähteillä. Onneksi varjot eivät tarvitse kaikista tarkimpia yksityiskohtia mallinnuksessa, vaan niiden luomisessa voidaan joissakin tilanteissa olla hieman luovempia tai niin sanotusti ”huijata”, ilman että ihmissilmä erottaa sitä todellisuudesta. [19, s. 294.]

Varjoja voidaan luoda melko helposti, kun mallinnuksen kaikki objektit luovat varjot yhdelle tasolle, kuten seinälle tai pöydälle. Tämä on yksinkertaisin tapa tuottaa varjoja yhdelle tasaiselle pinnalle. Jo pieni varjo jokaisen objektin alla antaa katsojalle visuaalisen vaikutelman, että objektit sijaisevat tason pinnan päällä. [10, s. 294.]

Kun kyseessä on tapaus, jossa pinnat ovat läpikuultavia, on otettava huomioon hieman useampia asioita. Läpikuultavuuden asteen voi siis mallintaja päättää itse, mutta tietenkin mallinnuksen kohteena oleva objekti määrää sitä hieman. Läpikuultavuuden aste

vaikuttaa suuresti siihen, kuinka läpikuultavan objektin takana olevan objektin väri yhdistyy. Värien sekoittaminen eli blending voi tuottaa halutun lopputuloksen käytännön tilanteissa. [10, s. 299.]

Myös heijastuksen yksinkertaisin tapaus on yhdeltä tasolta heijastuminen. Luonnosta tällaisia heijastuksia voi löytää vedenpinnalta ja taloista puolestaan ikkunoista. Tämä tehdään peilaamalla haluttu objekti peilaavan pinnan, kuten veden pinnan, suhteen. Yleensä on suositeltavaa suorittaa yksinkertainen peilaus itse valitun pääakselin suhteen. Todentuntuisessa ja globaalissa maailmassa heijastukset eivät ole tarkkoja kuten veden pinnalla, vaan ne ovat hieman sumeita. Tämä johtuu maanpinnan muodoista. [10, s. 301.]

Atmosfääriset tehosteet

Atmosfääristen tehosteiden avulla voi visualisoida aitoa luonnon tuntua ja luoda sumua tai vaikkapa pilviä [11, s. 346]. Visuaaliset ja atmosfääriset tehosteet luodaan mallin koostamisen jälkeen. Yksi tunnetuimmista keinoista ovat partikkeliefektit. Näitä voidaan käyttää hyvin monen erilaisen efektin luomiseen, kuten räjähdykseen. Käyttökohteita on paljon, ja ne ovatkin yksi käytetyimmistä keinoista luoda efektejä. Maaston mallinnuksessa tämä on myös yksi hyödyllisimmistä efektien luomiseen tarkoitetuista tekniikoista, koska sillä voi luoda lukuisia luonnon efektejä, kuten pilviä, sadetta, sumua ja paljon muuta. Yksinkertaisimmillaan määritellään näiden partikkelien lähtöpaikka ja määrä ja yhden partikkelin koko sekä teho ja joitakin muita valinnaisia asetuksia, joiden avulla on mahdollista luoda esimerkiksi lumisade. [16, s. 340–342.]

Säteenjäljitys

3D-malleja on mahdollista renderöidä eli kuvantaa säteenjäljityksen ja globaalin valaistuksen avulla. Niiden avulla on mahdollista luoda todenmukainen ja realistinen maailma kaikkine ilmiöineen ja näin saada realistisempi lopputulos. Kaikella on kuitenkin huonot puolensa ja tässä tapauksessa se on hitaus. [10, s. 405.]

Täydelliseen fysikaaliseen realismiin tähdättäessä olisi mahdollista seurata valon säteilyä jokaisesta valonlähteestä, mutta tämä keino olisi yleisesti liian hidas ja raskas mallinnettavaksi koneelle. Vastaavasti järkevämpi keino on tehdä säteenjäljitys toisinpäin eli aloittaa observoinnin silmästä ja siirtyä aina säteen reittiä eteenpäin. Sillä ei ole

väliä, kumpaan suuntaan valo on matkalla, sillä valon matkaama reitti on aina sama suunnasta riippumatta. [10, s. 405–406.]

Renderöinti

3D-animaation tai mallin renderöinti tarkoittaa sitä, että kaikki animoidut komponentit renderöidään eli näköistetään yhdeksi tai useaksi kuvaksi, joista muodostetaan lopullinen esityskuva. Renderöinnin lopputulos on siis käytännössä kuva tai sarja kuvia riippuen sen lopullisesta käyttötarkoituksesta. Tässä vaiheessa on myös mahdollista liittää ympäristötehosteita, joista kerroin tarkemmin aiemmin tässä luvussa. [7, s. 171.] Renderöinnin lopputuloksen saaduista peräkkäisistä kuvista on mahdollista koostaa vasta jälkikäsitteilyn avulla varsinainen animaatio.

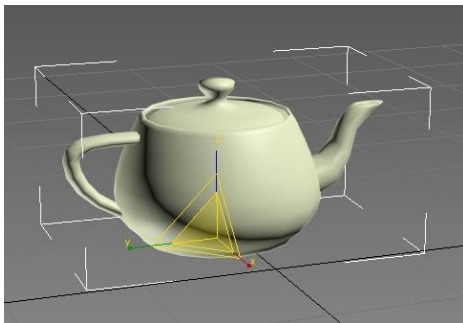
Tiedostomuodot

Valmis 3D-malli on voitava vielä tallentaa muotoon, jota voidaan tarkastella myöhemmin. Yksi keino on OBJ-tiedostomuoto, joka on tekstipohjainen ja avoin. Lisäksi sen etuna on, että monet ohjelmat lukevat ja kirjoittavat sitä. Tallennusmuodon valitsemiseen vaikuttaa myös mallin käyttötarkoitus ja se, millä sitä halutaan katsella. Tallennusmuotojen valikoima saattaa vaihdella hieman ohjelmakohtaisesti. [10, s. 430.]

3.4 Tärkeimmät työkalut

Objektien skaalaus

Objekteja on mahdollista skaalata, eli muuttaa objektin kokoa, todella helposti ja yksinkertaisilla tavoilla. Skaalausta voidaan tehdä tasaisesti, toisin sanoen yhdenmukaisesti, jolloin objekti kasvaa tai vastaavasti pienenee tasaisesti käytettävän akseliston jokaisessa suunnassa, mikä esitetään kuvassa 18. Toinen mahdollisuus on muuttaa objektin kokoa enintään muutamassa eri akseliston suunnassa eli skaalata epäyhdenmukaisesti, mikä vaikuttaa skaalattavan kohteen mittasuhteisiin ja kasvattaa niitä eri määrän suhteessa toisiinsa. Skaalaus mittasuhteissa ei käy tasaisesti. Kolmas mahdollisuus perustuu myös enintään kahden akselin suunnassa tapahtuvaan skaalaukseen, mutta samalla se litistää objektia ja näin muuttaa myös mittasuhteita. Tuloksena on kuitenkin saman tilavuuden omaava objekti. [11, s. 112.]



Kuva 18. Objektin skaalaaminen tasaisesti joka suunnassa.

Objektien kloonaus

Kloonaus tuottaa täsmälleen samanlaisen objektin kuin kloonauksen kohde on. Objektien kloonaus voi siis säästää aikaa, ja näin välttyään turhalta mallintamiselta. Mikä helpointa, kloonauksella on mahdollista tuottaa suuriakin määriä kerralla. Tämä helpottaa luonnossa esimerkiksi puiden tai eläinlaumojen luontia. Jokaiselle puulle on myös kloonauksen yhteydessä mahdollista määrittellä yksityiskohtainen ja yksilöllinen paikka tai sijoitus malliin.

Kloonaus voidaan tehdä kopioinnin avulla, jolloin jokainen syntyvä klooni on riippumaton alkuperäisestä ja sitä on mahdollista manipuloida loputtomiin ilman, että se vaikuttaa muihin kopioihin. Tämä on yleisin tapa kloonata. Toinen tapa kloonata tuottaa lopputuloksen, joka on riippuvainen alkuperäisestä mallista, ja näin manipulointi muokkaa kumpaakin kappaletta. Näin voidaan luoda animoinnin avulla iso joukko tavaroita, ihmisiä tai vaikkapa eläimiä, joiden liikkeet tapahtuvat samanaikaisesti. Viimeinen tapa eli viitekloonaus luo niin sanotun kaksoiskappaleen, joka on perinyt vain osan ominaisuuksista kloonattavasta. [11, s. 126.]

Objektien peilaus

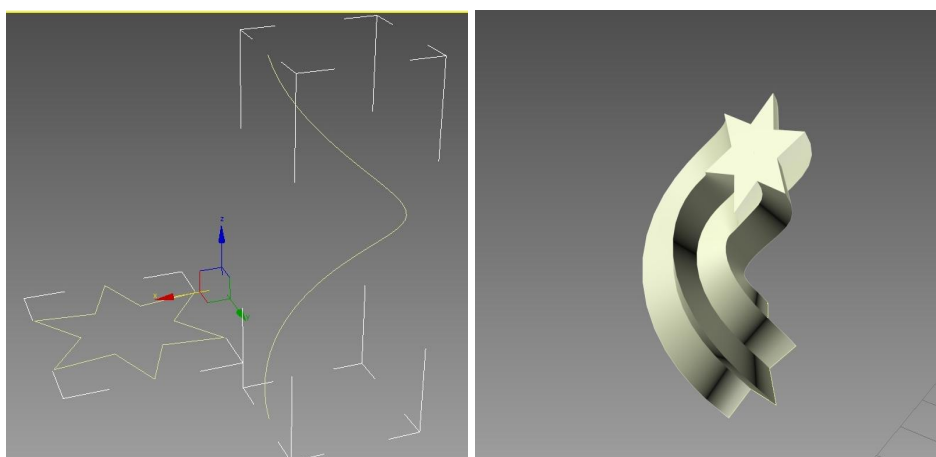
Peilaus nimensä mukaisesti tuottaa peilikuvan alkuperäisestä. Peilauksessa täytyy määrittellä, minkä suhteen peilaus tehdään ja se, tehdäänkö samalla kloonaus. Näin on mahdollista luoda toistuvia kuvioita tai esimerkiksi luonnossa veden pintaan peilaus objektista. Tällä tavoin on mahdollista jättää kloonaustyövaihe pois ja tehdä se samalla peilauksen avulla, jos on tarvetta kummallekin ominaisuudelle. [11, s. 129.]

Muodostelmien luominen objekteista

3D-ohjelmissa on myös mahdollista luoda suoraan muodostelmia halutusta objektista ja näin säästää aikaa ja vaivaa. Tämän työkalun tarkoitus on luoda muodostelma annetuilla arvoilla haluttuun muotoon, joka voi olla yksi-, kaksi- tai kolmiulotteinen. [11, s. 130.]

Objektien loftaaminen

Tämä mallinnustapa vaatii objektille aloitusmuodon, johon liitetään polku ja lopetusmuoto. Näin ohjelma rakentaa objektin annettujen muotojen mukaan. [11, s. 246.] Tätä työkalua voisi käyttää tekemään 3D-malliin mökin terassin kaiteiden pysty- ja vaakalautoihin. Objektien loftaamista selventää parhaiten suora esimerkki, jota esittää tässä tapauksessa kuva 19.



Kuva 19. Objektin loftaaminen aloitusmuodon ja polun avulla yhdeksi objektiksi.

3.5 Animointi

Käsite animaatio merkitsee elävöittämistä. Toisin sanoen jokin asia tai objekti tuodaan mahdollisimman elävän oloiseksi juuri liikkeen avulla. [17, s. 8.] 3D-ohjelmissa tämä tehdään yleensä ruutu ruudulta eli yksittäisistä still-kuvista koostamalla [7, s. 168]. Ohjelmalle annetaan halutut arvot, joiden pohjalta se tuottaa yksittäisiä kuvia eli frameja, jotka lopulta kootaan yhdeksi animaatiovideoksi. Tänä päivänä animaation yleisin muoto ovat erilaiset digitaaliset elokuvat- tai videotiedostot. [17, s. 8.]

Animaatio on hyvä viestinnän väline tai havainnoinnin apuväline, sillä se yleensä kiinnostaa niin lapsia kuin myös aikuisia ja haluttu katsojan huomio saadaan kiinnittymään animaatioon. Tekniikan kehityksen ja yleistymisen myötä myös animaatioiden tekeminen helpottuu ja on kaikille mahdollista. Tarvittava kalusto tai ohjelmat löytyvät helposti internetistä ilmaisversioina tai ovat suhteellisen edullisia hankintoja. [17, s. 8–9.] Tekniikan kehittyessä myös animaatiot ovat kehittyneet aivan uudelle tasolle. Yleensä hyvin tehtyjä animaatiokohtauksia ei erota muun videomateriaalin, kuten elokuvan, seasta [7, s. 168].

Animaation tekemiseen on paljon erilaisia tekniikoita ja tapoja, joita ovat muun muassa piirros-, 3D-, vaha- ja piksillaatiotekniikat. Lisäksi ovat olemassa vielä pala- ja nukke-tekniikat. [17, s. 22.] Yleisesti digitaaliset animaatiotekniikat jaotellaan kahteen eri päätekniikkaan, joita ovat tietokoneanimaatiot ja kamera-animaatiot [7, s. 168].

Animaatioon ja liikkeeseen liittyy erityisesti käsite keyframe eli avainkuva. Se kuvaa tai ilmentää animaation kohtaa tai hetkeä, jolloin animaation sisältämä objektin liike vaihtaa suuntaa tai kokonaan toimintaa. Avainkuvien avulla voidaan antaa koko animaatiolle alku- ja loppupiste eli oikeasti kuvat, joiden välillä muu liike tapahtuu. On myös mahdollista antaa ennalta määrätty liikerata eli piirtää viiva, jonka mukaan objekti tulee liikumaan. [7, s. 170.] Morffaus eli morphing (kuva 20) on animaation tekniikka, jossa esine muuttaa muotoaan alkuperäisestä muodosta toiseksi muodoksi [7, s. 171].



Kuva 20. Animaatio morffauksen avulla [7, s. 171].

Animaation viimeistä vaihetta voisi kutsua kompositoinniksi eli yksittäisten kuvien tai kohtausten koostamiseksi yhdeksi isoksi tuotokseksi [17, s. 22]. 3D-animaatio on mallinnettu ja animoitu 3D-ohjelman avulla, joka sisältää animaation sisältämät liikkeet sekä kameran liikkeet, valaistukset ja tekstuurit [17, s. 55].

Animaatiota tehtäessä tulee päättää, kuinka paljon kuvia käytetään sekunnissa eli mikä on kuvataajuus. Elokuvinna käytetään usein 25 kuvaa sekunnissa, mutta se voisi olla myös esimerkiksi 24 kuvaa sekunnissa. Kuvien lukumäärä vaikuttaa suoraan liikkeen sujuvuuteen ja pehmeuteen, siksi se onkin aina päätettävä käyttötarkoituksen perusteella. Animaation käyttötarkoitus määrää yleensä valittavan tiedostomuodon. Käyttökelpoisia muotoja animaatioiden esittämiseen verkossa ovat esimerkiksi .mp4, .avi, windows media ja real media. Järkevintä on valita jokin yleisimmistä ja tuetuimmista muodoista. [7, s. 172.]

4 Maaston 3D-mallinnuksen lähtömateriaali

3D-mallinnuksen apuna olemassa olevissa kohteissa on mahdollista käyttää kohteen kolmiulotteisia mittauksia, joista syntyy pistepilvi kohteesta. Se ei ole vielä valmis, vaan siitä on vielä toteutettava monikulmioverkko. Mahdollisuutena on myös valokuvata kohdetta eri kuvakulmista. [10, s. 429.]

Yksi keino saada ennakkomateriaalia halutusta kohteesta, kuten maastosta, on kuvata tai mitata ilmasta käsin muun muassa lennokkia avuksi käyttäen. Yleensä nämä keinot pohjautuvat laser- tai tutkapulsseihin tai stereokuvapariin. [10, s. 429–430.]

3D Studio Max -ohjelmaan on mahdollista tuoda jo olemassa olevia tiedostoja useassa tiedostomuodossa, joita ovat .3DS/.PRJ, .AI, .DWG, .DFX, .IGE/.IGS/.IGES, .SHP, .STL ja .WRL/.WR2. Vastaavasti 3D Studio Max vie tiedostoja ulos .3d- tai .dfx-muodossa, jotka ovat universaaleja muotoja tiedostoille. [11, s. 23.]

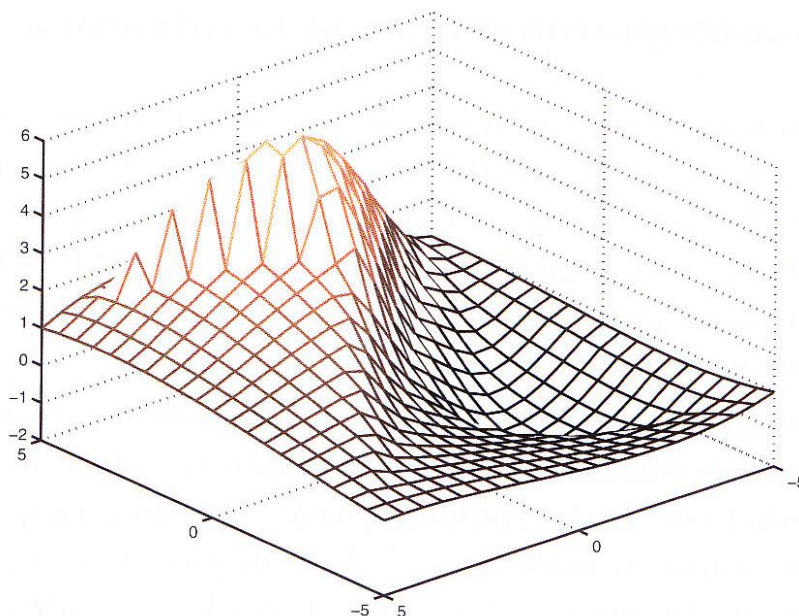
4.1 Tarkkuustaso, maastomallit ja korkeuskartta

Mallinnuksen visuaalisen todentuntuisuuden luo suurelta osin melkoinen määrä yksityiskohtia lyhyeltä etäisyydeltä tutkittaessa. Todella yksityiskohtaisesta mallista onkin järkevää tuottaa useampi yksinkertainen mallinnus. Tällöin ratkaisevassa asemassa on observoijan etäisyys kohteesta, ja sen mukaan osataan valita oikea näytettävä malli eli tarkkuustaso = LOD (Level of Detail). [10, s. 327.]

Monikulmioverkko on yleensä käytössä, kun on tarve mallintaa tunnistettava ja kuvan kanssa yhdenmukainen maisema. Tässä tulee ottaa huomioon, että maiseman eri objektit ovat eri etäisyyksillä ja näin ollen niiden piirtämiseen tulisi kiinnittää huomiota ja ne tulisi toteuttaa eri tarkkuuksilla. [10, s. 329.]

Tarkeelanjärven tilanteessa maastosta olisi ollut mahdotonta luoda 3D-mallia, joka sisältäisi kaiken mahdollisen tiedon ympäristöstä, kuten kasvustosta, tai mallista olisi tullut todella raskas. Onneksi osa mallinnettavan kohteen alueesta on mahdollista jättää pois varsinaisesta mallista, sillä se ei ole oleellista aluetta ja koska ihmissilmä ei voi taltiota kaikkea yhdellä katselmuksella. Ulkotiloja mallinnettaessa on hieman huomattavat mahdollisuudet rajata maastoa pois kun sisätilojen kohdalla. Tähän on kuitenkin omat keinonsa. Tärkeintä maastomallinnuksessa on valita mallin jokaiselle osalle tai objektille oikea tarkkuustaso. Taaimmaisten puiden ei tarvitse olla yhtä tarkkoja kuin esimerkiksi pääasiassa oleva järven pinta. Maaston muodot vaikuttavat myös suuresti tarvittavien polygonien määrään. [10, s. 329.]

Maaston mallintamisessa avuksi tulee korkeuskartta (height map) tai toiselta nimeltään korkeuskenttä (height field), josta on esitetty esimerkki kuvassa 21.



Kuva 21. Esimerkki korkeuskartasta [10, s. 330].

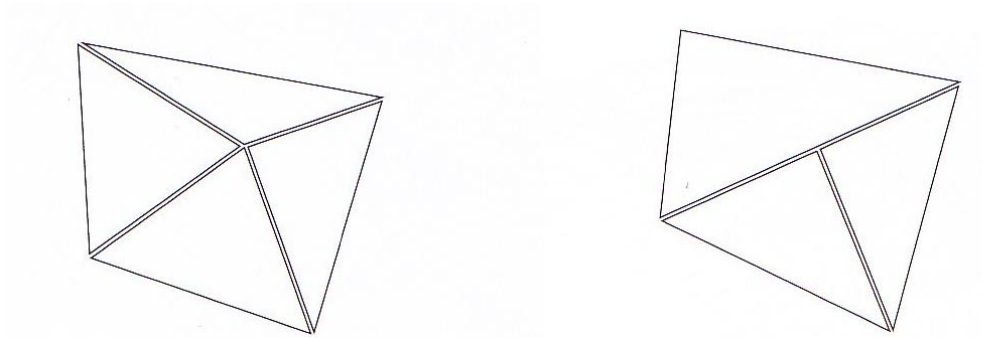
Maasto on tässä mallissa kaksiulotteinen taso, jolla on omat arvonsa eri kohdissa korkeussuunnassa. Yleensä tämä malli muodostuu kaksiulotteisesta ruudukosta, joka sisältää myös korkeusarvot. Korkeusarvoja voi mallintaa tai ajatella kahdella tavalla, 8- tai 16-bittisinä korkeusarvoina tai tummat kohdat pieninä arvoina eli matalina kohtina korkeuskartassa ja vaaleat puolestaan korkeina kohtina eli suurina arvoina. Tämä rajoittuu valitettavasti vain alle 90 asteen korkeuseroihin. [10, s. 329–330.]

4.2 Monikulmioverkon yksinkertaistaminen

Monikulmioverkon eli polygoniverkon tulee koostua mahdollisimman pienestä määrästä polygoneja, jotta mallista ei kasvaisi liian raskas. Observoijasta kaukana olevista objekteista onkin järkevintä aloittaa turhien polygonien poistaminen ilman silmällä havaittavia ratkaisevia muutoksia. Tämän voi tehdä vaikka yhdistämällä kahden naapuripolygonin kulmapisteitä. Tarkkuustasojen välillä voi huomata selviä muutoksia. Yksi ratkaisu ongelmaan voisi olla ”liu’uttaa yhdistettävät verkon kulmapisteet portaattomasti yhteen”, kun vaihdetaan yksityiskohtaisempaan malliin. Ongelmaksi voi muodostua oikeiden kulmapisteiden yhdistely niin, ettei ihmissilmä huomaisi eroa. [10, s. 328.]

4.3 Adaptiiviset maastonpiirtotekniikat

Monikulmioverkoista tutut ruudut voi jakaa kahdeksi kolmioksi eli polygoniksi, joille annetaan oma pinta. Näin voi helposti mallintaa maaston korkeuskartan avulla. Polygoneja on kuitenkin syytä vähentää tässäkin tilanteessa. Maaston tapauksessa näiden tekniikoiden eli adaptiivisten maastonpiirtotekniikoiden tärkein ominaisuus on 2D-tason jakaminen mallista riippuvaan parhaiten sopivaan monikulmioverkkoon. Muodostunut verkko on kolmioverkko, joka sisältää korkeuserot. Tärkeää on huomata myös, että monikulmiot saavat kohdata vain kulmapisteissään, muuten voi tulla ongelmia verkon kokonaisuuden pysymisen kanssa. Tämän takia tulisi välttää kuvan 22 mukaisia T-risteyksiä verkossa. [10, s. 330.]

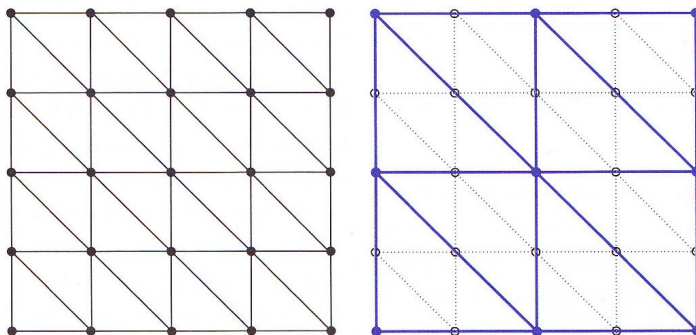


Kuva 22. Vasemmanpuoleinen on esimerkki hyvästä verkosta ja oikeanpuoleinen ei-halutusta tapauksesta [10, s. 331].

Myöskään verkon tiheys ei ole vakio, vaan se määräytyy maaston muutosten nopeuden ja katsojan etäisyyden mukaan. Maastomalliin on myös mahdollista lisätä geomorphing-tekniikka. [10, s. 331–332.] Seuraavassa tulee esille muutama tekniikka, joilla on mahdollista muodostaa monikulmioverkko.

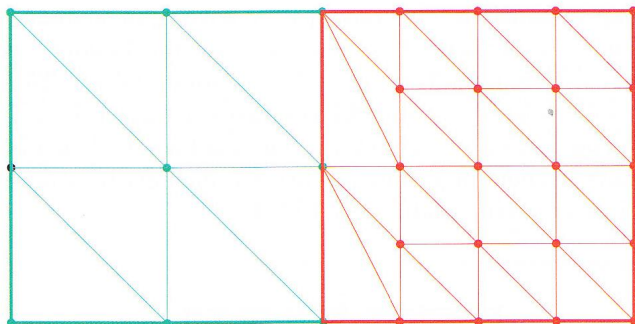
Geomipmap

Geomipmap on melko yksinkertainen ja suora tapa piirtää maastoa. Tämäkin tekniikka muodostuu korkeuskartan ruudukosta, jossa ruudut muutetaan neliöistä kolmioiksi. Näistä kolmioista muodostetaan vielä suurempia blokkeja, joiden muoto on neliö. Tämän neliön tulee muodostua toisen potenssin lukumäärästä ruutuja. [10, s. 332.] Geomipmap-blokkia jaetaan sen sisällä uudelleen, ja näin kolmiot saadaan vähennettyä puoleen. Tämä tehdään käytännössä hylkäämällä joka toinen piste, mikä on esitetty kuvassa 23. [10, s. 333.]



Kuva 23. Ensimmäisessä kuvassa on esitettyä yksi blokki ja toisessa kuvassa blokin yksinkertaistaminen käytännössä [10, s. 333].

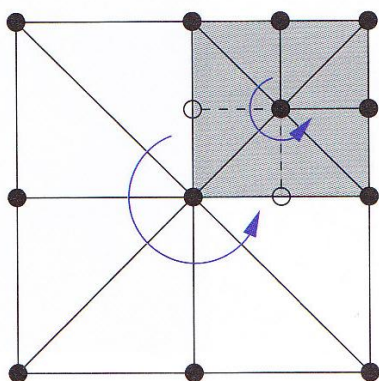
Blokkeja voi olla erikokoisia mallin sisällä, ja nämä erikokoiset vierekkäiset blokit on saatava yhdistettyä. Kuvassa 24 on yhdistetty erikokoisia blokkeja. Periaatteena on, että tiheämmästä verkosta on aina järkevämpää tuhota pisteitä kuin lisätä niitä harvempaan. Sen jälkeen on siis mahdollista hylätä vielä tiheämmän verkon reunapisteet ja liittää reunaviivat harvempaan verkkoon. [10, s. 334.]



Kuva 24. Erikokoisten blokkien yhdistäminen [10, s. 334].

PR-quadtree-pohjainen verkko

PR-quadtree-pohjaisen verkon tekniikka perustuu verkon osittamiseen neliöiksi, jotka vielä jatkossa jaetaan kolmioiksi käyttäen hyväksi ruudun keskipistettä. Näistä kolmioista syntyy kuvan 25 mukainen kolmiuviuhka. Mitä tarkempi lopputuloksen halutaan olevan, sitä enemmän jaetaan. Myös jo saatuja kolmioita voi jakaa yhä pienemmiksi kolmioiksi. Vierekkäiset ruudut eivät voi kuitenkaan olla minkä kokoisia tahansa, vaan ne voivat olla joko samankokoisia tai enintään kaksi kertaa suurempia tai pienempiä. Myös tämä verkko täytyy koota yhteen, ja se käy helpoiten unohtamalla ”tarkemman ruudun sivujen keskellä olevat solmupisteet”. Niiden toisella puolella täytyy olla kooltaan isompi ruutu. [10, s. 336.]



Kuva 25. Kolmiuviuhkan syntyminen ja ruutujen yhdistäminen [10, s. 335].

ROAM

Viimeinen esittelemäni tekniikka on ROAM eli Real-Time Optimally Adapting Meshes -tekniikka. Tämä tekniikka muodostuu bintree-rakenteesta. Bintree-rakenne on 2D-avaruudessa niin kuin edellisekin, ja sen jako käy lähestulkoon samalla lailla kuin PR-quadtreessä. Toisin sanoen alue ositetaan samankokoisiin alialkioihin. Erona on kuitenkin, että tässä ei käsitellä neliöitä vaan suorakulmaisia tasasivuisia kolmioita. Nämä kolmiot jaetaan vielä keskeltä kahteen osaan eli muodostetaan binääripuu. Alueen tarvittaessa olevan neliön muotoinen on otettava käyttöön myös toinen bintree. Näiden kahden bintreen isoimmat kolmiot laitetaan vastakkain. [10, s. 336.]

Myös tässä mallissa on mahdollista jakaa kolmioita yhä pienempiin osiin ja näin säästää eri syvyyksiä. Loputonta jakoa ei voi suorittaa, ja ehtona on, että jaetut kolmiot osuvat toisiinsa vain kulmissa tai vastaavasti vain kokonaisten sivujen avulla. Mallissa määrää myös se, että kantanaapurin on oltava joka kerta vain yhtä korkeammalla tai täsmälleen samalla tasolla kuin lähtökolmio on. [10, s. 337.]

5 Maaston 3D-mallinnuksessa huomioon otettavaa

5.1 Maaston luominen

Maastot on mahdollista mallintaa myös ilman korkeuskäyriä tai maastomalleja. Aina ei ole mahdollista saada tällaisia tietoja saati sitten käyttää niitä. [11, s. 243.] Insinöörityössäni maastomallin eli kolmipisteverkon käyttö mallinnuksen pohjana olisi ollut hyödyttömyyttä, sillä se sisälsi vain yhden pisteen kahta neliötä kohden, joten maaston muutoksia ei olisi näkynyt niin alavalla maalla, kuin kohde oli. Tällaisten ennakkomateriaalien käyttöä kannattaa harkita tarkoin, sillä niiden tuoma hyöty ei saa jäädä haittojen tai suuremman työmäärän alle, niin kuin tässä tilanteessa olisi käynyt.

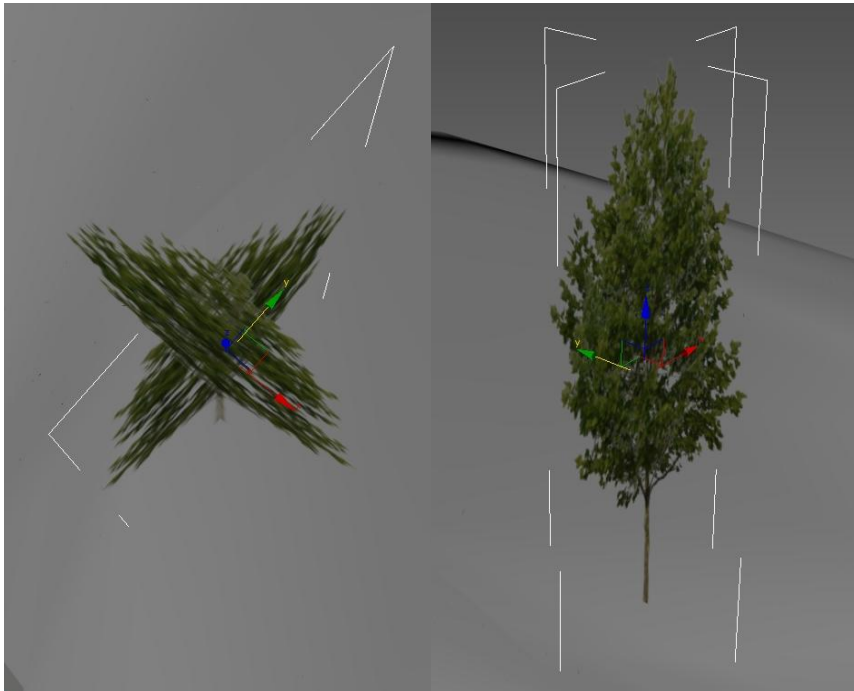
Tällaisessa tilanteessa korkeuskäyrämallin voi luoda itse hyödyntäen suljettujen spliiniin tuomaa apua. Kaiken kaikkiaan suljetun spliinin tulee olla aina erikokoinen kuin edellisen tai alla olevan. Korkeaa vuorta tehtäessä aina ylimmäisten spliiniin täytyy olla pienempiä kuin alimmaisat. Kun spliinit on luotu, on aika yhdistää ne objektiksi. 3D Studio Max tarjoaa ainakin maaston luomiseen terrain-paneelin yhden napin painalluksella objektin luomisen jälkeen. [11, s. 243.]

Alavan ja vähän korkeusvaihteluja sisältävän maaston voi yksinkertaisimmillaan luoda planen eli tason avulla. Taso luotaessa on kuitenkin muistettava antaa sille riittävän paljon pisteitä eli jakaa se riittävän moneen osaan pituus- ja leveys suunnassa, jotta pienien korkeuserojen ja pinnan epätasaisuuden luominen onnistuu pisteitä nostamalla tai vastaavasti laskemalla nollatasosta. Pituus- ja leveys suunnassa tason jakamisen ei tarvitse tapahtua samassa suhteessa, vaan sen voi päättää tapauskohtaisesti ja tarpeiden mukaan. Pisteitä on siis oltava riittävän tiheästi, jotta pinnanmuutokset on mahdollista havaita ja saada vaikuttamaan tarvittaessa riittävän pienelle alueelle. Mesh smooth modifier, eli vapaasti suomennettuna tasaisemmaksi pinnaksi muokkaaja, tulee hyödylliseksi tätä maaston mallinnustapaa käytettäessä. Kun pisteitä on laskettu tai nostettu tasosta, voi lopputulos olla melko epäaito ja "kulmikas". Sen takia mesh smooth modifier on hyvä lisätä, sillä se pehmentää vaihteluja ja tuo pehmeämmän tunnelman. Tässä modifierissä on vielä mahdollisuus määrittää iteration-arvo eli toistoarvo, toisin sanoen se, kuinka paljon se pehmentää pinnan muotoja. Perus- tai oletusarvo on 1.

Jos maasto kuvaa esimerkiksi vuoristoa, on myös mahdollista luoda yksi iso taso, jonka läpi työntää muut erilliset pienemmät vuoret tai kukkulat, jotka on luotu erillisistä tasoista ja muokattu oikeaan muotoon. [16, s. 69.]

5.2 Valokuvien ja valmiiden objektien käyttäminen mallinnuksessa

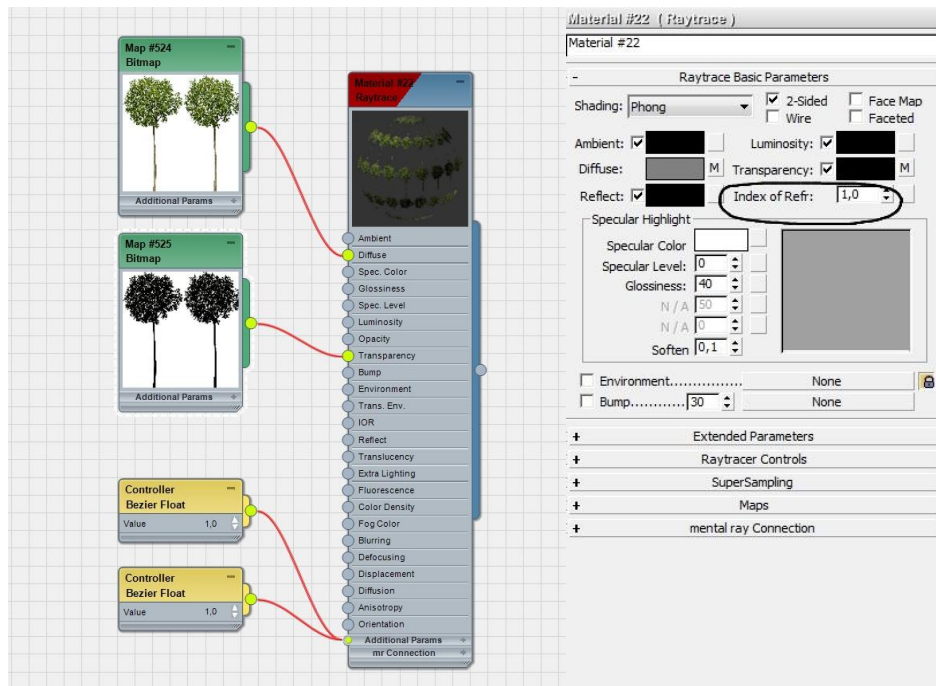
Maaston pinnan luomisen jälkeen on vuorossa muiden objektien tai komponenttien luominen tai toteuttaminen. Maastosta tehtävä 3D-malli voi kasvaa hyvin suureksi suurien polygonimäärien takia. Polygonimäärän pienentämiseksi on eri vaihtoehtoja. Yksinkertaisin tapa on vaihtaa aidot 3D-objektit valokuviksi ja näin huijata katsojaa. Taustalla olevat vähemmän huomiota herättävät ja ei katselun keskipisteenä olevat kohteet, kuten puut, on mahdollista saada näyttämään aidoilta valokuvia käyttäen. Myös muu ympäristö voidaan luoda yhdistelemällä useita kuvia yhdeksi kokonaisuudeksi. Tätä tekniikkaa voidaan käyttää erityisesti mallin tai animaation taustalla oleville kohteille. [16, s. 57.] Valokuvat voi asettaa kohtisuoraan katsojaa kohden tai vastaavasti ristiin toisiinsa nähden, kuten kuvassa 26.



Kuva 26. Valokuvat aseteltuina ristissä oleviin tasoihin.

Valokuvien asettelu riippuu havainnoitsijan katselukulmasta. Kun valokuvat ovat riittävän kaukana, ihmissilmä ei huomaa eroa valokuvan ja aidon objektin välillä. Tämä oli yksi parhaista keinoista, millä sain objektien määrää pienennettyä ja lopputuloksena myös oman mallinnukseni kokoa pienennettyä huomattavasti. Valokuvien käytöllä voidaan siis huijata katsojaa ja samalla saavuttaa hyviä tuloksia tiedostokoon kanssa sekä vaikuttaa suoraan renderöintiajan lyhenemiseen. Isoja maastoja mallinnettaessa tällä on suuri vaikutus renderöinti-aikaan. Päätelminä voisi sanoa, että valokuvia pitää käyttää kuitenkin harkitusti eikä liikaa ja mallin etualalla olisi suositeltavaa olla aitoja objekteja valokuvien sijaan.

Tätä keinoa käytettäessä on otettava kuvasta sekä värikuva että mustavalkoinen kuva, jotka tuodaan materiaalieditoriin esimerkkikuvan 27 mukaisesti. Värikuvasta voi tehdä mustavalkoisen version melkein millä tahansa tavallisella kuvanmuokkausohjelmalla ennen kuvien tuomista 3D-mallinnusohjelmaan. Värillinen kuva vedetään materiaalin diffuse (hämärä) -kohtaan ja mustavalkoinen kuva transparency (läpikuultava) -kohtaan. Kumpikin valokuva lisätään materiaalin muodossa luotuun pystysuoraan tasoon, johon kuvan on tarkoitettu muodostuvan.



Kuva 27. Käytettävien kuvien mustavalkoinen ja värillinen kuva sekä taittumiskerroinluku.

Vaikka taso ei olisikaan halutun valokuvan muotoinen, on sen tausta mahdollista saada läpinäkyväksi. Tuli huomattua kokemusten kautta, että lisäksi 3D-ohjelmassa on muistettava määrittellä valokuvien Index of Refraction -arvo eli (valon) taittumiskerroinluku vastaamaan ilman arvoa (kuva 27), jotta tausta olisi oikeasti täysin läpinäkyvä ilman vääristymiä. Kuva 28 selventää, mitä tapahtuu, jos unohtaa muuttaa valon taittumiskerroinluvun vastaamaan ilman arvoa.



Kuva 28. Väärän valon taittumiskertoimen aiheuttamat vääristymät puiden taustalevyissä.

Valmiita objekteja käytettäessä pitää ottaa huomioon niiden tuoma, yleensä suuri polygonien määrä, joka vaikuttaa ratkaisevasti renderöintiin. Valmiita objekteja on internetissä niin maksullisia kuin myös ilmaisia ja hyvin eritasoisia. Kannattaa kuitenkin aina tarkastaa, mihin tarkoituksiin ilmaisia objekteja saa käyttää. Valmiita objekteja on myös eri tiedostomuodoissa ja eri ohjelmille tarkoitettuja. Yksityiskohtaiset objektit sisältävät todella suuren määrän polygoneja, kun taas yksinkertaisempien objektien polygonien määrät voivat olla melko pieniä. Näitä objekteja voi käyttää esimerkiksi mallin etualalla eli lähinnä katselijaa, sillä ne luovat yleensä aidomman tunnelman kuin valokuvat. Osa 3D-mallinnusohjelmista sisältää myös pienen määrän valmiita kasveja, ruohoja ja puita.

5.3 Maaston 3D-mallin renderöinti

Maastosta luodut 3D-mallinnustiedostot kasvavat yleensä hyvin suuriksi muun muassa yksityiskohtien ja materiaalien sekä valojen määrän vuoksi. Siksi renderöintimahdollisuudet on hyvä ottaa huomioon ja kartoittaa jo mallinnusta tehtäessä tai suunniteltaessa. Suuren tiedoston renderöiminen vaatii paljon laskentatehoa koneelta ja vie paljon aikaa. Ihanteellisin tilanne olisi, jos käytössä olisi niin sanottu verkkorenderöintimahdollisuus. Metropolia Ammattikorkeakoulu on mahdollistanut opiskelijoilleen tämän verkkorenderöinnin. Se käytännössä tarkoittaa sitä, että yhden koneen sijasta 3D-malli renderöidään verkon kautta ja useamman koneen avulla. Ohjelma osaa ottaa käyttöön tietyn määrän vapaana olevia koneita ja jakaa renderöinnin näiden koneiden kesken. Tuloksena renderöinti nopeutuu todella merkittävästi.

5.4 Maaston mallintamisen haasteet

Maaston mallinnuksen realistisen lopputuloksen saavuttaminen aiheuttaa joitakin haasteita, joita voi helposti löytää ihan maalaisjärkeä käyttämällä. Tässä luvussa esiteltävät maaston mallintamisen haasteet perustuvat omiin kokemuksiini toteuttamani projektin perusteella. Yleensä toivottu realismi aiheuttaa niitä eniten. Maaston ei aina haluta kuitenkaan olevan täysin realistinen, ja epärealistisuutta voidaan käyttää myös hyödyksi esimerkiksi peliteollisuudessa. Itse keskityin työssäni kuitenkin vain realistisen maaston mallinnuksen puoleen mutta on hyvä ymmärtää myös toisen ääripään olemassaolo. Yleensä katsojan vakuuttamiseksi visuaalisen kokemuksen pitäisi olla mahdollisimman

todellinen. Visuaalisen todellisuuden tai realistisuuden tunteen tuovat yleisimmin valot ja niiden aiheuttamat varjot sekä heijastumat, pinnamuodot ja niiden vaihtelut, aidon oloiset materiaalit ja tekstuurit sekä mahdolliset efektit, kuten tuuli tai sade.

Kaikki edellä mainitut aiheuttavat myös haasteita mallinnukselle. Mallintajan pitää miettiä, millä keinoin hän toteuttaa nämä asiat ja saa niistä aidon oloiset eikä vie niitä liian pitkälle, mikä taas voi aiheuttaa epäaidon tuntua. Lisää haasteita aiheuttaa se, että jokainen näkee asian hieman eri tavalla ja kaikilla on oma mielipiteensä ja näkemyksensä siitä, mikä on täysin realistinen lopputulos. Jotenkin pitää onnistua löytämään kultainen keskitie realistisuuden suhteen.

Toinen haaste syntyy lopputuloksen renderöinnissä. Suuren tiedostokoon takia se vie paljon aikaa ja koneen tehoa. Jo mallinnusvaiheessa suurikokoisen tiedoston editointi sujuvasti vaatii koneelta paljon tehoa. Tämä on kuitenkin mahdollista ratkaista muun muassa verkkolaskennalla tai vaikka polygonien määrän vähentämisellä.

Yksi tärkeä asia on mittakaava. Jos asiat ovat väärässä mittakaavassa toisiinsa nähden, on lopputulos epäaidon näköinen. Tämän takia valmiit lähtömateriaalit, kuten kolmipisteverkot maastosta ovat hyvä apu. Myös valokuvien avulla on mahdollista hahmottaa mittakaavaa ja objektien suhteita toisiinsa.

6 Tarkeelanjärven ja Niemilammen projektin lopputulokset

Hankkeen ja koko projektin taustalla on ajatus parantaa sekä Tarkeelanjärven että Niemilammen kuntoa nykyisestä tilasta, saada niille enemmän virkistyskäyttöä ja ihmisille mahdollisuus nauttia vesistön tarjoamista mahdollisuuksista sekä tietysti nostaa tonttien arvoa. Järven pinnan korotus tulisi olemaan noin 25–45 senttimetriä, ja tarkoitus olisi nostaa nimenomaan alimpia mahdollisia korkeuksia, jotka saavutetaan yleensä kesällä. [18.]

Tämän vesistön tilan parantamisen on ennen kaikkea tarkoitus saada vesistön virkistyskäyttö lisääntymään ja tarjota paremmat mahdollisuudet kalastukselle, veneilylle ja maiseman paranemiselle. Koko projektilla on arvioitu olevan hyvin vähäiset haitat, ja se onkin saavuttanut hyvän kannatuksen. Hanketta voi perustella myös sillä, että jos mitään ei tehtäisi, vesistöt kasvaisivat umpeen ja kiinteistöjen ja tonttien arvo romahtaisi.

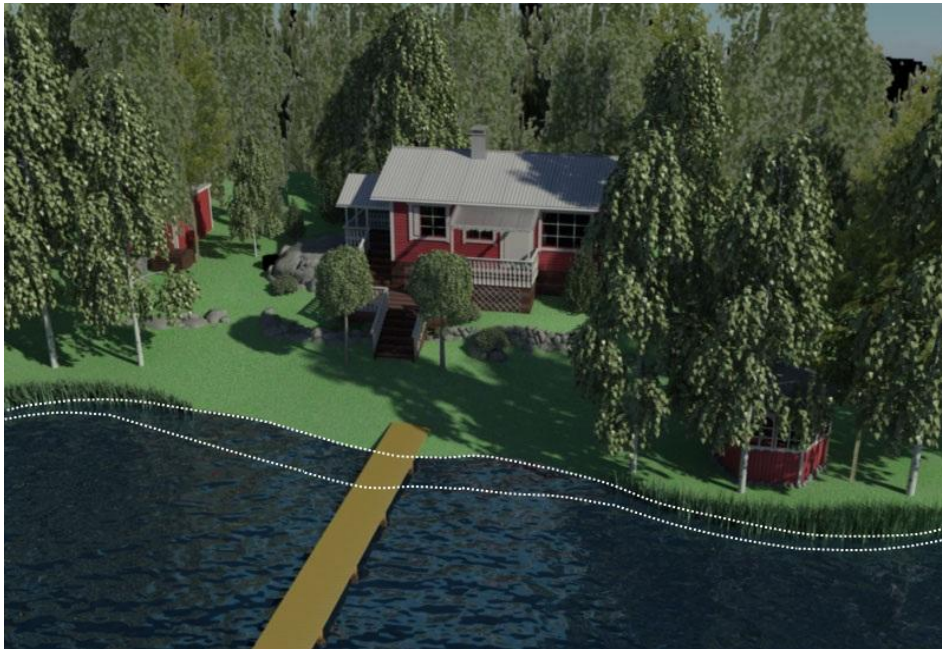
[18.] Hanketta on myös perusteltu ”Euroopan unionin vesipuitedirektiivin” avulla, jonka mukaan vesistön tulisi saavuttaa ja myös ylläpitää direktiivin määräämää vesistön tilaa. Projektissa toteutettavalla ”keskiveden korkeuden nostolla” tulee siis olemaan suuri vaikutus umpeenkasvun välttämiseksi. [19.]

Mallinnuksen lähtötilanteessa otettu kuva 29 on otettu syksyllä, ja lopputuloksena syntynyt malli kuvaa samaa kohdetta kesäaikaan. Näin ollen vuodenaikojen vaihtelun tuomat muutokset luonnossa, kuten puiden lehtien tuoma maiseman muutos, on osattava ottaa huomioon 3D-mallia tehtäessä. Kesäaikaan kohteen puusto ja muu kasvillisuus näyttää aivan erilaiselta kuin kuvanoton aikaan, mikä tuo hieman haasteita kohdetta mallinnettaessa. Sen takia on tärkeää, että tällaiset tilanteet osataan ennakoida ja lopputuloksen haluttu vuodenaikakohta on selvillä.

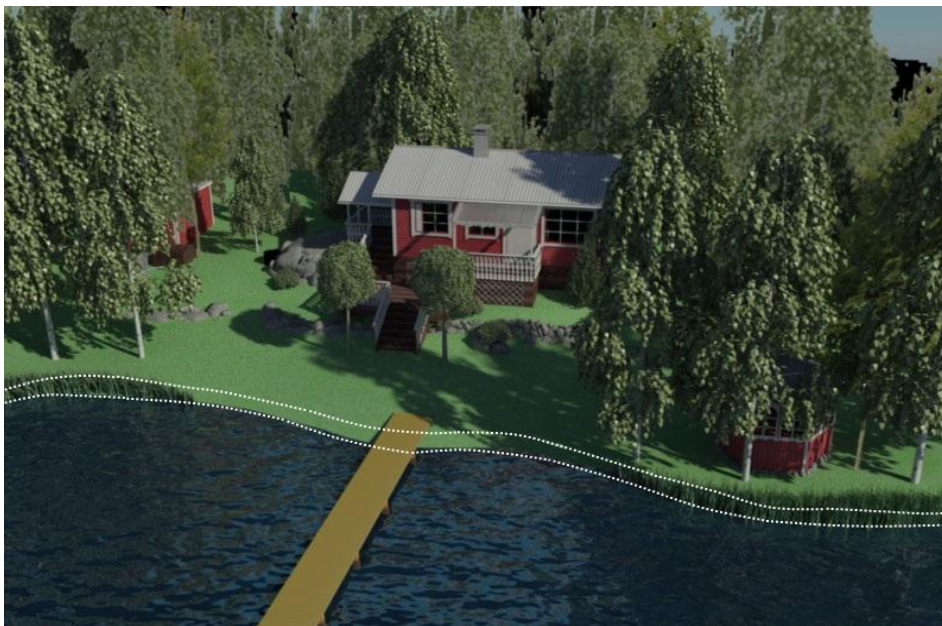


Kuva 29. 3D-mallinnuksen lähtötilanteessa otettu kuva mallinnettavasta kohteesta syksyllä.

Vedenpinnan korotus ei vaikuta suuresti tonttien pinta-alaan, niin kuin osana insinööriä toteutetuista 3D-mallinnuskuvista 30 ja 31 käy ilmi. Katkoviivat esittävät ensimmäisessä kuvassa vedenpinnan vaihtelua nykyisessä tilanteessa kesäaikaan ja toisessa kuvassa tulevassa korotetussa tilanteessa myös kesäaikaan. Esimerkkikuvissa käytetyllä tontilla vedenpinnan korotuksen vaikutukset tontin rantaviivaan olisivat suurimmat.



Kuva 30. 3D-mallin havainnollistama vedenpinnan vaihtelu nykytilanteessa.



Kuva 31. 3D-mallin havainnollistama vedenpinnan vaihtelu tulevassa tilanteessa.

3D-mallinnus on aikaavievä prosessi. Aloitin koko prosessin viime vuoden (2012) syksyllä, tarkemmin syyskuun alussa, ja toteutin sen opiskelun ohella. Prosessin alussa kokoonnuimme asiakkaan ja Metropolia Ammattikorkeakoulun maanmittauspuolen henkilöiden kanssa useaan otteeseen, ennen kuin varsinainen mallinnusprosessi pääsi edes käyntiin. Kävin myös paikan päällä kuvaamassa kohdetta, jotta saisin paremman käsityksen tontista ja sen mittakaavoista. Kuvien perusteella olin valmis aloittamaan

mallin rakentamisen. Mielestäni järkevintä oli aloittaa maastosta, sillä sen mallinnus oli melko nopeaa ja sen päälle oli helpompi alkaa mallintaa muita osia. Seuraavana kohteena mallinnuksessa tulivat mökki ja muut rakennukset. Ne olivat suurimmat kohteet ajankäytön suhteen, sillä niissä riitti yksityiskohtia. Rakennukset eivät ole kuitenkaan pääasia tässä mallissa, joten kaikista pienimmät yksityiskohdat jätin pois, sillä niitä ei edes erottaisi kuvasta. Pelkkään mökkiin meni suunnilleen 50 000 polygonia.

Seuraavana kohteena oli ympäröivä maasto. Mallinsin itse muun muassa kiviä ja heinikkoa ja muokkasin tässä vaiheessa vielä hieman maastonmuotoja ja mallinsin laiturin. Tämä vaihe oli huomattavasti vähemmän aikaa vievä kuin rakennusten mallinnus. Malli alkoi näyttää jo hieman todellisemmalta, mutta todellisuudentunnetta siihen toi vielä enemmän materiaalien käyttöönotto. Osa käyttämästäni materiaaleista oli valmiita materiaalieditorista löytyviä, mutta osan jouduin luomaan itse. Mökin ja muiden rakennusten punaisen puulaudoituksen loin ottamieni valokuvien avulla. Suurimmaksi osaksi loin kasvuston ja puut valokuvien avulla, niin kuin jo kerroin luvussa 5.2. Edessä olevat puut olivat valmiita objekteja. Niiden käyttöä täytyi kuitenkin rajoittaa vain etumaisiin puihin, sillä ne sisälsivät niin paljon polygoneja, että tiedoston koko kasvoi todella suureksi niiden myötä. Kokeilin myös erilaisia valoja, mutta päädyin käyttämään 3Ds Max -ohjelman daylight-systeemiä. Tämä valaistus oli juuri sopiva ja oikea ratkaisu tähän käyttötarkoitukseen. Toteuttamani 3D-malli tuli sisältämään vähän yli 2 500 000 polygonia.

Veden luominen tai sen vaihteluliike juuri oikeisiin kohtiin oli kaikista haastavin vaihe, ja sen kanssa saikin olla tarkkana. Pääsin käsiksi tähän vaiheeseen suunnilleen joulukuussa 2012. Jouduin tekemään tämän vaiheen muutamaan kertaan, ennen kuin lopputulos vastasi haluttua. Rantaviiva ja vedenpohja oli muokattava manuaalisesti eli käsin piste pisteeltä siirtelemällä maastonmuotoja. Laskin vedenpohjan pisteitä riittävän alas, jotta pohja ei tulisi näkyviin ja nostin rannanpisteitä ylemmäs, jotta vesi ei pääsisi vastaavasti liikkumaan liian pitkälle. Haastetta toi pisteiden oikeiden paikkojen löytäminen ja näin veden vaihteluliikkeen määrittäminen sopivaksi. Kun maasto oli muokattu sopivaksi, siirryin veden animointiin. Veden animoinnin toteutus sujui mielestäni parhaiten auto keyn ja key framien avulla. Käytännössä laitoin auto keyn päälle ja siirsin veden haluttuun kohtaan ja toistin tämän halutun määrän verran. Näiden auto keyn synnyttämien key framien välisessä ajassa tapahtui veden varsinainen liike. Key framet vastaavat käytännössä aloitus- ja lopetuskuva, joiden välissä liike tapahtuu määritetyllä välillä.

Viimeisessä vaiheessa prosessia tehtiin varsinainen renderöinti, josta olen kertonut luvussa 5.3. Renderöityjen kuvien pohjalta koostin jälkikäsitteilyn avulla lyhyen animaatiovideon. Videon koostamiseen käytin Adoben Premiere-ohjelmaa. Videon jouduin työstämään muutamaan otteeseen, sillä ensimmäisellä kerralla renderöitynä vedenliike ei vastannut täysin haluttua lopputulosta. Lopullinen video valmistui tammikuun 2013 alussa. 3D-mallista syntyneet materiaalit, kuten kuvat (30 ja 31), on tarkoitus liittää lupahakemuksen yhteyteen, ja animaatiovideota on tarkoitus käyttää muutoksen visualisoinnin apuvälineenä.

Saatuani oman projektini valmiiksi aloin pohtia, olisiko nämä visualisoinnit voinut toteuttaa jollakin eri tavalla ja oliko 3D paras vaihtoehto. Vaihtoehtoisia toteutustapoja olisi varmasti useita, mutta keskityin vertailemaan toteutettua 3D-mallia ja kuvia esimerkiksi Photoshopin avulla toteutettaviin kuviin tai kuvamanipulaatioihin. Photoshopin avulla tehtyihin kuviin olisi voinut liittää valmiin ympäristön valokuvasta ja toteuttaa 3D:n avulla vain vedenliikkeen. 3D:n avulla toteutettu vedenliike olisi siinä tapauksessa täytynyt saada sovitettua kuvaan niin, että se näyttäisi uskottavalta ja siltä, että se kuuluisi kuvaan eikä olisi lisätty jälkikäteen. Se toisi siis realismia hieman haasteita. Tämä tekniikka olisi varmasti säästänyt aikaa ja helpottanut työtaakkaa, mutta se olisi vaatinut suurempaa perehtymistä tähän vaihtoehtoiseen tekniikkaan.

Kokonaan 3D:n avulla toteutetussa mallissa ja kuvissa on varmistettu se, että koko maisema on yhtenäinen ja että komponentit toimivat virheettömästi yhdessä. Myös kokonaisuuden hallinta on helpompaa. Olin tyytyväinen 3D:n avulla tuotettuihin lopputuloksiin, joten en lähtenyt tässä tilanteessa enää toteuttamaan asiaa toisin. Photoshopin avulla tehdyt kuvat olisivat voineet silti olla hyvä vaihtoehto ja lisä- ja vertailumateriaali, jos aikataulu ja ajankäyttö olisivat sallineet sen. Tulevaisuudessa tai vastaavassa tilanteessa voisin kuitenkin kuvitella kokeilevani tätä toista tekniikkaa, sillä uskon, että se voisi tuottaa hyvän lopputuloksen riittävän kuvamanipulaatioihin ja valokuvien ja 3D:n yhdistämisen tekniikkaan perehtymisen jälkeen.

7 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin 3D-mallinnuksen sopivuutta realistisen maaston mallinnukseen ja visualisointitarkoitukseen, sen haasteita ja työvaiheita. Tavoitteena oli myös selvittää, mitä kaikkea täytyy ottaa huomioon tällaiseen työhön ryhdyttäessä. Lisäksi tavoit-

teena oli toteuttaa mahdollisimman realistinen 3D-malli Tarkeelanjärven Niemilammen eräästä tontista ja alueen parannusprojektin tuloksena syntyvästä vedenpinnan noususta. Insinööriyöraportissa tutkitut ja selvityt teoreettiset asiat on käsitelty koko matkalta Tarkeelanjärven 3D-mallinnuksen pohjalta.

Kirjallisesti tehtyjen selvitysten, tutkimusten ja itse kokeilun pohjalta syntyi varsinainen 3D-malli, joka oli osa tätä insinööriyökokonaisuutta. Tuloksena syntyi odotusten mukainen malli vedenpinnan vaihtelusta. Insinööriyöraportissa itse määriteltyihin tavoitteisiin ja pääkohtiin mallinnuksen vaiheista, sopivuudesta tähän projektiin ja visualisointikäyttöön sekä haasteista saatiin riittävät tulokset, joiden pohjalta totesin mallinnuksen hyvin tarpeelliseksi visualisoinnin välineeksi.

Tehtyjen selvitysten perusteella 3D-mallin tavoitteet pitää asettaa tapauskohtaisesti ja tarpeiden mukaan, ja sen sopivuus käytettävään tarkoitukseen on silti tapauskohtaista. Visualisoinnin tarpeet ja tavoitteet muuttuvat kohteen mukaan. Ennen työhön ryhtymistä kannattaa ja on järkevää selvittää, antaako toteutettava malli riittävästi visuaalista informaatiota vai onko 3D-malli turha kyseiseen tarkoitukseen. Työn määrä ja lopputuloksesta saatu informaatio on punnittava tarkasti ja tehtävä niiden pohjalta päätelmiä työn kannattavuudesta. Tässä insinööriyöprojektissa mallinnuksen antama visuaalinen informaatio ja visuaalinen arvo oli huomattavan suuri, mikä puolsi mallinnuksen tarpeellisuutta osana projektia.

Lähteet

- 1 Hanke: Työryhmä. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <http://www.tarkeela.com/index.php?p=1_39_Miksi-toimeen-juuri-nyt>. Luettu 20.2.2013.
- 2 Pääsivu. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <<http://www.tarkeela.com>>. Luettu 20.2.2013.
- 3 Google Maps -kartta. Verkkodokumentti. Google Maps. <<http://maps.google.fi/2>>. Luettu 20.2.2013.
- 4 Ajankohtaista: Uusin tiedote kiinteistönomistajille: Pohjapadon korotushankkeen tilanne. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <<http://www.tarkeela.com/index.php?news&nid=10>>. Luettu 3.10.2012.
- 5 Kuvaus. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <[http://www.tarkeela.com/index.php?p=1_23_Kuvaus 4](http://www.tarkeela.com/index.php?p=1_23_Kuvaus%204)>. Luettu 20.2.2013.
- 6 Tuhola, Esa & Viitanen, Kristiina. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tampere: Tammertekniikka.
- 7 Keränen, V., Lamberg, N. & Penttinen, J. 2005. Digitaalinen media. Jyväskylä: Docendo Finland.
- 8 Koordinaatitot. Verkkodokumentti. DeveloperIQ. <<http://developeriq.in/articles/2009/apr/02/sdl-programming-in-linux-understanding-animation-i/>>. Luettu 20.2.2013.
- 9 Kerlow, Isaac Victor. 2004. The art of 3D computer animation and effects. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- 10 Puhakka, Antti. 2008. 3D-grafiikka. Helsinki: Talentum (Media).
- 11 Matossian, Michele. 2002. 3D Studio MAX. Käänt. Ilkka, Jani. Helsinki: It-Press.
- 12 Matossian, Michele. 2004. 3DS Max for Windows. Berkeley, CA: Peachip Press.
- 13 Polygonit. Verkkodokumentti. 3Ds Max. <<http://docs.autodesk.com/3DSMAX/15/ENU/3ds-Max-Help/index.html?url=files/GUID-409D36AC-1D17-4B24-851D-1C49C7E0B79D.htm,topicNumber=d30e1353138>>. Luettu 20.2.2013.

- 14 Teksturointi. Verkkodokumentti. Code Project. <<http://www.codeproject.com/Articles/22352/Creating-a-3D-book-shaped-application-with-speech>>. Luettu 20.2.2013.
- 15 3D-valot. Verkkodokumentti. Intel. <<http://software.intel.com/en-us/articles/3d-lighting-in-softimage>>. Luettu 20.2.2013.
- 16 Sanford, Kennedy. 2003. 3ds Max animation and visual effects techniques. Hingham, MA: Charles River Media.
- 17 Eskelinen, Herkko. 2008. Animaatioaapinen. Jyväskylä: Kustannusyhtiö Ilias.
- 18 Ajankohtaista: Tärkeä tiedote korotushankkeesta: Hyvä Tarkeelanjärven tai Niemilammin rantakiinteistön omistaja. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <<http://www.tarkeela.com/index.php?news&nid=8>>. Luettu 3.10.2012.
- 19 Hanke: Perustelut hankkeelle. Verkkodokumentti. Tarkeelanjärvi ja Niemilampi. <http://www.tarkeela.com/index.php?p=1_18_Perustelut-hankkeelle>. Luettu 3.10.2012.

