

Otto Lindqvist
PROJEKTIONMAPPAAUS MESSUPRESENTAATIOSSA
e-GOTHAM –projektin visualisointi

Opinnäytetyö
CENTRIA –ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2015

Yksikkö	Aika	Tekijä
Ylivieska	Helmikuu 2015	Otto Lindqvist
Koulutusohjelma		
Mediatekniikka		
Työn nimi		
PROJEKTIONMAPPAUS MESSUPRESENTAATIOSSA. e-GOTHAM –projektin visualisointi.		
Työn ohjaaja	Sivumäärä	
Mikko Himanka	31	
Työelämäohjaaja		
<p>Opinnäytetyön aiheena on pienen skaalan projektionmappaus, työvaiheiden tutkiminen ja projektionmappaus esityksen valmistaminen. Työn tavoitteena oli tutustua projektionmappausesityksen luomiseen, sen työtapoihin sekä kehitykseen. Työtä varten tutkittiin erilaisia projektionmappauksia, niiden käyttökohteita sekä niiden luomista sekä sen luomiseen tarkoitettuja työvälineitä. Lähdemateriaalin rajallisuuden vuoksi työtä tehtiin paljon kokeilemalla ja ns. yrityksen ja erehdyksen kautta. Työ onnistui hyvin ja visuaalinen lopputulos saatiin luotua.</p> <p>Käytännön osuutena työssä valmistettiin e-GOTHAM –projektin toiminnallisuutta havainnollistava projektionmappausesitys. Työtä varten rakennettiin kolmiulotteinen projektionpinta johon esitys heijastettiin kahdella videoprojektorilla. Projektiota esitettiin muun muassa Co-Summit –messuilla Berliinissä.</p>		
Asiasanat		
3D mallinnus, 4D, illuusio, projektionmappaus, projisointi, visualisointi		

Unit	Date	Author
Ylivieska	February 2015	Otto Lindqvist
Degree programme		
Mediatechnology		
Name of thesis		
PROJECTION MAPPING IN TRADE SHOW STAND. Vizualisation of e-GOTHAM – project.		
Instructor		Pages
Mikko Himanka		31
Supervisor		
<p>The subject of this thesis was small scale projection mapping, research of workflow and creation of projection mapping showcase. The goal of the thesis was to get know of creation of projection mapping, workflow for this kind of work and also development of projection mapping overall. Research of different kinds of projection mappings was made for the thesis as well as research for creation of projection mapping and tools to create projection mapping. With very limited amount of source material, much of the work were done with trial and error. Work was succesful and visual projection mapping presentation was created.</p> <p>In the hands on part of the thesis was created projection mapping presentation showing workflow of e-GOTHAM project. 3D –surface was built and work was projected using two video projectors. Projection was presented ia. In Co-Summit trade show booth in Berlin.</p>		
Key words		
3D modelling, 4D, illusion, projection mapping, projection, visualization		

Käsitteet

DMX	Digital multiplex, digitaalinen sarjaprotokolla
DVI	Digital visual interface, standardi kuvasignaalin digitaaliseen siirtämiseen
Feidaus	Häivyttäminen
FPS	Frames per second, kuvien määrä sekunnissa videokuvassa
Freeware	
Hardware	Tietokone laitteisto
HDMI	High definition multimedia interface, kuvan ja monikanavaäänänen siirtämiseen tarkoitettu standardi
HDR	High dynamic range, kuva, jossa on enemmän dynamiikkaa kuin tavanomainen monitori tai tulostin voi käsitellä
LCD	Liquid crystal display, nestekidenäyttö
Looppaus	Videon tai äänen toistaminen saumattomasti uudelleen
Maya	Autodeskin omistama 3D –mallinnus-, renderöinti- ja animointiohjelmisto
Meshwarpservers	Ilmainen projektiomappaukseen tarkoitettu ohjelmisto
Modul8	GarageCUBEn kehittämä VJ ohjelmisto
Projektiomappaus	Epätasamuotoisen pinnan muuttaminen projisiopinnaksi
Projisio	Video- tai kuvaesitys
Resoluutio	Bittikartan erottelukyky tai yksityiskohtien määrä
Renderöinti	Kuvagrafiikan luominen 3D –ohjelmistosta
Software	Tietokoneeseen asennettava ohjelmisto
Slider	Liukukytkin
UV –mappaus	2D –kuvan kohdistaminen 3D –kappaleeseen
VGA	Video graphics array, IBM:n kehittämä näyttöstandardi
VJ	Video DJ
VRay	Chaosgroupin luoma renderöintimoottori
Workflow	Työn kulku

Käsitteet

1 JOHDANTO	1
2 TAUSTATUTKIMUS	3
2.1 Mitä projektiomappaus on	3
2.2 Projektiomappauksen lyhyt historia	3
2.3 Käyttö	5
2.3.1 Arkkitehtuuriset mappaukset	5
2.3.2 Pienoismallit	5
2.3.3 Muu käyttö	6
2.4 Projektiomappaus ja interaktiivisuus	7
2.5 Software	8
2.6 Hardware	9
2.7 Projektorien valinta	10
3 PROTOTYYPPIVAIHE	12
3.1 Käytössä oleva laitteisto	12
3.2 Projisiopinnan rakentaminen	12
3.2.1 Fyysinen malli	12
3.2.2 Digitaalinen malli	13
3.2.3 Mallin valmistelu projisointia varten	14
3.2.4 Projision kohdistaminen	14
3.3 Workflown muodostaminen	15
4 LOPULLINEN KÄYTÄNNÖN TYÖ	17
4.1 Lopputyön käyttökohde	17
4.2 Projektiopinnan suunnittelu ja toteutus	17
4.3 Projisioiden sisältö	18
4.4 Koonti yhtenäiseksi esitykseksi	20
5 POHDINTAA JA LOPPUTULOKSET	22
LÄHTEET	25

KUVIOT

KUVIO 1. Michael Naimarkin projektiomappaus vuodelta 1980.

KUVIO 2. Projektiomappaus auton pintaan.

KUVIO 3. The Cube projektiomappaus interaktiossa teollisuusrobottien kanssa.

KUVIO 4. Showroom Richti Areal projektiomappaus arkkitehtuurimalliin.

KUVIO 5. Prototyypivaiheen pahvimalli.

KUVIO 6. Projektion kohdistaminen.

KUVIO 7. Lopullinen projisiopinta.

KUVIO 8. Ensimmäinen koeprojisio lopullisella tekstuurilla.

KUVIO 9. Mayasta renderöity 3D grafiikka.

1 JOHDANTO

Projektiomappaus on median muotona vasta yleistymässä. Vaikka ensimmäiset havainnot projektiomappauksesta ovat jo 1960- luvun puolelta, on se nostanut päätänsä vasta 1990- ja 2000- luvun puolella. Yhä yleistyvä tekniikka lisää jatkuvasti suosiotaan ja uusia alaan perehtyneitä yrityksiä syntyy jatkuvasti lisää. Projektiomappaus tavoittaa jatkuvasti lisää ihmisiä ja synnyttää uusia elämyksiä aivan eri tavalla kuin perinteisemmät mediat.

E-GOTHAM on eurooppalainen 17 eri yhteisön yhteinen projekti, jota johtaa espanjalainen Inabensa. Projektin päätavoitteena on rakentaa uusi avoin referenssiarkkitehtuuri, joka yhdistää energianhallintajärjestelmiä toisiinsa. Malli pyrkii muun muassa tasoittamaan energiankulutuksen piikkejä ja siten säästämään energiaverkostoa ja kuluja. Muita tavoitteita on esimerkiksi hiilijalanjäljen pienentäminen ja lisätä tietoisuutta energian hetkellisestä kulutuksesta kehittämällä uusia ratkaisuja kulutuksen tarkkailuun ja ennakointiin.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään projektiomappauksen toteuttamiseen käytännön kokeilujen kautta. Työssä tutkitaan projektiomappaukseen soveltuvia ohjelmistoja ja laitteita sekä niiden käyttökohteita. Käytännön osuutena toteutettiin e-GOTHAM projektin toiminnallisuutta havainnollistava projektiotesitys käyttäen kahta projektorista. Työtä varten suunniteltiin ja toteutettiin kolmiulotteinen projektiopinta, johon heijastettiin luotu grafiikka.

Opinnäytetyön ensimmäisessä luvussa tutustutaan projektiomappauksen historiaan. Ensimmäinen luku esittelee myös yleisimpiä projektiomappauksen käyttökohteita. Lisäksi luvussa esitellään projektiomappaukseen tarvittavia ohjelmistoja sekä laitteistoa. Toisessa luvussa esitellään taustatutkimusta varten tehtyä prototyyppivaihetta, sen työvaiheiden kulkua ja prototyyppivaiheessa tehtyjä havaintoja. Kolmas luku käsittelee e-GOTHAM –projektia varten tehtyä käytännöntyötä, työvaiheita ja menetelmiä. Kolmannen luvun tekemiseen on käytetty prototyyppivaiheessa hyväksi todettuja työtapoja ja viety niitä eteenpäin. Neljäs luku

käsittelee opinnäytetyön tuloksia, työssä esiintyneitä ongelmia ja arvioi työn onnistumista.

Opinnäytetyön tärkeimpinä lähteinä on käytetty muun muassa www –dokumentteja osoitteista www.projection-mapping.org ja www.meshwarpserver.org. Muita tärkeitä lähteitä ovat olleet esimerkiksi patentit US5325473 A sekä US5687305 A.

2 TAUSTATUTKIMUS

2.1 Mitä projektiomappaus on

Projektiomappaus on videoprojektio, joka usein heijastetaan moniulotteiselle pinnalle. Yksinkertaisimmillaan projektiomappauksessa voidaan puhua kuitenkin myös projektioista, joissa esitys on heijastettu vain yksiulotteiselle pinnalle.

Pienikokoisissa projektioissa voidaan käyttää hyvin esimerkiksi toimistokäyttöön tarkoitettuja pieniä videotykkeitä. Suurissa, esimerkiksi rakennusten seiniin tehtävissä heijasteissa, käytetään kuitenkin suuria ja hyvin valotehoisia laitteita.

Projektiomappauksella pyritään usein saamaan jokin luonnollinen asia käyttäytymään hyvin luonnottomasti. Näin saadaan ihmiselle uusia elämyksiä ja voidaan puhua “vau” –efektistä. Tavallinen videoesitys ei useinkaan jää loppukäyttäjän mieleen ja näin saadaan uusi aste esimerkiksi mainontaan, koska toistaiseksi projektiomappauksella on helppo erottua joukosta ja jäädä mieleen. Sen vuoksi puhutaankin usein 4D-videoesityksestä.

Projektiomappaukseen voidaan liittää myös interaktiivisuutta. Havainnemalleissa voidaankin käyttää esimerkiksi valo-ohjausta tabletilla, jolloin voidaan simuloida sitä, kuinka varjot, vuorovesi tai muu luonnon aiheuttama vaikuttaa rakennuksiin. Interaktiivisuus voidaan toteuttaa myös liiketunnistukseen perustuen.

Interaktiivisuutta käytetään monesti myös taideinstallaatioissa. Tällöin yleisö voi vaikuttaa teoksen käyttäytymiseen. Tämä vaatii kuitenkin enemmän tekniikkaa sekä osaavaa henkilöstöä toteuttamaan sitä. Liiketunnistuslaitteistoa saa kuitenkin nykyään melko helposti ja edullisesti, jolloin työ on kiinni lähinnä vain ohjelmoinnista.

2.2 Projektiomappauksen lyhyt historia

Projektiomappauksella ei ole vielä kovin pitkää historiaa. Ensimmäinen maininta projektiomappauksesta on vuodelta 1969. Disneylandissa avattiin Haunted Mansion-niminen laite, jossa 3D-projektiomappauksella käytettiin luomaan erilaisia illuusioita

patsaisiin. Työ toteutettiin kuvaamalla laulajia 16mm:n kameralla ja projisoimalla filmi patsaiden päihin.

Seuraava havainto projektiomappauksesta on vuodelta 1980, kun Michael Naimark loi taideinstallaation olohuoneeseensa. Pyörivällä kameralla kuvatut ihmiset tekivät erilaisia arkisia asioita olohuoneessa ja tämän jälkeen video projisoitiin huoneeseen luomaan illuusio huoneessa olevista ihmisistä.



KUVIO 1. Michael Naimarkin projektiomappaus vuodelta 1980.

Ensimmäinen patenti projektiomappaukselle on Walt Disney Companyn vuodelta 1991. Patentissa esitetään menetelmä kolmiulotteisen esineen maalauksesta digitaalisesti projektiomappauksen avulla.

The present invention provides an apparatus and method for projecting images upon a three-dimensional object so as to impart a vivid and realistic appearance upon that object. The apparatus employs graphics processing equipment and a projection means for projecting an image upon the object in a manner, which allows for user interaction with the projected image. (Patentti US5325473 A), (The Walt Disney Company, 1991)

Projektiomappaus alkoi saada osakseen nostetta, kun Ramesh Raskar, Greg Welch ja Henry Fuchs alkoivat tutkia sen käyttöä toimistoympäristössä. Tässä vaiheessa alettiin puhumaan avaruudellisesta virtuaalitodellisuudesta. (Spatial augmented reality)

Office of the future –projektin visiona oli käyttää kaikkia toimiston pintoja projektion kohteena. Tällöin käyttäjien ei tarvitsisi enää istua näyttöpäätteen edessä vaan he

voivat kokea kaikki toimiston pinnat virtuaalisen toimiston jatkeena. Työssä tutkittiin myös projektion interaktiivisuutta alkeellisen Kinect –sensorin tapaisen laitteen kanssa.

2000-luvun aikana projektiomappaus on ottanut tuulta alleen ja yleistynyt nopeasti. Käyttökohteet vaihtelevat laajasti laidasta laitaan. Projektiot eivät ole myös enää pelkkiä videoesityksiä, vaan niihin lisätään yhä enemmän myös interaktiivisuutta liikkeentunnistuksen tai muiden apuvälineiden kanssa.

2.3 Käyttö

2.3.1 Arkkitehtuuriset mappaukset

Projektiomappauksella on useita käyttökohteita. Näyttävin ja huomiota herättävin kohde on arkkitehtuuriset mappaukset, joissa video heijastetaan rakennuksen seinälle ja rakennuksen muotoja käytetään hyväksi.

Tämän tyyppisten teosten käyttökohteita ovat muun muassa taideinstallaatiot sekä mainokset. Hyvänä esimerkkinä projektiomappauksen käytöstä mainoksena on muun muassa Nokian Lontoossa 28.11.2012 järjestämä Lumia 800-puhelimen julkistustilaisuus, jossa Deadmau5:n musiikkiin tehty videoesitys heijastettiin Millbank Towerin seinään.

Projektiio toteutettiin käyttäen kuuttatoista suuritehoista videoprojektorista. Rakennuksen seinät peitettiin vinyylilevyillä, jotta projektiopinta on parempi kuin lasi-ikkunaisessa rakennuksessa yleensä. Projektiio heijastettiin Thames –joen yli vastapäisestä rakennuksesta yli 300 metrin päästä.

2.3.2 Pienoismallit

Projektiomappausta voidaan käyttää myös pienoismallien elävöittämiseen joko taidemuotona tai havainnollistamistarkoituksissa. Usein käytetään 3D-tulostettuja pienoismalleja. Pienoismalli jää kuitenkin monesti liian pieneksi kohteeksi mappaukselta varten, sillä heijastettavat pinnat voivat olla liian pieniä suurelle määrälle informaatiota.

Havainnollistamistarkoituksessa hyvin toimii esimerkiksi energian, tiedon tai sähkönsiirto. Tällöin voidaan näyttää esimerkiksi missä putket tai kaapeloinnit kulkisivat suhteessa rakennuksiin.

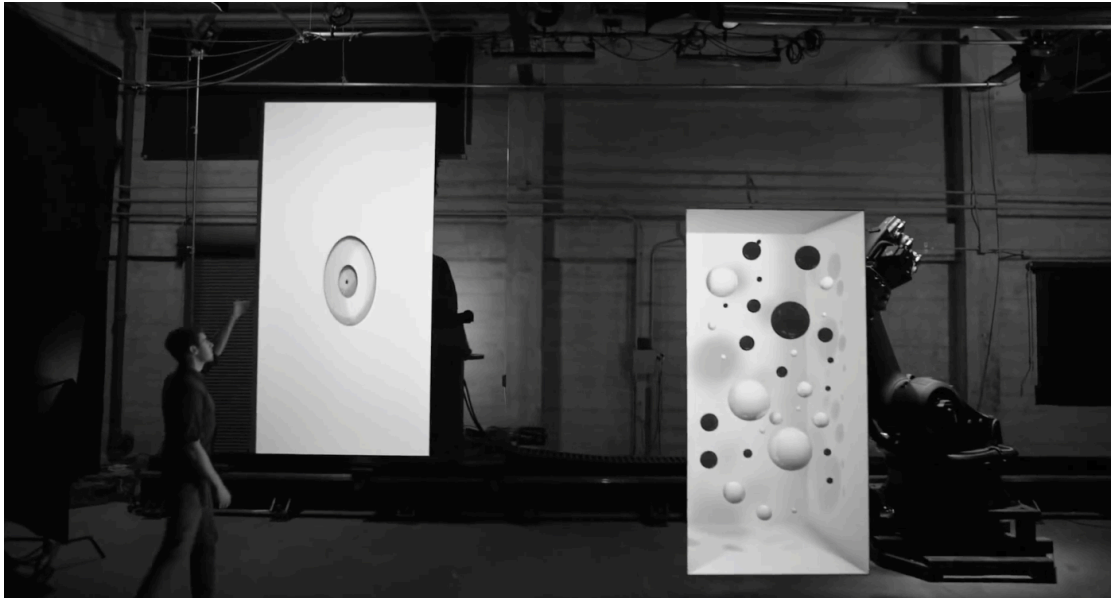
2.3.3 Muu käyttö

Muita projektiomappauksen kohteita on ollut esimerkiksi tuotelanseerauksissa. Audin julkistustilaisuudessa projektiomappaus heijastettiin valkoisen auton pintaan ja saatiin aikaan efekti, että auto olisi liikkeessä.



KUVIO 2 Projektiomappaus auton pintaan.

Eräs erikoisemmista videomappaus projekteista Bradley Munkowitsin ja Tarik Abdel-Gawadin on luoma illuusio “The Box”. Tässä projektiomappaus on yhdistetty robotiikkaan. Teollisuusrobotteihin kiinnitetyt projektiopinnat liikkuvat ja niihin projisoidaan mitä erilaisimpia animaatioita, joiden avulla luodaan hämmästyttäviä illuusioita.



KUVIO 3. The Cube projektionmappaus interaktiossa teollisuusrobottien kanssa

2.4 Projektionmappaus ja interaktiivisuus

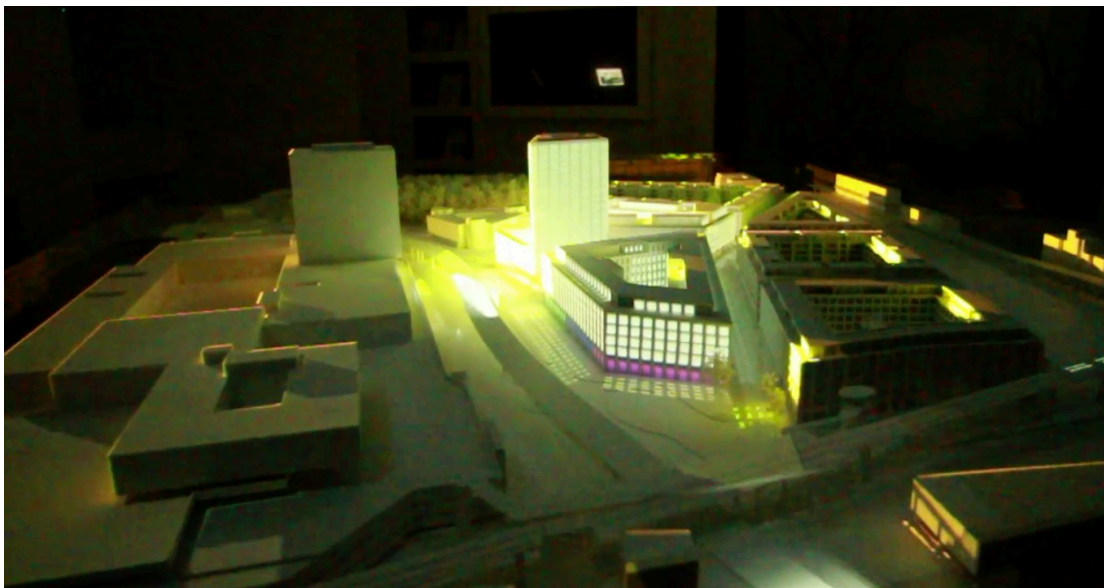
Yhä yleistyvästi projektionmappauksissa on alettu käyttää hyväksi myös interaktiota. Interaktiivisuudella katsoja saa uuden ulottuvuuden projektioon. Tällöin katsoja voi itse vaikuttaa, mitä projektiossa tapahtuu.

Interaktiivisuus voidaan luoda joko yksikertaisemmin tietokoneen klikkauksilla, jolloin katsoja joutuu itse koskemaan tietokoneeseen, tai voidaan käyttää liiketunnistuksen perustuvaa ohjausta. Tällainen, esimerkiksi Kinect-sensorilla tapahtuva ohjaus toimii hyvin etenkin pienikokoisessa projektiossa. Liiketunnistuksen lisääminen projektion kanssa interaktioon vaatii kuitenkin runsaasti töitä. Siten lopputulos saadaan kuitenkin katsojalle mielenkiintoisemmaksi.

Havainnemalleissa interaktiivisuus voidaan toteuttaa sujuvasti esimerkiksi tablet-laitteelle tehdyillä kontrolleilla. Tällöin kaikkia eri toiminnallisuuksia voidaan ajaa halutusti. Tämän kaltaiseen ohjaukseen voidaan liittää sujuvasti haluttaessa myös DMX –valojen ohjaus, joka rikastaa projektionmappausta.

Hyvä esimerkki monipuolisesta interaktiivisesta projektionmappauksesta on Projektil GmbH:n valmistama Showroom Richti Areal-projekti, jossa 1:200 skaalan arkkitehtuurimalliin heijastettiin erilaisia projektioita yhdeksän projektorin sekä DMX

valojen avulla. Projektion ohjaamiseen käytettiin iPadin näytölle luotuja kontrolleja. Projektissa pystyttiin simuloimaan esimerkiksi vuorokaudenaikoja, joukkoliikenteen kulkua sekä ruuhka-aikoja.



KUVIO 4. Showroom Richti Areal projektiomappaus arkkitehtuurimalliin.

2.5 Software

Opinnäytetyön käytännön osuutta varten tutkittiin eri mahdollisuuksia, millä ohjelmistoilla projektiomappausta tehdään ja mikä sopisi lopulliseen käyttötarkoitukseen parhaiten. Videomappaukseen löytyi useita eri ohjelmia, joiden ominaisuuksia vertaamalla sekä demoversioita kokeilemalla piti löytää kaikista parhaiten juuri tähän työhön sopiva.

Monet ohjelmista ovat painottuneet lähinnä yksinkertaisten kuvioiden mappaukseen ja sisältävät paljon efektejä, mikä on käytännöllistä lähinnä konserttitoiminnassa ja livekäytössä, mutta ei sovellu tämän käytännöntyön tarkoituksiin. Näistä ohjelmistoista löytyi vaihtoehtoja moneen hintaluokkaan. Tarjolla oli ilmaisia freeware -ohjelmistoja, mutta myös kalliita ja monipuolisia ammattikäyttöön tarkoitettuja softia.

Potentiaalisimmiksi ohjelmistoiksi osoittautui yksityisen kehittäjän ilmainen Meshwarpservers sekä GarageCUBEn kehittämä kaupallinen Madmapper. Molemmat näistä ohjelmistoista vaikuttivat päteviltä tarkoitukseensa ja tämän nimenomaisen projektin puitteisiin sopivilta. Perusominaisuudet ovat hyvin samankaltaisia

molemmissa ohjelmissa. Halutun tekstuurin saa sujuvasti mapattua haluttuun kohtaan ja tekstuurin saa tuotua sekä suoraan mappausohjelmaan sekä Macintosh – tietokoneille kehitetyn Syphon –pluginin kautta toisesta ohjelmasta, joka voi olla esimerkiksi pelimoottori tai VJ –ohjelmisto.

Kaupallisena ohjelmistona Madmapperissa on runsas määrä toimintoja, joilla voidaan tehdä efektejä pohjautuen tehtyihin mapattuihin kuvioihin ja käsitellä olemassa olevaa geometriaa. Sillä on myös mahdollista ohjata DMX-valoja sekä LED-näyttöjä.

Ohjelmiston valinnassa päädyttiin kuitenkin lopulta Meshwarpserversiin hinnan ja riittävien ominaisuuksien vuoksi. Vaikka ensimmäisissä keskusteluissa puhuttiin myös mahdollisuudesta liittää lopulliseen työhön DMX –ohjattuja valoja, päädyttiin kuitenkin pitäytymään pelkässä projektiossa, jotta työstä ei tulisi liian suuri. Vaikka Meshwarpserversissä on hieman kömpelö käyttöliittymä, voi sillä kohtalaisen sujuvasti mapata monimutkaistakin geometriaa.

2.6 Hardware

Projektiomappausta varten tarvitsee laitteistopuolelta myös videoprojektoreita. Työn voi tehdä millä tahansa projektorilla, mutta projektorit on kuitenkin valittava käyttötarkoitukseen sopivaksi.

Työt, joissa käytetään vain yhtä projektoria, on helpompi toteuttaa. Projektorin voi liittää suoraan tietokoneen näytön ulosmenoon ja kohdistaa projektorin pintaan nähden. Töissä, joissa on käytössä kaksi tai useampia projektoreita vaativat huomattavasti paljon enemmän työtä. Sen lisäksi, että projektorit täytyy kohdistaa itse projektiopintaan, pitää ottaa myös huomioon projektorien toiminta suhteessa toisiinsa. Projisiot eivät saa mennä päällekkäin, mutta toisaalta projision siirtyminen projektorilta toiselle täytyy olla saumatonta. Siirtymässä ei saa näkyä väliä, mutta ei myöskään vääristymää. Suoran viivan täytyy pysyä suorana.

Lisäksi useampaa projektoria käytettäessä täytyy ottaa huomioon, kuinka ne saa liitettyä samaan tietokoneeseen tai mikäli käytössä on useampi tietokone, kuinka kaikkiin koneisiin saadaan synkronoitu videokuva.

Mikäli tietokoneen liitännät eivät riitä useampaan projektoriin, tarjolla on muita ratkaisuja. Lähes ainoana vaihtoehtona on tarjolla Matroxin valmistama Triplehead2Go –laite. Laitteeseen voi kiinnittää enintään kolme ulkoista näyttölaitetta, jolloin Triplehead2Go yhdistää kuvat ja lähettää ne yhtenä signaalina tietokoneen yhteen näyttöliitäntään. Tällöin esimerkiksi kaksi projektorilla, joiden resoluutiot ovat 1280x720px, näkyvät näytönohjaimessa yhtenä 2560px leveänä näyttönä. Kun kuva saadaan työnnettyä kahdelle projektorille, on kyse enää vain kuvan kohdistamisesta oikein oikean projektorin kohdalle.

2.7 Projektorien valinta

Työn ensimmäiset kokeilut tehtiin Dellin vanhemmalla projektorilla. Tässä vaiheessa kokeiltiin projektiomappauksen toimintaa vain yhden projektorin kanssa. Myöhemmin työhön lisättiin Acer -merkinen projektori, jossa on sama resoluutio Dellin kanssa. Projektorit toimivat hyvin yhteen Triplehead2Gon läpi.

Lopullisen työn vaatimukseen kuuluu kuitenkin muun muassa pieni koko sekä kestävyys. Tämän vuoksi työhön haettiin pienikokoista, mutta valotehoista projektorilla, jonka valonlähteenä olisi led. Kun yhtenä vaihtoehtona oli led, rajautui suurin osa vaihtoehtoista pois.

Vaikka ledit ovat valoina olleet markkinoilla jo pidempään, eivät ne ole rantautuneet vielä kovin vahvasti projektorimarkkinoille. Varsinkaan fullHD –projektoreita ei ole markkinoilla vielä lähes ollenkaan.

Kaksi potentiaalisinta vaihtoehtoa olivat molemmat Optoman valmistamia. Mallit, joiden väliltä valinta lopulta tehtiin, oli ML750 ja ML1500. Valinnassa päädyttiin lopulta ML750:n puoleen. Vaikuttavimmat tekijät valinnassa olivat koko sekä hinta. Valoteholtaan ML1500 olisi ollut lähes kaksinkertainen, mutta lopulta päätettiin, että ML750:n valoteho on riittävä lopullisen työn vaatimukseen.

Liitännöiltään projektorit olivat lähes identtiset, Matroxin toiminnan kannalta varmin liitäntä oli HDMI, joka löytyi molemmista projektoreista. Lisänä kalliimmassa

ML1500 mallissa olisi ollut VGA -liitäntä, mutta se olisi rajoittanut käytettävää resoluutiota. Myös signaalin muutos Matroxin vaatimasta DVI liitännästä HDMI:hin on parempi kuin VGA:han, sillä HDMI- ja DVI-signaalin ero on lähinnä HDMI:n lisäominaisuudessa siirtää myös ääntä.

3 PROTOTYYPPIVAIHE

Koska projektiomappauksesta löytyy varsin vähän materiaalia, vaati työ paljon omaa tutkimusta ja kokeiluja. Moni ratkaisu löytyi perinteisen yrityksen ja erehdyksen kautta. Prototyypivaihe kasvoi ajan myötä suuremmaksi ja ominaisuuksia lisättiin.

3.1 Käytössä oleva laitteisto

Prototyypivaiheessa työtä varten käytössä oli aluksi yksi Dellin videoprojektori. Myöhemmässä vaiheessa, useamman projektorin käytön tutkimuksessa käytettiin Dellin lisäksi Acerin projektoria, jossa on sama resoluutio Dellin kanssa. Projektorien kuvat yhdistettiin Matroxin Triplehead2Go-laitteella ja lähdelaitteena oli Macbook Pro.

Myöhemmässä vaiheessa projektorit korvattiin Optoman ML750 Mini LED-projektoreilla lopullista työtä varten.

3.2 Projisiopinnan rakentaminen

3.2.1 Fyysinen malli

Prototyyppiä varten rakennettiin pahvista projisiopinnat. Alueen rajaamiseksi lattialle laitettiin pahvilevyn ja sen päälle rakennettiin pahvilaatikoista pienoismallitalot. Muodot olivat lähinnä kuutioita, jotta ne oli nopea mallintaa 3D-mallinnusohjelmassa.



KUVIO 5. Prototyypivaiheen pahvimalli.

Rakennukset tehtiin lähinnä saatavilla olevan materiaalin mukaan. Tämän jälkeen rakennusten paikat merkittiin aluspahviin, jotta ne saa joka kerralla sijoitettua samaan paikkaan projektion kohdistamisen helpottamiseksi.

3.2.2 Digitaalinen malli

Seuraavaksi projektiopinta mallinnettiin 3D-mallinnusohjelmaan. Mallinnusta varten mitattiin pohja, kaikki rakennukset sekä niiden etäisyydet toisiinsa. Mittojen pohjalta luotiin 3D-malli Mayassa. Prototyypissä ajatuksena oli pienoismalli hypoteettisen kaupungin muutamasta rakennuksesta. Mayassa rakennukset tehtiin kuitenkin “todellisen maailman” skaalaan, siten että korkeimman rakennuksen korkeus oli n. 25m. Skaalan valintaan päädyttiin lähinnä sen vuoksi, että käytetyllä renderöintimoottorilla, VRaylla, saadaan paremmat tulokset todellisessa skaalassa.

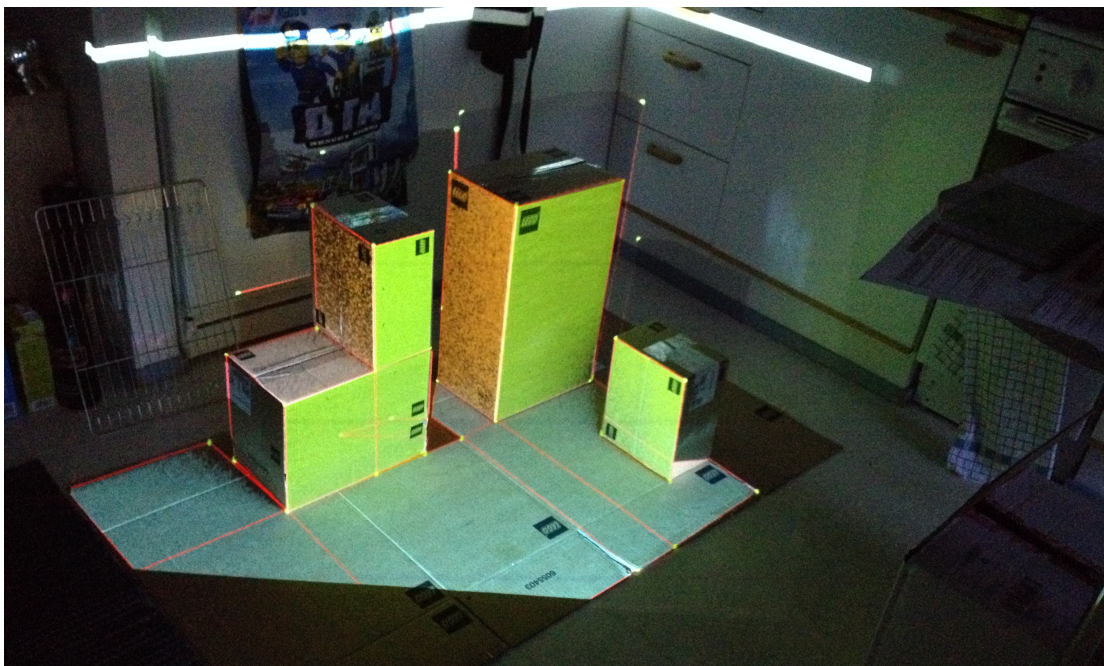
3.2.3 Mallin valmistelu projisointia varten

Varsinaisen mallintamisen jälkeen piti vielä päättää, mihin sijoitetaan videoprojektorit. Videoprojektorien sijoittamisen jälkeen 3D-malliin sijoitettiin projektoreita vastaaville paikoille virtuaalikamerat. Kamerakulmista valittiin, mitkä osat mallista näkyvät millekin kameralle ja paloittelaaan malli siten, että voidaan tehdä jokaisen kamerakulman mallille UV-mappaus projektion kohdistamista varten.

3.2.4 Projision kohdistaminen

Kun malli saatiin tuotua Meshwarpsserveriin, mallin vertex-pisteet piti vielä kohdistaa tarkasti fyysisen mallin pisteisiin. Tähän ei ollut mitään työkalua, jolla sen olisi saanut automaattisesti tehtyä, vaan jokainen piste piti käsin raahata joko hiirellä tai näppäimistön nuolinäppäimiä avuksi käyttäen omalle paikalleen. Tähän tehtävään osoittautui käytännölliseksi apuvälineeksi langaton näppäimistö tai tabletin etäohjaus, jolloin mallia pystyi kiertämään itse ympäri ja näkemään pisteet joka suunnasta. Tähän tehtävään käytettiin iPadilla Mobile Air Mouse Prota.

Kohdistusta varten oli tehty yksinkertainen tekstuuri, jossa eri suuntiin osoittavat seinät oli väritetty eri värisiksi. Siten kulmapisteet näkyivät tekstuurissa hyvin ja ne oli helppo kohdistaa. Lisäksi samalla pystyi tarkistamaan tekstuurin vääristymät ja korjaamaan ne.



KUVIO 6. Projektion kohdistaminen.

3.3 Workflown muodostaminen

Mappausohjelman valitsemisen jälkeen piti päättää muut työhön sopivat ohjelmat. Meshwarp serverin kanssa oli aluksi hieman ongelmia Macbookin kanssa ja sitä jouduttiin kokeilemaan myös Windows -koneella. Windows koneella -ongelmaksi muodostui kuitenkin Meshwarpserverin Syphon -yhteyden puute, jolloin videokuvaa ei saa tuotua ulkoisesta ohjelmasta. Lopulta mappaus saatiin kuitenkin toimimaan Macilla ja videokuva saatiin tuotua erillisestä ohjelmasta streamina.

Aluksi käytettiin tekstuureja suoraan impertoimalla ne Meshwarpserveriin. Oli kuitenkin tiedossa, että lopullisessa työssä täytyy hallita jotenkin animoituja tekstuureja, jotka ovat videomuodossa. Sitä varten pyöriteltiin erilaisia vaihtoehtoja, kuten Flashia ja Unity3D:tä, mutta Flashin todettiin olevan liian kömpelö työhön. Unity sen sijaan oli hieman liian järeä ohjelma tähän tarkoitukseen.

Myöhemmin päädyttiin tutkimaan video DJ-ohjelmistoja, josta löytyikin ratkaisu pulmaan. Monissa VJ-ohjelmistoissa vaikutti olevan mahdollisuus myös suoraan projektiomappaukseen, mutta nämä olivat kuitenkin kömpelöitä ratkaisuja ja sopivat lähinnä tasopinnan mappaukseen esimerkiksi konserttikäytössä. Työhön

käyttökelpoisimmaksi ohjelmaksi todettiin lopulta Modul8. Ohjelmassa on paljon ylimääräisiä toimintoja tämän projektin puitteisiin, mutta sillä saatiin parhaiten käyttöön vaaditun toiminnallisuuden, videoiden miksauksen sekä syöttämisen eteenpäin Meshwarpserversille.

Alkupään workflowksi valittiin Maya, johon tekstuureja tuotettiin After effectsin, Illustratorin ja Photoshopin avulla. Renderöintiin käytettiin VRayta ja renderöity kuvasekvenssi koottiin yhdeksi videotiedostoksi After effectsillä.

Tekstuurin kohdistaminen malliin tuotti aluksi vaikeuksia. Lopulta huomattiin, että pieni offset, joka tekstuureissa aina näkyi, johtui väärästä kuvasuhteesta. Renderöinnissä käytettiin aluksi kuvakokoa 1280 x 720px, jonka valittiin projektorin resoluution vuoksi. UV-mappauksen kohdistus tekstuuriin kuitenkin neliön muotoisen tekstuurin, joten tekstuurin resoluutioksi muutettiin 1024 x 1024px. Myös suurempaa resoluutiota harkittiin, mutta testien perusteella tämä todettiin riittäväksi tarkkuudeksi. Kyseisellä resoluutiolla saatiin riittävästi yksityiskohtia näkyviin ja samalla kuitenkin renderöintiäika pysyi kohtuullisena, noin 8 sekuntia per frame. Kokeiluversiossa käytettiin 450 framea pitkää animaatiota 24fps:llä. Tällöin renderöintiäika hieman animaatiosta riippuen oli kahdesta kolmeen tuntia, joka on kokeilujen luonteen huomioon ottaen kohtuullinen.

4 LOPULLINEN KÄYTÄNNÖN TYÖ

Lopullista käytännön työtä varten saatiin ohjeistus e-GOTHAM-projektista. Työn tarkoituksena tuotettiin havainnemalli projektin toiminnasta projektiomappauksen avulla kolmiulotteiseen pintaan. Havainnemalli toteutettiin universaaliksi, jotta sillä voitiin esittää kaikkien projektin skenaarioiden vaatimat olosuhteet.

Projektiopinta päätettiin sijoittaa kaltevasti n. 45 asteen kulmaan, jotta projektiio näkyisi mahdollisimman hyvin katsojille eri tilanteissa. Kalteva sijoittelu asetti lisähaasteita projektiopinnan suunnittelulle.

4.1 Lopputyön käyttökohde

Lopullista työtä käytettiin e-GOTHAM-projektin havainnollistamisen tueksi. Työtä esiteltiin mm. CO-Summit –Messuilla Berliinissä.

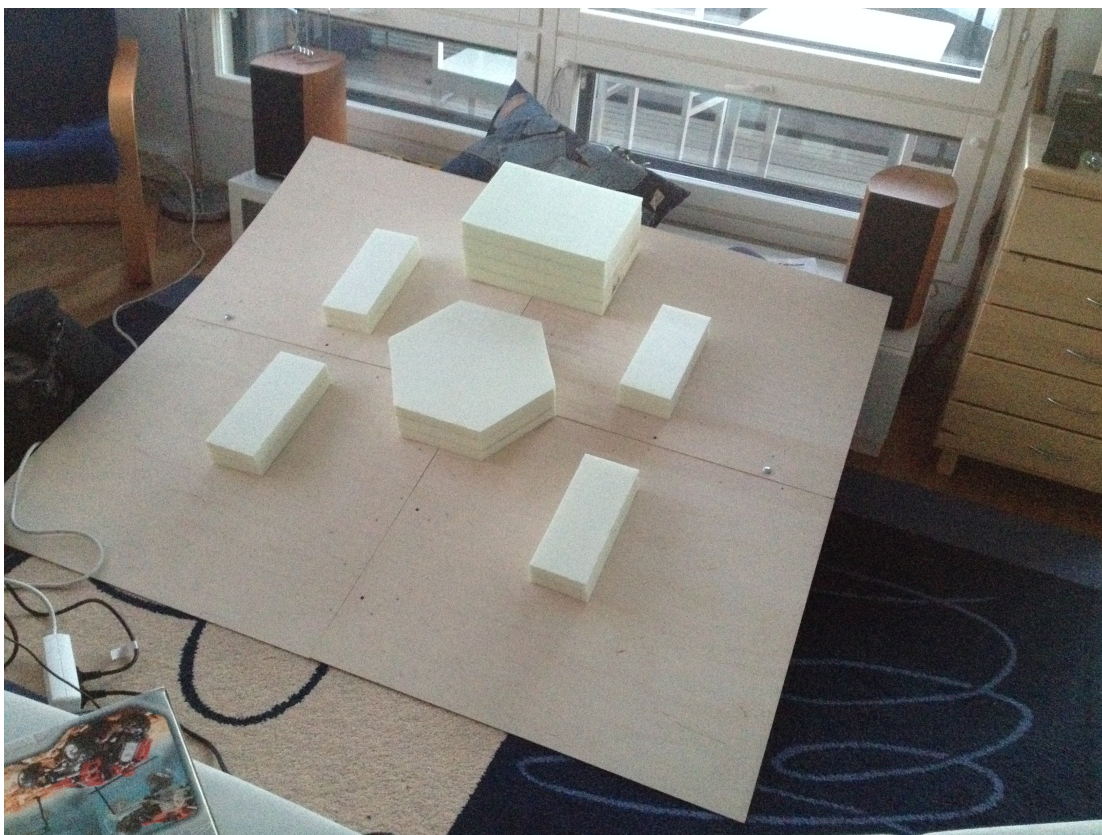
Työn sisältö oli sovitettava niin, että sillä pystytään havainnollistamaan kaikki eri skenaariot, joita on yhteensä 3 kappaletta. Ensimmäinen skenaario on energian siirrosta yksityisille kuluttajille Norjassa, toisessa käsitellään kaukolämmön jakelua julkisrakennuksille Suomessa ja kolmas skenaario esittelee sähkön jakelua teolliselle yksikölle. Sisällön tuottamisessa oli otettava huomioon, selkeys ja helppo ymmärrettävyys, kun projektia esitellään.

4.2 Projektiopinnan suunnittelu ja toteutus

Lopullista projektiopintaa varten mietittiin eri vaihtoehtoja. Pohjan tuli olla tukeva, jotta sen voi sijoittaa kaltevasti esittelypaikalle, mutta se tuli olla myös pakattavissa pieneen tilaan, jotta kuljetus onnistuu lentokoneessa. Taustaan kiinnitettävien kappaleiden tuli olla helposti irrotettavia ja kuljetuksen kestäviä.

Materiaalivalintoja mietittäessä todettiin, että taustan olisi hyvä olla vaneria. Taustan tuli olla noin 4 millimetrin vahvuista, jotta se on riittävän jäykkä pysymään paikallaan, mutta kuitenkin tarpeeksi kevyt kuljetettavaksi.

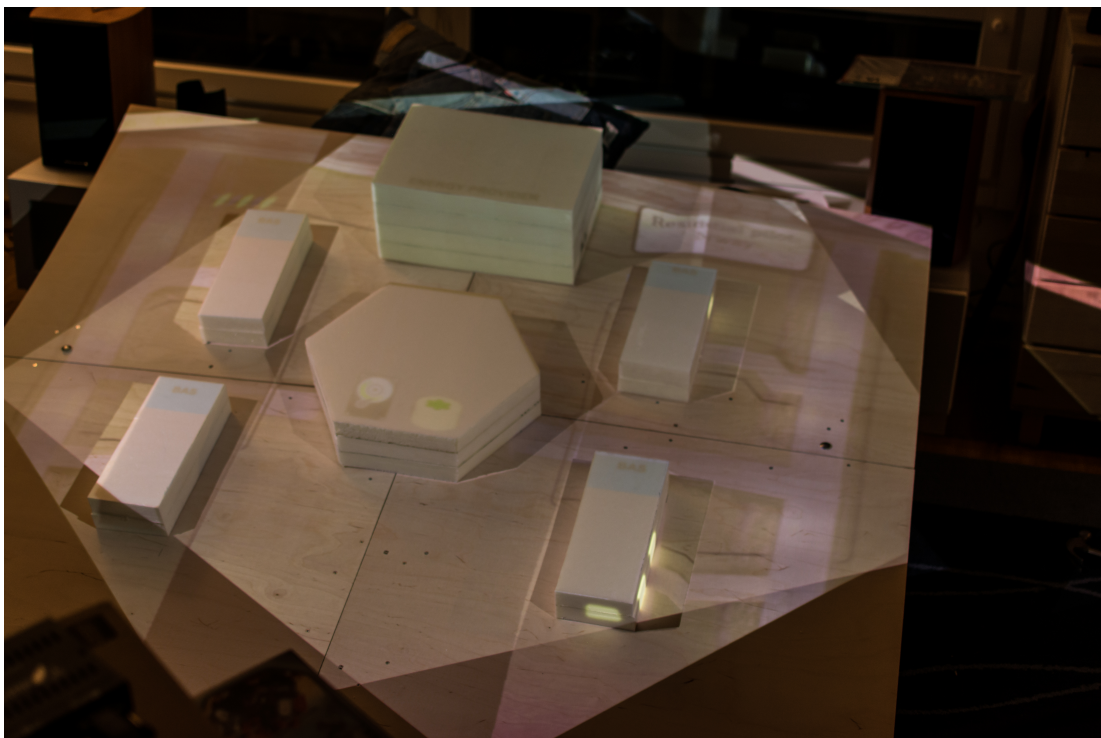
Lopullisen pinnan kooksi valittiin 150 x 130cm. Koko valittiin tutkimalla projektoreiden maksimietäisyydellä saatavaa suurinta mahdollista kuvakokoa, jotta projektio saadaan mahdollisimman suureksi. Projektoreiden maksimietäisyys mitattiin käyttöpaikan mittoja tutkimalla ja päätettiin, kuinka projektorit saadaan mahdollisimman kauas projektiopinnasta, kuitenkin niin, että projektorin ja projektiopinnan välille ei kävele kukaan. Lisäksi projektiopinta piti saada sijoiteltua niin, että se on riittävän korkealla, mielellään pöydän korkeudella, jotta se näkyy messuosastolta mahdollisimman hyvin.



KUVIO 7. Lopullinen projisiopinta

4.3 Projisioiden sisältö

Käsikirjoitus projision sisällöistä saatiin projektista. Graafinen ilme jäi päätettäväksi ja sitä varten testattiin aluksi ns. fotorealisticempaa lähestymistapaa. Työn käyttökohde huomioon ottaen todettiin kuitenkin, että on parempi pitää grafiikka yksinkertaisena, jotta halutut kohteet korostuvat tekstuureista selkeästi.



KUVIO 8. Ensimmäinen koeprojisio lopullisella tekstuurilla.

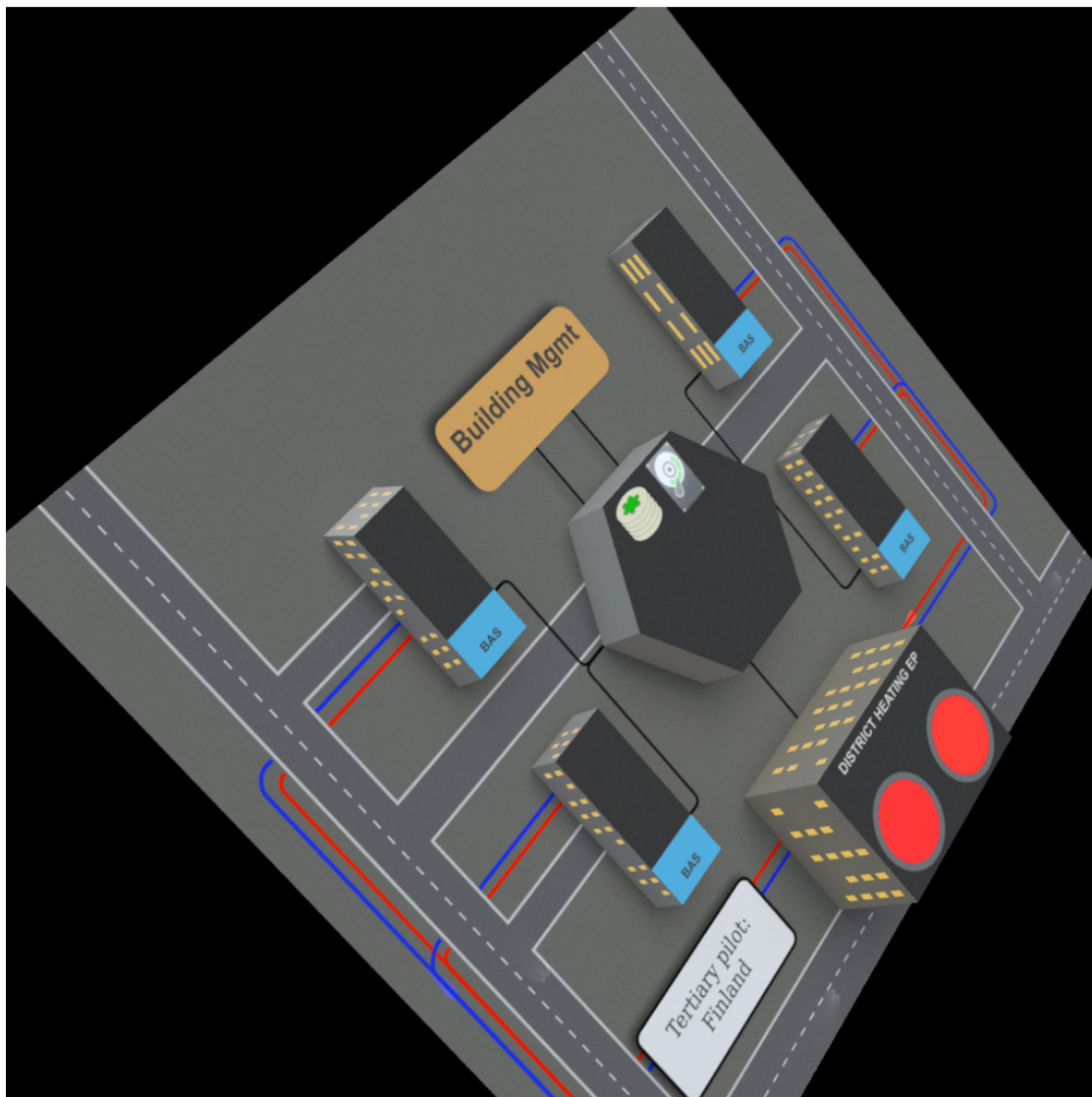
Sisällöksi luotiin 9 erilaista tekstuuria, 3 kuhunkin kohteeseen. Helpoimmin lähestyttävä oli Norjan kohde, johon luotiin omakotitaloalueen tekstuuri ja siirrettävä energia oli sähköä.

Kolme eri tilannetta, jotka luotiin jokaiseen kohteeseen, olivat idle, datan keruu ja datan käsittely. Idle –animaation tarkoituksena oli pitää projisiossa jotakin eloa silloin, kun varsinaista esittelyä ei ole. Toisin sanoen dataa ja energiaa siirtyy silloin tällöin ja valot syttyvät ja sammuvat epäsäännöllisesti.

Datan keruuvaiheessa projisio on aktiivisempi. Tietoa liikkuu purskeina tiheästi ja purskeita vastaavasti myös energiaa siirretään johtimia pitkin. Rakennuksiin ilmestyy myös mittarit, jotka havainnollistavat energian käyttäjien eri olosuhteita.

Datan käsittelyvaiheessa datan ja energian siirto on keruuvaihetta hiljaisempaa ja projisio keskittyy esittelemään datan käsittelyä. Tämä vaihe myös esitteli käytännön kuvia projektista erilaisten taulukkojen muodossa.

Kaikki animaatiot oli rakennettava mahdollisimman saumattomiksi loopeiksi, jotta esittelijät pystyvät kertomaan rauhassa jokaisesta vaiheesta ilman animaation pysähtymistä tai nykimistä.



KUVIO 9. Mayasta renderöity 3D grafiikka.

4.4 Koonti yhtenäiseksi esitykseksi

Animaatioiden renderöinnin ja yhteen koostamisen jälkeen kaikki yhdeksän videotiedostoa piti vielä saattaa yhtenäiseksi videoesitykseksi. Tämä tehtiin käyttämällä Modul8 VJ -ohjelmistoa.

Modul8:n rajallisuuden vuoksi tekstuurit piti istuttaa ohjelmaan vierekkäin, samaksi videokuvaksi, josta ne pystyi leikkaamaan Modul8:n työkaluilla erillisiksi streameiksi

Meshwarpserverille lähetystä varten. Syphon –yhteyttä käyttäen tiedostot streamattiin Meshwarpserverille, jossa ne muutettiin 3D mallin tekstuureiksi.

Modul8:n sai luotua pikanäppäimet jokaista skenaariota varten, mutta tilanteiden välillä feidaaminen osoittautui haastavaksi. Automaattista feidausta ei saanut asetettua yhdelle näppäimelle. Sliderin sai asetettua pikanäppäimelle, mutta tällöin menetettiin mahdollisuus feidata ja kytkimestä tuli vain päälle ja pois päältä –asetus.

5 POHDINTAA JA LOPPUTULOKSET

Aloitin työn lähes täysin ilman minkäänlaista kokemusta projektiomappauksesta. Muutama vuosi sitten tein muutaman testin, mutta ne jäivät hyvin nopeasti, sillä suurempaa tutkimusta asiasta en lopulta tehnyt. Voidaan siis katsoa, että tartuin tehtävään täysin nollasta.

Aiheesta on varsin vähän tietoa, kirjallisuutta eikä löytynyt ollenkaan. Riittävän syvältä hakiessa alkoi lopulta linkkejä tulla vastaan jonkin verran, mutta silti tiedon saanti ja varsinkin sen oikeellisuuden tarkistaminen oli hankalaa. Tutoriaaleja ei juurikaan löytynyt ja artikkelit käsitelivät enemmän aihetta teoriatasolla tai kertoivat historiasta. Videot esittelivät lähinnä valmista projektiomappausta eivätkä perehtyneet työn tekemiseen.

Ensi kädessä työn vaiheet piti selvittää kokeilemalla. Yritys ja erehdys oli yleisin tapa löytää uusia työtapoja. Toisaalta samalla aihetta joutui miettimään enemmän ja vaikka tehtävä tuntui välillä turhauttavalta, oli se myös palkitsevaa, kun asiat sai lopulta toimimaan halutusti.

Tiedon löytämisen lisäksi haasteita aiheutti etenkin kahden projektorin kanssa työskentely, koska kahden projektorin käyttö pieneenkin projisiopintaan vaati yllättävän paljon tilaa, kun käytettävissä ei ollut laajakulmaisia projektoreita. Myös vanhojen, suurten LCD –projektorien suuntaus oli vaikeaa, sillä niihin ei ollut mitään telinettä, vaan projektorit asennettiin sopivaan kulmaan kirjojen ja laatikoiden avulla. Tällöin ne siirtyivät hyvin helposti, jos alustaan, esimerkiksi tuoliin vähänkin osui, jolloin kohdistusta piti korjata uudelleen ja uudelleen.

Pienempien projektorien astuttua kuvaan tehtävä helpottui huomattavasti. Uudet projektorit sai kiinni kameran jalustoihin, jolloin ne pysyivät tukevasti paikallaan ja ne saatiin pysymään helposti halutussa asennossa kulmasta riippumatta. Projektorit sai myös nostettua korkeammalle, jolloin tilanne vastasi enemmän lopullisen työn vaatimuksia.

Sisällön tuotannossa suurimman yllätyksen loi renderöintiin kuluva aika. Testivaiheessa 3D-malli valaistiin kahdella yksinkertaisella V-Ray valolla ja rakeisuus ei haitannut koeversiota. Tällöin renderöintiajaksi saatiin 7 sekuntia per frame. 20 sekuntia pitkän 24fps animaation renderöintiajaksi tuli noin yksi tunti. Lopullisessa työssä käytetyssä animaatioissa laatu piti saada kuitenkin huomattavasti paremmaksi. Lisäksi valaisu tehtiin HDR -kuvalla, jolloin saatiin mm. huomattavasti siistimmät varjot sekä lisäksi tekstuurissa oli huomattavasti enemmän animaatiota. Aluksi renderöintiäika näytti muodostuvan noin kahteen minuuttiin. Ylimääräisiä osia karsimalla renderöintiäika saatiin kutistettua hieman yli minuuttiin. Animaatioiden pituutena pidettiin 20 sekuntia ja kuvanopeutena 24fps. Yhteen kahden kameran animaatioon kertyi siten 960 framea ja yhteensä 9 animaatioon siis 8640 framea, joka tarkoittaa minuutin renderöintiajalla noin 144 tunnin eli kuuden päivän yhtäjaksoista renderöintiä.

Lopputuloksena luotu e-GOTHAM -projektin esittäminen onnistui hyvin. Prototyypivaiheessa käytetty pahvilaatikkomalli yksinkertaisen animaation kanssa palveli hyvin tutkimustarkoitusta sekä avasi paljon ovia ja uutta tietoa lopullista projisiota varten. Lopullisen projektion kohdistaminen työllisti huomattavasti enemmän kuin prototyypivaiheen. Prototyypivaiheessa kohdistettavia pisteitä oli n. 50, kun valmiin projektion kohdistettavien pisteiden määrä oli lähes kolminkertainen. Tarkan kohdistuksen jälkeen lopputulos näytti kuitenkin hyvältä eikä tekstuureissa näkynyt juuri vääristymiä.

Myös päätös muuttaa fotorealismisuuden tavoittelu lähemmäs sarjakuvatyylistä kirkasta ja suurikontrastista tekstuuria, paransi työn lopputulosta. Siten välttyttiin itseään toistavilta tekstuureilta ja vääristymät vähenivät entisestään.

Työhön kulunut aika hämmästytti lopussa. Vaikka 3D -kappaleet itsessään ovat yksinkertaisia, kului tekstuurien luontiin ja animointiin kymmeniä, ellei jopa satoja työtunteja. Lisäksi projision kohdistaminen oli hidasta. Vaikka työhön käytettiin varta vasten tarkoitettua Meshwarpserveriä, oli kohdistaminen hidasta ja välillä epätarkkaa. Ensimmäinen 3D -mallin pyörittäminen oikeaan asentoon oli kaikista vaikein tehtävä. Sen jälkeen työ oli helppoa, mutta vei silti paljon aikaa. Jokainen piste piti raahata käsin joko hiirtä käyttäen tai nuolinäppäimillä ohjaten paikalleen. Reunimmaisat

pisteet olivat vaikeimpia kohdistaa, sillä niistä monet olivat projisioon ulkopuolella ja ne piti raahata paikalleen lähinnä silmämääräisesti viivojen suunnan ja tekstuuriin vääristymän perusteella arvioiden.

Työtä oli mielenkiintoista tehdä. Se opetti paljon uusia työtapoja ja menetelmiä varsinkin projektiomappauksen osalta, mutta myös tekstuuriin ja animoitujen tekstuuriin luomisesta ja käyttämisestä 3D -malleilla. Työstä olisi mielenkiintoista soveltaa isommankin mittakaavan projektiota esimerkiksi rakennuksen seinään. Lisäksi pienen mittakaavan työhön olisi mielenkiintoista lisätä DMX -valoja ja käyttää työssä enemmän projektoreita. Opinnäytetyö antoi valmiudet käyttää projektiomappausta muissakin käyttökohteissa. Pienen mittakaavan projektiio on kuitenkin melko edullinen ja loppujen lopuksi helposti lähestyttävä aihe.

Työhön olisi kaivannut vielä enemmän tutkimusta perspektiivien ja illuusioiden käytöstä. Käyttökohde ei kuitenkaan edellyttänyt illuusioiden käyttöä ja vaatimuksena oli tehdä selkeä esitys projektin kulusta. Lisäksi perspektiivien ja illuusioiden luominen vaatisi katsojien keskittyvän enemmän yhteen pisteeseen, kun messuosastolla käytettävää projektiota voidaan katsoa huomattavan laajalta alueelta eri suunnista. Silmän huijaamiseksi projektion katselukulma olisi hyvin rajattu.

LÄHTEET

Abdel-Gawad, T. & Munkowits, B. 2013. Box by Bot & Dolly, Behind the scenes. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://youtu.be/y4ajXJ3nj1Q?list=PL6uqON-thyrZcRFF8qVugHPFTytlJe1wV>. Luettu: 12.2.2015.

e-GOTHAM team. 2013. E-GOTHAM. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://www.e-GOTHAM.eu>. Luettu 13.2.2015.

GarageCUBE. Madmapper features and concept. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://www.madmapper.com/madmapper/features-and-concept/>. Luettu 12.2.2015.

GarageCUBE. Modul8 user manual. PDF –dokumentti. Saatavissa: http://www.modul8.ch/documentation/manual/modul8_manual_EN.pdf. Luettu 13.2.2015.

Graham, M., Stephens, P. & Wang, W. 1997. General Electric Company. Projection of images of computer models in three-dimensional space. Yhdysvallat US5687305 A.

Jones, B. MadMapper. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://projection-mapping.org/madmapper/>. Luettu 12.2.2015.

Jones, B. The Illustrated history of projection mapping. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://projection-mapping.org/the-history-of-projection-mapping/>. Luettu 12.2.2015.

Monroe, M. & Redman, W. 1994. The Walt Disney Company. Apparatus and method for projection upon a three-dimensional object. Yhdysvallat US5325473 A.

Pekkola, H. 2012. Videomapping ja 3D –projisointi. Opinnäytetyö. Lahden ammattikorkeakoulu. Viestinnän koulutusohjelma.

Prism Co., Ltd. Projection mapping. Www –dokumentti. Saatavissa: http://www.eizou.com/en/about/projection_mapping/. Luettu 12.2.2015.

Roberts, P. 2014. These 13 projection mapping demos will blow your mind. Www – dokumentti. Saatavissa: <http://www.creativebloq.com/video/projection-mapping-912849>. Luettu 12.2.2015.

Wind, C. 2011. MeshWarpServer. Www –dokumentti. Saatavissa: <http://meshwarpserver.org>. Luettu 12.2.2015.