

**Jaakko Muilu**

**3D-ANIMAATION KÄYTTÖ CHP-VOIMALAN  
VISUALISOINNISSA**

**ESIMERKKINÄ GASEK CHP**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Mediatekniikan koulutusohjelma**

**Toukokuu 2012**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Toukokuu 2012	<b>Tekijä/tekijät</b> Jaakko Muilu
<b>Koulutusohjelma</b> Mediatekniikka		
<b>Työn nimi</b> 3D-animaation käyttö CHP-voimalan visualisoinnissa: esimerkkinä GASEK CHP		
<b>Työn ohjaaja</b> Mikko Himanka		<b>Sivumäärä</b> 38
<b>Työelämäohjaaja</b> Raisa Juntunen		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa GASEK Oy:lle animaatio kolmiulotteisella grafiikalla. Animaation tarkoitus oli esitellä GASEK Oy:n CHP-voimalaitosta, jossa sekapuhakkeesta tuotetaan lämpöä ja sähköä.</p> <p>Työn pääpainona oli visualisoida CHP-voimalassa tapahtuva kaasutusprosessi ja puukaa-sun virtaus laitteistossa. Opinnäytetyön käytännön osuuksiin kuuluivat animaation suunnit-telu, toteutus ja videon luominen.</p>		
<b>Asiasanat</b> 3D-formaatti, animaatio, editointi, partikkelisysteemi		

**ABSTRACT**

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b> Ylivieska	<b>Date</b> May 2012	<b>Author</b> Jaakko Muilu
<b>Degree program</b> Media Technology		
<b>Name of thesis</b> Using 3D-animation in the visualization of the CHP plant: GASEK CHP		
<b>Instructor</b> Mikko Himanka		<b>Pages</b> 38
<b>Supervisor</b> Raisa Juntunen		
<p>The aim of the thesis was to plan and produce an animation for GASEK Ltd. The animation was supposed to be made by three-dimensional graphics. The purpose of the animation was to introduce GASEK CHP power plant in which heat and electricity was produced from mixed wood chips.</p> <p>The main focus of the thesis was to visualize the gasification process and the gas flow in the CHP plant. The project included designing the animation, producing and creating the video.</p>		
<b>Key words</b> 3D format, animation, editing, particle system		

## **TIIVISTELMÄ**

## **ABSTRAC**

## **SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 GASEK OY</b>	<b>2</b>
<b>3 LÄHTÖKOHDAT</b>	<b>3</b>
<b>3.1 GASEK CHP -animaation määrittelyt</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Tavoitteet</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Käyttökohteet ja kohdeyleisö</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Aikataulukus</b>	<b>7</b>
<b>4 3D-GRAFIKKA JA -ANIMAATIO</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Mallinnus</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Partikkelisysteemi</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Kamerateerit</b>	<b>11</b>
<b>4.4 3D-animaatio</b>	<b>12</b>
<b>4.5 Renderointi</b>	<b>13</b>
<b>4.6 3D-formaatit</b>	<b>14</b>
<b>5 GASEK CHP -ANIMAATION SUUNNITTELU</b>	<b>15</b>
<b>5.1 Synopsis</b>	<b>15</b>
<b>5.2 Käsikirjoitus</b>	<b>16</b>
<b>5.3 Storyboard</b>	<b>17</b>
<b>6 GASEK CHP -ANIMAATION TOTEUTUS</b>	<b>19</b>
<b>6.1 Solidworks-mallit</b>	<b>19</b>
<b>6.2 CHP-voimala</b>	<b>21</b>
<b>6.3 Kaasutusprosessi</b>	<b>24</b>
<b>6.4 Asiakas</b>	<b>26</b>
<b>6.5 3D-animointi</b>	<b>27</b>
<b>6.5.1 Kamera-ajot</b>	<b>29</b>
<b>6.6 Renderointi</b>	<b>29</b>

<b>7 GASEK CHP -ANIMAATION EDITOINTI</b>	<b>31</b>
<b>7.1 2D-animointi</b>	<b>32</b>
<b>7.1.1 Kaasut</b>	<b>33</b>
<b>8 YHTEENVETO JA POHDINNAT</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>37</b>

## 1 JOHDANTO

Kolmeen tilaulottuvuuteen perustuva grafiikka on jo pitkään mahdollistanut uusien näköalojen luomisen visualisointityössä, jollaiseen ei mikään muu tekniikka kykene samalla tavoin. Liikkuva kolmiulotteinen grafiikka, tai kolmiulotteinen animaatio, mahdollistaa luoda visualisointeja, joilla voidaan tehokkaasti havainnollistaa virtuaalisesti reaali maailman konkreettisia asioita ja tapahtumia niin tilaulottuvuuksien kuin ajan suhteen. Kolmiulotteinen grafiikka ja -animaatio ovat kustannustehokkaita ja niiden merkitykset erilaisten asioiden esittelyssä, hahmottamisessa ja tiedonannossa ovat alati kasvavia.

Liikkuvaan kolmiulotteiseen grafiikkaan perustuva aihe opinnäytetyössäni on peräisin GASEK-nimiseltä yritykseltä Reijärvellä. Tehtäväkseni tarjottiin suunnitella ja toteuttaa yrityksen kehittämästä CHP -sähkön- ja lämmöntuotantovoimalaitoksesta animaatio, joka oli määrä tehdä kolmiulotteisella grafiikalla. 3D-animaation on määrä esitellä havainnollisesti GASEKin kehittämää CHP-voimalaitosta sekä voimalassa tapahtuvaa kemiallista prosessia, jossa sekapuuhaakkeesta tuotetaan kaasutustekniikalla puukaasua ja sen avulla sähköä ja lämpöä. Opinnäytetyöni työvaiheisiin lukeutuivat animaation suunnittelu, toteutus ja editointi lopulliseen esitysmuotoon. Työn painopistealueena oli visualisoida virtuaalisen puukaasun muodostuminen kaasutusprosessissa ja puukaasun eteneminen voimalan monituisissa laitteistoissa.

Opinnäytetyöni lopputuloksena on 3D-animaatio, jonka sisältämä äänimaailma on rajallinen ja jota ei ole toteutettu vuorovaikutteiseksi. Ainoa vuorovaikutteisuus, joka on animaation katsojalle suotu, ovat korkeintaan Play-, Stop- ja Pause -painikkeiden painallukset animaatiota katsottaessa. Animaation tiedostokoko ja kokonaiskesto rajoitettiin GASEKin markkinointitoiminnan kannalta kohtuulliselle tasolle. Animaation poltto DVD-levylle ja mahdollinen upottaminen www-sivulle eivät olleet osana opinnäytetyötäni.

## 2 GASEK OY

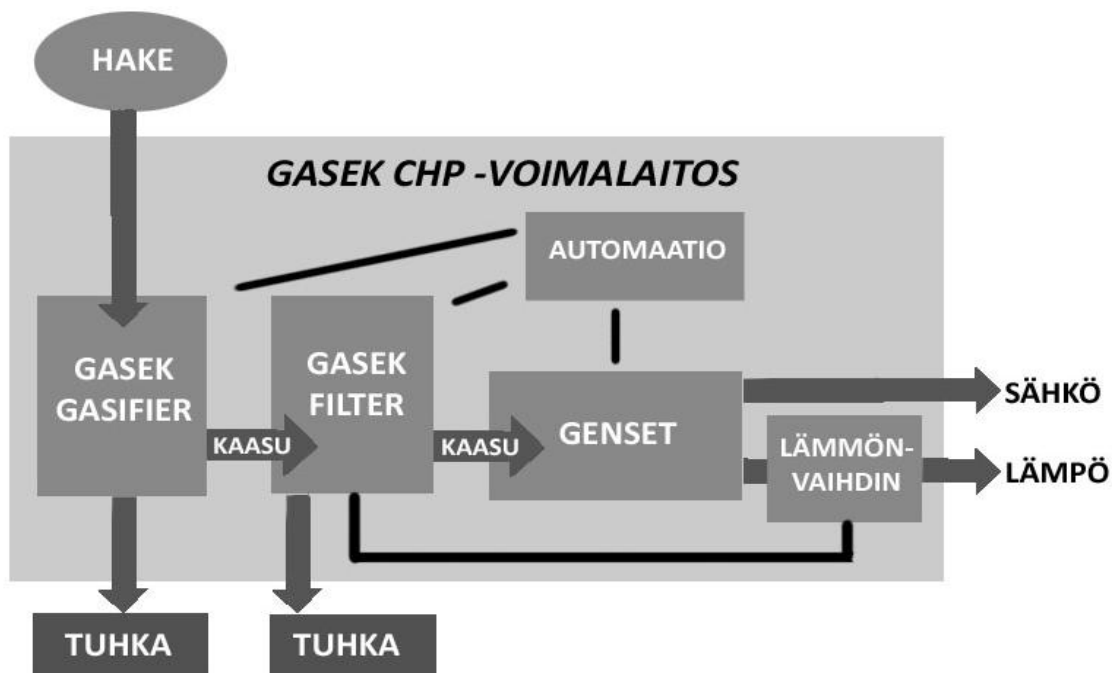
Opinnäytetyön asiakkaana oli energiateknologia-alan yritys nimeltä GASEK Oy. GASEK tuottaa, kehittää ja markkinoi CHP (Combined Heat and Power) sähkön- ja lämmöntuotantovoimaloita, joiden käyttämä polttoaine on sekapuuhake – koneellisesti kappaleiksi leikatua puuta. GASEK on aloittanut kaupallisen toimintansa vuonna 2008 ja GASEKilla työskentelee 25 henkeä. Yhtiön tehdas sijaitsee Reisjärvellä ja hallinto Oulussa. Suomen lisäksi GASEK toimii vahvasti myös Euroopan markkinoilla.

GASEK Oy:n käyttämän teknologian keskiössä on patentoitu GASEK-kaasutusmenetelmä, jossa ilmakeivasta sekapuuhakkeesta tuotetaan puhdasta, hyötysuhteeltaan korkealaatuista puukaasua. Puuhakkeen kaasutus perustuu pyrolyysiprosessiin, jossa biomassaa poltetaan hyvin korkeassa lämpötilassa vähäisemmällä ilmamäärällä kuin mitä normaalipoltossa vaaditaan. Vähähappisesta palamisesta syntyvä puukaasu puhdistetaan erilaisista epäpuhtauksista, kuten noesta ja tuhkasta, jonka jälkeen sitä voidaan käyttää moottorin käyttövoimana sähkön ja lämmön tuottamiseksi.

GASEKin päästöttömästi ja ympäristöystävällisesti energiaa tuottava voimalaitosratkaisu on 30-vuotisen kehitystyön tulos, jonka toimintaidean takana on sieviläinen alikonemestari Eero Kangasoja. Kehitystyössä puun kaasutuksen perinteiset ongelmat, kuten tervaantumisen ja hakkeen laadun asettamat rajoitukset kaasutukselle, on saatu onnistuneesti ratkaistua. GASEKin voimalaitosratkaisu mahdollistaa täysin itsenäisesti toimivan sähkön ja lämmön tuotannon uusiutuvan polttoaineen voimin asiakkaan tarpeiden mukaisesti. GASEKin CHP -sähkön- ja lämmöntuotantovoimalaitokset soveltuvat pk-sektorin yritystoimintaan ja haja-asutusalueiden energiantuotantoon. Tavallisimpia käyttökohteita ovat esim. maatilojen, konepajojen, sahojen ja kasvihuoneiden sähkön ja lämmön tuotanto, minkä lisäksi voimalaitos on liitettävissä valtakunnalliseen verkkoon.

### 3 LÄHTÖKOHDAT

Animaation suunnittelun ja toteutuksen perustana olivat GASEK Oy:ltä saadut ohjeistukset ja rajaukset projektille. GASEK osaltaan toimi projektissa paitsi tilaajana, myös aihepiiriin perehdyttäjänä sekä työlle tarvittavien informaatioiden ja materiaalien lähteenä. Projektin varhaisessa vaiheessa GASEK oli laatinut ohjeistukset parin kirjallisen määrittelyn muodossa työn sisällön rajaamiseksi, selvittämiseksi ja hahmottamiseksi. Määrittelyissä oli kuvattu CHP-voimalaitoksessa tapahtuva sähkön- ja lämmöntuotantoprosessi tekstein ja kuvin sekä prosessikaaviolla pääpiirteittäin (KUVIO 1.). Samassa kuvauksessa visioitiin myös animaation kerronnan rakenne, jonka rajaamisissa puitteissa animaatio olisi määrä toteuttaa. Lisäksi määrittelyissä oli saneltu erilaisista asioista, joita haluttiin tuoda esille animaatioissa, kuten animaation visuaalisesta ilmeestä, kokonaiskestosta sekä käytettävistä elementeistä, joilla havainnollistetaan esitystä. Lisäksi päätettiin, että animaatio kulkee nimellä GASEK CHP.



KUVIO 1. GASEK CHP -voimalaitoksen prosessikuvaus.



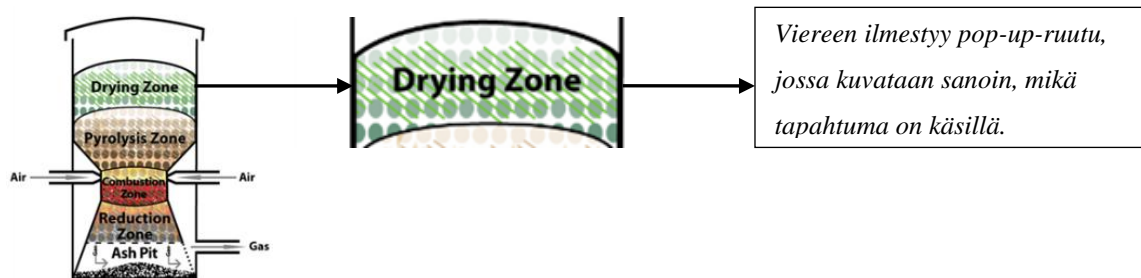
GASEK CHP -animaatiossa haluttiin ensisijaisesti korostaa voimalaitoksesta paitsi kaasutusprosessi, myös kaksi GASEKin ominta tuotetta: GASEK GASIFIER ja GASEK FILTER. Edellä mainituista ensimmäinen käsittää puuhakkeen kaasutukseen puukaasuksi kaasuttimella ja jälkimmäinen puolestaan on puukaasun puhdistusta ja viilennystä puhdistusyksikön muodossa. Nämä kaksi ovat GASEK Oy:n tavaramerkki ja erityisosaaminen; muu osa CHP-voimalaitoksesta on alihankintana hankittua. GASEK GASIFIERin ja GASEK FILTERin oli määrä toimia animaatioissa painopistealueina, joten ne ja niiden toiminnot – kaasutusprosessi kaasuttimessa ja kaasuvirtaus puhdistusyksikössä – olivat määrä kuvata muita CHP-voimalaitoksen osia yksityiskohtaisemmin.

### **3.1 GASEK CHP -animaation määrittelyt**

Grafiikaltaan GASEK CHP -animaation toivottiin olevan lähellä fotorealismia eikä pelkistetyn sarjakuvamainen kuten monissa muissa esittelyanimaatioissa. CHP-voimalan osissa sai olla näkyvissä käytön jälki, eli animaatioissa laitteiston sai kuvata sen näköiseksi, että sen on ollut jonkinasteisessa käytössä pitemmän aikaa. Käytön jälki visioitiin näkyvän laitteistossa esim. laikuittaisina kellertävyytenä ja nokena putkistoissa. Putkistot CHP-voimalassa oli määrä kuvata animaatioissa sillä tavoin, että tapahtumat putkien sisällä, kuten puukaasun virtaukset, ovat katsojan nähtävissä. Voimalan kaasuputkien väriksi haluttiin nimenomaan keltainen, sillä keltaisia ne ovat väriltaan todellisuudessakin. Putkistossa kulkevan puukaasun värilläkin oli väliä: kuuma kaasu haluttiin kuvata punaiseksi, viileä siniseksi.

GASEK CHP -animaatiossa oli lupa käyttää sekaisin sekä 3D- että 2D-elementtejä aina sitä mukaan kun se oli esityksen selkeyttämisen kannalta sopivaa. Pääpainon kuitenkin haluttiin olevan hyvässä 3D-grafiikassa. Animaatioissa haluttiin olevan jollain tapaa liikettä jatkuvasti, vaikka kohtauksessa ei tapahtuisikaan mitään silminnähtävää. Esityskieleksi haluttiin englanti kansainvälistä julkaisua ajatellen. Animaation kesto päätettiin olevan korkeintaan kolmesta viiteen minuuttia, ja yhden tapahtuman esittelyyn oli määrä mennä aikaa arviolta 20 sekuntia. Animaatioissa haluttiin olevan taustamusiikkia, joka ei häiritsisi

itse esitystä, vaan olisi siihen sopiva lisä. Taustamusiikiksi sovittiin jotain ilmaisjakelussa olevaa musiikkia, mutta musiikin genrestä tai tekijästä ei ollut mitään mainintoja. Lisäksi animaatioissa haluttiin tuoda esille CHP-voimalaa pyörittävän automaatioyksikön näkyvyys esim. pop-up-ikkunan tavoin (KUVIO 2.). Automaatioyksikön tarkoitus oli osoittaa tietotekniikan olemassaolosta ja merkityksestä voimalaitoskokonaisuudessa.



KUVIO 2. Määrittelyssä esitetty esimerkkikuvaus kaasutusprosessin esitystavasta.

### 3.2 Tavoitteet

GASEK CHP -animaation tarkoituksena on esitellä katsojalle GASEKin CHP-voimalaitoksen kokoonpano ja visualisoida havainnollisesti voimalassa tapahtuva prosessi, jonka avulla sekapuuhakkeesta tuotetaan tehokkaasti lämpöä ja sähköä. Prosessin visualisointityöhön lukeutuvat puuhakkeen kaasutus puukaasuksi ja puukaasun virtaus kohti sähkön- ja lämmöntuotantovaihetta. Sekä laitteiston kokoonpanon että prosessin kuvaus animaatioissa oli määrä tapahtua yleisellä tasolla, jotta animaatio pysyisi katsojan kannalta selkeänä ja kesto kohtuullisena. GASEKin liikesalaisuuksien varjelemiseksi animaatioissa ei ollut aikomus mennä liiallisiin yksityiskohtaisuuksiin, kuten mennä esittelemään laitteistojen teknisiä ominaisuuksia.

Projektin keskeisimpiä tavoitteita oli, että animaatio antaa katsojalle havainnollistavan käsityksen CHP-voimalan laitteistoista, luo selkeän hahmotelman voimalassa tapahtuvan prosessin toimintaperiaatteesta ja antaa katsojalle positiivisen mielikuvan voimalaitoksen kehittäneestä GASEK Oy:stä. Muihin tavoitteisiin kuului animaation toteutus kerronnal-

taan ja tyyliltään sellaiseksi, että animaatio herättää mielenkiinnon erityisesti sellaisissa katsojissa, jotka ovat jossain määrin aihepiiriin perehtyneitä. Lisäksi tähtäimessä oli toteuttaa animaatio esitystavaltaan sellaiseksi, ettei sen katsominen edellytä katsojalta erityistä asiantuntemusta aihepiiriin liittyen.

### 3.3 Käyttökohteet ja kohdeyleisö

Alusta alkaen GASEK CHP -animaation käyttökohde päätettiin olevan ainoastaan esittelytarkoitukseen eikä opetustarkoitukseen. Animaation eräs käyttötarkoitus on toimia GASEK:in esittelymateriaalina erilaisissa messutapahtumissa, joissa olisi näytillä esim. erilaisia maatalouskoneita ja rakennusratkaisuja. Kyseisissä messuissa GASEK olisi mukana esittelemässä kehittämänsä CHP-voimalaitostaan messun monituisille kävijöille GASEK CHP -animaation avulla. Toinen merkittävä käyttökohde GASEK CHP -animaatiolle on toimia esittelyvideona erilaisissa GASEK:in pitämässä palaverissa, joissa esitelmöitsijä olisi havainnollistamassa CHP-voimalaa animaation avulla esim. GASEK:in partnereille ja rahoittajille.

GASEK CHP -animaation kohdeyleisöön kuuluvat GASEK:in yhteistyökumppanit, jotka ostavat yritykseltä CHP-voimalaan kuuluvia laitteistoja, ja GASEK:in asiakkaat, joille voimala tuotetaan käytettäväksi. Molemmat osapuolet ovat hyvin pitkälle tietoisia energiatekniikan asioista, kuten esim. puuhakkeen kaasutuksesta pyrolyysitekniikalla sekä lämmön ja sähkön tuotannosta puukaasun voimalla. Näin ollen animaation ei kuulunut olla mitenkään asioita rautalangasta vääntävä tai luonteeltaan opetusvideomainen, sillä se olisi ollut kohdeyleisön kannalta kovin turhauttavaa. Toisaalta animaatio toteutettiin silmälläpitäen animaation kolmatta mahdollista kohdeyleisöä: messuvieraita, jotka eivät välttämättä ole niin hyvin perillä aihepiirin asioista kuten GASEK:in partnerit tai asiakkaat.

### 3.4 Aikataulutus

Projektin aikataulu jakautui tehtävänannon lisäksi GASEK CHP -animaation suunnitteluun, 3D-mallintamiseen, animointiin sekä editointiin. Valtaosa ajasta meni animaation suunnitteluun, johon lukeutuvat käsikirjoittaminen, kuvakäsikirjoittaminen, työlle tarvittavan informaation ja aineistojen hankinta sekä perehtyminen projektin teoriapuoleen. Työskentelyä osaltaan joudutti se, ettei aivan kaikkea CHP-voimalaan kuuluvia laitteistoja tarvinnut luoda tyhjästä. Projektia määriteltäessä sovittiin, että työn tueksi ja jouduttamiseksi GASEK Oy lähettää GASEK GASIFIERistä ja GASEK FILTERistä SolidWorks-malleja, jotka ovat asiantuntijoiden tuottamia 3D-malleja ja joista voimalaa oli määrä lähteä rakentamaan virtuaalisesti.

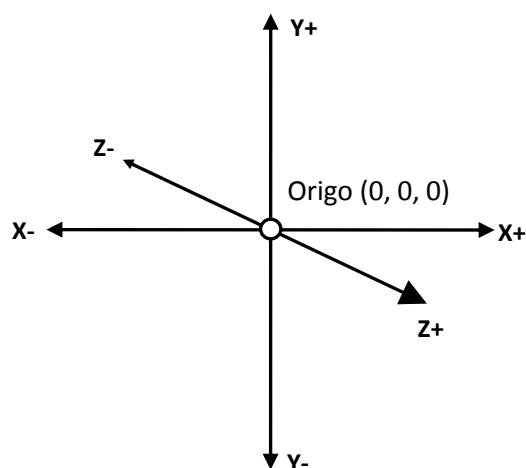
Työaika oli kaiken kaikkiaan viisi kuukautta tammikuusta toukokuuhun. GASEK CHP -animaation oli määrä tulla valmiiksi toukokuussa, jolloin se oli määrä palauttaa GASEK Oy:lle videotiedostona henkilökohtaisesti. Oli alun perin puhe, että animaation toteutus olisi saatu päätökseen huhtikuun lopussa, jolloin se olisi ollut valmis käyttäväksi esittelymateriaalina vuoden 2012 toukokuuhun sijoittuvalla messutapahtumalla. Koska GASEK ei kuitenkaan erinäisistä syistä ottanut osaa kyseiseen tapahtumaan, projektin deadline päätettiin lykätä myöhempään ajankohtaan.

GASEK CHP -animaation kokonaiskesto haluttiin olevan vain muutamissa minuuteissa, sillä kestoaltaan kovin pitkään animaatioon olisi ollut yhdelle tekijälle työläs paneutua ja työaika olisi vaadittu paljon enemmän. Kestoltaan sopivan mittainen animaatio olisi toteutuksen kannalta kohtuullinen ja animaatio ei veisi liikaa aikaa esim. palavereiden läsnäolijoilta tai messun kävijöiltä, vaan se olisi melko ripeästi läpikäytävissä – ja helposti uudelleenkatsotavissa. Lisäksi pari kolme minuuttia on riittävän pitkä aika CHP-voimalan laitteiston ja siinä tapahtuvaa prosessin esittelyyn yleisluonteisesti.

## 4 3D-GRAFIikka JA -ANIMAATIO

GASEK CHP -animaation toteutuksen pääpaino oli 3D-grafiikassa ja -animaatiossa. Perusteluna liikkuvan 3D-grafiikan käytölle oli luoda animaation kohdeyleisölle havainnollistava ja ammattimainen esitys, jollaisen ei esim. PowerPoint-esitys tai videokuvattu esittelyvideo pystyisi luomaan. Lisäksi kummallakaan em. esitysmuodolla ei ole sellaisia ulottuvuuksia, joita 3D-grafiikalla toteutetulla animaatiolla on. Luvussa on käyty läpi ensisijaisesti olennaisimmat asiat, joita on sovellettu GASEK CHP -voimalan ja siinä tapahtuvan prosessin visualisoimiseen.

Kolmiulotteisella grafiikalla tarkoitetaan tietokonegrafiikkaa, jossa kolmen tilaulottuvuuden – leveyden, korkeuden ja syvyyden (KUVIO 3.) – suhteen mallinnetaan kolmiulotteista geometriaa, joka rakentuu pisteistä, janoista ja pinnoista. 3D-mallintamisen lopputulos yleensä esitetään kaksikulotteisesti kuvapinnalla renderoituna. 3D-grafiikan tuottaminen on luonteeltaan jossain määrin vaihtelevaa riippuen suuresti aiotusta sovelluskohteesta, joista tavallisimpia ovat arkkitehtuuri, muotoilu, elokuvat, videopelit, simulaatiot ja mainonta. (Tols.Oulu, 2007.)



KUVIO 3. Kolmiulotteisen tilan ulottuvuudet.

## 4.1 3D-mallinnus

Verkkomallinnus ja pintapalamallinnus ovat hierarkioiltaan vastaavanlaisia mallinnusmenetelmiä, joilla mallinnetaan kolmiulotteisia geometrioita. Erona on, että pintapalamallinnuksessa geometrian pinnoille voidaan määritellä taipuisat muodot, jotka verkkomallinnuksella voidaan toteuttaa vain suurella määrällä taipumattomia pintoja. Verkkomallinnus on vahvimmillaan tasomaisten muotojen mallinnuksessa; pintapalamallinnus monimutkaisten muotojen mallinnuksessa. (Illikainen 2002, 41–43.)

Spline-mallinnusryhmässä tuotetaan kaksiulotteisia Spline-objekteja, kuten viivoja, kaaria, ympyröitä ja tekstiobjekteja. Spline-objekteja käytetään tavallisesti halkileikkausmuotoina 3D-objekteja tuottaessa ja 3D-animaatiossa animoitavien objektien liikeratoina (Illikainen 2002, 38–39). Parametripohjaisessa mallinnuksessa geometriaa rakennetaan käyristä ja niiden pohjalta muodostetuista pinnoista, jotka ovat matemaattisesti hyvin tarkkoja. Koska parametripohjainen mallinnus on tehokas tapa mallintaa vaativia 3D-objekteja, on se etenkin muotoilijoiden suosima mallinnusmenetelmä. (Illikainen 2002, 44.)

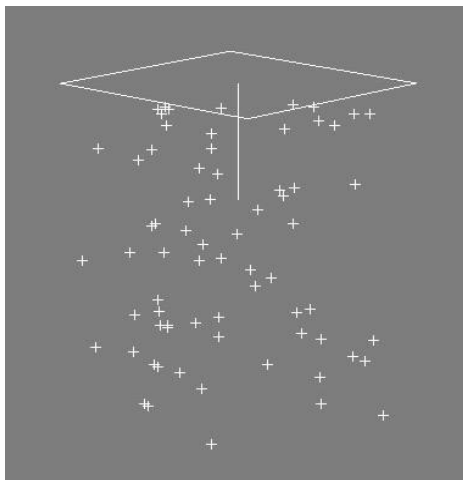
Valojen ja materiaalien käyttö 3D-grafiikassa on tärkeitä visualisoinnin osa-alueita kuten geometrioiden mallinnus, sillä hyvin luoduilla valaistuksilla ja materiaaleilla on merkittävä vaikutus 3D-objektin lopulliseen ulkonäköön (Illikainen 2002, 150). Valojen tehtävänä on paitsi tuoda valoa 3D-avaruuteen, myös korostaa 3D-objektien kolmiulotteisuutta valojen ja varjojen kontrastieroilla (Tervonen 2004, 8). Materiaaleilla kuvataan 3D-objektien pinnan ulkoasua, mutta niiden avulla voidaan myös jouduttaa mallinnustyötä joiltakin osin (Illikainen 2002, 150).

Virtuaalinen valaistus rakennetaan tavallisesti studiovalaistuksen keinoin pää- ja täytevaloiheen, ja virtuaalivalot luovat tarvittaessa 3D-objekteille erityyppisiä heittovarjoja. (Illikainen 2002, 130–132). Materiaaleja tehostetaan kaksiulotteisilla kuvilla, jotka voivat olla bittikarttakuvia eli tekstuureja tai 3D-ohjelmassa generoituja proseduraalisia mappoja. Näillä kuvilla voidaan luoda materiaalille uusia ominaisuuksia, kuten pinnan epätasaisuuksia, heijastavia pintoja, pintakuviointeja ja läpikuultavuutta. (Giamb Bruno 2002, 261.)

## 4.2 Partikkelisysteemi

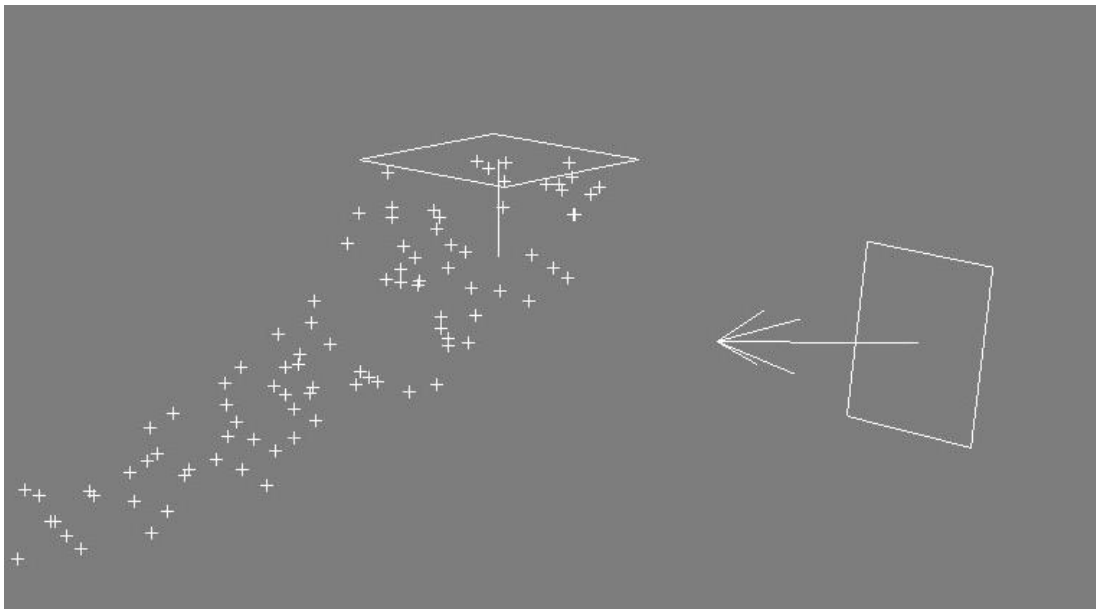
Partikkelisysteemi on järjestelmä, jolla tuotetaan geometriaa – ei pintaelementeistä, vaan useista partikkeleista eli pienistä, yksinkertaisista kappaleista. Suuria partikkelimääriä käytetään lähinnä 3D-animaatiossa simuloimaan savun, pölyn tai vesisateen kaltaisia luonnonilmiöitä, suuria joukkokohtauksia ja sellaisia visuaalisia tehosteita, joita olisi muuten vaikea toteuttaa muilla tekniikoilla. Partikkelisysteemi ei välttämättä mallinna dynaamista efektiä kovin totuudenmukaisesti, mutta efekti voidaan kuitenkin saada riittävän vakuuttavan tuntuiseksi varsin vähäisellä vaivalla. (Noponen 2010, 1; Raunio 2011, 3.)

3D-avaruudessa partikkelit liikkuvat proseduraalisesti niihin yhdistettyjen erilaisten sääntöjen mukaisesti. Partikkelisysteemiin kuuluu emitteripiste, josta syntyy uusia partikkeleita satunnaisesti ja josta riittävän kauas etääntyneet partikkelit poistetaan systeemistä (KUVIO 4.). Systeemin kontrollointi tapahtuu erilaisilla parametreilla, joilla säädellään partikkeleiden käyttäytymiseen liittyviä ominaisuuksia, kuten nopeutta, lukumäärää, syntyä ja elinaikaa. Toisin kuin perinteikäs, staattinen 3D-objekti, partikkelisysteemi on dynaaminen entiteetti, jonka muoto ja sijainti muuttuvat ajan kuluessa ilman käsin suoritettavaa animointia. Partikkeleille voidaan antaa geometriaa operaattoreilla ja ulkonäköä kuvaavia ominaisuuksia, kuten kokoa, väriä ja läpinäkyvyyttä. (Noponen 2010, 3; Raunio 2011, 4–5.)



KUVIO 4. Partikkelisysteemin emitteripiste: partikkeleiden aloitussijainti.

Partikkelisysteemiä käytetään tavallisesti yhdessä ns. avaruuspoimujen kanssa (KUVIO 5.). Avaruuspoimujen avulla pyritään simuloimaan partikkeleiden käyttäytymiseen vaikuttavia ulkoisia voimia, joita ovat esim. tuuli, painovoima, nesteen viskositeetti ja räjähdys. Partikkelisysteemiin liitetty avaruuspoimu voi esim. saada partikkelit kiihtymään avaruuspoimun osoittamaan suuntaan. Lisäksi partikkelit voidaan saada vuorovaikuttamaan muiden partikkeleiden kesken tai reagoimaan kohtauksessa oleviin 3D-objektihin esim. törmäyksien aikaansaamiseksi (Illikainen 2002, 87; Raunio 2011, 4–5).



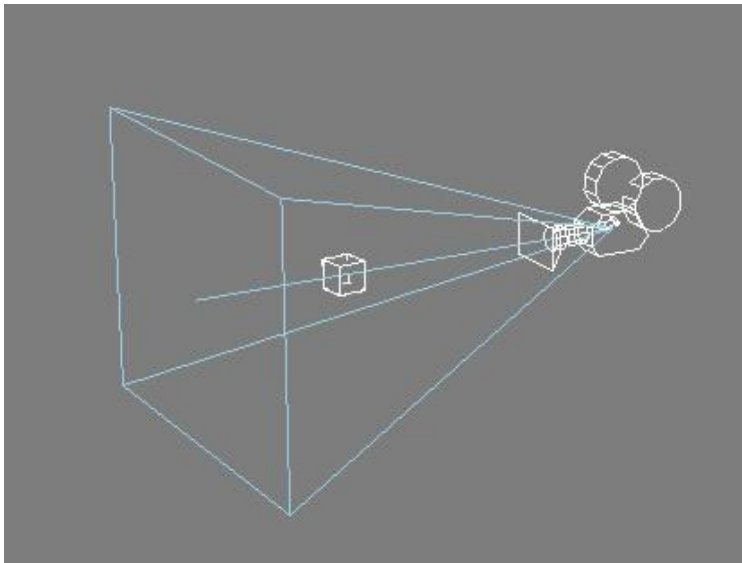
KUVIO 5. Avaruuspoimun vaikutus partikkeleihin.

### 4.3 Kamerate

Kamerate ovat ei-renderöityviä objekteja, joiden avulla saadaan 3D-kohtauksesta perspektiivisiä näkymiä, jotka ovat realistisempia ja tarkemmin säädettävissä kuin 3D-ohjelman näkymäikkunoiden ortogonaaliset näkymät (Giambruno 2002, 69). Näkymien määrittelyt ovat verrattavissa valokuvan sommitteluun: valitaan suunta ja kameran näkemä alue. Vir-



tuaalikamerat vastaavat hyvin pitkälle reaali maailman kameroita erilaisine säätöineen, kuten linssi asetuksineen, kuvaformaatteineen ja tarkennuksineen. Tällöin tietämys kameroiden toimintaperiaatteista on hyödyksi hyvän näkymän saamiseksi (Illikainen 2002, 145). 3D-grafiikan virtuaalisia kameroita on kahta tyyppiä. Ensimmäinen kameratyyppi on kohdekamera, joka koostuu kamerasta ja sen säädettävästä kohdepisteestä, jolla haetaan katsepiste (KUVIO 6.). Toinen kameratyyppi on edellisen kaltainen, mutta ilman kohdepistettä. (Giambruno 2002, 70; Illikainen 2002, 146–147.)



KUVIO 6. Kohdekamera ja sen kohdepiste.

#### 4.4 3D-animaatio

Kun ihmissilmä näkee riittävän nopeassa tahdissa perätysten vaihtuvia kuvia, eli kehyksiä, syntyy vaikutelma liikkuvasta kuvasta: animaatiosta (Illikainen 2002, 176). Kolmiulotteisessa animaatioissa animointi on tavallisimmin 3D-objektin sijainnin vaihtuminen tai muutoksen toteutuminen tietyssä ajassa 3D-avaruudessa. 3D-animaatioissa animoitava kohde voi olla melkein mikä hyvänsä: 3D-objekti, valo, kamera tai jopa materiaali (Giambruno 2002, 371). 3D-animoinnin nopeus on suoraan verrannollinen tietokoneen laskentatehoon,

sillä kevyestä geometriasta rakentuva 3D-objekti on nopea animoida, koska tietokone joutuu päivittämään vain pieniä määriä pintoja kuvaruudulle (Tols17.Oulu, 2007).

3D-animaatiossa – kuten myös 2D-animaatiossa – paljon käytetty animaatiotekniikka on Key Frame -animaatio, jossa käytetään nk. avainkehyksiä tai avainkuvia. 3D-animaatiota luotaessa animoitavalle objektille määritellään tiettyinä ajanhetkinä liikkeen päävaiheet, avainliikkeet, jotka sijoitetaan 3D-ohjelmiston aikajanelle avainkehyksinä (Illikainen 2002, 176). Avainkehyksien välissä olevat kehykset, eli Tweenit, täyttää 3D-ohjelmisto, joka laskee automaattisesti animoitavan objektin liikkeen välivaiheet käyttämällä tweening-nimistä prosessia. Tällöin animaatiota toistettaessa tuloksena on animoidun objektin sulava liike sijainnista toiseen. (Giamb Bruno 2002, 373.)

Path-animaatiossa käytetty tapa luoda 3D-animaatiota on mallintaa Spline-pohjaisella mallinnuksella vapaamuotoinen viiva, joka toimii animoitavan 3D-objektin yksisuuntaisena kulkureittinä. Animoitava 3D-objekti linkitetään mallinnetulle viivalle, jolloin objekti saadaan liikkumaan viivaa pitkin viivan ensimmäisestä kärkipisteestä viimeiseen kärkipisteeseen. Tällä animaatiotekniikalla voidaan toteuttaa esim. kamera-ajaja tai saada useita 3D-objekteja kulkemaan tasavauhtia peräkanaa kuin junanvaunut raiteella. (Giamb Bruno 2002, 376.)

## 4.5 Renderointi

Renderointi eli rendaus on algoritminen prosessi, jossa valitussa kohtauksessa olevista 3D-objekteista lasketaan tarkka, kaksiulotteinen bittikarttakuva. Renderoinnissa kohtauksessa olevat 3D-objektit tehostetaan laskemalla asetetut valaistukset, varjot, materiaalit sekä ympäristöasetukset, kuten taustakuvat (Ahola 2011). Renderoinnin lopputuloksena on yksittäinen still-kuva, videotiedosto tai useita kehyksiä animaation koostamista varten editoinnissa (Giamb Bruno 2002, 70–71).

Renderointi suoritetaan aina käyttämällä jotain tietynlaista renderointimenetelmää, jolla on omat laskentaperiaatteensa sekä vahvuutensa ja heikkoutensa kuva muodostamisessa. Jokaisella renderointimenetelmällä on myös omat käyttökohteensa, kuten realistisuuden las-

kenta kuvaan. Kaikki renderointimenetelmät eivät sinänsä ole algoritmeja, vaan niiden laskemiseen käytetään usean eri algoritmin yhdistelmää. Renderointimenetelmät mahdollistavat sen, että kohtauksen kolmiulotteiset elementit saadaan esitettyä kaksiulotteisella kuvapinnalla. (Tols17.Oulu, 2007.)

## 4.6 3D-formaatit

3D-grafiikan tiedostomuodot pitävät sisällään mallinnetun 3D-objektin geometriat ja objektin pinnanasetukset, kuten värit. 3D-tiedostojen objektit tunnetaan nimellä Scene Elements, sillä 3D-sovellukseen tuodut 3D-objektit sijoitetaan kohtaukseen yhdessä valaistuksen ja kameroiden kanssa (Netghost.narod.ru, 1996). Mallinnusohjelmissa yleensä on kääntäjät, jotka konvertoivat 3D-mallin tiedostoformaattiin, jonka voi avata jossain toisessa 3D-ohjelmassa (Illikainen 2002, 6). Tavan, jossa tiedoston data on järjestetty, sanelee 3D-tiedostoformaatti (Giambruno 2002, 528).

SLDPRT-formaatti (SolidWorks Part File) on 3D-tiedostomuoto, jota käyttää SolidWorks-niminen 3D-suunnitteluohjelma. Formaatti sisältää 3D-objektin tai osan objektista, joka voi olla yhdistettävissä muiden osien kanssa yhdeksi kokoonpanoksi. IGES (Initial Graphics Exchange Specification) on 2D- ja 3D-tiedostoformaatti, jota käytetään monissa CAD-ohjelmissa (Computer-aided Design) standardisoituna ASCII-tekstipohjaisena formaattina tietojen tallentamiseen ja tuontiin. Se voi sisältää rautalankamalleja, pinnan ulkoasun tiedot, piirikaavioita ja muita objekteja. Max-formaatti on 3ds Max -ohjelman 3D-tiedostomuoto, joka sisältää 3ds Maxissa luodut elementit, kuten useita 3D-malleja, materiaaleja, valoja ja animaatiota. Max-formaattia käytetään mm. pelien, elokuvien ja TV-ohjelmien grafiikantuotannossa. (Fileinfo 2012.)

## 5 GASEK CHP -ANIMAATION SUUNNITTELU

GASEK CHP -animaation suunnittelu vei valtaosan projektiin käytetystä ajasta. Suunnittelun avulla haettiin selkeää käsitystä työstä, johon oltiin ryhtymässä, ja sillä määriteltiin, mitä tarkalleen ottaen oltiin menossa tekemään. Työn tekoa joudutti se, ettei animaation CHP-voimalaa, kaasutusprosessista ja värimaailmaa suunniteltu erikseen esim. piirtämällä versioita eri kuvakulmista, vaan laitteistoista ja prosessista piirrettiin yksinkertaiset hahmotelmat kuvakäsikirjoitusvaiheessa. Jotta CHP-voimalan ja siinä tapahtuvan prosessin visualisointi olisi saatu toteutettua toivotulla tavalla, GASEK lähetti työlle tarpeellisia kuvamateriaaleja ja teknisiä piirroksia laitteiston osista referenssikuviksi ja suunnittelutyön aineistoksi. Lisäksi vierailut GASEK:n tehtaalla helmikuussa auttoivat tuomaan käsityksen CHP-voimalan olemuksesta ja toimintatavasta.

### 5.1 Synopsis

Synopsis on työstä tehty yksinkertainen tiivistelmä, jonka tehtävänä on projektin alkuvaiheessa jäsenellä ja rajata asiat, joita aiotaan käsitellä työssä. Synopsiksen tuottaa projektin tuotantoryhmä, ja sen tarkoituksena on saada työn idea tallennettua paperille, minkä jälkeen sitä voidaan viedä eteenpäin työstämällä ja ideoimalla. Pituudeltaan synopsiksen tulee olla vain yhden sivun mittainen ja luonteeltaan kuin kirjan sisällysluettelo. (Paananen & Lallukka 1994, 191.)

GASEK CHP -animaatio esittelee GASEK Oy:n CHP- sähkön- ja lämmöntuotantovoimalaitosta sekä siinä tapahtuvaa prosessia, jossa sekapuuhakkeesta tuotetaan lämpöä ja sähköä. Animaation alussa esitellään GASEK:n CHP-voimalaitos, minkä jälkeen kuvataan puuhakkeen syöttö kaasuttimelle, jossa hake kaasutetaan puukaasuksi. Puukaasu siirtyy puhdistusyksikön ja puhdistusvaiheen kautta gensettiin, jossa tapahtuu lämmön ja sähkön tuotanto. Animaation lopussa lämpö ja sähkö siirtyvät GASEK:n asiakkaan käyttöön.

## 5.2 Käsikirjoitus

Synopsiksen pohjalta suunnitelmia viedään eteenpäin synopsista yksityiskohtaisemmin käsikirjoituksen muodossa, joka tavallisesti laaditaan aina työn koosta riippumatta. Mitä suurempaa ja sisällökkäämpää työtä aiotaan toteuttaa, sitä tarkempi käsikirjoituksen tulee olla. Käsikirjoitukseen sisällytetään kattavasti työssä esiintyvät faktat ja jäsennellään työn rakenne selkeyttävästi. Hyvin laadittu käsikirjoitus helpottaa lopullista työtä, sillä sen tekemiseen mennyt aika korvautuu takaisin säästyneenä työaikana sitä mukaa kun projekti etenee. (Paananen & Lallukka 1994, 190–191.)

GASEK CHP -animaation käsikirjoituksen runko on laadittu GASEK Oy:llä kirjallisen määrittelyn muodossa. Määrittelyssä havainnollistettiin kuvilla ja teksteillä kronologinen kuvaus voimalassa tapahtuvasta prosessista, joka eteni puuhakkeen syötöstä kaasuttimelle sähkön ja lämmön siirtymiseen asiakkaalle. Tarkoin määritellystä kuvauksesta huolimatta tekijälle suotiin muuten melko lailla vapaat kädet laatia animaatiolle havainnollistava kerrontatapa, jolla animaation oli tarkoitus tulla ymmärretyksi. Animaation kerronta suunniteltiin menevän seuraavanlaisesti:

Animaatio alkaa GASEKin koteloidusta CHP-voimalaitoksesta. Voimalan koteloinnit häviävät pois, jolloin kaikki voimalan laitteistot – GASEK GASIFIER, GASEK FILTER, genset ja lämmönvaihdin – tulevat näkyviin. Seuraavaksi esitellään kasa sekapuuhaketta, josta syötetään haketta syöttöruuvilla kaasuttimelle. Kaasuttimen sisällä näytetään kaasutusprosessin vaiheet – kuivaus, pyrolyysi, poltto, hiilipeti ja tuhkatila – tapahtumajärjestyksessä ylhäältä alaspäin. Prosessin eri vaiheissa esitellään vaihe-vaiheelta hakkeen polttaminen, kaasujen muodostuminen ja tervan kaltaisten epäpuhtauksien hajoaminen.

Kaasuttimessa tuotettu puukaasu siirtyy kaasuttimesta puhdistusyksikköön kaasuputken kautta. Kaasu kulkee puhdistusyksikössä erilaisia putkistoja pitkin yksikön laitteistosta toiseen, jolloin kaasu viilenee ja puhdistuu epäpuhtauksistaan. Puhdistus- ja viilennysprosessin jälkeen tuloksena on puhdas ja viilentynyt puukaasu, joka siirtyy gensetiin. Gensetissä moottori pyörittää puukaasun voimalla generaattoria sähkön tuottamiseksi. Samalla

muodostuu lämpöä, joka otetaan talteen lämmönvaihtimella. Animaation lopussa sähkö ja lämpö menevät GASEKIn asiakkaalle, joka esitetään teollisuushallina.

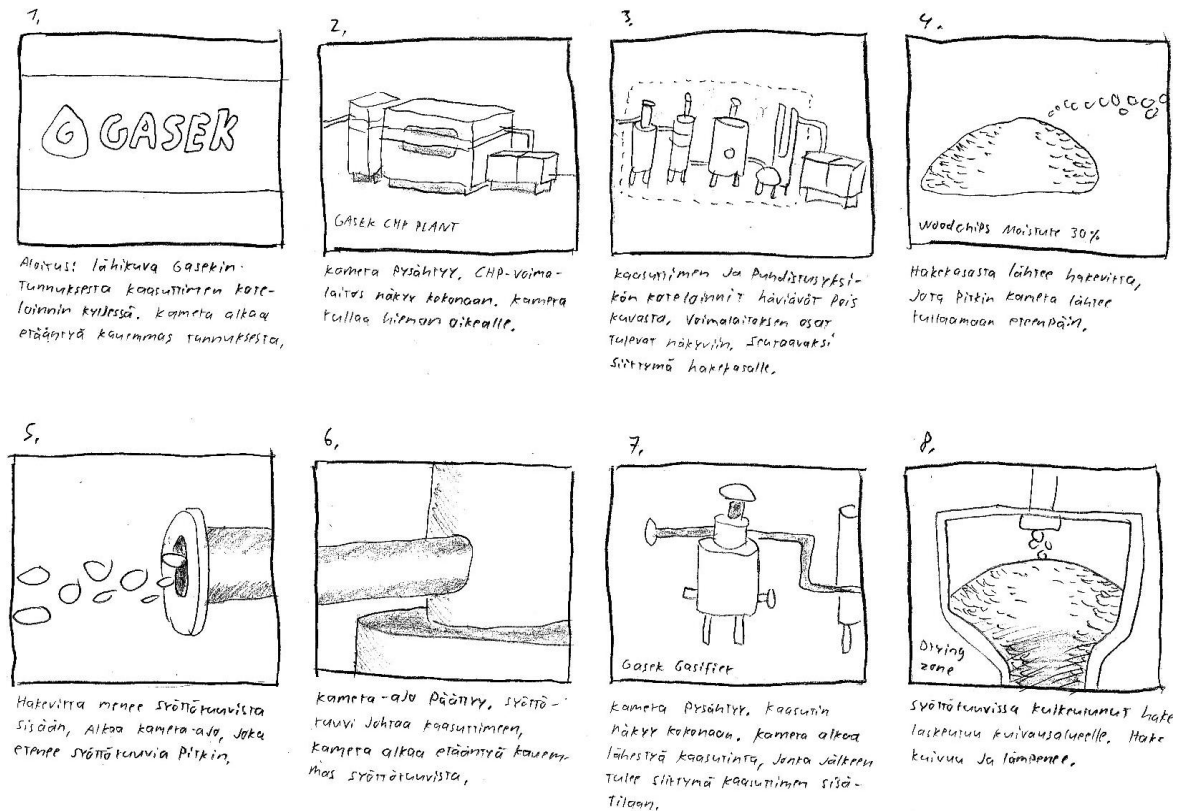
### 5.3 Storyboard

Storyboard eli kuvakäsikirjoitus tavallisesti laaditaan käsikirjoituksen pohjalta, ja siinä visualisoidaan työ tavallisimmin sarjakuvamaisessa muodossa. Kuvakäsikirjoituksessa havainnollistetaan karkeasti piirretyillä kuvilla kuvauksen keskeisimmät elementit, kuten tapahtumat, liikkeet, kuvakulmat ja sommittelut. Kuvien alle tavallisesti kirjataan toiminnan kuvaukset ja mahdolliset dialogit. Kuvakäsikirjoituksen avulla voidaan havainnollistaa kuvaussuunnitelma sekä tuotantoryhmälle että työn tilaajalle. (Wright 2005, 3.)

GASEK CHP -animaation visuaalista esitystä varten animaatiosta laadittiin kuvakäsikirjoitus, jonka avulla visualisoitiin yksinkertaisilla piirroksilla, millaisin liikkuvien kuvien animaation tapahtumat esitellään (KUVIO 7.). Kuvakäsikirjoituksia tuli tehtyä alun perin kolme versiota pienin muunnoksina, sillä ajan myötä suunnitelmiin tuli muutoksia aina sitä mukaa kun uusia ideoita juolahti mieleen. Kuitenkin alusta alkaen oli selvää, että animaation kerronta kulkisi eteenpäin pääasiassa kuvan voimin. Tämä merkitsi sitä, että animaation pyrittiin välttämään liikoja selittelyjä, ja annettiin katsojalle pääteltävää animaation tapahtumista.

GASEK CHP -animaatiossa päätettiin tuoda esille ainoastaan CHP-voimalan kaikkein olennaisimmat osat, joilla on eniten merkitystä sähkön- ja lämmöntuotantoprosessissa. Näin ollen ihan jokaista voimalan kaapelia, putkea, telinettä tai venttiiliä ei aiottu kuvata. Animaation kuvaus suunniteltiin sellaiseksi, että CHP-voimalan laitteistot sijoittuvat riviin ja laitteistot käydään kootusti läpi järjestyksessä vasemmalta oikealle, jolloin katsojan olisi helpompi hahmottaa kokonaisuus ja päästä mukaan animaation kulkuun. Saman periaatteen mukaisesti myös laitteistoissa kulkevan puukaasun liikkeen suunta suunniteltiin pysyvän jokseenkin muuttumattomana kautta animaation.

## GASEK CH- ANIMAATIO STORYBOARD (1)



KUVIO 7. GASEK CHP -animaation kuvakäsikirjoituksen ensimmäinen sivu.

Animaation kerronnassa suunniteltiin käyttää liikkuvia, englanninkielisiä tekstejä kuvaamaan sellaisia elementtejä, joita ei olisi mahdollista esittää 3D-grafiikkana ymmärrettävästi. Tällaisia elementtejä olivat terva, sähkö ja lämpö. Mikäli ne olisivat toteutettu 3D-grafiikkana, katsoja ei olisi välttämättä osannut tulkita näkemäänsä oikein, ja lisäksi kyseisten elementtien toteutus tapahtui nopeammin ja helpommin editointivaiheessa 2D-animaation keinoin. Sen sijaan puukaasun visualisoimiseen suunniteltiin käytettävän tekstien lisäksi myös partikkelisysteemiä, jolla suunniteltiin luoda esitykseen dynaamisuutta ja luoda vaikutelmaa kaasuputkien sisäisistä tapahtumista.

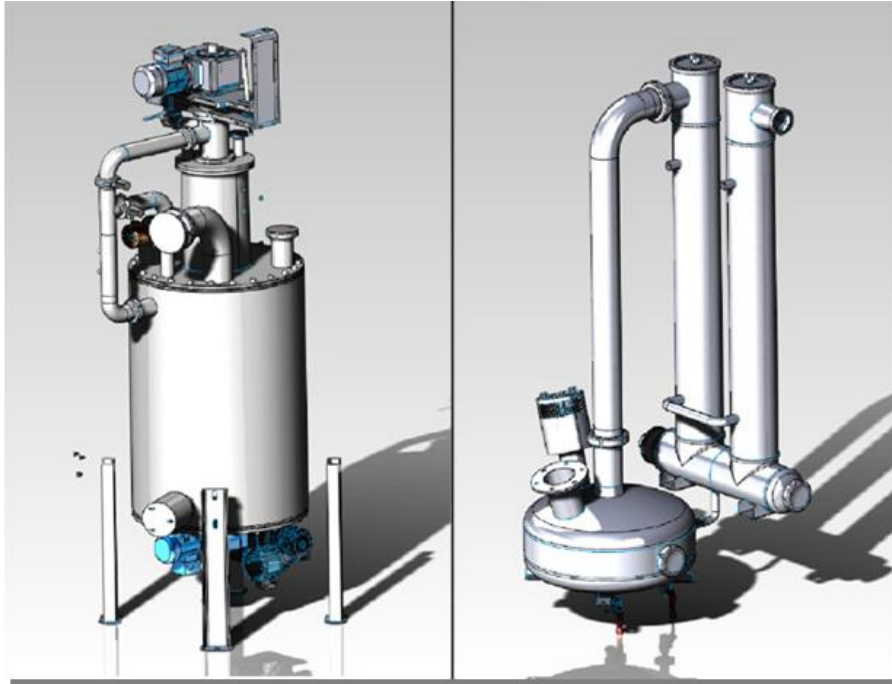
## 6 GASEK CHP -ANIMAATION TOTEUTUS

GASEK CHP -animaation 3D-grafiikka ja -animaatio-osuudet ovat toteutettu Autodeskin 3ds Max Design -nimisellä 3D-mallinnus- ja -animointiohjelmalla, ja lisäksi erilaisten tekstuurien luontiin käytettiin Adobe Photoshop -kuvankäsittelyohjelmaa. GASEK CHP -animaatio on jaettu kolmeen erilliseen kohtaukseen: CHP-voimala, Kaasutusprosessi ja Asiakas. Valtaosa GASEK CHP -animaatiosta sijoittuu CHP-voimala-kohtaukseen, johon mallinnettiin koko CHP-voimala ja jossa luotiin puitteet virtuaalisen puukaasun etenemiselle laitteistoissa. Kaasutusprosessi-kohtauksessa on kuvattu GASEK GASIFIER sisältäpäin ja siinä tapahtuva kaasutusprosessi, josta puukaasun oli määrä saada alkunsa. Asiakas-kohtauksessa kuvattiin GASEKin asiakas, jolle CHP-voimalan puukaasulla tuotetut sähkö ja lämpö päätyivät. Tällä tavoin kohtaukset eriteltiin toisistaan ja ne myöhemmin yhdistettiin projektin viimeisessä vaiheessa – editoinnissa.

### 6.1 SolidWorks-mallit

GASEK CHP -animaatiota varten GASEK Oy lähetti SolidWorks-ohjelmalla tuotettuja 3D-malleja kaasuttimesta sekä puhdistusyksikköön kuuluvista laitteistoista (KUVIO 8.). Nämä parametripohjaisesti mallinnetut, SLDPRT-formaatissa olleet 3D-mallit oli määrä käyttää projektissa apuna virtuaalisen CHP-voimalan rakentamisessa 3ds Maxissa. Ensimmäiseksi SolidWorks-ohjelmassa 3D-malleista poistettiin kaikki sellaiset osat, joiden käyttäminen animaatioissa olisi ollut täysin tarpeetonta, koska osat eivät olisi näkyneet animaatioissa mitenkään ja ne olisivat vieneet tarpeettomasti konetehtoja. Näitä osia olivat erilaiset mutterit, ruuvit, kierrejouset ja aluslevyt. Seuraava vaihe oli muuttaa käsitellyt SolidWorks-mallit 3ds Maxin ymmärtämään muotoon, jotta mallit olisi saatu avattua Maxissa. Tiedostomuodoksi valittiin IGES-formaatti, joka on eräs Maxin tukema tiedostoformaatti.



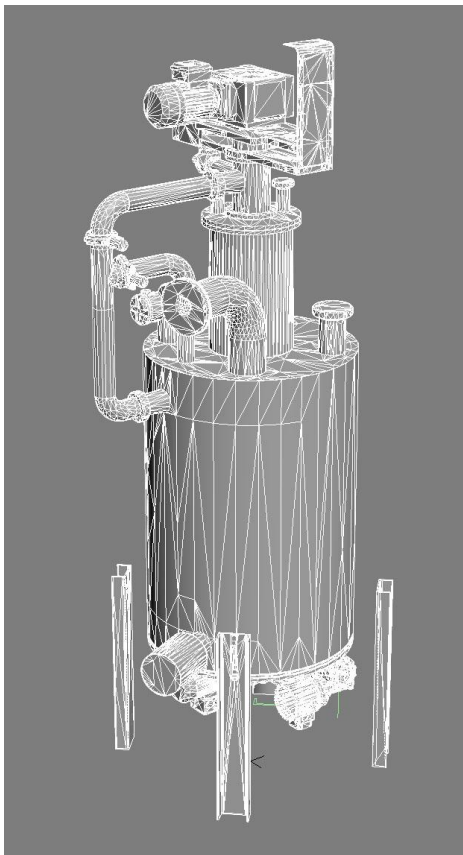


KUVIO 8. Pari SolidWorks-mallia kaasuttimesta ja puhdistusyksikön laitteesta.

Parametrisesti mallinnetut SolidWorks-mallit avautuivat 3ds Maxissa NURBS-geometrioina, jotka rakentuivat runsaissa määrin pinnoista ja käyristä kuin verkkogeometria (KUVIO 9.). Kärkipiste- ja pintamäärältään 3D-mallit olivat erittäin mittavia: pelkästään yhdessä SolidWorks-mallissa saattoi parhaimmillaan olla yli 130 000 pintaa ja vielä enemmän kärkipisteitä. Mallien pinta- ja pistemäärillä oli merkitystä viimeistään renderoinnissa, joka olisi tarpeettomasti pitkittynyt. Lisäksi mallit avautuivat 3ds Maxissa kukin erilaisessa mittakaavassa: jotkut niin pieninä, ettei Max pystynyt niitä kunnolla käsittelemään, ja jotkut puolestaan hyvin suurina.

SolidWorks-mallit optimoitiin pinta- ja kärkipistemääriltään taloudellisemmaksi käyttämällä 3ds Maxin tarjoamaa ProOptimizer-nimistä muokkainta, jolla geometrioiden tiheyttä säädettiin suurin piirtein puolilleen. Optimoinnin jälkeen ongelmina olivat edelleen SolidWorks-mallien kohtuuttoman runsas kärkipiste- ja pintamäärä sekä monimutkaisimpien mallien sekava ja pirstaleinen geometria. Hajanainen geometria olisi hankaloittanut mallien pinnoittamista, ja hajanaisuus olisi näkynyt renderoitaessa laitteistoa läheltä. SolidWorks-mallien kaikkein näkyvimät osat – säiliöt, suuttimet ja jalat – jouduttiin korvaamaan geometrioiltaan eheämmillä ja taloudellisimmilla 3D-objekteilla, joiden mallinnuksessa on käytetty niin verkkomallinnusta kuin Spline-pohjaista mallinnusta. Ne osat, joita ei korvat-

tu itse mallinnetuilla objekteilla, kunnostettiin geometrioiltaan ehyemmiksi. Lopuksi CHP-voimala-kohtaukseen tuodut SolidWorks-mallit skaalattiin oikeisiin mittasuhteisiin toisiinsa nähden kutakuinkin. Vertailukohteita tarjosivat GASEKilta lähetetyt kuva-aineistot GASEK GASIFIERista ja GASEK FILTERistä.



KUVIO 9. SolidWorks-malli kaasuttimesta 3ds Maxiin tuotuna.

## 6.2 CHP-voimala

GASEK CHP-voimalan (KUVIO 10.) mallinnus kaasuvirtauksen tapahtumaympäristöksi vei valtaosan projektin 3D-grafiikkavaiheesta. Kun SolidWorks-malleina tuotetut GASEK GASIFIER ja GASEK FILTER saatiin optimoitua ja tuotua CHP-voimala-kohtaukseen, jäljellä oli enää gensetin ja lämmönvaihtimen mallinnus. GASEK Oy:n luvalla CHP-

voimalan gensetin sai toteuttaa halutulla tavalla, koska mahdollisuutta saada siitä Solid-Worksin 3D-mallia ei ollut. Genset on esitetty animaatioissa kokonaan koteloituna, sillä tarkoituksena oli välttyä mallintamasta gensetin moottoria ja generaattoria. Lämmönvaihtimesta ei niin ikään ollut saatavilla 3D-mallia, ja sen mallinnus silmämääräisesti perustui GASEKilta saatuihin kuvamateriaaleihin CHP-voimalasta. Paljon erilaisia materiaaleja ei tullut käytettyä voimalan laitteistoihin. Materiaaleina on käytetty pääasiassa erilaatuisia metallimateriaaleja, joissa pinnanmuodot, pintakuviointit ja kiiltävyydet ovat säädely eri tavoin 3ds Maxin proseduraalisilla mapeilla.



KUVIO 10. CHP-voimalan laitteistot vasemmalta oikealle: GASEK GASIFIER, GASEK FILTER, genset ja lämmönvaihdin.

CHP-voimalan mallinnustyössä huomioitiin se, millaista reittiä pitkin virtuaalinen puukaasu tulisi kulkemaan voimalan laitteistosta toiseen. Reitti suunniteltiin olevan helposti katsojan seurattavissa ja helposti kuvattavissa niin läheltä kuin kauempaakin. Kaasun reiteiksi mallinnettiin keltaiset kaasuputket, joiden toteutus suoritettiin silmälläpitäen sitä, miten suorana virtauksena kulkeva puukaasu saataisiin sovitettua taipuisiin putkiin. Kaasuputkien oli oltava enimmäkseen suorina muodoiltaan, sillä partikkelisysteemillä toteutettu kaasuvirtaus oli helpoimmin sovitettavissa suorille kuin mutkaisille putkille. Itse kaasuvirtauksen toteutus päätettiin tehdä 3ds Maxin sijasta vasta editointivaiheessa 2D-animaation keinoin.

Kaasuputket mallinnettiin Spline-pohjaisella mallinnuksella vasta kun voimalan laitteistot saatiin sijoitettua kaasun kulkusuunnan mukaiseen järjestykseen: GASEK GASIFIER ensimmäisenä, GASEK FILTER seuraavaksi, genset ja lämmönvaihdin viimeisinä. Erityisesti puhdistusyksikön laitteistojen järjestys oli alun perin melko epäselvä, mutta merkittävää apua toivat GASEKilta lähetetyt kuva-aineistot CHP-voimalan kokoonpanosta.

GASEK CHP -animaatiossa koko sähkön- ja lämmöntuotantoprosessin kuvaus alkoi CHP-voimalan edustalla olevasta sekapuuhakekasasta (KUVIO 11.), josta syötettiin haketta kaa-suttimelle. Hakekasalle suunniteltiin olevan näkyvyyttä animaatiossa sen verran, jotta voimalan käyttämä polttoaine ja puukaasun alkuperä tulisivat katsojalle selviksi. Sen sijaan, että hakekasa olisi toteutettu lukuisista, mallinnetuista hakelastuista koostuvaksi pinoksi, hakekasa päätettiin mallintaa yhtenäiseksi, puolipallomaiseksi geometriaksi. Hakekasan mallinnustyössä yhdistyivät niin pintapala- kuin verkkomallinnus sekä materiaalien avulla suoritettu mallinnus. Hakekasan pintakuviointina on käytetty GASEK Oy:llä otettua valokuvaa, jossa on lähikuva hakelastuista ja jota muokattiin Photoshopissa saumattomaksi tekstuuriksi. Lisäksi kasan ympärille siroteltiin pieniä Plane-objekteja, joille annettiin pintakuviointiksi hakelastua kuvaava tekstuuri.



KUVIO 11. GASEK CHP -voimalan polttoaine.

Voimalan ja hakekasan lisäksi muita CHP-voimala-kohtauksen elementtejä olivat GASEK GASIFIERin ja GASEK FILTERin koteloinnit sekä tarkoituksenmukainen valaistus. Kaa-

suttimen ja puhdistusyksikön kotelointien (KUVIO 12.) mallinnuksen apuna käytettiin GASEKilta saatuja ortogonaalisia pohjapiirroksia, joissa koteloinnit on kuvattu edestä, sivulta ja ylhäältä. Kotelointien pinnoituksessa on käytetty 3ds Maxissa generoituja proseduraalisia mappoja – paitsi GASEK Oy:n yritystunnus, joka sovitettiin kotelointien kylkeen eri materiaalien yhdistelmällä. CHP-voimala-kohtaus valaistiin studiovalaistuksen periaatteita noudattaen: yksi päävalo valaisemaan kohteita kaikista eniten ja pari täytevaloa täydentämään päävalon valaistusta. Jotta päävalon heittämät varjot olisivat langenneet voimalan laitteistojen alle, lattiaksi luotiin valkoinen, kaksiulotteinen taso.

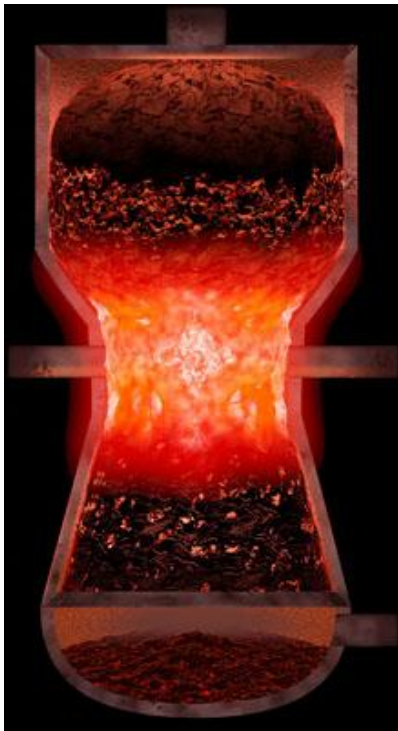


KUVIO 12. GASEK GASIFIERin ja GASEK FILTERin koteloinnit.

### 6.3 Kaasutusprosessi

Toisin kuin muissa kohtauksissa, Kaasutusprosessi-kohtaus suunniteltiin kuvata ilman perspektiiviä eli ortogonaalisesti kuin tekninen pohjapiirros. Kaasutusprosessi suunniteltiin kuvata vain yhdestä kuvakulmasta – eli suoraan edestäpäin – eikä kohtaukseen sijoitettua kameraa aiottu liikuttaa mitenkään paljon – ainoastaan pystysuorassa. Kohtausta ei aiottu kuvata monituisilla animoiduilla kameroilla, kuten CHP-voimala-kohtaus suunniteltiin kuvata, eikä kolmiulotteisuus pääsisi tällöin kovin paljon oikeuksiinsa.

Toisin kuin CHP-voimala-kohtaus, Kaasutusprosessi-kohtaus kaikkine objekteineen oli mallinnettava kokonaan itse alusta alkaen, sillä kaasuttimen sisätilasta ei ollut mitään valmista, 3ds Maxiin tuotavaa SolidWorks-mallia. Kaasuttimen läpileikkauksen mallinnus perustui GASEKilta lähetettyihin kirjallisiin määrittelyihin, joissa kaasuttimen sisätila on kuvattu tiimalasimaisessa muodossa. Läpileikkaus kaasuttimesta on aloitettu luomalla Spline-pohjaisella mallinnuksella kaasuttimesta halkileikkausmuoto, josta luotiin 3D-objekti (KUVIO 13.). Samaa menetelmää sovellettiin myös kaasuttimen sisällä olevaan hakekasan mallintamiseen. Kaasuttimen materiaalina on käytetty kahta erilaista metallimateriaalia, joista toinen kuvaa kaasuttimen nokista sisäpintaa ja toinen kaasuttimen puhtaampaa ulkopintaa. Kaasuttimen sisätilan valaistus suunniteltiin sellaiseksi, että valo tulee kaasuttimen sisältä, ei ulkopuolelta. Kaasuttimen sisus on valaistu vain kahdella valolla, jotka määriteltiin punertavan sävyisiksi lämpimän tunnelman luomiseksi.



KUVIO 13. Kaasutusprosessi.

Vaikka kaasutusprosessin vaiheet – kuivaus, pyrolyysi, poltto, hiilipeti ja tuhkatila – esitettiin GASEKin laatimissa määrittelyissä, oli puukaasun muodostuminen visualisoitava ilman GASEKin kuvamateriaalien tarjoamia visioita. Vaativaa oli luoda 3ds Maxin materi-

aalieditorilla uskottavan näköinen vaikutelma puuhakkeen kaasuuntumisen eri vaiheista, joista jälkimmäisistä virtuaalinen puukaasu oli määrä lähteä muodostumaan. Kuten puukaasun virtaus CHP-voimala-kohtauksessa, myös kaasun muodostuminen päätettiin toteuttaa vasta editointivaiheessa. Kaasutusprosessi-kohtauksessa olevaan hakekasaan oli suunnitteilla sijoittaa kolme erilaista pinnoitetyyppiä – puuhake, hiillos ja tuhka – kuvaamaan kaasutuksen vaiheita ja vielä sillä tavoin, ettei niiden välille olisi tullut selväpiirteisiä rajoja. Hakekasaan on käytetty kahden eri materiaalin yhdistelmää, jossa pinnoitetyypit ovat sekoitettu ja rajattu hakekasassa erilaisten parametrien mukaisesti materiaalieditorissa. Hakekasan hiillospinnoitteelle määriteltiin itsevalaisevuus ja hohtoefekti, joilla saatiin aikaan vaikutelma korkeasta lämpötilasta. Hake ja tuhka sijoitettiin samalle materiaalille sekoittuvan liukuvasti siten, että hake sijoittuu hakekasan yläpuolelle ja tuhka alapuolelle.

#### **6.4 Asiakas**

GASEK CHP -animaation loppuvaiheilla on kuvattu lyhyesti mutta näyttävästi nimetön teollisuushalli GASEKin asiakkaana (KUVIO 14.), jonka käyttöön virtuaalisen CHP-voimalan tuottamat sähkö ja lämpö menevät. Asiakas-kohtaus oli siinä mielessä muita kohtauksia selvästi poikkeavampi, koska siinä oli aikomus kuvata jokseenkin luonnollisen näköinen ympäristö. Poikkeuksellinen kohtaus oli myös suunnittelunsa puolesta, sillä ainoastaan siitä tehtiin kuvasuunnitelmia, koska kohtauksen objektit oli itse luotava ilman GASEKin kuva-aineistojen tuomaa apua. Asiakas-kohtauksessa suunniteltiin tuoda esille suomalaista näkökulmaa sekä vaikutelmaa ympäristöystävällisyydestä, jota on usein tavattu mainita GASEKin CHP-voimalan yhteydessä.



KUVIO 14. Teollisuushallina esitetty asiakas.

Asiakas-kohtauksessa kaikki 3D-objektit – maa, halli, jätesäiliöt, peräkärri, metsä ja suurjännitelinjan pylväs – ovat yksinkertaisesti verkkomallinnusmenetelmällä mallinnettuja. Koska animaatiossa objektit esitettiin kaukaa, niille ei annettu muita materiaaliasetuksia kuin pelkät pintakuviointit, jotka toteutettiin sekä Photoshopissa luoduilla tekstuureilla että 3ds Maxin proseduraalisilla mapeilla. Taustakuvaksi sijoitettu taivas on peräisin valokuvasta, joka on varta vasten otettu kuva-aineistoksi GASEK CHP -animaatiota varten. Asiakas-kohtaus valaistiin yhdellä päävalolla, jonka oli määrä jäljitellä auringonvaloa pilvisessä säässä, sekä kahdella pienemmällä valolla, jotka sijoitettiin kohtaukseen päävalon valaistusta täydentämään.

## 6.5 3D-animointi

3D-animaatiolla oli erittäin suuri merkitys GASEKin CHP-voimalan visualisoimisessa ja voimalassa tapahtuvan prosessin havainnollistamisessa. Luonteeltaan GASEK CHP -animaatio on ennen kaikkea kertova: sen tehtävänä on kuvata ja selventää projektissa käsi-



teltäviä asioita, eli voimalaa ja siinä tapahtuvaa prosessia. Esityksen elävöittämiseen suunniteltiin käyttää vain muutamaa perustason animaatiotekniikkaa, sillä ne olivat esityksen kannalta riittäviä ja työaika saatiin pysymään kohtuullisena. Ainoastaan CHP-voimalakohtauksessa on käytetty varsinaisia 3D-animaatiotekniikoita, ja kohtauksessa ainoat liikkuvat objektit olivat CHP-voimalaa kuvaavat kamerat ja hakelastuja esittävät partikkelit. Lisäksi kaasuttimen ja puhdistusyksikön koteloinnit animoitiin häviämään ja katoamaan animaatioissa muuntelemalla niiden Visibility- eli näkyvyysarvoja.

GASEK CHP- animaation alkuvaiheissa oli kuvattu hakekasa, josta lähtee hakelastuja virtauksena syöttöruuvista sisään (KUVIO 15.). Hakevirtaus, joka tavallaan toimi johdantona tulevan kaasuvirtauksen visualisoinnille, on toteutettu 3ds Maxin SuperSpray-tyypin partikkelijärjestelmällä, jonka emitteripiste sijoitettiin hakekasan päälle. Partikkelijärjestelmään vaikutettiin 3ds Maxin Wind-tyypin avaruuspoimulla, jonka avulla partikkeleiden viivasuora liikerata saatiin taivutettua kaarevaksi. Jotta partikkelit olisivat näkyneet renderuksessa, oli niille annettava geometriaa. Partikkeleille annettu geometria oli Plane-objekti, joka mallinnettiin koveran muotoiseksi ja jonka pintakuviointiksi annettiin hakelastua kuvaava tekstuuri. Partikkelijärjestelmän suunta kohdistettiin tarkasti suuntautuvan syöttöruuvia kohti, ja partikkeleiden nopeutta säädettiin riittävän alhaiseksi, jotteivät partikkelit olisi pyyhkähtäneet liian nopeasti kameran ohi.



KUVIO 15. Partikkelisysteemillä toteutettu hakevirtaus.

### 6.5.1 Kamera-ajot

CHP-voimala-kohtauksen kuvaamiseen käytettiin viittä kameraa, jotka kuvasivat eri laitteistoja kukin omasta katselukulmastaan. Animoitujen kameroiden merkitys GASEK CHP -animaatiossa oli huomattava, sillä niiden avulla pyrittiin ohjaamaan katsojan huomio haluttuihin kohteisiin kautta animaation. Kamera-ajojen tarkoituksena oli paitsi kuvata laitteistoa liikkeestä, myös luoda mielikuvaa puukaasun etenemisestä CHP-voimalassa. Sen vuoksi puhdistusyksikössä risteilevät kamerat pyrittiin animoida sillä tavoin, että ne kulkevat puukaasun etenemisreitit mukaisesti. GASEKin liikesalaisuuksia ajatellen puhdistusyksikön laitteistoissa tapahtuvat puhdistus- ja viilennysprosessit päätettiin jättää kokonaan kuvaamatta. Ainoastaan puukaasun siirtymät laitteistosta toiseen kaasuputkien kautta suunniteltiin kuvattaviksi siten, että puukaasun virtaus on katsojan nähtävissä. Tällöin puhdistusyksikössä tapahtuvat prosessit päätettiin jättää katsojan päätelmien varaan.

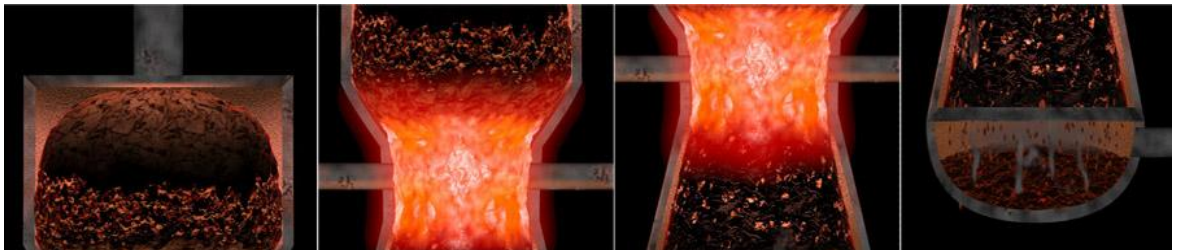
GASEK CHP -animaation monituiset kamera-ajot toteutettiin pääasiassa Key Frame -animaatiotekniikalla, eli kamerat siirreltiin käsin avainkehysissä aina eri paikkoihin kohtauksessa. Key Frame -animoinnissa käytettiin 3ds Maxin kohdekameroita, joilla toteutettiin otokset, joissa kamera on tarkentunut kuvaamaan tiettyä yksityiskohtaa jättäen taustan epäteräväksi. Path-animaatiota käytettiin ainoastaan GASEK CHP -animaation alkuun ja loppuun sijoituvissa kamera-ajoissa. Path-animaatiota lisäksi täydennettiin Key Frame -animaatiolla, jonka avulla kamerat saatiin pysymään kohdistettuina CHP-voimalaan kulkiessaan liikeradoillaan.

## 6.6 Renderointi

Työstö 3D-grafiikan ja -animaation osalta viimeinen vaihe oli kohtausten renderointi lopulliseen ulkoasuun. Kameroiden kuvaamat kohtaukset renderoitiin yksittäisinä, peräkkäisinä ja numeroituina kehyksinä, jotka oli määrä koostaa editointiohjelmassa animaatioksi. Renderausasetuksiin kuuluivat mm. kehyksen resoluution määrittely, renderointimenetelmän säätely ja kuvaformaatin valinta. Koska renderaus oli – renderointiasetuksista, kehyksen mää-

rästä ja renderoitavista 3D-objekteista suuresti riippuen – hidas prosessi, oli otosten renderukselle varattava paljonkin aikaa.

Aivan kaikkea renderoituja kuvia ei aiottu koostaa peräkkäisistä kehyksistä rakentuvaksi animaatioksi. Projektin jouduttamiseksi ja renderointiajan lyhentämiseksi Kaasutusprosessi-kohtaus suunniteltiin esiintyvän lopullisessa animaatioissa yhtenä, liikkuvana stillikuvana, jonka animointi on toteutettu editointiohjelmassa. Kuvan oli oltava riittävän isokokoinen, jotta se olisi ollut kyllin tarkka ja jotta sillä olisi ollut liikkumavaraa kuvaruudulla. Aluksi Kaasutusprosessi-kohtaus renderoitiin 3ds Maxissa ortogonaalisesti neljän kuvan kuvasarjana (KUVIO 16.), joista jokaisella oli aina edellisen kanssa noin kolmasosa yhteistä kuva-alaa. Renderoinnin jälkeen kuvat yhdistettiin Photoshopissa pystysuoraksi panoraamakuvaksi.



KUVIO 16. Panoraamaksi koostettava kuvasarja kaasutusprosessista.

Samaa periaatetta sovellettiin myös Asiakas-kohtauksessa olevan teollisuushallin esittämiseen GASEK CHP -animaatioissa. Kohtaus renderoitiin yhtenä leveänä kuvana ilman taivasta ja metsää, jotka päätettiin tuoda omina kuvatiedostoinaan editointiohjelmaan. Myös CHP-voimalan keltaisten kaasuputkien esittäminen suunniteltiin tapahtuvan lopullisessa animaatioissa kaasutusprosessin tavoin, mutta ilman liikettä. Jokaisesta kaasuputkesta renderoitiin yksi lähikuva, joissa on kuvattu suoraa putken pätkää läpikuultavina ja joihin oli määrää sovittava partikkelisysteemillä toteutettu kaasuvirtaus editoinnissa. Lopuksi renderoinnin jälkeen lähikuvat olivat sellaisinaan valmiita tuotaviksi kuvatiedostoina suoraan editointiohjelmaan.

## 7 GASEK CHP -ANIMAATION EDITOINTI

GASEK CHP -animaation lopullinen koostaminen esiteltävään muotoon tapahtui editointipuolella videonkäsittelyn keinoin. GASEK CHP -animaation editointiin on käytetty Adobe After Effects -nimistä videokuvan käsittelyohjelmaa, jonne 3ds Maxissa renderoidut kehykset ja Photoshopissa luodut kuva-aineistot tuotiin käsiteltäviksi. Koska editointivaiheessa GASEK CHP -animaatio oli sisältönsä puolesta melko runsas, oli työ jaettava neljään pienenpään kompositioon, jotka valmistuttuaan yhdistettiin yhdeksi isommaksi kompositioksi, josta lopullista videota lähdettiin luomaan.

Editoinnissa useimpiin otoksiin tehtiin pienimuotoista värikorjausta, jolla pyrittiin täydentämään otosten värisävyjä ja lisäämään otosten kontrastia. GASEK CHP -animaation kuvaukset laadittiin tarkoin sellaisiksi, ettei otoksia tarvitsisi paljon lyhennellä tai pitkittää jälkeensä. Otosten väliin mahdutettiin siirtymätehosteet, joiden avulla pyrittiin luomaan animaatiolle sujuva visuaalinen jatkuvuus. Siirtymätehosteita oli ainoastaan kahta erilaista: ensimmäisessä siirtymätehosteessa otos vaihtui himmeästi hiljalleen toiseksi; toisessa siirtymässä otos vaihtui himmeästi mustan kautta seuraavaan otokseen.

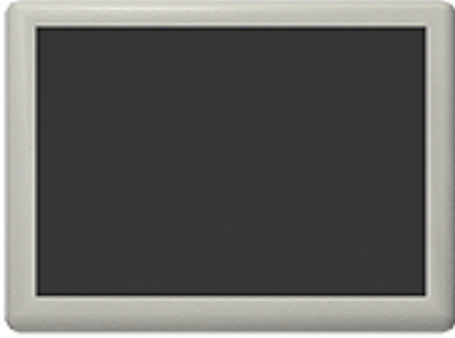
GASEK CHP -animaation taustamusiikiksi käytettiin Mikseri.net-sivuilta peräisin olevaa musiikkia, jota hieman muokattiin Adobe Soundbooth -nimisellä äänenkäsittelyohjelmalla, jotta musiikkikappale olisi saatu mahdutettua kestoltaan lyhyempään animaatioon. Kun editoinnissa kaikki pienemmät kompositiot yhdistettiin yhdeksi isoksi ja editoinnin viimeisimmät vaiheet saatiin vietyä päätökseen, lopputulos renderoitiin ulos yhdeksi videotiedostoksi. Rendausvaiheessa videolle määriteltiin asiaankuuluvat asetukset, joilla pyrittiin saamaan kuvaa ja ääntä pakattua pieneen tilaan laadun kuitenkaan kärsimättä. Kestoltaan yli kolmen ja puolen minuutin esitysvideo palautettiin henkilökohtaisesti GASEK Oy:lle, joka oli tyytyväinen lopputulokseen.

## 7.1 2D-animointi

GASEK CHP -animaation editoinnissa ei toteutunut pelkästään otosten yhdistäminen videokokonaisuudeksi, sillä lisäksi toteutettiin pienehköä 2D-animointia, jonka tarkoituksena oli tukea esitystä ja lisätä puukaasun muodostumista ja kaasuvirtausta kuvaavia efektejä. Pääpaino projektin 2D-animaatiovaiheessa suunniteltiin kohdistaa juurikin puukaasuun, jonka matkaa seurataan animaatioissa läpi CHP-voimalan. 2D-animaatiolla luotiin yksinkertainen tapa havainnollistaa GASEK CHP -animaation sisältöä ja lisäksi sillä tuotiin esitykseen hieman viihteellinen lisä, josta mainittakoon kappaleiksi hajoava Tar-teksti sekä ruudulle hyppivä automaatioyksikkö. 2D-animointityössä käytettiin pääasiassa Key Frame -animaatiotekniikka, jolla 2D-animoinnin kohteet – etupäässä tekstit – saatiin liikkumaan sekä ilmestymään ja katoamaan kuvaruudulla.

Panoraamakuva kaasutusprosessista on animoitu liukumaan ruudulla alhaalta ylöspäin tasavauhtia kuin elokuvan lopputekstitys. Kuvaan lisättiin animoitu Glow-tehoste, jolla saatiin kaasutusprosessin polttovaiheeseen sykkivää hohtoa kuvaamaan korkean lämpötilan dynaamisuutta. Korkeassa lämpötilassa tapahtuva tervan hajoaminen kuvattiin Tar-tekstinä, joka saatiin hajoamaan kappaleiksi After Effectsin Shatter-tehosteella. Kuva asiakkaasta on animoitu samalla tavoin kuin em. panoraamakuva, paitsi että liikkeen suunta on oikealta vasemmalle ja efektejä ei käytetty lainkaan.

Automaatioyksikkö (KUVIO 17.) lisättiin GASEK CHP -animaatioon vasta editoinnin loppuvaiheessa, jolloin pienemmät kompositiot yhdistettiin yhdeksi isoksi. Automaatioyksikön merkitys animaatioissa on, että yksikön näytölle ilmestyy tekstiä, jotka kertovat lyhyesti ja tapahtumakohtaisesti CHP-voimalasta ja kaasutusprosessista sellaisia tietoja, joita ei ollut mahdollista tuoda ilmi kuvan voimin. Erityisen näyttävää yksiköstä ei ollut tarkoitus saada, jottei se olisi kilpaillut liiaksi katsojan huomiosta animaation kanssa. Yksikkö määriteltiin sopivan kokoiseksi ja sijoitettavan kuvaruudulle siten, ettei se olisi kätkenyt alle liikaa kuva-alaa.

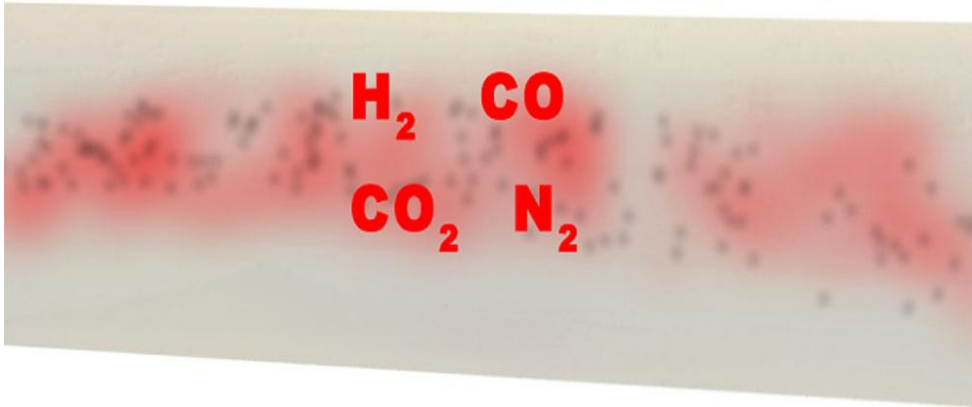


KUVIO 17. Automaatioyksikkö tyhjällä näytöllä.

### 7.1.1 Kaasuvirtaus

Projektiin olennaisesti kuului, että puukaasu visualisoidaan projektin määrittelyissä esitetyllä tavalla väreineen ja koostumuksineen. Puukaasun muodostumisen ja virtauksen visualisoinnit päätettiin toteuttaa 3ds Maxin sijasta After Effectsissä. Syynä oli ensisijaisesti työajan säästö: kaasun toteutus editoinnissa tapahtui nopeammin ja vähäisemmällä vaivalla kuin kolmiulotteisesti mallintamalla – ja 3ds Maxin edellyttämää renderointiaikaakin saatiin vähennettyä merkittävästi. After Effectsissä luotu kaksiulotteinen kaasuvirtaus oli helpommin sovitettavissa taustakuvaksi laitettuun still-kuvaan korkeuden ja leveyden suhteen kuin 3ds Maxin vastine virtuaaliseen kaasuputkeen kolmen tilaulottuvuuden suhteen. Kaasuvirtauksen kaksiulotteisen toteutuksen perusteluna oli myös se, että GASEK CHP -animaatio loppujen lopuksi esitetään kaksiulotteisena.

After Effectsin sisältämään tehostevalikoimaan kuului partikkelisysteemi, jolla toteutettiin GASEK CHP -animaation savuefektit, puukaasu ja kaasun mukana kulkevat epäpuhtaudet (KUVIO 18.). Savua kuvaava partikkelisysteemi sovitettiin kaasutusprosessikuvaan samalle kompositiolle, puukaasua esittävä systeemi kaasuputkista otettuihin lähikuviin samalle kompositiolle. Koska puukaasun oli määrä kulkea animaatioissa niin pysty- kuin vaakasuunnassa, oli partikkelijärjestelmän emitteripiste animoitava Key Frame-tekniikalla vaihtamaan paikkoja ja partikkeleiden kulkusuuntaa oli muunneltava systeemin parametreilla. Samoin myös partikkeleiden väri animoitiin vaihtumaan liukuvasti punaisesta siniseen, sillä tarkoituksena oli kuvata kaasun viilentymisen puhdistusyksikössä.



KUVIO 18. Puukaasun ja epäpuhtauksien virtaus läpikuultavassa kaasuputkessa.

Oletuksena After Effectsin partikkelit renderöityvät kiinteinä, neliömäisinä kappaleina, jotka eivät olisi savukiehkuroina tai kaasuna mitenkään uskottavia. Partikkelisysteemin tehostamiseen käytettiin Motion Blur- eli liikkeensumennusefektiä, jonka avulla savu- ja puukaasupartikkelit saatiin sumentumaan usvamaiseksi sekä pysty- että vaakasuunnassa. Epäpuhtautta esittäviin partikkeleihin on niin ikään käytetty liikkeensumennusefektiä, jonka voimakkuutta tosin säädettiin kaasun vastaavaa alhaisemmaksi, jotta partikkeleihin olisi jäänyt hiukkasmainen olemus.

Partikkelisysteemillä toteutettua puukaasuvirtausta täydennettiin muutamilla kemiallisilla merkeillä, joiden oli määrä tuoda esille kaasun pääpiirteittäinen koostumus. Koska kutakin merkkiä ei aiottu animoida yksilöllisesti, merkit sovitettiin sijoittuvaksi yhteen tekstilaatikkoon omalle tasolleen. Tekstilaatikko animoitiin Key Frame -tekniikalla kulkemaan aaltomaisesti partikkeleiden kulkusuunnan mukaisesti. Partikkeleiden tavoin myös kemialliset merkit animoitiin vaihtamaan väriä punaisesta siniseen kuvamaan kaasun lämpötilamuutosta. Kemiallisia merkkejä käytettiin kaasuvirtauksen lisäksi myös puukaasun muodostumisen visualisoinnissa. Muodostuminen kaasutusprosessissa kuvattiin yksinkertaisesti animoimalla merkit ilmestymään ja liikkumaan kaasutusprosessin viimeisissä vaiheissa.

## 8 YHTEENVETO JA POHDINNAT

Tehtävänäni oli suunnitella ja toteuttaa tilaustyönä 3D-grafiikalla esittelyanimaatio GASEK Oy:lle. Projekti saatiin onnistuneesti toteutettua suunnitelmien mukaan ja haluttuun lopputulokseen. Projektissa käytiin läpi CHP-voimalan kuvaus sekä kaasutusprosessin ja kaasuvirtauksen visualisointi. Projektin pääpainot olivat hyvässä suunnittelussa ja hallitussa 3D-grafiikan tuotannossa. Näyttävän grafiikan luonti ei tosin rajoittunut ainoastaan 3D-mallintamiseen 3ds Maxissa, vaan se oli myös osaavaa kuvankäsittelyä Photoshopissa sekä otoksien ehostamista ja 2D-animointia After Effectsissä.

Opinnäytetyöni aihe oli mielestäni hyvin kiintoisa ja motivoiva. Projektin sisältö oli erittäin monipuolinen ja välillä melko haasteellinenkin erityisesti toteutuksen kannalta. Monta erilaista työvaihetta pitkäkestoinen projekti piti sisällään, kuten käsikirjoittajan, kuvakäsikirjoittajan, 3D-mallintajan, animaattorin ja editoijan töitä. Pääosin jälkimmäiset työvaiheet olivat varsin laajoja osa-alueita yhdelle työskentelijälle suoritettavaksi, ja siksi tuli hieman arveltua, tulisinko suoriutumaan työstäni omin avuin sovitussa aikataulussa. Työskentelyssäni apuna olivat GASEKilta lähetetyt määrittelyt ja kuva-aineistot, GASEKin taholta saamani informaatiot, Internetissä löytämäni erilaiset tutoriaalit 3D-mallintamisesta sekä työn aihetta käsittelevä kirjallisuus.

Kaasutusprosessin ja kaasuvirtauksen kaltaisten efektien visualisointi noudatti menetelmää, jossa efektien tapahtumaympäristö luotiin 3D-mallintamalla ja varsinaiset efektit vasta editointivaiheessa. Menetelmän katsoin hyväksi, sillä efektien luonti toteutui sillä tavoin nopeammin ja tehokkaammin kuin 3D-mallintamisen keinoin. Kaasutusprosessin ja kaasuvirtauksen visualisointi olivat mielestäni melko haastavia sikäli, kun itselläni ei ollut minikäänlaisia omakohtaisia kokemuksia tai näköhavaintoja asiasta. Visualisointi perustui GASEK Oy:ltä saamiini faktoihin, Internetin kuvahaun tuloksiin ja jossain määrin omaan mielikuvitukseeni. Johtuen efektien dynaamisesta olemuksesta pyrin saamaan uutta oppia, jolla kontrolloida partikkelisysteemiä niin 3D- kuin 2D-grafiikan osalta. Kaasutusprosessi ja kaasuvirtaus putkistoissa eivät toteutuneet mitenkään totuudenmukaisiksi animaatioissa.



Visualisoinnin lopputulos oli fotorealismien sijaan varsin tyyllitelty, mutta antaa kuitenkin ymmärrettävän kuvan CHP-voimalassa tapahtuvasta prosessista.

Eräs toinen problematiikka opinnäytetyössäni oli tuoda SolidWorks-ohjelmalla mallinnetut 3D-mallit 3ds Maxiin. Minulla ei ollut kummoista osaamista SolidWorks-ohjelman hallintaan, mutta projektissa riitti vain, että poistin SolidWorks-malleista osia ja muunsin mallien tiedostomuodot toiseksi. Projektin eteenpäin viemiseksi oli vielä otettava selvää 3ds Maxin tukemista tiedostomuodoista ja erilaisista menetelmistä optimoida geometrioiltaan raskaita 3D-objekteja. Erinäisistä ongelmistaan huolimatta SolidWorks-malleista oli merkittävää apua virtuaalisen CHP-voimalan rakentamisessa. Työskentelyni oli tältä osin luonteeltaan kuin arkkitehtuurin ja muotoilun visualisointi: Varsinaiset 3D-mallit olivat alan asiantuntijoiden tuottamia, ja osanani oli virittää mallit edustuskuntoon lopullisessa esitysmuodossa – animaatiossa.

GASEK CHP -animaation mahdollisena jatkokehittelynä on tullut ajateltua animaatiossa kuuluttavaa, taustamusiikin korvaavaa kertojaaääntä, joka selostaisi englanniksi animaation tapahtumien kulun pääpiirteittäin ja antaisi sellaista lisäinformaatiota, jota ei animaatiossa tuotu esille. Näin ollen animaatio voisi toimia esim. Internetissä videopalvelussa katsottavana. Laitteiston pitämiä ääniä en mielestäni pitänyt esityksen kannalta kovinkaan sopivina täydennyksinä. Tosielämässä valtaosa CHP-voimalan osista on varsin hiljaisia, ja ainoa kunnolla ääntä pitävä osa on voimalan moottori, jonka pitämä meteli on sellaista, ettei sitä mielellään kuuntelisi animaatiossa.

Eräs toinen jatkokehittelyn mahdollisuus mielestäni voisi olla jonkinasteisen vuorovaikutteisuuden toteutus GASEK CHP -animaatiolle, jolloin katsoja voisi itse sanella animaation etenemistavan. Opinnäytetyöhöni liittyvänä optiona oli, että GASEK CHP -animaation toteutus – varsinaisen esittelyvideon lisäksi – lopulliseen esitysmuotoonsa olisi tehty Adobe Flashilla, jolloin animaatioon olisi saatu muuta vuorovaikutteisuutta kuin vain Play- ja Pause-painikkeiden klikkaaminen. Ideana on, että animaatio rullaa eteenpäin yksittäisen otoksen loppuun asti, jonka jälkeen otos pyörii "idlenä" toistuvasti kunnes käyttäjä vie animaatiota eteenpäin napin painalluksella. Tällöin toistovaiheessa esitelmöitsijällä olisi aikaa saada asiansa sanotuksi eikä animaatio olisi missään pysähtyneessä Pause-tilassa, vaan siinä olisi jatkuvaa liikettä huomion ylläpitäjänä. Tällainen esitystapa toimisi erinomaisesti niin palavereissa kuin Internetissäkin.

## LÄHTEET

Ahola, T. 2011. 3D-mallinnus ja animaatiot. Opinnäytetyö. Saimaan ammattikorkeakoulu.

Fileinfo. 2012. 3D Image File Types. Www-dokumentti. Saatavissa [http://www.fileinfo.com/filetypes/3d\\_image](http://www.fileinfo.com/filetypes/3d_image). Luettu 2.5.2012

Giamb Bruno, M. 2002. 3D Graphics & Animation, Second Edition. Indianapolis, Indiana. New Riders Publishing.

Illikainen, K. 2002. 3D Studio Max 4.0. Jyväskylä. Docenco Finland Oy.

Netghost.narod.ru. 1996. Types of Graphics File Formats. Www-dokumentti. Saatavissa [http://netghost.narod.ru/gff/graphics/book/ch01\\_04.htm](http://netghost.narod.ru/gff/graphics/book/ch01_04.htm). Luettu 1.5.2012.

Noponen, P. 2010. Partikkelisysteemit tietokonegrafiikassa. Www-dokumentti. Saatavissa <http://users.tkk.fi/~jnoponen/studio4/partikkeliesssee.pdf>. Luettu 1.5.2012.

Paananen, VM. & Lallukka, L. 1994. Multimedia – kohti hypermediaa. Jyväskylä. Gummerrus Kirjapaino Oy.

Raunio, J. 2011. Partikkelisysteemit eli valtavia räjähdysisiä ja lehtien havinaa tuulessa. Www-dokumentti. Saatavissa <http://users.tkk.fi/jaraunio/Studio4/1:%20Essee/Partikkelisysteemit.pdf>. Luettu 20.2.2012.

Tervonen, J. 2004. Esittelyvideon tuottaminen 3D-grafiikan keinoin. Opinnäytetyö. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu.

Tols17.oulu. 2007. 3D-grafiikka. Www-dokumentti. Saatavissa  
<http://tols17.oulu.fi/~mikasiit/Kouluhommia/kk2/Kuvank%20II/3DStudioMaxTeh%20v%20t2007/pdf/teoria.pdf>. Luettu 2.2.2012.

Wright, JA. 2005. Animation Writing and Development. Oxford. Focal Press.