

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketalous

Mediatuotanto

2020

Juha-Pekka Salonen

# VIRTUAALITODELLISUUS MERITEOLLISUUDESSA

– Myyntityön tehostaminen

Juha-Pekka Salonen

# VIRTUAALITODELLISUUS MERITEOLLISUUDESSA

## - Myyntityön tehostaminen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, kuinka kahden meriteollisuusyrityksen myyntityössä voidaan hyödyntää virtuaalitodellisuutta. Toimeksiantajina toimivat yritykset Awake.AI ja ALMACO Group. Tutkimuksessa käydään lävitse lyhyesti virtuaalitodellisuuden historiaa, teknologiaa ja mitä tulevaisuudelta on odotettavissa. Varsinainen tutkimus keskittyy myyntityön tehostamiseen virtuaalitodellisuuden osalta. Lisäksi opinnäytetyössä pohditaan, millaiset erot ovat kahden meriteollisuudessa toimivan yrityksen välillä virtuaalitodellisuuden hyödyntämisessä.

Tutkimus aloitettiin kartoittamalla aikaisemmat toimintatavat ja tutkimuksen päätavoite oli näiden toimintatapojen tehostaminen. Erityisinä tavoitteina olivat mallinnustyön nopeus, asiakkaiden odotusten huomioiminen ja 3D-mallien helppo päivitettävyyden. Tutkimuksessa löydettiin uudenlaiset tavat toimia ja ratkaistiin tämän hetken suurin haaste, eli miten valtavat CAD-mallit toimivat pelimoottorilla. Lisäksi automatisointiin mahdollisimman monta prosessia mallinnustyöstä.

Tutkimus löysi muutamia vaihtoehtoisia työtapoja Awake.AI:n tarpeisiin ja ALMACO:n kohdalla määriteltiin uusi prosessi, jossa suunnitteluosasto osaa tukea myyntiosastoa virtuaalitodellisuuden tarpeissa. Lisäksi tutkimuksessa todettiin, että virtuaalitodellisuus havainnollistaa hyvin asiakkaille, millaisia palveluita ja tuotteita yritykset tarjoavat. Kuitenkin virtuaalilasien hankala siirrettävyys myyntipalavereihin ympäri maailmaa on tällä hetkellä suurin haaste.

Tulevaisuudessa teknologia tulee kehittymään valtavaa vauhtia eteenpäin, mikä mahdollistaa virtuaalijärjestelmien kevyen siirrettävyyden. Voi olla, että virtuaalilasien yleistyttyä ja tarve siirrellä yritysten omaa kalustoa vähenee. Lisäksi asiakkaat itse näkevät virtuaalitodellisuuden hyödyt ja kokevat sen miellyttävänä ja hyödyllisenä tapana työskennellä.

## ASIASANAT:

Virtuaalitodellisuus, meriteollisuus, pelimoottorit

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business | Media Management

2020 | 34 number of pages

Juha-Pekka Salonen

# VIRTUAL REALITY IN MARITIME BUSINESS

## - Improving sales processes

The objective of this thesis was to investigate, how two different maritime companies can improve their sales processes with virtual reality. The clients were Awake.AI and ALMACO Group. The study briefly reviews the history of virtual reality, virtual reality technology and what to expect from the future. The actual research process focuses on how to streamline the sales processes and how virtual reality can be implemented. In addition, the thesis compares if there are any differences in how these two maritime companies are using virtual reality.

The research process started by mapping how things were done previously and by discussing how these workflows could be improved. The thesis focused specifically on how to improve 3D-modeling speed and on answering the following questions, what are the customer expectations and how easily can the 3D-models be updated. The research found new ways to work and solved one of the most challenging problems; how to import large CAD-files to game engine. Other ways of automatizing modelling processes were also found.

The research found alternative ways to work which helped Awake.AI's sales process. ALMACO Group got a new guidance on how the engineering department can support the sales process and prepare the models for virtual reality. In addition, the thesis reviewed how the companies' clients understand what kind of services the companies are offering. The biggest challenge is the transportation of virtual glasses to the sales meetings around the globe.

In the future, virtual reality technology will evolve at a tremendous pace forward. It's possible that virtual reality glasses will become a much common tool, which means there would be no need to transport them. Clients will become more used to virtual reality and willing to use the technology in a wide scale.

## KEYWORDS:

Virtual reality, maritime industry, game engines

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 VIRTUAALITODELLISUUS</b>	<b>9</b>
2.1 Virtuaalitodellisuus	9
2.2 Virtuaalitodellisuuden historia	9
2.3 Virtuaalitodellisuuslaitteiden nykytila	10
2.4 Virtuaalinen lähitulevaisuus	10
2.5 Tekninen piirtäminen	11
2.6 Pelimoottorit	12
<b>3 VIRTUAALITODELLISUUDEN SOVELLUSKOHTEET YRITYKSISSÄ</b>	<b>13</b>
3.1 Case ALMACO Group Oy	13
3.1.1 Virtuaalimallin perusta	14
3.1.2 Virtuaalimallin luominen	15
3.1.3 Virtuaalimalli myynnin työkaluna	18
3.2 Case Awake.AI	20
3.2.1 Projektin aloitus ilman pohja-aineistoa	21
3.2.2 Satamien mallintaminen	23
3.2.3 Kun manuaalinen työ annetaan koneelle	24
3.2.4 Avoimesta datasta myynnin työkaluksi	28
<b>4 POHDINTA</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>33</b>

## KUVAT

Kuva 1 Esimerkki myynnissä käytetystä 3D-mallista	13
Kuva 2 SteamVR-lisäosa Unityn omassa kaupassa	16
Kuva 3 Putkien värit noudattavat asiakkaan käyttämään omaa värikoodausta.	17

Kuva 4 Maanmittauslaitoksen avoimesta pistepilvidatasta muunnettu 3D-malli.	22
Kuva 5 Google Earth Studio käyttöliittymä	25
Kuva 6 Meshroom-ohjelmiston käyttöliittymä, josta on luotu Turun sataman 3D-malli.	26
Kuva 7 3D-malli Turun satamasta	26
Kuva 8 Muokkaamaton kuva Turun satamasta.	27
Kuva 9 Viimeistely kuva Turun satamasta.	28

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

B2B	Business-to-business
BIM	Building Information Model
CAD	Computer-aided Design
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
.FBX	Filmbox, tiedostoformaatti 3D-tiedostoille
HMD	Head Mounted Display
HVAC	Heating, ventilation, and air conditioning
Indie-peli	Videopelit, joita kehittävät yksityishenkilöt tai ryhmät.
LCD	Liquid Crystal Display
.OBJ	Wavefront .obj, tiedostoformaatti 3D-tiedostoille

# 1 JOHDANTO

Virtuaalitodellisuus on kehittynyt viime vuosina huomattavaa vauhtia eteenpäin. Yhtenä suurena läpimurtona oli, kun teknologiayritykset julkaisivat useita kaupallisia virtuaalitodellisuuslaseja ja ihmisillä oli mahdollisuus hankkia laitteita kotiin. Alhaisempien kustannusten myötä useat yritykset ovat pystyneet itse investoimaan virtuaalilaseihin ja kokeilemaan, miten virtuaalitekniologiasta voisi olla hyötyä yrityksen toiminnassa. Monet yritykset ovat tehneet kokeiluja virtuaalitodellisuuden hyödyntämisestä ja ensimmäiset yritykset ovat saaneet virtuaalitodellisuuden osaksi omia prosessejaan.

Virtuaalitodellisuutta hyödyntämällä voidaan saada aikaiseksi huomattavia kustannussäästöjä, tehostettua toimintaa sekä tarjota parempi asiakaskokemus. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää mahdollisimman tehokas prosessi tuottamaan virtuaalisia malleja kahden erilaisen meriteollisuusyrityksen myynnin tukemiseen. Virtuaalitodellisuuden avulla yritykset pystyvät vakuuttamaan asiakkaat tuotteistaan ja palveluistaan. Opinnäytetyössä avataan, millainen prosessi tarvitaan, jotta materiaalia saadaan tuotettua, miten yritykset hyödyntävät malleja ja mitä asioita pitäisi vielä kehittää, jotta prosessista saataisiin suoraviivaisempi ja tehokkaampi.

Opinnäytetyö esittelee miten ALMACO Group Oy ja Awake.AI hyödyntävät virtuaalitodellisuutta osana heidän myyntityötään. Molempien yritysten isompina haasteina ovat projektien kokoluokka, virtuaalitodellisuusmallin helppo päivittäminen ja toimitusaika. Yrityksiltä saadun tiedon mukaan talon ulkopuolelta tilatun virtuaalimallin toimitusaika on liian pitkä, kustannus liian suuri eivätkä mallit ole tarpeeksi räätälöitävissä. Yritysten myyntiprojektien pituudet vaihtelevat useista viikoista kuukausiin ja ALMACOn tapauksessa jopa vuosiin. Myyntiprojektin aikana olisi tarkoitus saada mahdollisimman tehokkaasti luotua kuhunkin myyntiprojektiin soveltuvaa myyntimateriaalia. Mallinnuksen täytyisi olla helposti muokattavissa, koska kesken tarjousvaiheen voi asiakas vielä tehdä muutoksia tai antaa lisätietoa alueista ja niiden yksityiskohdista. Riippuen asiakkaasta ja heidän tarpeistaan, myyntiosasto pyrkii tarjoamaan sellaista visualisointia, joka auttaa asiakasta päätöksenteossa. Toisinaan visualisoinnin taso pitää olla hyvin lähellä realistista, kun toisinaan kiinnostus on vain teknisissä ratkaisuissa. Täten myös virtuaalitodellisuusmalli tuo lisäarvoa myyntitilanteeseen, kun asiakkaille pystyy hahmottamaan paremmin yritysten tarjoamat tuotteet ja palvelut.

Nykyään on tarjolla huomattava määrä yrityksiä, jotka pystyvät tekemään yksittäisiä virtuaalitodellisuuspelejä yrityksiensä tarpeisiin. Ottaen huomioon molempien yritysten myyntiprosessit, on huomattavasti helpompaa tehdä kehitystyö talon sisäisesti kuin ulkoistaa osa myyntityöstä talon ulkopuolelle. Näiden kahden esimerkkiyrityksen kohdalla myyntityö vaatii jatkuvaa matkustamista ja virtuaalimallin pitäisi säilyä mahdollisimman muokattavana koko myyntiprosessin ajan. Se luo omat haasteensa ulkoistetulle virtuaalitodellisuusmallin tuottamiselle. Joissain tapauksissa virtuaalitodellisuuspeleiden tuotannon ulkoistaminen toiselle yritykselle voi olla kannattavaa esimerkiksi silloin, kun halutaan panostaa yhteen virtuaalitodellisuuskokemukseen esimerkiksi messuosastolla ja houkuttaa kävijöitä paikalle.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää uudenlainen tapa toimia ja tuottaa tehokkaasti sisältöä virtuaalimaailmiin, ottaen huomioon yritysten myyntiprosessin tarpeet. Pystyisivätkö yritykset skaalaamaan virtuaalimallin tuotantoajan muutamasta viikosta muutamiin päiviin tai tunteihin? Miten saada valtavat 3D-suunnittelumallit toimimaan pelimootteilla? Minkälainen materiaali palvelee parhaiten myyntityötä ja tuo asiakkaille lisäarvoa? Tarvitseeko kaikkien mallien pyrkiä realistisuuteen vai pystyisikö asioita paremmin havainnollistamaan yksinkertaistamalla?

Lisäksi opinnäytetyössä selvitetään, miten suhtautuminen eroaa virtuaalitodellisuuteen saman toimialan sisällä, kun yrityksenä on muutaman vuoden ikäinen startup ja toisena yrityksenä on kansainvälinen yli 20 vuotta vanha yritys.



## 2 VIRTUAALITODELLISUUS

### 2.1 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuudessa luodaan katsojan ympärille tietokoneella luotuja keinotekoisia ympäristöjä. Katsojalla on päässään joko virtuaalilasit, jotka ovat kytketty tietokoneeseen tai virtuaalilasit, joiden sisään on laitettu älypuhelin toistamaan sisältöä. (Pänkäläinen 2017.)

Virtuaalikokemuksesta voidaan tehdä aidompi lisäämällä virtuaalitodellisuuteen ympäristöön kuuluvat äänet. Tällöin näkö ja kuuloaistit uskovat katsojan olevan oikeasti virtuaalimaailmassa. Tällöin myös tietoisuus ulkoisesta maailmasta vähenee ja katsoja keskittyy pelkästään virtuaalimaailmassa tapahtuviin asioihin. (Duncan 2017.)

### 2.2 Virtuaalitodellisuuden historia

Virtuaalitodellisuuden historia ulottuu aina 1960-luvulta asti, jolloin Morton Heilig rakensi ensimmäisen virtuaalitodellisuutta hyödyntävän katselulaitteen. Sensoramaksi kutsuttu laite toisti stereoskooppista värifilmiä ja katselukokemukseen oli lisätty myös ääntä, hajua, tuulta ja tärinää. 1960-luvun jälkeen erilaisten virtuaalitodellisuuslaitteiden kehitys varsinaisesti käynnistyi ja virtuaalitodellisuutta hyödynnettiin niin viihde- kuin tutkimuskäytössä. Vasta 1980-luvun alussa Yhdysvaltain ilmavoimat ottivat käyttöön VCASS-nimisen virtuaalisimulaattorin. Ilmavoimien lentäjät pystyivät pukemaan HMD-laitteen päällensä ja havainnoimaan kohteitaan virtuaalisesti. Ensimmäiset kaupalliset virtuaalilasit tulivat markkinoille 1980-luvun lopussa, kun Fake Space Labs julkaisi BOOM-nimiset virtuaalilasit. (Mazuryk & Gervautz 1999, 2–3.)

Vuonna 1992 markkinoille tulivat ensimmäiset toimijat, jotka hyödynsivät CAVE-tekniologiaa, mikä siihen aikaan mullisti tavan katsoa ja käsitellä virtuaalitodellisuuksia. CAVE-tekniologiassa ei pueta virtuaalilaseja ylleen, vaan virtuaalimaailma heijastetaan valkokankaalle ja käyttäjät käyttävät huomattavasti kevyempiä LCD-suljinlaseja, jotka näyttävät vuorotellen eri silmille eri kuvia ja näin käyttäjille muodostuu kuva kolmiulotteisesta mallista. (Mazuryk & Gervautz 1999, 2–3.)

Mitä lähemmäksi 2000-lukua tullaan sitä enemmän yritykset ja tutkimukset hyödynsivät virtuaalitodellisuuden teknologiaa, kun laitteistosta on tullut huomattavasti kevyempää ja edullisempää.

### 2.3 Virtuaalitodellisuuslaitteiden nykytila

Nykypäivänä virtuaalitodellisuuden teknologiat ovat tulleet melkein jokapäiväiseen elämäämme. Teknologia on edullista ja kuluttajille suunnattuja tuotteita on markkinoilla huomattavat määrät. Kaikki tämä kehitys on tapahtunut alle 10 vuodessa, jolloin suurimmat läpimurrot tehtiin virtuaalitodellisuuden teknologiassa. Mahdollisesti merkittävämpänä virtuaalitodellisuuden uranuurtajana on ollut Oculus Rift lasien kehitys. Vuonna 2012 Oculus Rift lasit onnistuivat keräämään Kickstarter kampanjalla 2.4 miljoonan dollarin alkupääoman tuotekehitykseen, ja vain kaksi vuotta sen jälkeen Facebook osti Oculus VR yrityksen 2 miljardilla dollarilla (Mitchell 2014). Markkinoille Oculus Rift -lasit tulivat vuonna 2016, jonka jälkeen monet suuret teknologiayritykset ovat tuoneet omat vastaavat tuotteensa. Tällä hetkellä markkinoilta löytyvät kaikilta suurilta toimijoilta omat lasinsa, HTC ja Steamin yhteiset HTC Vive -lasit, Sonylla on oma Playstation VR järjestelmä. Lisäksi valtavaan monet pienet yritykset ovat lähteneet markkinoille joko omilla virtuaalilaseilla tai sitten lasien rungoilla, joihin liitetään oma puhelin toistamaan sisältöä (Pänkäläinen 2017).

### 2.4 Virtuaalinen lähitulevaisuus

Kukaan ei pysty tarkkaan ennustamaan tulevaisuutta, mutta tietynlaisia johtopäätöksiä voidaan tehdä nykyisestä kehityksestä. Fortune Business Insights:n mukaan virtuaalitodellisuus markkina kasvasi 42.2% vuodesta 2018 vuoteen 2026 mennessä. Silloin markkinan koko olisi yli 120 miljardia dollaria. (Fortune Business Insights 2019.)

Teknologia kehittyy ja uusia teknisiä läpimurtoja luodaan jatkuvasti. Uusimpana suomalaisen startup-yrityksen markkinoille tuomat Varjo -virtuaalilasit. Nämä lasit ovat erityisesti suunniteltu yrityskäyttöön. Varjon virtuaalilasit ovat ainoat markkinoilla olevat lasit, joiden resoluutio ylittää silmän resoluution saakka. Lisäksi Varjon virtuaalilasien tarjoama teknologia tarjoaa tällä hetkellä maailman edistyneimmän silmänseurannan. (Varjo 2020.)

Langattomat virtuaalilasit tulevat yleistymään tulevaisuudessa mm. 5G:n myötä. Silloin virtuaalilaseja ei tarvitse enää liittää tietokoneeseen, vaan datan käsittely voidaan tehdä kokonaan pilvessä. Tällä hetkellä suurin osa virtuaalilaseista vaativat tietokoneen, jossa varsinainen prosessointi tapahtuu. (Rogers 2019.)

## 2.5 Tekninen piirtäminen

### **CAD-mallinnus**

CAD-mallinnuksella tarkoitetaan tietokoneella tehtyä mallinnusta tietystä objektista. Mallinnus voi olla toteutettu 2D-piirustuksena tai 3D-mallina. CAD-mallissa määritellään esimerkiksi objektin oikea materiaali, koko ja paino. (Design Launchers 2020.)

Tässä opinnäytetyössä viitataan CAD-mallinnuksella erityisesti 3D-malleihin, joita tehdään Solidworks ohjelmistolla.

### **BIM-mallinnus**

BIM-mallinnuksessa hyödynnetään CAD-malleissa olevaa dataa, joka kertoo objektista huomattavasti enemmän kuin mallinnuksen muodon, kuten CAD-malleista aikaisemmin kerrottiin. Tällä tavoin CAD-mallien data tulee kaikkien projektissa olevien yhteistyökumppaneiden saataville.

BIM-mallien suuri etu on yhteistyömahdollisuudet. Koko projektissa on käytössä vain yksi 3D-malli, jotka projektin eri osapuolet täydentävät omalta osaltaan. BIM-mallinnusta voidaan jakaa eri tasoihin aina 0:sta tasolle 6 saakka. Eri tasot kuvaavat kuinka pitkälle tiedonjakoa tehdään eri projektin osapuolien välillä. Tasolla 0 dataa ei jaeta ja piirustukset tehdään 2D-piirustuksina. Vastaavasti tasolla 6 voidaan seurata yksittäisten mallien, eli todellisten komponenttien elinkaarta, huoltohistoriaa ja muuta vastaavaa tietoa, jotka hyödyttävät loppuasiakasta esimerkiksi ylläpitämään laivan digitaalista mallia. (Lorek 2018.)

## 2.6 Pelimoottorit

### **Unity3D**

Unity pelimoottorin ehdoton vahvuus on sen laaja tuki yli 25 eri alustalle sekä pelimoottorin ilmaisuus. Ilmainen alusta on ollut Unityn yksi menestyksen tukijaloista. Se on luonut pelimoottorin ympärille suuren käyttäjäkunnan ja hyvät tukifoorumit pelintekijöiden avuksi. Pelimoottorissa on sisäänrakennettu kauppa, josta on mahdollista hankkia kaikkea pelintekemiseen tarvittavaa materiaalia, kuten valmiita malleja, koodeja tai ääniä. Pelimoottorin ilmaisuuden ja kattavan tuen vuoksi, useat harrastajat ja indie-pelien tekijät valitsevat tämän pelimoottorin. Unity on myös panostanut huomattavasti AR/VR -työkalujen kehittämiseen, mikä näkyykin markkinoilla. Peräti 60% kaikesta AR/VR -sisällöstä on tuotettu Unityn pelimoottorilla. (Dealessandri 2020 Unity.)

### **UnrealEngine**

Vuonna 1998 julkaistulla Unreal Enginellä on tehty huomattava määrä erilaisia pelejä, niin harrastepeleistä aina suurin kansainvälisiin menestyksiin, kuten viimeisimpänä suurena menestyksenä Fortnite (Zeigler 2014). Myös itse pelimoottori on päivittynyt tasaiseen tahtiin vastaamaan nykypäivän vaatimuksia. Unreal Engineä hyödynnetään nykyään laajasti arkkitehtuurissa, tuotesuunnittelussa ja elokuvanteossa. Pelimoottorin luonut Epic-yhtiö osti vuonna 2019 Twinmotion-nimisen visualisointiohjelmiston osaksi itseään ja vahvisti rooliaan arkkitehtuurivisualisoinnin parissa. (Dealessandri 2020 Unreal.)

### **Design Space**

Design Space on suomalaisen 3DTalo Oy:n kehittämä visualisointiohjelmisto, joka tuo BIM/CAD -mallit suoraan virtuaalimalliin, jossa malleja voi vielä jälkikäteen muokata ja viedä takaisin suunnitteluohjelmaan. Design Space tarjoaa loppukäyttäjille avaimet käteen periaatteella koko visualisoinnin pilvipalvelussaan. (Design Space 2020.)

## 3 VIRTUAALITODELLISUUDEN SOVELLUSKOHTEET YRITYKSISSÄ

### 3.1 Case ALMACO Group Oy

ALMACO Group Oy on kansainvälinen meriteollisuuden yritys, joka on perustettu Suomessa 1998. ALMACO:n ydinosaminen kiteytyy monipuolisiin toimituskokonaisuuksiin, hytti- sekä keittiöalueisiin, muonatilojen ja pesuloiden suunnitteluun ja toteuttamiseen. Lisäksi yritys tarjoaa risteilijöille ja offshore-aluksille kattavat huolto ja varaosapalvelut koko elinkaaren ajan.

ALMACO:lla on hyödynnetty 3D-mallinnuksia jo aikaisemmin myyntiprojekteissa, mutta virtuaalitodellisuuden tähtäävää prosessia ei ole luotu. Satunnaisia kokeiluja on tehty, mutta virtuaalitodellisuus ei ole vielä vakiinnuttanut paikkaansa myyntiprosessissa. Kuvassa 1 havainnollistetaan, millaista myyntimateriaalia ALMACO:lla käytetään myyntiprojekteissa.



Kuva 1 Esimerkki myynnissä käytetystä 3D-mallista

### 3.1.1 Virtuaalimallin perusta

Uuden myyntiprojektin alkaessa myyntiosasto saa tukea suunnitteluosastolta, niin projektin laskennassa kuin mallinnuksessa. 3D-malli tehdään asiakkaalta saadun tarjousmateriaalin pohjalta. Tapauskohtaisesti ALMACO toteuttaa virtuaalimallin asiakastapaamisia varten. Kaikki myyntivaiheessa tuotetut 3D-mallit pyritään hyödyntämään mahdollisen projektin alkaessa, mikä säästää kustannuksia itse projektilta. Kun virtuaalimalli on jo otettu projektin myyntivaiheessa mukaan asiakastapaamisiin, on luonnollista, että myös tulevilla yhteisillä suunnittelupalavereilla virtuaalitodellisuutta hyödynnetään.

Kun virtuaalitodellisuustarpeet ovat huomioitu jo heti projektin alkaessa ja sisällytetty ALMACO:n prosesseihin, on mallien siirtäminen huomattavasti helpompaa virtuaalitodellisuuteen. Erityisenä haasteena on suuret ja monimutkaiset kokonaisuudet, varsinkin jos puhutaan kokonaisista risteilijöistä tai öljynporauslautoista. Pienemmät tilat, kuten hytit ja yleiset alueet kääntyvät huomattavasti helpommin pelimoottoriin.

Lähtöaineistona toimii usein tarjouksen mukana tullut perussuunnitteluaineisto tai FEED -aineisto (First-end Engineering Design), jolloin tulevasta projektista voi olla ensimmäinen perusmalli jo valmiina. Tässä tapauksessa ALMACO:n oma suunnitteluosasto jalostaa saadusta perusmallista yksityiskohtaisemman mallin. Aina ei ole valmiista 3D-mallia saatavilla, joten silloin suunnitteluosasto aloittaa tavallisten 2d-piirustusten pohjalta mallintamaan projektin 3D-mallia.

3D-mallinnuksen avulla suunnittelijat pystyvät näkemään millaiset vaikutukset heidän valinnoillaan on lopputulokseen. Varsinkin nuoremmat suunnittelijat, joilla ei ole samantaista kokemusta, ovat huomanneet virtuaalimallit hyväksi työkaluksi käydä mallia lävitse ja tehdä parempaa työtä tarjousta varten. (Kiiskinen 2020.)

ALMACO:lla hyödynnetään AVEVA-suunnitteluohjelmistoa, jossa varsinaista projektia ylläpidetään. Eri suunnittelijat tuovat omat 3D-mallinsa AVEVA-malliin, jossa yhdistyvät niin teräsmallit, HVAC, putket, kaapeliradat, hytit, laitteet ja kaikki muu, mikä on projektin kannalta oleellista. Parhaimmillaan suunnittelijat voivat yhdessä luoda AVEVA-mallia paikasta riippumatta, kun kaikki tapahtuu yhdellä serverillä. Toisinaan data kerätään useilta servereiltä ja yhdistetään lopulliseen AVEVA-malliin jälkikäteen. (Kiiskinen 2020.)

Isoimmista projekteista ALMACO käyttää alihankkijoita mallintamaan kokonaisuuksia ja tällöin mallinnustavat voivat vaihdella huomattavasti. ALMACO kuitenkin pyrkii

aktiivisesti kouluttamaan alihankkijoitaan mallintamaan tavalla, mikä helpottaa AVEVA-mallien tuomista myöhemmin virtuaalitodellisuuteen pelimoottorien kautta. Mallinnustapojen mukaan, siirto pelimoottoriin voi tapahtua hyvin ketterästi, mutta pahimmillaan voidaan joutua mallintamaan kokonaan uusi malli.

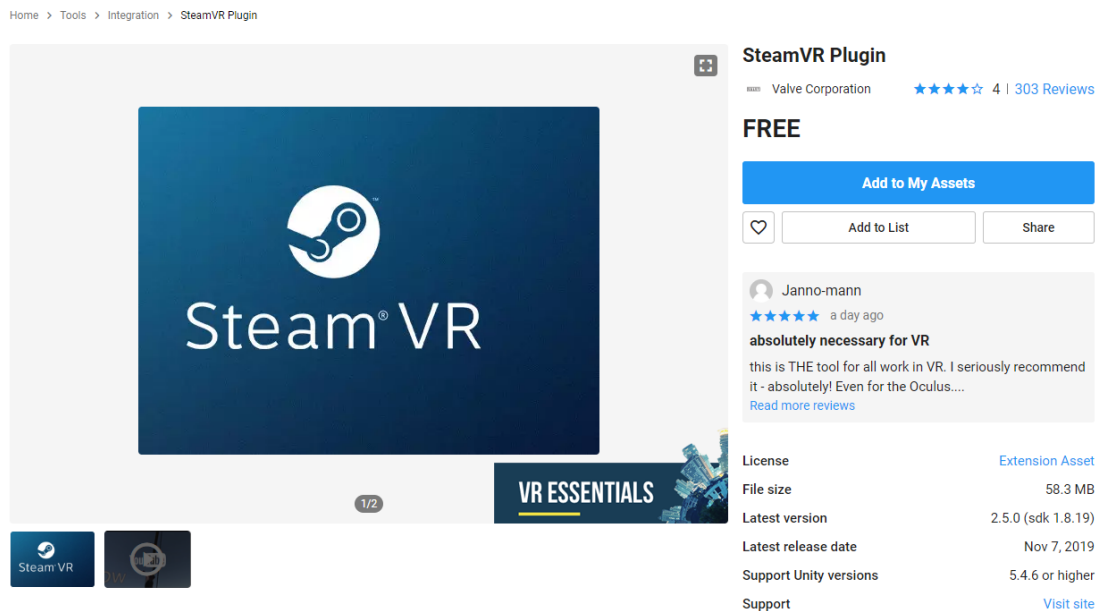
AVEVA-mallista siirryttäessä pelimoottoriin suurimmat haasteet tulevat olemaan tiedostojen koot ja mallinnusten yksityiskohtaisuus. Tiedostokoot ovat valtavia ja saavat helposti pelimoottorin kaatumaan. Seuraavassa osuudessa avataan ALMACO:n prosessia, kuinka raskaat AVEVA-mallit tuotiin Unityn pelimoottoriin ja hyödynnettiin asiakkaiden kanssa.

### 3.1.2 Virtuaalimallin luominen

Kun projektitiimillä on tiedossa heti alusta alkaen, että virtuaalitodellisuutta hyödynnetään, osataan myös mallien rakenne määritellä sen mukaan, että malli siirtyy mahdollisimman sujuvasti AVEVA:sta pelimoottoriin. ALMACO:n tapauksessa AVEVA-mallin eri osat kuten teräs tai ilmastointikanavat, ovat ryhmitelty omiin kategorioihinsa. Nämä kategoriat vastaavat asiakkaan määrittelemiä materiaaleja, jotta myöhemmin materiaaleja lisätessä voidaan valita mahdollisimman suuria alueita kerrallaan ja näin tehostaa prosessia. Sen lisäksi, että mallin eri osat ovat määriteltä materiaalien mukaan, määritellään mallin sijainti alueittain ja kerroksittain. Tällöin malli voidaan pilkkoa useaan osaan ja päivittää pieniä alueita kerrallaan. Tämä sujuvoittaa työskentelyä ja tiedostojen koot pysyvät maltillisempina.

Kun AVEVA:sta tallennetaan mallit, muutetaan ne .fbx-tiedostomuotoon. Osassa tapauksista malleja joutui korjaamaan Blender -ohjelmalla, mutta korjauskerrat kokonaisuudessaan olivat marginaalisia.

Ennen kuin kaikki 3D-mallit tuodaan Unityn pelimoottoriin, täytyy uuden projektin myötä määritellä asetuksia, jotta pelimoottorissa on tarvittavat kontrollit olemassa virtuaalimaailmassa liikkumiseen. Ensimmäiseksi asennetaan ilmainen Steam VR -lisäosa Unityn omasta kaupasta, kuten kuvassa 2 näytetään. Tämä mahdollistaa pelin käytön HTC Vive Pro -virtuaalilaseilla.



Kuva 2 SteamVR-lisäosa Unityn omassa kaupassa

Kun Steam VR on saatu asennettua ja peruskontrollit luotua, voidaan AVEVAsta tuotuja fbx -malleja tuoda Unityn pelimoottoriin PIXYZ-lisäosan avulla. PIXYZ-lisäosa on ranskalaisen Metaverse Technology yrityksen kehittämä lisäosa, joka hyödyntää tehokkaita algoritmeja mallin uudelleen pakkauksessa (PIXYZ Software 2020). PIXYZ-lisäosan avulla valmiiksi pilkotut mallit kevenevät entisestään ja mahdollistavat kokonaisen projektin visualisoinnin pelimoottorilla. Ilman mallin pilkkomista ja PIXYZ -lisäosan käyttöä, pelimoottorilla ei ollut mitään mahdollisuuksia pysyä pystyssä aikaisemmissa testeissä.

Kun kaikki mallit ovat tuotu Unityn pelimoottoriin, voidaan mallit optimoida suoraan virtuaalimalliin sopiviksi. PIXYZ hyödyntää automaattisia työkaluja, jotka optimoivat mallin kevyemmäksi ja vähentävät niiden yksityiskohtia, muokkaamatta merkittävästi mallien ulkonäköä.

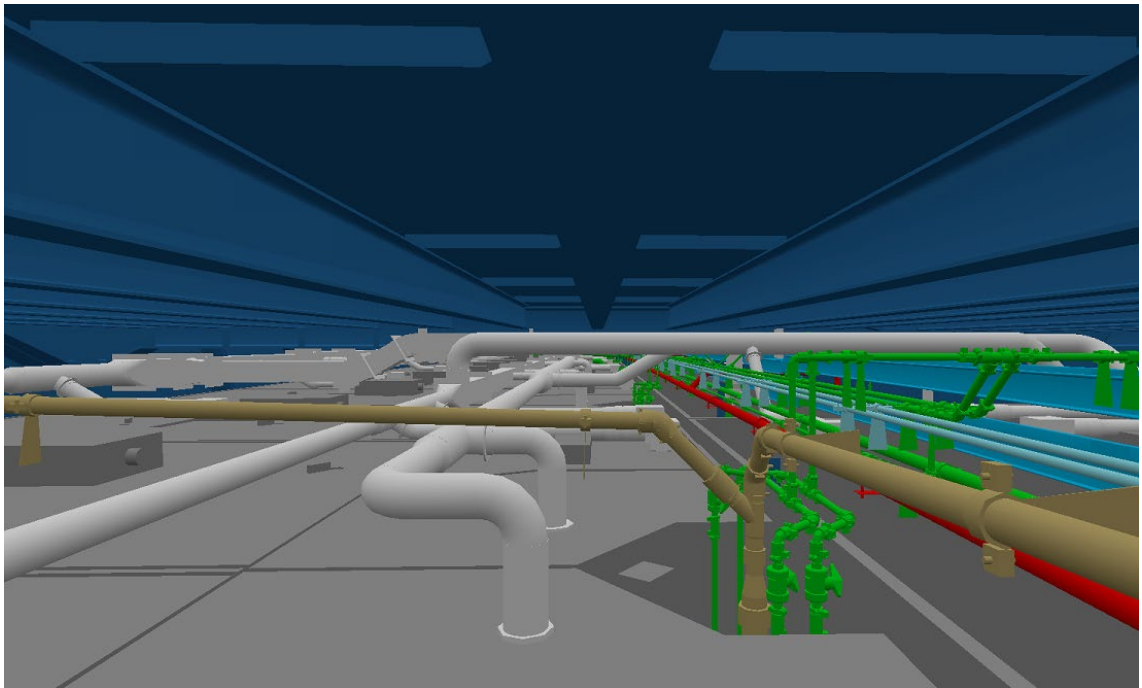
Seuraavana tehtävänä on luoda alusta, jolla pelaaja liikkuu. Tässä hyödynnetään samoja malleja, jotka ovat pelimoottoriin tuotu aikaisemmin ja kaikista vaakapinnoista luodaan kopiot. Nämä kopiot määritellään pinnoiksi, joissa pelaaja voi liikkua.

Kun mallit ovat pelimoottorissa ja liikkuminen niiden sisällä on mahdollista, puuttuu pinnoilta vain tekstuurit ja valaisu. Tekstuurien laatu ja valaisu riippuvat täysin myyntiprojektista ja asioista, joita virtuaalimallilla halutaan esittää. Toisissa tapauksissa asiakkaat odottavat täysin realistista lopputulosta, jossa he näkevät miltä arkkitehtuuri näyttää.



Toisinaan taas asiakkaat haluavat nähdä enemmän teknisiä ratkaisuja, jolloin oikeiden tekstuurien tilalla voidaan hyödyntää värikoodausta ja valaisu on hyvin pelkistetty. Kuten kuvassa 3 on esitetty, kuinka värikoodaamalla putkistoissa kulkevat nesteet voidaan havainnollistaa asiakkaille. Esimerkiksi varjottomuus helpottaa yksityiskohtien tarkastelua tai insinööriyön arvioimista. Aikaa säästyy huomattavasti, kun valaisua ei tarvitse välttämättä tehdä. Varsinkin valojen laskeminen vie huomattavasti aikaa ja vaatii koneelta huomattavan määrän muistia ja prosessoritehoa.

Materiaalien ja valaisun lisäämisen jälkeen, malli on valmis esiteltäväksi asiakkaille. Joissain tapauksissa malliin voidaan vielä lisätä erillisiä tekstiohjeita mm. mitkä ovat alueiden nimet yms. muita navigointiohjeita. Lisäksi malliin voidaan jättää tarkoituksella ylimääräisiä objekteja osoittamaan esimerkiksi nostureiden liikeratoja.



Kuva 3 Putkien värit noudattavat asiakkaan käyttämään omaa värikoodausta.

Useista myyntiprojekteista kertyneitä malleja hallinnoidaan ALMACO:n omassa mallikirjastossa. Tämä helpottaa tulevia myyntiprojekteja, koska aina suuremmalla todennäköisyydellä tarvittavasta objektista löytyy valmis malli omasta mallikirjastosta. Tämä tehostaa virtuaalimallien tekemistä tulevaisuudessa, mitä enemmän valmista dataa on saatavilla, sitä enemmän käsin mallintamisen määrää saadaan vähennettyä.

Valitettavasti vielä ei ole löytynyt tehokasta tapaa tuoda kokonainen BIM-malli pelimootoriin. BIM-mallit sisältävät paljon hyödyllistä dataa mm. osan koosta, materiaalista tai painosta. Tällöin asiakkaalla ja heidän insinööreillään olisi huomattavasti enemmän dataa käytössä tutkiessaan virtuaalimallia. Kuten todettu, teknologia kehittyi valtavaa vauhtia eteenpäin, joten suurella todennäköisyydellä muutaman vuoden sisällä tähänkin haasteeseen löytyy ratkaisu.

### 3.1.3 Virtuaalimalli myynnin työkaluna

Riippuen onko kyse joko asuinalueiden myynnistä tai keittiöalueiden myynnistä, asiakkailla on hieman eri lähestymistavat käytössä. Erityisesti hyttien tai julkisten alueiden suunnittelussa ja tarjousvaiheessa mukana ovat myös asiakkaiden arkkitehdit suunnitelmiseen. Keittiöalueiden suunnittelusta vastaa usein risteilyvarustamon culinary chef, eli henkilö, jonka vastuulla on ruokakonseptien suunnittelu. Tähän tarpeeseen ALMACO on luonut hieman eri työkalut ja tavat, miten tarjousta esitellään virtuaalitodellisuuden avulla. Asuinalueiden suunnittelussa virtuaalitodellisuudesta on apua materiaalivalintojen kanssa, kun taas keittiöalueita suunnitellessa laitteiden sijainti on ratkaisevassa asemassa.

ALMACO on saanut erittäin hyviä kokemuksia virtuaalimallien hyödyntämisestä asiakkaiden kanssa. ALMACO on pystynyt erottautumaan kilpailijoistaan ja tuomalla uusia tapoja suunnitella projektia yhdessä. Monet asiakkaat näkevät myös käytännön käyttökohteita toimituksen jälkeen, kuten oman henkilökunnan kouluttamista virtuaalimallin avulla. Tämä myös edistää ALMACO:n Service divisioonaa, jonka tehtävänä on tarjota huolto ja varaosapalveluita asiakkailleen.

Tyypillinen tilanne, jossa asiakas tavataan, on tapaaminen, jossa tarjous esitellään tai noin viikkoa ennen lopullisen tarjouksen jättämistä. Haasteena on tietysti raskaan kaluston kuljettaminen asiakkaan tiloihin, joten useassa tapauksessa asiakkaat ovatkin tulleet ALMACO:n toimistolle. Poikkeuksiakin on myös toisinpäin, jolloin VR-kalusto on lähetetty asiakkaan toimipisteeseen ennakoon. Riskinä kaluston kuljetuksessa on kaluston katoaminen tai vahingoittuminen.

Suurimpana etuna ALMACO näkee, että virtuaalitodellisuudella saadaan aikaiseksi wow-efekti ja yritys pystyy osoittamaan sitoutuneisuudestaan projektiin. Puhtaasti kaupallisissa tapaamisissa virtuaalimallilla näytetään, miltä lopputuote voisi näyttää. Vasta

oikeuksiinsa VR-malli pääsee omista arkkitehtitapaamisissa, jolloin mallia tutkitaan ja voidaan tehdä muokkauksia. Lisäksi ALMACO hyödyntää virtuaalimallia erillisissä scope-keskusteluissa, joissa rajataan mitkä osat projektista kuuluvat kenellekin. Kuuluvatko esimerkiksi ilmastointikanavien asennukset ALMACO:lle, telakalle vai jollekin toiselle alihankkijalle.

Myyntiprosessissa virtuaalitodellisuudesta on ollut apua, kun malli voidaan kehittää myyntivaiheessa huomattavasti pidemmälle, kuin ilman VR-mallia. Asiakas tietää paremmin, mitä odottaa ALMACO:lta ja vastaavasti ALMACO tietää paremmin, mitä on myymässä ja osaa laskea tarjouksen paremmin projektia varten vähentämällä omaa riskiä.

Useasti tarjouskilpailun loppuvaiheessa asiakas voi pyytää yhdeltä tai useammalta kokonaistoimittajalta malli mock-upin. Esimerkiksi hyttitarjousten yhteydessä on hyvin tavallista, että ALMACO tekee joko omaan toimipisteeseen tai asiakkaan tiloihin valmiin hytin, josta asiakas näkee miltä hytti näyttää ja millaisella laadulla ALMACO pystyy sen toimittamaan. Hyttien rakentaminen vaatii resursseja niin suunnittelusta kuin materiaalien osalta. Tätä varten virtuaalihytit toimivat erinomaisesti alkuvaiheessa, jolloin hytti voidaan suunnitella virtuaalisesti mahdollisimman pitkälle ilman, ettei jo kertaalleen rakennettua hyttiä tarvitse muokata asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Vaihtoehtoisesti ALMACO voisi silti tehdä yhden mock-up hytin tai alueen, mutta esimerkiksi muut hyttityypit tai alueet voisivat olla vain virtuaalisia. Tällöin ei tarvitsisi rakentaa useaa melkein samanlaista mallihyttiä.

ALMACO on myös pohtinut mahdollisuutta tarjota varsinaiset työkalut kokonaisen hytin tai keittiöalueen suunnitteluun virtuaalimaailmassa. Tällöin ALMACO olisi paljon aikaisemmassa vaiheessa mukana asiakkaan projektissa ja tukemassa heitä projektin alkuvaiheilta alkaen.

Virtuaalimallien laadun taso on ollut yksi tärkeä asia, jossa ALMACO on halunnut loistaa oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Yritys on pyrkinyt optimoimaan mallien tasoa aina asiakaskohtaisesti. Hyvinä esimerkkeinä toimivat risteilyvarustamojen ja öljy-yhtiöiden asiakkaiden erilaiset odotukset tarjouspaketista. Varsinkin offshore asiakkaiden tarjouksissa harvemmin tulee vastaan virtuaalimalleja, joten siellä itse malli on jo mielenkiintoa herättävä. Vastaavasti risteilyvarustamot ovat hyvin tietoisia, millaisia visualisointeja nykypäivänä voidaan tehdä ja heillä itsellään voi olla oma arkkitehti/design -osasto tekemässä samanlaista työtä talon sisällä. Tällöin todellisen wow-efektin saa luotua vain lähes realistisella mallilla.

ALMACO:n myyntiorganisaatio on myös hyödyntänyt virtuaalitodellisuuden tuomia mahdollisuuksia verkkopalavereissa. Tällöin myyjä pystyy esittelemään virtuaalimallia aivan kuin olisi oikeasti siellä. Muut palaveriin osallistuvat voivat seurata jaettua ruutua. Tämä toimintatapa on koettu varsin hyödylliseksi ja asioita on huomattavasti helpompi havainnollistaa verrattuna 2D-piirustuksiin. Tällä tavoin voidaan esitellä joko hytin, keittiön tai yleisen tilan käytännöllisyyttä.

ALMACO:n keittiöalueiden myynnissä on hyödynnetty suomalaisen 3D-talon tarjoamaa Design Space -ohjelmistoa, jossa suunnitteluosaston 3D CAD-mallit voidaan suoraan siirtää pelimootoriin ja suunnitella keittiö yhdessä asiakkaan kanssa. Tässä tapauksessa ALMACO pystyy olemaan entistä tiiviimmin yhteistyössä asiakkaan kanssa jo projektin alkuvaiheessa.

Aikaisemmin alueiden suunnitelmat esiteltiin tavallisina 2D-pohjapiirustuksina, mutta nyt virtuaalitodellisuuden myötä on ollut helpompi saada kommentteja alueista oikeilta loppukäyttäjiltä. 2D-piirustuksen hahmottaminen, kun on huomattavasti haastavampaa, kuin virtuaalitodellisuudessa alueiden läpikäyminen.

### 3.2 Case Awake.AI

Awake.AI pyrkii luomaan johtavan ekosysteemin autonomisille laivoille ja älykkäille satamille. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, mikä olisi mahdollisimman tehokas tapa visualisoida Awake.AI:n tarjoamia palveluita tuleville asiakkailleen. Satamat ovat valtavia kokonaisuuksia kaikkine yksityiskohtineen. Visualisointitavan yhtenä avaintekijänä on prosessin nopeus ja keveys. Asiakashankinta on erittäin tärkeässä roolissa varsinkin yrityksen startup vaiheessa ja täten visualisointiprosessin pitää pystyä taipumaan nopeaan myyntityöhön.

Tutkimusprosessi alkoi kartoittamalla, kuinka kauan perinteisin menetelmin kestää mallintaa ennalta määritelty satama. Tähän sisältyi ennakkovierailu satamassa, valokuvaten alueet ja hankkimalla mahdollisimman paljon tausta-aineistoa, kuten karttoja, maanmittauslaitoksen avointa dataa, sosiaalisesta mediasta saatavia kuvia ja videoita sekä muuta verkkomateriaalia, joista olisi apua sataman mallinnuksessa.

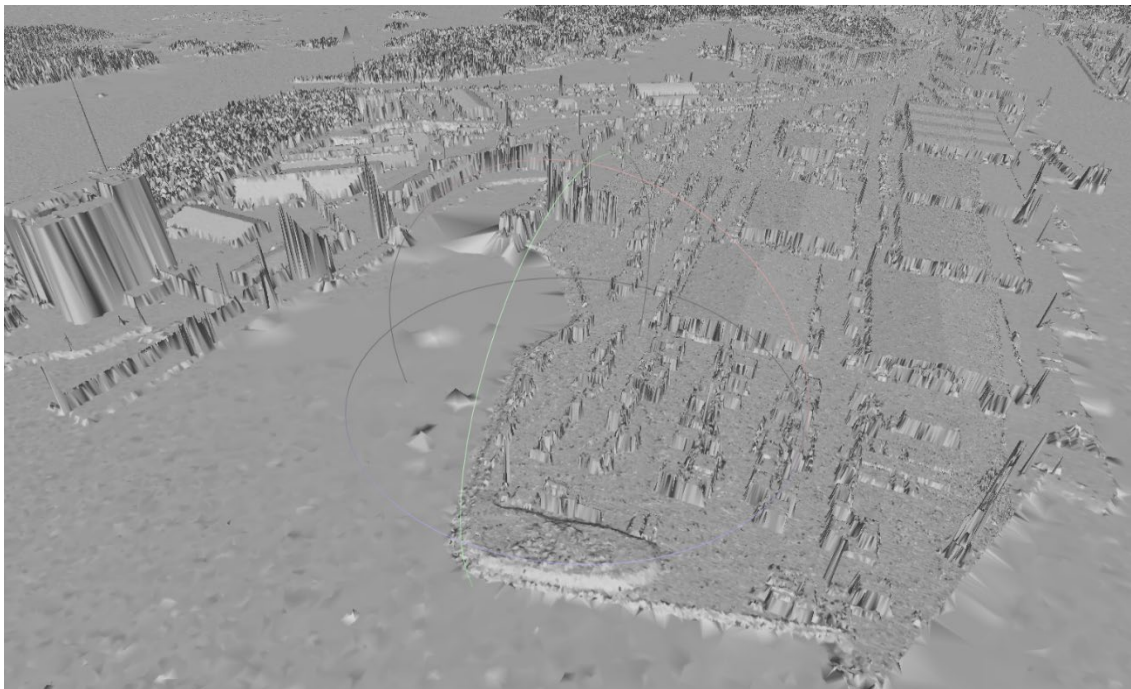
Virtuaalimallin tarkoituksena olisi auttaa asiakasta ymmärtämään, miten Awake.AI pystyy tehostamaan sataman toimintaa. Yhdessä satamassa toimii useita kymmeniä eri toimijoita ja näiden välillä ei ole yhtä selkeää ekosysteemiä, jossa informaatio kulkisi hyvin

ja olisi kaikkien saatavilla. Virtuaalimalli näyttäisi, miten kyseinen satama pystyisi vähentämään päästöjä, säästämään aikaa ja rahaa sekä tehostamaan operatiivista suunnittelua. (Tenovuo 2020.)

### 3.2.1 Projektin aloitus ilman pohja-aineistoa

Awake.AI tarjoaa kaikille suurille satamatoimijoille palveluitaan, joiden tarkoituksena on digitalisoida, optimoida ja automatisoida prosesseja sekä tulevaisuudessa tukea jopa autonomisten laivojen kulkua. Myyntityötä tehdään globaalisti ja tällöin ei ole mahdollista, että jokainen mahdollinen kohde käytäisiin kuvaamassa etukäteen. Varsinkin uusien asiakkaiden hankinnassa wow-efektin herättäminen on tärkeää. Tämä tarkoittaa, että kohdesataman pohja-aineisto pitäisi olla saatavilla muualta kuin asiakkaalta itseltään.

Suomessa sijaitsevilla kohteilla voidaan hyödyntää Maanmittauslaitoksen tarjoamaa avointa mittausdataa, joka on saatavissa Maanmittauslaitoksen kotisivuilta. Laserkeilattu pistepilvi on mahdollista kääntää 3D-malliksi mm. ilmaisella CloudCompare-ohjelmistolla, jonka jälkeen se voidaan tuoda muokattavaksi Blender-mallinnusohjelmaan. Pääpiirteittäin pistepilven konversio 3D-malliksi näyttäisi toimivan hyvin, mutta lähemmin tarkasteltuna mallia joutuisi korjaamaan käsin huomattavan paljon. Varsinkin rakennusten pystyseinät eivät ole kovin tarkkoja ja jo pelkästään savupiipuista tuleva höyry aiheuttaa haasteita pistepilvi konversiolle, kuten kuvassa 4 havainnollistetaan.



Kuva 4 Maanmittauslaitoksen avoimesta pistepilvidatasta muunnettu 3D-malli.

Jos kyseisestä alueesta ei ole saatavilla tarpeeksi laadukasta laserkeilausaineistoa, täytyy materiaalia etsiä verkosta. Nykypäivänä melkein jokaisesta maailmankolkasta löytyy vähintään valokuvia ja hyvässä tapauksessa videoita. Erityisen hyvänä referenssilähteenä tässä projektissa tuntui olevan Instagram ja Flickr. Näiden referenssikuvien pohjalta sataman pystyy mallintamaan tiettyyn pisteeseen saakka tai vaihtoehtoisesti referenssikuvat voivat tarjota sellaisia kuvakulmia paikkoihin, joista muuten kuvia ei olisi saatavilla.

Osalla asiakkaista ovat valmiit 3D-mallit olemassa, joten niiden käyttäminen on ehdottomasti tehokkain tapa saada visualisoitua Awake.AI:n tarjoamat mahdollisuudet. Tämä kuitenkin vaatii asiakkaan suostumuksen ja asiakkaiden pitäisi toimittaa 3D-mallit Awake.AI:n käyttöön, mikä voi jossain tapauksessa olla ongelmasta. Jo pelkästään tiedostokoon puolesta siirtäminen verkon yli voi viedä huomattavasti aikaa, puhumattakaan yhteensopimattomista tiedostoformaateista. Esimerkiksi Rotterdamista ollaan luomassa valtavaa digital twin -mallia, eli virtuaalimalli ja oikea maailma ovat täydellisesti 1:1 toimintoinen (Hermans – van Ree 2018). Tällaisen mallin päälle olisi hyvinkin kätevää luoda Awake.AI:n oma visualisointi, miten Awake.AI:n palvelu toimisi kohteessa.

Kuten todeta saattaa, usein projektin alussa ei ole saatavilla kattavaa aineistoa, vaan on luotettava omaan luovuuteen ja etsittävä aineisto avoimista lähteistä. Ylimääräisen

matkustamisen välttämiseksi edellä mainittu ratkaisu vaikuttaisi oikealta suunnalta lähestyä satamien visualisointia.

### 3.2.2 Satamien mallintaminen

Tutkimus lähti liikkeelle mittaamalla Rauman satamaan tarvittava mallinnusaika. Tunnistettavan sataman käsin mallinnuksessa kului noin 60 tuntia. Se ei ollut täysin tarkka kopia, mutta tämän avulla pystyi näkemään, mitkä olivat prosessin vaiheista sellaiset, jotka veivät eniten aikaa. Tähän 60 tunnin työaikaan ei huomioitu kuvausmatkaa Raumalle Turusta.

Rauman sataman mallinnuksen tukena olivat erilaiset kartat alueesta, suurehko määrä paikan päällä otettuja valokuvia, verkosta löytyneet ilmakuvat sekä Instagramista löytyneitä valokuvia. Lisäksi Maanmittauslaitoksen laserkeilattua aineistoa käytettiin apuna, mutta ei lopullisessa mallissa.

Verkosta löytyneiden kuvien ja karttojen avulla pystytään luomaan suhteellisen tarkka mallinnus alueesta. Tämä kuitenkin vaatii manuaalista mallinnusta, mikä vie aikaa. Mallien yksityiskohdat eivät tarvitse olla kovin tarkkoja, koska virtuaalimallissa katsotaan kokonaisuutta, eikä vain yksittäisiä rakennuksia. Realistisemmän kokonaisuuden tietysti saavuttaa, kun ottaa mukaan näkyvämpiä maamerkkejä ja täten lisää alueen tunnistettavuutta.

Huomattava osa satamista olevista elementeistä, kuten merikontit, nosturit, valopylväät, liikennemerkit yms. löytyvät jo valmiina erilaisista pankeista, josta niitä pystyy ostamaan. Tämä on useimmiten edullisempi vaihtoehto kuin alkaa mallintaa alusta saakka. Pitää kuitenkin arvioida millaista lisäarvoa tämä tuo myyntityöhön. Liian yksityiskohtaiset mallit eivät tuo lisäarvoa, koska niitä ei tarkastella niin läheltä vaan keskitytään kokonaisuuteen.

Yhtenä lähestymistapana on mahdollista hyödyntää crowdsourcing-työtappaa. Siinä tehtävä jaetaan avoimesti eteenpäin ja kiinnostuneet ihmiset voivat auttaa haasteen ratkaisemisessa. (Livescault 2019.)

Tässä tapauksessa crowdsourcing olisi hyödyllistä sataman mallinnuksessa. Sataman alueet voitaisiin jakaa useaan osaan ja jokainen mallintaja hoitaisi oman osuutensa. Crowdsourcing työtappaa on hyödynnetty mm. Iron Sky-elokuvan 3D-mallien

mallintamisessa. Tuotantoyhtiöllä ei ollut tarpeeksi omia resursseja luoda kaikkia avaruusaluksia, joten he päättivät antaa faniyhteisön luoda yhden avaruusaluksista. (Vuorensola ym. 2012, 100.). Awake.AI:n tapauksessa joidenkin mallinnustöiden ulkoistaminen voisi olla mahdollista. Varsinkin silloin kun pohja-aineistot olisivat saatavilla julkisista lähteistä ja aikataulu toteutukselle on tiukka.

Rauman sataman mallinnustyöstä saadun kokemuksen perustella pystyttiin kehittämään työtapaa huomattavasti tehokkaammaksi ja hyödyntämään avoimia rajapintoja kaikista eniten aikaa vievissä prosessin vaiheissa.

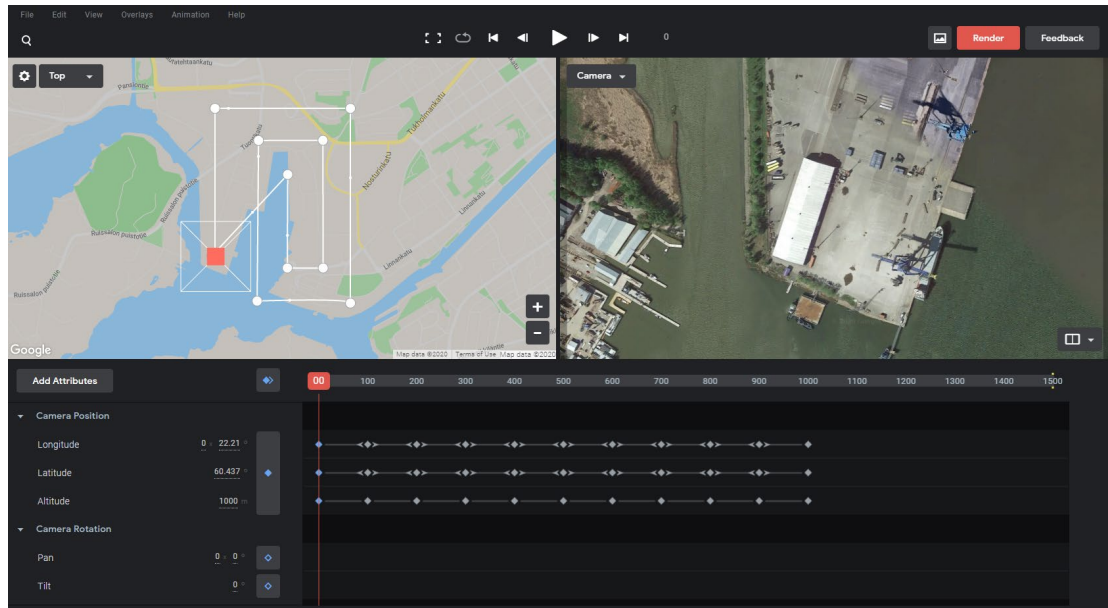
Seuraavassa kappaleessa käydään läpi muutamaa variaatiota hyödyntäen, mikä voisi olla tehokkain tapa visualisoida Awake.AI:n myyntityöhön liittyviä satamia.

### 3.2.3 Kun manuaalinen työ annetaan koneelle

Toinen mallinnettava satama oli Turun satama, jonka mallintamisessa otettiin toisenlainen lähestymistapa. Satamasta voidaan luoda ilmakuvien pohjalta pistepilvi ja tuoda se pelimoottoriin kevennettynä versiona. Ilmakuvauksen haasteena ovat usein vallitsevat sääolosuhteet, suuret alueet vaativat useita lentoja, joka vaatii lisäakkuja ja aikaa kuvaukselta. Täten tutkimuksessa päätettiin toteuttaa sataman ilmakuvauksen virtuaalisesti, mikä oli tutkimusmielessä mielenkiintoinen lähestymistapa. Google Earth Studio tarjoaa tähän valmiin työkalun, kuten kuvassa 5 esitellään ohjelman käyttöliittymä. Tätä pystytään hyödyntämään tutkimustyössä, mutta kaupalliseen käyttöön Google ei anna vielä lupaa.

Sataman mallinnuksen aloittaminen vaatii alueen tarkkaa määrittelyä, jotta oleelliset rakennukset tulevat mukaan. Lisäksi mallinnukseen sisällytetään pieni osa ulkopuolista aluetta, jotta loppukäyttäjän on helpompi hahmottaa alue.



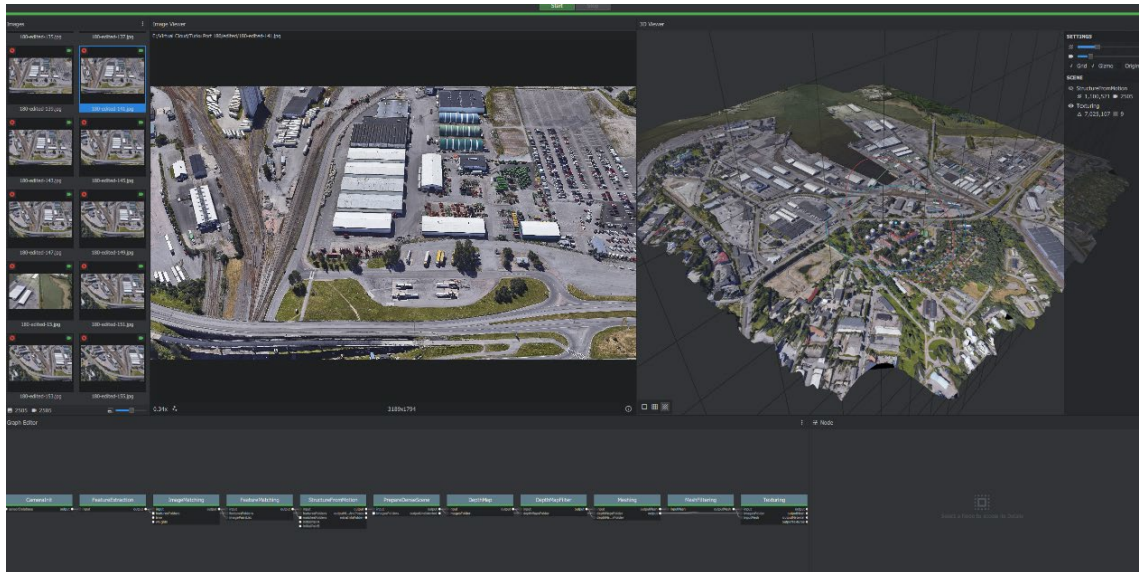


Kuva 5 Google Earth Studio käyttöliittymä

Luomalla virtuaalisen lentoradan kuvattavan alueen yläpuolelle voidaan varmistua, että kaikki rakennukset ja yksityiskohdat tullaan varmasti kuvaamaan. Tämä lentorata lennetään läpi jokaisesta ilmansuunnasta, jolloin dataa saadaan myös alueen pinnan muodoista.

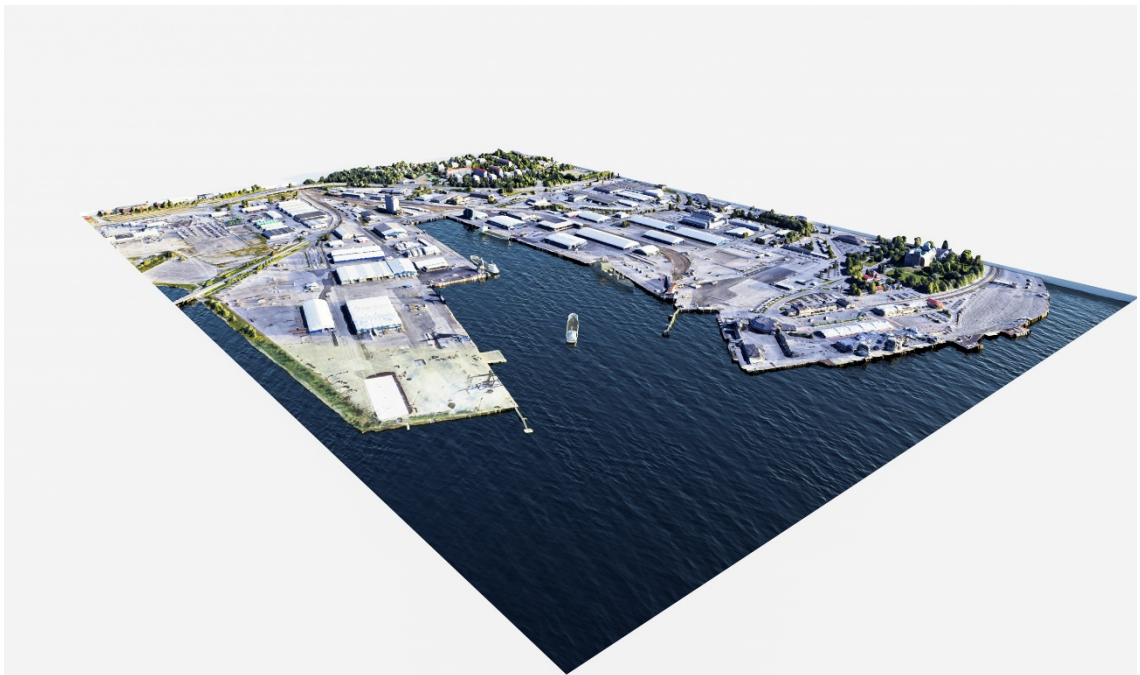
Datan keräämisen jälkeen kuvamateriaali lisätään Meshroom-ohjelmistoon, jonka tehtävä on luoda kuvadatasta pistepilvi. Kuvassa 6 esimerkki Meshroom-ohjelmiston käyttöliittymästä. Noin 2500 kuvan prosessoimiseen kuluu aikaa yksi yö, riippuen tietokoneen kapasiteetista käsitellä valtava määrä dataa. Ohjelmisto tekee siitä automaattisesti .obj-tiedoston, joka on yhteensopiva Blender-ohjelman kanssa, jota tutkimuksessa käytettiin. Blenderissä satamamalliin voidaan tehdä viimeisiä muokkauksia ja lisäyksiä, jos pistepilvestä on jäänyt jotain oleellista puuttumaan. Jokaisen sataman kohdalla tietysti joudutaan lisäämään satamaan tyypilliset elementit kuten nosturit, merikontit ja muut

sellaiset objektit, joita Awake.AI:n ratkaisu hyödyttää.



Kuva 6 Meshroom-ohjelmiston käyttöliittymä, josta on luotu Turun sataman 3D-malli.

Kun mallinnus on valmis yksityiskohtien osalta, voidaan satamamalli viedä pelimoottoriin. Pelimoottorissa malliin lisätään VR-mahdollisuudet, tarvittava interaktiivisuus ja animaatiot esimerkiksi laivojen kulusta satamassa ja miten muut operaattorit toimivat saumattomasti yhdessä. Alla oleva kuva 7 osoittaa mallinnuksen realistisuuden.

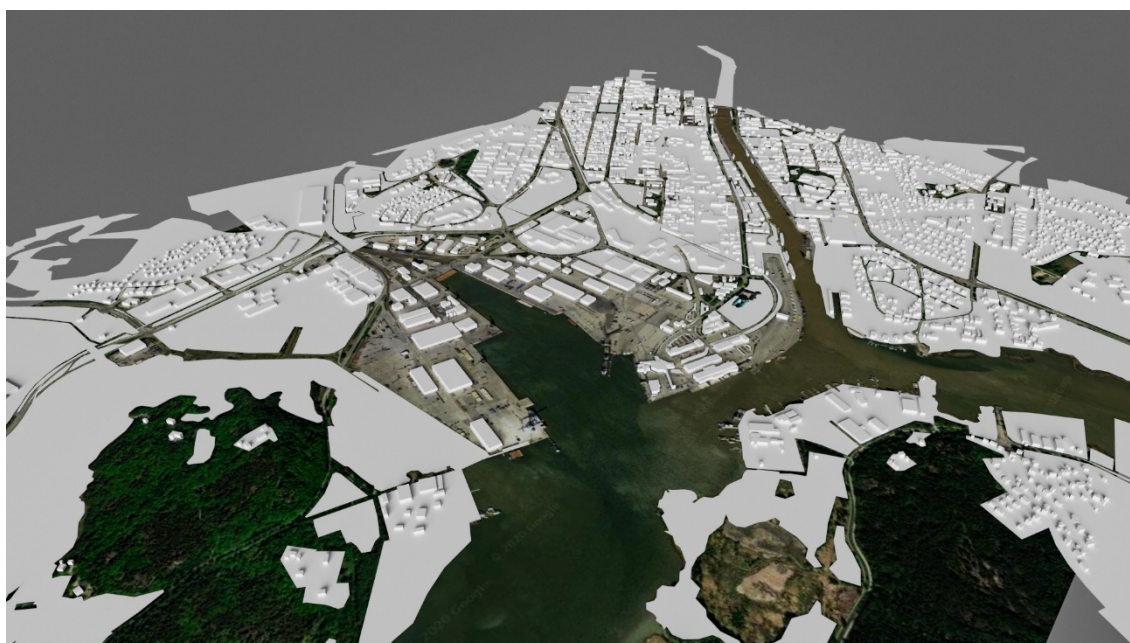


Kuva 7 3D-malli Turun satamasta

Toinen vaihtoehtoinen toimintatapa rakentuu suoraan Blender-mallinnusohjelman päälle. Sataman pohjakartan mallinnuksessa hyödynnetään BlenderGIS-lisäosaa. BlenderGIS-lisäosa tukee suoraan eri karttapalveluiden avoimia rajapintoja ja pystyy tuomaan avoimen datan suoraan Blender-mallinnusohjelman sisään (Domlysz 2020). BlenderGIS-lisäosa perustuu avoimeen lähdekoodiin ja on julkaistu kaikkien saataville GitHubiin GNU GPLv3-lisenssillä, eli ohjelmistoa saa käyttää kaupallisesti (GNU Operating Systems 2020).

BlenderGIS pystyy liittämään malliin myös korkeuskartan, joka perustuu SRTM:n (Shuttle Radar Topography Mission) aineistoon. SRTM oli Nasan vuonna 2000 toteuttama hanke, jossa Endeavour sukkula kartoitti maan topografiaa välillä 56 astetta eteläistä ja 60 astetta pohjoista -leveyspiiriä (U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data 2014). Tässä tapauksessa suomalaisista ja muista satamista, jotka sijaitsevat yli 60 astetta pohjoisella leveyspiirillä, ei ole saatavilla korkeusdataa. Alkuperäinen korkeusdata on ladattavissa Nasan sivuilta, mutta BlenderGIS -lisäosa pystyy hakemaan korkeusdatan automaattisesti rajapinnasta.

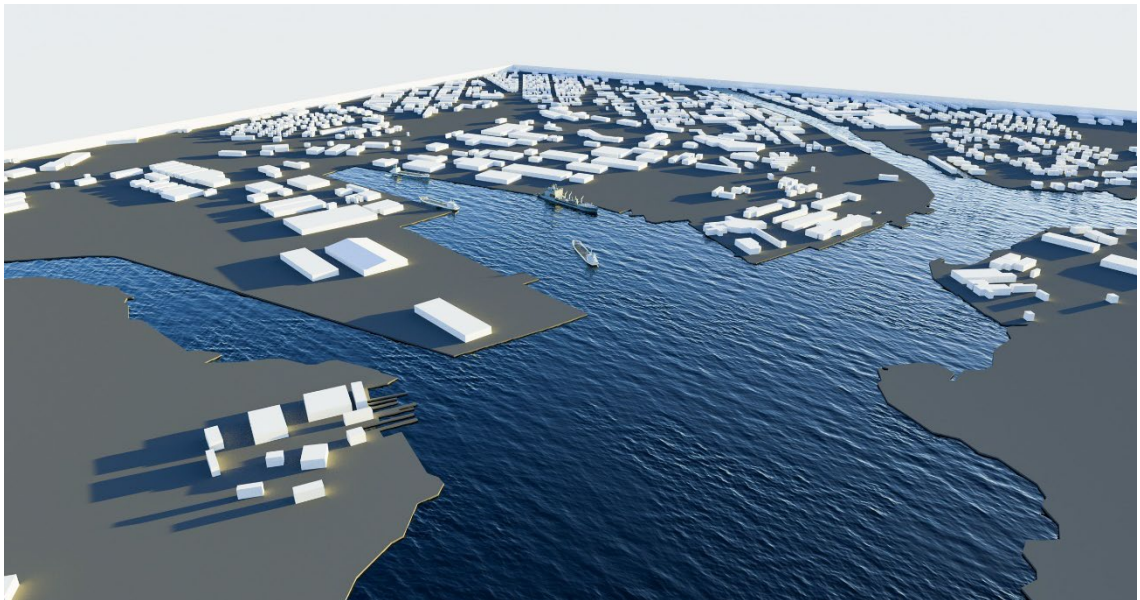
BlenderGIS-lisäosa pystyy tuomaan myös rakennusten perusmuodot, tiet, radat, vesiväylät ja luomaan 3D-mallit alueittain, missä käytössä maa on, virkistys, luonto, vai ihmisten muokkaama maa. Tämä lisäosa tuo huomattavan hyödyn peruskartan tekemiseen. Kaikki tämä onnistuu automaattisesti ja alueen peruskartta on valmis jatkotyöstämiseen. Kuva 8 osoittaa millaista dataa BlenderGIS-lisäosa pystyy luomaan.



Kuva 8 Muokkaamaton kuva Turun satamasta.

Kun kaikki elementit ovat tuotu karttaan, voidaan se siirtää pelimoottoriin, jossa luodaan työkalut virtuaalitodellisuudessa kulkemiseen. Kuvassa 9 havainnollistetaan, miltä viimeistelty kartta näyttää Blender ohjelmassa, ennen pelimoottoriin vientiä. Pelimoottorissa prosessi seuraa samaa kaavaa kuin ALMACO:n tapauksessakin.

Vaihtoehtoisesti valmiiksi visualisoidusta kartasta voidaan tarvittaessa tehdä animaatioita ja ottaa yksityiskohtaisia kuvia jo Blenderissä. Täten kertaalleen luotu karttapohja voidaan käyttää uudelleen useissa eri sovelluskohteessa. Tämä vähentää työmäärää ja lisää mallinnuksen arvoa, koska se on monikäyttöisempi tällä tavalla.



Kuva 9 Viimeistelty kuva Turun satamasta.

#### 3.2.4 Avoimesta datasta myynnin työkaluksi

Tulevaisuudessa olisi tärkeää saada yhdistettyä edellä esitetty tapa tuottaa avoimesta datasta visualisoituja satamamalleja Awake.AI:n taustajärjestelmään. Täten jokaiselle potentiaaliselle asiakkaalle voidaan luoda omaa personoitua myyntimateriaalia ja auttaa heitä hahmottamaan, kuinka Awake.AI:n tarjoamilla ratkaisuilla heidän operointiaan voidaan tehostaa.

Awake.AI:n taustajärjestelmän simulaatioissa asiakkaille esitellään kuinka laivat saapuvat satamaan ja kuinka esimerkiksi lastin purkaminen tapahtuu. Tällöin jokaisen rakennuksen yksityiskohdat eivät tarvitse olla täysin identtisiä oikean todellisuuden kanssa. Pääasia, että ne asiat, joista asiakas on kiinnostunut ovat visualisoitu selkeästi.

Kun avoimesta datasta pystytään jalostamaan asiakkaille lisäarvoa tuottava tuote erittäin tehokkailla prosesseilla ja alhaisilla kuluilla, luo se asiakkaille wow-efektin. Se ei vaadi asiakkaalta sitoutumista projektiin, eikä myöskään Awake.AI:lta suurta riskiä tuottaa tällaista sisältöä (Tenovuo 2020). Tällöin myynti saa luotua nopeasti ja tehokkaasti näyttävää materiaalia.

Tapa, millä dataa visualisoidaan, on myös uusi asiakkaiden näkökulmasta. Tällä hetkellä useat satamaoperaattorit eivät käytä yhtenäistä ekosysteemiä datan hallintaan, vaan jokainen toimii omalla tavallaan ja tietoa vaihdetaan manuaalisesti (Tenovuo 2020.). Tämän takia jo pelkästään siirtyminen paperikartoista digitaaliseen 2d-karttaan tulee osalle asiakkaista suuri edistysaskel. Puhumattakaan, mahdollisuudesta nähdä oma satama kolmiulotteisena ja hallita sitä digitaalisen käyttöliittymän kautta.

Virtuaalitodellisuudesta ei ole varsinaisesti vielä hyötyä Awake.AI:n tapauksessa. Se ei tällä hetkellä tuo lisäarvoa myyntitilanteisiin, kun Awake.AI:n ratkaisut keskittyvät suurempaan kokonaisuuteen. Virtuaalitodellisuus ei olisi se syy, miksi asiakkaat ostaisivat kyseisen palvelun.

Useimmiten Awake.AI:n myyjät matkustavat asiakkaiden luokse, eivätkä asiakkaat tule toimistolle. Ajatuksena kuitenkin olisi kehittää tulevaisuudessa virtuaalitodellisuusalusta Awake.AI:n toimistolle, showroom-tyyppisesti, mutta ei varsinaisena myynnin keihäänkärkenä. Tietysti virtuaalitodellisuusteknologia kehittyy huomattavaa vauhtia, mikä mahdollistaa kevyemmät ja tehokkaammat virtuaalilasit tulevaisuudessa. Silloin virtuaalilaseja olisi helpompi kuljettaa mukana myyntipalaverihin.

Tulevaisuudessa yhä useampi palvelu tulee siirtymään virtuaalitodellisuuteen, samoin Awake.AI on pohtinut kuinka sataman hallintaa voisi tehdä virtuaalitodellisuudessa. Tällä hetkellä teknologia ei ole vielä täysin valmis siihen.

## 4 POHDINTA

Tutkimuksen aikana oli mielenkiintoista huomata osittain samoja ja osittain erilaisia lähestymistappoja virtuaalitodellisuuden kahden meriteollisuuden yrityksen välillä. Molemmat yrityksistä näkivät ehdottomasti mahdollisuuksia virtuaalitodellisuuden osalta yritysten myyntityössä ja laajemminkin osana yrityksen toimintaa. Awake.AI:n kohdalla virtuaalitodellisuutta voitaisiin hyödyntää satamatoimijoiden kouluttamisessa ja sataman eri tapahtumien seurannassa. ALMACO:lla virtuaalitodellisuutta pystyttäisiin hyödyntämään laajemminkin projekteilla. Varsinkin jos projektin myynnissä on ollut virtuaalitodellisuus mukana, olisi sitä luonnollista hyödyntää myös koko projektin eri vaiheissa. Lisäksi virtuaalitodellisuutta voitaisiin hyödyntää koulutuksessa, niin oman henkilökunnan kuin asiakkaidenkin.

Molempien yritysten myyntiprojektit ovat usein omia kokonaisuuksiaan. ALMACO:n tapauksessa mallinnustyö vie huomattavasti enemmän aikaa ja malleja pitää pystyä muokkaamaan useaan otteeseen asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Awake.AI:n kohdalla mallinnustyö on nopeampaa, eikä 3D-malleja varsinaisesti muokata sen jälkeen, kun ne on tehty. Pitää kuitenkin huomioida, että Awake.AI on vasta kehittämässä alustansa, mikä antaa monenlaiset mahdollisuudet virtuaalitodellisuuden sisällyttämiseen myöhemmässä vaiheessa.

Malleja ja virtuaalitodellisuusympäristöjä luodessa pitää muistaa, että millaiset odotukset asiakkaalla ovat virtuaalitodellisuudesta. Joissain tapauksissa asiakas ei ole koskaan ennen käyttänyt virtuaalitodellisuuslaseja ja toisessa tapauksessa heiltä voi löytyä jo sellaiset ja virtuaalitodellisuuslasien käyttäminen on tuttua. Nämä asiat pitävät aina huomioida oli kyse sitten käyttöliittymästä tai visuaalisuudesta. Kummallakaan yrityksistä ei ole käytössä samanlaisia resursseja kuin isoilla pelistudiolla. Vaikka virtuaalimalli ei olisi täysin realistinen, voi se silti auttaa asiakkaita ymmärtämään tarjottavaa tuotetta tai palvelua paremmin. Joissain tapauksissa yksinkertaistaminen hyödyttää enemmän kuin täysin realistinen malli yksityiskohtineen, tällöin malliin on jätetty vain asiakasta kiinnostavat elementit ja visuaalisuus on selkeämpää ja ymmärrettävämpää.

Awake.AI pystyy hankkimaan tarvittavat lähtöaineistot avoimista lähteistä ja tuottamaan sisältöä avoimen datan pohjalta. ALMACO:lla vastaavasti tarvitaan joko oma työntekijä mallintamaan alueita tai palvelu ostetaan alihankkijalta. Mallinnustyön hajauttaminen useaan osaan tuo haasteita lopullisen mallin kasaamiselle. Siksi on erityisen tärkeää,

että jokainen mallintaja ymmärtää ja tietää, mitkä ovat virtuaalimallin vaatimukset ja mitä mallinnustyössä pitää osata huomioida. Manuaalinen työ tekee väkisinkin prosessista hitaamman, mutta mahdollistaa paremman mallien muokattavuuden.

Molemmat yritykset uskovat, että virtuaalitodellisuudesta tulee olemaan hyötyä tulevaisuudessa, vielä kuitenkin on aikaista sanoa, mitkä tulevat olemaan ne toiminnot, joissa virtuaalitodellisuus pystyisi todella muuttamaan tapaa toimia. Yhtenä suurimmista haasteista molempien yritysten kohdalla on ollut virtuaalilasien kuljettaminen myyntitapaamiin ulkomaille. Niin kauan, kun korkealaatuisia virtuaalilaseja ei saa kuljetettua käsimatkatavaroissa, tämä tulee hidastamaan virtuaalitodellisuuden käyttöönottoa myynnissä. Lisäksi virtuaalilasien langallisuus häiritsee katselukokemusta toistaiseksi. Markkinoille on jo tullut ensimmäisiä virtuaalilaseja ja lisälaitteita, joilla virtuaalilasit saadaan langattomiksi. Nämä lisälaitteet vastaavasti lisäävät virtuaalilasien painoa ja vähentävät käyttömukavuutta.

Tutkimuksen aikana todettiin myös samoja havaintoja, joita Audi on tehnyt omassa virtuaalitodellisuuden tutkimuksessaan. Virtuaalilasit eivät välttämättä sovi kaikille, joten pitää löytyä toinen tapa tehdä sama työ. Lisäksi virtuaalilasien hygieniasta pitää pystyä pitämään hyvää huolta, varsinkin jos on useampia käyttäjiä. (Unity VR & AR Solutions from the Audi Production Lab 2018.)

Tutkimuksen aikana tutustuttiin molempien yritysten tapaan luoda materiaalia virtuaalitodellisuuteen ja jalostaa siitä työkaluja myynnille. Awake.AI:n tapauksessa löydettiin käyttötarkoitukseen sopivat avoimet lähteet ja rajapinnat visualisoinnin tekemiselle. Mahdollisesti samoilla työtavoilla ALMACO voisi saada visualisoitua myyntikäyttöön soveltuvaa materiaalia, erityisesti jos asiakasta autetaan ymmärtämään esimerkiksi hyttituotannon tarpeita.

Awake.AI ja ALMACO hyödyntävät materiaalikirjastoja materiaalin tuottamisessa. Jokaisessa projektissa luodaan joko uusia kalusteita hyttiin tai mallinnetaan uuden tyyppinen nosturi satamaan. Ajan kuluttua huomattava osa mallinnoista voidaan tehdä mallikirjaston pohjalta. Tämä kuitenkin vie oman aikansa ja mallikirjaston rakenne pitäisi pystyä pitämään selkeänä, jotta tarvittavat materiaalit löytyvät.

Uskon että tulevaisuudessa kehittyvät myös tavat, joilla mitataan virtuaalitodellisuuden hyötyjä myyntityössä. Tällä hetkellä on mahdoton todeta, että myyntiprojekti olisi juuri onnistunut virtuaalitodellisuuden avulla, ellei asiakas kerro sitä suoraan.

Virtuaalitodellisuutta ei voi pitää vain itseisarvona. Tällä hetkellä virtuaalitodellisuus tuo uutuuden viehätystä, mutta muutaman vuoden kuluttua pelkästään virtuaalilasit eivät tuo asiakkaille wow-efektiä. Hyvänä esimerkkinä ohjelmistotalo ZOAN on kehittänyt Stockmann yrityksen kanssa virtuaalisen palvelun, jossa asiakkaat voivat virtuaalisesti ostaa Artekin ja Iittalan tuotteita heidän virtuaalisesta kaupastaan MobilePay:tä hyödyntäen. Tällainen on toistaiseksi uudenlainen konsepti, jota ei ole vielä täysin hyödynnetty. B2B-myynti kaipaisi myös jotain uutta virtuaalitodellisuuteen liittyen, kuinka asiakkaille voidaan luoda kokemuksellisia virtuaalitodellisuus elämyksiä. (Stockmann Press release 2019.)

Opinnäytetyön onnistuneimmaksi osaksi koen Awake.AI:lle luotu ratkaisu hyödyntää avoimia rajapintoja, kuinka satamien mallinnuksia pystytään tekemään. Aikaisemmasta noin 60 tuntia vaatineesta työajasta saatiin luotua visuaalisesti parempi satama reilussa viidessä tunnissa. Nämä toimintatavat auttavat Awake.AI:ta tulevaisuudessa luomaan tehokkaasti myyntimateriaalia asiakkaiden omista satamista. ALAMCO:n kohdalla uusi prosessi suunnitteluosaston ja myyntiosaston välille tulee auttamaan tulevaisuudessa myyntiosastoa luomaan virtuaalisia hyttimalleja ja visualisoimaan ALMACO:n palveluita asiakkailleen.

Tulevaisuudessa teknologia tulee kehittymään kasvavaa vauhtia ja uudenlaisia toimintatapoja ja ratkaisuja tulee markkinoille. Virtuaalitodellisuuden ja siihen liittyvän teknologian kanssa ei kannata jäädä vain yhden alustan varaan. Tärkeämpää on omaksua uudenlaiset toimintatavat ja katsoa kokonaisuutta sitten, että se palvelee parhaiten yritystä ja tuo asiakkaille lisäarvoa.



## LÄHTEET

Buis, A. & Cole, S. 2014. U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data. Viitattu 14.4.2020 <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?release=2014-321>.

Design Space. 2020. Viitattu 20.3.2020 <https://3dtalo.fi/designspace>.

Dealessandri, M. 2020. Whats is the best game engine: is Unity right for you? Viitattu 21.3.2020 <https://www.gamesindustry.biz/articles/2020-01-16-what-is-the-best-game-engine-is-unity-the-right-game-engine-for-you>.

Dealessandri, M. 2020. Whats is the best game engine: is Unreal Engine right for you? Viitattu 21.3.2020 <https://www.gamesindustry.biz/articles/2020-01-16-what-is-the-best-game-engine-is-unreal-engine-4-the-right-game-engine-for-you>.

Design Launchers. 2020. What is 3D CAD Modeling?. Viitattu 19.4.2020 <https://www.designlaunchers.com/what-is-3d-cad-modeling>.

Domlysz. 2020. Blender addons to make the bridge between Blender and geographic data. Viitattu 12.4.2020 <https://github.com/domlysz/BlenderGIS>.

Duncan, T. 2017. The importance of sound in virtual reality. Viitattu 12.4.2020 <https://cogs-well.edu/blog/virtual-reality-vr-sound-importance/>.

Fortune Business Insights 2019. Virtual Reality Market analysis- 2026. Viitattu 16.4.2020 <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/virtual-reality-market-101378>.

GNU Operating Systems. 2020. A Quick Guide to GPLv3. Viitattu 13.4.2020 <https://www.gnu.org/licenses/quick-guide-gplv3.html>.

Hermans – van Ree, J. 2018. The Rotterdam 3D city model – a digital twin Viitattu 13.4.2020 [https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/BK/Over\\_de\\_faculteit/Afdelingen/OTB\\_-\\_Research\\_for\\_the\\_built\\_environment/Onderwijs/Presentaties%20OTB-studiedagen/2018/1.%20Jane%20van%20Ree%20181019\\_Rotterdam%203D%20city%20model.pdf](https://d1rkab7tlqy5f1.cloudfront.net/BK/Over_de_faculteit/Afdelingen/OTB_-_Research_for_the_built_environment/Onderwijs/Presentaties%20OTB-studiedagen/2018/1.%20Jane%20van%20Ree%20181019_Rotterdam%203D%20city%20model.pdf).

Kiiskinen, T. 2020. Haastattelu. Development Engineer Accommodation Systems Division Tuomas Kiiskistä haastatteli 27.3.2020 Juha-Pekka Salonen.

Laimi, J. 2020. Haastattelu. Vice President, Newbuilding Sales Accommodation Systems Division Jussi Laimia haastatteli 2.4.2020 Juha-Pekka Salonen.

Livescault, J. 2019. What is Crowdsourcing? (in 2019). Viitattu 11.4.2020 <https://www.brainet.com/blog/crowdsourcing/>.

Lorek, S. 2018. What is BIM (Building Information Modeling) Viitattu 10.4.2020 <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-bim-building-information-modeling>.

Mazuryk, T. & Gervautz, M. 1999. Virtual Reality - History, Applications, Technology and Future. Viitattu 14.3.2020 [https://www.researchgate.net/profile/Tomasz\\_Mazuryk/publication/2617390\\_Virtual\\_Reality\\_-\\_History\\_Applications\\_Technology\\_and\\_Future/links/0046352d1e20a9ef1f000000/Virtual-Reality-History-Applications-Technology-and-Future.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tomasz_Mazuryk/publication/2617390_Virtual_Reality_-_History_Applications_Technology_and_Future/links/0046352d1e20a9ef1f000000/Virtual-Reality-History-Applications-Technology-and-Future.pdf).

McPartland, R. 2017. BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained. Viitattu 10.4.2020 <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>.

Mitchell, R. 2014 Oculus Rift: From \$2.4 million Kickstarter to \$2 billion sale. Viitattu 19.4.2020 <https://www.engadget.com/2014-03-28-oculus-rift-from-2-4-million-kickstarter-to-2-billion->

[sale.html?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlMnVbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAHfEiUF0eA3aWIKr69ZeOP\\_wJBqGVD52SSCz-myxg9tQARkF\\_oP14Co\\_D5zGopsztgJQEtmJxxEyKZ4CUG2m8foQ\\_wxg4MI4VZq6tlksxmHmNcc3MGG6\\_jRD02dTfJ32CHI\\_wrv515g4AhGtR-JM9kiRVTwkFTR\\_vbD1M-8p8Sjp](https://sale.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlMnVbS8&guce_referrer_sig=AQAAAHfEiUF0eA3aWIKr69ZeOP_wJBqGVD52SSCz-myxg9tQARkF_oP14Co_D5zGopsztgJQEtmJxxEyKZ4CUG2m8foQ_wxg4MI4VZq6tlksxmHmNcc3MGG6_jRD02dTfJ32CHI_wrv515g4AhGtR-JM9kiRVTwkFTR_vbD1M-8p8Sjp).

Peckham, E. 2019. How Unity built the world's most popular game engine. Viitattu 14.3.2020 <https://techcrunch.com/2019/10/17/how-unity-built-the-worlds-most-popular-game-engine/>.

PIXYZ Software. Viitattu 29.3.2020 <https://www.pixyz-software.com/plugin/>.

Pänkäläinen, T. 2017. Virtuaalitodellisuus – 108 miljardin markkina vuonna 2021?. Viitattu 12.4.2020 <https://www.virtuaalimaailma.fi/virtuaalitodellisuus/>.

Rogers, S. 2019. The Arrival Of 5G Will Unlock The Full Potential Of VR And AR. Viitattu 19.4.2020 <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2019/01/30/the-arrival-of-5g-will-unlock-the-full-potential-of-vr-and-ar/#70f5479b7bcc>.

Stockmann press release 2019. An innovative collaboration between Stockmann, Mobile Pay and Zoan enables shopping in virtual reality. Viitattu 18.4.2020 <http://www.stockmanngroup.com/en/news-releases/-/stock/showDisclosure/636203/An%20innovative%20collaboration%20between%20Stockmann%252C%20Mobile%20Pay%20and%20Zoan%20enables%20shopping%20in%20virtual%20reality>.

Tenovuo, K. 2020. Haastattelu Co-Founder & CEO Awake.AI Karno Tenovuota haastatteli 14.4.2020 Juha-Pekka Salonen.

Unity 2018. VR & AR solutions from the Audi Production Lab. Viitattu 18.4.2020 <https://create.unity3d.com/how-audi-develops-vr-and-ar-applications>.

Varjo 2020. VR-2-pro. Viitattu 16.4.2020 <https://varjo.com/products/vr-2-pro/>.

Vuorensola, T.; Kaukoma, T.; Torssonen, S.; Puskala, J. & Ollula, P. 2012. Näin tehtiin Iron Sky, eli Kuinka lakkasin olemasta huolissani ja opin rakastamaan internetiä. Jyväskylä: Docendo Oy.

Zeigler, B. 2014. Building Fortnite With Unreal Engine 4. Viitattu 15.4.2020 <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/building-fortnite-with-unreal-engine-4>.